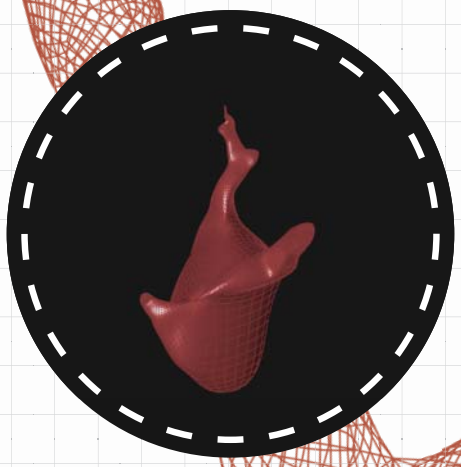
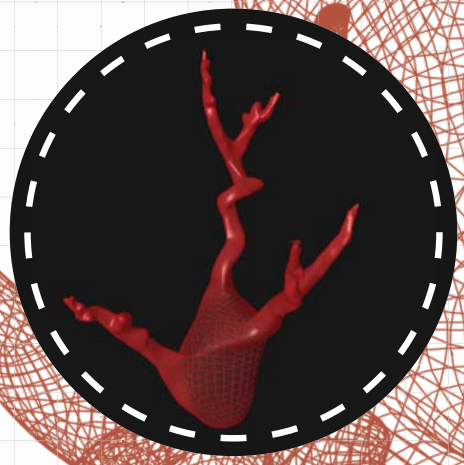
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ε.Μ.Π.
Αρχιτεκτονική_Σχεδιασμός του Χώρου
Κατεύθυνση Α_Σχεδιασμός_Χώρος_Πολιτισμός



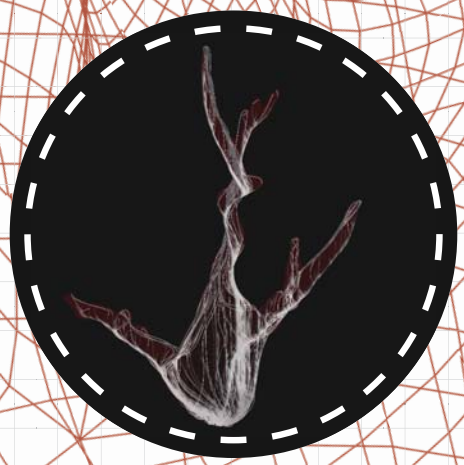


ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

_Η ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΟΥ COMPUTATION, ΤΟΥ FABRICATION, ΤΗΣ MATERIALITY ΚΑΙ ΤΩΝ MORPHOSPACES ΣΕ ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΣ

Ιάσων Ζιρώ



Επιβλέποντες καθηγητές:
Δημήτρης Παπαλεξόπουλος
Αθηνά Σταυρίδου

Αθήνα
Οκτώβριος 2015

εξώφυλλο: mesh aggregations_ Ζιρώ Ιάσων, Μπακογίαννης Παύλος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΠΜΣ: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ- ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΧΩΡΟΣ-ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

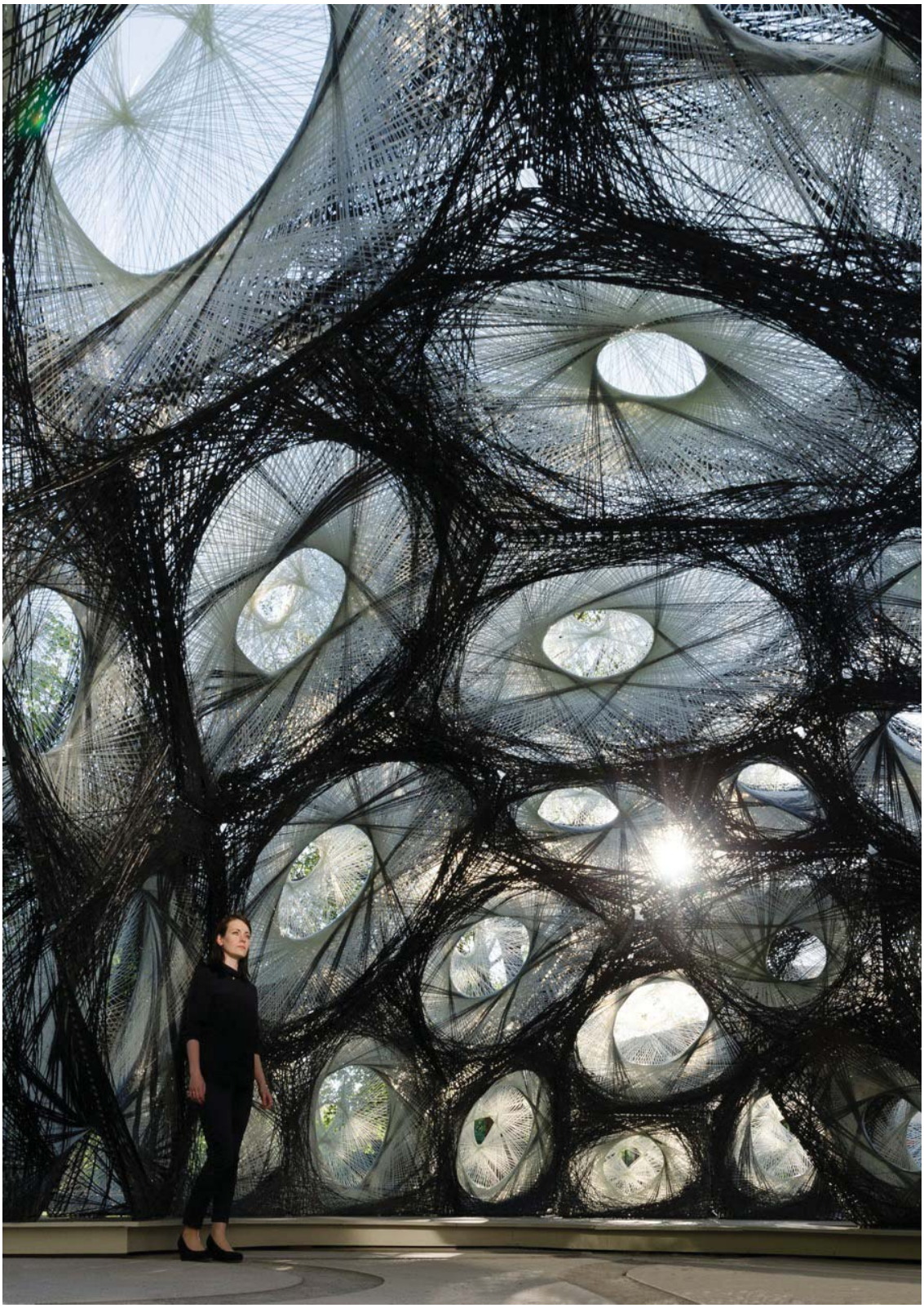
_Η ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΟΥ COMPUTATION, ΤΟΥ FABRICATION, ΤΗΣ MATERIALITY ΚΑΙ ΤΩΝ MORPHOSPACES ΣΕ ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΣ

Φοιτητής: Ιάσων Ζιρώ

Επιβλέποντες:
Δημήτρης Παπαλεξόπουλος
Αθηνά Σταυρίδου

Επιτροπή:
Γιώργος Παρμενίδης
Κώστας Μωραΐτης

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2015



ICD/ITKE research pavilion 2013-14

Χαρτης όρων- Λέξεις κλειδία

Κεφάλαιο 1

1. Analog
2. Digital
3. Embryologic houses
4. Emergence
5. Field conditions
6. Generic Object
7. Genetic algorithm
8. Genotype
9. Intensive thinking
10. Mass customization
11. Mass differentiation
12. Objectile
13. Parametric variations
14. Phenotype
15. Population thinking
16. Sketchpad
17. System theory
18. Topological thinking
19. Αλλαγή παραδειγματος
20. Διάδραση
21. Εξελικτικός σχεδιασμός
22. Επιστημική αλλαγή
23. Καρτεσιανοί μετασχηματισμοί
24. Μοναδιαίο αντικείμενο
25. Πεπερασμένος αριθμός λύσεων
26. Σχεδιασμός πλατφόρμας
27. Σχεδιαστική διαδικασία

Κεφάλαιο 2

1. 3d printing
2. Agent
3. Design medium
4. Digital Design Commons
5. Digital materiality
6. Discovery scripting
7. Effector
8. Experimentation scripting
9. Fabrication
10. Form generation
11. Generic εργαλεία παραγωγής
12. Immaterial fabrication
13. In citu fabrication
14. Informed fabrication
15. Innovation
16. Intelligent agent
17. Marc Burry
18. Materialization
19. Mechanical turk
20. Nomad sciences
21. Productivity scipting
22. Robotic fabrication
23. Robotics
24. Royal sciences
25. Scripting
26. Scripting cultures
27. Serendipity
28. System thinking
29. Zip shape bending
30. Αποτοπικοποίηση
31. Δικτυακό Παράδειγμα
32. Επανατοπικοποίηση
33. Κατασκευαστικός τόπος
34. Προβιοτικό μείγμα
35. Ρομποτικός βραχίονας
36. Σχεδιαστικός τόπος
37. Ψηφιακός τοπικισμός

Κεφάλαιο 3

1. Agency
2. Agent to agent interactions
3. Data Agency
4. Design Agency
5. Earl Grey Syndrome
6. Fabrication Agency
7. Human- agency
8. Level of Communication
9. Locus of performances
10. Material Agency
11. Material Behaviour
12. Material Capacity
13. Material cultures
14. Material Information
15. Material Intelligence
16. Material Sophistication
17. Materiality
18. Non- human agency
19. Parametric Agency
20. Performance
21. Temporal Agency

Κεφάλαιο 4

1. Agency of mapping
2. Cardinal parameters
3. Chreod
4. Close- loop 3d printing
5. Data driven architecture
6. Data generated architecture
7. Design Hysteresis
8. Design space
9. Design Space exploration
10. Embryogenesis
11. Empirical morphospace
12. Epigenetic landscape
13. Euclidian morphospaces
14. Evolutionary design
15. Explicit Design Space
16. Form generating agent
17. Game-board
18. Genesis of form
19. Heuristic Alternatives
20. Heuristic Variations
21. Hysterical Design Space
22. Implicit Design Space
23. Machinic morphospace
24. Mapping
25. Matter compiler
26. Morphing
27. Morphospace
28. Multi- dimensional morpho-space
29. Narrative Space
30. Nominal Parameters
31. Optimization
32. Paths of decision
33. Performative machinic morphospace
34. Project Dreamcatcher
35. Reactive blueprints
36. Rhizome
37. Riemannian morphospaces
38. Search Space
39. State Space
40. Teratogenesis
41. theoretical morphology
42. Theoretical morphospace
43. Wicked Problems
44. Διαδικασίες μορφοποίησης
45. Εξωτερικοί παράγοντες
46. Εσωτερικοί κανόνες οργάνωσης
47. Σύλληψη της μορφής
48. Χωρος ορισμού του προβλήματος

Επίλογος

1. Θάνατος του αρχιτέκτονα
2. Κατασκευαστικός τοπικισμός
3. Ορισμός του ωραίου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

i. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ii. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Από το «Analog» στο «Digital»

1.1 Από το «Mass production» στο «Mass customization» 15

1.2 Από το μοναδιαίο αντικείμενο στην λογική της πλατφόρμας και στον εξελικτικό σχεδιασμό 21

1.3 Generative σχεδιαστικές διαδικασίες- Το θεωρητικό πλαίσιο μέσα από την φιλοσοφία του Deleuze για τον γενετικό αλγόριθμο 25

1.4 Σύνοψη- Συμπεράσματα..... 27

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Από το «Digital» στα «Robotics»

2.1 Από τα «Scripting cultures» στα «Digital design commons» 29

2.2 Η εφαρμογή του Βιολογικού μοντέλου στα Digital design commons, μέσα από τις έννοιες προβιοτικό μείγμα και Mechanical Turk..... 31

2.3. Η δυνητικοποίηση και επαυξηση της έννοιας του τόπου στο νέο παράδειγμα και η σχέση με το fabrication..... 33

2.4 Η καθιέρωση της έννοιας του «Fabrication» ως την σύμπτυξη της παραγωγής και της εξερεύνησης στο νέο παράδειγμα 35

2.5 Η μετάβαση στα «Generic» εργαλεία παραγωγής μέσω της επικράτησης και αποδοχής των «Nomad sciences» 37

2.6 Τα νέα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά των «Robotics» και του «Robotic fabrication»..... 41

2.7 Παραδείγματα προερχόμενα μέσα από τεχνικές fabrication με generic μέσα παραγωγής..... 45

2.8 Σύνοψη- Συμπεράσματα..... 51

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Από τις «scripting cultures» στις «material cultures» και η εγκαθίδρυση του νέου παραδείγματος

3.1 Η πρώτη γενιά του Digital, ως πάσχουσα από το "Earl grey syndrome" 53

3.2 Η μεταβολή στην φιλοσοφική σκέψη και η εισαγωγής της έννοιας "materiality"..... 57

3.3 Η ανάδυση των «material cultures» μέσα από την έννοια του «digital materiality»..... 59

3.4 Η έννοια του Performance για την αρχιτεκτονική και η αλλαγή της αντίληψης στον σχεδιασμό με την εφαρμογή των "agencies" 63

3.5 Θεματικές και θεωρητικές προεκτάσεις του συνεδρίου Acadia 2014 Design Agency..... 67

3.6 Η χαρτογράφηση της συμπεριφοράς του υλικού και τα «material agencies»..... 71

3.7 Σύνοψη- Συμπεράσματα..... 81

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Τα εργαλεία σχεδιασμού στο νέο παράδειγμα

4.1 Η έννοια του «mapping» και μοντέλα χαρτογράφησης δεδομένων 83

4.2 Μοντέλα χαρτογράφησης πληροφορίας, το σύστημα «gameboard» και «rhizome»..... 85

4.3 Ο χώρος ορισμού της πρόθεσης του αρχιτέκτονα και του χώρου που προηγείται της αρχιτεκτονικής μορφής, «State Space» και «Search Space» 87

4.4 Η μεταγραφή σχεδιαστικών αποφάσεων σε αλγοριθμική γλώσσα μέσα από τα «Wicked Problems» 89

4.5 Η εφαρμογή της πρακτικής των Design Spaces, από την επιστήμη της πληροφορικής στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό 91

4.6 Η σχέση του ριζώματος (rhizome) του Deleuze, με την θεωρία των Design Spaces. 95

4.7 Case- studies και παραδείγματα από εφαρμογή Design spaces στην αρχιτεκτονική και τον σχεδιασμό γενικότερα. 97

4.8 Η έννοια του «Chreod», ως ο ενδιάμεσος κρίκος ανάμεσα στο computation, στους Design spaces, της εξελικτικής βιολογίας και την θεωρία των Morphospaces. 101

4.9 Η μεταγραφή από την εξελικτική βιολογία των "Theoretical" και "Empirical" Morphospaces και η εισαγωγή των "Machinic" morphospaces και των "Performative machinic" morphospaces στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. 103

4.10 Case study: "Robotically Fabricated polygonal plywood plates with Finger Joints" Η εφαρμογή των morphospaces στην περίπτωση του ICD/ITKE research pavilion 2011 107

4.11 Σύνοψη- Συμπεράσματα..... 111

4.12 Το μέλλον των σχεδιαστικών προγραμμάτων και μεθόδων παραγωγής Close-loop 3d printing, reactive blueprints, matter compiler 113

iii. Συμπεράσματα και ζητήματα πέραν του corpus της έρευνας

iv. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

v. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Stanley Kubrick, Arthur Clark, 2001: A space odyssey

“First we shape our tools...” Hob lipson, Melba Kurman

i. Εισαγωγή

Μέσα στο χρονικό πλαίσιο των τελευταίων 3 δεκαετιών μπορούμε να εντοπίσουμε μία έντονη ζύμωση και αλλαγή που συντελείται στους κόλπους της αρχιτεκτονικής πρακτικής. Συγκεκριμένα, η αρχιτεκτονική, περνά μέσα από διαδοχικές φάσεις αλλαγής παραδείγματος[1] και επιστημικών αλλαγών[2] που αλλάζουν πλήρως τον τρόπο με τον οποίο την αντιλαμβανόμαστε.

Η πρώτη φάση των αλλαγών αυτών αφορά την μετάβαση από τον σχεδιασμό του ενός αντικειμένου στον σχεδιασμό πεδίου, με περιγραφή όχι της μορφής αλλά των διαδικασιών που περιγράφουν την μορφή.

Αυτή η διαπίστωση, έφερε στο προσκήνιο μία έντονη συζήτηση γύρω από την σχεδιαστική διαδικασία παραγωγής της αρχιτεκτονικής μορφής, σηματοδοτώντας την μετάβαση από το mass production στο mass customization, ανοίγοντας τον δρόμο στο generative design και morphogenetic design, σηματοδοτώντας μια εποχή εξερεύνησης για την αρχιτεκτονική γύρω από την μαθηματικά προερχόμενη πολυμορφία και ετερογένεια της μορφής.

Ταυτόχρονα, ξεκίνησε και η συζήτηση επαναπροσδιορισμού της μορφής σε σχέση με την ύλη και τα μέσα παραγωγής, ανοίγοντας τον δρόμο για bottom-up ιεραρχικές διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής.

Σήμερα, βιώνουμε την επόμενη επιστημική αλλαγή που ακολουθεί, και αφορά τον επαναπροσδιορισμό των μέσων παραγωγής μέσα από τις νέες τεχνολογίες και την υλικότητα (materiality). Ταυτόχρονα, γίνεται μία προσπάθεια να γεφυρωθεί το κενό ανάμεσα στον σχεδιασμό της μορφής και την τελική της υλοποίηση, ώστε από δυο διακριτά συστήματα, να ομογενοποιηθούν σε μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα σχεδιασμού. Αυτό απαιτεί μια νέα εντελώς θεώρηση της αρχιτεκτονικής όπου ο σχεδιασμός ενέχει ήδη από την σύλληψη της μορφής, τους τρόπους υλοποίησης της

Η παρούσα έρευνα έχει δύο στόχους, αρχικά να χαρτογραφήσει την αλλαγή παραδείγματος που συντελείται αυτή την στιγμή στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και να αναδείξει σχεδιαστικές διαδικασίες που ενσωματώνουν την ιεραρχική δομή του bottom-up και του top- down ταυτόχρονα και αφορούν τόσο τον σχεδιασμό όσο και την κατασκευή.

Στην συνέχεια θα θέσει το fabrication ως βασικό κριτήριο αρχιτεκτονικής πρωτοπορίας και θα εξετάσει

Εικ.1_ ICD/ITKE research pavilion 2013-14

ζητήματα και θέματα που αναδεικνύονται γύρω από αυτό. Ταυτόχρονα θα τεθεί το θέμα της κουλτούρας στα ζητήματα σχεδιασμού και κατασκευής, και τον εργαλείων που αναδεικνύονται, προσπαθώντας να χαρτογραφηθεί η μετάβαση από τον προγραμματισμό των υπολογιστών στον προγραμματισμό της ύλης.

1. Ο όρος χρησιμοποιείται από τον Τόμας Κούν και ορίζει την αλλαγή που συντελείται σε όλα τα επίπεδα μιας κοινωνίας μέσα από μία επιστημονική εξέλιξη.

2. Ο όρος προέρχεται από τον όρο episteme, ο οποίος χρησιμοποιείται από τον Michel Foucault στο βιβλίο του The order of things, εννοώντας τους a priori κοινωνικούς και ιστορικούς παράγοντες που ορίζουν την επιστημονική γνώση σε μία συγκεκριμένη εποχή. Η απόδοση του όρου στα ελληνικά, χρησιμοποιείται από τον Κώστα Μωραίτη, στα πλαίσια του μάθηματος του μεταπτυχιακού προγράμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός Χώρος Πολιτισμός, Ιστορία και Θεωρία του Τοπίου: Η Σχηματοποίηση κατά την Τοπιακή Ερμηνεία

ii. Πλαίσιο Έρευνας

Η μετάβαση από τον προγραμματισμό των υπολογιστών στον προγραμματισμό της ύλης αφορά μία ερευνητική πορεία η οποία μπορεί να αναλυθεί σε τρεις βασικές ενότητες:

- Αρχικά, γίνεται προσπάθεια να χαρτογραφηθεί η αλλαγή παραδείγματος που συντελείται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό τα τελευταία χρόνια.

- Στην συνέχεια, μέσα από την παραπάνω ανάγνωση θα αναδειχθούν τα νέα εργαλεία που αναδύονται από αυτήν την επιστημική αλλαγή.

- Τέλος θα οριοθετηθεί το πλαίσιο στο οποίο διαμορφώνεται η σύγχρονη αρχιτεκτονική σκέψη και κουλτούρα, μέσα από τον συσχετισμό και την ομογενοποίηση δύο μέχρι τώρα ξεχωριστών πρακτικών, του fabrication και του computation.

Βασική συνθήκη που γίνεται από νωρίς εμφανής είναι ότι, η αλλαγή που συντελείται τόσο στα μέσα παραγωγής όσο και στις επιστήμες της πληροφορίας, αναδεικνύει μια νέα συνθήκη χειρισμού της μορφής μέσα από συσχετισμούς και αλληλεπιδράσεις διαφορετικών παραγόντων "agencies".

Η διαπίστωση αυτή έρχεται να ανατρέψει τις μέχρι τώρα συνθήκες του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, ακόμα και εντός του χώρου του digital, οι οποίες απαιτούσαν την εφαρμογή αρχιτεκτονικών δομών σε υφιστάμενα "patterns" και μοτίβα αλγοριθμικής προέλευσης. Η νέα συνθήκη προτρέπει την αρχιτεκτονική δομή και μορφή να αφεθεί να αναδυθεί μέσα από συνεχείς αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών "agents". Το αποτέλεσμα αφορά μια αρχιτεκτονική η οποία βασίζεται στην υλικότητα και την εξερεύνηση μέσα από την αρχιτεκτονική παραγωγή «fabrication».

Γίνεται κατανοητό, ότι, η τελική απόδοση της μορφής και της δομής αφορά ενδογενείς κανόνες οργάνωσης, όπως προέρχονται από τις ιδιότητες του υλικού, (Material behavior), μοντέλα υπολογισμού της συμπεριφοράς του (Material performance & computation) και "interactivity" μέσα από την ελεύθερη διάδραση με το φυσικό υπόβαθρο. Ταυτόχρονα, λαμβάνονται υπόψιν δεδομένα (data) που προέρχονται από το περιβάλλον και τον τόπο (field conditions), ενημερώνοντας εκ νέου την σχεδιαστική διαδικασία.

Η προσπάθεια οριοθέτησης της παραπάνω συνθήκης ξεκινά από την χαρτογράφηση της αλλαγής παραδείγματος στην αρχιτεκτονική. Η επιστημική αυτή αλλαγή επιλέγουμε να την χωρίσουμε σε τρεις επιμέρους ενότητες:

-Η μετάβαση από το Analog στο Digital, η οποία αναλύεται, μέσα από την παράλληλη ανάγνωση των αρχιτεκτονικών λόγων του Greg Lynn και του Michael Weinstock με βασικό εργαλείο ανάγνωσης την τοποθέτηση του Manuel DeLanda, σχετικά με τον γενετικό αλγόριθμο του Deleuze και την θεωρία των μετασχηματισμών, όπως διαμορφώνεται από τον D' Arcy Thomson. Η βασική διαπίστωσή που καταλήγουμε αφορά την παρατήρηση της μετάβασης στο ενδιαφέρον, από τον σχεδιασμό του «ενός τέλειου αντικειμένου» στον σχεδιασμό των διαδικασιών που ορίζουν την μορφή. Άρα περνάμε από το σχεδιασμό αντικειμένου στον σχεδιασμό πεδίου και στην λογική της πλατφόρμας.

Η συμβολή του D' Arcy Thomson και γενικότερα της βιολογίας αφορά στην διαπίστωση ότι η τελική μορφή ή δομή ενός αρχιτεκτονικού συνόλου εξαρτάται από εσωτερικούς κανόνες οργάνωσης της μορφής (genotype) και της αλληλεπίδρασης αυτών με εξωτερικούς παράγοντες (agents). Η τελική απόδοση είναι μοναδική (Phenotypical variations) και αφορά προϊόν αλληλεπιδράσεων των διάφορων "agencies" που λαμβάνουν χώρα την στιγμή της μορφοποίησης πάνω σε ένα συγκεκριμένα ορισμένο design medium σε μια ορισμένη διάρκεια χρόνου.

-Η μετάβαση από το Digital στα Robotics, η οποία αναλύεται, μέσα από την μελέτη συγκεκριμένων τεχνολογικών επιτευγμάτων στα πεδία της ρομποτικής και αφορά την νέα σχέση που διαμορφώνεται ανάμεσα στον ανθρώπο και την μηχανή και συγκεκριμένα μελετάται το μοντέλο όπου αρχιτέκτονας και ρομποτικός βραχίονας λειτουργούν και παράγουν σε συνέργεια ως ένα. Συγκεκριμένα επαναπροσδιορίζονται τα μέσα παραγωγής μέσα από τις νέες τεχνολογίες και γίνεται μία προσπάθεια να γεφυρωθεί το κενό ανάμεσα στον σχεδιασμό της μορφής και την τελική της υλοποίηση. Αυτό απαιτεί μια νέα εντελώς θεώρηση της αρχιτεκτονικής όπου ο σχεδιασμός ενέχει ήδη από την σύλληψη της μορφής, τους τρόπους υλοποίησης της.

Στο τομέα την παραγωγής, διακρίνεται μια μετάβαση από "job- specific" μηχανήματα παραγωγής σε περισσότερο "generic". Βασικό παραδείγμα αυτής της μετάβασης, είναι ο ρομποτικός βραχίονας.

Ταυτόχρονα, γίνεται σαφής η μετάθεση της προσοχής από τον σχεδιασμό στην παραγωγή και

συγκεκριμένα ορίζεται το fabrication ως το επόμενο μέσο εξερεύνησης της αρχιτεκτονικής πρωτοπορίας, καθώς βασίζεται συγκεκριμένα πάνω στην έννοια της υλικότητας και στις αναδυόμενες συμπεριφορές που προκύπτουν από αυτήν.

Παράλληλα με αυτή την διαπίστωση, σε παγκόσμιο επίπεδο δημιουργούνται κοινά σχεδιασμού, (digital design commons) και κοινότητες open source. Έχοντας εγκαθιδρύσει την παρουσία τους στον χώρο του προγραμματισμού αρχίζουν να περνούν και στον χώρο του hardware, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα το project reprap, εισάγωντας την έννοια των open source labs.

-Τέλος, με την εγκαθίδρυση των fablabs ανά τον κόσμο, αποδομείται η έννοια του τόπου, καθώς ο κώδικας (script) και ο τόπος εφαρμογής του μπορούν να αποτελούν διαφορετικές χωρικές οντότητες.

Μέσα από την παραπάνω θέση διαμορφώνεται μια συγκεκριμένη σχέση, όπως επισημαίνεται από τον Δημήτρη Παπαλεξόπουλο, αναμεσά στην κουλτούρα του scripting και τον τόπο από τον οποίο αποτοπικοποιείται ο αλγόριθμος, όπου δημιουργήθηκε για να επιλύσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, και στον τόπο στον οποίο επανατοπικοποιείται, όπου προσαρμόζεται για μία εκ νέου χρήση με ίδιο ή εντελώς νέο τρόπο.

Αρά η λέξη "τόπος", για τον σχεδιασμό, αποδομείται και επαυξάνεται, υπερβαίνοντας την αρχική της γεωγραφική έννοια και υπεισέρχεται στον χώρο του σχεδιαστικού και κατασκευαστικού τόπου.

Η αποδόμηση της έννοιας του τόπου, αφορά μία πράξη δυνητικοποίησης της σχεδιαστικής διαδικασίας, όπου κάθε σχεδιαστικός τόπος αποτελεί ένα milieu απ' όπου ξεκινά εκ νέου μία νέα επανατοπικοποίηση (ή αναδίπλωση) του αλγορίθμου, σε ένα νέο σχεδιαστικό πρόβλημα- τόπο, ο οποίος ορίζεται από ένα νέο σύστημα κανόνων και προβλημάτων.

Έχοντας χαρτογραφήσει την αλλαγή παραδείγματος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, μπορούμε να μιλάμε για μία μετάβαση από τις "scripting cultures" στις "material cultures". Πάνω σε αυτή την θέση βλέπουμε την μεταφορά αρχών του scripting, (performative scripting, exploratory scripting κλπ) όπως τις περιγράφει ο Mark Burry, στην κατασκευή, στην υλικότητα και το fabrication, όπως το περιγράφουν οι Kohler και Grammazio μέσα από την έννοια "digital materiality". Οπότε, δημιουργείται ένα νέο corpus, όπου computation και materiality, αποτελούν ένα αλληλοτροφοδοτούμενο σύστημα βασισμένο, στην έννοια του performance και του Interactivity.

Μέσα από την έννοια του Performance στην αρχιτεκτονική, από την αρχική της έκφραση, ως την χαρτογράφηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, μέχρι την σημερινή απόδοση του όρου ως material performance, κρίσιμο στοιχείο αποτελεί η έννοια της διάδρασης ή αλλιώς "agency".

Οπότε από τα αλγοριθμικά Patterns (CE, L-systems κλπ) όπου επικαθόταν η αρχιτεκτονική μορφή και δομή, περνάμε στην λογική ότι η αρχιτεκτονική αποτελεί ένα συνεχόμενο σύστημα διαδράσεων ή αλλιώς "multi- agent system" ανοίγοντας ενεργά την συζήτηση για το πώς μπορούμε να πετύχουμε την δημιουργία ενεργών "form generating agents" καταργώντας τον διαχωρισμό top down και bottom up καθώς απαιτείται η σύμπραξη και των δύο.

Θα μπορούσαμε να αναγνωρίσουμε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στην έννοια agency. Το τελευταίο συνέδριο ACADIA 2014, οι θεματικές που μέσα από τις οποίες, προτείνει να δούμε την έννοια agency, αφορούν: Design agency, Fabrication agency, Parametric agency, Temporal agency, Material agency, Data agency

Τα παραπάνω δεδομένα οδηγούν ενεργά στην διαπίστωση ότι η φιλοσοφική σκέψη που πλαισιώνει τα μοντέλα σχεδιασμού αλλάζει χαρακτήρα και τουπόβαθρο της θεωρίας και των φιλοσοφικών εννοιών που πλαισιώνουν τον σχεδιασμό το οποίο βασίζεται σε γλωσσικά μοντέλα απόδοσης νοήματος, μεταβαίνει σε μία φιλοσοφίκη θεώρηση βασισμένη σε χωρικά μοντέλα και προερχόμενη από την ίδια την υλικότητα και τα χαρακτηριστικά της.

Έχοντας περιγράψει το πεδίο σύγκλισης του computation και του fabrication, ως ένα συνολικό σύστημα μέσα από το οποίο καλούμαστε να εξερευνήσουμε την αρχιτεκτονική, επόμενο βήμα αφορά η αναγνώριση και περιγραφή συγκεκριμένων εργαλείων μέσα από τα οποία μπορεί να γίνει πραγματικότητα η παραπάνω πρόταση εργασίας.

Τα συγκεκριμένα εργαλεία, προέρχονται από την σύγκλιση των επιστημών της βιολογίας, της πληροφορικής και την αρχιτεκτονικής και αφορούν σε ένα γενικότερο πλαίσιο τους design spaces και morphospaces, δηλαδή χώρους που περιλαμβάνουν όλες τις δυνατές λύσεις και μορφολογικές επιλύσεις, όπου μπορεί να λάβει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα.

Η επιστημική αλλαγή που συντελείται, μπορούμε να την εντάξουμε σε ένα ευρύτερο πλαίσιο αλλαγής παραδείγματος που επικεντρώνεται στην αντιστροφή του ενδιαφέροντος, του πρώτου μισού του 20 αιώνα που χαρακτηρίζεται από την αποθέωση της μηχανής και του τέλεια-σχεδιασμένου βιομηχανικού αντικειμένου, όπως περιγράφεται, από τα κείμενα του LeCorbusier και αποτυπώνεται στο φορντικό μοντέλο παραγωγής. Η μετάβαση στην σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται με την απομάκρυνση από τις πρακτικές σχεδιασμού που επιβάλει το προηγούμενο μοντέλο (top-down) και με το άνοιγμα της αρχιτεκτονικής σκέψης σε επιστήμες που παλιότερα τα όρια μεταξύ ήταν φανερά και σαφώς διαχωρισμένα.

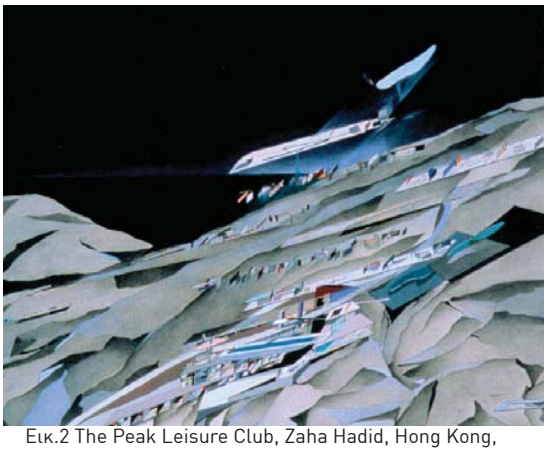
Σήμερα η αρχιτεκτονική, τείνει να δανείζεται έννοιες και πρακτικές με όλο και περισσότερο αυξανόμενο ενδιαφέρον, από την επιστήμη της βιολογίας, της πληροφορικής και των εφαρμοσμένων επιστημών γενικότερα. Ουσιαστικά η επιστημική αλλαγή επικεντρώνεται ακριβώς στο ενδιαφέρον των αρχιτεκτόνων στα φυσικά συστήματα και στην μετεγγραφή και εφαρμογή μέσα από τα εργαλεία των μαθηματικών και του προγραμματισμού, των φυσικών διαδικασιών στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

Με αφετηρία την ανάλυση του Greg Lynn εντοπίζεται μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή η οποία αποτυπώνει όλη την δυναμική των διάφορων πρακτικών και μοντέλων αρχιτεκτονικής σκέψης που έρχονται σε σύγκρουση εκείνη την στιγμή. Υπάρχει από την μία η πλευρά του μοντερνισμού, μεταμοντερνισμού και της αποδόμησης και από την άλλη των νέων πρακτικών που αναδύονται ή έρχονται στο προσκήνιο της αρχιτεκτονικής πρακτικής[1], και αφορούν έννοιες όπως «computational design», «parametrics», «generative design», «emergence», κλπ.

Συγκεκριμένα, γράφοντας το 2004[2] , ο Greg Lynn εντοπίζει δύο ξεχωριστές και διακριτές τάσεις ανάμεσα στους στοχαστές της αρχιτεκτονικής και τους αρχιτέκτονες.

- Η πρώτη αφορά μία μετατόπιση από τα «γλωσσικά και αναπαραστατικά πεδία ενδιαφέροντος τόσο του μεταμοντερνισμού όσο και της αποδόμησης του Derrida, (Εικ.2) προς τα χωρικά, καλλιτεχνικά και μαθηματικά μοντέλα του Deleuze, Foucault, και Whitehead (εικ.3)[3]."[4]

  Ειδικότερα ο Whitehead, υποστηρίζει ότι το βασικό συστατικό του φυσικού κόσμου αφορά στην διαδικασία (process) και όχι την δομή (substance) και ότι η φύση αποτελείται από "patterns of activity" τα οποία αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Από αυτούς τους αρχικούς πειραματισμούς επικράτησε η προβληματική του Deleuze πάνω σε χωρικά μοντέλα ισχυρά επηρεασμένη από τον Leibnitz, ειδικά σε αυτό που ο Leibnitz ονομάζει «ambiguous sign» και την φιλοσοφία της μοναδολογίας (Monadology[5]) που ανέπτυξε[6]. Ειδικότερα, ο Leibniz υποστήριζε ότι υπάρχουν απείρως πολλές μονάδες (monads) «substances», διαφορετικές μεταξύ τους οι οποίες έχουν προγραμματιστεί να δρουν με έναν συγκεκριμένο τρόπο, αλληλοεπιδρώντας μεταξύ τους. Για τον Bernard Cache[7] η έννοια του «objectile[25]» ή αλλίως «generic object», όπως δομείται μέσα από το έργο του Deleuze, αφορά «an open-ended notation which allows for infinite parametric variations».



Εικ.2 The Peak Leisure Club, Zaha Hadid, Hong Kong, 1982-83.

Εικ.3 City of Culture of Galicia, Peter Eisenman 2002-2004

- Η δεύτερη τάση αφορά «το ενδιαφέρον προς τα μοντέλα πολυπλοκότητας του Rene Thom[8]» και την δουλεία του πάνω στην Catastrophe[9] και singularity theory[10]. Τα συγκεκριμένα μοντέλα μας οδηγούν στην θεωρία συστημάτων και στην λογική της ανάδυσης (emergence). Ο Manuel Delanda εξηγεί ότι η έννοια «singularity» αναφέρεται στις πολλαπλές σταθερές καταστάσεις που χαρακτηρίζουν τα μη γραμμικά συστήματα.

  Συνεχίζοντας εξηγεί, ότι μπορεί να αφορά και «bifurcations» ή κρίσιμα σημεία όπου ένας δεδομένος «attractor» αλλάζει σε έναν άλλο[11]. Οι αλλαγές στην κατάσταση, βάση της θεωρίας καταστροφών μπορούν να χαρτογραφηθούν σε επτά συγκεκριμένες κατηγορίες, ή αλλιώς σε επτά καταστροφές, όπως ονομάζονται, οι οποίες εξαρτώνται από μόνο «their number, or on the nature of the potential, only on its existence"[12]

Οπότε για τον Lynn η αλλαγή παραδείγματος εντοπίζεται στην εφαρμογή στην αρχιτεκτονική σκέψη μίας μαθηματικά προερχόμενης πολυπλοκότητας, η οποία «υποδηλώνει ένα νέο μοντέλο διασυνδεσιμότητας, το οποίο συντάσσεται από πολύ μικρά και ξεχωριστά στοιχεία, έτσι ώστε να δημιουργεί ένα σύστημα το οποίο να μην μπορεί να αναχθεί απλά στα συστατικά του καθώς είναι κάτι παραπάνω από αυτά.

Η θέση αυτή, όπως θα δούμε αναλυτικότερα παρακάτω μας φέρνει κοντά στα κείμενα του Michael Weinstock και στην θεωρία του για «emergence», την θεωρία συστημάτων από τον Christopher Alexander και φυσικά στο «σώμα δίχως όργανα»[13] του Deleuze. Παράλληλα ανοίγει τον δρόμο για την συζήτηση γύρω από την έννοια «performance» και την συνειδητοποίηση ότι ο κόσμος μας απαρτίζεται από διαδράσεις ή «agencies».

Για τον Lynn, το νέο αρχιτεκτονικό status quo έρχεται να αντιπαρατεθεί όχι μόνο στον μοντερνισμό αλλά κυρίως να προσφέρει ένα νέο εργαλείο ανάγνωσης της μαθηματικής πολυπλοκότητας απέναντι στον πλουραλισμό και την πολυγλωσσία του μεταμοντερνισμού. Συγκεκριμένα ο Lynn συνδέει την έννοια της πολυπλοκότητας με την έννοια της αρχιτεκτονικής λεπτομέρειας και εξηγεί ότι η λεπτομέρεια είναι παντού, διεσπαρμένη και συνεχώς με διαφορετική μορφή και δεν αποτελεί ένα μεμονωμένο γεγονός σε ένα μινιμαλιστικό αρχιτεκτονικό πλαίσιο[14].

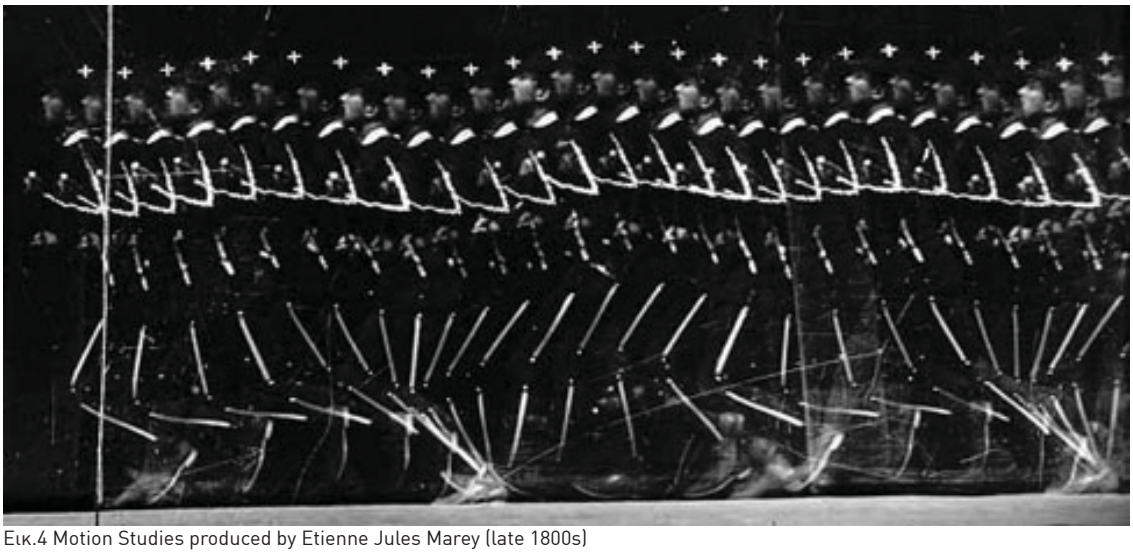
Ο προσδιορισμός της θέσης, της νέας αυτής κατάστασης που αναδύεται, ως μία αλλαγή παραδείγματος, στον ιστορικό χάρτη των κινημάτων, υποδηλώνει την έκρηξη μιας δυναμικής η οποία είχε ξεκινήσει αρκετά νωρίτερα. Δεν είναι απλά μία νέα αρχιτεκτονική τάση, αποτελεί ένα νέο μοντέλο σκέψης και ιεραρχικής δομής για την παραγωγή αρχιτεκτονικού χώρου άμεσα συνδεδεμένου με την τεχνολογία.

Η ωρίμανση αυτής της κατάστασης και ο τρόπος με τον οποίο παρεισφρέει, αρχικά ως «κραυγή» απόδοσης νοήματος με μία μαθηματικά και όχι αισθητικά προερχόμενη πολυπλοκότητα και διαφορετικότητα, μπορούμε να τον αποδώσουμε σε δύο λόγους:

- Κάθε κίνημα το οποίο έχει προηγηθεί και συγκεκριμένα το μοντέρνο, καθώς δεν αγγίζει το πρόβλημα της παραγωγής και κινητοποίησης της μορφής (motivation of form), καταλήγει σε μινιμαλιστικά αδιέξοδα[15]. Ειδικότερα, λαμβάνοντας υπόψιν την θέση του Greg Lynn, ο οποίος, σχολιάζοντας το μοντέρνο μοντέλο παραγωγής κατοικίας εξηγεί ότι, «η μοντέρνα αντίληψη για την παραγωγή ενός generic μοντέλου κατοίκησης αφορά την ανακάλυψη μιας μαζικά παραγόμενης ελάχιστης μονάδας κατοίκησης, στην οποία οποιαδήποτε παραμετροποίηση διατελείται με την προσθαφαίρεση ενθέτων εξαρτημάτων»[16]. Σε αυτή την περίπτωση, η γεωμετρία δεν προκαλείται, δεν αναδύονται ερωτήματα για την μορφή και την δομή προερχόμενα από ενδογενείς συνθήκες. Η κατασκευή της κατοικίας ανάγεται σε επιλογή προϊόντων από έναν κατάλογο.

- Η υπολογιστική δύναμη ειδικά μετά την δεκαετία του 90΄ πολλαπλασιάστηκε τρομακτικά με αποτέλεσμα να ανοίξει το πεδίο του προγραμματισμού καθώς το computation πολύπλοκων συστημάτων (άρα και γεωμετριών) ήταν επιτέλους δυνατό και σχετικά εύκολο. Η αλλαγή αυτή στην χρήση και την σχέση με την τεχνολογία φαίνεται από την εμμονή του Bernard Cache και του γραφείου του Objectile, να παρακάμψει τα επικρατέστερα ψηφιακά εργαλεία της εποχής καθώς θεωρούσε ότι δεν ήταν αρκετά ευέλικτα και να επικεντρωθεί σε animation software. Η χρήση του animation, δίνει την δυνατότητα να δημιουργηθούν «fluid forms based upon animation and radical deformation». Για την παραγωγή του τελικού αντικειμένου χρησιμοποιεί προγράμματα προερχόμενα από τον βιομηχανικό σχεδιασμό, καθώς του προσφέρουν δυνατότητες «exact- modeling», δίνοντας την δυνατότητα απόλυτου ελέγχου της μορφής άρα και των παραλλαγών της. Ουσιαστικά εγκαινιάζεται με αυτόν τον τρόπο η εισαγωγή της τέταρτης διάστασης στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό δηλαδή η διάσταση του χρόνου και η έννοια της μεταβολής[17]. (εικ.4)

Το ερώτημα που αναδύεται με το πέρασμα από αναλογικά αρχιτεκτονικά εργαλεία σε ψηφιακά αφορά τον τρόπο μετεγγραφής της νέας αυτής μαθηματικά προερχόμενης πολυπλοκότητας σε αρχιτεκτονικό λόγο. Ένα κτίριο της ψηφιακής εποχής είναι αυτό το κτίριο το οποίο δεν θα μπορούσε να είχε σχεδιαστεί και κτιστεί χωρίς ψηφιακά εργαλεία, οδηγώντας τους αρχιτέκτονες να φανταστούν αρχιτεκτονικές λύσεις που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να είχαν φτάσει



Εικ.4 Motion Studies produced by Etienne Jules Marey (late 1800s)

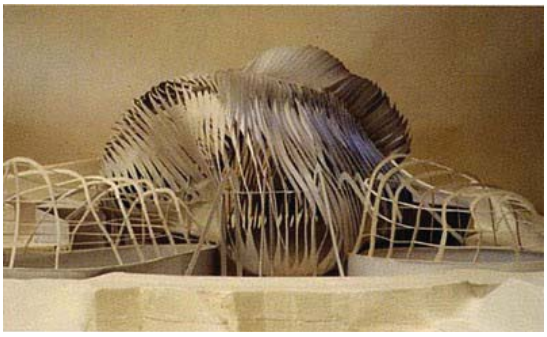
σε αυτές[18]. Ουσιαστικά η μετάβαση αυτή ξεπερνά την αντιστροφή στην ιεραρχική δομή της αρχιτεκτονικής παραγωγής από το top- down στο bottom up και φτάνει στο πέρασμα από την σειριακή σκέψη στην παράλληλη σκέψη με την ανάδυση αναπάντεχων αποτελεσμάτων μέσα από την διάδραση παράλληλων παραμέτρων σε ένα σύστημα.

Αν μπορούσαμε να ορίσουμε το χρονικό σημείο στο οποίο άρχισαν να εφαρμόζονται ευρέως ψηφιακές τεχνολογίες στο αρχιτεκτονικό προσκήνιο, τότε θα τοποθετούσαμε έναν χρονικό δείκτη στις αρχές της δεκαετίας του 90΄ όπου ψηφιακές τεχνολογίες όπως το internet, virtual reality και το cyberspace δημιούργησαν την πεποίθηση ότι θα αποτελούσαν μία δραστική εναλλακτική του φυσικού χώρου φαινομένων ύπαρξης και αρχιτεκτονικής πρακτικής εν γένει. Ταυτόχρονα η εξέλιξη νέων εργαλείων σχεδιασμού και κατασκευής δημιούργησε την πεποίθηση ότι οι νέες αυτές τεχνολογίες θα άλλαζαν όχι μόνο τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε την πραγματικότητα αλλά και τον τρόπο με τον οποίο επεμβαίνουμε σε αυτήν, με νέες μορφές και κατασκευαστικές τεχνικές στα κτίρια.

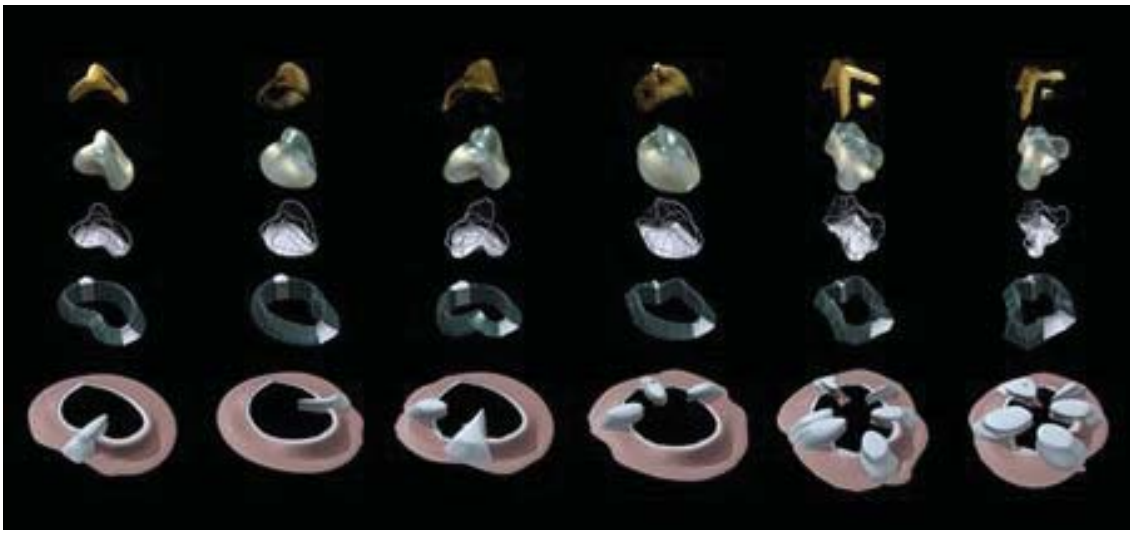
Την χρονική αυτή περίοδο προσδιορίζεται και η μετατόπιση των αρχιτεκτόνων που δούλευαν πάνω στην αποδόμηση του Derrida προς την πτύχωση (the fold) του Deleuze. Ταυτόχρονα, όπως είδαμε, εισάγεται στον αρχιτεκτονικό διάλογο η έννοια ενός γενικού και ανοιχτού «parametric notation» που σχετίζεται με το «objectile» του Deleuze[21]. Η πτύχωση (the fold) όπως προκύπτει από το ενδιαφέρον του Deleuze για τον Leibnitz, οι έννοιες της συνέχειας στις επιφάνειες και των «parametric notations», σηματοδοτούν το ενδιαφέρον για την θέσπιση μίας γλώσσας βασισμένη στην διαφορετικότητα.

Προς την κατεύθυνση για την θέσπιση μιας αρχιτεκτονικής γλώσσας βασισμένης στην διαφορετικότητα, αποτελεί και το project του Greg Lynn «Embryologic Houses». Όπως αναφέρει, τα embryologic Houses (εικ.5,6) μπορούν να περιγράφουν ως «μια στρατηγική για την παραγωγή βιώσιμου χώρου κατοικίας, ο οποίος προσπαθεί να απαντήσει σε ζητήματα brand identity kai πολυμορφίας (variation), customization και συνέχειας (continuity), ευέλικτης προκατασκευής και συναρμολόγησης...». Το γεωμετρικό σύστημα που χρησιμοποιείται σκοπό έχει να δημιουργήσει μοντέλα ατέλειωτων παραλλαγών, έτσι ώστε να μην υπάρχουν δύο κτίρια πανομοιότυπα. Συνεχίζει, εξηγώντας ότι δεν υπάρχει ιδανικό «Embryologic house», καθώς το καθένα είναι μοναδικό και τέλειο από μόνο του. Η διαλεκτική του Greg Lynn σηματοδοτεί την προαναφερθείσα μετατόπιση από γλωσσικά μοντέλα σε χωρικά μοντέλα βασισμένα στα μαθηματικά και στην διαφορετικότητα. Κάθε σπίτι και παραλλαγή αυτού αποτελεί μια «monad», η οποία απαρτίζεται από δικούς της κανόνες οργάνωσης.

Το παραπάνω παράδειγμα σηματοδοτεί επίσης μία κρίσιμη αλλαγή που συντελείται εκείνη την στιγμή αλλά δεν έχει αρχίσει να εκφράζεται ενεργά. Η αλλαγή αυτή αφορά την μετατόπιση από ένα μηχανιστικό, βασισμένο στο μοντέρνο παράδειγμα, μοντέλο παραγωγής της μορφής και της δομής, σε ένα ζωντανό, εξελισσόμενο μοντέλο, βασισμένο στην βιολογία, το οποίο βασίζεται σε embryological σχεδιασμό και κατασκευή. Η πεποίθηση αυτή εκφράζεται ενεργά στον σχεδιασμό, εισάγοντας μία νέα αντίληψη γύρω από τα tectonics, όπου τα ανοίγματα (παράθυρα,



Εικ.5 Embryological Houses, Greg Lynn, 1997-2001



Εικ.6 Embryological Houses-variations, Greg Lynn, 1997-2001

πόρτες κλπ.), ή η σχέση του κτιρίου με το έδαφος που το υποδέχεται δεν παράγεται βάσει το προγενέστερου μοντέρνου μοντέλου, αλλά χρησιμοποιεί τις ίδιες τις ιδιότητες του υλικού να καμπυλώνεται και να στρέφεται, με τα επιμέρους στοιχεία να βασίζονται σε μία τοπολογική προσέγγιση σχεδιασμού.

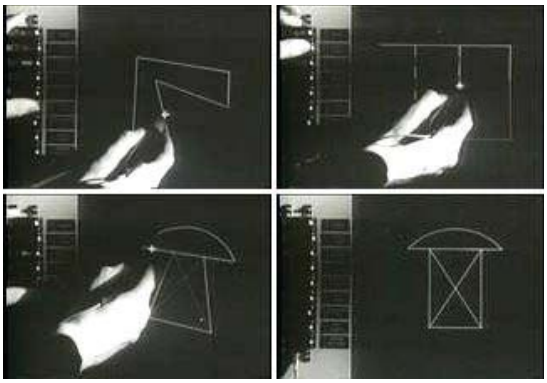
Ταυτόχρονα, μετατοπίζεται ενεργά μακριά από τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής και αντιμετωπίζει το κτίριο ως ένα αντικείμενο και ενσωματώνει σχεδιαστικές και κατασκευαστικές τεχνικές που να του επιτρέπουν ευέλικτη κατασκευή (flexible manufacturing). Τις τεχνικές αυτές, δανείζεται από τους τομείς της αυτοκινητιστικής, αεροναυπηγικής και ναυπηγικής βιομηχανίας, οι οποίες εφαρμόζουν εκείνη την χρονική στιγμή νέα μοντέλα κατασκευής και βιομηχανικής παραγωγής. Το ζητούμενο είναι, καθώς δεν υπάρχει μία αλυσίδα παραγωγής που παράγει μαζικά το ίδιο σπίτι, να δημιουργηθεί μία διαδικασία παραγωγής που να μπορεί να ελέγξει μαζικά την διαφορετικότητα. Οπότε εντοπίζεται η αλλαγή στο ενδιαφέρον από το αντικείμενο αυτό καθ΄ αυτό στην διαδικασία παραγωγής πολλών παραλλαγών ενός «generic object»[20].

Το «generic object» του Deleuze γίνεται το νέο τεχνικό εργαλείο της digital εποχής. Ο Bernard Cache, αναφερόμενος στο Objectile, υποστηρίζει ότι αποτελεί «an open-ended notation which allows for infinite parametric variations». Επίσης δουλεύει πάνω στην μεταγραφή της παραδοσιακής γεωμετρίας σε αντίστοιχα τοπολογικά μοντέλα, όπου όπως αναφέρει μεταβαίνει από το τετράγωνο, τον κύκλο και το τρίγωνο στα frame, vector και inflection. Ταυτόχρονα συνδέει την έννοια αυτή με τις νέες τεχνικές του Fabrication και συγκεκριμένα τις «file-to-factory technologies», επιτρέποντας την σειριακή αναπαραγωγή «non- identical parts», όπου μία σειρά από διαφορετικές παραλλαγές μπορούν να αναπαραχθούν χωρίς κανένα εξτρά κόστος[21].

Άρα, γίνεται σαφές ότι μέσα από μία αντίδραση στο προγενέστερο μοντέλο της αποδόμησης, του μεταμοντερνισμού και του μοντερνισμού, η διαλεκτική του Deleuze αποτελεί έναν κρίσιμο κρίκο, ο οποίος λειτουργεί ως εφαλτήριο για την εξερεύνηση αυτού του νέου «ψηφιακού χώρου» που ανοίγεται μπροστά στους αρχιτέκτονες. Ο πρώιμος θαυμασμός των τεχνολογιών του διαδικτύου και της εξέλιξης των cybernetics, αναδεικνύει μία κατεύθυνση στην οποία η αρχιτεκτονική μπορεί να γίνει αντιληπτή και να την διαχειριστούμε ως ένα σύστημα αλληλεπιδράσεων.

Αυτή η διαπίστωση υπονοεί ότι η αρχιτεκτονική παραγωγή τελείται μέσα από την κατανόηση και εξέλιξη των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ των υλικών τεχνών και των κοινωνικών πρακτικών, οι οποίες μέσα από την διάδραση αυτών δημιουργείται η μορφή, ο χώρος και το αρχιτεκτόνημα[22].

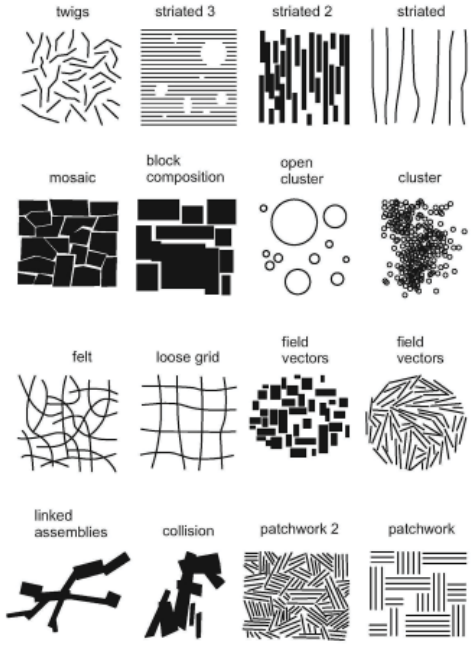
Οι παραπάνω έννοιες έχουν αρχίσει να απασχολούν την αρχιτεκτονική σκέψη από πολύ νωρίς, μέσα από τις πρωταρχικές απόπειρες ψηφιακών εργαλείων σχεδιασμού, όπως το sketchpad (εικ.7), ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 60΄. Ειδικά ο σχεδιασμός με το sketchpad ήταν βασισμένος σε λογικές πλατφόρμας και όχι αντικειμένου. Αυτό που τόσο νωρίς φαίνεται μέσα από το παραπάνω



Εικ.7 Σχεδιασμός με το sketchpad

παράδειγμα είναι η μετατόπιση του ενδιαφέροντος της αρχιτεκτονικής από το υλικό αντικείμενο, στην λογική της πλατφόρμας, η οποία αποτελείται από άλλα υποσυστήματα σε επικοινωνία και διάδραση μεταξύ τους. Άρα ο σχεδιασμός υπερβαίνει την απεικόνιση φυσικών στοιχείων και μεταβαίνει στο πεδίο της περιγραφής δυνάμεων, πιέσεων και ορίων, μέσα στα οποία πραγματώνεται η αρχιτεκτονική μορφή[23].

Πάνω σε αυτή την διαλεκτική στηρίζεται και η επιχειρηματολογία του Stan Allen, ο οποίος υποστηρίζει ότι ενώ παραδοσιακές αντιλήψεις για τον χώρο βασιζόντουσαν σε παγιωμένα και παγωμένα μοτίβα και γεωμετρίες, οι σημερινές τεχνολογίες και η κουλτούρα που συνδιαμορφώνεται, μπορούν με μεγαλύτερη επιτυχία να προσεγγίσουν την πολυπλοκότητα αυτό-οργανωμένων χωρικών συστημάτων (fluid, drifting and self-organizing spatial systems), όπως βρίσκονται στην φύση με την μορφή σμηνών και αγελών [24].



Εικ.8 Stan Allen Field Diagrams

1. Μελέτες και πειράματα πάνω στον εξελικτικό σχεδιασμό, έχουν ξεκινήσει ήδη από την δεκαετία του 60' με τον JohnFrazer ή την πλατφόρμα sketchpad

2. AD, Folding in Architecture, Greg Lynn, Wiley, London 2004

3. Alfred North Whitehead, (15 February 1861 – 30 December 1947) was an English mathematician and philosopher. He is best known as the defining figure of the philosophical school known as process philosophy, which today has found application to a wide variety of disciplines, including ecology, theology, education, physics, biology, economics, and psychology, among other areas. (wikipedia)

4. AD, Folding in Architecture, Greg Lynn, Wiley, London 2004, σελ 9

5. Monadology: Leibniz surmised that there are indefinitely many substances individually 'programmed' to act in a predetermined way, each program being coordinated with all the others (...), (wikipedia)

6. Desargues and Leibniz: In the Black Box, A mathematical Model of the Leibnizian Monad, Bernard Cache, AD, The Mathematics of Space, Wiley, George L Legendre, London, 2011

7. Topological Architecture, Stephen Perrella and Bernard Cache, AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

8. Rene Thom, γάλος μαθηματικός. Έγινε γνωστός μέσα από την δουλεία του στην τοπολογία και συγκεκριμένα στο πεδίο το οποίο έγινε γνωστό ως singularity theory. Η φήμη του και η διεθνή αναγνώριση έγινε μέσα από την ίδρυση της θεωρίας των καταστροφών (catastrophe theory).(wikipedia)

9. Singularity theory studies spaces that are almost manifolds, but not quite. A string can serve as an example of a one-dimensional manifold, if one neglects its thickness. (wikipedia)

10. Catastrophe theory is a branch of bifurcation theory in the study of dynamical systems; it is also a particular special case of more general singularity theory in geometry. (wikipedia)

11. Bifurcation theory studies and classifies phenomena characterized by sudden shifts in behavior arising from small changes in circumstances, analyzing how the qualitative nature of equation solutions depends on the parameters that appear in the equation. This may lead to sudden and dramatic changes, for example the unpredictable timing and magnitude of a landslide. (wikipedia)

12. Manuel Delanda, Real Virtuality, AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

13. (www.rhizomes,net): The "Body without Organs" or BwO is a term Deleuze and Guattari have taken from Antonin Artaud which consists of an assemblage or body with no underlying organizational principles, and hence no organs within it. The BwO is a post-Enlightenment entity, a body but not an organism

14. AD, Folding in Architecture, Greg Lynn, Wiley, London 2004,, σελ 12

15. "We are in a time when anything goes and there is no basis for a manifesto-post modern has come to, ultimately, no meaning. With little understanding of the motivation of form, modernism runs into minimalist dead ends and continuing to look to the outside the seduction with objecthood and architecture as art is perpetuated. Geometry is not invoked; no one peers within and asks questions about the archetypes of form. These are forgotten." CT Balmond, Informal, Prestel USA, AD Reader, Scripting cultures, Mark Burry, Willey, London, σελ 25

16. Embryologic Houses, Greg Lynn, AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

17. Bernard Cache/ Objectile: Topological Architecture and the Ambiguous Sign, Stephen Perrella, AD Reader, The Digital

Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

18. AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012, σελ 8

19. Bernard Cache/ Objectile: Topological Architecture and the Ambiguous Sign, Stephen Perrella, AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012.Ουσιαστικά πρόκειται για ένα σύστημα που παράγει διαφορετικότητα. Η ετερογένεια προέρχεται από ομοιογενείς κανόνες. (genotype-phenotype).

20. Greg Lynn Embryological Houses, AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

21. Topological Architecture, Stephen Perrella and Bernard Cache, AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

22. AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011, σελ 10

23. AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011, σελ 12

24. Stan Allen, From Object to Field, 1997, AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

25. Η έννοια objectile, εμφανίζεται στο βιβλίο του Deleuze "the Fold" (1992). Ο Deleuze, εξερευνά την ιδέα της αλλαγής στην κατάσταση ενός αντικειμένου και ονομάζει το νέο αντικείμενο "objectile". "The new status of the object no longer refers its condition to aspatial mould- in other words, to a relation of form- matter- but to a temporal modulation that implies as much the beginnings of a continuous variation of matter as a continuous development of form". Ο ορος αν παραφραστεί και μεταφερθεί στο πεδίο της αρχιτεκτονικής μπορεί να ερμηνευτεί ως μια παραμετρική και αλγοριθμική φόρμουλα η οποία παράγει διαφορετικά αποτελέσματα βάσει ενός πηγαίου κανόνα.

Παρόλο που η προσπάθεια μαθηματικοποίησης των νόμων της φύσης είναι μία διαδικασία που έχει ξεκινήσει από πολύ παλιά, με σημαντική συμβολή σε αυτή την διαλεκτική, να αποτελούν τα έργα του D΄ Archy Thomson και του Goethe το μοντέλο αυτό σκέψης δεν ευδοκίμησε πέρα από απλή μίμηση φυτικών μορφών στην τέχνη και την αρχιτεκτονική. Ταυτόχρονα μετά την βιομηχανική επανάσταση και ειδικά στο πρώτο μισό του 20ού αιώνα κυριαρχούσε το μοντέλο της αυτοκινούμενης μηχανής, που μέσα από αυτή, ο άνθρωπος, έγινε απόλυτος κυρίαρχος τόσο της γης όσο της θάλασσας και του αέρα. Δηλαδή αποτέλεσε, την επιτομή του top-down ιεραρχικού μοντέλου παραγωγής.

Αυτή η θέση αποτυπώνεται ξεκάθαρα στον γραπτό λόγο του Le Corbusier στο βιβλίο του «Vers une architecture»,(εικ.1) που σωστά για να δεδομένα της εποχής συσχετίζει το βιομηχανικό αντικείμενο- αυτοκίνητο με τον αρχαίο ναό[1]. Τοποθετώντας τα επιτεύγματα του ανθρώπου στην κορυφή της πρωτοπορίας, αυτόματα προδιαγράφει τις κατευθύνσεις που θα κινηθούν οι δυνατότητες του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και της χτισμένης μορφής, καθώς όλα τα μέσα παραγωγής και η κοινωνία που τα ελέγχει επικεντρώνουν την προσοχή τους στην μαζική παραγωγή ενός «single, polished object[2]» .

Με την αλλαγή που συντελείται περνάμε στον σχεδιασμό της πλατφόρμας και της δικτυακής αντίληψης. Αντί της μίας μόνο λύσης και την «θεοποίηση» του τέλειου μοναδιαίου παραγόμενου αντικειμένου ουσιαστικά μεταβαίνουμε στη λογική του πλήθους λύσεων μεταφέροντας την συζήτηση όχι στο τελικό προϊόν αλλά στην σχεδιαστική διαδικασία.

Άρα αίτημα του νέου παραδείγματος είναι η αντιστροφή των ιεραρχικών δομών παραγωγής και να μεταφερθούμε από το mass production στο mass customization και ταυτόχρονα αξιοποιώντας τους μηχανισμούς της φύσης ως generative εργαλεία σχεδιασμού.

Οπότε ξανανοίγει ο δρόμος μελέτης της φύσης ως σύστημα και όχι ως μορφή, βάζοντας τον D΄ Archy Thomson δυναμικά στο προσκήνιο καθώς η θεωρίες του στις αρχές του 20ού αιώνα είναι η βάση της διαλεκτικής όσων αφορά το script, ως κώδικα και γενοτύπου (genotype) και των παραμετρικών

134 TOWARDS A NEW ARCHITECTURE

PAESTUM, 600-550 B.C.

When once a standard is established, competition comes at once and violently into play. It is a fight; in order to win you must do better than your rival *in every minute point*, in

HUMBER, 1907

AUTOMOBILES 135

THE PARTHENON, 447-434 B.C.

the run of the whole thing and in all the details. Thus we get the study of minute points pushed to its limits. Progress. A standard is necessary for order in human effort.

DELAGE, "GRAND-SPORT," 1921

Εικ.1 Vers une architecture, LeCorbusier

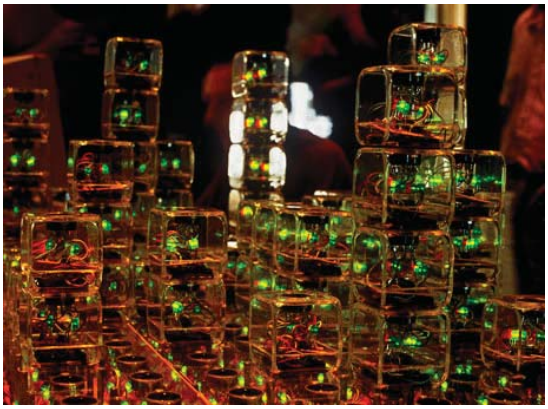
διαφοροποιήσεων, ως φαινοτυπικών προσαρμογών (phenotypical adaptations).

Συγκεκριμένα στόχος του Thomson ήταν να προσδιορίσει τα μαθηματικά συστήματα τα οποία πλαισιώνουν και περιγράφουν τις οργανικές μορφές και τους μετασχηματισμούς τους. Για τον Thomson η μορφή αποτελεί το προϊόν της σύμπραξης φυσικών δυνάμεων και εσωτερικών μηχανισμών εξέλιξης και προσπαθεί να προσδιορίσει τους γεωμετρικούς τόπους που την προσδιορίζουν. Αυτή η μελέτη έθεσε την βάση για τον παραμετρικό και τον συνειρμικό (associative) λογισμό[3].

Στην παραπάνω διαλεκτική βασίζεται και η δουλειά του John Frazer, ο οποίος ενδιαφέρεται να μελετήσει πώς τα φυσικά συστήματα μπορούν να αναδείξουν μηχανισμούς για την πλοήγηση και εξερεύνηση των πολύπλοκων χώρων λύσεων (design spaces), οι οποίοι είναι ενδογενείς στα αρχιτεκτονικά συστήματα. Για τον Frazer, η μορφή είναι ένας εξελισσόμενος agent, που ορίζεται από συγκεκριμένους κανόνες (coding), βασισμένους στην γενετική (genotype-phenotype), ο οποίος δρα ως μέρος ενός συνολικού περιβάλλοντος με μεταβολικές ιδιότητες.

Ο Frazer, έχει ως στόχο να δημιουργήσει ένα υπολογιστικό μοντέλο όπου μέσα στο οποίο θα παράγεται ένας ορθός χώρος λύσεων, για να αναδεικνύει διαδικασίες αυτό-οργάνωσης, πολυπλοκότητας και αναδυόμενης συμπεριφοράς (εικ.2). Το παράδειγμα αυτό, το οποίο βασίζεται σε εξελικτικές διαδικασίες, υποδεικνύει ένα αρχιτεκτονικό μέλλον, όπου η μορφή και η δομή γεννιούνται μέσα από τις σχέσεις και αλληλεπιδράσεις, μεταξύ περιβαντολογικών και κοινωνικό-οικονομικών συγκείμενων (context), τα οποία μορφοποιούνται μέσα από μορφογενετικές μορφοποιήσεις (morphogenetic materialization). Η θεωρίες που αναπτύσσει ο Frazer, όπως περιγράφει ο ίδιος αφορούν «theories of generation» και όχι «theories of explanation».

Το πεδίο σύγκλισης μαθηματικών και βιολογίας που άνοιξε ο Thomson αποτελεί εφαλτήριο για



Εικ.2 Universal constructor, John Frazer

τον Michael Weinstock, ο οποίος γράφοντας την ίδια στιγμή με τον Greg Lynn, εντοπίζει την αλλαγή παραδείγματος στην προσπάθεια να γίνει το κυρίαρχο μοντέλο σκέψης η επιστημονική προσέγγιση η οποία προβλέπει την εξερεύνηση φυσικών συστημάτων, μέσα σε ένα σύγχρονο context. Για τον Weinstock, αυτό γίνεται κάτω από το πλαίσιο της θεωρίας της ανάδυσης (emergence).

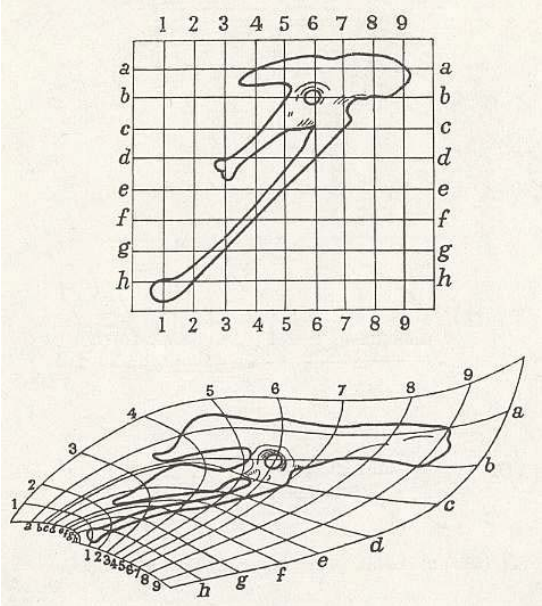
Ο όρος ανάδυση (emergence), χρησιμοποιείται για να περιγράψει την «μετάβαση από χαμηλής τάξης κανόνες οργάνωσης, σε υψηλής τάξης πολυπλοκότητα, βασιζόμενη σε παράλληλης τάξης πολύπλοκες διαδράσεις ανάμεσα σε τοπικούς παράγοντες (agents)[4]». Συγκεκριμένα αναφερόμαστε «στις ιδιότητες ενός συστήματος το οποίο δεν μπορεί να διαχωριστεί/ εξαχθεί από τα δομικά του στοιχεία (deduce from its components), δημιουργώντας κάτι ανώτερο από τα συστατικά που το δημιούργησαν. Ο ρόλος της αρχιτεκτονικής είναι να χαράξει ένα λειτουργικό μοντέλο που να μπορεί να επενδύει και να προωθεί την ανάδυση και να θεσπίσει την μαθηματική γλώσσα και τις διαδικασίες με τις οποίες θα γίνει πραγματικό εργαλείο σχεδιασμού».

Για τον Michael Weinstock, η θεωρία της emergence, έχει διπτό χαρακτήρα, από την μία περιγράφει το πώς τα φυσικά συστήματα έχουν αναπτυχθεί και συντηρούνται, και από την άλλη περιγράφει ένα σύνολο από μοντέλα και διαδικασίες για την δημιουργία τεχνιτών συστημάτων για την παραγωγή μορφών και πολύπλοκων συμπεριφορών, ακόμη ίσως και πραγματικής νοημοσύνης. Με την εισαγωγή της έννοιας της «Emergence» στην συζήτηση, ουσιαστικά επικυρώνεται η αλλαγή παραδείγματος που είχε ξεκινήσει πριν από 80 χρόνια, μια αλλαγή η οποία θολώνει τα όρια μεταξύ των επιστημών που μέχρι τώρα όριζαν και την βιομηχανική παραγωγή[5].

Η ιδέα ενός όλου που αποτελεί κάτι περισσότερο από τα συστατικά του, έχει ξεκινήσει με την θεωρία του ολισμού (Holism) του Αριστοτέλη, όπου πάνω σε αυτή δομεί ο Christopher Alexander[6] την διαλεκτική του πάνω στις θεωρίες συστημάτων. Η κρίσιμη αλλαγή στην σκέψη μέσα από τα παραπάνω είναι, ότι τα συστήματα δεν λειτουργούν απλά ως άθροισμα των συστατικών τους. Η συμπεριφορά του συστήματος αναδύεται μέσα από τις διαδράσεις των συστατικών και των υποσυστημάτων που το δομούν[7].

Δηλαδή ένα σύστημα μπορεί να περιέχει τους μηχανισμούς με τους οποίους «ανεβαίνει» βαθμούς πολυπλοκότητας υψηλότερους από τους αρχικούς. Μέσα από αυτό σπάει η ιεραρχική δομή που κυριαρχούσε στην αρχιτεκτονική μέχρι τώρα (top-down) και ανοίγει ο δρόμος για (bottom- up) ιεραρχικές δομές, μιμούμενες όχι τις μορφές της φύσης αλλά τους μηχανισμούς της.

Συνεχίζοντας την ανάλυση πάνω στο έργο του Thomson, ενδιαφέρον έχει η διαδικασία που εξετάζει τις υλικές μορφές των ζώντων οργανισμών και τις



Εικ.3 Καρτεσιανα διαγράμματα και μετασχηματισμοι μηριαίου οστού, D, Arcy Thomson

αναγάγει σε καρτεσιανά διαγράμματα (εικ.3), τα οποία αποτελούν αποτέλεσμα των μηχανισμών ανάπτυξης του ίδιου του οργανισμού και των δυνάμεων που δρουν πάνω του[8]. Η δουλειά του πάνω σε οστά κρανίων, στελέχη φυτών κλπ., οδήγησε στην σύσταση μιας νέας μορφής μαθηματικής ανάλυσης και προσέγγισης της βιολογίας.

Η ανάλυση αυτή ανέδειξε τις ομολογίες (homologies) ανάμεσα σε συγκεκριμένες οικογένειες οργανισμών. Η έννοια αυτή αφορά στην ανάδειξη υποκείμενων σχέσεων οι οποίες δεν αλλάζουν ανάμεσα στις γενιές.

Για τους βιολόγους και τους μαθηματικούς η ομολογία (Homology), έχει δύο ξεχωριστές έννοιες. Για τους μεν αφορά όργανα ή μέρη σωμάτων οργανισμών τα οποία έχουν κοινό εξελικτικό τόπο αλλά διαφορετικές λειτουργίες. Για τους δε αποτελεί μία κατηγοριοποίηση σχημάτων και μορφών βάσει των ιδιοτήτων τους. Ο Thomson συγκρίνοντας κοντινές οικογένειες μορφών αναγνωρίζει ότι η μία μορφή έχει προέλθει από μία παραμόρφωση της άλλης, έπειτα από την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης στην διαδικασία. Πάνω σε αυτή την σκέψη ο Whitehead[9] σημειώνει ότι η φύση αποτελείται από μοτίβα συμπεριφορών τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους. Άρα μορφή και συμπεριφορά αναδύονται από την διαδικασία.

Η δουλεια του Thomson πάνω στους καρτεσιανούς μετασχηματισμούς όπως περιγράφεται στο βιβλίο του[10], ειδικά αν την δούμε μέσα από την οπτική των parametrics και associative γεωμετρίας, αναδεικνύει ίσως το σημαντικότερο στοιχείο της θεωρίας συστημάτων και του emergence, ότι ένα σύστημα πέρα από αναλυτικό εργαλείο, διαθέτει και generative μηχανισμούς, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αποτελέσματα τα οποία δεν αποτελούν λογική απόρροια των συστατικών του συστήματος. Ο Thomson, χρησιμοποιεί την μέθοδο που περιγράφει στο κεφάλαιο του βιβλίου του για την θεωρία των μετασχηματισμών για να προβλέψει την ύπαρξη του πυελικού οστού ενός είδους πτηνού που γεφυρώνει το κενό μεταξύ του πτηνού της Ιουρασικής περιόδου, Archeopteryx, με το πτηνό της Κρητιδικής περιόδου Apatomis, σηματοδοτώντας την δυνατότητα αναδόμησης άγνωστων μορφών μέσα από γνωστές με την χρήση των μαθηματικών.

Επίσης, ήδη από τον 18ο αιώνα, ο Goethe, μέσα από την μελέτη του πάνω στην έννοια της μορφολογίας, ο οποίος αναφέρει ότι «η μορφολογία περιλαμβάνει τις αρχές της δομημένης μορφής και τους κανόνες σχηματισμού και μετασχηματισμού των οργανικών σωμάτων», καταλήγει στο συμπέρασμα ότι «η μορφολογική πολυμορφία και πολυπλοκότητα αναπτύσσεται μέσα σε συγκεκριμένα όρια και ότι η φαινομενική απειρία των δυνατών μορφών που μπορεί να πάρει ένας ζωντανός οργανισμός είναι εν τέλει πεπερασμένη»[11].

Όσων αφορά την αρχιτεκτονική, αυτή η αλλαγή στην σκέψη παραγωγής αρχιτεκτονικού έργου και η μετατόπιση από το αντικείμενο στην διαδικασία ανοίγει την χρήση των μαθηματικών για παραγωγή εξελικτικών μοντέλων και μορφών με χρήση μορφογενετικών διαδικασιών μέσα σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον[12].

1. Πρέπει να πλησιάσουμε στη θεμελίωση προτύπων για να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της τελειότητας. Ο Παρθενώνας είναι προϊόν επιλογών εφαρμοσμένων σε ένα πρότυπο. Η αρχιτεκτονική επενεργεί σε πρότυπα. Τα πρότυπα είναι υπόθεση λογικής, ανάλυσης, προσεκτικής μελέτης. Τα πρότυπα διαμορφώνονται στη βάση ενός προβλήματος που έχει τεθεί σωστά. Ο πειραματισμός δίνει την τελική μορφή στο πρότυπο. Le Corbusier.

2. AD, Emergence: Morphogenetic Design Strategies, Michael Weinstock, Willey, London 2004. σελ. 4

3. Elements of parametric design, Robert Woodbury, Routledge, New York, 2010 σελ. 24

4. Michael Weinstock, Morphogenesis and the Mathematics of Emergence, AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

5. AD, Emergence: Morphogenetic Design Strategies, Michael Weinstock, Willey, London 2004

6. Systems Generating Systems, Christopher Alexander, 1968

7. Ludwig von Bertalanffy, The Meaning of General System Theory, AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

8. AD, Emergence: Morphogenetic Design Strategies, Michael Weinstock, Willey, London 2004, σελ 10

9. Alfred North Whitehead, The Concept of nature, Cambridge university press, 1920

10. D' Arcy Thomson, The theory of transformations, Ανάπτυξη και Μορφή στον Φυσικό Κόσμο, 1917, Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, 1999

11. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, RobArch: Robotic Fabrication in architecture Art, and Design, Sigrid Brell- Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

12. AD, Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, Hensel M, Mengez A and Weinstock M, Willey, London, 2006

Πίσω από τον όρο εξελικτικές ή μορφογενετικές μορφές σχεδιασμού στην αρχιτεκτονική πρακτική κρύβεται η έννοια του γενετικού αλγορίθμου. Μία ενδιαφέρουσα οπτική για την εφαρμογή του στην αρχιτεκτονική δίνει η φιλοσοφία του Deleuze μέσα από την ματιά του Delanda.

Ο πυρήνας της σκέψης βασίζεται στην ιδέα ότι «η σκληρή δουλεία (του σχεδιαστή) συνίσταται στον ορισμό της σχέσης ανάμεσα στα εικονικά γονίδια και τα εικονικά σωματικά χαρακτηριστικά που παράγουν»[1].

Ουσιαστικά «οι εξελικτικές προσομοιώσεις αντικαθιστούν τον σχεδιασμό για να αναπαράγουν νέες μορφές αντί να τις σχεδιάσουν συγκεκριμένα». Όμως τι πραγματικά προσφέρει μία τέτοια πρακτική σχεδιασμού πού όπως αναφέραμε παραπάνω αποτελεί το επόμενο μοντέλο σκέψης που τείνει να εισχωρήσει σε κάθε πτυχή της σύγχρονης ζωής πέρα από τις μέχρι τώρα σχεδιαστικές διαδικασίες;

Ο Delanda σχολιάζει σημειώνοντας ότι «ο χώρος των δυνατών σχεδίων που αναζητά ο αλγόριθμος, είναι απαραίτητο να είναι επαρκώς πλούσιος ώστε τα εξελικτικά αποτελέσματα να είναι εκπληκτικά...Μόνο εάν η εικονική εξέλιξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξερεύνηση ενός χώρου αρκετά πλούσιου...μόνο εάν το αποτέλεσμα σοκάρει ή τουλάχιστον εκπλήσσει, μπορούν οι γενετικοί αλγόριθμοι να θεωρηθούν χρήσιμα εργαλεία οπτικοποίησης.»

Άρα το ζητούμενο πεδίο περιστρέφεται γύρω από την εξερεύνηση, η οποία ως αποτέλεσμα θα προσδώσει την έκπληξη και το ενδεχόμενο σοκ από το παραγόμενο αποτέλεσμα. Άρα αναζητούμε αρχικά την διαδικασία η οποία έχει σαν στόχο την ανάδυση (emergence) αναπάντεχων μοτίβων και αποτελεσμάτων που διαφορετικά δεν θα μπορούσαμε να προσεγγίσουμε λογικά αλλά παρά μόνο αλγοριθμικά και δευτερευόντως ψάχνουμε για έναν χώρο αρκετά πλούσιο που να κυοφορήσει τέτοιες διαδικασίες.

Ξαναγυρίζοντας στην διαλεκτική του Delanda, μας γνωστοποιούνται οι τρείς κρίσιμες συνθήκες που χρησιμοποιούνται για να δουλέψει ο γενετικός αλγόριθμος με χαρακτηριστικά εξελικτικά και ανάδυσης. Σημειώνει ότι απαιτεί την ανάπτυξη τριών μορφών φιλοσοφικής σκέψης.

- Το πρώτο μοντέλο που θέτει, αφορά την πληθυσμιακή σκέψη (population thinking), το οποίο θέτει το ζητούμενο των μεγάλων «αναπαραγωγικών κοινοτήτων», εντοπίζοντας ότι το πλήθος και όχι το άτομο είναι η μήτρα παραγωγής.

- Το δεύτερο μοντέλο αφορά την εντατική σκέψη (intensive thinking), που αναφέρεται στην «έλλειψη διαιρετότητας» σε οντότητες, όπως είναι το μήκος, το εμβαδό, ο όγκος. Βάσει της θερμοδυναμικής η διαφορά στην ένταση δημιουργεί ροές ενέργειας. Όπως αναφέρει και ο Delanda «Οι διαφορές στην ένταση είναι παραγωγικές διαφορές αφού οδηγούν σε διαδικασίες στις οποίες παράγεται η ανομοιότητα των πραγματικών μορφών.»

- Τρίτο μοντέλο σκέψης που εισάγει ο Delanda αφορά την τοπολογική σκέψη (topological thinking), θέτοντας το ζητούμενο της αναπαράστασης των διεργασιών ζύμωσης ανάμεσα στα στοιχεία. Χρησιμοποιεί τον όρο «αφηρημένο διάγραμμα» (abstract diagram), τον οποίο τον αντιπαραβάλει με την τοπολογική γεωμετρία προσπαθώντας να εντάξει στην διαλεκτική του ιδιότητες από την δεύτερη. Συγκεκριμένα, αναφέρει ιδιότητες επιφανειών που μπορούν να τεντωθούν χωρίς να σχιστούν και να διπλωθούν χωρίς να κολληθούν. Δηλαδή μια σειρά από πολύ αφηρημένες αρχές και κανόνες (τοπολογικές σταθερές). Άρα η απεικόνιση της εξερευνητικής διαδικασίας απαιτεί ένα αφηρημένο διάγραμμα ή με τον όρο των Deleuze-Guattari μία αφηρημένη μηχανή[2].

Παράλληλα με την προσέγγιση του Delanda για την αρχιτεκτονική μορφή ως μία αναζήτηση με εξελικτικά δεδομένα μίας βέλτιστης λύσης, ο John Frazer, στο βιβλίο του An Evolutionary Architecture, οραματίζεται την μεταφορά των βιολογικών και μορφογενετικών αρχών και των νόμων της εξέλιξης στην αρχιτεκτονική. Δηλαδή, επιδιώκει την ανάπτυξη εργαλείων τα οποία επιτρέπουν μια αρχιτεκτονική που διαθέτει μεταβολισμό και βρίσκεται σε συνέργεια με τον περιβάλλοντα χώρο της.

Μέσα από τα τρία αυτά κριτήρια που θέτει ο Delanda φαίνεται καθαρά η μετατόπιση που συζητήσαμε παραπάνω από το αντικείμενο, στην λογική του πεδίου και στην ετερότητα. Συγκεκριμένα ο Delanda εντοπίζει την διαφορετικότητα σε ένα πεδίο διαφορετικών γενοτύπων ή φαινοτύπων που αντιπροσωπεύουν τον πληθυσμό μέσα από στον οποίο βρίσκεται η λύση που αναζητούμε.

Ταυτόχρονα, θέτοντας το ζητούμενο της τοπολογικής και εντατικής σκέψης, προσδιορίζει τον

τύπο με τον οποίο πρέπει να τίθενται οι παράμετροι σε έναν εξελικτικό αλγόριθμο, ώστε να αναζητήσει την βέλτιστη λύση. Οι έννοιες της αναζήτησης και του πως διατυπώνεται ένα πρόβλημα, όπως θα διαφανεί παρακάτω είναι στο επίκεντρο της συζήτησης στην επιστήμη των υπολογιστών.

1. Manuel Delanda, Deleuze and the use of the genetic Algorithm, 2001

2. Μία αφηρημένη μηχανή καθαυτή δεν είναι φυσική ή σωματική, πιο πολύ απ΄ ότι είναι σημειωτική. Είναι διαγραμματική. Λειτουργεί με ύλη, όχι με ουσία; με λειτουργία όχι με μορφή... Η αφηρημένη μηχανή είναι καθαρή Ύλη-λειτουργία- ένα διάγραμμα ανεξάρτητο από τις μορφές και τις ουσίες, τις εκφράσεις και τα περιεχόμενα που θα διανείμει. Gilles Deleuze and Felix Guattari. A thousand plateaus. Σελ 141

Η μετάβαση από το analog στο digital ολοκληρώνεται με την επικράτηση του mass differentiation ως το επόμενο βήμα μετά το mass customization, καθώς οι ψηφιακές τεχνολογίες παρασκευάζουν μαζικά διαφορετικές προσαρμογές (phenotypical adaptations). Άρα είναι anti-industrial άρα και μεταμοντέρνες, τόσο φιλοσοφικά όσο και αρχιτεκτονικά και ίσως και αντί-μοντέρνες[1].

Συνοψίζοντας μπορούμε μέσα από την παραπάνω ανάλυση να εξάγουμε μερικά συγκεκριμένα χαρακτηριστικα και συμπεράσματα σχετικά με την αλλαγή παραδείγματος:

- Ξεκινά ως αντίδραση στον χωρίς λόγο πλουραλισμό και στο αδιέξοδο που χαρακτηρίζει το μοντέρνο, το μεταμοντέρνο και την αποδόμηση και κατευθύνεται προς μία αρχιτεκτονική γλώσσα που βασίζεται στην τοπολογία όπου η ετερότητα και η πολυμορφία αποτελούν διαφοροποιήσεις μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου.

- Πλήρη ακύρωση και αντιστροφή top down ιεραρχικών παραγωγικών δομών και ενσωμάτωση bottom up διαδικασιών

- Από τον ορισμό για το «όμορφο» και το ωραίο του Alberti, όπου ξεχωριστά και διακριτά στοιχεία δομούν ένα όλο, με την εφαρμογή των τοπολογικών μαθηματικών και διαφορικού λογισμού περνάμε στην αντίληψη ότι το όλο είναι κάτι παραπάνω από τα στοιχεία που το συντελούν. Άρα από ένα σώμα με συγκεκριμένα όργανα και λειτουργίες, μεταβαίνουμε στο σώμα δίχως όργανα του Deleuze.

- Η απόρριψη του παραπάνω μοντέλου σημαίνει την μετάβαση από το «mass production» στο «mass customization»

- Η θεώρηση του Goethe για την μορφολογία μας προϊδεάζει για έναν πεπερασμένο αριθμό από μορφολογικές διαφοροποιήσεις και όχι για έναν άπειρο δυνητικό χώρο, υπονοώντας την δυνατότητα ανάλυσης και αξιολόγησης αυτού του χώρου.

- Η εφαρμογή των θεωριών του D΄ Arcy Thomson με την θεωρία των μετασχηματισμών και γενικά των μοντέλων της εξελικτικής βιολογίας εισάγει ενεργά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μία ακόμη διάσταση μέσα από την οποία ο χρόνος γίνεται ενεργό εργαλείο σχεδιασμού καθώς ανοίγει η συζήτηση για τον αρχιτεκτονικό γενότυπο και τις φαινοτυπικές διαφοροποιήσεις, αναζητώντας την βέλτιστη λύση στο εκάστωτε πρόβλημα. Αρά η αρχιτεκτονική γίνεται «generative» και όχι προϊόν σειριακής αλληλουχίας συνθετικών κινήσεων.

- Μέσα από την έρευνα του John Frazer και την διαλεκτική του Delanda, φαίνεται ότι το αρχιτεκτονικό πρόβλημα μπορεί να αναχθεί σε υπολογιστικά μοντέλα και το εύρος των λύσεων που μπορεί να λάβει η μορφή, αφορά και αυτή έναν πεπερασμένο αριθμό βάσει των συνθηκών που ορίζουν το πρόβλημα. Οπότε μπορούμε να μιλάμε και στην αρχιτεκτονική με όρους δανεισμένους από την επιστήμη της πληροφορικής για χώρους λύσεων (design spaces) και για πλοήγηση μέσα σε αυτούς τους χώρους. (design space exploration) (βλ. Κεφ.4).

Μέσα από την ανάλυση των απόψεων των Greg Lynn και Michael Weinstock, δύο αρχιτεκτόνων οι οποίοι γράφουν ακριβώς την ίδια χρονική στιγμή αποτυπώνονται δύο διαφορετικές γενιές αρχιτεκτονικών πρακτικών και διαφαίνεται η ίδρυση μίας τρίτης, οι οποίες συνυπάρχουν όλες ακριβώς την ίδια στιγμή στον αρχιτεκτονικό χωροχρόνο. Από την μία πλευρά έχουμε αρχιτέκτονες όπως ο Greg Lynn, Zaha Hadid και τον Peter Eisenman, οι οποίοι προέρχονται από το προηγούμενο μοντέλο σκέψης και αρχιτεκτονικής πρακτικής, με εργαλεία δομημένα στο προηγούμενο παράδειγμα και αναζητούν την διαφορετικότητα και τον μαθηματικό πλουραλισμό που προπαγανδίζει το νέο μοντέλο.

Την ίδια στιγμή μία νέα γενιά ερευνητών αρχιτεκτόνων όπως ο Frazer, ο Michael Weinstock, Achim Menges, Michael Hensel, Mark Burry κλπ, έρχεται και προσπαθεί να εφαρμόσει την θεωρία που δομείται από φιλοσόφους και ερευνητές.

Τέλος, διαμορφώνεται ταυτόχρονά μία νέα γενιά αρχιτεκτόνων που βρίσκεται αυτή την στιγμή στις αρχιτεκτονικές σχολές ως φοιτητές ή πρόσφατα απόφοιτοι αυτών, οι οποίοι δεν γνωρίζουν εις βάθος τις διαδικασίες και τις φιλοσοφικές ζυμώσεις που οδήγησαν την αρχιτεκτονική πρακτική στην αλλαγή παραδείγματος, αλλά έρχονται να εφαρμόσουν και να δουλέψουν πάνω στα νέα εργαλεία τα οποία δομούνται ακριβώς εκείνη την στιγμή. Δεν αφορούν αναλογικά εργαλεία, αλλά εξολοκλήρου digital με σκοπό να παράξουν κτίρια τα οποία δεν θα μπορούσαν να σχεδιαστούν με διαφορετικό τρόπο.

1. AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo, Wiley, London, 2012

Έχοντας μεταβεί σε μια νέα εποχή, μία digital εποχή με βάσει τις αρχές που περιγράψαμε παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι ο σχεδιασμός με την χρήση αλγορίθμων αποτελεί το νέο παράδειγμα.

Για τον Mark Burry η χρήση αλγοριθμικών διαδικασιών σχεδιασμού ή αλλιώς «scripting» επικεντρώνεται σε δύο βασικές ανάγκες των αρχιτεκτόνων: την παραγωγικότητα και τον έλεγχο. Μέσα από αυτόν τον διαχωρισμό, διαφαίνεται μια συγκεκριμένη κουλτούρα σε σχέση με το scripting. Ο Mark Burry, εντοπίζει τρείς συγκεκριμένες κατευθύνσεις[1]:

- Productivity scripting, όπου ο κώδικας χρησιμοποιείται για να επιλύσει ζητήματα απόδοσης και παραγωγικότητας, μέσα από προβλήματα που απαιτούν αυτοματισμό ή βελτιστοποίηση της σχεδιαστικής διαδικασίας από άποψη χρόνου.

- Experimentation scripting, όπου ο κώδικας χρησιμοποιείται ως μέσο χαρτογράφησης μιας διαδρομής προς την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος και την ανακάλυψη μιας απάντησης σε αυτό το πρόβλημα

- Discovery scripting, όπου μέσα από τον κώδικα εξερευνούμε άγνωστες πτυχές της μορφής ή του σχεδιασμού εν γένει, αναφερόμενος κυρίως σε διαδικασίες εξελικτικού σχεδιασμού (morphogenetic design). Σε αυτή την περίπτωση, ο σχεδιασμός λαμβάνει χαρακτηριστικά εξερεύνησης καθώς, δεν έχουμε εποπτεία της μορφής που καλούμαστε να επιλύσουμε, αλλά έχουμε εποπτεία των περιορισμών και των ορίων που ορίζουν την μορφή.

Σε κάθε μία από αυτές τις εκδοχές ο σχεδιαστής αποτελεί κεντρικό κομμάτι της σχεδιαστικής διαδικασίας. Για τον Burry το «scripting» αποτελεί ένα μέσο να την επαυξήσει, είτε χρησιμοποιώντας αυτοματισμούς για μεγαλύτερη ταχύτητα, είτε κάνοντας χρήση του ελέγχου που προσφέρει το scripting, στο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα, σπάζοντας ενεργά τα περιοριστικά όρια των κλειστών προγραμμάτων σχεδιασμού, ελέγχοντας πλήρως την διαδικασία ή την πλατφόρμα μέσω της οποίας φτάνει στο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Οπότε ο σχεδιασμός απομακρύνεται από την ιδέα ότι αποτελεί μία πράξη εκτέλεσης, μία διαδικασία «mapping» μιας συγκεκριμένης ιδέας προς ένα συγκεκριμένο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Ουσιαστικά, ο σχεδιασμός μεταβαίνει στο πεδίο της πλατφόρμας σχεδιάζοντας και χαρτογραφώντας μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων και όχι το αντικείμενο αυτό καθ' αυτό.

Γίνεται κατανοητό ότι ο αλγόριθμος και το scripting στο νέο παράδειγμα, αποτελεί ένα μέσο αναζήτησης λύσεων προβλημάτων και εξερεύνησης πολύπλοκων χώρων λύσεων. Η παραπάνω θέση βρίσκεται πολύ κοντά στις έννοιες «serendipity» και «innovation», όπως τις θέτει ο Νίκος Λυγερός[2]. Χαρακτηριστικά αναφέρει ότι, το πνεύμα της καινοτομίας δεν είναι απλώς μία ατομική διάθεση (population thinking). Η καινοτομία εξετάζεται πάντα σε συλλογικό πλαίσιο, διότι είναι πάντα σχετική με τα δεδομένα που υπάρχουν ήδη. Βέβαια αυτό δεν την εγκλωβίζει και μπορεί να είναι ριζικά διαφορετική σε σχέση με τις γνώσεις της εποχής. Μπορεί να είναι επίσης και ένας διαφορετικός τρόπος για να εξετάσουμε γνωστά δεδομένα». Αντίστοιχα η έννοια Serendipity αποτελεί έναν ακόμη κρίσιμο παράγοντα και αντιπροσωπεύει την ικανότητα να βρίσκουμε κάτι το οποίο δεν ψάχνουμε.

Όπως αναδείξαμε παραπάνω, βασικό θεωρητικό πλαίσιο του digital παραδείγματος, αφορά η ανάλυση του Delanda για τον γενετικό αλγόριθμο του Deleuze, θέτοντας όπως είδαμε τρία βασικά μοντέλα σκέψης ώστε «τα εξελικτικά αποτελέσματα να είναι εκπληκτικά»[3], την πληθυσμιακή σκέψη, την εντατική σκέψη και την τοπολογική σκέψη.

Οπότε μπορούμε να ορίσουμε ένα συγκεκριμένο θεωρητικό πλαίσιο με συγκεκριμένα κριτήρια όπου η ζητούμενη κουλτούρα του «scripting», περιστρέφεται γύρω από τις έννοιες εξερεύνηση, «serendipity», «innovation», ανακάλυψη ή αν μεταβούμε στο πεδίο των εργαλείων, περιστρέφεται γύρω από τις έννοιες αναμόχλευση, «hacking», επανάχρηση ήδη υπαρχόντων εργαλείων σχεδιασμού, δημιουργία ή πλήρη αναπροσαρμογή αυτών.

Με τον όρο κουλτούρα αναφερόμαστε σε μία συγκεκριμένη συμπεριφορά, βασισμένη σε συγκεκριμένα μοτίβα και διαδράσεις ανάμεσα στα στοιχεία- άτομα, που απαρτίζουν μία ομάδα ανθρώπων. Αντίστοιχα με τον όρο «scripting», εντοπίζουμε αυτές τις ομάδες στο πεδίο του αλγοριθμικού σχεδιασμού. Οπότε μιλάμε για ένα σύστημα του οποίου η συμπεριφορά ή κουλτούρα δεν λειτουργεί απλά ως άθροισμα των συστατικών του, αλλά «αναδύεται

μέσα από τις διαδράσεις των συστατικών και των υποσυστημάτων που το δομούν[4].

Το μοντέλο αυτό κατανεμημένης ανθρώπινης νοημοσύνης, βρίσκει έκφραση μέσα από την ανάδειξη κοινοτήτων σχεδιασμού, μέσα στα όρια του νέου παραδείγματος, ή αλλιώς τα «Digital Design Commons»[5]. Τα «Digital Design commons», όπως επισημαίνει ο Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, αφορούν σχεδιαστικές κοινότητες, ή τοπικότητες κατανεμημένης ανθρώπινης νοημοσύνης, με κυρίαρχο χαρακτηριστικό την επίλυση αρχιτεκτονικών προβλημάτων μέσω scripting.

Οπότε δημιουργείται ένα νέος ενδιάμεσος χώρος ανάμεσα από το αναλογικό και το ψηφιακό με τα «digital design commons» να αποτελούν διεφαπές πρόσβασης σε αυτό τον δυνητικό χώρο ο οποίος απαρτίζεται από δεδομένα με την μορφή «scripts».

Διαφαίνεται λοιπόν ότι είμαστε συνοδοιπόροι σε μία αρχιτεκτονική η οποία περιστρέφεται γύρω από την πληροφορία (data), καθώς πια βρισκόμαστε αντιμέτωποι με μία οδηγούμενη και παραγόμενη από δεδομένα και φράσεις κώδικα αρχιτεκτονική (data generated and data driven architecture). Επόμενως, παράλληλα ανοίγει η συζήτηση και εντοπίζεται στα δεδομένα, καθώς τα σύγχρονα σχεδιαστικά εργαλεία λειτουργούν με μία εντελώς νέα βάση, την λογική του αλγορίθμου, τον οποίο εμείς καλούμαστε να τροφοδοτήσουμε με συγκεκριμένα δεδομένα, να σχεδιάσουμε την ροή τους, τον τρόπο μετασχηματισμού της πληροφορίας σε αρχιτεκτονική μορφή έτσι ώστε να μπορέσουμε να ελέγχουμε το εξαγόμενο αποτέλεσμα.

Άρα, τίθεται το ζήτημα να μεταφέρουμε το «αναλογικό στο ψηφιακό»[6], να προσδιορίσουμε όχι μόνο το εργαλείο σχεδιασμού αλλά και το milieu από το οποίο θα πάρουμε τα δεδομένα βάσει των οποίων θα σχεδιάζουμε.

Κάθε κοινό, σχετίζεται με τον τόπο στον οποίο επιδρά αρχιτεκτονικά προς επίλυση προβλημάτων μέσω scripting. Οπότε μπορούμε να μιλάμε για ένα δίκτυο από «singularities»- κόμβους, οι οποίοι επιδρούν πάνω στον «τόπο», αντλώντας δεδομένα ώστε να προσεγγίσουν την επίλυση ενός ορισμένου προβλήματος. Το milieu που δημιουργείται μεταξύ υλικού και ψηφιακού αποτελεί ένα «design medium», πάνω στο οποίο στηρίζεται η αρχιτεκτονική παραγωγή καθώς και πιθανές εκ νέου αναδιπλώσεις και δυνητικοποιήσεις του κώδικα που την δημιούργησε.

Το παραπάνω μοντέλο σκέψης πληρεί πλήρως τις προϋποθέσεις που θέτει ο Delanda, καθώς αφορά έναν αρκετά μεγάλο πληθυσμό συλλογικοτήτων, που βρίσκονται σε συνεχή διάδραση (πληθυσμιακή σκέψη), αφορά εντατικά μοντέλα σκέψης, καθώς μιλάμε για παραγωγή αρχιτεκτονικού έργου το οποίο δημιουργεί «ροές ενέργειας» στον χώρο που δρα, επίσης τα κοινά ως singularities, βρίσκονται σε μια συνεχή διαδικασία μεταβολής μέσω της σχέσης ύλης- ενέργειας[7] που δημιουργείται, επηρεάζοντας τόσο το φυσικό χώρο όσο και το κοινωνικό υπόβαθρο (εντατική σκέψη), και τέλος δεδομένου ότι αποτελείται από ένα σύστημα κόμβων με δικούς του εσωτερικούς κανόνες οργάνωσης, καλύπτει και την προϋπόθεση της τοπολογικής σκέψης.

Οπότε μπορούμε να πούμε ότι το περιγραφόμενο μοντέλο δικτυακής και κατανεμημένης αρχιτεκτονικής παραγωγής αποτελεί ένα emergent σύστημα ανθρώπινης παραγωγής με σκοπό την παραγωγή κώδικα και αλγοριθμικών εργαλείων.

1. Mark Burry, AD Reader, Scripting cultures, Willey, London, 2011 σελ 32

2. Διάλεξη Ν. Λυγερού, θέμα Serendipity and innovation, 12 Μαΐου 2014, Τμήμα αρχιτεκτόνων ΑΠΘ

3. Manuel Delanda, Deleuze and the use of the genetic Algorithm, 2001

4. Ludwig von Bertalanffy, The Meaning of General System Theory, AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

5. Digital Design Commons, Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, International Symposium "Computational Politics and architecture: From the Digital Philosophy to the End of Work" 30 νοεμβρίου 2011

6. Xavier de kestelier, συνέντευξη Smart Geometry workshops 2011

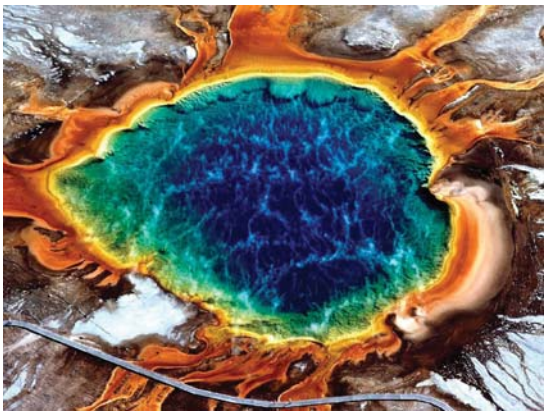
7. Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

2.2 Η εφαρμογή του Βιολογικού μοντέλου στα Digital design commons, μέσα από τις έννοιες προβιοτικό μείγμα και mechanical Turk.

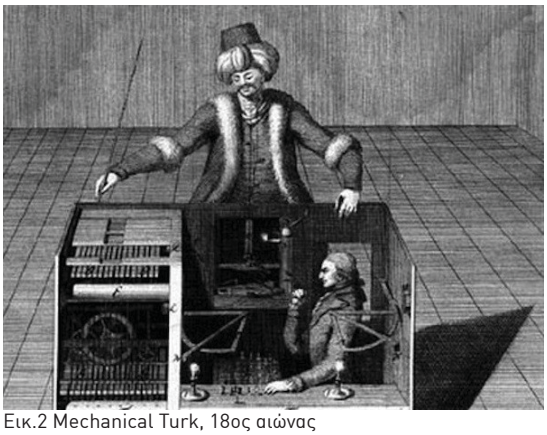
Αρχίζει να γίνεται κατανοητό το πώς το βιολογικό μοντέλο, βασισμένο σε εξελικτικά μοντέλα σχεδιασμού και στην διάδραση, έρχεται να παρεισφρήσει και στον κοινωνικό χώρο των συλλογικοτήτων σχεδιασμού. Προσπαθώντας λοιπόν να περιγράψουμε τον ενδιάμεσο δυνητικό χώρο, έρχεται κατά νου ο όρος «προβιοτικό μείγμα»[1], (primordial soup) (εικ.1), ο οποίος έρχεται από την βιολογία, προσπαθώντας να περιγράψει την διαδικασία της αυθόρμητης ανάδυσης από μία χαμηλής τάξης πολυπλοκότητας κατάσταση (απλά μόρια άνθρακα) που κάτω από κατάλληλες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και μίας (αινιγματικής ακόμη για την επιστήμη) πρωταρχικής σπίθας, ανέβηκαν βαθμό πολυπλοκότητας ως ότου έφτασαν να σχηματίσουν τις πρώτες οργανικές ενώσεις άνθρακα.

Ο όρος αυτός δίνει μία ασφαλή κατεύθυνση για τον ρόλο του αρχιτέκτονα και σχεδιαστή στο νέο παράδειγμα σχεδιασμού, καθώς καθίσταται αναγκαίο ο ρόλος του να «είναι αυτός του πειραματιστή, μελετητή και καινοτόμου, που δαμάζει την συλλογική ενέργεια των διασυνδεδεμένων ατόμων με στόχο την μεταμόρφωση του χώρου»[2].

Το μοντέλο της εξέλιξης που φέραμε ως παράδειγμα βασισμένο στο προβιοτικό μείγμα δεν μπορεί να απαντήσει τι είναι αυτό που ξεκινά την διαδικασία της εξέλιξης. Ο αρχιτέκτονας ή σχεδιαστής δεν μπορεί και δεν πρέπει να αναλάβει τον ρόλο του θεού κατά τον σχεδιασμό, όπως απαιτούσε το προηγούμενο μοντέλο σχεδιασμού. Ο ρόλος που του αναλογεί είναι να διευκολύνει τις εξελικτικές διεργασίες να λάβουν τόπο από μόνες τους συμμετέχοντας διαχειριστικά στην διαδικασία. Τον ρόλο αυτό αναλαμβάνουν τα «digital design commons», ως κοινότητες που κατευθύνουν την αρχιτεκτονική πρωτοπορία, ως



Εικ.1 Πάρκο Yellostone, αναπτυξη αποικιών βακτηρίων στα ορια των θερμών λιμνών- primordiordial soup



Εικ.2 Mechanical Turk, 18ος αιώνας

χώροι που ενεργοποιούνται οι διεργασίες ανάπτυξης της αρχιτεκτονικής σκέψης, μέσω της διάδρασης ετερογενών στοιχείων.

Αυτές οι τοπικότητες κατανεμημένης ανθρώπινης νοημοσύνης, digital design commons, δημιουργούν στο σύνολό τους ένα ευρύτερο δίκτυο διασυνδεδεμένων κόμβων, όπου κάθε κόμβος επιλύει αλγοριθμικά προβλήματα τα οποία σχετίζονται με τον τόπο στον οποίο έχει κληθεί να επιδράσει. Καθώς το σύστημα των κόμβων αποτελεί ένα σύστημα που ενέχει νοημοσύνη, μέσω των ανθρώπινων χειριστών-δημιουργών, μπορούμε να μιλάμε για ένα σύστημα «fake artificial intelligence» ή ένα «Mechanical Turk», όπου πίσω από το μηχάνημα υπάρχει ένας ανθρώπινος χειριστής.

Ο όρος «mechanical Turk»(εικ.2) προέρχεται από μία κατασκευή του 18ου αιώνα, του Wolfgang Von Kempelen. Το μηχάνημα αφορούσε έναν «αυτόματο» (automaton) παίχτη σκάκι. Η κατασκευή φαινόταν ότι μπορούσε να φέρει εις πέρας ένα δύσκολο παιχνίδι σκάκι και ήταν ικανή να εκτελέσει πολύπλοκες στρατηγικές κινήσεις πάνω στην σκακιέρα.

Η αλήθεια είναι ότι η κατασκευή ήταν ουσιαστικά μία μηχανική ψευδαίσθηση, καθώς μέσα στο μηχάνημα ήταν κρυμμένος ένας άριστα εκπαιδευμένος χειριστής, ο οποίος μπορούσε να νικήσει εύκολα τον οποιονδήποτε χρήστη στις διάφορες επιδείξεις ανά την Ευρώπη. Ανάμεσα στους διάσημους ηττημένους συγκαταλέγονται ο Ναπολέων Βοναπάρτης και ο Βενιαμίν Φράνκλιν.

Στον 21ο αιώνα το Mechanical Turk έχει εξελιχθεί, αλλά κρατά στην βάση της λειτουργίας του το στοιχείο της φάρσας και της αλληγορίας, ενός υπολογιστή που

μέσα του είναι κρυμμένος ένας άνθρωπος. Σήμερα το «αυτόματο» του 18ου αιώνα έχει μετουσιωθεί σε μία πλατφόρμα η οποία ξεκίνησε από την εταιρία Amazon και αφορά μία διαδικτυακή αγορά με χαρακτήρα «crowdsourcing», η οποία δίνει την δυνατότητα σε εταιρίες και ιδιώτες, οι οποίοι προσδιορίζονται ως «requesters» να εκμεταλλευτούν και να συντονίσουν εργαλεία ανθρώπινης νοημοσύνης (Human intelligence), ώστε να φέρουν εις πέρας ένα συγκεκριμένο έργο (task) με τον χαρακτήρα συλλογής πληροφορίας που ένας υπολογιστής δεν είναι σε θέση να φέρει εις πέρας.

Το ίδιο παρόμοιο μοντέλο ισχύει και για τα κοινά σχεδιασμού, καθώς αυτές οι κοινότητες ανθρώπινης νοημοσύνης παράγουν γνώση, open source εργαλεία και αρχιτεκτονική παραγωγή με την μορφή κώδικα. Κατά την διαδικασία αποτοπικοποίησης του κώδικα, δεν αποτοπικοποιείται μόνο από τον τόπο του αρχιτεκτονικού προβλήματος, αλλά και από τον ίδιο τον παραγωγό.

Το ζήτημα αυτό, αναδεικνύει ζητήματα "authorship" για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό καθώς η παραγωγή βασίζεται τόσο στο «mechanical Turk» όσο και στον κρυμμένο ανθρώπινο χειριστή του μηχανήματος ή πλατφόρμας.

1. Ο όρος χρησιμοποιείται από τον Σοβιετικό βιολόγο Alexander Oparin, Ο οποίος το 1924 προτείνει την θεωρία για την εξέλιξη και την έναρξη της ζωής μέσα από την μεταμόρφωση, κατά την σταδιακή εξέλιξη μορίων που περιείχαν άνθρακα, βασικό συστατικό οργανικών ενώσεων, το οποίο βρισκόταν άφθονο μέσα σε αυτά τα προβιοτικά μείγματα, υπό τις κατάλληλες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

2. Jack Self, Darwin among the Machines, AD "System City", Michael Weinstock, Willey, London, 2013

Καθώς η αρχιτεκτονική παραγωγή στο νέο παράδειγμα γίνεται μέσω scripting, open source εργαλείων, αλγορίθμους και αφορά στην διαχείριση ενός συστήματος από δεδομένα (data), δίνεται η δυνατότητα στον κώδικα να αποτοπικοποιηθεί και να επανατοπικοποιηθεί σε ένα άλλο Project ή αλλιώς σε έναν άλλο «τόπο». Μέσα από τα παραπάνω διαμορφώνεται μία συγκεκριμένη σχέση ανάμεσα στην κουλτούρα του Scripting και τον τόπο από τον οποίο αποτοπικοποιείται ο αλγόριθμος, όπου δημιουργήθηκε για να επιλύσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και στον τόπο στον οποίο επανατοπικοποιείται, όπου προσαρμόζεται για μία εκ νέου χρήση με ίδιο ή εντελώς νέο τρόπο.

Επομένως, η λέξη «τόπος», για τον σχεδιασμό αποδομείται και επαυξάνεται, υπερβαίνοντας την αρχική της γεωγραφική έννοια και υπεισέρχεται στον χώρο του σχεδιαστικού τόπου. Η αποδόμηση της έννοιας του τόπου, αφορά μία πράξη δυνητικοποίησης της σχεδιαστικής διαδικασίας, όπου κάθε σχεδιαστικός τόπος αποτελεί ένα milieu από όπου ξεκινά εκ νέου μία νέα επανατοπικοποίηση του αλγορίθμου, σε ένα νέο σχεδιαστικό πρόβλημα- τόπο, ο οποίος ορίζεται από ένα νέο σύστημα κανόνων και προβλημάτων.

Οπότε η κουλτούρα του κώδικα αφορά σε μία αλλαγή παραδείγματος συνολικά στην σκέψη και στην παραγωγή αρχιτεκτονικού έργου, καθώς βασίζεται ενεργά στην εξερεύνηση και σε εξελικτικά μοντέλα, προσπαθώντας να μεταγράψει ενεργά συστήματα οργάνωσης προερχόμενα από την βιολογία.

«A corpus of digital design components, of micro architectural problems and micro syntaxes was developed for future transformation and applications. Those fragments of design, demonstrating a certain autonomy, are objectified and have a life of their own as they could be implemented in other design schemes»[1].

Η πρώτη πράξη αποτελεί πράξη παραγωγής και η δεύτερη, πράξη μεταμόρφωσης, παραλλαγής, και hacking του εργαλείου «first we shape our tools and then the tools shape us»[2].

Κάθε πράξη επανατοπικοποίησης και μετάβασης από τον χώρο του δυνητικού στον χώρο του πραγματικού, σχετίζεται με την παραγωγή. Η έκφραση των digital design commons στον χώρο της παραγωγής σχετίζεται με την εξάπλωση των Fab Labs ανά τον κόσμο. Τα Fab labs είναι μικρές μονάδες έρευνας και διάδοσης ψηφιακής τεχνολογίας και κατασκευής, τα οποία είναι ανοιχτά στο ευρύ κοινό. Η ιδέα ξεκίνησε από το εργαστήριο Bits and Atoms του MIT και συγκεκριμένα από τον Neil Gershenfeld το έτος 2002. Οι βασικές αρχές που τα χαρακτηρίζουν αφορούν την ευρεία διάδοση ψηφιακών εργαλείων σχεδιασμού και παραγωγής μικρής κλίμακας με απώτερο σκοπό την μετατροπή των καταναλωτών σε παραγωγούς[3].

Η σταδιακή μετάβαση των digital design commons, από τον χώρο της παραγωγής κώδικα στον χώρο της υλικής παραγωγής, δείχνει και το αίτημα του νέου παραδείγματος να συμπεριληφθούν μέσα στις διαδικασίες σχεδιασμού και οι διαδικασίες παραγωγής.

Η προσπάθεια να γίνουν και τα μέσα παραγωγής open source, στο ίδιο μοντέλο που χαρακτηρίζει και τον κώδικα, διαφαίνεται μέσα από την σταδιακή εισαγωγή στα αρχιτεκτονικά εργαστήρια open source hardware. Χαρακτηριστικό παράδειγμα προς αυτή την κατεύθυνση αφορά το «project reprap»(εικ.1), το οποίο αφορά μια κοινότητα 3D printing, με σκοπό την δημιουργία μιας μηχανής η οποία να μπορεί να αναπαράγει τον εαυτό της. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία μιας ανοιχτής και ευέλικτης πλατφόρμας κατασκευής 3D printers, με δυνατότητα βελτίωσης του αρχικού σχεδίου τόσο σε επίπεδο hardware και software.

Το σημαντικό στοιχείο που αναδύεται μέσα από αυτή την κατεύθυνση αφορά την σταδιακή εισαγωγή των open source labs, όπου τα μηχανήματα και τα

Εικ. 1 Reprap Prusa Mendel

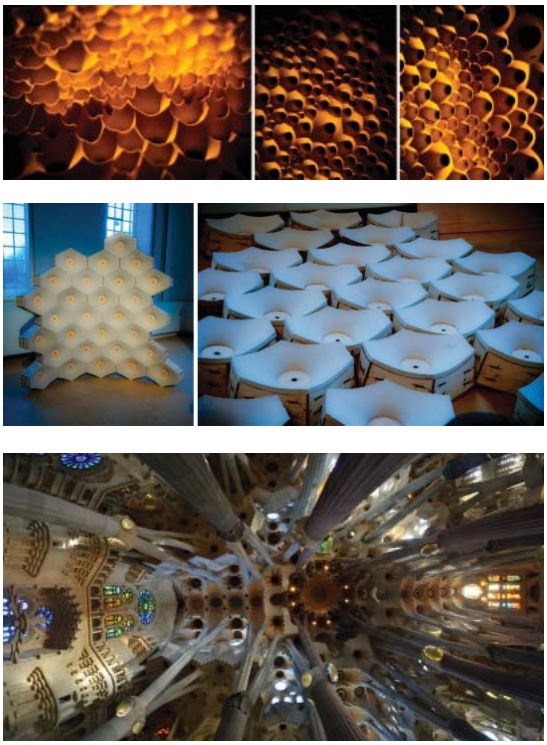
software χειρισμού τους, ανήκουν στην κατηγορία open-source και των DIY projects[4].

Η μεταφορά της ιδέας του open source στο πεδίο του hardware, ολοκληρώνει την ιδέα δυνητικοποίησης και επαύξησης της έννοιας του τόπου, καθώς μαζί με τον κώδικα αποτοπικοποιείται και το μέσο παραγωγής. Οπότε η έννοια τόπος αποδομείται και αναδομείται εκ νέου με δύο νέα χαρακτηριστικά:

- Μέσω του ελεύθερα διακινούμενου κώδικα, των αλγορίθμων και των digital design commons, αποκτά το χαρακτηστικικό του επαυξημένου «σχεδιαστικού τόπου», έτοιμο να αποτοπικοποιηθεί και να επανατοπικοποιηθεί εκ νέου.

- Αντίστοιχα, μέσω των open source hardware και των νέων τεχνολογιών 3d printing, η έννοια τόπος αποκτά το χαρακτηριστικό του επαυξημένου «κατασκευαστικού τόπου».

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δουλεία του Mark Burry στην Sagrada Famillia, όπου η δημιουργία αλγορίθμων, know-how σχεδιασμού και κατασκευής εφαρμόζεται αυτούσια σε άλλα project- σχεδιαστικούς τόπους με εντελώς νέα και διαφορετικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα μέσω την ανάλυσης των ακουστικών ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν τον σχεδιασμό που εφαρμόζει ο Gaudi, τα δεδομένα και οι μορφολογίες αφού αναλυθούν και μεταφραστούν σε κώδικα, αποτοπικοποιούνται και εφαρμόζονται εκ νέου σε ένα Project με θέμα την δημιουργία ακουστικών πανέλων (SG cluster Copenhagen, Sound responsive wall)(εικ.2,3,4). Η πρώτη πράξη αποτελεί πράξη παραγωγής και η δεύτερη, πράξη μεταμόρφωσης, παραλλαγής, και hacking του εργαλείου «First we shape our tools and then the tools shape us [5.]



Εικ.2,3,4 SG cluster Copenhagen, Sound responsive wall, Mark Burry)

1. Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, Digital Design Commons, International Symposium "Computational Politics and Architecture: From the Digital Philosophy to the end of Work", November 30, 2011, Ecole Nationale Superieure d' Architecture Paris- Malaquais

2. Hod Lipson, Melba Kurman, Fabricated: the new world of 3d printing, Wiley, London, 2013

3. Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, διάλεξη, Fab Labs: συμπλέγματα γνώσης και τεχνολογίας

4. Joshua M. Pearch, Open- Source Lab, how to build your own hardware and reduce research costs, Elsevier, 2013

5. Hod Lipson, Melba Kurman, Fabricated: the new world of 3d printing, Wiley, London, 2013

2.4 Η καθιέρωση της έννοιας του Fabrication ως την σύμπτυξη της παραγωγής και της εξερεύνησης στο νέο παράδειγμα.

Με την επικράτηση των Fab labs, η έννοια του fabrication εισάγεται ακόμη πιο ενεργά στην αρχιτεκτονική συζήτηση, καθώς τα μέσα παραγωγής γίνονται περισσότερο προσβάσιμα από ποτέ. Το fabrication σχετίζεται ενεργά με την παραπάνω συζήτηση καθώς μέσα από τα τις διαδικασίες και τα μέσα παραγωγής μπορεί να επαναπροσδιοριστεί ο χαρακτήρας της αρχιτεκτονικής. Για την Neri Oxmann, το fabrication μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες:

- Σε τεχνολογίες κατασκευής που στόχο έχουν την αποδοτικότητα (efficiency) και
- Σε τεχνικές που αλλάζουν καθοριστικά τον τρόπο με τον οποίο σκεπτόμαστε για την αρχιτεκτονική εν γένει[1].

Αν εξετάσουμε την έννοια του fabrication σε μεγαλύτερο βάθος, θα δούμε ότι δεν αποτελεί έναν νεολογισμό, αλλά, έναν ορισμό, των διαδικασιών αυτών που ακολουθούν άρρηκτα την αρχιτεκτονική πρακτική. Η επανεξέταση του όρου μέσα από τα δεδομένα που φέρνει το νέο ψηφιακό παράδειγμα, μας επιτρέπει να επανεξετάσουμε την ιστορική σχέση μεταξύ της αρχιτεκτονικής και των μέσων παραγωγής της.

Συγκεκριμένα, η εποχή της πληροφορίας (information age), όπως και η βιομηχανική επανάσταση παλιότερα, μας προκαλεί να επανεξετάσουμε, το πώς σχεδιάζουμε αλλά κυρίως το πώς κατασκευάζουμε αρχιτεκτονικά σύνολα[2].

Οπότε κρίνεται σκόπιμο να εξετάσουμε σύντομα τον ορισμό του fabrication και τις μεθόδους, όπως ορίζονται μέσα στο νέο παράδειγμα. Ως fabrication, ορίζουμε την διαδικασία κατασκευής από ένα σύνολο μελών τα οποία παραδοσιακά επιμερίζονται σε κατηγορίες βάσει των ιδιοτήτων τους και της αλληλουχίας τους κατά την διαδικασία κατασκευής ενός αντικειμένου. Οι κυριότερες και επικρατέστερες διαδικασίες είναι "additive fabrication", "subtractive fabrication" και "formative fabrication"[3] καθώς και "cutting fabrication"[4] όπως έρχεται από την πρώτη γενιά των ψηφιακών μέσων παραγωγής.

- "Cutting fabrication", αναφέρεται στην πλέον επικρατέστερη μέθοδο η οποία βασίζεται σε μηχανήματα κοπής όπως plasma-arc, laser-beam, water-jet. Η λογική της μεθόδου αφορά την κοπή επίπεδων επιφανειών υλικού (ξύλο, μετάλλου κλπ), με εργαλείο δύο ή τριών αξόνων. Η κατασκευαστική λογική βασίζεται στην μεταγραφή πολύπλοκων γεωμετριών σε δυσδιάστατα, επίπεδα κομμάτια που συνθέτοντάς τα, δημιουργείται το σχήμα.
- "Additive fabrication", αναφέρεται στην μέθοδο κατασκευής ενός αντικειμένου, μέσω της εναπόθεσης υλικού σε στρώσεις. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται στα περισσότερα μηχανήματα 3d printing
- "Subtractive fabrication", αναφέρεται στην μέθοδο παραγωγής ενός αντικειμένου, μέσω της αφαίρεσης υλικού, με την χρήση μηχανών όπως multi-axis milling κλπ.
- "Formative fabrication", αναφέρεται στις μεθόδους, οι οποίες εκμεταλλεύονται τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών ώστε να καταλήξουν στην τελική μορφή, όπως bending, forging, forming.
- Τέλος, κατασκευαστικές τεχνικές που περιλαμβάνουν συνδυασμό των παραπάνω ονομάζονται "composite" ή "hybrid" fabrication,

1. Neri Oxman, Jorge Duro- Royo, Steven Keating, Towards Robotic Swarm Printing, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

2. Branko Kolarevic, Designing and Manufacturing Architecture in the digital age, Spon Press & Francis Group, 2003

3. Neri Oxman και Steven Kating, Robotic immaterial fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

4. Branko Kolarevic, Designing and Manufacturing Architecture in the digital age, Spon Press & Francis Group, 2003

Στο προηγούμενο παράδειγμα αρχιτεκτονικού σχεδιασμού τόσο με αναλογικά μέσα όσο και με ψηφιακά, παρόλο την ιδεολογική μετάβαση από το «Mass production» στο «Mass customization», υπάρχει ακόμη έντονος διαχωρισμός ανάμεσα στις διαδικασίες σύλληψης της μορφής και της προετοιμασίας της για παραγωγή. Το επόμενο παράδειγμα αρχιτεκτονικής πρακτικής θα κληθεί να συμπεριλάβει μέσα στις διαδικασίες σχεδιασμού και μορφοποίησης, μία υψηλότερου επιπέδου σύγκλιση και σύμπραξη ανάμεσα στο form generation και materialization[1]. Δηλαδή τα μέσα fabrication πρέπει να συμπεριληφθούν μέσα στην σχεδιαστική διαδικασία.

Η σύμπραξη των χώρων των «digital design commons», των «scripting cultures» και των μεθόδων fabrication, δημιουργεί έναν χώρο όπου η αρχιτεκτονική πρακτική βασίζεται ενεργά πάνω σε αλγοριθμικές δομές για την παραγωγή της μορφής, καθώς ο αλγόριθμος μεταφράζεται σε μορφή μέσω «data controlled εργαλείων fabrication». Μπορούμε επομένως να ισχυριστούμε ότι αντιστρέφεται πλήρως η ιδέα του «form follows function» εγκαινιάζοντας ενεργά το παράδειγμα του «form follows data». Οπότε το νέο παράδειγμα απαιτεί την ίδρυση μιας αρχιτεκτονικής πρακτικής βασισμένη εξολοκλήρου πάνω σε αλγοριθμικά δεδομένα, καθώς καλούμαστε να διαχειριστούμε ένα σύστημα παραγωγής και διαχείρισης της μορφής εξολοκλήρου σε προγραμματιστικό περιβάλλον.

Ουσιαστικά ανοίγεται ενεργά η συζήτηση για αρχιτεκτονικά σύνολα εξολοκλήρου κατασκευασμένα με ρομποτικά μέσα. Επομένως διαφαίνεται ξεκάθαρα ότι η επόμενη αλλαγή παραδείγματος αφορά την μετάβαση από το «digital στα robotics», με εντοπισμό του ενδιαφέροντος, στον σχεδιασμό των εργαλείων και μέσων παραγωγής του νέου παραδείγματος. Η συζήτηση μεταφέρεται οπότε στα εργαλεία και τα μέσα fabrication και τι νέο φέρνουν στον σχεδιασμό και στην παραγωγή του αρχιτεκτονικού έργου.

Η παραγωγή, όπως θα αναπτυχθεί και παρακάτω, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την υλικότητα. Πάνω σε αυτό, ενδιαφέρον έχει ο διαχωρισμός που προτείνουν ο Deleuze και Guattari, σχετικά με τις μεθόδους με τις οποίες διατελείται η επιστημονική έρευνα και που αποτελούν δύο διαφορετικές επιστημονικές σχολές. Για τους δύο φιλοσόφους, υπάρχουν δύο τύποι επιστημών, royal science (major mode) και minor science (minor mode)[2].

Εικ.1 Mataerial – New method of additive 3D manufacturing

Οι royal sciences, σχετίζονται με τις μεγάλες κρατικές σχολές και ακαδημίες επιστημών, με βασικό στόχο την ανακάλυψη των φυσικών νόμων, στην μορφή που τους ξέρουμε σήμερα. Γενικοί και ουδέτεροι, βασιζόμενη σε μια σειρά παραδοχών ώστε να μπορεί το πείραμα να είναι έγκυρο και επαναλήψιμο.

Οι «nomad sciences» όπως ονομάζονται διαφορετικά, σχετίζονται με την «επιστήμη» των εργαστηρίων και των τεχνητών, των οποίων βασική δουλεία ήταν να κατασκευάζουν εργαλεία βασισμένα στους νόμους των «royal sciences» και να τους δοκιμάζουν ενεργά σε πραγματικό χρόνο και καταστάσεις (in-situ).

Μπορούμε να πούμε ότι ενώ οι «royal sciences» βασιζόντουσαν στην κανονικότητα, στην καθαρότητα του πειράματος, στην ομοιογένεια του υλικού, στην σταθερή μετάδοση ενέργειας και σε αξιωματικές λογικές δομές, αντιστοίχως οι «nomad sciences», εντόπιζαν το ενδιαφέρον τους σε τοπολογικούς χώρους, «problematic» λογικές δομές, ετερογενή υλικά και μη σταθερή μετάδοση ενέργειας. Γι΄ αυτό

Εικ. 1 ICD/ITKE pavilion 2013, generic πλατφορμα παραγωγης προσαρμοσμένη για συγκεκριμενο σχεδιαστικό και κατασκευαστικό τόπο.

το λόγο ο Deleuze kai Guattari, θεωρούσαν την μεταλλουργεία ως "minor science in person".

Υπό αυτό την οπτική γωνία γίνεται σαφές, ότι οι «royal sciences» και οι επιστήμονες που υποστήριζαν την κοινότητα αυτή, έφεραν μεγαλύτερο κύρος σε σχέση με τα εργαστήρια των τεχνητών, οπότε τα επιστημονικά πεδία τα οποία εν τέλει επικρατήσαν στην Αγγλία του 17ου αιώνα ήταν αυτά που δεν τα απασχολούσαν οι συνθήκες όπου τα υλικά αναδείκνυαν την πολύπλοκη συμπεριφορά τους σε όλο το φάσμα. Άρα θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι η βιομηχανική επανάσταση και το φορντικό μοντέλο παραγωγής αποτελούν μία συνθήκη βασισμένη σε αυτό το επιστημονικό μοντέλο, όπου η μορφή επιβάλλεται στο υλικό, μην λαμβάνοντας υπόψιν τις ιδιότητές του.

Οπότε αν το επικρατέστερο επιστημονικό μοντέλο βασιζόταν σε γραμμικές (linear) μεταλλάξεις της ύλης, τότε και τα μέσα παραγωγής θα ακολουθούσαν τους ίδιους νόμους και αξιώματα. Με την μετάβαση από το digital στα robotics, οι nomad sciences επανέρχονται στο προσκήνιο της αρχιτεκτονικής παραγωγής. Ο συνδυασμός της μετάβασης από το mass production στο mass customization, της επικράτησης των digital design commons και των fab labs και η εφαρμογή του βιολογικού παραδείγματος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό σηματοδοτεί την εποχή όπου η αρχιτεκτονική παραγωγή επιστρέφει ενεργά στα εργαστήρια μέσα από την σχέση αλγορίθμου και fabrication.

Τα νέα εργαλεία παραγωγής και εξάσκησης της αρχιτεκτονικής πρακτικής πρέπει να βασίζονται στην αποδοχή την πολυπλοκότητας, της διαφορετικότητας, των μη σταθερών καταστάσεων της ύλης και των μη γραμμικών μεταλλάξεων της ενέργειας και της ύλης. Απαιτείται μία νέα σειρά μέσων παραγωγής που να μπορούν να διαχειριστούν μία εντελώς νέα κατάσταση προβλημάτων.

Ο Achim Menges, υποστηρίζει ότι μπορούμε να διαχωρίσουμε τα εργαλεία και τις τεχνικές fabrication σε δύο διακριτές φάσεις [3]. Η πρώτη φάση, σχετίζεται «με την υποχώρηση της λογικής και της οικονομίας που σχετίζεται με την σειριακή παραγωγή στην βιομηχανία προκατασκευασμένων κτιριακών στοιχείων». Αυτό συνδέεται με την μεγάλη διάδοση και προσβασιμότητα, τις τελευταίες δύο δεκαετίες, διαδικασιών που συνέδεσαν την βιομηχανική παραγωγή και το fabrication, άμεσα με τον σχεδιασμό του υπολογιστή. Η πρώτη αυτή φάση αρχιτεκτονικής παραγωγής βασίστηκε στην εισαγωγή των προ πολλού καθιερωμένων αναλογικών μηχανών, όπως CNC mills, CNC saws, CNC joinery machines, κλπ, με σύστημα οδήγησης βασισμένο σε «numeric control» μέσω υπολογιστή.

Η νέα αυτή σύμπραξη analog και digital οδήγησε σε μία σημαντική πρώτη αύξηση στην διαφορετικότητα και την πολυμορφία στις παραγωγικές διαδικασίες (embryologic houses), αλλά τα ίδια τα μηχανήματα ήταν περιορισμένα να εκτελούν πολύ συγκεκριμένες διαδικασίες[4].

Η δεύτερη φάση στα μέσα παραγωγής, η οποία βρίσκεται αυτή την στιγμή σε εξέλιξη, αφορά την μετάβαση από «job specific computer controlled» εργαλεία σε περισσότερο "generic" ρομπότ παραγωγής. (εικ.1) Ο «generic" χαρακτήρας του ρομποτικού βραχίονα αφορά την ιδιότητα του να γίνεται συγκεκριμένος και προσαρμοσμένος για μια συγκεκριμένη διαδικασία μόνο όταν τοποθετηθεί στο άκρο του ένας συγκεκριμένος "effector" ή εργαλείο. Η διαδικασία αυτή δίνει την δυνατότητα να σχεδιαστεί η διαδικασία παραγωγής και να προσαρμοστεί σε σχέση με το συγκεκριμένο έργο το οποίο καλείται να φέρει εις πέρας.

Το γεγονός αυτό, προκαλεί ανοιχτά την μέχρι τώρα καθιερωμένη γραμμική ιεραρχία και διαδικασία στην παραγωγή, καθώς με την εισαγωγή του ρομποτικού βραχίονα σε αυτή, ο σχεδιασμός εμπεριέχει και τον σχεδιασμό της διαδικασίας παραγωγής. Επίσης, η εισαγωγή του ρομποτικού βραχίονα στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική παραγωγή, σηματοδοτεί, την εισαγωγή τεχνικών και φιλοσοφιών σχεδιασμού και παραγωγής από το πεδίο του 3d Printing, το οποίο πρόκειται για ένα εργαλείο «rapid prototyping», στο πεδίο της αρχιτεκτονικής παραγωγής σε πραγματική κλίμακα. Δηλαδή, η παραγωγή βγαίνει από το εργαστήριο και γίνεται πραγματική αρχιτεκτονική με την χρήση in-situ ρομποτικών μέσων.

Οπότε ο ρομποτικός βραχίονας αποτελεί την ενεργή μεταγραφή από τον δυνητικό χώρο της πληροφορικής και της τεχνητής νοημοσύνης, στον χώρο της πραγματικής αρχιτεκτονικής παραγωγής, του όρου «intelligent agent» ή «abstract intelligent agent», ο οποίος ορίζεται ως μία αυτόνομη οντότητα, που παρατηρεί μέσα από διεπαφές με το περιβάλλον (sensors) και τελεί μία πράξη πάνω σε αυτό με την χρήση πραγματοποιητών (actuators), με σκοπό την επίτευξη κάποιου συγκεκριμένου σκοπού.

Επομένως, μπορούμε ενδεχομένως να αντιμετωπίσουμε τον ρομποτικό βραχίονα ως ένα αφηρημένο διάγραμμα ή με τον όρο των Deleuze και Guattarri, μία αφηρημένη μηχανή[5]. Όπως και στο παράδειγμα του κώδικα που επιδέχεται πολλαπλές αποτοπικοποιήσεις και επανατοπικοποιήσεις όπως χαρακτηριστικά υποστηρίζει ο Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, έτσι και στην περίπτωση του «generic» μηχανήματος παραγωγής, ο κατασκευαστικός τόπος δυνητικοποιείται, καθώς η μέθοδος κατασκευής αποτελεί εξίσου ενεργό κομμάτι της σχεδιαστικής διαδικασίας. Οπότε η διαδικασία σχεδιασμού της μορφής ενέχει ενεργά και τις διαδικασίες παραγωγής της μορφής.

Πιο ειδικά, μπορούμε να εντοπίσουμε μία σειρά από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τον «generic» χαρακτήρα του ρομποτικού βραχίονα.

Συγκεκριμένα η ευελιξία του ρομποτικού βραχίονα εντοπίζεται στο ότι δεν είναι σχεδιασμένος να εκτελεί συγκεκριμένες παραγωγικές διαδικασίες.

Το γεγονός που κάνει την χρήση του καίρια για την αρχιτεκτονική παραγωγή είναι η ικανότητα που έχει να επαναλαμβάνει με απόλυτη ακρίβεια συγκεκριμένες κινήσεις. Οι κινήσεις αυτές στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μεταφράζονται στον απόλυτο έλεγχο τόσο της σχεδιαστικής όσο και της παραγωγικής διαδικασίας μορφών και συνόλων που βασίζονται στην πολυμορφία και την διαφορετικότητα, πληρώντας τα δύο βασικά κριτήρια που θέσαμε παραπάνω, έλεγχο και παραγωγικότητα.

Οπότε μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί τον τελευταίο κρίκο σε μία ψηφιακή αλυσίδα από CAD-to-CAM data, συνδέοντας το ρομποτικά κατασκευασμένο αρχιτεκτόνημα με ένα ψηφιακό μοντέλο πληροφοριών (digital information model)[6].

Τέλος, ο ρομποτικός βραχίονας, αντιπροσωπεύει την υλική έκφραση της αλλαγής παραδείγματος που περιγράψαμε παραπάνω από τον σχεδιασμό αντικειμένου στον σχεδιασμό πλατφόρμας, καθώς ο ίδιος αποτελεί μια πλατφόρμα όπου διαφορετικές διαδικασίες fabrication μπορούν να εφαρμοστούν. Το χαρακτηριστικό της πλατφόρμας αποτελεί στοιχείο που το συναντάμε σε όλο και περισσότερες εφαρμογές της τεχνολογίας στην εποχή μας όπως τα κινητά τηλέφωνα, με την δυνατότητα εγκατάστασης εφαρμογών και στην περίπτωση της πλατφόρμας Arduino, που αποτελεί την βάση ενός μη προσδιορισμένου συστήματος.

1. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, RobArch: Robotic Fabrication in architecture Art, and Design, Sigrid Brell- Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

2. Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

3. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, RobArch: Robotic Fabrication in architecture Art, and Design, Sigrid Brell- Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

4. Achim Menges, Tobias Schwinn, Manufacturing reciprocities, AD "Made by Robots", Achim Menges, Wiley, London, 2012

5. Μία αφηρημένη μηχανή καθαυτή δεν είναι φυσική ή σωματική, πιο πολύ απ΄ ότι είναι σημειωτική. Είναι διαγραμματική. Λειτουργεί με ύλη και όχι με ουσία; με λειτουργία όχι με μορφή... Η αφηρημένη μηχανή είναι καθαρή Ύλη- λειτουργία- ένα διάγραμμα ανεξάρτητο από τις μορφές και τις ουσίες, τις εκφράσεις και τα περιεχόμενα που θα διανείμει. Gilles Deleuze and Felix Guattari. A thousand Plateaus

6. Achim Menges, Tobias Schwinn, Manufacturing reciprocities, AD "Material Computation", Achim Menges, Wiley, London, 2012

Η εισαγωγή του ρομποτικού βραχίονα, δημιουργεί μία σειρά αναταράξεων και ζητημάτων που θέτουν νέα δεδομένα στο πεδίο του fabrication. Το κυριότερο αφορά την ιδιότητα του ρομπότ να αποτελεί μια απόλυτα generic πλατφόρμα παραγωγής.

Πάνω σε αυτή την διαλεκτική, ο Antoine Picon, προτείνει ένα μοντέλο σκέψης όπου η αρχιτεκτονική παράγεται από «emancipated robots», ανοίγοντας τον δρόμο για μία ομογενοποιημένη σχεδιαστική και κατασκευαστική διαδικασία βασισμένη σε μία σειρά από «συζητήσεις», από την μια πλευρά με ανθρώπους, αρχιτέκτονες, εργάτες και από την άλλη πλευρά με μηχανές, υπολογιστές και ρομπότ[1]. Η θέση αυτή απαιτεί μία συγκεκριμένη κοινωνική γνώση και ωριμότητα που μόνο μέσω μιας νέας επιστημικής αλλαγής μπορεί να επιτευχθεί.

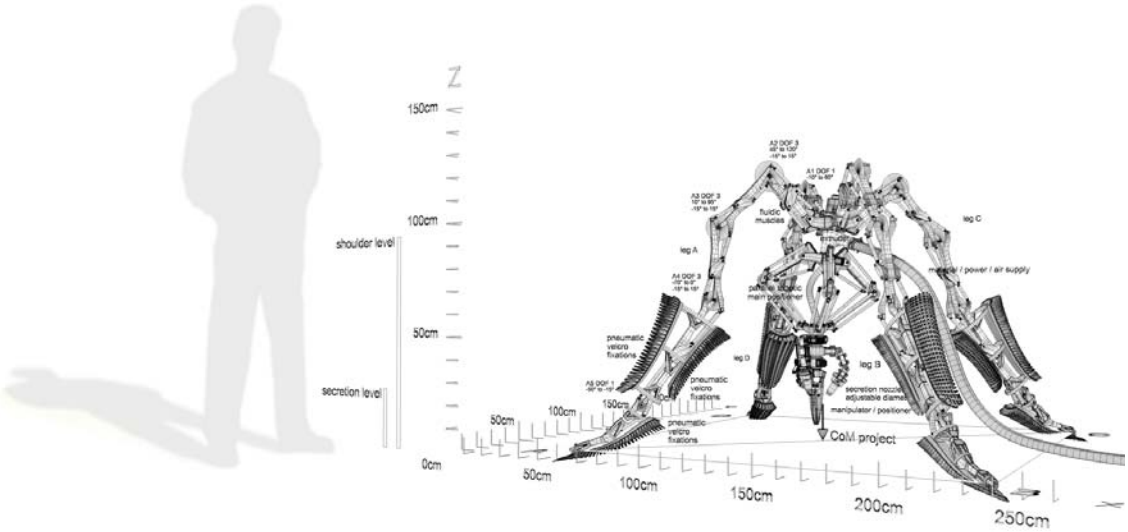
Οπότε η επιστημική αλλαγή στην παρούσα φάση, γίνεται κοινωνικό αίτημα ώστε να επιτευχθεί η δυνητικοποίηση του εργαλείου. Ο Philippe Morel, θέτει το ζήτημα ότι βλέπουμε τα ρομπότ μέσα από ένα ήδη υπάρχων πλαίσιο, αναφέροντας χαρακτηριστικά ότι «δεν αναρωτιόμαστε τι πραγματικά μπορούμε να κάνουμε με αυτά»[2]. Σε ένα παράδειγμα που παραθέτει για το πώς η μηχανική αεροσκαφών πέρασε από την μίμηση του πετάγματος του πουλιού στην μηχανική της πτήσης, αναφέρει ότι απαιτείται ένα άλμα σκέψης και αντίληψης, το οποίο έχει σχέση με την επιστημική συνείδηση μίας κοινωνίας.

Πάνω σε αυτή την διαλεκτική, ο Francois Roche και η Camille Lacadee, επιλέγουν να δουν τα ρομπότ ως «pataphysical machines», ο οποίες κατοικούν και πλοηγούνται στον κόσμο της «yestertommorrow-day, "with happiness and innocence, walking briskly through the mountains of rubbish of the 21th and beyond"(εικ1).

Για τον Francois Roche, αυτές οι μηχανές διαπραγματεύονται με μεγάλη ευκολία «the endless limits of what we could consider the territory of absurdity, where illogical behavior is protocolised with an extreme logic of emerging design and geometry, where input and output are described by mathematical rules»[3].

Μέσα από μία σειρά σχεδίων ρομπότ παραγωγής, ο Roche, διαπραγματεύεται τον νέο ενδιάμεσο χώρο μεταξύ ανθρώπου και μηχανής, εξερευνώντας το αναγκαίο άλμα στην σκέψη, προσπαθώντας να δει σε τι επίπεδα μπορεί να φτάσει η διάδραση ανθρώπου και μηχανής, βασισμένος στην θέση ότι και οι μηχανές παράγουν «artefacts, assemblages, multiple association and desires, and are infiltrating the very raison d' etre, of our own bodies and minds that are codependent on our own biotopes or habitats».

Οπότε καλούμαστε να επανεξετάσουμε τι νέο προσφέρει το ρομπότ στην έννοια του Fabrication



Εικ1 Francois Roche – Camille Lacadee, Experiments by New-Territories, Body-Builder-Shitter: Instructions: "Rent an agile hyper-proteined device, shitting liquid concrete in a vertical phallic extrusion, which is turned into coagulations that it stands on to continue the construction process in defiance of gravity.
The Shitter is only made available to rent to a minimum of 30 families, dedicated and driven by a bio-politic decision".

καθώς και να ανακαλύψουμε τις νέες τεχνικές που αναδύονται μέσα από την χρήση του.

Ο Antoine Picon, επικεντρώνει το ενδιαφέρον του για το ρομπότ στο γεγονός ότι για πρώτη φορά ο αρχιτέκτονας, μέσω του robotic fabrication, έρχεται αντιμέτωπος με την ανάγκη να συνεργαστεί με τα εργαλεία του και όχι απλά να τα χρησιμοποιήσει. (εικ2). Η διαλεκτική αυτή επικεντρώνεται σε ορισμένα συμπεράσματα[4]:

- «Τα ρομπότ αναγκάζουν τους σχεδιαστές να σκεφτούν και να σχεδιάσουν σε ένα πραγματικά τρισδιάστατο περιβάλλον». Καθώς η κίνηση των ρομπότ βασίζεται στην περιστροφή σε δύο ή περισσότερους άξονες. Το χαρακτηριστικό αυτό εισάγει στην σχεδιαστική διαδικασία την ανάλυση της κατασκευής και την παραγωγή της μορφής μέσα από περιστροφές, γεγονός που είχε μείνει στο περιθώριο καθώς η αντίληψη του χώρου για τος αρχιτέκτονες βασιζόταν στην γραμμικότητα.

- Καθώς αρχίζει να διαφαίνεται μια σύμπραξη των τεχνικών σχεδιασμού και των τεχνικών παραγωγής, αναδύεται η έννοια «digital materiality», η οποία βασίστηκε στον συνδυασμό εννοιών που μέχρι τώρα ήταν ανταγωνιστικές μεταξύ τους: το πραγματικό και το δυνητικό, το συγκεκριμένο και το αφηρημένο. Τα ρομπότ λόγω της φύσης τους δίνουν την δυνατότητα στους αρχιτέκτονες να δουλέψουν στα όρια μεταξύ σταθερών «assemblage» και ασταθών συνδυασμών. Η θέση αυτή επαναφέρει την συζήτηση ξανά γύρω από τον διαχωρισμό royal και nomad science, όπου ο Delanda, θέτει το θέμα χειρισμού της ύλης και των υλικών σε καταστάσεις μη ισορροπίας και ανομοιογένειας[5].

- «Το fabrication με ρομποτικά μέσα, προκαλεί ενεργά αλλαγές στην έννοια της αποδοτικότητας και της έννοιας του ωραίου που συνδέεται με αυτήν». Η παραπάνω θέση αν την δούμε σε σχέση με το προηγούμενο παράδειγμα αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, το οποίο υπερασπιζόταν μία γλώσσα βασισμένη στο απλό, το λιτό, το minimal και της ομοιογένειας, με την εφαρμογή του ρομπότ γίνεται αποδοχή της πολυπλοκότητας, την πολυμορφίας και της ανομοιογένειας, χαρακτηριστικά που όπως είδαμε, εντοπίζονται σε μοντέλα βασισμένα στις φυσικές δομές. Μέσα από αυτή την σύνδεση, οι αρχιτέκτονες, αποδέχονται αισθητικά το πολύπλοκο και εκπαιδεύονται τόσο στον χειρισμό του όσο και στην αισθητική του.

Οπότε, γίνεται σαφές ότι το robotic fabrication, αποτελεί ένα στοιχείο που μας προκαλεί να διαβούμε το διανοητικό άλμα που απαιτείται ώστε «η χρήση των robotics στην παραγωγή να αποτελέσει τον καταλύτη για νέες κατασκευαστικές διαδικασίες και τεχνικές»[6].

Με τα παραπάνω χαρακτηριστικά τα οποία οδηγούν σε μία αναδιατύπωση τόσο του σχεδιασμού

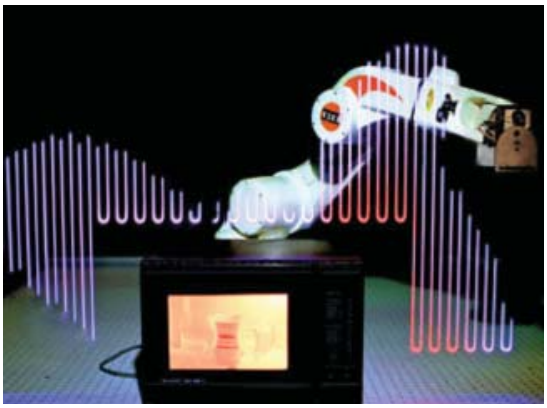
Εικ. 2 Spatial Aggregations, Kohler & Gramazio, ETH 2012

αλλά και της διαδικασίας παραγωγής της μορφής, η Neri Oxmann, προσθέτει ακόμη δύο είδη fabrication, τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα, τόσο με την χρήση του ρομποτικού βραχίονα, όσο και με την επιστημική αλλαγή που τον συνοδεύει. Συγκεκριμένα, αναφέρεται σε τεχνικές «immaterial fabrication» και σε τεχνικές «informed fabrication» [7].

Η βασική παραδοχή που χαρακτηρίζει τις δύο αυτές τεχνικές, σχετίζεται με την δυνατότητα του ρομποτικού βραχίονα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί, με την χρήση των κατάλληλων «effectors», τόσο σαν μέσο συλλογής δεδομένων (input), με την χρήση sensors, όσο και σαν μέσο παραγωγής- επίδρασης στο περιβάλλον, με την χρήση κάποιου «extruder» ή αλλού εργαλείου. Η χρήση εργαλείων input, αφορά 3d scanners, κλπ.

Οι νέες τεχνικές που προτείνονται, στόχο έχουν να υπερβούν τα όρια των μέχρι τώρα τεχνικών fabrication, οι οποίες βασίζονται στην αλληλεπίδραση με το υλικό μέσω μηχανικών μετασχηματισμών και με κριτήριο την ομοιογένεια του υλικού κατασκευής. Πέρα επομένως από τον χώρο των τεχνικών που βασίζονται στις royal sciences, όπως μας ανέδειξε ο DeLanda, υπάρχει ο χώρος των nomad sciences, ο οποίος αφορά τον χειρισμό του υλικού μέσω των ιδιοτήτων του και μέσω «πεδίων» (εικ3), όπως προκύπτει από τον Stan Allen.

Εικ.3 Magnetic Architecture, Generative design through sensoric robots, Rob Arch 2012



Εικ.4 Immaterial Fabrication, Rob Arch 2012

Οπότε η συζήτηση μεταφέρεται από την μηχανικές ιδιότητες της ύλης στις ποιοτικές, όπως ελαστικότητα, δομή και πυκνότητα. Επίσης διερευνάται η επίδραση, πράξεων πέραν της άμεσης αλληλεπίδρασης με την ύλη όπως bending, folding, laser cutting κλπ αλλά πράξεων που αλληλοεπιδρούν εμμέσως με την ύλη, μέσω πεδίων και ροών ενέργειας, όπως ηλεκτρομαγνητικών, θερμικών, radioactive, και ακουστικών πεδίων.

Και οι δύο περιπτώσεις είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους και δεν μπορούν να αναλυθούν ξεχωριστά. Πιο ειδικά μπορούμε να τις προσδιορίσουμε μέσα από τα δύο κυριότερα χαρακτηριστικά τους.

- Immaterial fabrication, αφορά την διαδικασία, όπου το design medium, που μέχρι τώρα αφορούσε φυσική ύλη αντικαθίσταται με φυσικές ιδιότητες. Ουσιαστικά, η μορφοποίηση γίνεται μέσω φυσικών δυνάμεων και πεδίων, ή αλλιώς όπως το περιγράφει ο DeLanda, σχέσεις ύλης-ενέργειας.

- Informed fabrication, αφορά την χαρτογράφηση του φυσικού χώρου και μέσω αυτής της πληροφορίας να ελέγξει την διαδικασία fabrication

Οπότε το fabrication, συμπληρώνεται και εμπλουτίζεται με τεχνικές που επηρεάζουν το υλικό όχι μόνο με άμεση επαφή αλλά και μέσω έμμεσων δυνάμεων και πεδίων. Τα χαρακτηριστικά του fabrication που ορίσαμε παραπάνω, αποτελούν ουσιαστικά μία μέθοδο χαρτογράφησης, όπου μέσα από την οποία μπορεί να αρχίσει μια εκ νέου εξερεύνηση της αρχιτεκτονικής μορφής με απρόσμενα αποτελέσματα. Το fabrication, οπότε, δεν αποτελεί σε αυτή την περίπτωση ένα απλά μέσο μορφοποίησης και κατασκευής αλλά ένα σημαντικό εργαλείο που εισάγει τον αρχιτέκτονα βαθιά στην έρευνα για το υλικό, τον σχεδιασμό και την κατασκευή, προωθώντας την πρωτοπορία και την ανακάλυψη νέων τεχνικών, νέων μορφών, νέων τύπου σχεδιασμού και κατασκευής της μορφής.

1. Antoine Picon, Robots and architecture: Experiments, Fiction, Epistemology, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

2. Philippe Morel, Computation or Revolution, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

3. Francois Roch and Camille Lacadee, Macnines for Rent, Experiments by New- territories, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

4. Antoine Picon, Robots and architecture: Experiments, Fiction, Epistemology, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

5. Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

6. Neri Oxman, Jorge Duro- Royo, Steven Keating, Towards Robotic Swarm Printing, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

7. Neri Oxmann, Steven Kating, Robotic immaterial fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

Έχοντας κατανοήσει το βασικό corpus, των εννοιών και της θεωρίας που ορίζει το fabrication και τα generic μέσα παραγωγής, θα ήταν θεμιτό να δούμε σε μία σειρά παραδειγμάτων, πως ο ρομποτικός βραχίονας και η αλλαγή στην σκέψη αλλάζει τον τρόπο που κατασκευάζουμε.

-ZipShape Bending

Η παρούσα τεχνική (moudless bending) αφορά το fabrication «curved panels» από οποιοδήποτε επίπεδο υλικό χωρίς την χρήση καλουπιών. (εικ1,2) Η παρούσα έρευνα απαιτεί για πραγματοποίησή της την μετάβαση από «an abstract geometrical concept to experiencing the inseparable relation of form and material behavior»[1]. Η τεχνική βασίζεται στην χρήση δύο επιφανειών, όπου η επιφάνεια η οποία βρίσκεται σε επαφή με την άλλη, έχει χαραχθεί, με 5-axis ή 3-axis milling, ούτως ώστε να σχηματιστούν αναμεσά στις δυο επιφάνειες «δόντια». Η καμπυλότητα, δίνεται αφού ενωθούν οι δύο επιφάνειες όχι με καλούπια αλλά από την διαφοροποίηση των γωνιών στα δόντια που έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Μετά την καμπύλωση, το σχήμα κλειδώνει στην κατάλληλη θέση χωρίς να υπάρχουν κενά ή ανοίγματα στην κατασκευή.

Η τεχνική αυτή για να γίνει πραγματικότητα, ξεκινά από την αρχική ενσωμάτωση της διαδικασίας fabrication από το αρχικό παραμετρικό μοντέλο. Η αρχική καμπύλη που δίνεται σαν input, αναλύεται και μέσω του κατάλληλου script παράγονται όλες οι απαραίτητες λεπτομέρειες και υπολογίζονται οι διαφορετικές γωνίες της πλευράς της επιφάνειας που καλύπτεται από το μοτίβο "zip".

Εικ. 2 The 'Ziprocker', R Aimer, K von Felde, O Illner, S Rehders, T Schütt and H Wolf, Fachschule für Holztechnik Hamburg, January 2009

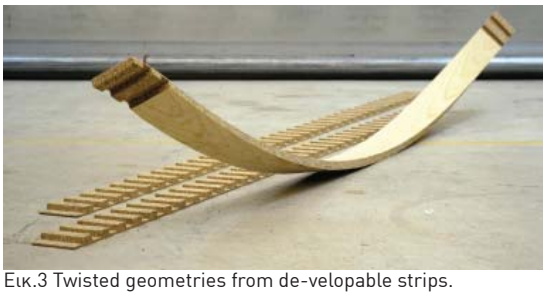
Η διαφορά ανάμεσα στο 3- axis και του 5-axis milling, αφορά την δυνατότητα τα φινίρισματα των δοντιών που απαρτίζουν το zip να είναι παράλληλα ή να είναι υπό κλίση ώστε να παραλάβουν με πιο βέλτιστο τρόπο την καμπυλότητα και να μην υπάρχουν κενά. Οπότε όσο πιο generic και ευέλικτο το μέσο παραγωγής τόσο πιο κοντά στο digital μοντέλο προερχόμενο από τον υπολογιστή μπορούμε να φτάσουμε.

Μέσα από μια διαδικασία με stress testing και ψηφιοποίηση των ανοχών του υλικού, το ψηφιακό

Εικ.1 Hot-wire-cut Snap-Fit Joint System, J Bieniek, F Nienhaus , L A Pinkcombe and A Wood
The Detmold School of Architecture in collaboration with University of Florida, May 2011

Εικ.3 Τεσσερα δειγματα απο XPS, με συνεχως αυξανόμενο "Resiliance factor", η μαυρη καμπύλη, είναι η αρχική maste- cuve, ETH RAPLAB, Zürich, August 2010

μοντέλο, λαμβάνει δεδομένα από το πραγματικό περιβάλλον και ενημερώνεται με την συμπεριφορά του υλικού. Το αποτέλεσμα πλησιάζει σε πολύ μεγάλο ποσοστό την πραγματικότητα ώστε όταν κατασκευαστεί το μοντέλο σε κλίμακα 1:1, ήδη να γνωρίζουμε a priori τα όρια ανοχής του και η διαδικασία κατασκευής τους να αναχθεί σε απλή διαδικασία συναρμολόγησης χωρίς χρήση καλουπιών και άλλων παραδοσιακών τεχνικών bending (εικ.3,4,5).



Εικ.3 Twisted geometries from de-velopable strips.
BFH–AHB, Biel, October

1. Christoph Schindler, Margarita Salmaron Espinosa, ZipShape Moundless Bending II, A Shift from Geometry to experience, Generative and Parametric Design- eCAADe 29

Εικ. 4 The 'ZipSculpture' ,Open Day in Biel in November 2010, A Rosenkranz, S Kraft and C Rehm.
BFH–AHB, Biel, November

-In situ Fabrication_ Mobile robotic units on construction sites

Το συγκεκριμένο project, αφορά την κατασκευή με robotic fabrication, αρχιτεκτονικών και κτηριακών μελών, in situ. Το project υλοποιήθηκε από τους Matthias Kohler και Fabio Gramazio στο τμήμα αρχιτεκτονικής και Digital Fabrication του πανεπιστημίου ETH. Ουσιαστικά πρόκειται για την πρώτη πραγματικά πλατφόρμα generic παραγωγής καθώς ο όρος «in situ fabrication», ουσιαστικά σηματοδοτεί την μετάβαση από την έννοια του pre-fabrication που σταθερά συνδεόταν με σταθερά μέσα παραγωγής στον χώρο του εργοταξίου, στην δυνατότητα το μέσο παραγωγής να είναι ευέλικτο, κυριολεκτικά και να μπορεί να προσαρμοστεί στον εκάστοτε κατασκευαστικό τόπο και εργοτάξιο (εικ1).

Η διαδικασία αφορά την χρήση ενός «automatic mobile robotic unit», το οποίο μπορεί να πλοηγηθεί σε έναν αδόμητο, δυναμικό κατασκευαστικό τόπο, το οποίο συνεχώς προσαρμόζεται και αναλύει το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Η διαδικασία αυτή δεν αφορά μόνο την δυνατότητα κίνησης του ίδιου το ρομπότ στο χώρο, αλλά μέσω κατάλληλων sensors του δίνεται η δυνατότητα να προσαρμόζει και την ίδια την κατασκευαστική διαδικασία, ανιχνεύοντας τις ανοχές του υλικού κατασκευής, αστοχίες ή ατέλειες στην κατασκευή .

Η ιδέα η οποία προτείνει ένα μηχάνημα παραγωγής μέσω sensors να προσαρμόζει το αποτέλεσμα βάσει παραμέτρων και δεδομένων που προέρχονται από το περιβάλλον αναφέρεται σε μια διαδικασία

Εικ. 2 In situ Fabricator, ETH Zurich

ονομάζεται close-loop, καθώς το μηχάνημα λαμβάνει input από την ίδια την παραγωγική διαδικασία και προσαρμόζεται αναλόγως ώστε να πετύχει το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Το αντίθετο παράδειγμα (open- loop), αφορά τα περισσότερα μηχανήματα παραγωγής που έχουμε στην διάθεση μας αυτή την στιγμή που απλά εκτελούν εντολές όπως προέρχονται από το προγραμματιστικό περιβάλλον του υπολογιστή. Η διαδικασία του close-loop αφορά μία νέα δυνατότητα η οποία προέρχεται από τον συνδυασμό του informed fabrication και των νέων τεχνολογιών 3d scanning και sensors.

Η ρομποτική πλατφόρμα του συγκεκριμένου πειράματος, αφορά τον συνδυασμό ενός βιομηχανικού ρομπότ ABB IRB 4600, το οποίο προσαρμόστηκε πάνω σε ειδικά διαμορφωμένη πλατφόρμα με ερπύστριες ώστε να του παρέχει αυτονομία κινήσεων.

Εικ.1 In situ Fabrication, ETH Zurich

Εικ.3, Εφαρμογή sensors στην διαδικασία Fabrication"The robots arm is equipped with a laser range finder. As the robot sweeps its arm, the laser measures points in space to generate a 3D map of its surroundings. This map is registered against an initial scan of the context in order to calculate the robot's position". (© NCCR Digital Fabrication)

Στην πλατφόρμα εγκαταστάθηκαν επίσης 3d Scanners ώστε να βελτιωθεί η συνεργασία του μηχανήματος με την μηχανή, ώστε να μπορεί να αναγνωρίζει ανθρώπινες κινήσεις, καθώς και ένας laser range-finder sensor, ώστε να μπορεί το ρομπότ να κάνει "self- calibrate" σε περίπτωση διαφοροποιήσεων στην κατασκευή(εικ.3).

Το πείραμα διεξάχθηκε στο υπόγειο parking του πανεπιστημίου και αφορούσε την κατασκευή ενός τοίχου από ορθογώνια ξύλινα τούβλα. Η κατασκευή εκτεινόταν από το πάτωμα μέχρι το ταβάνι και είχε σχεδιαστεί έτσι ώστε να δοκιμαστούν όλες οι δυνατότητες του ρομποτικού βραχίονα:

- Να συνδυαστεί με επιτυχία ο χώρος εργασίας του ρομποτικού βραχίονα με την χρήση των ερπυστριών, ώστε να προχωράει και να χτίζει ταυτόχρονα

- Να δοκιμαστεί η χρήση της χρήσης περιαυτολογικών δεδομένων ώστε να προσαρμόσει εκ νέου την κατασκευή

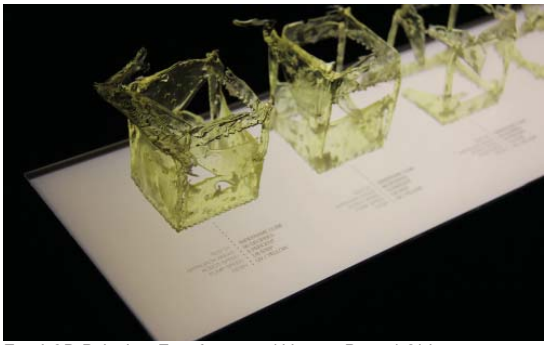
- Να δοκιμαστεί σε ένα πραγματικό κατασκευαστικό περιβάλλον με πραγματικούς περιορισμούς (πέρασμα μέσα από πόρτες, το όριο του ταβανιού, κλπ.).

2. Volker Helm, In situ fabrication, Mobile robotic units on construction sites, AD, Made by robots, Wiley, 2014

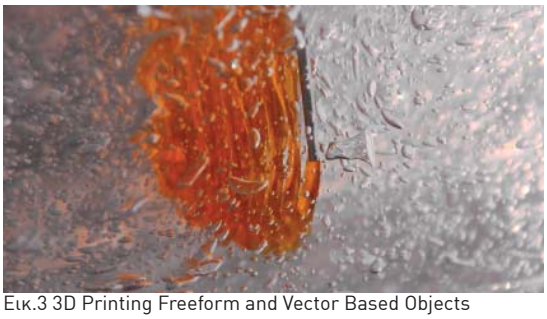
-3D Printing Freeform and Vector Based Objects

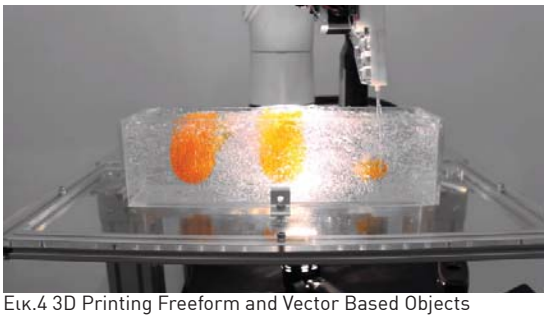
Πάνω στα παραπάνω συμπεράσματα ενδιαφέρων έχει ένα project από το Sci-arc στο οποίο εφαρμόζεται στην άκρη ρομποτικού βραχίονα gel extruder και μέσω μία βελόνας εναποθέτει υλικό μέσα σε ένα δοχείο με gel μεγάλου ιξώδους. Το δεύτερο gel λειτουργεί ως ένα Design medium για την παραγωγή της μορφής και δρα ως ένας κατασκευαστικός τόπος ο οποίος επιτρέπει την δημιουργία γεωμετριών και μορφών με το συγκεκριμένο υλικό που ειδάλλως δεν θα ήταν δυνατό (εικ.1,2,3,4,5).

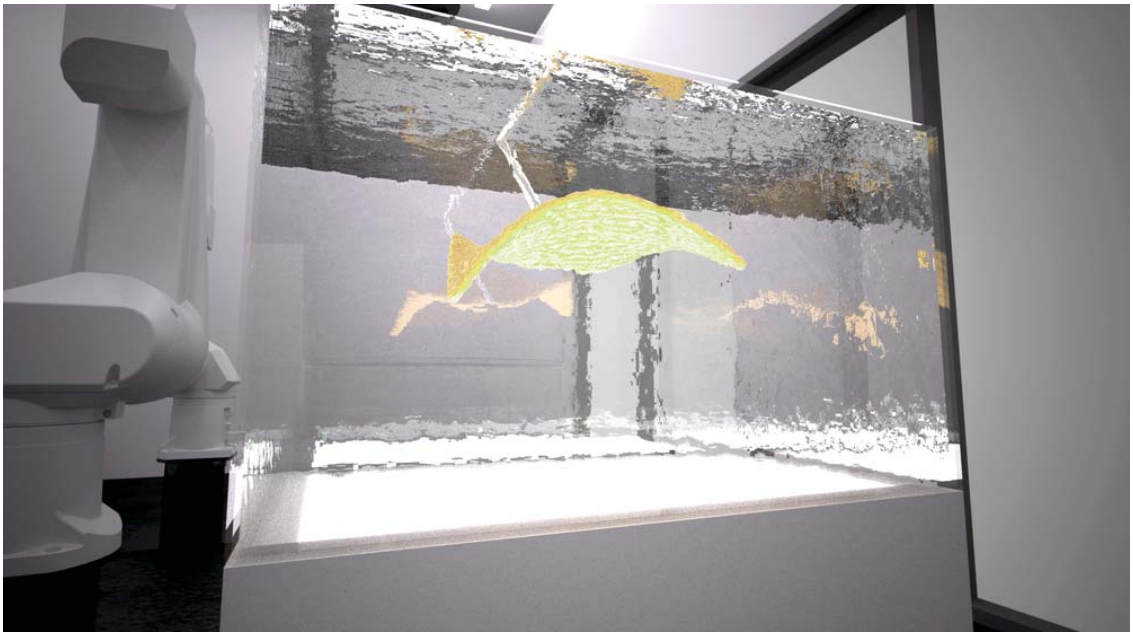
3. http://www.creativeapplications.net/objects/3d-printing-freeform-and-vector-based-objects/


Εικ.1 3D Printing Freeform and Vector Based Objects

Εικ.2 3D Printing Freeform and Vector Based Objects


Εικ.3 3D Printing Freeform and Vector Based Objects


Εικ.4 3D Printing Freeform and Vector Based Objects


Εικ.5 3D Printing Freeform and Vector Based Objects

Η μετάβαση από το digital στα Robotics, αφορά μία συνολικότερη αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε και στον τρόπο με τον οποίο χειριζόμαστε τα μέσα παραγωγής. Πιο ειδικά συγκεκριμένες τεχνικές και τεχνολογίες που αναδύονται αλλάζουν εκ νέου τα μέσα παραγωγής και αναδεικνύουν νέες τεχνικές fabrication.

Ειδικότερα μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα που πλαισιώνουν αυτή την φάση αλλαγής παραδείγματος:

- Αναδεικνύονται οι συλλογικότητες ως μέσο προώθησης των ψηφιακών τεχνολογιών. Συγκεκριμένα αναδύονται τα digital design commons και με την σταδιακή ενσωμάτωση ανοιχτών μέσων σχεδιασμού και παραγωγής μεταβαίνουν και στον χώρο της παραγωγής με την τελική ενσωμάτωση και των Fab Labs.

- Το βιολογικό παράδειγμα καταδεικνύει τον ρόλο του αρχιτέκτονα στην σύγχρονη εποχή, δημιουργώντας ρήξη με την έννοια του authorship του προηγούμενου παραδείγματος, αναγνωρίζοντας τον αρχιτέκτονα ως "mediator" ανάμεσα στον σχεδιασμό και την κατασκευή.

- Η σύμπραξη της τεχνολογίας, της μηχανής και της βιολογίας, φανερώνεται καθώς η σχεδιαστική πρακτική και ο τρόπος που δρουν τα digital design commons, αποκτούν χαρακτηριστικά λειτουργίας προερχόμενα από έννοιες όπως «prebiotic soup» και «mechanical Turk», καθώς προσπαθούν ενεργά να μετεγγραφούν διαδικασίες που να ενσωματώνουν την βιολογική διαδικασία της ανάδυσης (emergence), ή την δυνατότητα της μηχανής και του υπολογιστή για «efficiency» και «computing».

- Χαρτογραφείται η μετάβαση από «job specific» μηχανήματα παραγωγής, σε περισσότερο «generic». Η μετάβαση αυτή αφορά όπως είδαμε, τόσο την εφαρμογή νεών τεχνολογιών και την συνολική αλλαγή παραδείγματος που ζητά την ενσωμάτωση της διαδικασίας κατασκευής ήδη από την σχεδιαστική διαδικασία, αλλά κυρίως της επαναφοράς στο προσκήνιο των «nomad sciences», οι οποίες αφορούν την αναγνώριση και αποδοχή μη γραμμικών συστημάτων και μη ομοιογενών υλικών, πυροδοτώντας μία αλλαγή στα μέσα παραγωγής προερχόμενη από αυτή την αλλαγή στην σκέψη.

- Η παραπάνω μετάβαση στην σκέψη επαυξάνει την έννοια του fabrication καθώς εισάγονται και διαδικασίες όπου η μορφοποίηση γίνεται μέσα από πεδία (immaterial fabrication) και εισάγεται στην συζήτηση η δυνατότητα ελέγχου και εισαγωγή δεδομένων μέσα από το περιβάλλον (informed fabrication).

- Όλα τα παραπάνω συνηγορούν στην θέσπιση μιας νέας γλώσσας σχετικά με την έννοια του τόπου. Η έννοια τόπος αποδομείται πλήρως καθώς είναι εύπλαστος και μπορεί να ενταχθεί σε μία σειρά τοπικοποιήσεων και αποτοπικοποιήσεων ή αλλιώς αναδιπλώσεων μέσα από την εφαρμογή του κώδικα και των ανοιχτών μέσων παραγωγής. Τα παραπάνω μέσα ουσιαστικά αναδομούν την έννοια του τόπου επαυξάνοντάς την προσδίδοντας της τα χαρακτηριστικά σχεδιαστικός τόπος και κατασκευαστικός τόπος.

Όπως είδαμε παραπάνω, η μετάβαση στην ψηφιακή εποχή, έγινε πατώντας στα χνάρια των προηγούμενων κινημάτων αρχιτεκτονικής. Η πρώτη γενιά του digital θα μπορούσαμε να πούμε ότι βασιζόμενη στα γνώριμα χνάρια του μοντέρνου και των κινημάτων που ακολούθησαν, προσπαθεί να δομήσει την διαλεκτική του νέου παραδείγματος. Οπότε μπορούμε να παρατηρήσουμε συγκεκριμένες ομοιότητες αυτής της πρώτης γενιάς με το μοντέρνο, όσων αφορά τον διαχωρισμό της παραγωγικής διαδικασίας, από την σύλληψη, την σύνθεσή μέχρι και την τελική παραγωγή της μορφής.

Συγκεκριμένα, στο μοντέρνο, επικρατεί ο top-down διαχωρισμός, που ορίζει ως πρώτο στάδιο, της σύλληψη της δομής- μορφής, τον σχεδιασμό της κατασκευαστικής της απόδοσης και τέλος την έκφρασή της σε υλικό, με την αντίστοιχη προσαρμογή και σχεδιαστική απόδοση. Αντίστοιχα, η πρώτη digital εποχή, ακολουθεί αυτόν τον διαχωρισμό, μεταφρασμένο με ψηφιακά μέσα. Το πρώτο στάδιο αφορά το «modeling», το επόμενο στάδιο αφορά το «analysis» και το τρίτο στάδιο αφορά το τελικό «fabrication».

Ταυτόχρονα, καθώς η χρήση κώδικα εξαπλώθηκε σαν πρακτική, αρχικά χρησιμοποιήθηκε για να επιλύσει προβλήματα βελτιστοποίησης χώρου, σε κτιριακά σύνολα του προηγούμενου παραδείγματος, δηλαδή, γινόταν χρήση digital εργαλείων για να επιλυθούν προβλήματα προερχόμενα από την μοντέρνα συλλογιστική συνθετική διαδικασία και παράδειγμα. Συγκεκριμένα, «ένα μεγάλο κομμάτι της σύγχρονης αρχιτεκτονικής ορίζεται από αλγοριθμικές σχεδιαστικές διαδικασίες, στις οποίες το ενδιαφέρον για την κατασκευή και την οικοδομή, είναι μη ουσιώδες και αντιμετωπίζεται ως δευτερεύουσας σημασίας»[1].

Ταυτόχρονα με αυτή την λογική στην χρήση του αλγορίθμου, αναδύεται η χρήση των εξελικτικών διαδικασιών για την παραγωγή μορφών και αρχιτεκτονικών δομών. Ουσιαστικά όπως αναφέρει ο Mark Burry, παρατηρούμε την μετάβαση από την συζήτηση για «the idea of a design, and the design of that design» στο «the idea being computationally generated»[2]. Η ιδέα αυτή αφορά όπως είδαμε την χρήση εξελικτικών δομών προερχόμενες από φυσικά μοντέλα, προς επίτευξη του επιδιωκόμενου αποτελέσματος.

Εικ.1 L-systems, Daniel Jones, καλλιτέχνης

Πάνω σε αυτή την θέση, ο John Frazer, δουλεύει πάνω στην ιδέα μιας εξελικτικής αρχιτεκτονικής, στο βιβλίο σταθμό, «An evolutionary Architecture» (1995), όπου, η μορφή, αντιμετωπίζεται ως ένας εξελισσόμενος agent, ο οποίος έχει δημιουργηθεί από κανόνες ορισμένους βάσει "descriptive genetic coding", λειτουργώντας ως μέρος ενός μεταβολικού περιβάλλοντος[3].

Αντίστοιχα, ο Paul Coates, υποστηρίζοντας την χρήση κώδικα, βάσει εξελικτικών διαδικασιών, επισημαίνει ότι, «η φονκτιοναλιστική παράδοση των τελευταίων 50 χρόνων, έχει υποστεί πολλά χτυπήματα, επειδή, αφορούσε μία υπεραπλούστευση και επειδή η τεχνολογία, έχει τώρα φτάσει σε ένα σημείο, όπου τα όρια της κατασκευής (constrains of structure) έχουν σχεδόν εξαφανιστεί, με την μορφή (form) να γίνεται ο πρόδρομος της δομής και της λειτουργίας (function) και όχι το αποτέλεσμα αυτής»[4]. Ο συγγραφέας, δουλεύει πάνω στην ιδέα δημιουργίας πολυπλοκότητας μέσω της επανάληψης απλών διαδικασιών σε feedback loop (εικ.2,3,4). Η βασική του υπόθεση σχετικά με αυτή την πρακτική, μέσα από τον λόγο του αφορά:

- Ότι η εφαρμογή απλών αλγορίθμων μπορεί να καταλήξει σε πολύπλοκα αποτελέσματα, ώστε να μην χρειάζεται να γραφθούν χιλιάδες γραμμές κώδικα προς επίτευξη της πολυπλοκότητας.

- Μερικά από αυτά τα πολύπλοκα αποτελέσματα, μπορεί να είναι αρκετά πολύπλοκα ώστε να γίνουν αρχιτεκτονική(εικ.2,5).

- Το «κόλπο» είναι να βρεθεί ο κατάλληλος «απλός» αλγόριθμος, καθώς οι περισσότεροι αλγόριθμοι είναι "banal", απαιτείται αρκετή σκέψη και προσπάθεια (από την πλευρά του σχεδιαστή), ώστε να βρεθεί ένας ο οποίος παράγει πραγματικά πολυπλοκότητα.

Οπότε, η διαλεκτική αυτή αφορά ενεργά την μετάβαση στον αρχιτεκτονικό λόγο από "object thinking" σε "system thinking". Αντίστοιχης λογικής

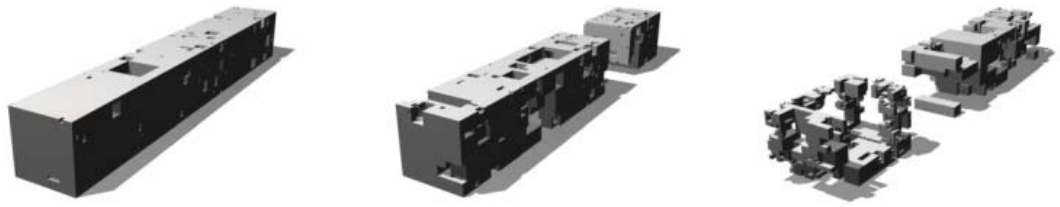
Εικ.3 Loops patterns, Jan Pernecky

Εικ.4 Recursion patterns, Jan Pernecky

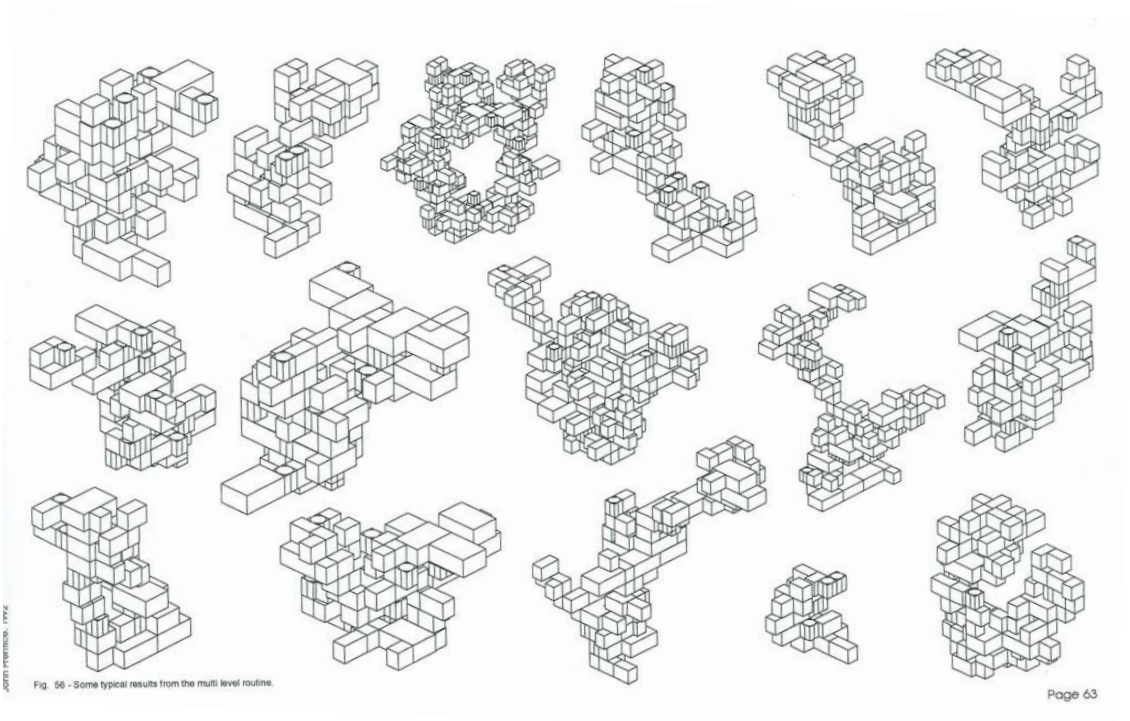
αφορούν τα αλγοριθμικά μοντέλα του John Conway (Game of life), Aristid Lindenmayer (L-systems), Alan Turing (reaction diffusion) και Thomas Witten και Leonard Sander (diffusion-limited agglomeration).

Μία σημαντική προσφορά στην θεωρητική τεκμηρίωση του νέου αλγοριθμικού παραδείγματος, έρχεται ξανά από τον Paul Coates, ο οποίος σημειώνει ότι:

"...in order to build the morphological system, you have to define it in a formal language (define an algorithm) which brings the structure and meaning of the model proposed into the realms of expression and debate (and also conveniently allows it to be programmed for automatic execution). This use of formal languages in modelling should provide a basis for the development of a theory of form and shape, which has more chance of being adopted and discussed than the conventional discursive art historical method because all the underlying assumptions are clearly laid out, not hidden by conventional approaches and the nineteenth- century idea of creativity"[5].

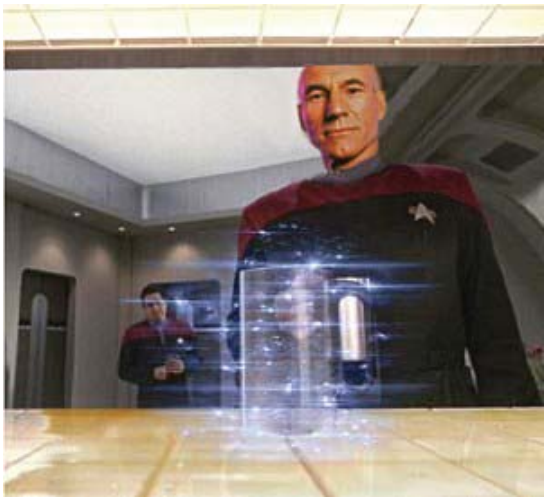


Εικ.2 Paul Coates, Tom Appels, Recursive Morphologies 2001



Εικ. 5 Paul Coates, Shape grammar 1993

Η παραπάνω θέση του Paul Coates, επισημαίνει ότι λόγω της πολύ αυστηρά ορισμένης γλώσσας του προγραμματισμού, οι κανόνες που ορίζουν την μορφή δεν επιδέχονται υποκειμενικές αφηγήσεις και έχουν περισσότερες πιθανότητες να υιοθετηθούν και να αποτελέσουν μία θεωρία σχετικά με την μορφή και το σχήμα (form and shape). Δηλαδή αναφέρεται στην μετάβαση από γλωσσικά μοντέλα απόδοσης νοήματος στην αρχιτεκτονική σε χωρικά και αλγοριθμικά ορισμένα θεωρητικά μοντέλα απόδοσης νοήματος.



Εικ.6 Star Trek, Earl Grey Syndrome

Μέσα από τα παραπάνω γίνεται σαφής η έμφαση που δίνεται στην μορφή και στα νέα δεδομένα που φέρνουν τα αλγοριθμικά εργαλεία στον σχεδιασμό, ταυτόχρονα φαίνεται ότι διατελείται «μία μάχη» ανάμεσα στα κατάλοιπα του προηγούμενου μοντέλου και στις τεχνικές που προσπαθούν να αναδυθούν και να καταξιωθούν μέσα από το νέο παράδειγμα

Πρέπει να σημειωθεί, ότι τα εξελικτικά μοντέλα σχεδιασμού, αμφισβητούν την διαδικασία σχεδιασμού (top- down) και μιλάνε ανοιχτά για να ανάδυση μορφών και πολυπλοκότητας μέσω αλγοριθμικών διαδικασιών (bottom-up), αλλά, ακόμη διακατέχονται από το μοντέρνο διαχωρισμό των διαδικασιών σχεδιασμού. Οπότε, δεν γίνεται καμία έως καθόλου αναφορά στην έννοια materiality και πώς μπορεί να ενταχθεί ενεργά στην σχεδιαστική διαδικασία. Μέχρι και αυτή την στιγμή η ύλη, αντιμετωπίζεται ως ένας ανενεργός και αδρανής υποδοχέας σχεδιαστικών μορφών[6] και αλγοριθμικών πειραμάτων.

Οπότε, στην πρώτη φάση εφαρμογής του digital, η μετάβαση στην λογική της πλατφόρμας συντελείται, στα σχεδιαστικά μέσα και όχι στα μέσα παραγωγής. Αυτό οδήγησε στην επικράτηση μιας κουλτούρας βασισμένη σε "geometric- driven form-generation"[7]. Το παραπάνω συμπέρασμα, εξηγείται από τους HoB Lipson και Melba Kurman, αναφέροντας ότι "... our imaginations remain enslaved by past experience... Our creations are elaborations of what we're already familiar with"[8]. Οι συγγραφείς αναφέρονται συγκεκριμένα στο γεγονός ότι οι σχεδιαστές και οι αρχιτέκτονες, δεν εκμεταλλεύονται σε όλο το φάσμα των δυνατοτήτων τους τις νέες τεχνολογίες που τους

προσφέρονται και αναφέρονται συγκεκριμένα στα νέα μέσα παραγωγής και στην τεχνολογία 3D Printing. Το φαινόμενο αυτό αναφέρεται από τους συγγραφείς ως «Earl Grey Syndrome»[9].(εικ.6)

Επομένως γίνεται σαφές, ότι ενώ αναγνωρίζεται το βιολογικό παράδειγμα και η συμβολή του στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, επικρατεί ακόμη σαν φιλοσοφικό μοντέλο σκέψης ο γραμμικός διαχωρισμός των διαδικασιών μορφοποίησης όπως προέρχεται από το μοντέρνο, δηλαδή, form- structure- material. Ένα τέτοιο μοντέλο σκέψης αποτελεί ένα κλειστό σύστημα παραγωγής μη πραγματικών μορφών, βασισμένες σε αλγοριθμικά δεδομένα χωρίς άμεση δυνατότητα ενημέρωσης ή feedback από το πραγματικό περιβάλλον, τα οποία υφίστανται και υπάρχουν μόνο στον χώρο του cyberspace.

Οπότε μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το παραπάνω corpus σκέψης πρόκειται για ένα νέου τύπου κίνημα, προσανατολισμένο στην γεωμετρική πολυμορφία, το οποίο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω καθώς δεν έχει στέρεες βάσεις και αφορά σχεδιαστικά πειράματα, κινδυνεύει να καταλήξει όπως τα περισσότερα κινήματα, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα το μοντέρνο, σε μινιμαλιστικά αδιέξοδα[10]. Η θέση αυτή ενισχύεται από την θέση του Delanda, ο οποίο επισημαίνει ότι τέτοιου τύπου γραμμικά συστήματα χαρακτηρίζονται από αυτοαναφορικότητα[11].

1. Jan Willmann, Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Langenberg, Digital by Material, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

2. Mark Burry, AD, Scripting Cultures, Wiley, London, 2011 σελ 78

3. John, Frazer, A natural Model For Architecture,AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

4. Paul Coates and Chirstian Derix, The Deep Structure of the Picturesque, AD, Empathic Space, sept/oct 2014

5. Paul Coates, Programming Architecture, 2010, σελ 167

6. Manuel DeLanda, Deleuze and the Genesis of form, 2000

7. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

8. Hod Lipson, Melba Kurman, Fabricated: the new world of 3d printing, Wiley, London, 2013

9. Earl grey Syndrome, αναφέρεται από τους Hob Libson και Melba Kurman, ως το φαινόμενο που παρατηρείται όταν δεν χρησιμοποιείται μία τεχνολογία στο μέγιστο των δυνατοτήτων της και μέσα από ένα ήδη υπάρχων επιστημικό context. Ο όρος αναφέρεται στην τηλεοπτική σειρά Star trek, όπου γινόταν χρήση μια τεχνολογίας με την ονομασία replicator, όπου με την αναδιάταξη μορίων της ύλης, έχει την δυνατότητα να παράξει οτιδήποτε. Αντ' αυτού, οι πρωταγωνιστές αρκούνταν να ζητούν από το μηχάνημα πολύ κοινότοπά πράγματα με χαρακτηριστικό παράδειγμα την εμμονή ενός μέλους του πληρώματος να ζητά από το μηχάνημα «tea, earl Grey, hot».

10. Mark Burry, AD, Scripting Cultures, Wiley, London, 2011

11. Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

Η διαδικασία που θα πρωταγωνιστήσει στην εισαγωγή της εννοίας «materiality», στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, απαιτεί κάτι περισσότερο από την εξέλιξη των μέσων παραγωγής όπως είδαμε παραπάνω, απαιτεί, όπως αναφέρθηκε, ένα "conceptual leap" στην σκέψη των αρχιτεκτόνων που ορίζει συνολικά τον σχεδιασμό.

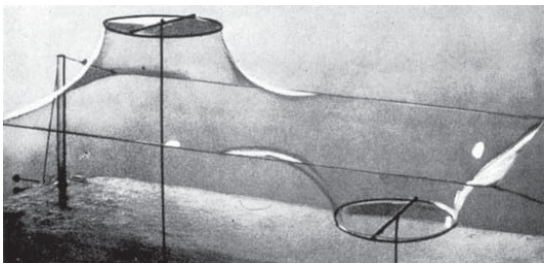
Για τον Manuel DeLanda, υπάρχουν δύο φιλοσοφικά μοντέλα που ορίζουν την σύλληψη της μορφής. Η μία φιλοσοφική άποψη, αντιμετωπίζει την μορφή και τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ως «conceptual and cerebral, something to be generated as a pure thought in isolation from the messy world of matter and energy. Once conceived, a design can be given a physical form by simply imposing it on a material substratum, which is taken to be homogeneous, obedient and receptive to the wishes of the designer...»[1].

Η παραπάνω θέση βασίζεται σε γλωσσικά μοντέλα απόδοσης νοήματος σε σχέση με το αρχιτεκτόνημα και την μορφή, ανεξαρτήτως αν τα εργαλεία που χρησιμοποιεί, αναφέρονται σε χωρικά, τοπολογικά ή βιολογικά μοντέλα.

Η δεύτερη φιλοσοφική άποψη, αφορά μια νέα φιλοσοφική θέση συνολικά για τον σχεδιασμό (design), στην οποία «materials are not inert receptacles for a cerebral form imposed from the outside, but active participants in the genesis of form. This implies the existence of heterogeneous materials, with variable properties and idiosyncrasies which the designer must respect and make an integral part of the design which, it follows, cannot be routinized»[1](εικ.1).

Η δεύτερη φιλοσοφική κατεύθυνση σχετίζεται με την μελέτη του DeLanda, πάνω στις δύο τάσεις που μπορούμε να χωρίσουμε την επιστήμη, σε «Royal sciences» και «nomad sciences», που αναφερθήκαμε και παραπάνω[2]. Το κυριότερο στοιχείο που είναι σημαντικό να επικεντρωθούμε, αφορά την σημασία που δίνει ο DeLanda, πάνω στην έννοια της υλικότητας και των ιδιοτήτων της ύλης, και πως μέσα από την μελέτη αυτών, αναδύονται νέες μέθοδοι γένεσης της μορφής.

Μέχρι τώρα, το μεγαλύτερο μέρος της φιλοσοφικής σκέψης, βασιζόταν στην μελέτη γραμμικών συστημάτων, που αποτελεί την θεωρητική βάση του παραδοσιακού γραμμικού διαχωρισμού των διαδικασιών παραγωγής της αρχιτεκτονικής.



Εικ.1Frei Otto, Soup Bubble Form-finding experiments

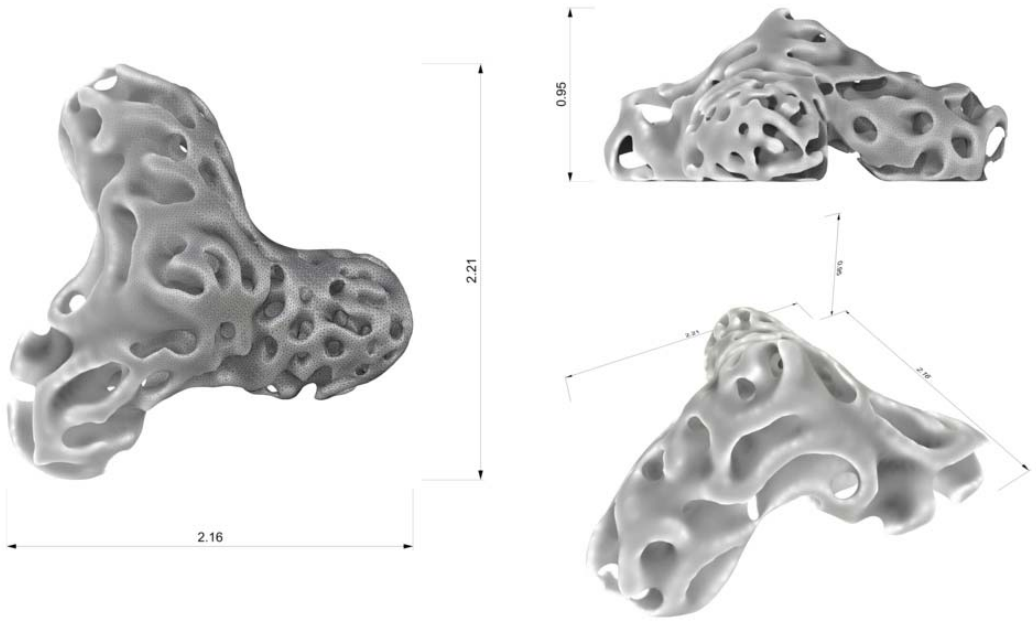
Επίσης η φυσική και τα μαθηματικά, μελετούν φυσικά συστήματα και την ύλη κοντά ή σε καταστάσεις ισορροπίας και όχι σε πραγματικά μη- γραμμικές (non- linear) καταστάσεις. Η τάση αυτή αποτυπώνεται και στην πρακτική κλασσικών μαθηματικών, όπως παραθέτει ο DeLanda, καθώς συμβιβάζονται με την απλοποίηση της φυσικής ώστε να μπορέσουν να βασιστούν σε γραμμικές εξισώσεις. Επομένως, μελετώνται και εξηγούνται, τα φυσικά φαινόμενα σε καταστάσεις ισορροπίας, ή με πολύ μικρές διαφοροποιήσεις στις καταστάσεις της ύλης.

Η κρίσιμη αλλαγή στην σκέψη αφορά την συνειδητοποίηση ότι η πολυπλοκότητα των ιδιοτήτων της ύλης για να εκφραστεί, απαιτεί μία φιλοσοφική σκέψη και μία φυσική προσέγγιση των φυσικών συστημάτων βασισμένη σε «non-linearity» και «non-equilibrium».

Η αποδοχή την μη γραμμικότητας και της μη-ισορροπίας, ανοίγει τον δρόμο για την αποδοχή της ιδέας ότι τα φυσικά συστήματα, άρα και η ύλη, μπορεί να διαθέτει πολλές καταστάσεις ισορροπίας και όχι μόνο μία όπως προϋποθέτει το γραμμικό σύστημα σκέψης. Οι παραπάνω θέσεις αποτελούν βάση της complexity theory, που μελετά όχι μόνο μη-γραμμικά συστήματα, αλλά ασχολείται και με την θερμοδυναμική σε καταστάσεις μακριά από ισορροπία.

Η παραπάνω αλλαγή στον τρόπο αντίληψης της ύλης, μπορεί να προεκταθεί και εκτός φυσικών συστημάτων όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο DeLanda:

"We are beginning to understand that any complex system, whether composed of interacting molecules, organic creatures or economic agents, is capable of spontaneously generating order and of actively organizing itself into new structures and form".



Εικ2 3D anisotropic Reaction-Diffusion process (code-it.com)

Το άλμα στην σκέψη που πυροδοτεί, άλμα και στον σχεδιασμό, αφορά την συνειδητοποίηση ότι τόσο η ύλη και η ενέργεια, ενέχουν την δυνατότητα της αυτό-οργάνωσης. Το άλμα στην επιστημονική σκέψη, απαιτούσε από τους επιστήμονες να σταματήσουν να βλέπουν την ύλη σαν κάτι ομοιογενές και στατικό, αλλά σαν ένα δυναμικό σύστημα από μόρια που βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση (εικ.2).

Η θέση αυτή, αποτελούσε πάγιά αντίληψη που χαρακτήριζε τις «minor» ή «nomad» επιστήμες. Συγκεκριμένα υποστήριζαν μία σχέση μεταξύ υλικού και μορφής βασισμένη στην άμεση επαφή και αλληλεπίδραση. Η τελική μορφή προερχόταν από την συνέργεια με το ίδιο το υλικό (tease out a form out of an active material) και τις ιδιότητές του και όχι την βίαιη επιβολή μιας a priori ορισμένης μορφής .

Η συζήτηση για την υλικότητα έρχεται να προστεθεί στην αλλαγή στην σκέψη γύρω από τα εργαλεία σχεδιασμού μέσα από την φράση του DeLanda ότι: "the morphogenetic potential is best expressed not by the simple and uniform behavior of materials, but by their complex and variable behavior".

Στο νέο παράδειγμα που δομείται, η πολυμορφία και η διαφορετικότητα αποτελεί δημιουργική δύναμη, με στόχο την δημιουργία αρχιτεκτονικών συνόλων και μορφών τα οποία εμπεριέχουν ετερογενή στοιχεία.

«We may now be in a position to think about the origin of form and structure, not as something imposed from the outside on an inert matter, not as a hierarchical command from above as in an assembly line, but as something that may come from within the materials, a form that we tease out of those materials as we allow them to have their say in the structures we create»[3].

Οπότε, γίνεται σαφές, ότι η εισαγωγή της έννοιας «materiality», στην αρχιτεκτονική σκέψη, αφορά την σύμπραξη δύο ξεχωριστών πεδίων μέχρι τώρα, του "computational form generation" και "computer aided materialization"[4].

Η διαδικασία γένεσης της μορφής, διαμορφώνεται σε ένα δυναμικό σύστημα όπου συντελείται η διάδραση μεταξύ εσωτερικών κανόνων οργάνωσης της μορφής (genotype), με μία σειρά από κανόνες και όρια και μέσω ενός συστήματος εξωτερικών επιρροών και πιέσεων (agencies), τα οποία οδηγούν εν τέλει στην επιδιωκόμενη πολυμορφία (phenotypical variations). Κρίσιμο στοιχείο στην παραπάνω διαδικασία, είναι ότι η ίδια η διαδικασία ενέχει τόσο τους κανόνες και τις μεθόδους μορφοποίησης όσο και υλοποίησης (materialization) αυτής.

1. Manuel DeLanda, "Philosophis of design: the case of Modelling Software", in Jaime Salazar (ed), Verb Processing, Actar (Barcelona), 2001, p.132

2. Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

3. Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

4. Achim Menges, Morphospaces in Robotic Fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

Η επόμενη φάση του σχεδιασμού απαιτεί οπότε, τον μέχρι τώρα διαχωρισμό της σύλληψης της μορφής και της παραγωγής αυτής να αποδομηθεί. Αρχιτεκτονικά patterns βασισμένα σε αλγοριθμικές δομές, έρχονται να συναντήσουν patterns και αναδυόμενες μορφές προερχόμενες από τις εν γένει δυνατότητες που κρύβουν τα υλικά, ως συμμετέχοντες στην παραγωγική διαδικασία σύλληψης της μορφής[1].

Οπότε το ζητούμενο άλμα στην σκέψη, αφορά την κατάργηση στον διαχωρισμό top-down και bottom-up, καθώς απαιτείται εποπτεία τόσο του αρχιτεκτονικού προβλήματος και των στρατηγικών του σχεδιασμού που θα ακολουθηθεί (top- down), καθώς και των ιδιοτήτων των υλικών, των στοιχείων του περιβάλλοντος και λοιπών χαρακτηριστικών που θα επηρεάσουν την τελική μορφοποίηση (bottom-up).

Σε αυτή την κατεύθυνση, συμβάλει ενεργά η τοποθέτηση του Delanda, σχετικά με τις nomad sciences και την αναγνώριση τόσο της μη ομοιογένειας και μη ισορροπίας ως ενεργά στοιχεία εμπλουτισμού του σχεδιασμού, η τοποθέτηση της Neri Oxmann, σχετικά με informed fabrication, δηλαδή την ενημέρωση τόσο των ψηφιακών μοντέλων και της παραγωγικής διαδικασίας με data προερχόμενα από το περιβάλλον και το ίδιο το υλικό. Επίσης, το ρομπότ ως μέθοδο generic fabrication, λειτουργεί σαν μια πλατφόρμα- υποδοχέας διαφορετικών τεχνικών και προσαρμόζεται ενεργά σε κάθε διαφορετική κατασκευαστική προσέγγιση.

Οπότε αρχίζει να διαφαίνεται μία νέα κατάσταση της ύλης, η οποία βασίζεται σε μοντέλα ενημερωμένα με data από το περιβάλλον και σε μία σχεδιαστική διαδικασία η οποία περιέχει τα μέσα της παραγωγής. Για τους Fabio Gramazio και Mathias Kohler, η παραπάνω σύμπραξη τεχνικών και ιδεών δίνουν βάση για την δημιουργία μιας "digital Materiality".

Ο απώτερος σκοπός είναι το τελικό παραγόμενο αρχιτεκτονικό σύνολο, να μπορεί να προβλεφθεί, υπολογιστεί και να γίνει optimized, ήδη μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον, μέσω «informed design models» σε άμεση συνέργεια με το περιβάλλον και το υλικό, ώστε, αν χρησιμοποιηθεί ένας 3d scanner στο τελικό μοντέλο, να συμπίπτει ακριβώς ή με μικρές, εντός ενός ήδη υπολογισμένου ποσοστού λάθους, με το ψηφιακό μοντέλο. Η παραπάνω θέση αποτελεί την επόμενη πρόκληση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, δηλαδή την επίτευξη της "zero tolerance" μεταξύ «fabrication» και «design»[2].

Η έννοια «digital materiality», αναφέρεται στην διαδικασία ανάδυσης μίας νέου τύπου έκφρασης στην αρχιτεκτονική και εμπεριέχει τις συνδιαλλαγή και αλληλεπίδραση μεταξύ υλικών και ψηφιακών διαδικασιών στους τομείς του σχεδιασμού και της κατασκευής. Η σύμπραξη αυτών των δύο στοιχείων γίνεται δυνατή μέσω τεχνικών που προέρχονται από τον χώρο του «digital fabrication», οι οποίες επιτρέπουν στον αρχιτέκτονα να έχει απόλυτο έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας μέσω «design data»[3]. Επομένως το υλικό και η υλικότητα, εμπλουτίζεται με πληροφορία (material becomes informed).

Βάσει του βιολογικού παραδείγματος η πληροφορία (γενότυπος) αποτελεί την βασική μέθοδο και διαδικασία ανάπτυξης της μορφής, ενώ η πληροφορία η οποία προέρχεται από το περιβάλλον αποτελεί την βασική διαδικασία της τελικής μορφοποίησης και της προσαρμογής της στο περιβάλλον που καλείται να αναπτυχθεί (φαινότυπος).

Το νέο αυτό παράδειγμα, εμπλουτίζει και μεταμορφώνει εκ νέου τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Για τον Kohler και Grammazio η έννοια "digital materiality" εκφράζεται μεσα από μια σειρά από χαρακτηριστικά:

- Η έννοια "digital materiality" οδηγεί σε μία νέα έκφραση και μία νέα αίσθηση (sensuality) για την αρχιτεκτονική. Η νέα αυτή κατάσταση αφορά την σύμπραξη digital και material cultures, τεχνικών και μεθόδων, οι οποίες καθώς έρχονται σε επαφή εμπλουτίζουν η μία την άλλη ενώ ταυτόχρονα απευθύνονται σε όλο και περισσότερα επίπεδα της αντίληψής μας.

  Ταυτόχρονα βασίζεται στην ικανότητά μας να αναγνωρίζουμε μοντέλα οργάνωσης της μορφής προερχόμενα από την φύση και να εξάγουμε τις διαδικασίες που τα διέπουν. Το στοιχείο αυτό βασίζεται στην εγγενή σχέση μας με την βιολογία, καθώς αποτελούμε βιολογικά όντα που προέρχονται από τις ίδιες εξελικτικές δομές, με σκοπό να μας «ξαναθυμίσει» τον τρόπο να σκεφτόμαστε μη γραμμικά και σε καταστάσεις μη ισορροπίας σε προβλήματα σχετικά με την μορφή.

- Η δομή της σκέψης που ορίζει το "digital materiality" ορίζεται από την σύγκλιση της κατασκευής και του προγραμματισμού και την ενσωμάτωσή τους στην σχεδιαστική διαδικασία. Μέσα από αυτή την θέση, όπως είδαμε και παραπάνω

σταματά να υφίσταται ο μοντέρνος διαχωρισμός στις διαδικασίες παραγωγής και κατασκευής της μορφής. Αυτό σχετίζεται με την μετατόπιση στο ενδιαφέρον από το αντικείμενο αυτό καθ' αυτό, στην διαδικασία παραγωγής του αντικειμένου.

Η αντίληψη της πλατφόρμας σχετίζεται με την εφαρμογή αλγοριθμικών δομών, που μας επιτρέπουν να έχουμε απόλυτο έλεγχο πάνω στην μορφή, που μας ανοίγει τον δρόμο για την πολυμορφία και την πολυπλοκότητα αλλά και με την εφαρμογή των «generic» μηχανημάτων παραγωγής.

Οπότε η λογική της πλατφόρμας εφαρμόζεται στο σχεδιαστικό περιβάλλον που βρίσκεται στο cyberspace αλλά και στον υλικό χώρο της κατασκευής. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν:

«We are no longer designing the form that will ultimately be produced, but the production process itself. Design and execution are no longer phases in a temporal sequence- design sketches do not need to be converted into execution drawings anymore».

Δηλαδή επισημαίνεται για μία ακόμη φορά η πάγια θέση που χαρακτηρίζει το νέο παράδειγμα, ότι η διαδικασία σχεδιασμού ενσωματώνει ήδη την ιδέα και την γνώση που απαιτείται για την κατασκευή ήδη από την στιγμή της σύλληψης της ιδέας.

- Ο ρομποτικός βραχίονας αποτελεί το σημείο σύγκλισης και ένωσης της "digital reality" του υπολογιστή και της "material reality" της αρχιτεκτονικής που κατασκευάζεται. Ο ρομποτικός βραχίονας όπως αναλύθηκε και παραπάνω αποτελεί ένα εργαλείο παραγωγής βασισμένο πάνω στις nomad sciences και στην φιλοσοφική αντίληψη για την ύλη βασισμένη σε μη- γραμμικά συστήματα μεταβολών και μη ομοιογενή υλικά.

Η χρήση των ρομποτικών βραχιόνων στην αρχιτεκτονική παραγωγή επιτρέπει τον έλεγχο και την παραγωγικότητα να εφαρμοστούν σαν αρχές και στην κατασκευή, καθώς αποτελούν βασικά πλεονεκτήματα και αιτήματα του scripting. Με την χρήση του ρομπότ, ουσιαστικά μεταφέρονται οι διαδικασίες και οι δυνατότητες του 3d printer, ως ενός «rapid prototyping εργαλείου», στην πραγματική αρχιτεκτονική και κατασκευαστική κλίμακα. Ταυτόχρονα, παράλληλα με την παραγωγικότητα, εισάγει στον διάλογο και την έννοια της αποδοτικότητας, καθώς μέσω του ελέγχου πάνω στην ύλη και την δυνατότητα εναπόθεσης υλικού ακριβώς εκεί που χρειάζεται και έχει υπολογιστεί, πληρείται μία από τις σημαντικότερες συνθήκες του βιολογικού παραδείγματος, την ανάπτυξη των μορφών σε σχέση με την ύλη, με την χρήση του ελάχιστου υλικού με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα ουσιαστικά δίνουν την δυνατότητα στους αρχιτέκτονες να κατασκευάσουν τα δικά τους εργαλεία και πλατφόρμες κατασκευής, ως εκ τούτου τους δίνεται η δυνατότητα να αναπτύξουν ο καθένας εντελώς διαφορετικές μεθόδους κατασκευής που οδηγούν σε διαφορετικές μορφές αρχιτεκτονικής έκφρασης.

- Το παράδειγμα της «digital materiality», αποτελεί μέσο εμπλουτισμού και διαφοροποίησης της αρχιτεκτονικής πρακτικής. Η θέση αυτή αφορά την δυνατότητα σχεδιασμού μεγάλου αριθμού διαφορετικών μορφών με διαφορετικό τρόπο χρησιμοποιώντας ψηφιακά εργαλεία. Οπότε παρατηρείται η ανάδυση μίας γλώσσας βασισμένη στην διαφορετικότητα και στην πολυμορφία (language of diversity), η οποία αποκτά νόημα και ταυτότητα μέσω των σχεδιασμό διαδικασιών (design of process) και όχι μοναδιαίων αντικειμένων και τελικών μορφών.

- Μέσω της "digital materiality" οδηγούμαστε στην μετάβαση του σχεδιασμού από στατικές μορφές στον σχεδιασμό υλικών διαδικασιών (material processes). Ουσιαστικά μεταβαίνουμε από τον ορισμό γεωμετριών στον ορισμό σχέσεων και διαδικασιών οι οποίες εμπεριέχονται στην αρχιτεκτονική και αναδύονται ως την φυσική της έκφραση. Το μοντέλο το οποίο αναδύεται, αφορά τον σχεδιασμό με parameters, conditions, σχέσεις και βαθμούς ελευθερίας.

Επιπροσθέτως, εισάγεται ενεργά ως η επόμενη διάσταση στον σχεδιασμό, η διάσταση του χρόνου καθώς οι διαδικασίες αυτές μπορούν και να οριστούν χρονικά καθώς ο τρόπος αλληλεπίδρασης μεταξύ design και υλικού εμπεριέχει και το στοιχείο του χρόνου έκθεσης στις δυνάμεις μορφοποίησης, μέχρις ότου επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της παραπάνω θέσης, αποτελεί τόσο στο περιβάλλον του Processing όσο και στο περιβάλλον grasshopper,

Εικ.1 Form finding, Kangarro- Grasshopper

η χρήση, σε διαδικασίες form finding, στην μία περίπτωση physics libraries και από την άλλη της Kangaroo physics engine για την εξομοίωση πραγματικών δυνάμεων. Η διαδικασία form finding αφορά μια real time διαδικασία γένεσης της μορφής μέσω των υφιστάμενων δυνάμεων, η οποία διαμορφώνεται και εξελίσσεται συναρτήσει του χρόνου (εικ.1).

Ταυτόχρονα με την χρήση του προγραμματισμού ως design medium, μπορούν να οριστούν πολύπλοκα μοντέλα που εμπεριέχουν διαδικασίες λήψης αποφάσεων σχετικά με τον σχεδιασμό. Οπότε, ακόμη και η σειρά στην διαδικασία λήψης αποφάσεων αποτελεί κάτι το οποίο είναι εύπλαστο και χρήζει σχεδιασμού.

Μέσα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά διαφαίνεται ότι η αρχιτεκτονική έκφραση στο νέο παράδειγμα, αφορά μία πολύπλευρη πολιτιστική παραγωγή και έκφραση. Απαιτεί την σύμπραξη, τεχνολογίας, ανθρώπου και μηχανής. Δεδομένου ότι οι αρχιτέκτονες βασιζόμαστε πάνω σε γλώσσες προγραμματισμού με αυστηρό συντακτικό και γραμματική, δίνεται η δυνατότητα μέσα από αυτό το νέο πεδίο που ανοίγεται, να αρχίσει η αρχιτεκτονική πρακτική να δημιουργεί τις δικές της διαλέκτους βασιζόμενη στο νέο παράδειγμα και τις σχεδιαστικές και κατασκευαστικές πρακτικές που αναδύονται από αυτό. Η πρόκληση για τους αρχιτέκτονες είναι, να καταφέρουν να συνδυάσουν την αυστηρά ορισμένη γλώσσα του κώδικα με την εύπλαστη γλώσσα της τέχνης και της καλλιτεχνικής έκφρασης.

Μέσα από το παραπάνω ανομοιογενές πεδίο συγκρούσεων μη γραμμικών μεταβολών και δυνάμεων δημιουργούνται οι εντάσεις που οδηγούν στην δημιουργία και την εξερεύνηση νέων μεθόδων σχεδιασμού και κατασκευής. Οπότε το "digital materiality" αποτελεί τον καταλύτη που μαζί με την αλλαγή στην σκέψη που το συνοδεύει, οδηγούμαστε από τα «scripting cultures» στα «material cultures», με τον αρχιτέκτονα και τον ρομποτικό βραχίονα να αποτελούν ένα δίδυμο με στόχο την ανάδειξη νέων δρόμων αρχιτεκτονικής δημιουργίας και παραγωγής, εφαρμόζοντας ενεργά τις έννοιες serendipity και innovation.

1. Philip Ball, Pattern Formation in nature, AD, Material Computation, Achim Menges, Wiley, London, 2012

2. AD, High Definision: Zero tolerance in design and production, Bob Sheil. Wiley, London, 2014

3. Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Digital Materiality in Architecture, Lars Myller, 2012

3.4 Η έννοια του Performance για την αρχιτεκτονική και η αλλαγή της αντίληψης στον σχεδιασμό με την εφαρμογή των "agencies".

Το νέο αρχιτεκτονικό παράδειγμα, αφορά μία κουλτούρα βασισμένη στην υλικότητα και την παραγωγή αρχιτεκτονικής, μέσω ενός συστήματος που αναγνωρίζει την ανομοιογένεια, την μη γραμμικότητα στις διαδικασίες και την διάδραση ετερογενών παραγόντων, ως πρωτεύοντα εργαλεία αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και παραγωγής. Το παραπάνω μοντέλο εργασίας μας μεταφέρει ενεργά στην έννοια του "performance" και συγκεκριμένα στην έννοια του "agency".

Η έννοια Performance, ξεκινά στα μέσα του 20ου αιώνα από τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες ως ένα μέσο χαρτογράφησης της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Η ιδέα αυτή βασίζεται στην υπόθεση ότι όλες οι ανθρώπινες πρακτικές τελούνται και επηρεάζονται σε σχέση με ένα συγκεκριμένο (context) που τις αφορά, την έννοια του active human agency.

Μία κρίσιμη μετάβαση από το πεδίο των κοινωνικών επιστημών στο πεδίο των εφαρμοσμένων, αφορά η προσέγγιση του Andrew Pickering, ο οποίος υποστηρίζει ότι μέσα στο ευρύ πλαίσιο μιας επιστημονικής κουλτούρας (...), γίνεται σαφές ότι η επιστήμη δεν αφορά μόνο την αναπαράσταση... Μπορούμε να ξεκινήσουμε από την ιδέα ότι ο κόσμος δεν πληρείται μόνο από δεδομένα και παρατηρήσεις αλλά από "agencies". Δηλαδή, ο κόσμος γίνεται αντιληπτός και πραγματώνεται μέσα από συνεχείς διαδράσεις και δυνάμεις που δρουν πάνω σε υλικά όντα.

Για μία ακόμη φορά, μέσα από την παραπάνω θέση, διαφαίνεται η μετάβαση από έναν γραμμικά ορισμένο και ομοιογενή φυσικό κόσμο και φυσικό μοντέλο εξήγησης αυτού μέσω της επιστήμης, σε ένα ανομοιογενή και μη γραμμικό. Έναν κόσμο, ο οποίος ορίζεται μέσω των "nomad sciences", μέσω διαδράσεων προερχόμενες από φυσικούς συντελεστές, είτε αναφερόμαστε σε ομάδες ανθρώπων είτε αναφερόμαστε σε ιδιότητες υλικών.

Έχοντας κατά νου την παραπάνω διαπίστωση, δηλαδή την θεώρηση του κόσμου ως κάτι μη σταθερό αλλά ως το αποτέλεσμα δυνάμεων και εντάσεων, μπορούμε να θεωρήσουμε την αρχιτεκτονική ως ένα μεταβαλλόμενο πεδίο δυνάμεων. Η μορφή αποτελεί στιγμή έντασης, μία εφήμερη κατάσταση ισορροπίας ανάμεσα σε μία σειρά συνεχών μεταβολών. Το πλήθος των διαδράσεων ετερογενών στοιχείων που εν τέλει ορίζουν την μορφή, μεταβάλουν την αντίληψη της αρχιτεκτονικής από κάτι σταθερό και μας οδηγούν να αντιληφθούμε τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, την μορφή και την δομή εν γένει, ως ένα σύστημα εν μεταβολή, ή αλλιώς ένα "locus of performances"[1]. (εικ.1,2)

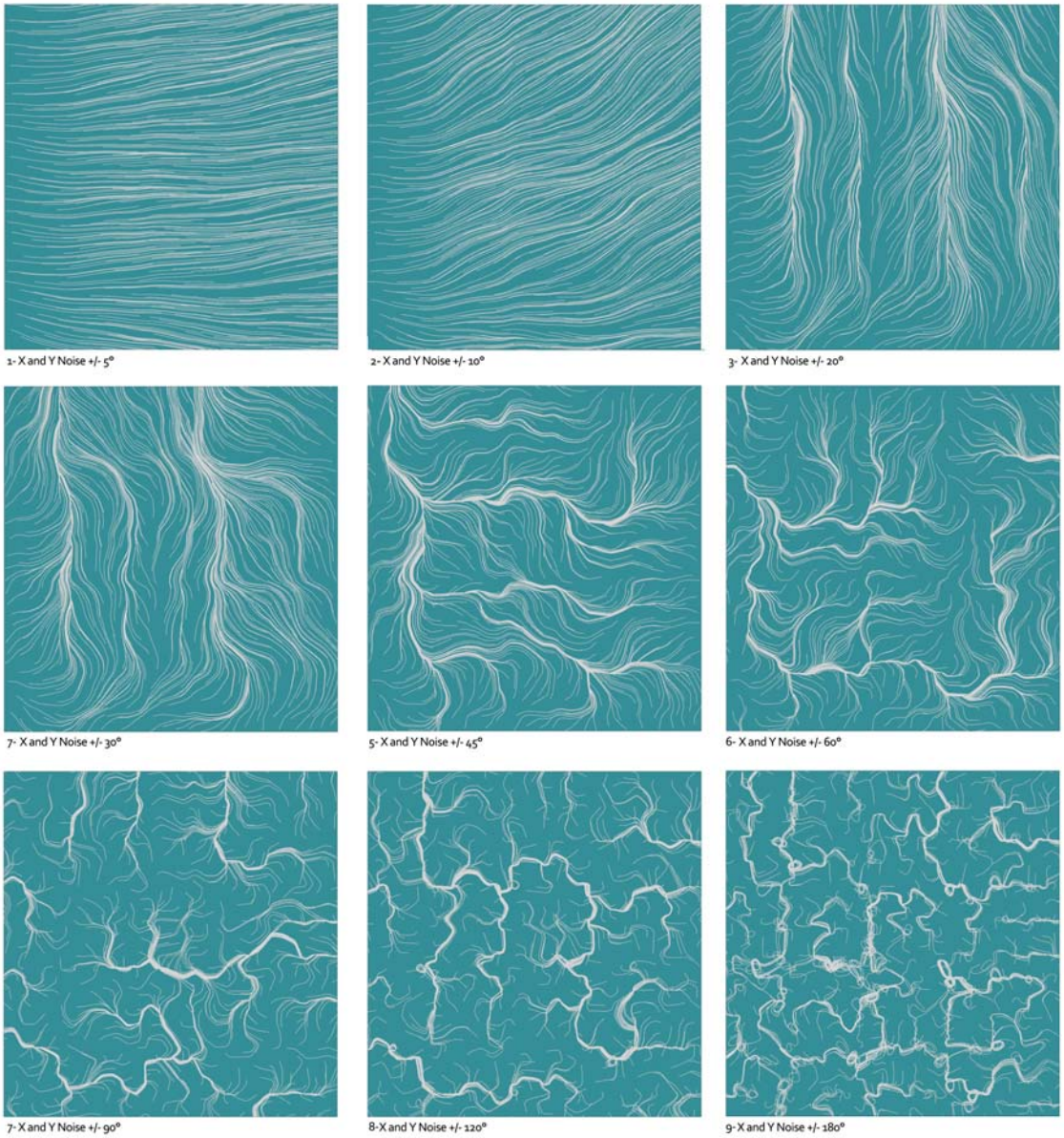
Οπότε για μία ακόμη φορά, διαπιστώνουμε ότι η αρχιτεκτονική παραγωγή τελείται μέσα από την κατανόηση και εξέλιξη των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ των υλικών τεχνών και των κοινωνικών πρακτικών, οι οποίες μέσα από την διάδραση αυτών δημιουργείται η μορφή, ο χώρος και το αρχιτεκτόνημα[2].

Άρα ο σχεδιασμός υπερβαίνει την απεικόνιση φυσικών στοιχείων και μεταβαίνει στο πεδίο της περιγραφής δυνάμεων, πιέσεων και ορίων, μέσα στα οποία πραγματώνεται η αρχιτεκτονική μορφή.

Η συνεχής μορφογένεση που παράγεται, βρίσκεται στα μισά του δρόμου προς τον σημερινό πολυμορφισμό όπως ένα στοιχείο, παραμετρικά μεταβαλλόμενο, καλύπτει ένα προσδιορισμένο από τον αρχιτέκτονα εύρος λειτουργιών[3].

Έχοντας κατανοήσει το στοιχείο της διάδρασης στο νέο παράδειγμα ή στην νέα αρχιτεκτονική κουλτούρα, μπορούμε να μεταβούμε στην έννοια του "agency". Συγκεκριμένα, η έννοια αυτή, αφορά την ικανότητα ενός ανθρώπου ή οντότητας να επιδράσει στον κόσμο με έναν συγκεκριμένο τρόπο. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο ειδών "agencies": "human agency, η οποία αφορά διαδράσεις με το περιβάλλον που αφορούν ανθρώπινες συμπεριφορές και "non-human

Εικ.1 Agent to agent interaction- grasshopper (https://generativelandscapes.wordpress.com)



Εικ.2 Agent to agent interaction- grasshopper (https://generativelandscapes.wordpress.com)

agency", που αφορούν διαδράσεις και σχέσεις μεταξύ υλικών αντικειμένων (material causal relations)[4].

Ο Latour, στην παραπάνω συζήτηση θέτει ως κρίσιμο κριτήριο αξιολόγησης των agents, το ερώτημα αν επηρεάζουν ενεργά την δράση ενός γειτονικού παράγοντα- agent. Για τον Latour, τα αντικείμενα αυτά πρόκειται για συμμετέχοντες σε μία διαδικασία μορφοποίησης μίας συγκεκριμένης ενέργειας (participants in the course of action awaiting to be given figuration). Από τα παραπάνω καταλήγει ότι αν θεωρήσουμε ότι η αρχιτεκτονική αποτελεί μια performative πράξη, απαιτεί σε κάποιο βαθμό την ιδέα του non-human agency και την διάδραση ετερογενών στοιχείων.

Υπό αυτό το πρίσμα, η σχέση που διαμορφώνεται μεταξύ του "active human agent" σχεδιαστή-αρχιτέκτονα και του "non-human agent" ρομποτικού βραχίονα, μέσα από τις διάφορες πρακτικές σχεδιασμού και fabrication οι οποίες τελούνται μέχρις ότου φτάσουμε στο τελικό αποτέλεσμα, μεταβάλει την λογική του σχεδιασμού πλατφόρμας σε ένα ενεργό πεδίο διαδράσεων ή αλλιώς σε ένα "locus of performances"καθώς τεχνολογία, υλικότητα και ανθρώπινη πρακτική και νοημοσύνη, συμπράττουν ενεργά σε ένα ενδιάμεσο πεδίο σχεδιασμού.

Η αναδυόμενη σχέση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής μέσα από το πλαίσιο της performance, αναδεικνύει μία νέα χρήση της τεχνολογίας η οποία συσχετίζει το ρομπότ όχι με την έννοια απλά ενός εργαλείου, αλλά με την ιδέα ότι το ρομπότ αποτελεί ένα μέσο επέκτασης της ανθρώπινων δυνατοτήτων (capacities), καθώς δεν συνδέεται μόνο με "the making of things" αλλά και με "the thinking of things"[5]. Η

συνειδητοποίηση της αρχιτεκτονικής παραγωγής και του κόσμου εν γένει μέσω της λογικής των "agencies", αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο η ίδια η αρχιτεκτονική, συλλαμβάνεται διανοητικά, και μέσω αλγοριθμικών δομών, προγραμματίζεται και σχεδιάζεται.

Ήδη από αρκετά νωρίς, έχει γίνει αντιληπτό ότι ο προγραμματισμός αφορά μία νέα αναδυόμενη ανθρώπινη πράξη και κουλτούρα, αντίστοιχα, η σύμπραξη του προγραμματισμού και του fabrication βασισμένη σε ρομποτικές τεχνολογίες, δημιουργούν μία νέα "augmented" ανθρώπινη κουλτούρα εγκαινιάζοντας μία νέα εποχή για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

«The thrust of digital advancement in design and manufacture can thus investigated and included in the content of the discipline; it becomes possible to spatially and materially relate these developments and thereby to make them culturally significant»[6].

Για να υπάρχει ένα πεδίο στο οποίο μπορούν να γίνουν ορατές αυτές οι διαδράσεις απαιτείται ένας τύπος design medium. Για τον Νεύτωνα το locus όπου τελούνταν οι διαδράσεις των βαρυτικών δυνάμεων ήταν ο αιθέρας. Για την βιολογία ο όρος medium αφορά το σύνολο των εξωτερικών συνθηκών που απαιτούνται για να διατηρηθεί ένας οργανισμός σε ζωή. Οπότε στις σχέσεις "agency" που δημιουργούνται μεταξύ διαφορετικών ειδών, κρίσιμο στοιχείο για την κατανόηση και περιγραφή τους αποτελεί το περιβάλλον και το μέσο διάδρασης.

Για τις «material cultures», το μέσο διάδρασης αναλύεται σε πολλαπλά επίπεδα ανάλογα με το μέσο που απασχολεί. Επομένως για το περιβάλλον του υπολογιστή αφορά την πλατφόρμα σχεδιασμού, για το περιβάλλον της κατασκευής αφορά τον ρομποτικό βραχίονα ως την πλατφόρμα κατασκευής, καθώς αποτελεί ένα «generic» μηχάνημα παραγωγής. Η σύμπραξη αυτών των δύο, επιφέρει την δυνατότητα να δημιουργούμε «informed» μοντέλα με πραγματικά δεδομένα προερχόμενα από το περιβάλλον και να μεταφέρονται στο περιβάλλον του υπολογιστή.

Η πιο σύγχρονη απόδοση του όρου Performance για την αρχιτεκτονική προέρχεται από τον David Leatherbarrow, στην αρχή του 21ου αιώνα, ο οποίος επικεντρώνεται στην σχέση μεταξύ ελεύθερων και προσχεδιασμένων διαδράσεων (planned and unplanned performances), που συντελούνται μεταξύ performance, τόπου και σκοπού και μεταξύ ενός κτηρίου και του ευρύτερου context ή τοπογραφίας.

Η προσέγγιση αυτή είναι χαρακτηριστική και μοναδική καθώς διαχωρίζει την πολυπλοκότητα που προέρχεται από προγραμματισμένες (εσωτερικούς κανόνες οργάνωσης της μορφής) συνθήκες και μη προγραμματισμένες (εξωγενείς παράγοντες που ορίζουν την τελική μορφή. Η προσέγγιση αυτή αφορά και αγγίζει όλο το εύρος των κλιμάκων που αφορούν και αγγίζουν τον σχεδιασμό.

Ο Leatherborrow καταλήγει σε δύο χαρακτηριστικά της έννοιας performance στην αρχιτεκτονική

- «The kind that is exact and unfailing in its predictions and outcomes»
- «The kind that anticipates what is likely, given the circumstantial contingencies of built work»

Η πρώτη θέση αφορά μία προσέγγιση μηχανική και αποδοτική ενώ η δεύτερη αφορά μοντέλα βασισμένα στην αβεβαιότητα και το context του όρου Performance. Πάνω στην παραπάνω διαλεκτική ο Branco Kolarevic και Ali Malkawi, υποστηρίζουν ότι η σημασία που δίνεται στην performance κτηριακών συνόλων, επηρεάζει άμεσα τον σχεδιασμό, θολώνοντας τα όρια μεταξύ γεωμετρίας και ανάλυσης, μεταξύ εμφάνισης και performance.

Η παραπάνω θέση γίνεται κατανοητή, καθώς το τελικό αποτέλεσμα, βασίζεται σε μία αναδυόμενη πολυπλοκότητα συντελεστών που βρίσκονται σε διάδραση. Η θέση του Leatherborrow, συγκεκριμένα συγκεντρώνει την δυνατότητα του όρου performance να αποτελεί τόσο εργαλείο εξερεύνησης όσο και ανάλυσης για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Αποτελεί μία μέθοδο χαρτογράφησης όχι απλά της ανθρώπινης συμπεριφοράς, αλλά του συστήματος συμπεριφορών που περιέχονται σε ένα μη-γραμμικό και ανομοιογενές σύστημα παραγόντων σε συνεχή διάδραση.

1. Michael Hensel, AD, Performance oriented Architecture, Wiley, London, 2013 σελ 11

2. Sean Ahlquist and Achim Mengez, AD Reader, Computational Design Thinking, Wiley, London, 2011 σελ 10

3. Achim Menges, Polymorphism, AD, Techniques and technologies in morphogenetic design, Wiley, London, 2006

4. Michael Hensel, AD Reader, Computational Design Thinking, Wiley, London, 2011, σελ 19

5. Jan Willmann, Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Langenberg, Digital by material, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

6. Jan Willmann, Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Langenberg, Digital by material, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

Η συνειδητοποίηση και η αποδοχή της θέσης ότι η αρχιτεκτονική αφορά ένα "locus of performances" και ότι οι διαδράσεις μεταξύ agents, αποτελούν κυρίαρχο μοντέλο παραγωγής της αρχιτεκτονικής αποτέλεσε το κύριο θέμα του συνέδριου Acadia, της χρονιάς 2014, με θέμα "Design Agency". Το «medium», μέσω του οποίο ξεδιπλώνεται η θεματική του σχετίζεται με την φύση του κόσμου σήμερα, ως ενός διασυνδεδεμένου χώρου όπου άνθρωπος και τεχνολογία, δημιουργούν έναν νέο τύπο συμβίωσης. Για τους αρχιτέκτονες, η σημασία αυτού του διασυνδεδεμένου μοντέλου, αφορά τον ρόλο τους, ο οποίος δεν πρέπει να σχετίζεται τόσο με την παραγωγή ενός «κλειστού», μοναδιαίου σχεδιαστικού αντικειμένου, αλλά περισσότερο με την εξερεύνηση τεχνικών που να μπορούν να δυνητικοποιήσουν τον σχεδιασμό ώστε να αποτελεί ένα ανοιχτό εξελίξιμο σύστημα (catalyze a design)[1].

Για το συνέδριο, κρίσιμο, οπότε ζήτημα είναι να εξερευνηθεί και να αναδιατυπωθεί βάσει των νέων δεδομένων ο όρος "agency", μέσω πρακτικών και παραδειγμάτων, προερχόμενα από διάφορα πεδία του computational design, όπως: simulation, fabrication, robotics, κλπ.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο όρος "Agency", αναφέρεται στην δυνατότητα ενός agent, να δράσει σε ένα ορισμένο περιβάλλον. Ο όρος agent, συνήθως μας συνδέει με το προγραμματιστικό περιβάλλον, με agents, ως αλγοριθμικές οντότητες με μία ορισμένη αυτονομία, με την δυνατότητα να δράσουν σε ένα ψηφιακό περιβάλλον. Η αυτονομία αυτή βασίζεται στην χρήση εγγενών και εξωγενών δεδομένων (data), δίνοντας την δυνατότητα στον σχεδιαστή- αρχιτέκτονα να προγραμματίσει την τεχνητή νοημοσύνη ενός πλήθους από οντότητες με σκοπό να αναδείξει και να ανακαλύψει τις αναδυόμενες συμπεριφορές που παράγονται από τις αλληλεπιδράσεις (John Conway, Game of life).

Ταυτόχρονα, τα επιτεύγματα στο τομέα του fabrication και των υλικών αποδεικνύουν ότι η έννοια agency, δεν αποτελεί χαρακτηριστικό μόνο αλγοριθμικών διαδικασιών αλλά και πρακτικών που προέρχονται και από άλλες επιστήμες.

Για το θεωρητικό πεδίο του συνεδρίου ο όρος agency τίθεται υπό ένα πολύ ευρύτερο πλαίσιο, τόσο πρακτικό όσο και θεωρητικό. Το κρίσιμο που πρέπει να γίνει από νωρίς κατανοητό και αποτελεί βάση για την συζήτηση είναι ότι σχεδιαστικές διαδικασίες, ενεργοποιούνται μέσω της αυτονομίας που διαθέτει μία διαδικασία ή συμπεριφορά (process or discipline) να επιχειρήσει μέσα σε ένα ορισμένο πλαίσιο ή περιβάλλον, με μη-γραμμικό τρόπο (non-linear fashion)[2].

Οι θεματικές που προτείνονται αφορούν έξι τύπους "agency": «Design Agency», «Fabrication Agency», «Parametric Agency», «Material Agency», «Temporal Agency» και «Data Agency».

Ο χωρισμός αυτός υπονοεί μια ιδιαίτερη αυτονομία γύρω από κάθε κατηγορία, μέσω της οποίας δημιουργείται ένα είδος feedback ανάμεσα στον αρχιτέκτονα, τον agent και το περιβάλλον στο οποίο επιδρά. Ο διάλογος που αναπτύσσεται μεταξύ των παραπάνω στοιχείων αναδεικνύει τον αρχιτέκτονα ως ένα διαπραγματευτή ανάμεσα στα διάφορα agencies με τα οποία βρίσκεται σε διάδραση.

Η παραπάνω θέση, ουσιαστικά αναδιατυπώνει ενεργά την έννοια top- down και bottom- up καθώς τίθεται το ερώτημα, «are we designers of spaces and things, or the processes and experiences that produce or are produced by these spaces and things?»

-Design Agency

Η πρώτη κατηγορία που αναλύεται αφορά "the capacity to encode the agency of the architect –their design intention-"[3], μέσω αλγοριθμικών δομών. Οι αλγοριθμικές δομές που στη προκειμένη περίπτωση μεταγράφουν την πρόθεση του αρχιτέκτονα, αφορούν multi-agent αλγόριθμους. Οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι περιγράφουν μία λογική από τοπικές διαδράσεις που οδηγούν στην δημιουργία συστημάτων αυτό-οργάνωσης.

Η χρήση των συγκεκριμένων αλγοριθμικών δομών, επιτρέπει στον αρχιτέκτονα, να επαναπροσδιορίσει την σχεδιαστική πρόθεση μέσω χαρτογράφησης συμπεριφορών από αλληλοεπιδρώντες agents. Η διάδραση απλών αρχιτεκτονικών δομών, οδηγεί στην δημιουργία πολύπλοκων μορφών και δομών πληροφορίας, δίνοντας πάτημα για την δημιουργία μίας μορφής "collective intelligence" και αναδυόμενων συμπεριφορών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η παραπάνω θέση, θα μπορούσε να παρομοιαστεί με τον τρόπο που λειτουργούν ή αλληλοεπιδρούν τα digital design commons μεταξύ τους. Καθώς πληρούν τα τρία βασικά κριτήρια που θέτει ο Delanda (population thinking, intensive thinking, topological thinking), μπορούν να παρομοιαστούν με ένα

πλήθος αλληλοεπιδρώντων agents, με σκοπό την αρχιτεκτονική παραγωγή μέσω αλγοριθμικών δομών. Οπότε μπορούμε να μιλάμε για ένα "mechanical Turk" και μια "probiotic soup" αλγοριθμικού σχεδιασμού, η οποία αποτελεί μία αναδυόμενη ανθρώπινη πράξη και κουλτούρα, η οποία εφαρμόζει ενεργά, κανόνες, δομές και διεργασίες αυτό- οργάνωσης και ανάδυσης προερχόμενες από την βιολογία.

Οπότε η πρόθεση του αρχιτέκτονα, μετεγγράφεται σε μία σειρά από διαδικασίες ή συμπεριφορές οι οποίες αλληλοεπιδρούν μέσω μη γραμμικών διαδικασιών, οδηγώντας στην αυτό-οργάνωση της σχεδιαστικής πρόθεσης εκ νέου. Η διαδικασία αυτή διαφέρει ενεργά από την μέχρι τώρα αλγοριθμική παραγωγή μορφών και patterns οι οποίες μεταφράζονται γραμμικά σε αρχιτεκτονική. Η αλλαγή παραδείγματος, στην προκειμένη περίπτωση έγκειται στην αποδοχή της θέσης, η οποία υποστηρίζει τον σχεδιασμό μέσω του αλγορίθμου και σε συνέργεια με αυτόν, παρά χρησιμοποιώντας τον ως ένα "abstract formal generator".

Η θέση αυτή τοποθετεί την πρόθεση του αρχιτέκτονά, τόσο στην βάση των συμπεριφορών των agents, όσο και στην τελική αξιολόγηση του αποτελέσματος. Επομένως εξαλείφεται ο διαχωρισμός top- down και bottom- up και οι σχεδιαστικές αποφάσεις που καλείται να λάβει ο αρχιτέκτονας διαισθητικά ή βάσει αντικειμενικών κριτηρίων βρίσκονται διάχυτες σε όλο το εύρος του σχεδιασμού. Δηλαδή ενσωματώνεται στον σχεδιασμό το design agency του ίδιου του αρχιτέκτονα.

-Fabrication Agency

Το fabrication agency, επικεντρώνεται στα νέα μέσα παραγωγής και το πώς αλλάζουν το πεδίο του σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, μέσα από εργαλεία και μέσα παραγωγής τα οποία όπως περιγράψαμε παραπάνω βασίζονται στην λογική της πλατφόρμας και σε μη- γραμμικές διαδικασίες, μεταβαίνουμε στο πεδίο και τις μεθόδους εξερεύνησης της φυσικής ύλης. Η διαδικασία αυτή καθώς στηρίζεται σε μηχανήματα αλγοριθμικά ελεγχόμενα αναδεικνύει μια νέου τύπου "material culture", για την αρχιτεκτονική.

Τα δύο βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν την συγκεκριμένη κατηγορία αφορούν την δυνατότητα για διαφοροποίηση και διαφορετικότητα στην παραγωγή (mass customization) και την δυνατότητα να ενσωματωθεί στην σχεδιαστική διαδικασία, από την πρώτη σύλληψη της μορφής, οι διαδικασίες παραγωγής της.

Η αλλαγή παραδείγματος, που αναδύεται μέσα από την εφαρμογή του παραπάνω agency, αφορά την ενσωμάτωση και συνεργασία διαφορετικών επιστημονικών πεδίων στο πεδίο της κατασκευής, θολώνοντας τα όρια μεταξύ αρχιτεκτόνων, μηχανικών, επιστημόνων τεχνολογίας υλικών και προγραμματιστών[4].

Η νέες δυνατότητες που προέρχονται από τα νέα μηχανήματα παραγωγής, σηματοδοτούν για πολλούς ερευνητές την απαρχή της τρίτης βιομηχανικής επανάστασης, με μία σειρά πρακτικών οι οποίες μπορούν να οριστούν ως διάδραση ανθρώπου και μηχανής και αφορούν πρακτικές σχετικά με machine learning, robot- human cooperation, informed fabrication κλπ.

Η συμβολή αυτής της οπτικής στην αναδυόμενη material culture, αναδιατυπώνει πλήρως τη μορφή των μέχρι τώρα διατυπωμένων σχέσεων μεταξύ προγραμματισμού, παραγωγής και υλικών συστημάτων.

-Parametric Agency

Το parametric Agency, αναφέρεται στα θέματα που εγείρονται στην επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικά δεδομένα και πλατφόρμες και το πώς συνδέονται αλγοριθμικά. Αποτελεί ουσιαστικά, μία διαδικασία, μέθοδο, διαδικασία fabrication ή ένα διάγραμμα[5].

Οπότε η διαδικασία αυτή σκοπό έχει να μας αποδώσει μεθόδους ελέγχου και χειρισμού της διαφορετικότητας μέσα σε ένα πλήθος, ώστε να γίνουν δυνατές δυναμικές αλληλεπιδράσεις μέσα σε αυτό το μεταβαλλόμενο πεδίο. Η κρίσιμη αλλαγή στην σκέψη και η υπέρβαση του «Parametricism as a style» (2008) του Patrick Schumacher, αφορά την αποδοχή μεγάλων δυναμικών διαφοροποιήσεων, αντιθέτως με τις ομαλές μεταβολές και τις μικρές διαφοροποιήσεις στα μοντέλα. Το στοιχείο αυτό, ήταν και ο λόγος που η δουλεία που παρουσιάζεται από τον Schumacher, διακατέχονταν από αισθητικά κριτήρια βασισμένα στην επανάληψη και στις μικρές διαφοροποιήσεις. Ουσιαστικά το ζήτημα που αναδύεται αφορά την αποδοχή του «parametricism», ως μοντέλου οργάνωσης και ελέγχου πραγματικά μη γραμμικών συστημάτων και μοντέλων βασισμένα σε πραγματική ανομοιογένεια και όχι φαινομενική.

Για το συνέδριο, το parametric agency οπότε, κύριος ρόλος του, αφορά την δημιουργία διαδικασιών και διαγραμμάτων σχετικά με data management, πρωτόκολλα επικοινωνίας και γενικότερα τρόπους διαχείρισης της πληροφορίας, ούτως ώστε να μπορέσει να μεταφερθεί το virtual στο actual και να φτάσουμε στην κατασκευή.

-Temporal Agency

Το ζήτημα που τίθεται σε αυτή την θεματική αγγίζει περισσότερο την θεωρία παρά μια νέα αναδυόμενη πρακτική. Το temporal agency, αφορά την αποδοχή των νέων επιτευγμάτων από κλάδους που δεν σχετίζονται άμεσα με την αρχιτεκτονική αλλά έχουν την δύναμη να την επηρεάσουν. Οπότε αποτελεί από την μία, μία θέση βασισμένη στην εξερεύνηση νέων πρακτικών, εγκαθιδρύοντας ένα νέο

είδος σχεδιασμού όπου η φαντασία και οι σύγχρονοι προβληματισμοί, πολλές φορές προερχόμενοι και από άλλους κλάδους, ανατροφοδοτούν την αρχιτεκτονική.

Από την άλλη, σηματοδοτεί μία αλλαγή παραδείγματος, ως προς το θεωρητικό υπόβαθρο της αρχιτεκτονικής. Ήδη στην αρχή, αναφερθήκαμε στην μετάβαση από γλωσσικά μοντέλα ανάλυσης της μορφής και της δομής σε μαθηματικά και χωρικά μοντέλα. Η μεταβολή αυτή, μετατοπίζει το ενδιαφέρον της αρχιτεκτονικής θεωρίας από την συγκριτική ανάλυση αρχιτεκτονικού λόγου, την κριτική θεωρία, τις ερμηνευτικές φιλοσοφίες κλπ., σε ένα φιλοσοφικό μοντέλο το οποίο βασίζεται ενεργά σε φιλοσοφίες βασισμένες σε επιστημονικά επιτεύγματα (technologically informed scientific philosophies)[6].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ανάδυση της φιλοσοφίας γύρω από τα υλικά, η οποία πλαισιώνεται από τα έργα του Frei Otto, σχετικά με την μορφογένεση. Ταυτόχρονα, η θέσεις του Delanda, πάνω στην διαλεκτική του Deleuze κυρίως αλλά και η κριτική ανάλυση που προσφέρει πάνω σε επιστημονικές ανακαλύψεις πλαισιώνεται τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά μέσω της επιστήμης. Παραπάνω αναλύθηκε η μετάβαση από τις «royal sciences» στις «nomad sciences» και την σημασία για την αρχιτεκτονική, της αποδοχής των «non-linear systems». Μέσα από τις παραπάνω έννοιες ανοίγεται όπως είδαμε ένα νέο πρακτικό πεδίο όπου τεχνικές και μία νέα παλέτα εργαλείων τόσο σε προγραμματιστικό περιβάλλον όσο και σε κατασκευαστικό (ρομποτικός βραχίονας), γίνονται πραγματικότητα και εφοδιάζουν εκ νέου την αρχιτεκτονική με εργαλεία φιλοσοφικώς και επιστημονικώς τεκμηριωμένα.

Το άνοιγμα της αρχιτεκτονικής πρακτικής και θεωρίας σε άλλες πρακτικές και επιστήμες ουσιαστικά σηματοδοτεί το πέρας της εποχής όπου τα όρια μεταξύ αρχιτεκτονικής και άλλων επιστημών ήταν σαφώς διαχωρισμένα. Όπως και τα μοντέλα ορισμού της μορφής αποτελούνται από multi agent systems, αντιστοίχως, απαιτείται από το νέο παράδειγμα, αλλαγή και στην θεωρητική σκέψη. Η αρχιτεκτονική, τα διαφορά επιστημονικά πεδία και η φιλοσοφία, δεν αποτελούν πια μοναδιαίες οντότητες αλλά εργαλειακές οντότητες σε μεταβολή και σε διάδραση μεταξύ τους, με στόχο την δημιουργία, την ανακάλυψη και την ερμηνεία τόσο του φυσικού όσο και θεωρητικού κόσμου.

-Data agency

Το data agency, αφορά την διαχείριση των data, τα οποία παράγονται από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ή προέρχονται από το περιβάλλον και το κοινωνικό υπόβαθρο, ώστε να ενημερώσουν εκ νέου τον σχεδιασμό. Το agency αυτό, ασχολείται ειδικά με τα ποσοτικά δεδομένα που παράγονται, μέσα από data-driven διαδικασίες, λαμβάνοντας υπόψιν τόσο την διαδικασία παραγωγής όσο και την ταυτότητα του παραγωγού.

Η οπτική αυτή αποδίδει μία συγκεκριμένη ταυτότητα στα δεδομένα που παράγονται από διαφορετικές ομάδες ανθρώπων ή πρακτικών[7] με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά:

Τα δεδομένα δεν είναι ποτέ ουδέτερα, αντιθέτως αντικατοπτρίζουν τις κοινωνικές ομάδες, κουλτούρες οι κοινωνικές διεργασίες οι οποίες τα παράγουν και τα διατηρούν.

Δεν υφίσταται ο διαχωρισμός μεταξύ «raw data» και επεξεργασμένων δεδομένων. Ο διαχωρισμός δεν αντιστοιχεί στην παρουσία ή απουσία της πρόθεσης που κρύβεται στα δεδομένα, καθώς σε ότι μορφή και να βρίσκονται, ήδη μέσα στην δομή τους και στην ίδια τους την οντότητα υπάρχει η γραφή του παραγωγού τους με καταγεγραμμένη την πρόθεση.

Ανεξαρτήτως του μεγέθους των δεδομένων, κάθε βάση δεδομένων εμπεριέχει το αποτύπωμα της διαδικασίας που την δημιούργησε.

Βάσει των παραπάνω χαρακτηριστικών, που ουσιαστικά υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχουν ουδέτερα δεδομένα καθώς η πρόθεση είναι παρούσα τόσο στην δημιουργία τους όσο και στην χρήση τους, η έννοια data agency, μπορεί να εξεταστεί μέσα από τρείς ερευνητικές θεματικές:

- Η πρώτη αφορά έρευνα, η οποία εμπεριέχει διαδικασίες εξαγωγής δεδομένων, ή αλλιώς διαδικασίες data analysis.

- Η δεύτερη αφορά ερευνά η οποία προωθεί την δημιουργία συγκεκριμένων δομών δεδομένων και data-driven διαδικασιών, οι οποίες επικεντρώνονται στην διευκόλυνση συγκεκριμένων εφαρμογών. Η πρακτική αυτή αφορά την δημιουργία "data ontologies".

- Η τρίτη αφορά την μελέτη σχεδιαστικών εργαλείων και διαδικασιών οι οποίες βρίσκονται σε μία κατάσταση μεταβολής μέσω της σύμπραξης του σχεδιασμού με τα δεδομένα. Η πρακτική αυτή αφορά τις διαδικασίες οι οποίες σχετίζονται με "data praxis".

Η παρούσα θεματική είναι κρίσιμη, καθώς τα δεδομένα αποτελούν το medium επικοινωνίας μεταξύ φυσικού κόσμου και προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Το ζήτημα της πολιτικής των δεδομένων ή της παραγωγής τους (authorship), αναδεικνύει ζητήματα πολιτικής, οικονομίας και επαναπροσδιορίζει την κοινωνική ταυτότητα των αρχιτεκτονικών επεμβάσεων.

Η συζήτηση μεταφέρεται ανοιχτά σε μια «data driven» και «data generated» αρχιτεκτονική. Η χαρτογράφηση των δεδομένων και του ψηφιακού αποτυπώματος των διάφορων κοινωνικών ομάδων που

εμπλέκονται αποτελεί κρίσιμο στάδιο της σύγχρονης αρχιτεκτονικής πρακτικής.

Οι παραπάνω έξι θεματικές του συνεδρίου πέρα από τον πρακτικό ρόλο που προσφέρουν ώστε να κατηγοριοποιηθούν τα διάφορα project που παρουσιάζουν, προσφέρει και ένα θεωρητικό υπόβαθρο για να ορίσουμε την φύση των διαδράσεων στο νέο αρχιτεκτονικό παράδειγμα. Αποτελεί ταυτόχρονα ένα θεωρητικό εργαλείο ανάλυσης και ένα πρακτικό μοντέλο των διάφορων "agencies" που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά τον σχεδιασμό στο νέο παράδειγμα.

1. Michael Fox, Catalyst Design in a connected world, ACADIA 2014 Design Agency: Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture David Gerber, Alvin Huang, Jose Sanchez, Acadia 2014 Design Agency, 2015

2. Ronald Snooks, Design Agency, ACADIA 2014 Design Agency: Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture David Gerber, Alvin Huang, Jose Sanchez, Acadia 2014 Design Agency, 2015

3. Matias Del Campo, Fabrication Agency, ACADIA 2014 Design Agency: Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture David Gerber, Alvin Huang, Jose Sanchez, Acadia 2014 Design Agency, 2015

4. Neil Leach, Temporal Agency, ACADIA 2014 Design Agency: Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture David Gerber, Alvin Huang, Jose Sanchez, Acadia 2014 Design Agency, 2015

5. Kyle Steinfeld, Data Agency, ACADIA 2014 Design Agency: Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture David Gerber, Alvin Huang, Jose Sanchez, Acadia 2014 Design Agency, 2015

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο ορισμός της έννοιας performance αφορά την χαρτογράφηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Αν παραθέσουμε τον ορισμό και τον εντοπίσουμε στα υλικά, μπορούμε να ορίσουμε ως material performance την χαρτογράφηση της συμπεριφοράς του υλικού.

Οι «material cultures», όπως είδαμε και παραπάνω, αφορούν την σύγκλιση μεθόδων computation και fabrication σε ένα νέο corpus, όπου ο σχεδιασμός εμπεριέχει και τις μεθόδους κατασκευής. Η λέξη computation, στην βασική της έννοια αναφέρεται στην επεξεργασία πληροφορίας. Δεδομένου ότι καταλήξαμε ότι το ίδιο το υλικό φέρει πληροφορίες με τις οποίες μπορεί να επηρεάσει τον σχεδιασμό, μπορούμε να πούμε ότι και το υλικό έχει την δυνατότητα να κάνει computation.

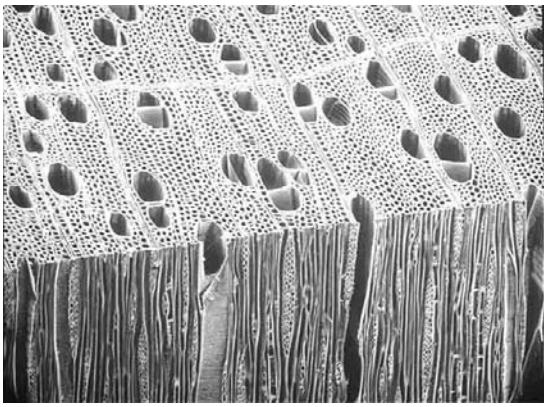
Για την αρχιτεκτονική το computation, παρέχει ένα πολύ δυνατό agency, το οποίο έχει την δυνατότητα να ενημερώνει την σχεδιαστική διαδικασία, μέσω συγκεκριμένων ιδιοτήτων του υλικού και με την σειρά της η σχεδιαστική διαδικασία, να ορίζει εκ νέου την οργάνωση της ύλης και του υλικού βασισμένη σε πληροφορία από το περιβάλλον [1].

Οπότε, καθώς αναδεικνύεται το υλικό ως ένας ενεργός agent, ο οποίος επηρεάζει άμεσα την μορφή και την δομή, κρίνεται αναγκαίο να αναλυθούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία ορίζουν την συμπεριφορά του και τον τρόπο με τον οποίο επιδρά με το περιβάλλον. Μπορούμε να αναγνωρίσουμε τέσσερα κύρια χαρακτηριστικά: material information, material capacity, material behavior και material intelligence.

Οι παραπάνω έννοιες παρουσιάζονται μέσα από την έρευνα του Achim Menges και συνεργατών του, ειδικά μέσα από in situ εμπειρία από τα pavilions που κατασκευάζονται στο Institute for Computational Design and Institute of building structures and structural design, ICD/ITKE, στο πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης.

-Material information

Ο όρος material information, αναφέρεται στην εγγενή πληροφορία την οποία διαθέτει το υλικό κατασκευής, η οποία μπορεί να επηρεάσει και να ενημερώσει με δεδομένα εκ νέου την σχεδιαστική διαδικασία και την κατασκευή.



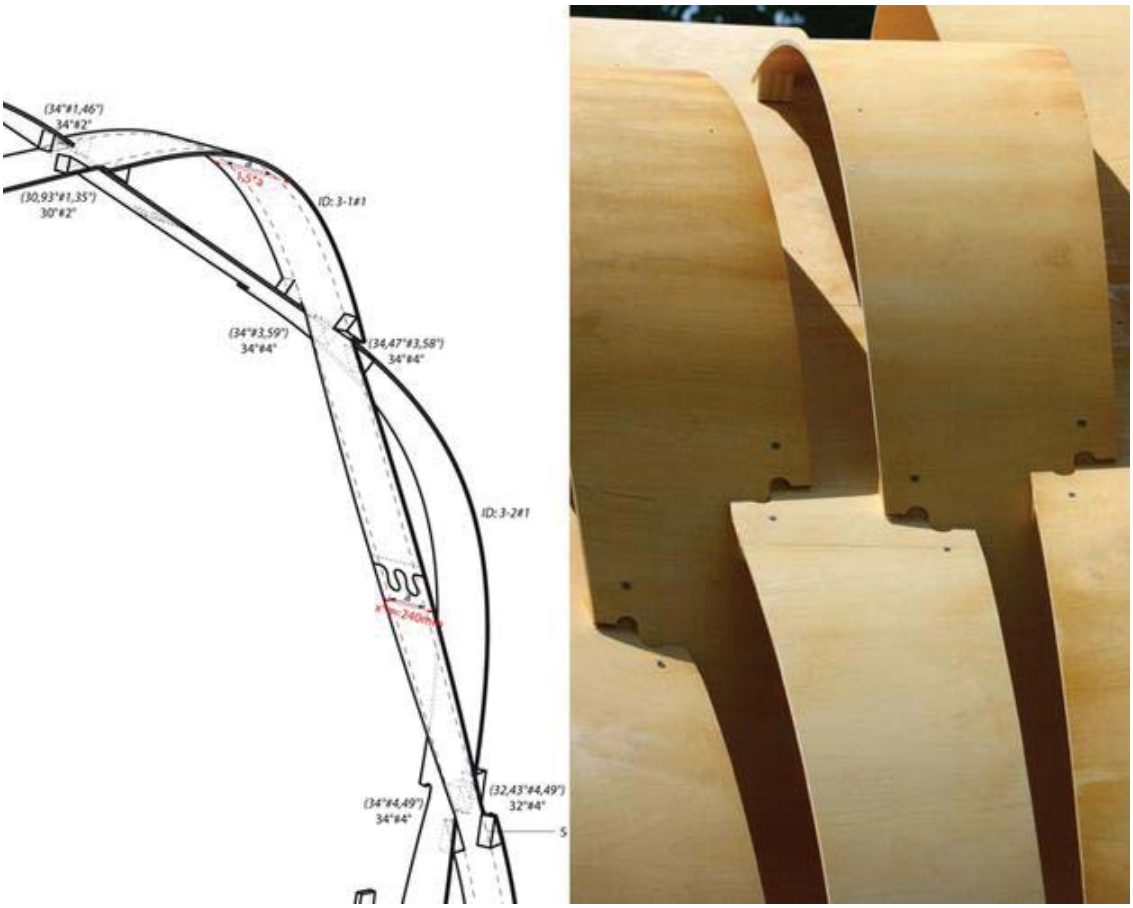
Εικ. 1 κυτταρική δομή ξύλου

Εικ.2 ICD/ITKE research Pavilion, curved wood panels, 2010

Σε κάθε υλικό συνυπάρχουν δύο διαφορετικές κλίμακες που ορίζουν την δομή και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί και συμπεριφέρεται. Η μικροκλίμακα του υλικού (εικ.1), αφορά την δομή του υλικού ακόμη και σε μοριακό επίπεδο, όπου αποτελεί την απαρχή των ιδιοτήτων του. Η μακροκλίμακα του υλικού, αφορά τον τρόπο με τον οποίο το υλικό οργανώνεται στον χώρο και τον τρόπο με τον οποίο εκφράζεται χωρικά η διάδραση με το περιβάλλον (εικ.2).

Ο χώρος που δημιουργείται ανάμεσα από αυτά τα δύο συστήματα όταν βρίσκονται σε διάδραση με το περιβάλλον, ορίζουν έναν χώρο λύσεων, όπου μόνο με την χρήση αλγοριθμικών δομών μπορούμε να πλοηγηθούμε και να ανακαλύψουμε κρυφές πτυχές και ιδιότητες του υλικού κρυμμένες μέσα στον χώρο αυτό[2].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα, χρήσης computation για να εξερευνηθούν οι ιδιότητες και η πληροφορία που κρύβει μέσα το υλικό αποτελεί το ξύλο. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του που μας ενδιαφέρει άμεσα, είναι, ότι δεν προέρχεται από μια γραμμική αλυσίδα παραγωγής η οποία απαντά σε μία



Εικ. 3 Λεπτομερεια κατασκευής και συνδεσεις wood panel, ICD/ITKE research Pavilion 2010

συγκεκριμένη ζήτηση της αγοράς. Το ξύλο αφορά ένα υλικό όπου η διαδικασία με την οποία αναπτύσσεται βασίζεται στην ιδέα ότι καλείται να αναλάβει φορτία. Οπότε αποτελεί ένα σύστημα το οποίο βασίζεται σε μη γραμμικές μεθόδους ανάπτυξης και λόγω την ανομοιογένειας των δυνάμεων τις οποίες δέχεται κατά την ανάπτυξή του, αποκτά και ανομοιογενή σύσταση ως υλικό. Οπότε το βασικό χαρακτηριστικό το οποίο παρουσιάζει στην σύστασή του το ξύλο είναι η ανισοτροπία (anisotropy)[3].

Η χρήση αλγοριθμικών μοντέλων υπολογισμού των ιδιοτήτων του υλικού σκοπό έχουν να απελευθερώσουν την ανισοτροπία που βρίσκεται εγκλωβισμένη μέσα στο υλικό. Μια καθιερωμένη τεχνική fabrication που εφαρμόζεται για το ξύλο είναι το "bending" και αφορά μία τεχνική που εμπίπτει στην κατηγορία του forming.

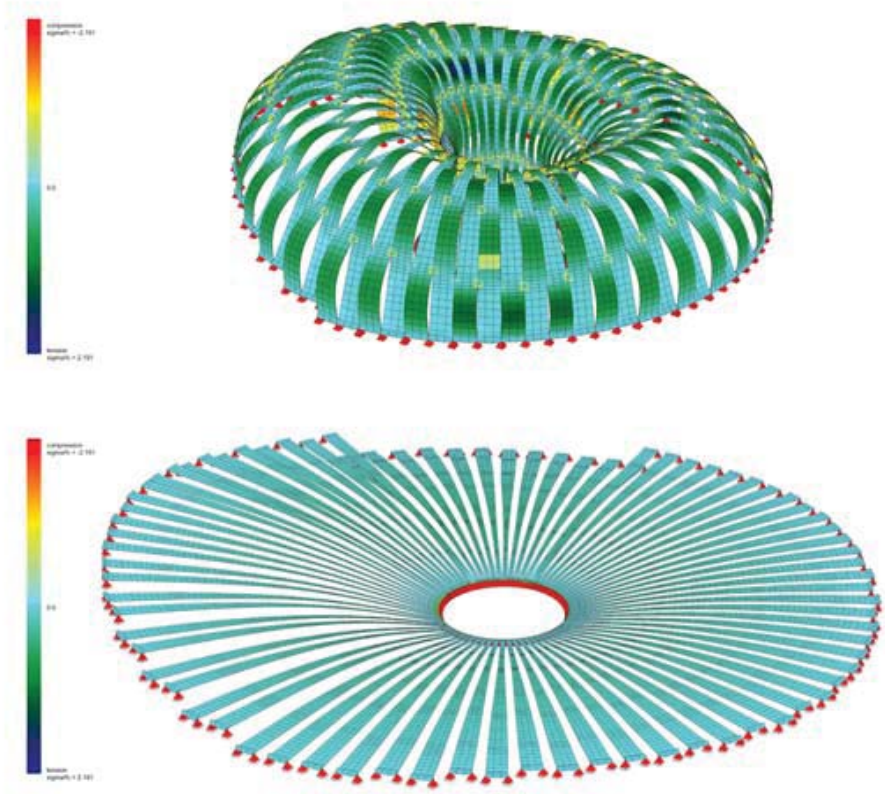
Το κρίσιμο στοιχείο, αποτελεί η ενημέρωση με δεδομένα των αλγοριθμικών μοντέλων, τα οποία προέρχονται από το ίδιο το υλικό. Για αυτό τον σκοπό εφαρμόζονται τεχνικές 3d scanning ήδη πριν το ξύλο φτάσει στο εργοστάσιο επεξεργασίας. Ταυτόχρονα, με την χρήση μαγνητικών τομογράφων, συλλέγεται πληροφορία για την μορφολογία του ξύλου, την δομή των ινών του και ανατομικά χαρακτηριστικά του. Δηλαδή οι φυσικές ιδιότητες του υλικού μεταφράζονται σε δεδομένα τα οποία μπορούν να προσομοιωθούν σε υπολογιστικά μοντέλα.

Η χρήση αυτής της πληροφορίας σε ένα αλγοριθμικό μοντέλο αποτελεί την μεταγραφή της πληροφορίας που προέρχεται από το υλικό στο περιβάλλον του υπολογιστή, έτσι ώστε να ενταχθούν ενεργά μέσα στο σχεδιαστικό περιβάλλον οι διαδικασίες που ορίζουν την τελική κατασκευή.

-Material Behavior

Ο όρος Material Behavior, αναφέρεται στην ιδιότητα του υλικού να παράγει μορφή μέσα από την συμπεριφορά του (computes form) (εικ.3,4). Όπως έχουμε ξαναδεί, τη μορφή που λαμβάνει το υλικό είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με εσωτερικούς κανόνες οργάνωσης και εξωτερικές δυνάμεις που ορίζουν την τελική μορφοποίηση. Μέχρι τώρα, η μορφή και οι δυνάμεις που ελέγχουν την μορφή, με την φυσική τους έκφραση αποτελούσαν δύο ξεχωριστά πεδία κατά τον σχεδιασμό.

Μέσα από την έννοια material behavior, λαμβάνεται υπόψιν το πώς η επικοινωνία μεταξύ computational design, simulation και robotic fabrication, μπορούν να ορίσουν εκ νέου την μορφή και την φύση του υλικού.



Εικ. 4 sturctural simulation, ICD/ITKE research pavilion 2010

Βασικό στοιχείο αυτής της πρακτικής αφορά την δυνατότητα που προσφέρεται μέσω του computation, να συμπεριληφθούν ταυτόχρονα σε ένα μοντέλο, η αρχιτεκτονική μορφή, η δυνατότητες μορφοποίησης του ίδιου του υλικού και η δομική απόδοση του συστήματος.

Οπότε τα αρχιτεκτονικά στοιχεία ορίζονται όχι από την μορφή τους αλλά από την συμπεριφορά τους, καθώς η τελική μορφή δεν είναι γνωστή, διότι εξαρτάται από πολλά στοιχεία και παράγοντες τα οποία βρίσκονται σε διάδραση.

Οπότε γίνεται σαφές ότι μέσω της «material behavior», μπορούμε να ενεργοποιήσουμε τα computational χαρακτηριστικά τα οποία βρίσκονται κρυμμένα μέσα στα υλικά. Δηλαδή το υλικό έχει την δυνατότητα να δημιουργεί, οργανώνει και να δομεί αρχιτεκτονικές δομές και μορφές[4].

Οι δυνατότητα του υλικού μέσω της συμπεριφοράς του να δημιουργεί οργανώνει και να δομεί μορφή, μπορεί να εξερευνηθεί μέσα από μία πολύ κοινή και απλή συμπεριφορά, την ιδιότητα "elastic bending". Στο παράδειγμα που εφαρμόζεται η συγκεκριμένη τεχνική (ICD/ITKE pavilion 2010), η ελαστική συμπεριφορά του υλικού ενεργοποιείται για να οριστεί μία σειρά από "behavioral components" τα οποία διαπραγματεύονται χωρικά ένα πολύπλοκο πλέγμα από δυνάμεις που προέρχονται από την ελαστικότητα του υλικού, που εν τέλει, μέσω αυτού του «material agency», ορίζεται η τελική μορφή του pavilion.

Η συγκεκριμένη τεχνική αποτελεί ένα σημαντικό παράδειγμα το οποίο δείχνει το πώς με έμφαση στην material behavior και όχι στην γεωμετρική μορφή μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τις ήδη υπάρχουσες ιδιότητες και δυνατότητες του υλικού για μορφοποίηση. Ταυτόχρονα, εξερευνάται ένας νέος τρόπος δόμησης του αρχιτεκτονικού προβλήματος όπου η τελική μορφή δεν είναι a priori γνωστή αλλά αναδύεται σταδιακά μέσα από την διάδραση των στοιχείων που την απαρτίζουν.

-Material Capacity

Η έννοια «Material Capacity», αναφέρεται στην ιδιότητα του υλικού να προσαρμόζεται και να μεταλλάσσει την μορφή του συναρτήσει διαφορετικών συνθηκών του περιβάλλοντος. Αν κάθε κατάσταση ισορροπίας για τον Delanda, πρόκειται για ένα «singularity», η έννοια «material capacity», αναφέρεται στην ιδιότητα ενός υλικού να μεταβαίνει σε διαφορετικές καταστάσεις ισορροπίας βάσει συγκεκριμένων συνθηκών οι οποίες έχουν προγραμματιστεί στο ίδιο το υλικό.

Η θέση αυτή, προωθεί την διάδραση και όχι την προστασία από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, καθώς αντί της χρήσης υψηλής τεχνολογίας βασισμένη

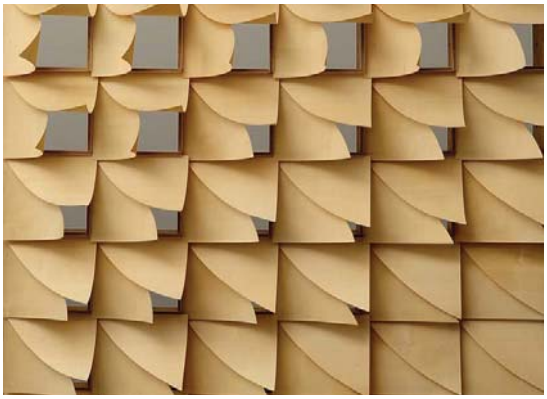
Εικ.5 συμπεριφορά καρπών κονοφώρων δέντρων, Performative wood studiom Harvard University Graduate School of Design (GSD),2009

σε αδρανή υλικά, η φύση προτείνει μία χαμηλής τεχνολογίας στρατηγική, βασισμένη στις ιδιότητες του υλικού να αντιδρά σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

Το βιολογικό παράδειγμα που βασίστηκε η έρευνα του Achim Menges και Steffen Reichert, αφορά την μελέτη της συμπεριφοράς των καρπών από κωνοφόρα δέντρα, όταν έρχονται σε επαφή με την υγρασία του περιβάλλοντος (εικ.5). Το συγκεκριμένο παράδειγμα δείχνει το πώς μια συγκεκριμένη υλική δομή μπορεί παθητικά να αντιδρά και να προσαρμόζεται σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, ο κώνος ανοίγει όταν βρίσκεται σε καθεστώς ξηρασίας, ενώ κλείνει όντα βρίσκεται σε υγρασία.

Η κατανόηση αυτής της υδροσκοπικής συμπεριφοράς του ξύλου απαιτεί μια βαθιά αντίληψη της ίδιας της ανατομίας του ξύλου, έτσι ώστε να χαρτογραφηθούν οι ιδιότητες και οι συμπεριφορές του σε σχέση με τις διαφορετικές περιβαλλοντικές δυναμικές[5].

Με το παραπάνω παράδειγμα να αποτελεί την θεωρητική βάση, ξεκίνησε από το τμήμα ICD του πανεπιστημίου της Στουτγάρδης, μία προσπάθεια να προγραμματιστούν συγκεκριμένες μορφολογικές καταστάσεις ισορροπίας, πάνω στο ξύλο, σε σχέση με τα ποσοστά υγρασίας στην ατμόσφαιρα



Εικ.6 Steffen Reichert, Achim Menges, Florian Krampe, Hydroscopic Envelopes, ICD, Stuttgart, 2010-11

(εικ.6,7,8)). Η παραπάνω έρευνα αποτελεί ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα πως μέσα από computation και πραγματικό πειραματισμό με ιδιότητες του υλικού μπορούμε να φτάσουμε να προγραμματίζουμε ιδιότητες με την κυριολεκτική έννοια της λέξης πάνω στα υλικά, εκμεταλλευόμενοι την ιδιότητα του ίδιου του υλικού να μεταβαίνει σε διαφορετικές καταστάσεις ισορροπίας αλλάζοντας ταυτόχρονα και την μορφή του.

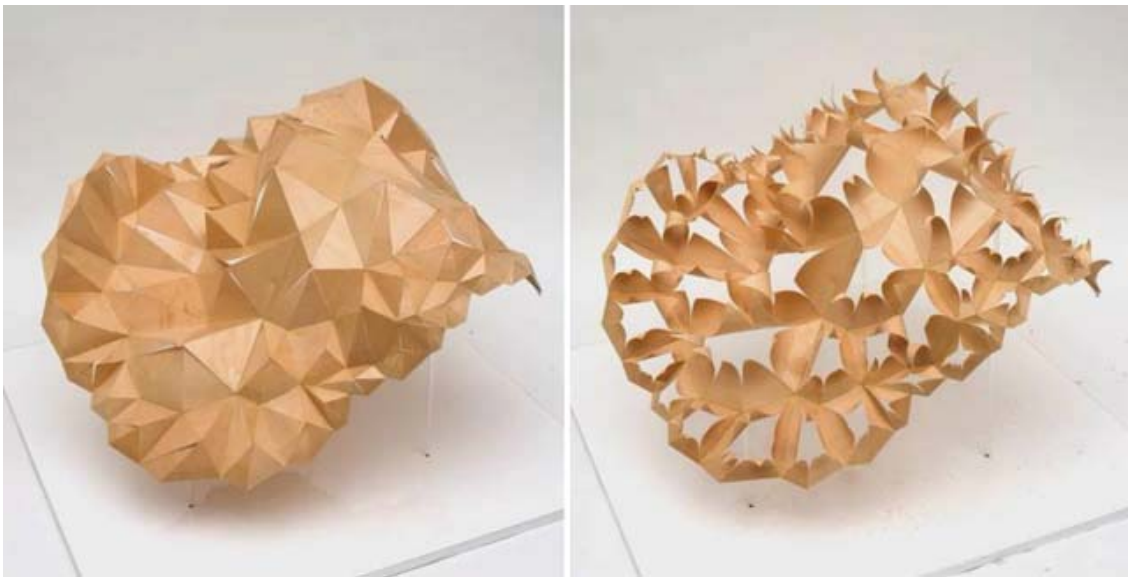
-Material intelligence

Η έννοια «material intelligence», αναφέρεται στην ενδογενή ιδιότητα της ύλης και όχι του υλικού να οργανώνεται σε συγκεκριμένες δομές. Η τελική μορφή, αποτελεί το αποτέλεσμα της ενδογενούς πληροφορίας που υπάρχει στην ύλη, η οποία την ωθεί να οργανωθεί με συγκεκριμένο τρόπο[6].

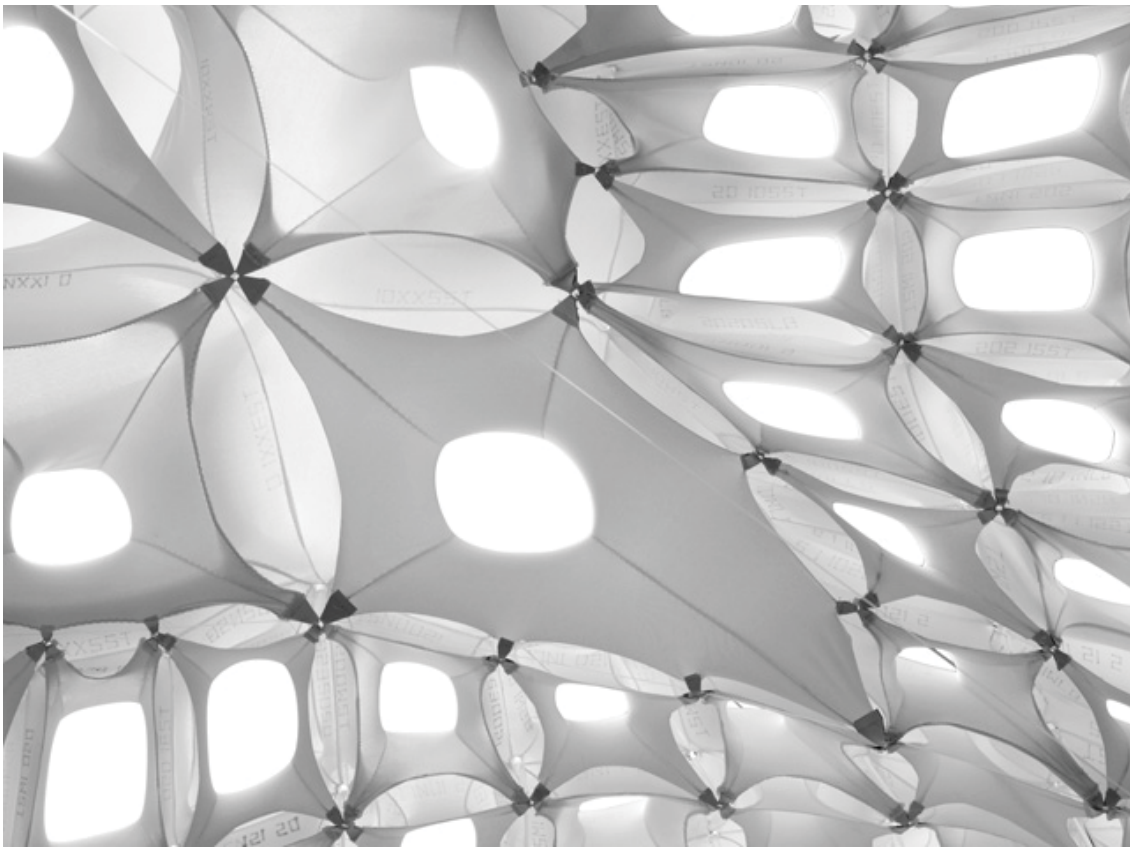
Η διαδικασία όπου ο αρχιτέκτονας χρησιμοποιεί την νοημοσύνη του υλικού και της ύλης να οργανώνεται σε συγκεκριμένες δομές ή gestalt, βάσει συγκεκριμένων ορίων και πεδίων διάδρασης τα οποία ορίζουν το αρχιτεκτονικό πρόβλημα, είναι γνωστή ως «form finding». Χαρακτηριστικό παράδειγμα "physical form finding", αποτελούν τα πειράματα του Frei Otto, (εικ.11), ο οποίος με την χρήση σαπουνόνερου, δημιουργεί πολύπλοκα μοντέλα επιφανειών εκμεταλλευόμενος την επιφανειακή τάση που χαρακτηρίζει τις φούσκες από σαπούνι και νερό. Τα πειράματα αφορούσαν τον εγκλωβισμό των επιφανειών αυτών μέσα σε συγκεκριμένα όρια ώστε να ανακαλύψει την μορφολογία των επιφανειών, καθώς δεν εξαρτώνται από την σχεδιαστική πρόθεση του αρχιτέκτονα, αλλά καθαρά από την πρόθεση του υλικού να οργανώνεται εντός των ορίων που του τίθενται.

Οπότε ο όρος form-finding, αφορά τις προσπάθειες δημιουργίας και παραγωγής μορφής μέσω της οργάνωσης της ύλης κάτω από την επιρροή εσωτερικών και εξωτερικών πιέσεων και δυνάμεων.

Εικ.7 Steffen Reichert, Achim Menges Scheffler+Partner, Faz Pavilion Frankfurt 2010



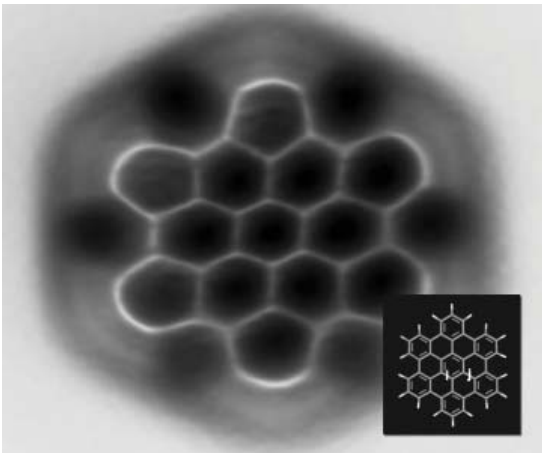
Εικ.8 Steffen Reichert, Achim Menges, Responsive surface structure II, Department for Generation and Materialisation HFG Offenbach, Offenbach am Main, Germany, 2008



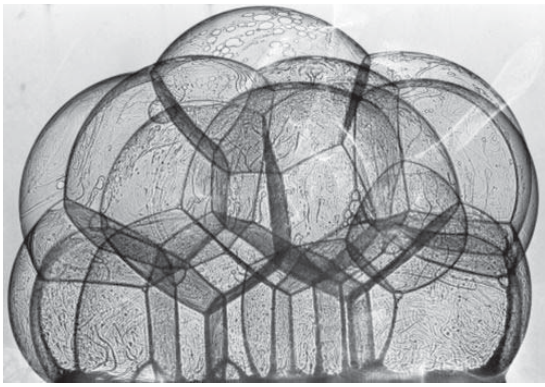
Εικ.9 Michael Pelzer,Christine Rosemann, Perforated Deep Surface Prototype, ICD, 2011

Το κρίσιμο ζητούμενο είναι, πώς κατά την μετάβαση από το "physical form- finding", στο "computational form-finding", μεταγγράφονται οι ιδιότητες τις ύλης, οι διαδράσεις και η ανάδυση της μορφής δεν προκύπτει από απλά γεωμετρικές συνθήκες αλλά από πραγματικές ιδιότητες του υλικού (εικ.9,10).

Στην παραπάνω διαλεκτική, κρίσιμο ζητούμενο αποτελεί ξανά η διαδικασία σχεδιασμού που στο περιβάλλον του υπολογιστή γίνεται informed με πραγματικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από το ίδιο το υλικό που χρησιμοποιούμε κα από το περιβάλλον το οποίο ορίζει τα όρια και τους συντελεστές διάδρασης. Το ζητούμενο οπότε είναι να δημιουργηθεί μία πλατφόρμα από δεδομένα η οποία να επιτρέπει πολύπλοκες διαδράσεις ανάμεσα σε γεωμετρία, υλικότητα και περιβαλλοντικά δεδομένα, ούτως ώστε το computational form- finding να πλησιάσει όσο το δυνατόν περισσότερο το physical form-finding και να το ξεπεράσει.



Εικ.10 Φωτογραφία μορίου nanographene- honeycomb grid IBM research



Εικ.11 Frei Otto, form finding τεχνικές

-"Material sophistication" (tunability) και "level of communication"

Μια ενδιαφέρουσα οπτική σχετικά με συνεργαζόμενα agencies προερχόμενα από το ίδιο το υλικό αλλά και το μηχάνημα κατασκευής, στην περίπτωση της, τεχνολογίας "additive manufacturing", προτείνεται από την Neri Oxman, εισάγοντας τις έννοιες "tunability" και "communication"[7].

Συγκεκριμένα, το Fabrication, μπορούμε να το προσδιορίσουμε ως το αποτέλεσμα που προκύπτει από την συνέργεια δύο διαφορετικών agencies ή παραγόντων. Το πρώτο agency αφορά τον βαθμό της πολυπλοκότητας του υλικού (material sophistication) ή όπως έχει καθιερωθεί «material tunability", το οποίο αφορά την ικανότητα να ελέγχουμε κατά την διαδικασία παραγωγής τις ίδιες τις ιδιότητες του υλικού. Το δεύτερο αφορά το επίπεδο επικοινωνίας και συνεργασίας ανάμεσα σε διαφορετικές μονάδες fabrication, το οποίο αφορά την ικανότητα να επιτευχθούν υψηλά επίπεδα επικοινωνίας και συνεργασίας αναμεσά σε διαφορετικές "fabrication nodes", χαρακτηριστικό το οποίο το βρίσκουμε στον κόσμο του digital Fabrication.

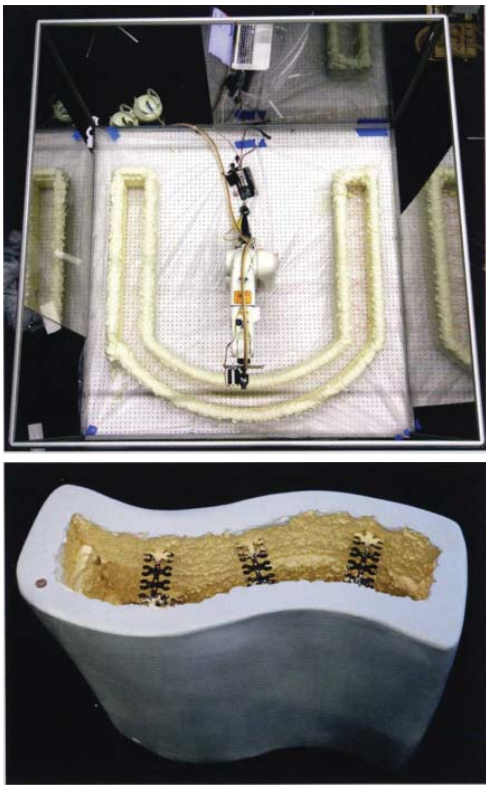
Οπότε μπορούμε να κατατάξουμε τις τεχνικές fabrication ανάμεσα σε αυτές τις δύο κατηγορίες ανάλογα το μέγεθος (low/ high) εφαρμογής τους. Ένα παράδειγμα προερχόμενο από την φύση που κάνει σαφές τον παραπάνω διαχωρισμό, αφορά το κουκούλι του μεταξοσκώληκα, του οποίου η μέθοδος κατασκευής αναλύεται στην εφαρμογή υψηλού επιπέδου «tunability" λόγω των performative ιδιοτήτων του υλικού και χαμηλού επιπέδου επικοινωνία ανάμεσα στις "fabrication nodes" καθώς η μονάδα παραγωγής- ο μεταξοσκώληκας δρα αυτόνομα σαν μονάδα.

Από την άλλη πλευρά, υπάρχει το παράδειγμα, πάλι προερχόμενο από την φύση, μιας φωλιάς τερμιτών, όπου η διαδικασία κατασκευής αναλύεται σε χαμηλού επιπέδου «tunability», καθώς χρησιμοποιείται πολτοποιημένο αδρανές χώμα και υψηλού επιπέδου επικοινωνία ανάμεσα στις κατασκευαστικές μονάδες-τερμίτες οι οποίοι δρουν σε απόλυτη συνέργεια.

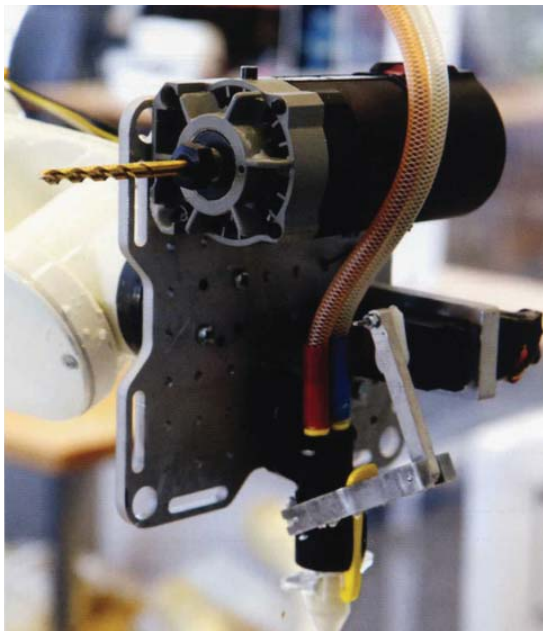
Τα παραδείγματα που παρουσιάζονται παρακάτω, βασίζονται σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Mediated Matter Group του MIT και αφορούν δυο διαφορετικούς συνδυασμούς τιμών ανάμεσα στα παραπάνω δύο agencies[7].

1.Robotic Additive Fabrication case Study: Print-in-place, (low tunability/ low communication)

Η τεχνολογία print-in –Place, αναφέρεται στην επίστρωση αφρού πολυουρεθάνης, με την χρήση ρομποτικού μέσου (robotically layered concrete formwork). Η διαδικασία χρησιμοποιεί ένα υλικό το οποίο έχει χαμηλό "tunability" και για την ολοκλήρωση



Εικ. 12,13 Steven Keating, Neri Oxman, Print in place

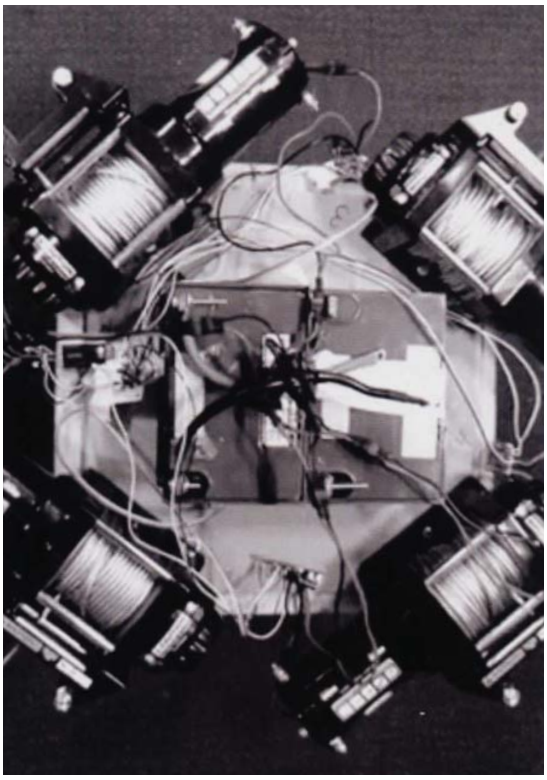


Εικ. 14 Print in Place, effector για τον ρομποτικό βραχίονα που ενσωματώνει foam extruder και milling

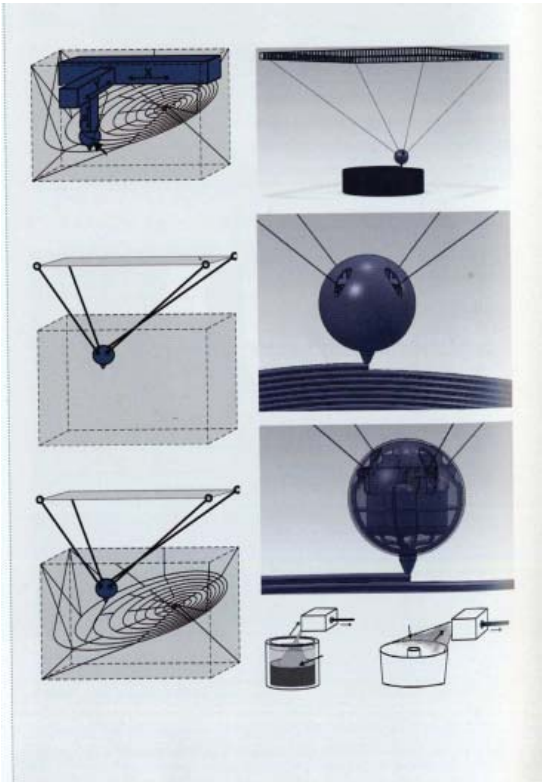
της παραγωγικής διαδικασίας χρησιμοποιείται ένα "fabrication node", άρα χαρακτηρίζεται και από χαμηλό "communication". Η διαδικασία προσφέρει μία ευέλικτη και γρήγορη πλατφόρμα κατασκευής μεγάλων κατασκευών.

2.Robotic Additive Fabrication case Study: Cable-Suspended 3d printing, (high tunability/ high communication)

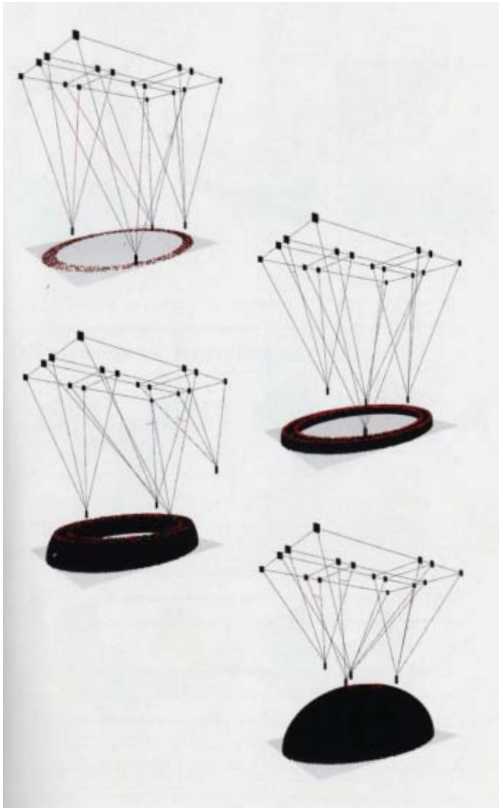
Το συγκεκριμένο παράδειγμα αναλύεται σε δύο συγκεκριμένες πλατφόρμες 3d Printing, το SpiderBot και το CableBot, τα οποία βασίζονται στην λογική αναρτώμενων καλωδίων, εκμεταλλευόμενα το καθένα ξεχωριστά, διαφορετικά επίπεδα tunability και communication. Στην μία περίπτωση επιτυγχάνονται υψηλά επίπεδα material tunability, χρησιμοποιώντας ένα «Single- node fabrication system» (εικ.15,16) το οποίο διερευνά την πολυπλοκότητα του υλικού και στην άλλη περίπτωση επιτυγχάνονται υψηλά επίπεδα επικοινωνίας χρησιμοποιώντας ένα «multi-node fabrication system» (εικ. 17) το οποίο διερευνά την πολυπλοκότητα στην επικοινωνία μέσω μιας σειράς από ρομπότ τα οποία μοιράζονται τον ίδιο κατασκευαστικό τόπο εναποθέτοντας σε συνεργασία ένα χαμηλής πολυπλοκότητας υλικό.



Εικ. 15 Neri Oxman, Ben Peters, SpidreBot cable- suspended 3d printing, κεφαλή extruder του πρωτότυπου μοντέλου SpiderBot



Εικ. 16 Neri Oxman, Ben Peters, SpidreBot cable- suspended 3d printing, διαγράμματα υπόδειξης λειτουργίας SpiderBot



Εικ. 17 Neri Oxman, Ben Peters, SpidreBot cable- suspended 3d printing, διαγράμματα υπόδειξης λειτουργίας Cable bot

1. Achim Menges, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012, σελ 20

2. Achim Menges, Material resource fullness, AD Material Computation, Wiley, London, 2012, σελ36

3. Χαρακτηριστικό των σωμάτων σύμφωνα με την οποία οι φυσικές τους ιδιότητες είναι οι ίδιες προς όλες τις κατευθύνσεις.

4. Moritz Fleischmann, Jan Knippers, Julian Lienhard, Achim Menges, Simon Schleicher, Material Behaviour, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012

5. Achim Menges, Steffen Reichert, Material Capacity, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012

6. Sean Ahliquist, Achim Menges, Physical Drivers, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012

7. Neri Oxmann, Jorge Duro- Royo, Steven Keating, Towards robotic swarm printing, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

Η μετάβαση από τις "scripting cultures» στις "material cultures", σηματοδοτεί το μετακινούμενο ενδιαφέρον της αρχιτεκτονικής για την υλικότητα και τον χειρισμό και προγραμματισμό της ύλης συνολικότερα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που εντοπίζουμε αφορούν:

- Η έννοια «material culture», ενσωματώνει ενεργά στην αρχιτεκτονική διαλεκτική την έννοια της υλικότητας και της ύλης γενικότερα και αναγνωρίζει ότι αποτελεί κρίσιμο στοιχείο που επαναπροσδιορίζει τον σχεδιασμό.

- Ο χαρακτηρισμός «κουλτούρα», σηματοδοτεί την ίδρυση μίας νέας γλώσσας, βασισμένη στον προγραμματισμό και την υλικότητα. Η αρχιτεκτονική παραγωγή βρίσκεται σε μία κρίσιμη καμπή όπου ενώ στην πρώτη φάση του digital δανείστηκε την γλώσσα του προγραμματισμού από την επιστήμη των υπολογιστών, είναι σε θέση αυτή την στιγμή να δομήσει την προσωπική της διάλεκτο. Η προγραμματιστική διάλεκτος των αρχιτεκτόνων αναλαμβάνει το δύσκολο στόχο να ενσωματώσει και να συνδυάσει σε ένα αυστηρά ορισμένο προγραμματιστικό πλαίσιο, με αυστηρό συντακτικό και γραμματική, έννοιες καθαρά υποκειμενικές όπως η σχεδιαστική πρόθεση, δεδομένα προερχόμενα από το υλικό και δεδομένα προερχόμενα από το ίδιο το περιβάλλον. Το συγκεκριμένο μίγμα, αποτελεί το corpus μιας νέας αρχιτεκτονικής προγραμματιστικής διαλέκτου εξολοκλήρου ορισμένη από αρχιτέκτονες για αρχιτέκτονες.

- Μέσα από την ανάδειξη της έννοιας του Performance και της πολυδιάστατης πρακτικής και θεωρητικής διάστασης του όρου όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, διαφαίνεται η επικράτηση και η καθιέρωση της πεποίθησης ότι ο φυσικός κόσμος συνολικά, άρα και η αρχιτεκτονικά παραγόμενη μορφή και δομή είναι αποτέλεσμα διαδράσεων και συγκεκριμένων agencies. Οπότε από το generative design στο cyberspace, περνάμε σε informed generative design, με δεδομένα προερχόμενα από τον φυσικό κόσμο.

Η έννοια performance, κρύβει μέσα της την έννοια της χαρτογράφησης. Δεδομένου ότι μιλάμε για ένα σύστημα διαδράσεων ετερογενών στοιχείων, κρίνεται αναγκαίο για την θέσπιση μιας γλώσσας που σκοπό έχει να ελέγξει, να οργανώσει και να χαρτογραφήσει αυτά τα δεδομένα, ώστε μέσα από προσομοιώσεις να καταλήξει σε χώρους λύσεων οι οποίοι προέρχονται από τις διαδράσεις των διαφόρων agents. Η παραπάνω θέση ανοίγει την συζήτηση για το "mapping", τον ορισμό των χωρών λύσεων, μέσα από τα θεωρητικά μοντέλα του Goethe, Arcy Thomson και του νεότερου John Frazer, οι οποίοι ασχολούνται ενεργά με το εύρος των μορφών που μπορούν να πάρουν οι οργανισμοί κατά την διάρκεια της εξέλιξής τους.

Η μέχρι τώρα μελέτη προσπαθεί να περιγράψει τα χαρακτηριστικά του νέου παραδείγματος, μιας σχεδιαστικής κουλτούρας βασισμένη πάνω στην υλικότητα. Φαίνεται καθαρά ότι ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μεταβαίνει στην αντίληψη ενός συνολικού μοντέλου, το οποίο είδαμε ότι βασίζεται σε μη γραμμικές διαδικασίες και προσπαθεί ταυτόχρονα να εντάξει ήδη από την σύλληψη της μορφής και τις διαδικασίες μορφοποίησης. Ταυτόχρονα, μέσα από τις πτυχές της υλικότητας και της έννοιας του performance, βλέπουμε πώς εντάσσεται ενεργά η πληροφορία που κρύβεται μέσα στα υλικά και την ίδια την ύλη, δηλαδή πώς ο σχεδιασμός συνολικά «ενημερώνεται» μέσα από τα διαφορετικά agencies τα οποία βρίσκονται σε διάδραση.

Διαπιστώνουμε ξανά ότι η μορφή βασίζεται τόσο σε εσωτερικούς κανόνες οργάνωσης όσο και σε εξωτερικούς παράγοντες που ορίζουν την τελική μορφοποίηση. Κρίσιμο στοιχείο το οποίο καλούμαστε να διαχειριστούμε είναι το είδος και ο τρόπος με τον οποίο τα διάφορα data, όπως προέρχονται από τα διάφορα agencies που χρησιμοποιούμε κατά τον σχεδιασμό επικοινωνούν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

Όπως είδαμε, ο ορισμός της έννοιας «material performance», αφορά την χαρτογράφηση της συμπεριφοράς του υλικού. Η χαρτογράφηση ενέχει την διαχείριση δεδομένων και την επεξεργασία πληροφορίας.

Διαφαίνεται λοιπόν, ότι είμαστε συνοδοιπόροι σε μία αρχιτεκτονική η οποία περιστρέφεται γύρω από την διαχείριση της πληροφορίας (data), καθώς πια βρισκόμαστε αντιμέτωποι με μία οδηγούμενη και παραγόμενη από δεδομένα αρχιτεκτονική (data generated and data driven architecture), αντιστρέφοντας πλήρως την φράση, form follows function εγκαινιάζοντας το παράδειγμα του form follows data. Οπότε τα ζητούμενα εργαλεία σχεδιασμού του νέου παραδείγματος καλούνται να διαχειριστούν ένα σύστημα παραγωγής, διαχείρισης και κατασκευής της μορφής εξολοκλήρου σε προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο να βρίσκεται σε άμεση διάδραση με τα στοιχεία που το ορίζουν και με δεδομένα που προέρχονται από τον τόπο.

Ο διάλογος για τα δεδομένα είναι απολύτως βάσιμος γιατί τα σύγχρονα σχεδιαστικά εργαλεία λειτουργούν με μία εντελώς νέα βάση, την λογική του αλγορίθμου στον οποίο εμείς καλούμαστε να τροφοδοτήσουμε με συγκεκριμένα δεδομένα, να σχεδιάσουμε την ροή τους, τον τρόπο μετασχηματισμού της πληροφορίας όπως προέρχεται από τα εμπλεκόμενα agencies. Καθώς, η συζήτηση περιστρέφεται γύρω από διαδράσεις και διαχείριση δυνάμεων και πληροφορίας, η επίλυση του συστήματος δεν αναφέρεται σε μία μόνο λύση, αλλά σε ένα πλήθος λύσεων ή διαφορετικά έναν χώρο λύσεων (design space).

Οπότε αναζητάμε ένα μέσο σχεδιασμού (design medium), το οποίο να μπορέσει να αποτελέσει μια πλατφόρμα διαχείρισης πληροφορίας, ούτως ώστε να ενεργοποιηθούν οι σχεδιαστικές διαδικασίες μέσω αλγορίθμου με feedback από το ίδιο ο περιβάλλον όπου μπορούν να παραχθούν και να διαχειριστούν οι χώροι λύσεων που ορίζονται από το εκάστοτε αρχιτεκτονικό πρόβλημα.

Μία μέθοδο εργασίας ως προς την διαχείριση δεδομένων και ένα θεωρητικό μοντέλο αυτού του design medium, προτείνεται από τον James Corner, ο οποίος διερευνά τους τρόπους μεταγραφής κι απεικόνισης πληροφορίας σε έναν χάρτη (agency of mapping). Συγκεκριμένα αναγνωρίζει ότι «η διαδικασία μετεγγραφής και απεικόνισης της πληροφορίας σε ένα χάρτη αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την σύλληψη και την κατασκευή του ζώντος χώρου, ώστε να προκαλέσει την αναδόμηση των «κόσμων» μέσα στους οποίους ζουν και δραστηριοποιούνται οι άνθρωποι»[1].

Πάνω σε αυτή την σκέψη με την δήλωση "Make a map not a tracing", οι Deleuze και Guattari, θέλουν να ξεχωρίσουν την έννοια του δυνητικού- ενεργού χάρτη` από την απλή σκιαγράφηση/αποτύπωση πληροφορίας πάνω σε ένα κομμάτι χαρτί. Συγκεκριμένα θέλουν να δώσουν έμφαση στην ιδέα ότι ο χάρτης «είναι σαφώς προσανατολισμένος προς μία πειραματική κατεύθυνση η οποία συνδιαμορφώνεται σε σχέση με το πραγματικό»[1].

Μέσα από τα παραπάνω αρχίζει να διαφαίνεται το πεδίο της διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα καλούμαστε να απαντήσουμε στο ερώτημα με ποια κριτήρια και ποια συγκεκριμένα εργαλεία, ένας χάρτης, ο οποίος όπως αναφέρει ο Corner είναι ήδη μία «σύνθεση προς ολοκλήρωση» (project in the making) μπορεί να δυνητικοποιηθεί και από απλά σκιαγράφηση (tracing) πληροφορίας, να γίνει ένα ενεργό εργαλείο σχεδιασμού.

Συγκεκριμένα, θα προσπαθήσουμε να εξερευνήσουμε την έννοια της μετεγγραφής, απεικόνισης και ουσιαστικά της δυνητικοποίησης της πληροφορίας ενός χάρτη κατά τον Corner "Agency of Mapping" και με ποια εργαλεία μπορεί να γίνει, συμμετοχικός (participatory), εξελίξιμος (generative), δυνητικός (enabling) και αποδοτικός (performative).

Οι παραπάνω έννοιες που χαρακτηρίζουν τον χάρτη, αποτελούν κρίσιμες έννοιες και λέξεις κλειδιά, τις οποίες τις έχουμε συναντήσει σε όλη την πορεία από το analog στο digital και από το digital στα robotics, αποτελώντας χαρακτηριστικά της νέας αναδυόμενης κουλτούρας γύρω από το υλικό. Αρά η συζήτηση για τον χάρτη και την χαρτογράφηση γενικότερα, όχι μόνο αποτελεί κρίσιμο σταθμό, αλλά ενέχει και τα κατάλληλα θεωρητικά εργαλεία ώστε να δομήσουμε τα προγραμματιστικά και κατασκευαστικά εργαλεία σχεδιασμού και παραγωγής αρχιτεκτονικής μορφής και δομής.

Οπότε κρίσιμο θεωρητικό εργαλείο αποτελεί ο χάρτης, όχι σαν αντικείμενο, αλλά σαν μια διαδικασία επεξεργασίας δεδομένων, αναμόχλευσης και παραγωγικής απεικόνισης αυτών. Ο Corner μας λέει χαρακτηριστικά, ότι ένας χάρτης είναι μία σύνθεση στην διαδικασία ολοκλήρωσης (project in the making). Το ενδιαφέρον μας στην χαρτογράφηση αποτυπώνεται στην διαδικασία συλλογής και απεικόνισης δεδομένων πάνω στον χάρτη (Agency of mapping).

Άρα αναγνωρίζουμε την διαδικασία της χαρτογράφησης ως ένα ακόμη milieu,καθώς βρίσκεται ανάμεσα σε δύο «τόπους», της υλικής πραγματικότητας και της δυνητικής, μέσα σε ένα πεδίο από συνδέσεις, σχέσεις, προεκτάσεις και πολλαπλές δυνητικότητες όπως προκύπτουν από τα διάφορα δεδομένα που πραγματεύεται.

Ο Corner διακρίνει τέσσερεις θεματικές πρακτικές μέσα από τις οποίες μπορούμε να δουλέψουμε με το εργαλείο της χαρτογράφησης. Την πρακτική του "Drift", η οποία σχετίζεται με τους καταστασιαστές, τους ψυχογεωγραφικούς χάρτες του Guy Debord και τον «πλάνητα». Την πρακτική του "Layering", η οποία σχετίζεται με το σύστημα σχεδιασμού και απεικόνισης σε διαφορετικά επίπεδα (layers), όπως χρησιμοποιήθηκε κατά κόρων την δεκαετία του 1980 από τους αρχιτέκτονες Tschumi, Koolhaas για τις προτάσεις τους για το πάρκο της Villete και από τον Eisenmann στην δουλεία του για το νέο μουσείο τέχνης του California State University.

Οι επόμενες δύο πρακτικές, οι οποίες μας ενδιαφέρουν άμεσα, αφορούν αυτή του "gameboard" (εικ.1), όπου ο χάρτης αντιμετωπίζεται σαν ταμπλό «παιχνιδιού» με συγκεκριμένους κανόνες ώστε να ενεργοποιηθούν οι συμπράττοντες (agents) να διαπραγματευτούν πολύπλοκες σχεδιαστικές αποφάσεις. Η παραπάνω διαδικασία χαρτογράφησης μας συνδέει ενεργά με την πρώτη διαπίστωση σχετικά με την έννοια της performance από τον Leatherborrow (the kind that is exact and unfailing in its predictions and outcomes), περιγράφοντας ένα σύστημα πλατφόρμας με έναν φαινομενικά άπειρο αριθμό λύσεων.

Όπως είδαμε και παραπάνω η θεώρηση του Goethe για την μορφολογία μας προϊδεάζει για έναν πεπερασμένο αριθμό από μορφολογικές διαφοροποιήσεις και όχι για έναν άπειρο δυνητικό

χώρο, υπονοώντας την δυνατότητα ανάλυσης και αξιολόγησης αυτού του χώρου. Άρα, όταν το σύστημα αυτό εντοπίζεται για τον υπολογισμό αρχιτεκτονικών προβλημάτων βασισμένα σε agencies σχετικά με την μορφή, ο αριθμός των λύσεων είναι πεπερασμένος αρά και υπολογίσιμος μέσα από αλγοριθμικές διαδικασίες.

Τελευταία τεχνική χαρτογράφησης είναι, αυτή του ριζώματος (rhizome) (εικ.2), που βασίζεται στις θεωρίες του Guattari και του Deleuze, για ένα ανοιχτό (open-ended) και μη προσδιορισμένο ανάπτυγμα, χρησιμοποιώντας τον όρο «burrow»[3], αναγνωρίζοντας στον χάρτη τις αναδυόμενες ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το ρίζωμα. Το παραπάνω χαρακτηριστικό, μας ενδιαφέρει καθώς οι χώροι λύσεων δεδομένου, ότι χειρίζονται παραμέτρους και επιλύονται στο cyberspace, αφορούν τοπολογικούς χώρους v- διαστάσεων. Ταυτόχρονα, μέσα από έναν χώρο λύσεων έχουμε την δυνατότητα να μεταβαίνουμε σε ένα υποσύνολο ή υπερσύνολο αυτού. Αρά οι χώροι αυτοί αναδιπλώνονται και αναπτύσσονται, χαρακτηριστικά τα οποία προέρχονται από το ρίζωμα.

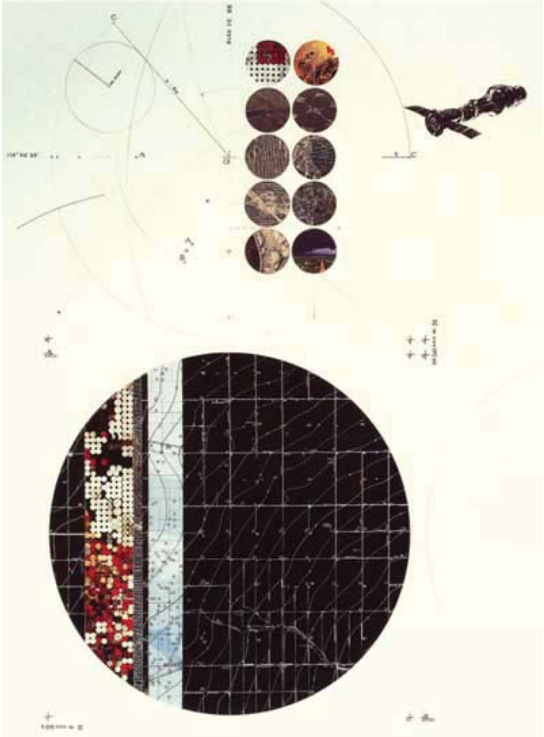
Διαφαίνεται από τα παραπάνω ότι το «mapping» μέσα από τις παραπάνω πρακτικές αναδεικνύεται ως milieu δυνητικοποίησης καθώς βρίσκεται ακριβώς ανάμεσα στο ψηφιακό και το πραγματικό[4].

Πιο ειδικά, εντοπίζουμε την σημασία του όρου και των διαδικασιών του mapping στο γεγονός ότι δεν αντιπροσωπεύει ένα απλά αναπαραστατικό μοντέλο δόμησης της πληροφορίας αλλά πρόκειται για ένα εργαλείο που από την μία ανασκάπτει, ψάχνει και αναδεικνύει και από την άλλη διασυνδέει, δημιουργεί σχέσεις και συμμετέχει ενεργά στην δομική ανάδειξη οντοτήτων...Δηλαδή, το mapping αφορά μία διαδικασία εξερεύνησης, ανακάλυψης και ενεργοποίησης[4].

Το πεδίο που δημιουργείται αφορά οπότε την χαρτογράφηση δεδομένων που προέρχονται από μη γραμμικά και μη ομοιογενή συστήματα παραγωγής την μορφής, με δεδομένα τα οποία προέρχονται από τον ίδιο τον αρχιτέκτονα και διαφορετικά agencies, εντάσσοντας στους κόλπους τους, τόσο διαδικασίες που προέρχονται από το πεδίο του morphogenetic design, generic μέσων παραγωγής και την χαρτογράφησης της συμπεριφοράς του υλικού.

Συγκεκριμένα θα εξετάσουμε μέσα από την σκοπιά της επιστήμης των υπολογιστών, της βιολογίας και της αρχιτεκτονικής, την εφαρμογή της πρακτικής των χώρων λύσεων (Design Spaces), όπως έρχονται από την επιστήμη των υπολογιστών, των morphospaces, όπως έρχονται από την επιστήμη της βιολογίας και των machinic Morphospaces όπως διαμορφώνονται από τις πρακτικές fabrication με ρομποτικά μέσα, προσπαθώντας να προσδιορίσουμε τον χώρο του γεωμετρικά δυνατού και του ρομποτικά κατασκευάσιμου.

Εικ.1 Game-board: Raoul Bunschoten: Four Planning Fields for Bucharest, Romania



Εικ.2 Rhizome: James Corner: Pivot Irrigators 1

1. "Mapping is particularly instrumental in the construing and constructing of lived space... the function of mapping is to engender the re-shaping of the worlds in which people live". J. Corner, The Agency of Mapping: Speculation, Critique and Invention, Wiley, 2011

2. James Corner, The Agency of Mapping: Speculation Critique and Invention, Wiley, 2011

3. Τρυπώνω, κρύπτομαι υπογείως

4. James Corner, The Agency of Mapping: Speculation Critique and Invention, Wiley, 2011, σελ 225

Πριν την διαδικασία μορφοποίησης, υπάρχει ο χώρος ο οποίος ορίζει το αρχιτεκτονικό πρόβλημα[1] μέσα από την πρόθεση του αρχιτέκτονα (design agency) και την προβληματική που ορίζει το πρόβλημα. Ο Delanda όπως είδαμε και παραπάνω επισημαίνει ότι «η σκληρή δουλεία (του σχεδιαστή) συνίσταται στον ορισμό της σχέσης ανάμεσα στα εικονικά γονίδια και τα εικονικά σωματικά χαρακτηριστικά που παράγουν»[2]. Ουσιαστικά «οι εξελικτικές προσομοιώσεις αντικαθιστούν τον σχεδιασμό για να αναπαράγουν νέες μορφές αντί να τις σχεδιάσουν συγκεκριμένα.

Ο Delanda επίσης σχολιάζει σημειώνοντας ότι «ο χώρος των δυνατών σχεδίων που αναζητά ο αλγόριθμος, είναι απαραίτητο να είναι επαρκώς πλούσιος ώστε τα εξελικτικά αποτελέσματα να είναι εκπληκτικά...Μόνο εάν η εικονική εξέλιξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξερεύνηση ενός χώρου αρκετά πλούσιου...μόνο εάν το αποτέλεσμα σοκάρει ή τουλάχιστον εκπλήσσει, μπορούν οι γενετικοί αλγόριθμοι να θεωρηθούν χρήσιμα εργαλεία οπτικοποίησης»[3]

Μέσα από την διαλεκτική του Delanda αναδεικνύεται ο ρόλος του αρχιτέκτονα, ο οποίος καλείται να θέσει τους παραμέτρους του προβλήματος μέσα από τις οποίες θα αναπτυχθεί ο πληθυσμός των λύσεων. Οπότε πριν τον σχεδιασμό, πριν την μορφοποίηση, πριν την εισαγωγή των μέσων παραγωγής κατά την σχεδιαστική διαδικασία, προϋπάρχει η διαδικασία ορισμού του προβλήματος.

Όποτε ο ρόλος του αρχιτέκτονα διευρύνεται και καλείται να μπορεί να φανταστεί πέρα από την μορφή ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος. Καθώς η μορφή αναδύεται μέσα από τις διαδράσεις των διάφορων agents πολλές φορές είναι πολύ δύσκολο ως αδύνατο να έχουμε εποπτεία του επιδιωκόμενου αποτελέσματος. Ο χώρος που καλείται να ορίσει ο αρχιτέκτονας αφορά τα όρια και τους περιορισμούς της διαδικασίας μορφοποίησης, δηλαδή τον χώρο των παραμέτρων και των προβλημάτων που καλείται να επιλύσει.

Η παραπάνω οπτική προκύπτει από το αίτημα για έλεγχο και αποδοτικότητα, όπως προκύπτει από τις αλγοριθμικές διαδικασίες και το scripting. Ακόμη και σε αυτό το πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού όπου ο αρχιτέκτονας δεν έχει εποπτεία της μορφής, καλείται τουλάχιστον να έχει εποπτεία του χώρου που ορίζει την μορφή, μέσω προβλημάτων προθέσεων κλπ.

Αυτός ο χώρος είναι γνωστός με τον όρο «state space»[4]. Η σημασία του φαίνεται ειδικά σε αρχιτεκτονικά προβλήματα στα οποία δεν υπάρχει μία προϋπάρχουσα μορφολογία, καθώς «ο σχεδιασμός με εξελικτικές διαδικασίες (computation) μπορεί μόνο να συλλάβει τον χώρο των προβλημάτων και των περιορισμών που θα επιβληθούν πάνω σε συγκεκριμένες υλικές ιδιότητες με στόχο την μορφοποίηση τους»[5].

Δηλαδή οι εξελικτικές διαδικασίες περιέχουν όλα τα δεδομένα για το σύστημα μορφοποίησης εκτός από το ίδιο το σύστημα και το τελικό αποτέλεσμα. Ο σχεδιασμός με εξελικτικές διαδικασίες αφορά οπότε μία διαδικασία αναζήτησης μέσα από την αναπαραγωγή ψηφιακών γενοτύπων και αναζήτηση για την καταλληλότερη φαινοτυπική παραλλαγή απορρίπτοντας τα «κακά» γονίδια. Οπότε μιλάμε για ένα "search space"[6] όπου βρίσκονται όλες οι παράμετροι ενός διατυπωμένου προβλήματος.

1. Ειδικά για τον χώρο ορισμού του προβλήματος βλ. και ερευνητικό πρόγραμμα: "εννοιολογικός προσδιορισμός παραμετρικών ιδιοτήτων αρχιτεκτονικών κατασκευαστικών στοιχείων και δομικών υλικών", Γ.1.1 Ο χώρος ορισμού του προβλήματος, Γ.1.2 Η αντικειμενοποίηση το χώρου ορισμού του προβλήματος, Δ, Παπαλεξόπουλος, Αθηνά Σταυρίδου, Δημήτρης Παπαδόπουλος, Αθήνα, ΕΜΠ, 2007

2. Manuel Delanda, Deleuze and the use of the genetic Algorithm, 2001

3. Όπως παραπάνω

4. State space: In the theory of discrete dynamical systems, a state space is the set of values which a process can take. In games, the state space is the set of all possible positions configurations within the game (wikipedia)

5. AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist (ed.), Wiley, London, 2011

6. Searchspace:Searchspace may refer to one of the following.
-In optimization, the domain of the function to be optimized
-In search algorithms of computer science, the feasible region defining the set of all possible solutions
-In computational geometry, part of the input data in geometric search problems
Version space, developed via machine learning, it is the subset of all hypotheses that are consistent with the observed training examples

Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό των σχεδιαστικών προβλημάτων είναι ότι τις περισσότερες φορές αν όχι πάντα, πολλά από τα κριτήρια και τους παραμέτρους που ορίζουν το πρόβλημα ξεφεύγουν από την λογική ενός μετρήσιμου μεγέθους ή της boolian λογικής (true or false), κάνοντας την αναζήτηση της βέλτιστης λύσης προβληματική. Πάνω σε αυτό το πρόβλημα ο Horst Rittel, δόμησε τον όρο «wicked problems» προσπαθώντας να συλλάβει την φύση των σχεδιαστικών προβλημάτων[1]. Πιο ειδικά ένα wicked problem είναι ένα πρόβλημα, το οποίο είναι δύσκολο έως αδύνατο να λυθεί λόγω ελλείπων, αντικρουόμενων και μη σταθερών παραμέτρων, οι οποίες είναι ιδιαίτερα δύσκολο να προσδιοριστούν. Ο όρος wicked χρησιμοποιείται ώστε να δηλώσει αντίσταση στην επίλυση (resolution). Λόγω της φύσης του, η προσπάθεια επίλυσης ενός τέτοιου προβλήματος πιθανώς να αναδείξει ή να δημιουργήσει αντίστοιχου τύπου προβλήματα. Μερικά από τα βασικότερα χαρακτηριστικά τους είναι ότι:

- τα wicked problems δεν έχουν σαφή ορισμό
- δεν έχουν συγκεκριμένο μετρήσιμο όριο (stopping rule)
- η ποιότητα των λύσεων δεν αφορά boolian λογική (true or false) αλλά ποιοτική (good or bad).
- Κάθε wicked problem είναι μοναδικό

Μέσα από τα παραπάνω διαφαίνεται η δυσκολία και η πρόκληση στην διαδικασία μεταγγραφής ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος σε μία σειρά από παραμέτρους, οι οποίες να μπορούν να επεξεργαστούν σε προγραμματιστικό περιβάλλον από υπολογιστή. Ταυτόχρονα αναδεικνύεται ότι η δουλεία του αρχιτέκτονα να ορίσει έναν σωστά δομημένο state space είναι εξίσου σημαντική, ίσως και σημαντικότερη, από τον σχεδιασμό αυτόν καθ' αυτό, καθώς προσπαθεί να φέρει σε σύμπραξη έναν χώρο σαφώς αφηρημένο που είναι η αρχιτεκτονική τέχνη και έναν χώρο σαφώς καθορισμένο που είναι το προγραμματιστικό περιβάλλον.

1. Design Space Conceptual tool- grasping the design process, Bo Westerlund, School of Design, University Kalmar, Sweden, δημοσιεύτηκε στα Πρακτικά του συνεδρίου "In the Making", Nordes, the Nordic Design Research Conference. 2005

4.4 Η μεταγραφή σχεδιαστικών αποφάσεων σε αλγοριθμική γλώσσα μέσα από τα «Wicked Problems»

Στην επιστήμη της πληροφορικής, η έννοια χώροι λύσεων που χρησιμοποιήθηκε παραπάνω, βρίσκει εφαρμογή στα εργαλεία που αφορούν τους design spaces. Στην συνέχεια θα εξετάσουμε τι είναι ένας «χώρος λύσεων», πώς δομείται και θα δούμε μερικές τεχνικές με τις οποίες μπορούμε να τον εξερευνούμε και να πλοηγηθούμε σε αυτόν.

Ο όρος design space χρησιμοποιείται για να περιγράψει έναν χώρο, ο οποίος περιλαμβάνει όλες τις δυνατές λύσεις που μπορεί να πάρει ένα σχεδιαστικό πρόβλημα[1]. Ο χώρος αυτός δεν είναι αναγκαίο να αποτελείται από έναν μόνο τοπολογικό χώρο, αλλά μπορεί να αποτελείται και από άλλους μη συνδεδεμένους χώρους.

Οι παράμετροι με τους οποίους δομείται ένας design space, μπορούν να χωριστούν σε δύο ευρύτερες κατηγορίες[2]:

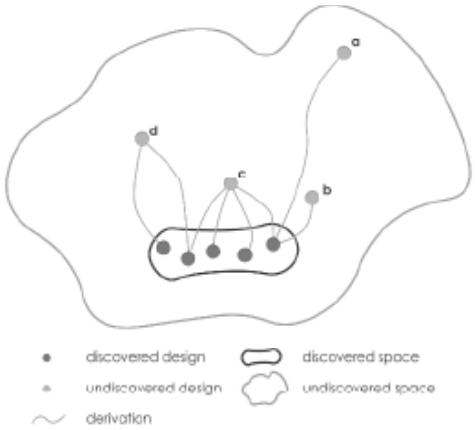
- Cardinal parameters, οι οποίοι αφορούν ποσοτικές σχέσεις ανάμεσα στα μεγέθη
- Nominal parameters, οι οποίοι προσδιορίζουν επιλογές, αλλά δεν μπορούν να εκφραστούν με ένα μέγεθος. Αφορούν δηλαδή Boolean operations (true or false) ή πρόκειται για wicked problems και αφορούν ποιοτικές παραμέτρους.

Κάθε παράμετρος χαρτογραφείται και αναπαρίσταται με έναν αριθμό, και λαμβάνει συγκεκριμένα όρια (bounds) μέσα στα οποία κινείται, και αναπαριστά τις τιμές του design space[3].

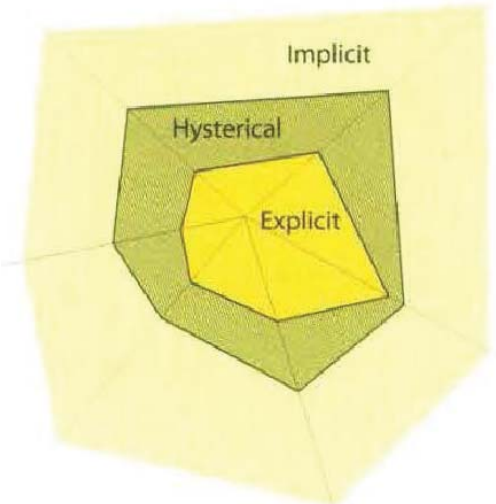
Μία οπτική που προσπαθεί να φέρει κοντά το αρχιτεκτονικό προβληματισμό και το «Design Space», όπως έρχεται από την επιστήμη των υπολογιστών αφορά η άποψη ότι η δομή του χώρου λύσεων και οι λύσεις που αναζητούμε δημιουργούνται μέσα από την διάδραση με παραμετρικά μοντέλα και τις συνθετικές αποφάσεις που παίρνει ο αρχιτέκτονας κατά την συνθετική διαδικασία (Design agency). Με άλλα λόγια το ιστορικό του σχεδιασμού αποτελεί και αυτό μία ακόμη παράμετρο για την δημιουργία του Design Space.

Ένας χώρος λύσεων δομημένος βάσει του ιστορικού της συνθετικής διαδικασίας διαθέτει τρεις χωρικές ενότητες λύσεων:

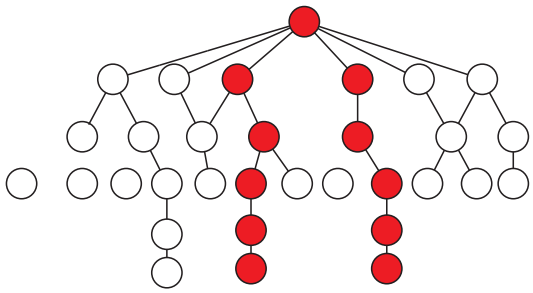
- Implicit design space: πρόκειται για τον χώρο που περιλαμβάνει, όλες τις δυνατές λύσεις



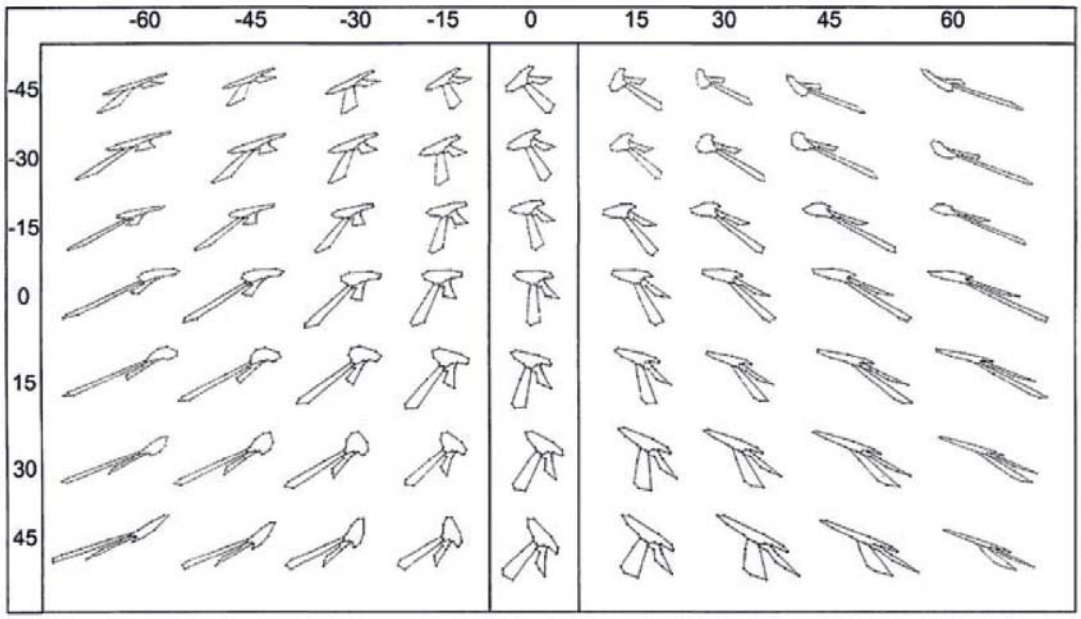
Εικ.1 Διαστάσεις design space accessibility (Robert Woodburry)



Εικ.2 Γραφική απεικόνιση implicit, explicit Και Hysterical Design Space (Robert Woodburry)



Εικ.3 Γραφική απεικόνιση explicit space, των σχεδιαστικών αποφάσεων που λαμβάνονται κατα την συνθετική διαδικασία



Εικόνα 4 Design Space exploration, βασισμένο στα διαγράμματα του D Arcy Thomson με το πρόγραμμα D' Arcygraph

και όλους τους δυνατούς «δρόμους» και συνθετικές επιλογές προς όλες τις δυνατές λύσεις του προβλήματος, πραγματοποιήσιμες και μη, επισκέψιμες και μη από τον αρχιτέκτονα. Αποτελεί τον χώρο του γεωμετρικά δυνατού[4].

- Explicit Design Space: πρόκειται για εκείνον το χώρο λύσεων ο οποίος έχει δομηθεί ακριβώς πάνω στο ιστορικό των συνθετικών επιλογών, καθώς αποτελεί το σύνολο των λύσεων οι οποίες επισκεφθήκαν από τον σχεδιαστή κατά την συνθετική διαδικασία. Η συνθετική συμπεριφορά και οι συνθετικές επιλογές του σχεδιαστή δομούν τον χώρο αυτό και αποτελούν υποσύνολο του implicit Design Space.

- Design Hysteresis: πρόκειται για έναν χώρο λύσεων ο οποίος δομείται ως υποσύνολο του implicit και ως υπερσύνολο του explicit design space και αφορά μία διαδικασία βελτιστοποίησης και αναζήτησης explicit καταστάσεων χωρίς να έχουν προέλθει από άμεσή ή έμμεση συνθετική επιλογή. Δηλαδή βάσει των επιλογών που δομούν τον explicit design space, δομείται ένας χώρος λύσεων ο οποίος δεν έχει προέλθει από τον αρχιτέκτονα αλλά αφορά τις συνθετικές επιλογές του χωρίς να έχει επέμβει σε αυτόν με ξεκάθαρη συνθετική δράση, αφορά δηλαδή ένα μοντέλο πρόβλεψης.

Οι διάφορες λύσεις που δημιουργούνται μπορούμε να τις εντάξουμε σε δυο μεγάλες κατηγορίες[5]:

- Από την μία έχουμε τις Heuristic alternatives, οι οποίες αφορούν λύσεις οι οποίες είναι διαφορετικές στην βάση του προβληματισμού τους. Αν τους αναγάγουμε στο πεδίο της βιολογίας, πρόκειται για έναν χώρο με διαφορετικούς γενότυπους (genotypes), που ελέγχονται στην απόδοση του συγκεκριμένου συστήματος απέναντι στο συνθετικό πρόβλημα που έχει τεθεί. Αρχιτεκτονικά μπορούν να μεταφραστούν σε form-finding explorations διαφορετικών μορφών και γενοτύπων στο υποκείμενο πρόβλημα.

- Από την άλλη έχουμε τις Heuristic variations, οι οποίες αφορούν λύσεις με κοινή βάση παραμέτρων αλλά διαφορετικές τιμές. Στην βιολογία οι λύσεις αυτές είναι γνωστές ως φαινοτυπικές διαφοροποιήσεις (Phenotypical variations) και μπορούν να αναχθούν αρχιτεκτονικά σε performance optimization, ενός συγκεκριμένου γενοτύπου στον οποίο αναζητάμε ένα συγκεκριμένο σετ παραμέτρων απέναντι στο υποκείμενο πρόβλημα. (πχ environmental analysis).

Από τα παραπάνω αναδεικνύονται δυο σημαντικά συμπεράσματα. Αρχικά, γίνεται σαφές ότι ένα αναλυτικό εργαλείο μπορεί να γίνει generative και emergent, μεταφέροντας ενεργά τις θεωρίες του D' Arcy Thomson από το πεδίο της βιολογίας στην αρχιτεκτονική πρακτική και στην συνέχεια αφού τεθεί το πρόβλημα και γίνει μία αναπαράσταση του χώρου λύσεων, το ζήτημα μετατοπίζεται όχι στην δημιουργία του χώρου αλλά στην πλοήγηση αυτού και στην αναζήτηση του υποκείμενου χώρου όπου βρίσκονται οι λύσεις που αναζητάμε.

Άρα η διαδικασία αναζήτησης στην παρούσα φάση αποκτά διπτό ρόλο:

- από την μία θέτει στο προσκήνιο την διαδικασία αναζήτησης του τοπολογικού χώρου όπου βρίσκεται η λύση του προβλήματος που θέλουμε

να μορφοποιήσουμε, του οποίου, δεν γνωρίζουμε ακριβώς την μορφή αλλά μπορούμε να το περιγράψουμε μέσα από το state space

- και ταυτόχρονα μέσα από την διαδικασία με την οποία προσπαθούμε να προσεγγίσουμε την λύση, ουσιαστικά βελτιστοποιούμε τον χώρο λύσεων εξαλείφοντας γρήγορα λύσεις που δεν μας ικανοποιούν (κακές λύσεις) και εστιάζουμε το ενδιαφέρον μας σε λύσεις που συνάδουν με τις σχεδιαστικές μας επιλογές, μέσα από την διαδικασία του Hysteresis.

Δηλαδή μέσα από τις διαδικασίες του design space exploration πετυχαίνουμε δυο σημαντικούς στόχους, από την μία εξαλείφουμε γρήγορα τις «κακές» λύσεις, όπως έχουν τεθεί με χαρακτηριστικά "wicked problem" και ταυτόχρονα, μειώνουμε το κόστος σε υπολογιστική δύναμη καθώς ο υπολογισμός των λύσεων δεν αφορά όλο τον χώρο αλλά μόνο το κομμάτι αυτού που μας αφορά. Δύο μέθοδοι design space exploration[6] αφορούν εφαρμογή διαδικασιών με την ονομασία Heuristic[7] ή με την εφαρμογή προσομοιώσεων και πιθανοτήτων σε κομμάτι του design space για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε όλο τον χώρο με την εφαρμογή των artificial neural networks[8].

1. Robert Woodbury, Elements of Parametric Design, Routledge, London, 2011

2. Efficiently Exploring Architectural Design Spaces via Predictive Modeling, Engin Ipel, Sally A.McKee, Bronis R. de Supinski, Martin Schulz, Rich Caruana published at A SPLOS'06 San Jose, California USA

3. Robert Woodbury, Elements of Parametric Design, Routledge, London, 2011, σελ 275

4. Achim MengesMorphospaces of robotic Fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

5. Robert Woodbury, Elements of Parametric Design, Routledge, London, 2011

6. Design Space exploration (DSE) is the activity of exploring design alternatives before implementation. The ability to operate on the space of design candidates makes DSE useful for many engineering tasks, such as rapid prototyping and system integration.

7. heuristic: In computer science, artificial intelligence, and mathematical optimization, a heuristic is a technique designed for solving a problem more quickly when classic methods are too slow, or for finding an approximate solution when classic methods fail to find any exact solution. This is achieved by trading optimality, completeness, accuracy, or precision for speed. In a way, it can be considered a shortcut.

8. Heuristics may produce results by themselves, or they may be used in conjunction with optimization algorithms to improve their efficiency (e.g., they may be used to generate good seed values)

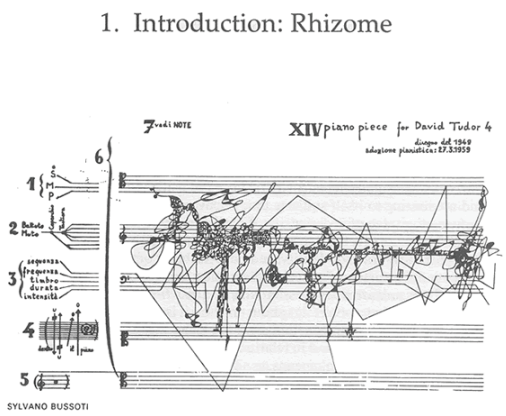
9. (...) Instead of sampling this function at every point (parameter vector) of interest, we employ nonlinear regression to approximate it. We repeatedly sample small numbers of points in the design space, simulate them, and use the results to teach the ANNs to approximate the function. At each teaching (training) step, we obtain highly accurate error estimates of our approximation for the full space. We continue refining the approximation by training the ANNs on further sample points until error estimates drop sufficiently low. By training the ANNs on 1-2% of a design space, we predict results for other design points with 98-99% accuracy. Efficiently Exploring Architectural Design Spaces via Predictive Modeling, Engin Ipel, Sally A.McKee, Bronis R. de Supinski, Martin Schulz, Rich Caruana published at A SPLOS'06 San Jose, California USA

Η παραπάνω συζήτηση σχετικά με την εξερεύνηση του χώρου λύσεων μας φέρνει ξανά κοντά στον Deleuze, μέσα από την διαλεκτική του γύρω από το ρίζωμα. Συγκεκριμένα, το ρίζωμα (rhizome), χαρακτηρίζεται ως μία ανοιχτή και μη προσδιορισμένη δομή. Όπως σημειώνουν ο Deleuze και Guattari, «το ρίζωμα συνδέει οποιοδήποτε σημείο με κάθε άλλο σημείο... δεν έχει αρχή ούτε τέλος, αλλά διαθέτει πάντα ένα milieu από το οποίο αναπτύσσονται και εκχύονται πολλαπλές γραμμικότητες.

Επίσης σημαντικό στοιχείο που εισάγει ενεργά το ρίζωμα στην συζήτηση είναι η έννοια της απόδοσης (performance). Συγκεκριμένα καθώς το ρίζωμα είναι ανοιχτό, δίχως αρχή και τέλος, κάθε φορά που αναπτύσσεται ή στην περίπτωσή μας ανεβαίνει βαθμό πολυπλοκότητας, τα εξαγόμενα αποτελέσματα της προηγούμενης «γενιάς λύσεων» γίνονται εισαγόμενα δεδομένα στην επόμενη. Οπότε κάθε milieu από το οποίο εκχύεται και αναπτύσσεται αποτελεί μία νέα optimum κατάσταση βάσει των παραγόντων που οδήγησαν στην επόμενη ανάπτυξη του ριζώματος.

Άρα μπορούμε να προσομοιάσουμε την δομή του design space με ένα ή περισσότερα ριζώματα, μέσα στα οποία βάσει παραμέτρων, τοπολογικών σταθερών και επιλογών καλούμαστε να χαρτογραφήσουμε τον βέλτιστο δρόμο προς ένα αποτέλεσμα. Κάθε νέος βελτιστοποιημένος χώρος λύσεων αποτελεί ένα νέο Milieu στο οποίο η αναζήτηση μεταπηδά και συνεχίζεται σε ένα νέο βελτιστοποιημένο σύνολο παραμέτρων, μέσα από ένα συνεχές έλεγχο (evaluation[1]) της διαδικασίας, ο οποίος αποτελεί και το κριτήριο πλοήγησης μέσα στο ρίζωμα.

Επομένως, μπορούμε να πούμε ότι το «implicit space» αφορά το πρωτογενές ρίζωμα και η «design hysteresis» αφορά την διαδικασία χαρτογράφησης με τον «explicit space» να είναι το νέο βελτιστοποιημένο ρίζωμα το οποίο δημιουργείται. Επίσης μέσα από το ρίζωμα μπορούμε να χαρτογραφήσουμε και να κατανοήσουμε την σχέση που διαμορφώνεται ανάμεσα σε έναν χώρο γενοτυπικών διαφοροποιήσεων και σε έναν χώρο φαινοτυπικών παραλλαγών, καθώς ο δεύτερος αποτελεί έναν ν-διάστατο χώρο λύσεων όπου κάθε γενότυπος δημιουργεί ένα νέο σύμπαν φαινοτύπων.

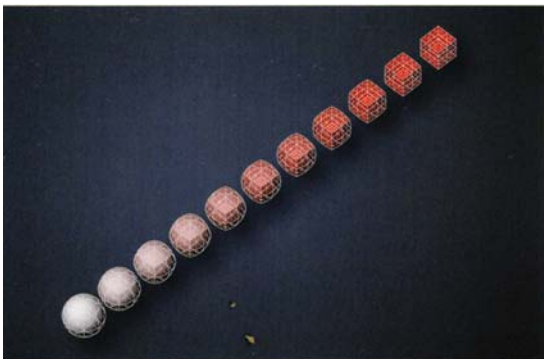


Εικ.1 Rhizome

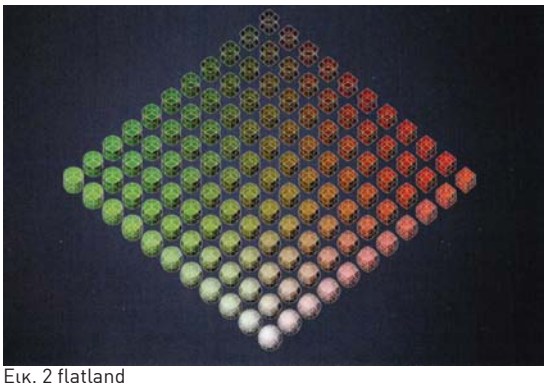
1. Efficiently exploring Architectural Design Spaces via Predictive Modeling: With evaluation we address four questions:
-how much of the design space must we simulate to train our models?
-How fast can we train the models?
-How well does our approach integrate with other approaches to reduce time per simulation?

-Mark Burry, Our World and The Third Policeman και ο Narrative Space

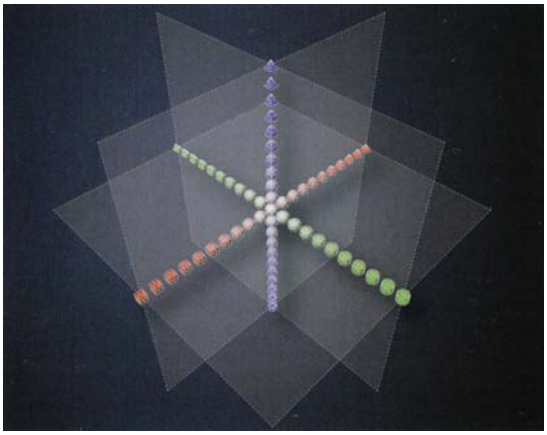
Ένα πρώτο παράδειγμα χρήσης του design Space στην αρχιτεκτονική αφορά το project του Mark Burry και της ομάδας του, Our World and The Third Policeman. Στην πρώτη φάση του έργου, σκοπός ήταν να φτιαχτεί μία ψηφιακή συλλογή αντικειμένων από υβριδικά αντικείμενα, τα οποία προήλθαν από μια διαδικασία μετασχηματισμού γεωμετρικών σχημάτων από μία κατάσταση Α σε μία κατάσταση Β με τον χρόνο να αναδεικνύεται σε πρωτεύουσα συνθήκη του σχεδιασμού. Πρώτη απόπειρα ήταν η μορφοποίηση μίας σφαίρας σε κύβο. Το ενδιαφέρον σε αυτήν την απόπειρα είναι ότι έχουμε μία μορφοποίηση ανάμεσα σε δύο γενοτύπους (seed objects) με τις φαινοτυπικές διαφοροποιήσεις να είναι κοινές και για τους δύο γενοτύπους.


Εικ. 1 iterative transformation: από σφαίρα σε κύβο

Το πείραμα επεκτάθηκε και με βασικό γενότυπο την σφαίρα δημιουργήθηκε ένα χωρικό σύνολο μετασχηματισμών οι οποίοι κάλυψαν το σύνολο του καρτεσιανού χώρου x,y,z. Η παραγωγή πληθυσμών γίνεται σταδιακά ξεκινώντας με μια παράμετρο μορφοποίησης (σφαίρα σε κύβο), με πληθυσμό μόνο στον άξονα των x, συνεχίζει με την προσθήκη μιας δεύτερης παραμέτρου (σφαίρα σε κύλινδρο), με πληθυσμό και στον άξονα των y, δημιουργώντας αυτό που ο Mark Burry ονομάζει flatland, με όλες τις δυνατές μορφοποιήσεις μεταξύ σφαίρας- κύβου, σφαίρας- κυλίνδρου και των υβριδικών μεταξύ τους μετασχηματισμών. Συνεχίζει, προσθέτοντας μία ακόμη παράμετρο μεταξύ σφαίρας και πυραμίδας στον άξονα των z. Τέλος έχοντας δημιουργήσει έναν καρτεσιανό χώρο, τον επεκτείνει με μία νέα σειρά μετασχηματισμών στους –x, -y, -z άξονες, ολοκληρώνοντας την συλλογή από ένα χώρο 6 διαφορετικών μορφοποιήσεων από έναν αρχικό γενότυπο.


Εικ. 2 flatland

Το ενδιαφέρον στο παραπάνω project, αφορά αρχικά την διαδικασία που ακολουθήθηκε αλλά κυρίως αφορά τα ερωτήματα που εγείρονται αν σπάσουμε τα όρια που ορίζουν ότι η διαδικασία μορφοποίησης κινείται ανάμεσα από τον γενότυπο Α (σφαίρα) μέχρι τον γενότυπο Β (πυραμίδα) και αφήσουμε τον αλγόριθμο να κινηθεί ελεύθερα τόσο πίσω στον χρόνο, πριν την μορφοποίηση της σφαίρας, όσο και μπροστά στον χρόνο, δηλαδή μετά την μορφοποίηση της πυραμίδας.

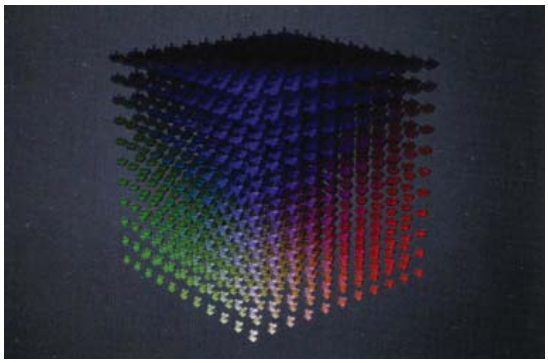

Εικ. 3 Γενότυπος με 3 καρτεσιανούς άξονες

Μέσα από τον παραπάνω προβληματισμό, αναδεικνύονται οι κρυφές πολλαπλές διαστάσεις που κρύβονται μέσα σε έναν σχετικά απλό design space.

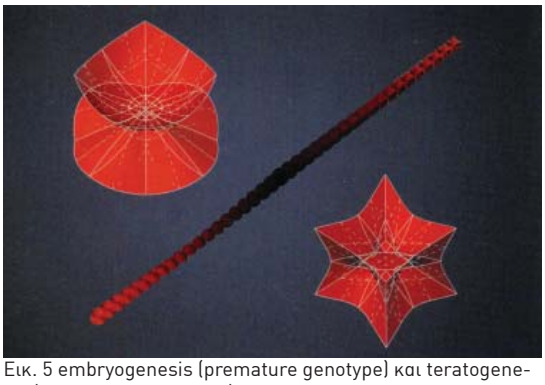
Συγκεκριμένα, ο Burry, επεκτείνει την συζήτηση του σχεδιασμού στο πεδίο της εμβρυογένεσης και αντίστοιχα στο πεδίο της τερατογέννεσης, δηλαδή καταστάσεις που ξεφεύγουν από τα αποδεκτά όρια μορφοποίησης που έχουμε θέσει. Οπότε γίνεται σαφές ότι οποιαδήποτε κατάσταση του γονιδίου δύναται να χρησιμοποιηθεί ως νέος γενότυπος, καθώς μέσα στο προγραμματιστικό περιβάλλον μπορούμε να ορίσουμε όσες παραμέτρους θέλουμε και να περιγράψουμε έναν οποιοδήποτε χώρο ν- διαστάσεων.

Στην συνέχεια του project, έχοντας ορίσει έναν ν-διαστατό χώρο από υβριδικά αντικείμενα, επιχειρεί να δημιουργήσει μία αναπαράσταση ενός ιδιαίτερου λογοτεχνικού έργου, The Third Policeman του Flann O'Brien, το οποίο κινείται και αυτό αντίστοιχα σε έναν ν-διάστατο χώρο. Το παράδειγμα αυτό είναι δομημένο στην βάση των wicked problems που εξετάσαμε παραπάνω. Το ενδιαφέρον εδώ είναι ότι χρησιμοποιεί την αφήγηση του κειμένου ώστε να εξερευνήσει τον ν-διάστατο χώρο των αντικειμένων που έχει δημιουργήσει ώστε να προσεγγίσει τον πληθυσμό των λύσεων ο οποίος αφορά το μυθιστόρημα και την αναπαράστασή του γραφικά. Δηλαδή μέσω της αφήγησης βελτιστοποιεί τον design space που έχει δημιουργήσει απορρίπτοντας τις «κακές» λύσεις και αναδεικνύοντας τις αποδεκτές[1].

1. Mark Burry ,Scripting Cultures, Wiley, London, 2011



Εικ. 4 Design space αποτελούμενο από 10-step morphs από σφαίρα σε κύλινδρο, κύβο και πυραμίδα



Εικ. 5 embryogenesis (premature genotype) και teratogenesis (overgrown phenotype)

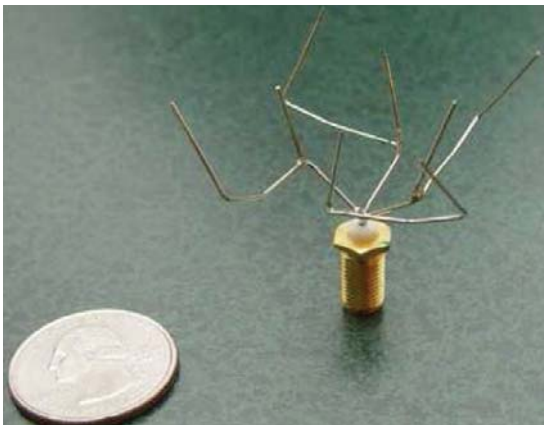
-Automated Antenna Design, NASA Evolvable Systems Group

Το επόμενο παράδειγμα έρχεται από το evolvable systems group της NASA και αφορά την δημιουργία μίας νέας κεραίας για το διαστημόπλοιο της NASA, Mars Odyssey, το οποίο βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον πλανήτη Άρη, από τον Ιανουάριο του 2012. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν εξελικτικοί αλγόριθμοι για να αναζητήσουν το βέλτιστο σχήμα μιας κεραίας που βρίσκεται πάνω στο διαστημόπλοιο. Το εγχείρημα ήταν ιδιαίτερα πολύπλοκο, καθώς λόγο της θέσης της πάνω στο κέλυφος του διαστημοπλοίου, το σήμα της κεραίας επηρεαζόταν από γειτονικά όργανα, ακόμα και από την κίνηση των ηλιακών πανέλων που αφορούν την τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια του διαστημοπλοίου, γεγονός που παρουσίαζε μεγάλη πρόκληση καθώς βρίσκονται σε μόνιμη κίνηση[2].

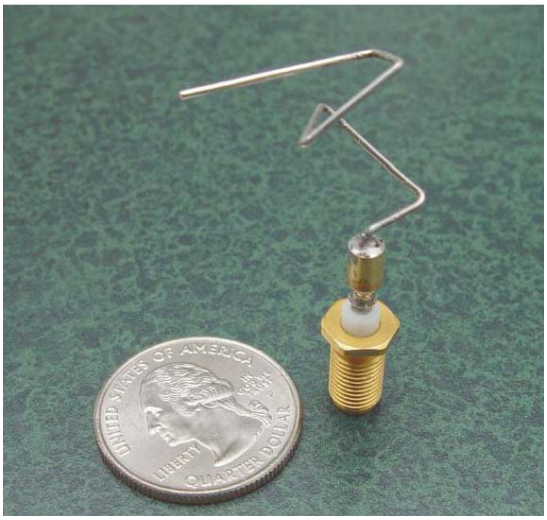
Λόγω της πολυπλοκότητας του προβλήματος ήταν ιδιαιτέρως δύσκολο ως αδύνατο να λυθεί το πρόβλημα με παραδοσιακούς μεθόδους. Οπότε δημιουργήθηκε ένας design space, με τις συγκεκριμένες παραμέτρους, με δύο συγκεκριμένους στόχους, από την μία να βρεθεί μία λύση η οποία να αυξάνει την απόδοση της κεραίας κάτω από αυτές τις συνθήκες και από την άλλη να βρεθεί το ελάχιστο σχήμα της κεραίας που να αποδίδει στο μέγιστο.

Εφαρμόστηκε συγκεκριμένο πρόγραμμα βασισμένο σε γενετικό αλγόριθμο με πληθυσμό 6000 γονιδίων. Το αποτέλεσμα της αναζήτησης οδήγησε σε 93% αύξηση της απόδοσης στα 400MHz και 48% στα 438MHz, ταυτόχρονα το σχήμα και το μέγεθος της τελικής κεραίας ήταν το 1/4 από το μέγεθος της κεραίας αν δεν είχε εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή.

2. Evolution, Re-Evolution and Prototype of an X-Band Antenna for NASA's Space Technology 5 mission



Εικ.1 prototype evolved antennas: (a) optimal evolution antenna για το αρχικά απαιτούμενο gain pattern



Εικ. 2 optimal evolution antenna για τις αναθεωρημένες προδιαγραμμές gain pattern

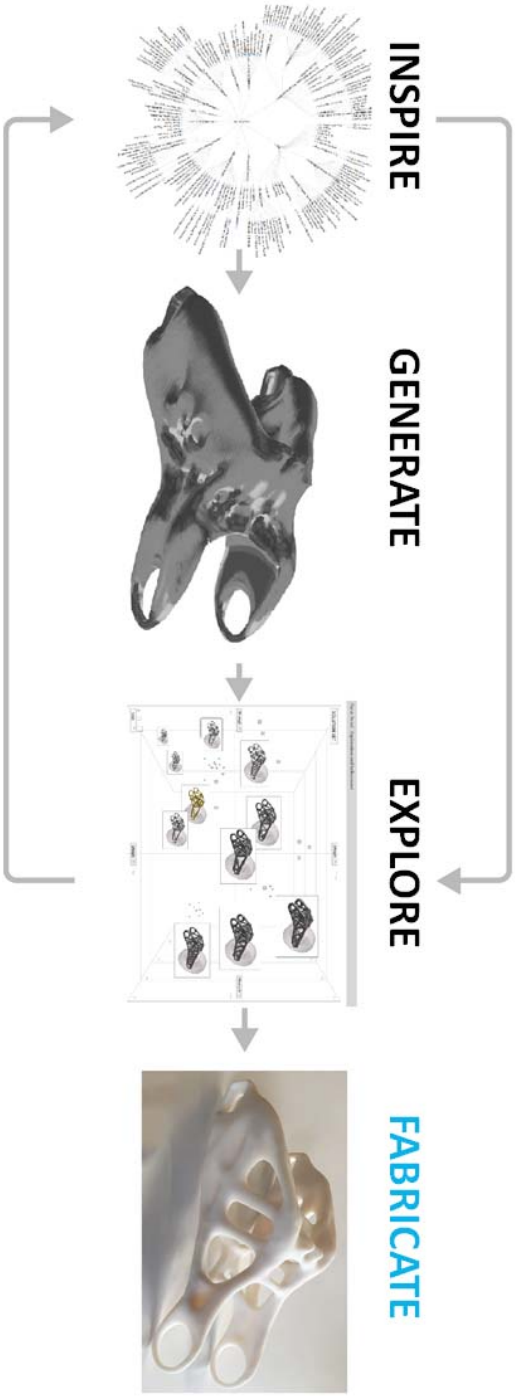
-Autodesk Project Dreamcatcher

Το τελευταίο παράδειγμα, αφορά μία ερευνητική προσπάθεια της Autodesk πάνω στο πεδίο του Goal-directed Design (GDD), το project Dreamcatcher. Το πρόγραμμα και η λειτουργική του κατεύθυνση (GDD), επιτρέπει στους αρχιτέκτονες και σχεδιαστές να εισάγουν συγκεκριμένους συνθετικούς στόχους που αφορούν λειτουργικούς στόχους, ιδιότητες υλικών, δυνατότητες παραγωγής, απόδοση σε περιβαλλοντικά δεδομένα κλπ. Ο υπολογισμός ενός τόσο πολύπλοκου χώρου ν- διαστάσεων γίνεται δυνατός με την χρήση του cloud computing[3] αυξάνοντας δραματικά την υπολογιστική δύναμη του συστήματος. Το αποτέλεσμα αφορά την εφαρμογή εξελικτικών αλγορίθμων για να βρεθεί η βέλτιστη λύση στο σύνολο του προβλήματος που έχει τεθεί, εγκαινιάζοντας ένα νέο workflow όπου ο αρχιτέκτονας, τεχνίτη νοημοσύνη και η υπολογιστική δύναμη του cloud computing έρχονται σε συνέργεια για την παραγωγή της βέλτιστης λύσης[4].

3. Cloud computing is a computing term or metaphor that evolved in the late 2000s, based on utility and consumption of computing resources. Cloud computing involves deploying groups of remote servers and software networks that allow centralized data storage and online access to computer services or resources. Clouds can be classified as public, private or hybrid

4. http://autodeskresearch.com/projects/dreamcatcher

Εικ.1 optimized σκελετός ποδηλάτου



4.8 Η έννοια του «Chreod» , ως ο ενδιάμεσος κρίκος ανάμεσα στο computation, στους Design spaces, της εξελικτικής βιολογίας και την θεωρία των Morphospaces.

Η έννοια του Chreod, χρησιμοποιείται για πρώτη φορά από τον Conrad Hal Waddington, έναν από τους σημαντικότερους βιολόγους του 20ου αιώνα με έντονο ενδιαφέρον για την ανάλυση και εξήγηση μέσω των μαθηματικών και της γεωμετρίας, βιολογικών δομών[1]. Προσπαθώντας να περιγράψει το πώς ο γενότυπος των γονιδίων, οργανώνει την ανάπτυξη, προτείνει τον όρο epigenetic landscape, στην συνέχεια προτείνει τον όρο Chreod για να περιγράψει αυτή την διαδικασία ανάπτυξης για την περίπτωση ενός κυττάρου. Ο Kwinter, εξηγώντας τον ορισμό του Chreod αναφέρει ότι:

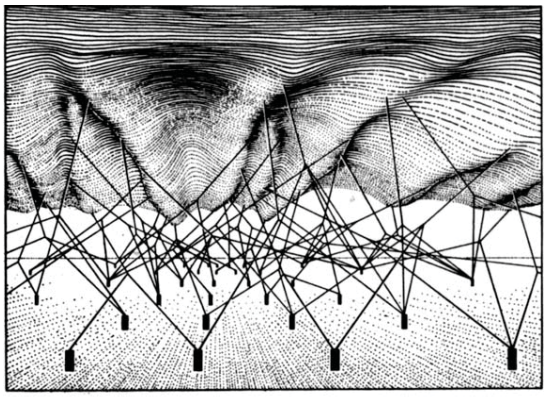
"A chreod, refers to an invisible but not imaginary feature in an invisible but not imaginary landscape on which a developing form gathers the information and the influence necessary for it to make itself what it is"[2].

Για τον Kwinter, η έννοια του chreod, εξηγεί πως δυνάμεις ενσωματώνονται ή εγκλωβίζονται στις μορφές που βοήθησαν να δημιουργηθούν. Το ψηφιακό ανάγλυφο το οποίο ορίζεται από το Chreod, αφορά δηλαδή ένα μοντέλο όπου επιτρέπει πολλαπλές δυνάμεις ή agents να αλληλοεπιδράσουν και να οδηγήσουν στην παραγωγή μορφολογίας.

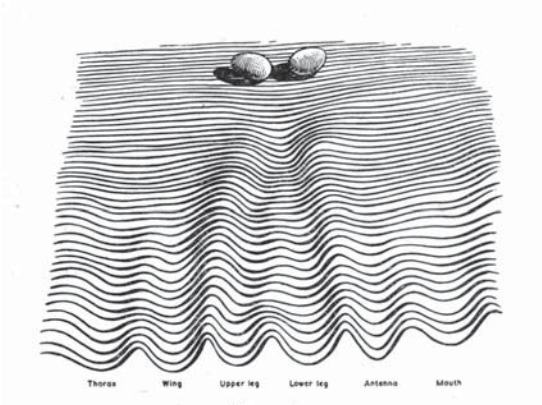
Η σχέση με τους design spaces είναι άμεση καθώς ο χώρος λύσεων ορίζεται από μια σειρά από περιορισμούς και δυνάμεις ή agencies τα οποία ορίζουν τις προδιαγραφές βάσει των οποίων θα δημιουργηθεί ο χώρος λύσεων.

Τα ψηφιακά ανάγλυφα, οπότε ορίζονται μέσα από τις δυνάμεις αυτές, τα οποία λειτουργούν ως mediums για την δημιουργία της μορφής. Το Chreod οπότε είναι ένα τοπογραφικό στοιχείο σε αυτό το ανάγλυφο το οποίο ελέγχει ή περιορίζει την κίνηση μιας μεταβαλλόμενης μορφής κατά την διαδικασία μορφοποίησης καθώς κινείται μέσα σε αυτό. Το Cheod οπότε μπορεί να παρομοιαστεί ως το ανάγλυφο το οποίο βρίσκεται κάτω από μια χιονοστιβάδα και ορίζει την μορφή της. Αρά τα Chreods αφορούν δρόμους που ορίζουν την γέννηση της μορφής.

Μία άλλη ανάγνωση του όρου, επισημαίνει ότι το Chreod περιγράφει δρόμους επιλογών «paths of decision» μέσα στον χώρο που ο Christopher Alexander έχει ονομάσει configuration space. Ο χώρος αυτός αφορά ένα θεωρητικό ανάγλυφο όπου περιέχονται όλα τα δυνατά αποτελέσματα και κόμβοι επιλογών που συναντώνται στην δομή μιας κατασκευής (design of a structure) ή στο ανάπτυγμα ενός οργανισμού ή συστήματος (growth of an organism). Δεδομένου ότι ένας πολύ μικρός αριθμός των δυνατών αποτελεσμάτων θα είναι καλοί, επομένως αυτοί οι δρόμοι προς τις απείρως σπάνιες και καλές λύσεις πρέπει να ακολουθηθούν για να πάρουμε καλά αποτελέσματα. Αυτοί οι δρόμοι ή αλλιώς Chreods φαίνεται πως ακολουθούνται αυτόματα από την φύση.



Εικ.1 epigenetic landscape / chreod diagram, Conrad Hal Waddington



Εικ.2 epigenetic landscape / chreod diagram, Conrad Hal Waddington.

Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, καθώς η κρισιμότερη αυτόματη διαδικασία που ορίζει την μορφοποίηση στην φύση αφορά η παραγωγή μορφών εφαρμόζοντας το minimum υλικό, με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί με την μέγιστη στατική απόδοση.

Για τον Christopher Alexander[3], καθώς ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός αφορά μία συνειδητή διαδικασία και όχι μία αυτόματη φυσική δομή, προτείνει, ότι πρέπει να ανακαλυφθούν τρόποι με τους

οποίους η αρχιτεκτονική να μπορεί να ακολουθήσει αυτά τα chreod ώστε να λαμβάνουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στο κτισμένο περιβάλλον.

Οι καλοί και κακοί δρόμοι, οπότε, εφαρμοζόμενοι σε φυσικά συστήματα, ή αλλιώς σε προβλήματα τύπου wicked problems, όπως τα περιγράψαμε παραπάνω, λειτουργούν και αυτοί βάσει συγκεκριμένων κανόνων. Το ωραίο και το καλό στην φύση, θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι ορίζεται οπότε από μαθηματική και στατική αρτιότητα (minimum υλικό, max performance).

Οι παραπάνω δύο βασικές αρχές ανάπτυξης των φυσικών μορφών στην φύση, αποτελούν και την βασική λογική που ορίζει την διαδικασία «topological optimization», κατά την οποία χαρτογραφούνται οι πορείες των δυνάμεων μέσα στον όγκο ενός υλικού ούτως ώστε να καταλήξει στο ελάχιστο υλικό που απαιτείται, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση. Η παραπάνω διαδικασία εφαρμόζεται στο πρόγραμμα Topostruct και Millipede, τα οποία έχουν διαμορφωθεί από τους Παναγιώτη Μιχαλάτο και Sawako Kaijima.

1. The biologist C.H. Waddington invented this term a generation or so ago (it is derived from two Greek words, one meaning "necessary", and the other meaning "path") He said that if we take, for instance, living creatures with legs we might expect to find creatures with one leg, creatures with two legs, creatures with three legs, etc. But we don't. Only some of these possibilities are found. This led him to claim that evolutionary development was structured or constrained by necessary paths, or chreods (wikipedia)

2. Sanford Kwinter, What is life?, lecture, May 30, 2008, GSD 08 platform, ACTAR, 2008, p. 40-43

3. Christopher Alexander, New Concepts in Complexity Theory Arising from studies in the field of architecture, 2003

4. Waddington's epigenetic landscape is a metaphor for how gene regulation modulates development.[9] One is asked to imagine a number of marbles rolling down a hill towards a wall. The marbles will compete for the grooves on the slope, and come to rest at the lowest points. These points represent the eventual cell fates, that is, tissue types. Waddington coined the term chreode to represent this cellular developmental process. This idea was actually based on experiment: Waddington found that one effect of mutation (which could modulate the epigenetic landscape) was to affect how cells differentiated. He also showed how mutation could affect the landscape and used this metaphor in his discussions on evolution—he was the first person to emphasise that evolution mainly occurred through mutations that affected developmental anatomy

4.9 Η μεταγραφή από την εξελικτική βιολογία των «Theoretical» και «Empirical Morphospaces» και η εισαγωγή των «Machinic morphospaces» στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

Η σύνδεση των χώρων λύσεων όπως έρχονται από την θεωρία των υπολογιστών, της έννοιας του chreod και του τομέα της βιολογίας που ασχολείται με την μορφή των οργανισμών κατά την εξέλιξη, εντοπίζεται στην προσπάθεια του Achim Menges, να εντάξει στην διαδικασία σχεδιασμού και μορφοποίησης, τις μεθόδους παραγωγής ήδη από την σύλληψη της μορφής. Η σύνδεση αυτών των ετερογενών στοιχείων γίνεται δυνατή μέσα από την θεωρία των Morphospaces, όπως προέρχεται από τον τομέα της εξελικτικής βιολογίας.

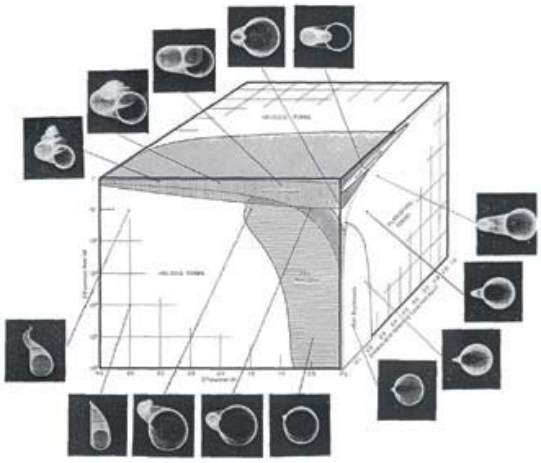
Ο ίδιος υποστηρίζει ότι η διαδικασία γένεσις της μορφής (genesis of form), μπορούμε να την φανταστούμε ως τις σχέσεις που δημιουργούνται ανάμεσα στις δυνατότητες ενός συστήματος (μηχανής) να παράξει μορφή (εσωτερικοί περιορισμοί του συστήματος) και στις εξωτερικές επιρροές που έρχονται να επηρεάσουν τον σχεδιασμό ως δυνάμεις μορφοποίησης[1].

Άρα κρίνεται αναγκαίο ο σχεδιασμός να ενσωματώνει τους παραμέτρους και τα μέσα με τα οποία δύναται να πραγματωθεί και να κατασκευαστεί. Το παραπάνω αίτημα, αν το μεταφέρουμε στο πεδίο των χώρων λύσεων, αφορά την αναζήτηση του χώρου των δυνητικά κατασκευάσιμων λύσεων- μορφών, ο οποίος βρίσκεται μέσα στον χώρο των γεωμετρικά δυνατών.

Η παραπάνω διαδικασία, ενσαρκώνει όλη την αλλαγή παραδείγματος που έχει περιγράφει μέχρι τώρα καθώς αποτυπώνεται το αναγκαίο άλμα στην σκέψη ώστε να ενταχθούν τα μέσα παραγωγής στην σχεδιαστική διαδικασία. Η εφαρμογή του εργαλείου των Design Spaces και ο διαχωρισμός τους σε χώρους γεωμετρικά δυνατούς και κατασκευαστικά δυνατούς, σηματοδοτεί την ρήξη με το προηγούμενο γραμμικό παράδειγμα διαχωρισμού των διαδικασιών μορφοποίησης και κατασκευής.

Το γραμμικό μοντέλο σύλληψης της ιδέας, σχεδιασμού της, κατασκευής της και περιβαλλοντικής βελτιστοποίησης της, αντικαθίσταται με ένα μη γραμμικό και ετερογενές σύστημα βασισμένο σε agencies.

Το μέσο με το οποίο συνδέεται ο χώρος λύσεων όπως έρχεται από την επιστήμη της πληροφορικής με το χώρο μορφοποίησης στην αρχιτεκτονική πρακτική αποτελεί το πεδίο της θεωρητικής μορφολογίας όπως έρχεται από την επιστήμη της βιολογίας. Ο κλάδος αυτός ενδιαφέρεται για «το εύρος των μορφών όπου βιολογικές οντότητες δύναται να πάρουν»[2]. Συγκεκριμένα θέτει το ερώτημα γιατί αναπτύσσονται συγκεκριμένες μορφές στην φύση ενώ άλλες παραμένουν ανενεργές. Για το πεδίο της αρχιτεκτονικής, η θεωρητική μορφολογία αποκτά ενδιαφέρον για δύο συγκεκριμένους λόγους:

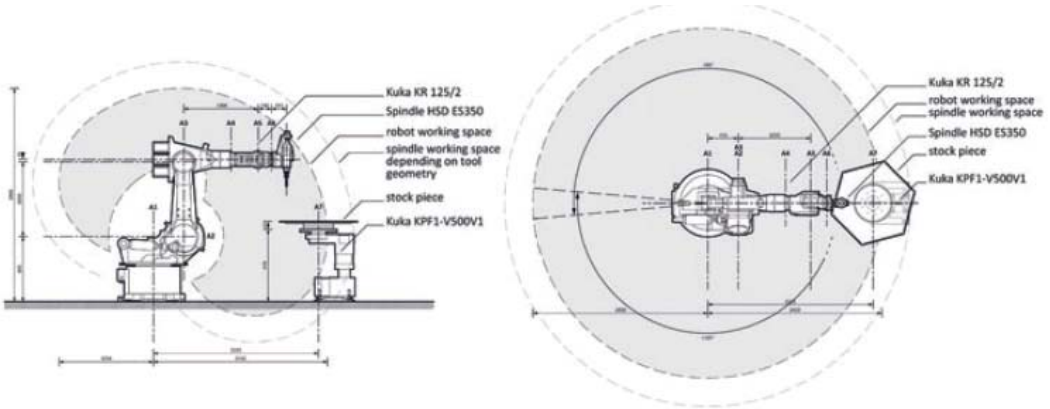


Εικ.1 Morphospace από coiled shells, ο λευκός χώρος αποτελεί τον θεωρητικό morphospace, ενώ ο διαγραμμισμένος, τον empirical morphospace. Raup D. M. 1966

- Αρχικά, προσφέρει ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που επιτρέπει την μετάβαση από μια αναλυτική οπτική για την μορφολογία σε μία οπτική βασισμένη σε generative διαδικασίες, όπως φάνηκε και από το έργο του Thomson, αφήνοντας ανοιχτή την δυνατότητα υπολογισμού σε προγραμματιστικό περιβάλλον όλων των δυνατών μορφολογιών που μπορεί να πάρει ένα πρόβλημα.

- Τέλος, ορίζει έναν σαφή διαχωρισμό ανάμεσα στους εμπειρικούς (empirical) και τους θεωρητικούς (theoretical) morphospaces, οι οποίοι αφορούν ένα σημαντικό κομμάτι του generative design και του robotic fabrication.

Με τον όρο morphospaces[3], ορίζουμε συγκεκριμένους χώρους λύσεων (design spaces), ν-διαστάσεων, άρα και ν-παραμέτρων που ορίζουν την δημιουργία της μορφής, μέσα στους οποίους το δυνατό και το υπαρκτό μπορούν να χαρτογραφηθούν και να αναλυθούν. Οι morphospaces χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:



Εικ.2 Το μέσο κατασκευής θέτει τα constrains του Morphospace, βάσει των δυνατοτήτων του.

- Empirical morphospaces, οι οποίοι αποτελούν την απόδοση των λύσεων- μορφών οι οποίες έχουν πραγματωθεί στην φύση

- Theoretical morphospaces, οι οποίοι αποτελούν την απόδοση των λύσεων- μορφών, οι οποίες δεν έχουν πραγματωθεί, αλλά είναι θεωρητικά δυνατές. Με άλλα λόγια έχουν την δυνατότητα να περιγράψουν μη υπαρκτές μορφές.

Επομένως, διαφαίνεται ότι με την εφαρμογή των Morphospaces στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό γεφυρώνεται το χάσμα μεταξύ του σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής μορφής και της κατασκευής της επιλυμένης μορφής. Συγκεκριμένα, εξαλείφει την top-down και την γραμμική ιεραρχία σχεδιασμού που επιβάλει την επίλυση του συστήματος της μορφής και μετά την επίλυση του συστήματος της κατασκευής. Αντιθέτως εφαρμόζει την παράλληλη ιεραρχική δομή στον σχεδιασμό καθώς με την χρήση των morphospaces γίνεται δυνατή η απόδοση τόσο της διαδικασίας παραγωγής της μορφής όσο και της μορφοποίησης- κατασκευής αυτής.

Ο ίδιος ο Achim Menges, σημειώνει ότι:

«Morphospaces are a method for describing the morphological variance of building elements together with the machine constraints of their robotic fabrication within one system, so that a non- hierarchical, direct feedback between key parameters of the computational form generation and materialization can be established».

Οπότε διαφαίνεται ότι η σύνδεση των morphospaces, του robotic fabrication και τεχνικών προερχόμενων από το morphogenetic design, επιτρέπουν την αναπαράσταση λύσεων βάσει παραμέτρων που ενσωματώνουν διαδικασίες που αφορούν τον σχεδιασμό της μορφής και την κατασκευή της.

Εφόσον μιλάμε για χώρους πολλαπλών ετερογενών παραμέτρων, τίθεται το ζήτημα της γραφικής απεικόνισης των morphospaces. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο πρακτικές:

- Euclidian morphospaces, αφορούν χώρους λύσεων, βασισμένους σε ευκλείδεια γεωμετρική απεικόνιση και εφαρμόζεται το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, με κάθε άξονα να αποτελεί και μία εξεταζόμενη παράμετρο με διαφορετικές τιμές. Η αδυναμία των ευκλείδειων χώρων είναι ότι λόγω των γεωμετρικών περιορισμών γίνεται δύσκολο να απεικονιστούν πολλαπλοί παράμετροι (πάνω από τεσσερεις αν λειφθεί υπόψιν και η χρωματική απεικόνιση ως παράμετρος).

- Riemannian morphospaces, αφορούν χώρους λύσεων, οι οποίοι εφαρμόζουν περισσότερο αφηρημένους γεωμετρικά χώρους, επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία στην απεικόνιση των χώρων λύσεων. Οι μορφομετρικοί χώροι της γεωμετρίας κατά Riemann, επιτρέπουν μοντέλα τα οποία ενσωματώνουν v- αριθμό παραμέτρων.

Η παραπάνω διαπίστωση, αφορά την βασική αρχή για μία μη ιεραρχική σύγκλιση του σχεδιασμού με εξελικτικές διαδικασίες (computational design) και της κατασκευής με ψηφιακά μέσα (robotic fabrication), καθώς συνθετικές αρχές και αιτήματα, βρίσκονται στον ίδιο χώρο με περιορισμούς και όρια που τίθενται από τον μηχάνημα κατασκευής, πχ, έναν ρομποτικό βραχίονα.

Οπότε υπάρχει ένα υποσύνολο χώρου λύσεων που εξαρτάται ο πληθυσμός τους άμεσα από την πλατφόρμα κατασκευής με την οποία έχουμε επιλέξει να κατασκευάσουμε την μορφή. Ο χώρος αυτός ο οποίος βρίσκεται μέσα στον theoretical morphospace, ενός αρχιτεκτονικού μέλους, ο οποίος καλύπτει όλο το μορφολογικό εύρος αυτού αλλά περιλαμβάνει μόνο τις περιοχές οι οποίες είναι θεωρητικά κατασκευάσιμες βάσει του κλειστού συστήματος παραμέτρων και ορίων που θέτει ένα συγκεκριμένο μηχάνημα, ονομάζεται machinic morphospace[4].

Ο Achim Menges, εντοπίζει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα που προέρχονται από την εφαρμογή των machinic morphospaces στην αρχιτεκτονική παραγωγή.

- Επιτρέπουν τον απόλυτο έλεγχο στην διαδικασία fabrication

- Επιτρέπουν την παρακολούθηση της δυνατότητας παραγωγής των αρχιτεκτονικών μελών, επιτρέποντας την πλήρη σχεδιαστική εξερεύνηση, a priori, χωρίς κατ΄ ανάγκη να γνωρίζουμε εξαρχής το τελικό αποτέλεσμα, πάρα μόνο σαφή όρια και constrains.

- Επιτρέπουν γρήγορες αλλαγές στο σχεδιασμό σε περίπτωση προσαρμογής του μηχανήματος παραγωγής, καθώς υπάρχει άμεσο feed-back μεταξύ μηχανής και υπολογιστικού περιβάλλοντος.

Οπότε το μοντέλο των Morphospaces, πρόκειται για ένα πολύπλοκο μοντέλο χειρισμού πολλαπλών παραμέτρων κατά την σχεδιαστική και παραγωγική διαδικασία. Η μεταφορά της θεωρίας των Morphospaces, από την βιολογία στον χώρο του morphogenetic design και robotic fabrication, αναδεικνύει δύο σχετικά ακόμη ζητήματα[5]:

- Φαίνεται ότι ακόμη και σε προβλήματα τα οποία αφορούν την εφαρμογή ενός μόνο υλικού στην κατασκευή, απαιτείται ένας αρκετά πολύπλοκος χώρος λύσεων, ο οποίος απαρτίζεται από έναν σημαντικό αριθμό παραμέτρων, σχετικά με το περιβάλλον, τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την γεωμετρία και το ίδιο το υλικό. Η διαχείριση αυτού του «multi-dimensional morphospace, δίνει πάτημα για την εφαρμογή διαφορετικών κλιμάκων μορφολογικής επίλυσης βασισμένη σε διαφορετικά επίπεδα ιεραρχίας.

- Γίνεται σαφές ότι όλοι οι πολυδιάστατοι morphospaces, ακόμα και οι πιο απλοί τρισδιάστατοι αποτελούνται από μία βασική χωρική ενότητα. Συγκεκριμένα, διακρίνουμε δυο περιοχές, την γεωμετρικά αδύνατη περιοχή (GIF, geometrically impossible region of form) και την γεωμετρικά δυνατή περιοχή (GPF, geometrically possible region of form), οι οποίες χωρίζονται μεταξύ τους από τους γεωμετρικούς περιορισμούς που έχουμε θέσει στο σύστημα του design space που αναλύουμε. Αντίστοιχα ο (GPF) χώρος, αναλύεται σε μία μη- λειτουργική περιοχή (NPF, non-functional possible form) και σε μία λειτουργική περιοχή (FPF, functional possible form), οι οποίες χωρίζονται ανάμεσα με ένα όριο που ορίζει την παράμετρο λειτουργικότητας.

Στην παραπάνω συζήτηση, τελευταία κρίσιμη παράμετρος αποτελεί το performance. Καθώς η συζήτηση περιστρέφεται γύρω από μια διαδικασία παραγωγής λύσεων και την δόμηση του κρίσιμου λειτουργικού χώρου (FPF) του machinic morphospace, υπάρχει ένα ακόμη υποσύνολο αυτού του χώρου ο οποίος ορίζεται από μορφολογίες και κατασκευαστικές λύσεις οι οποίες πληρούν και performative χαρακτηριστικά, είτε αναφερόμαστε σε περιβαλλοντικά, κατασκευαστικά ή αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά. Ο χώρος αυτός θα μπορούσαμε να τον ορίσουμε ως performative machinic morphospace.

Ουσιαστικά το μοντέλο των morphospaces, αφορά ένα multi-agent εργαλείο το οποίο ενσωματώνει ενεργά τα μέσα σχεδιασμού, ελέγχου και υλοποίησης της μορφής. Αποτελεί ένα εργαλείο που στόχο έχει την εξερεύνηση και την ανακάλυψη νέων τεχνικών σχεδιασμού και fabrication, εξαλείφοντας τον top-down και bottom-up διαχωρισμό. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί ένα λειτουργικό μοντέλο για την δημιουργία ενός «Form- generating agent».

1. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

2. Όπως παραπάνω

3. The concept of Morphospaces in Evolutionary and Developmental Biology: Mathematics and Metaphors, Philipp Mitteroecker, Simon M. Huttegger published at Biological Theory 4(1) 2009, Konrad Lorenz Institute for Evolution and Cognition Research

4. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

5. όπως παραπάνω

4.10 Case study: "Robotically Fabricated polygonal plywood plates with Finger Joints"- Η εφαρμογή των morphospaces στην περίπτωση του ICD/ITKE research pavilion 2011

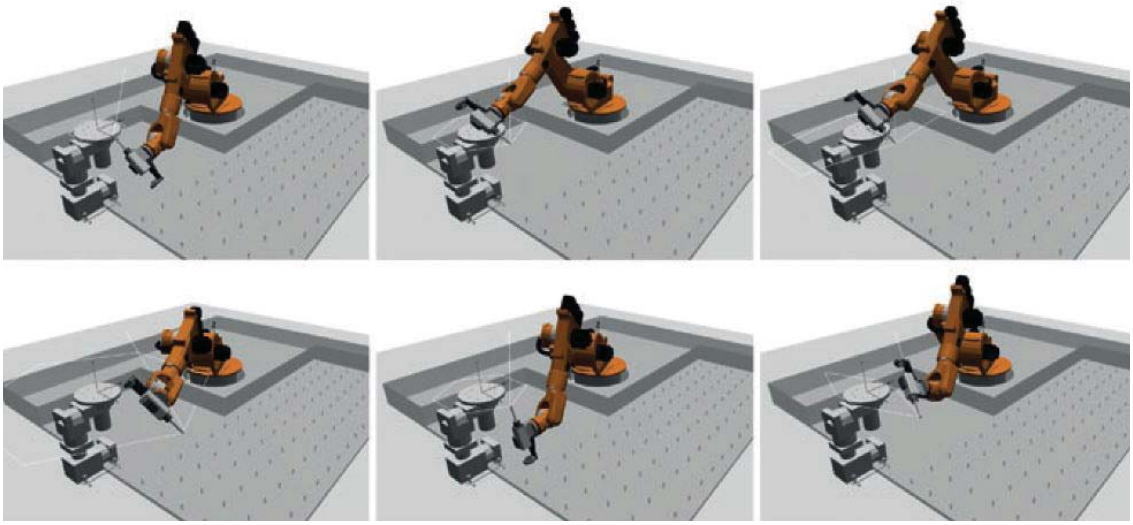
Μία ενδιαφέρουσα εφαρμογή της θεωρίας των morphospaces στην αρχιτεκτονική, έγινε μέσα από τις τεχνικές και τις διαδικασίες που εφαρμόστηκαν κατά την διαδικασία έρευνας, σχεδιασμού και κατασκευής του ICD/ITKE Research pavilion της χρονιάς 2011. Η κατασκευή αποτελείται από περισσότερα από 850 γεωμετρικά μοναδικά, ρομποτικά κατασκευασμένα πάνελ από κόντρα πλακέ θαλάσσης (birch plywood plates).

Η διαδικασία σχεδιασμού αφορούσε την εφαρμογή ενός συνολικού σχεδιασμού (top- down) που βασιζόταν στις performative ιδιότητες του κελύφους ενός συγκεκριμένου είδους ζώου (Clypeasteroida), το οποίο χαρακτηρίζεται από μιας συγκεκριμένης μορφολογίας κέλυφος βασισμένο σε πολυγωνικά plates. Τα «plates», σκοπό είχαν να εκμεταλλευτούν τις performative ιδιότητες του υλικού (bottom- up). Για την τελική κατασκευή χρησιμοποιήθηκε υλικό πάχους 6,5mm, ώστε να δοκιμαστεί η τελική κατασκευή στο άκρο των δυνατοτήτων του υλικού και να είναι αρκετά ελαφριά ώστε να συναρμολογηθεί ευκολά χωρίς την βοήθεια από βαριά εργαλεία.

Η μετεγγραφή του φυσικού μοντέλου αφορούσε την κατασκευή ενός κελύφους από «polygonal plates», τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με "finger joints". Η χρήση των "finger joints", ως το συνδετικό μέσο των κομματιών στόχο είχε να δημιουργηθεί ένα σύστημα το οποίο να διαθέτει performative χαρακτηριστικά βασισμένα στην χρήση ενός μόνο υλικου χωρίς να απαιτούνται πρόσθετα μέσα ή υλικά για την σύνδεση των κομματιών μεταξύ τους. Το εγχείρημα περιελάβανε οπότε την διαχείριση, σχεδιασμό και κατασκευή 10.000 διαφορετικών finger joints.

Οπότε διαφαίνεται ότι, το ζητούμενο της χρήσης των machinic morphospaces, αφορούσε ένα πρόβλημα «mapping» διαφορετικών στοιχείων και παραμέτρων. Άρα, πρόκειται για ένα πρόβλημα ελέγχου σχεδιασμού με ακραίο βαθμό mass differentiation και mass customization, καθώς κανένα κομμάτι δεν είναι ίδιο και διαθέτει εντελώς διαφορετικά finger joints το καθένα.

Εικ. 1 ICD ITKE pavilion, Stuttgard, η κατασκευή του έγινε δυνατή μονο με την χρήση των robotic morphospaces. Achim Menges

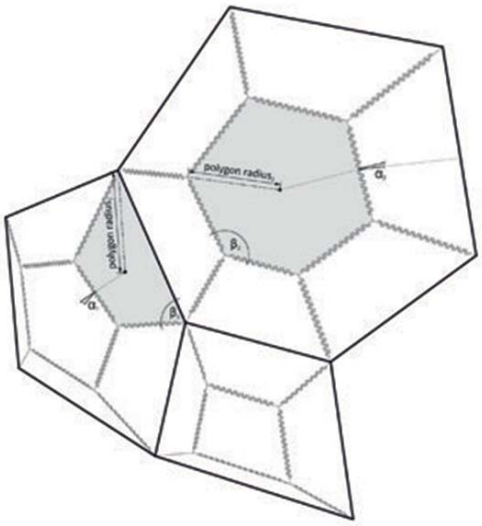


Εικ. 2 προσομοιώσεις fabrication, ορίζουν τα όρια των παραμέτρων (polygon radius, connection angle a, polygon angle b), συναρτήσει του συγκεκριμένου robot setup

Η χρήση των morphospaces, αποτελεί ουσιαστικά το εργαλείο που επιτρέπει την μετεγγραφή από την χαρτογράφηση, τον σχεδιασμό και την κατασκευή των διαφορετικών παραμέτρων, σε ένα τελικό αρχιτεκτονικό σύνολο, το οποίο δεν θα μπορούσε να έχει γίνει πραγματικότητα χωρίς την χρήση αυτών. Αποτελεί το μέσο για την χαρτογράφηση, τον έλεγχο της "morphological variance", σε σχέση με ένα συγκεκριμένο "fabrication setup"[1].

Το επόμενο στάδιο το οποίο ουσιαστικά αφορά την μέθοδο δημιουργίας του machinic morphospace, σχετίζεται με τον σχεδιασμό της πλατφόρμας παραγωγής. Για την κατασκευή βασικά κριτήρια που τέθηκαν ήταν οι γωνίες με τις οποίες συνδέονται τα plates μεταξύ τους και τα μέγιστα και ελάχιστα μεγέθη τους. Οπότε στην παρούσα φάση παρατηρούμε την προσαρμογή ενός generic εργαλείου παραγωγής σε job specific, μέσω σχεδιασμού της παραγωγικής διαδικασίας. Για το συγκεκριμένο project χρησιμοποιήθηκε ρομποτικός βραχίονας τύπου KUKA KR125/2 (6- axis), περιστρεφόμενη βάση KUKA KPF1-V50V1 (1- axis) και δύο effector tools για

Εικ.4 7-axis generic fabrication setup



Εικ.3 Οι τρεις σχετικοι παράμετροι της μορφολογίας είναι: polygon radius, connection angle a, polygon angle b

χρήση στον βραχίονα. Ουσιαστικά δημιουργήθηκε μία πλατφόρμα η οποία συνολικά διαθέτει επτά άξονες.

Η παραπάνω πλατφόρμα έδωσε την δυνατότητα να δομηθεί στο προγραμματιστικό περιβάλλον ο machinic morphospace, ο οποίος επιτρέπει την ενσωμάτωση των διαδικασιών και μεθόδων σχεδιασμού και της παραγωγικής διαδικασίας μέσω robotic fabrication, σε μία διαδραστική, πλατφόρμα σχεδιασμού. Η πλατφόρμα αυτή, καθώς είναι performative, πληρεί μία ακόμη κρίσιμη παράμετρο του βιολογικού παραδείγματος, δηλαδή την χρήση του ελάχιστου υλικού με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί με την μέγιστη απόδοση.

Η παραπάνω διαδικασία, αποτελεί έναν νέο εργαλείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και εξερεύνησης, ανοίγοντας τον δρόμο για νέες τεχνικές βασισμένες στην σύμπραξη του morphogenetic design και του robotic fabrication.

1. Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

Εικ.4.5.6.7 απόψεις του ICD/ITKE research pavilion 2011

Παραπάνω εξετάσαμε τα νέα σχεδιαστικά εργαλεία που αναδύονται μέσα από την αλλαγή παραδείγματος που συντελέστηκε σταδιακά τόσο στην αρχιτεκτονική πρακτική όσο και στον ευρύτερο κοινωνικό χώρο εν γένει. Συγκεκριμένα είδαμε, πώς πρακτικές από άλλες επιστήμες, όπως η βιολογία και η πληροφορική δρουν καταλυτικά ώστε να δημιουργηθεί ένας νέος τρόπος σκέψης που να αμφισβητήσει το προηγούμενο παράδειγμα ανοιχτά και να προτείνει μία διαφορετική οπτική τόσο στον τρόπο που συνθέτουμε όσο και στον τρόπο που κατασκευάζουμε και παράγουμε σχεδιασμένα αντικείμενα και αρχιτεκτονικό λόγο.

Τα εργαλεία που προκύπτουν μέσα από: α) την σύμπραξη του γενετικού αλγόρίθμου και την φιλοσοφία του Deleuze πάνω στο ρίζωμα β) σε διαδικασίες mapping, γ) σε θεωρίες προερχόμενες από την βιολογία (chreod) και δ) στην μετεγγραφή εργαλείων από το πεδίο της εξελικτικής βιολογίας στην αρχιτεκτονική μέσω των morphospaces, δημιουργούν μία πλατφόρμα που ενσωματώνει ταυτόχρονα τον top-down και bottom-up σχεδιασμό, βασιζόμενη σε ένα μοντέλο αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε agencies.

Η δύναμη του νέου παραδείγματος δεν έγκειται στην αναζήτηση της τέλειας λύσης, αλλά στην δυνατότητα βελτιστοποίησης (optimization) μίας οποιαδήποτε λύσης. Η έννοια της τέλειας λύσης αποδομείται πλήρως καθώς ο χώρος των βέλτιστων λύσεων αναδύεται μέσα από την διάδραση των διαφορετικών παραγόντων και ορίων που ορίζουν τον design space. Ο αρχιτέκτονας, μέσω του design agency, αναλαμβάνει τον ρόλο του πλοηγού στην διαδικασία αναζήτησης και χειρισμού των διαδράσεων.

Η δύναμη του εργαλείου του design space έγκειται στην δυνατότητα επιλογής μιας συγκεκριμένης ομάδας λύσεων και στο optimization αυτής. Δηλαδή πρέπει να υπάρχει πάντα ένα συγκεκριμένο μέσο πλοήγησης στον ν-διάστατο χώρο των λύσεων. Η εφαρμογή του design space, έχει νόημα, μόνο όταν δεν γνωρίζουμε που βρίσκεται η λύση ή όταν είναι πολύ δύσκολο να έχουμε εποπτεία της μορφής (genotype), όπως φάνηκε στο σχεδιασμό κεραίας από την NASA και το Project του Mark Burry, Our World and the third policeman.

Μέσα από την παρουσίαση του ICD/ITKE pavilion, φάνηκε καθαρά ότι όταν δεν υπάρχει εποπτεία την μορφής, απαιτείται να υπάρχει εποπτεία του προβλήματος. Η επιλογή του κελύφους επιλέχτηκε όχι για τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά αλλά για τα performative, η τελική μορφή είναι αδύνατον να προβλεφθεί καθώς δεν αποτελεί ένα σχεδιαστικό πρόβλημα με παραδοσιακά αρχιτεκτονικά ή αισθητικά προβλήματα, αλλά ένα πρόβλημα optimization.

Στην αντίθετη περίπτωση που γνωρίζουμε περίπου τον μορφολογικό χώρο ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος και μπορούμε να τον ορίσουμε μορφολογικά και χωρίς την χρήση αλγοριθμικών μέσων είναι σαν να τίθεται σαν δεδομένο στο σύστημα λύσεων το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα απλώς λίγο διαφορετικό.

Σε αυτή την περίπτωση η αναζήτηση θα γίνει σε περίπου γνωστές phenotypical variations με τόσο κοντινά αποτελέσματα που ουσιαστικά δεν έχει σχεδόν καμία απολύτως σημασία αν θα επιλέξουμε τον ένα φαινότυπο ή τον αμέσως επόμενο ή προηγούμενο. Άρα θεμιτό είναι να γίνεται σταδιακή εξάλειψη των κακών ή μη αποδεκτών λύσεων και μετά να ακολουθεί το optimization αυτών που μας ενδιαφέρουν αποφεύγοντας το bottleneck effect[1], δηλαδή να χανουμε υπολογιστική δύναμη και πόρους προσπαθώντας να υπολογίσουμε εναν μεγάλο χώρο λύσεων για ένα πρόβλημα το οποίο μπορεί να επιλυθεί και με λογική επαγωγή.

Δεδομένου ότι μιλάμε για μία σύμπραξη της φύσης, της επιστήμης της βιολογίας και των μαθηματικών νόμων που τις διέπουν με την αρχιτεκτονική πρακτική, η προσπάθεια υπολογισμού όλου του χώρου λύσεων έρχεται σε άμεση αντίθεση με την ίδια την λειτουργία της φύσης.

Η φύση και η εξέλιξη δεν δουλεύει πάντα με την λογική της αναζήτησης της βέλτιστη λύσης, αλλά εξελίσσει πάντα αυτό το οποίο επιβιώνει ή έχει εκείνη την στιγμή μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα για το πώς δουλεύει η εξέλιξη έρχεται από την ιστορία εξέλιξης του ανθρώπινου ματιού.

Συγκεκριμένα το μάτι σαν μηχανισμός ξεκίνησε από φωτοευαίσθητα κύτταρα στις επιφάνειες των μικροοργανισμών που ζούσαν στο νερό. Μόλις έγινε η μετάβαση από το νερό στην στεριά ο μηχανισμός τους ματιού, ενώ είχε αρχικά σχεδιαστεί να δουλεύει κάτω από το νερό, έπρεπε να προσαρμοστεί ώστε να λειτουργεί τόσο στην στεριά όσο και στον αέρα, παρόλο που η βασική του σχεδιαστική αρχή δεν αφορούσε λειτουργία εκτός του νερού. Η εξέλιξη δηλαδή δεν μπορεί να πάει πίσω και να διορθώσει, αλλά λειτουργεί μόνο προς τα εμπρός με την λογική «what you get, you optimize», δεν υπάρχει για την φύση η διαδικασία του «reverse engineering».

Άρα βάσει τον παραπάνω μπορούμε να δούμε ένα μοτίβο το οποίο αποτελεί και μοντέλο εργασίας στην εφαρμογή του design space. Κατά την αναζήτηση πρέπει να επιδιώκεται διαφορετικότητα στο πλήθος των λύσεων στην βάση του σχεδιασμού (genotypic variations) και όσο το σύστημα αυξάνει σε πολυπλοκότητα και ο χώρος των λύσεων βελτιστοποιείται πρέπει να επιδιώκεται όλο και πιο ομοιογενής πληθυσμός όσων αφορά τα ερωτήματα (phenotypical variations), καθώς δεν έχει εν τέλει σημασία πια λύση θα επιλέξουμε στο τέλος καθώς όλες έχουν σχεδιαστεί και υπολογιστεί για να λειτουργούν, έστω και με ελάχιστες διάφορες.

Η παραπάνω υπόθεση περιγράφει την διαφορά του machinic morphospace, με τον Performative machinic morphospace.

Ο ρόλος του αρχιτέκτονα στο νέο αυτό παράδειγμα σχεδιασμού είναι να χαρτογραφεί την πορεία προς την λύση και να οργανώνει τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα εμπλεκόμενα agencies

Άρα οι αρχιτέκτονες πρέπει να κατανοήσουν τον ρόλο των εργαλείων τους σε κάθε φάση της συνθετικής διαδικασίας. Σε μία performance analysis το input και το output είναι γνωστά μεγέθη, απλά αναζητούμε την βέλτιστη μορφή σε ένα πρόβλημα όπου ο χώρος των λύσεων και ο χώρος των δεδομένων είναι γνωστός. Στην περίπτωση μιας generative process, το input πρέπει να είναι εντελώς διαφορετικό από το output ώστε να έχουμε πραγματικά emergence. Πρόκειται για δύο ξεχωριστές διαδικασίες και δύο διαφορετικούς design spaces, με διαφορετικούς πληθυσμούς.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφής η σχέση του αρχιτέκτονα με το state space που αναφέραμε παραπάνω. Όσο πολυπλοκότερη η διατύπωση ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος τόσο περισσότερο ο αρχιτέκτονας καλείται να αποδεσμευτεί από την υλική απόδοση και να φαντάζεται περισσότερο το πρόβλημα με την μορφή παραμέτρων και agencies.

Τέλος, με τον αρχιτέκτονα στην θέση του πλοηγού στην διαδικασία αναζήτησης, κλείνει με πολύ καθαρό τρόπο η συζήτηση που έχει ανοίξει περί θανάτου του αρχιτέκτονα . Μέσα από αυτό γίνεται σαφές ότι όταν δεν υπάρχει εποπτεία του αποτελέσματος πρέπει να υπάρχει εποπτεία της ερώτησης.

1. Bottleneck literally refers to the top narrow part of a bottle. In engineering, it refers to a phenomenon where the performance or capacity of an entire system is limited by a single or small number of components or resources

Η ανάδειξη του εργαλείου των morphospaces και τα νέα δεδομένα που φέρνει στον σχεδιασμό, ανοίγουν την συζήτηση για το μέλλον της κατασκευής και του σχεδιασμού γενικότερα. Βρισκόμαστε στην αρχή μίας εποχής όπου ανοίγει ο διάλογος για κτιριακά σύνολα εξολοκλήρου κατασκευασμένα από ρομποτικά μέσα.

Οι Hob Lipson και Melba Kurman, εντοπίζουν το μέλλον του σχεδιασμού και του fabrication μέσα από την ανάπτυξη τριών τεχνολογιών- μοντέλων σκέψης και την εισαγωγή τους στον σχεδιασμό και στα μέσα παραγωγής.

Αρχικά αναφέρονται στην λογική κατασκευής μηχανημάτων παραγωγής και συγκεκριμένα 3d printers, οι οποίοι ενσωματώνουν στον προγραμματισμό τους την λογική "close-loop". Ο όρος αναφέρεται στην ιδιότητα του εκτυπωτή να προσαρμόζει την εκτύπωση βάσει δεδομένων από το περιβάλλον τροποποιώντας real-time την πορεία της ίδιας της εκτύπωσης. Ουσιαστικά μέσω τεχνολογίας 3d scanning, ο εκτυπωτής εκτελεί μια σειρά evaluations του αποτελέσματος, δημιουργώντας ένα πεδίο από «shifting machinic morphospaces", οι οποίοι προσαρμόζονται real-time βάσει των δεδομένων που προέρχονται από την εκτύπωση.

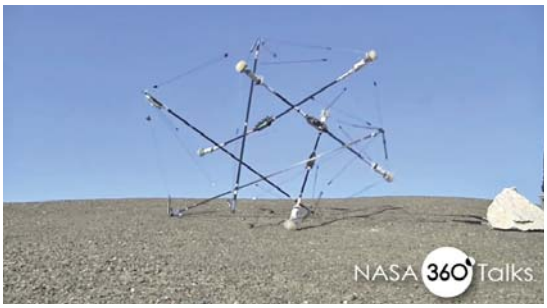
Η τεχνική αυτή έχει ομοιότητες με την μέθοδο «informed fabrication», η οποία αναλύθηκε παραπάνω, αλλά ουσιαστικά αναφέρεται στην ικανότητα της μηχανής να εκτελεί διαδικασίες βελτιστοποίησης χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

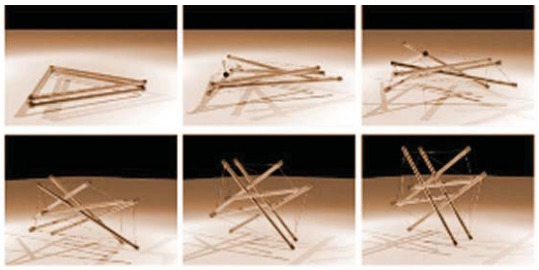
Αντίστοιχα παραδείγματα από τον χώρο της ρομποτικής με ρομπότ που έχουν προγραμματιστεί να «σκέφτονται» και να προσαρμόζονται στο περιβάλλον όπου βρίσκονται αφορούν επίσης:

- Η σειρά ρομπότ της εταιρίας Boston Dynamics, τα οποία μπορούν να μεταβούν σε οποιοδήποτε έδαφος, να αντιμετωπίσουν οποιοδήποτε εμπόδιο και να αντισταθούν σε αιφνίδιο σπρώξιμο ή πτώση, καθώς προσαρμόζονται πλήρως σε όλα τα εδάφη και τις περιβαλλοντικές καταστάσεις. (εικ.1,2)

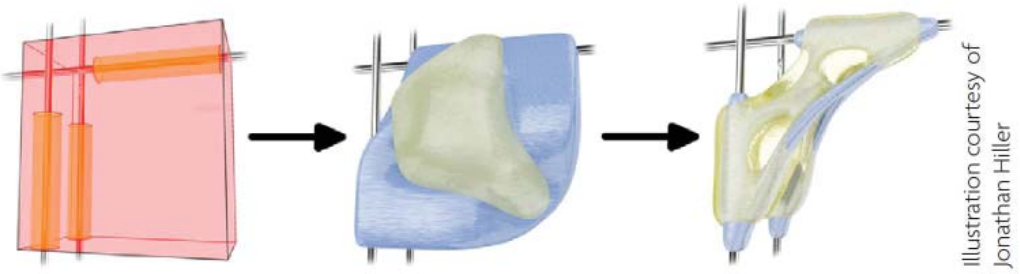
- Μια σειρά πειραματικών σχεδίων για ρομπότ εξερεύνησης πλανητών από την NASA, βασισμένα στην λογική του tensegrity (Tensegrity exploration robots). Το ρομπότ εκμεταλλευόμενο την ιδιότητα αυτών των κατασκευών είναι ότι είναι πολύ ανθεκτικές στις εντάσεις, μπορούν να προσαρμοστούν σε όλα τα εδάφη και αλλάζοντας

Εικ.1,2 Boston dynamic bots





Εικ.3,4 NASA Tensegrity exploration bot



Someday design will be done by matter compilers that generate the best structure for a given objective and then 3D print it. Starting with volume constraint (left), the compiler produced an optimal bracket to hold three bars.

Εικ. 5 Workflow εφαρμογής matter compiler

την εσωτερική κατανομή των δυνάμεων που ορίζουν το σύστημα μπορούν να «περπατήσουν» [2]. (εικ.3,4)

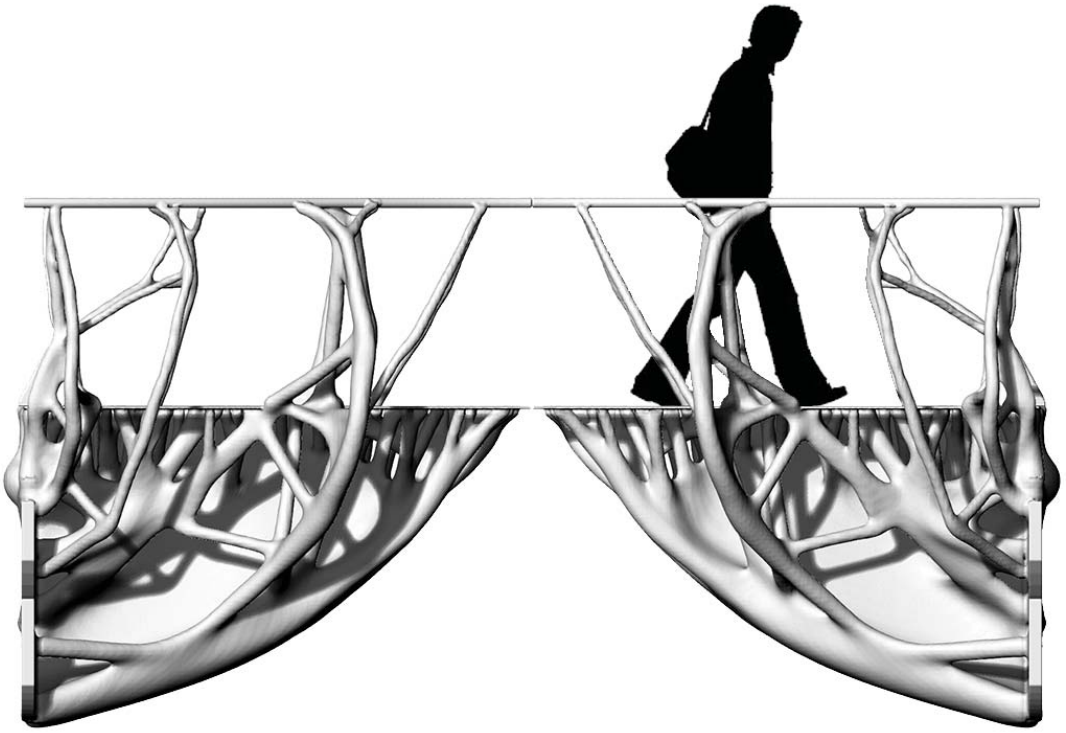
Η παραπάνω λογική στην ρομποτική, απαιτεί μία νέα αντιμετώπιση στην έννοια human-machine interaction. Ουσιαστικά ο αρχιτέκτονας, δεν επικοινωνεί με το ρομπότ κατασκευής με μία σειρά από τελειωμένα σχέδια αλλά από μια σειρά από διαγράμματα και σχεδιαστικές προθέσεις. Η διαδικασία αυτή επαυξάνει την θέση ότι ο σχεδιασμός αποτελείται από agencies.

Αρά απαιτείται ένα ευέλικτο μέσο επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπου και μηχανής. Οι Hob Lipson και Melba Kurman, προτείνουν ως το επόμενο βήμα μετά τον παραμετρικό σχεδιασμό τα reactive blueprints, τα οποία αφορούν "blueprints that modify themselves to fit the conditions where they will be used"[3] . Οπότε στο μέλλον θα είναι δυνατόν μέσα από «συζητήσεις» ανάμεσα στον αρχιτέκτονα και τον υπολογιστή να καταλήγουμε στο τελικό αποτέλεσμα.

Η παραπάνω θέση, ενισχύει τον ρόλο του αρχιτέκτονα ως διαμεσολαβητή ανάμεσα στα διαφορά agencies που εμπλέκονται στον σχεδιασμό. Αν το θέσουμε υπό την οπτική των design spaces, στο μέλλον πιθανώς οι αρχιτέκτονες να σχεδιάζουν μόνο με την χρήση του state space και με μια σειρά σκαριφημάτων και σκίτσων καθώς η αναζήτηση και δημιουργία των χώρων λύσεων θα γίνεται από υπολογιστές βασιζόμενους σε διαδικασίες μορφογενετικού σχεδιασμού. Οπότε στο μέλλον ενδεχομένως ο σχεδιασμός και η αρχιτεκτονική παραγωγή να γίνεται πραγματικά από "mechanical turks" με τον αρχιτέκτονα να βρίσκεται στον ρόλο του κρυμμένου χειριστή πίσω από το μηχάνημα.

Αντίστοιχα οι συγγραφείς για να περιγράψουν το αίτημα ενσωμάτωσης την σχεδιαστικής διαδικασίας και των μέσων παραγωγής σε μία πλατφόρμα, θέτουν τον όρο «matter compiler» (εικ.5). Ο όρος αναφέρεται στην παραγωγή μορφής μέσα από "human- machine interactions" όπου ο άνθρωπος θέτει

Εικ. 6,7 Επανασχεδιασμός παραδοσιακού συνδέσμου χρεισιμοποιώντας additive manufacturing



Εικ.9 Pedestrian bridge concept design generated in Autodesk Research software

τον χώρο προβλημάτων και η μηχανή μέσω ενός διαρκούς διαλόγου παράγει την μορφή και εν τέλει την κατασκευάζει.

Ο όρος "matter Compiler", χρησιμοποιείται και από τον Συγγραφέα Επιστημονικής φαντασίας Neal Stephenson, στο μυθιστόρημα "The Diamond Age", 1995 όπου περιγράφει έναν κόσμο όπου δημόσιοι Matter compilers, θα εκτυπώνουν ακόμη και διαμάντια.

Η παραγωγή της μορφής γίνεται με τον υπολογιστή να «μελετά» τις συνθετικές κινήσεις και πράξεις του αρχιτέκτονα. Ταυτόχρονα κάνοντας γρήγορες τροποποιήσεις, προσφέρει τις μορφοποιημένες λύσεις. Δανειζόμενοι ορολογία από την επιστήμη των υπολογιστών, ο υπολογιστής ουσιαστικά εφαρμόζει διαδικασίες design space optimization και design hysteresis, σε πραγματικό χρόνο ώστε να σχεδιάσει και κατασκευάσει την μορφή.

Ένα κρίσιμο ζήτημα που αναδεικνύεται μέσα από την χρήση αυτής της τεχνολογίας σχετίζεται με την ανάγκη να αναδιατυπωθεί εκ νέου ο σχεδιασμός των αντικειμένων βάσει της νέας αυτής τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, ο Jordan Brandt[3], εξηγεί ότι ο τρόπος που σχεδιάζουμε αντικείμενα πρέπει να αναδιατυπωθεί εκ νέου ούτως ώστε να εκμεταλλευτεί τις μοναδικές δυνατότητες της τεχνολογίας και της λογικής σχετικά με το "matter compiler", ώστε να γίνουν ελαφρότερα, δυνατότερα και να αποκτήσουν πέρα από μια χρήσεις και δυνατότητες. Για την κατασκευαστική βιομηχανία, η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται "Design for Additive Manufacturing".

Συνέχιζει επισημαίνοντας ότι η νέα αυτή τεχνολογική κατεύθυνση δίνει σχεδόν "θεικές" δυνάμεις στους σχεδιαστές, επισημαίνοντας ταυτόχρονα την μεγάλη ευθύνη που έχουν. Το κύριο ζήτημα που αναδεικνύει αφορά την συνειδητοποίηση ότι τόσο οι πολύπλοκες μορφές και τα υλικά αποτελούν προϊόν αλγορίθμων, οι οποίοι ελέγχουν την διαδικασία σχεδιασμού και όχι το αντικείμενο αυτό καθ΄ αυτό.

Οι αλγόριθμοι αυτοί βασίζονται στην λογική της φυσικής επιλογής και βιολογικών διαδικασιών κανοντας αξιολόγηση του χώρου λύσεων ώστε να ελέγξουν ποιες λύσεις συμπεριφέρονται καλύτερα. Το μορφολογικό αποτέλεσμα, πρόκειται για κάτι το οποίο το ανθρώπινο μάτι δεν είναι συνηθισμένο καθώς ξεπερνά τις ικανότητες του ανθρώπινου εγκεφάλου να φανταστεί την τελική μορφή καθώς δεν αποτελεί ένα πρόβλημα ορισμένο με παραδοσιακά αισθητικά η μηχανικά κριτίρια. Για τον συγγραφέα, οι σχεδιαστές και αρχιτέκτονες, πρέπει να εστιάσουν περισσότερο στο performance των αντικειμένων που σχεδιάζουν και λιγότερο στην μορφή τους.

Στην παραπάνω διαλεκτική βασίζεται η προσπάθεια των Arub για τον σχεδιασμό ενός μεταλλικου συνδέσμου χρησιμοποιώντας addi-

tive manufacturing, για την χρήση του σε ελαφριές κατασκευές, εικ (6,7)

Ενα ακόμη κρίσιμο ζήτημα που αναδύεται αφορά, την δυνατότητα να "χακάρουμε" την ίδια την ύλη. Αν στην περίπτωση του matter compiler, ουσιαστικά προγραμματίζουμε την ίδια την ύλη και δεκτούμε ότι ο κόσμος μας αποτελείται από διασυνδεδεμένες συσκευές, "the Internet of Things", με την ίδια λογική που χακάρεται ένας υπολογιστής, μπορεί στο μελλον να χακαριστεί και ένα "programmable material". Οπότε η ευθύνη που έχουμε ως παραγωγοί εγκειται τοσο σε αυτά που σχεδιάζουμε όσο και στα ζητήματα aythorship και συνολικής ασφάλειας των κατασκευών που προορίζονται για το κοινωνικό υπόβαθρο.

Το μοντέλο αυτό, το οποίο εμπεριέχει τον σχεδιασμό, την αρχιτεκτονική, την σχεδιαστική πρόθεση του αρχιτέκτονα και τα μέσα παραγωγής με την δυνατότητα real time ενημέρωσης και επικοινωνίας θα μπορούσε να αποτελεί τον επίσημο ορισμό αυτού που ο Achim Menges υποθέτει χρησιμοποιώντας τον όρο "form generating agent".

1. http://ti.arc.nasa.gov/tech/asr/intelligent-robotics/tensegrity/superballbot/

2. Hob Lipson, Melba Kurman, Fabricated: The new world of 3d printing, Wiley, 2013, κεφ. 13

3. 3D Printing And The Complexity Of Compiling Matter, Forbes/Tech, Σεπτ 2015, Jordan Brandt, director of Autodesk's Spark Investment Fund and an associate consulting professor at Stanford University.

4. http://www.arup.com/News/2014_06_June/05_June_Construction_steelwork_makes_3D_printing_premiere

iii. Συμπεράσματα και ζητήματα πέραν του corpus της έρευνας

Η σημασία του όρου «episteme», που θέτει ο Foucault στην διαλεκτική του για την επιστημική αλλαγή, επικεντρώνεται στην κουλτούρα μιας κοινωνίας για το πώς χρησιμοποιεί την τεχνολογία και τα μέσα που διαθέτει. Μέσα από τα ζητήματα που αναλύθηκαν σταδιακά παραπάνω μπορούμε να εξάγουμε ορισμένα κρίσιμα συμπεράσματα πάνω σε καίρια θέματα που αντιμετωπίζει η αρχιτεκτονική πρακτική και το επάγγελμα του αρχιτέκτονα εν γένει.

-Ο ρόλος του αρχιτέκτονα στο νέο παράδειγμα

Αρχικά, η συζήτηση που έχει ανοίξει, η οποία θέλει η τεχνολογική εξέλιξη και οι ανοιχτές δομές σχεδιασμού να προμηνύουν τον θάνατο του αρχιτέκτονα, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι αποδεικνύεται ελλιπής. Σιγουρά η επιστημική αλλαγή που συντελείται προκαλεί τον αρχιτέκτονα να αλλάξει ριζικά χαρακτήρα στον τρόπο που δρα, εξασκεί το επάγγελμά και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζει, αλλά σε καμία περίπτωση δεν τον ακυρώνει.

Η ικανότητα σχηματοποίησης ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος σε έναν χώρο προβλημάτων (state space), ακόμη και με πλήρη απουσία μορφολογικής υπόστασης, ήταν, είναι και παραμένει ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής σπουδής. Αυτό που καταδεικνύει, όμως η αλλαγή που συντελείται είναι, ότι ο αρχιτέκτονας, δεν είναι ο "μικρός θεός" της εποχής του μοντερνισμού, αλλά αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης σχεδιαστικής πλατφόρμας, στην οποία αποτελεί κομμάτι και χειριστής της ταυτόχρονα.

-Το νέο παράδειγμα ως μοντέλο άρνησης στον μέχρι τώρα προσδιορισμό της αρχιτεκτονικής μέσα απο τα κινήματα και τα μανιφέστα.

Επόμενο θέμα που αναδεικνύεται είναι, ότι μέσα από την επιστημική αλλαγή ακυρώνονται τα αυστηρά κριτήρια που ορίζουν ένα αρχιτεκτονικό κίνημα. Η αποδοχή της πολυμορφίας, της ετερότητας και της διαφοροποίησης μέσα από ένα ορθολογικό πλαίσιο και συγκεκριμένα μέσα από τον μαθηματικό λογισμό και την γεωμετρία, απομακρύνεται από τα σχεδόν θεοκρατικά μοντέλα αρχιτεκτονικής του παρελθόντος, που αναπόφευκτα καταλήγουν σε μινιμαλιστικά αδιέξοδα. Οπότε θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι η αρχιτεκτονική πρακτική και πρωτοπορία σήμερα, συντελείται άνευ παραδοσιακού κινηματικού πλαισίου και προσδιορισμού και διαφαίνεται να απομακρύνεται από τα top-down ιεραρχικά μοντέλα όπως έρχονται από τον διαφωτισμό και μετά.

Ο θεωρητικός προσδιορισμός και ανάλυση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μέχρι και πρόσφατα γινόταν μέσα από θεωρητικές και φιλοσοφικές προσεγγίσεις προερχόμενες από γλωσσικά μοντέλα απόδοσης νοήματος. Όπως είδαμε, η αρχιτεκτονική πρακτική και ανάλυση, απομακρύνθηκε από αυτά τα μοντέλα και πλησίασε χωρικά μοντέλα ανάλυσης και απόδοσης νοήματος, βασισμένα παράλληλα σε θεωρητικές δομές προερχόμενες από τις επιστήμες (μαθηματικά, φυσική βιολογία κλπ). Οπότε η θεωρητικός προσδιορισμός και υπόσταση της αρχιτεκτονικής προέρχεται μέσα από συμπεράσματα που αλλάζουν τον τρόπο σκέψης προερχόμενες από επιστημονικές ανακαλύψεις. Μέσα από αυτό το πλαίσιο αναδύεται η "material philosophy" και μία κουλτούρα αρχιτεκτονικής πρακτικής και ανάλυσης του φυσικού κόσμου βασισμένη στην υλικότητα (material Cultures)

Οπότε η αλλαγή παραδείγματος ολοκληρώνεται με την πλήρη περιγραφή ενός κύκλου, καθώς συναντά ξανά το βήμα όπου πυροδότησε την ανάγκη μιας διαφορετικής απόδοσης νοήματος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Στο νέο παράδειγμα η απόδοση νοήματος, αποτελεί emergent χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής πρακτικής, μέσα από την σύμπραξη φιλοσοφίας, επιστήμης, κοινωνικού υπόβαθρου και πειραμάτων. Το μοντέλο όπου το νόημα επικάθεται βιαίως πάνω σε «αδρανή» αρχιτεκτονική ύλη μπορούμε να πούμε ότι έχει ξεπεραστεί. Η αρχιτεκτονική επαναπροσδιορίζεται ως μια τέχνη που συνδέεται με το "the making of things", μέσα από ένα θεωρητικό υπόβαθρο και context που προέρχεται από την υλικότητα και τις εφαρμοσμένες επιστήμες, χωρίς να περιορίζεται από αφηρημένους και γλωσσικά αυστηρούς κινηματικούς προσδιορισμούς, ενσωματώνοντας ενεργά τις κυρίαρχες και δοκιμασμένες δομές λειτουργίας που ορίζονται από την ίδια την φύση.

-Μια νέα θεωρητική διατύπωση της έννοιας του ωραίου

Το νέο παράδειγμα, καθώς απελευθερώνεται από τα δεσμά του top-down ιεραρχικού μοντέλου, αποδεσμεύεται και από τα προηγούμενα φιλοσοφικά μοντέλα ορισμού της αισθητικής. Τα μέσα σχεδιασμού και παραγωγής, διαμορφώνονται σε ένα νέο corpus όπου δεν μπορούν να διαχωριστούν μεταξύ τους, και αναγνωρίζουν την συμβολή διαφορετικών παραγόντων ή agencies κατά την διαδικασία σχεδιασμού και μορφοποίησης.

Η πλατφόρμα αυτή αναδιατυπώνει την γραμματική και το συντακτικό της αρχιτεκτονικής γλώσσας, καθώς η αποδοχή της πολυμορφίας, της διαφορετικότητας και της κρίσιμης συνθήκης βάσει της οποίας αναπτύσσεται η μορφή και η δομή στην φύση (minimum υλικό/maximum performance), προσδιορίζει εκ νέου την έννοια του ωραίου, όχι μόνο βάσει γλωσσικών μοντέλων, αλλά εισάγοντας ενεργά μια απόδοση του ωραίου μέσα από τα μαθηματικά και την βιολογία. Οπότε μπορούμε να αναγνωρίσουμε την αισθητική όχι μόνο στην τελική μορφή αλλά ακόμη και στην ίδια την διαδικασία ή ακόμα και στον αλγόριθμο.

-Η ανάδυση του κατασκευαστικού τοπικισμού (fabricated regionalism), ως το επόμενο θεωρητικό μοντέλο ανάγνωσης και ανάλυσης της σχέσης μεταξύ ανθρώπου- αρχιτεκτονήματος και τόπου

Το νέο παράδειγμα αρχιτεκτονικής σκέψης είδαμε ότι προσπαθεί να εντάξει ενεργά μέσα στην διαδικασία σχεδιασμού, ήδη από το στάδιο σύλληψης της μορφής, τα μέσα παραγωγής της. Ταυτόχρονα δομείται ένα corpus από συμπράττοντες agents, με διαφορετικά πεδία ενδιαφέροντος:

- Η ανάδυση των "material cultures", ως της νέας κουλτούρας αρχιτεκτονικής παραγωγής βασισμένη στην υλικότητα και τον κώδικα
- Η εφαρμογή «generic» μηχανημάτων παραγωγής
- Η εφαρμογή της close-loop λογικής στα μέσα παραγωγής
- Η αποδόμηση της έννοιας τόπος και η προσθήκη των χαρακτηριστικών, σχεδιαστικός και κατασκευαστικός τόπος, όπου η έννοια επαυξάνεται και επιδέχεται μια σειρά από αποτοπικοποιήσεις και επανατοπικοποιήσεις.
- Η εφαρμογή δομών και μηχανισμών προερχόμενές από το την βιολογία και την μελέτη των φυσικών συστημάτων
- Η αποδοχή της θέσης ότι η τελική μορφή εξαρτάται από εσωτερικούς κανόνες οργάνωσης (genotype) και εξωτερικούς παράγοντες (agents) που ορίζουν την τελική μορφοποίηση (phenotypical variations)
- Η εφαρμογή των Morphospaces ως βασικό μέσο σχεδιασμού, ελέγχου και βελτιστοποίησης της σχεδιαστικής και κατασκευαστικής διαδικασίας

Το παραπάνω μείγμα συστατικών δημιουργεί μία αρχιτεκτονική κατασκευαστική πρακτική η οποία έχει την δυνατότητα να προσαρμόζεται στον τόπο σχεδιασμού και κατασκευής λαμβάνοντας υπόψιν πραγματικά χωρικά και σχεδιαστικά δεδομένα προερχόμενα από το ίδιο το περιβάλλον. Έπειτα λαμβάνει χώρα η προσαρμογή ή αλλιώς επανατοπικοποίηση της σχεδιαστικής και κατασκευαστικής πράξης στον νέο σχεδιαστικό και κατασκευαστικό τόπο, όπως ένας γενότυπος έρχεται και προσαρμόζεται στα δεδομένα του περιβάλλοντός του.

Η θεωρία του ψηφιακού τοπικισμού όπως έχει δομηθεί από τον Δημήτρη Παπαλεξόπουλο βασίζεται στην θέση ότι ο «τοπικισμός, αντιλαμβάνεται το τοπικό ως μία συνεχή διευθέτηση, αποτέλεσμα του συσχετισμού δυνάμεων επί του πεδίου. Η μεταβολή δεν προκύπτει από την επιβολή ενός εξωτερικού μοντέλου αλλά από την αναδιάταξη, της πάντα πρόσκαιρής ισορροπίας αυτών των δυνάμεων, την εμφάνιση νέων, την απόσυρση παλαιότερων. Αυτό που μοιάζει σταθερό, κρύβει μέσα του τις δυνατότητες αλλαγής του. Είναι στιγμιαία επίλυση εντάσεων, αντιθέσεων, αντιφάσεων»[1].

Συνεχίζει συμπληρώνοντας ότι «το πρόθεμα ψηφιακός εισάγει την ψηφιακή πραγματικότητα σε αυτή την αντίληψη του τοπικού ως πεδίου δυνάμεων, προτάσσοντας το δικτυακό παράδειγμα, που θεωρείται το νέο ηγεμονεύων σχήμα μέσα από το οποίο σκεφτόμαστε την σχέση μας με τις πραγματικές συνθήκες ύπαρξης μας. Η τοπικότητα είναι τοπικότητα σε δίκτυο. Έτσι οι δυνάμεις επί του πεδίου έχουν όχι μόνο τοπική αλλά και δικτυακή συνιστώσα»[2].

Σε μία πιο πλήρη εικόνα, σαφώς σημαίνει ότι πρέπει να εξεταστούν τα νέα αυτά δεδομένα, όχι μόνο μέσα από το παράδειγμα του ψηφιακού τοπικισμού αλλά και μέσα από τις θέσεις του Framton[3] και του Τζώνη[4] σχετικά με τον τοπικισμό και τον κριτικό τοπικισμό.

Μέσα από μια πρώτη ανάγνωση, μπορούμε να δούμε ότι τα νέα δεδομένα που αφορούν το νέο παράδειγμα επαυξάνουν τον χαρακτηρισμό «ψηφιακός». Συγκεκριμένα, τον ενισχύουν μέσα από:

- Την μετάβαση από την έννοια του δικτύου στην λογική της πλατφόρμας και των agencies
- Την εισαγωγή των διαδικασιών και των δομών της βιολογίας και των διαδικασιών που ορίζουν την ίδια την εξέλιξη της μορφής στην φύση
- Την δυνατότητα προσαρμογής των μέσων παραγωγής στον τόπο λαμβάνοντας υπόψιν χαρακτηριστικά του τόπου.

Σε αυτό το σημείο ενδεχομένως κρύβεται η ουσία και η κρίσιμη μετάβαση από τα προηγούμενα παραδείγματα τοπικισμού. Ο κατασκευαστικός τοπικισμός, αναφέρεται σε χωρικά μοντέλα απόδοσης νοήματος, αλλά καθώς αναφέρεται ταυτόχρονα στον κατασκευαστικό τόπο αλλά και στον σχεδιαστικό, ουσιαστικά αφήνει περιθώριο μεταγραφής προθέσεων και αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών, προερχόμενα από τον τόπο και την απόδοση του τόπου μέσα

από γλωσσικά μοντέλα απόδοσης νοήματος. Μέσα από αυτή την ανάγνωση, ουσιαστικά τα γλώσσικά μοντέλα απόδοσης νοήματος που αποτελούν το προηγούμενο παράδειγμα, βρισκουν εκ νέου θέση στο νέο μέσα από μια αναδιατύπωση και αναπροσαρμογή τους μέσα από τα μαθηματικά και τα χωρικά μοντέλα.

Για να γίνει αυτή η θέση κατανοητή, προτείνεται σαν μοντέλο εργασίας, μία καταγραφή των τεχνοτροπιών στην κατασκευή κεραμικών κλωστρά στον Ελλαδικό χώρο. Η μορφολογία, η τυπολογία και αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά τους, αναφέρονται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του τόπου, ενσωματώνοντας λαογραφικά, περιβαλοντικα και γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Έχοντας καταγράψει το παραδοσιακό λεξιλόγιο αυτού του συγκεκριμένου αρχιτεκτονικού μέλους, θα ήταν ενδιαφέρον να γίνει μία πλήρη αναδιατύπωση του κλωστρά μέ την χρήση εργαλείων που περιγράψαμε παραπάνω. Δηλαδή να ανακαλύψουμε ξανά την μορφή όπως προέρχεται από την παράδοση, ούτως ώστε να εξάγουμε τα performative χαρακτηριστικά που διαμορφώνονται ανάμεσα στο υλικό και την μορφολογία, να τα εντάξουμε σε ένα Informed προγραμματιστικό μοντέλο και να καταλήξουμε σε μία νέα Digital αναδιατύπωση της μορφής μέσα από την χρήση αλγοριθμικών Patterns ώστε στο τέλος να μπορέσουμε να τα ξανακατασκευάσουμε με την χρήση 3D printers, στην προκειμένη περίπτωση με την χρήση paste extruders, εκμεταλευόμενοι χυτά υλικά.

Η ιδέα αυτή, διατυπώνεται με διαφορετικό τρόπο από τον Jon Mc Taggart (εικ.1,2), ο οποίος θέλησε να εξερευνήσει το νόημα των παραδοσιακών τεχνών στην εποχή του ψηφιακού σχεδιαμού και του additive manufacturing[5].

Οπότε το νέο παράδειγμα αποτελεί εφαλτήριο για την μετάβαση από τον ψηφιακό τοπικισμό στον κατασκευαστικό τοπικισμό, καθώς προτείνει μία νέα οπτική και τρόπο αντιμετώπισης του ζητήματος της κατασκευής της αλγοριθμικά προερχόμενης μορφής. Οπότε η σύμπραξη μηχανήματος και αρχιτέκτονα αποτελεί έναν "form- generating agent" ο οποίος συνδιαλέγεται και συνεργάζεται με τον τόπο (κατασκευαστικό, σχεδιαστικό, νοητικό, γλωσσικό και χωρικό) όπου καλείται να δράσει.

1. Δημήτρης Παπαλεξόπολος, Ψηφιακός Τοπικισμός, εκδόσεις Libro, Αθήνα, 2008 και Σημειώσεις και διαλέξεις από το μάθημα του μεταπτυχιακού προγράμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός Χώρος Πολιτισμός, Τεχνολογίες Αιχμής και Αρχιτεκτονική: Από το Συνολικό Σχεδιασμό στην Καθολική Διαχείριση, Το δικτυακό Παράδειγμα και ο (Κοινός) Χώρος, διδάσκων Δημήτρης Παπαλεξόπουλος

2. όπως παραπάνω

3. Keneth Frampton, A Critical theory, fourth edition, Thames and Hudson, 2007

4. Αλέξανδρος Τζώνης, Liane Lefaivre, «Ο κάνναβος και η πορεία. Μια εισαγωγή στο έργο του Δημήτρη και της Σουζάνας Αντωνακάκη και μερικές προκαταρκτικές σκέψεις γύρω από την ιστορία της σύγχρονης ελληνικής αρχιτεκτονικής», Αρχιτεκτονικά Θέματα, 15 (1981) 164-17.

5. 'Artifacts', Jon McTaggart, Tel Aviv, Israel, http://3dprintingindustry.com/2015/07/08/industrial-robot-3d-prints-artifacts-that-look-handmade/?utm_source=-Facebook&utm_medium=social&utm_campaign=3DPI%2B-Facebook

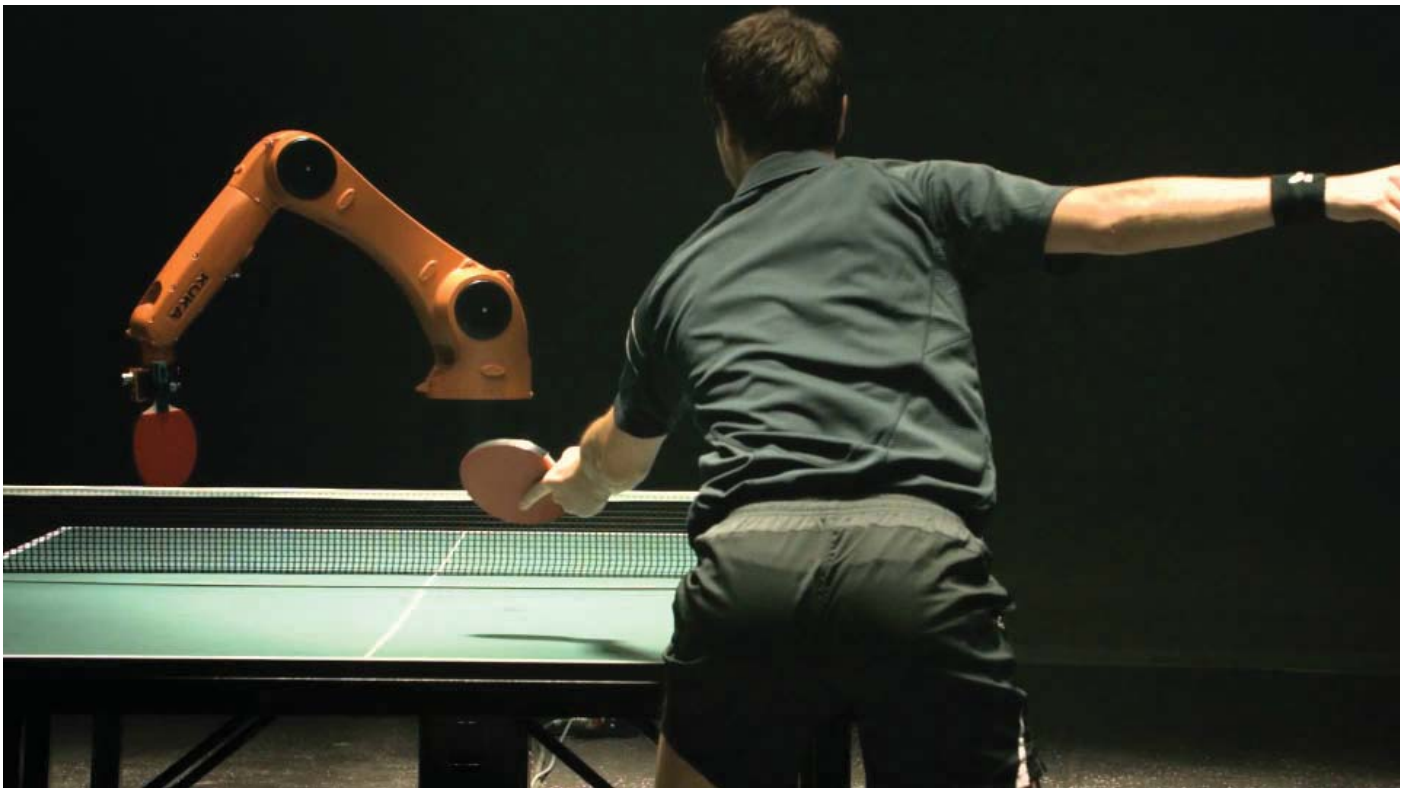
Εικ.1, 2 "Artifacts"Jon Mc Taggart

iv_Επίλογος

Η παραπάνω συλλογιστική πορεία που αποτέλεσε και τον στόχο της ερευνάς, αφορά μία προσπάθεια να χαρτογραφηθεί η αλλαγή παραδείγματος που συντελείται αυτή την στιγμή στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό με έμφαση στις ψηφιακές τεχνολογίες, τα ρομποτικά μέσα παραγωγής και την υλικότητα.

Το νέο παράδειγμα οπότε, ανοίγει την συζήτηση για αρχιτεκτονικές δομές εξολοκλήρου κατασκευασμένες από ρομποτικά μέσα, τα οποία μπορούν να αντιδρούν τόσο στο περιβάλλον (environmental performance) όσο και στην συμπεριφορά του ίδιου του ανθρώπου (human performance). Οπότε από το κτίριο κατασκευασμένο από ρομπότ μεταβαίνουμε στο κτίριο- ρομπότ ως ενεργό agent.

Επομένως αναδύεται μία αρχιτεκτονική πρακτική βασισμένη στην ουσία της εννοίας «performance». Συγκεκριμένα περιλαμβάνει την χαρτογράφηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, την χαρτογράφηση της συμπεριφοράς του υλικού και την χαρτογράφηση της συμπεριφοράς του μέσου παραγωγής και ελέγχου της ύλης. Οι τρεις παραπάνω συνθήκες χαρτογράφησης, αποτελούν τα κριτήρια που απαιτούνται ώστε η αρχιτεκτονική πρακτική να μεταβεί από τον προγραμματισμό των υπολογιστών στον προγραμματισμό της ύλης.



“...and then the tools shape us” Hob Lipson, Melba Kurman

v. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-Βιβλία

- {+αθρ(0)ίσεις / syn_athr(0)isis}, Γιώτα Αδηλενίδου/ Σοφία Βυζοβίτη (επιμ.), εκδ. Τ.Ε.Ε/ Τ.Κ.Μ., Θεσσαλονίκη, 2003
- ACADIA 2014 Design Agency: Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture David Gerber, Alvin Huang, Jose Sanchez, Acadia 2014 Design Agency, 2015
- AD Reader, Performance Oriented Architecture, Michael Hensel, Wiley, London, 2013
- AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist (ed.), Wiley, London, 2011
- AD Reader, Manufacturing The Bespoke, Bob Sheil (ed.), Wiley, London, 2012
- AD Reader, Scripting cultures, Mark Burry, Willey, London,
- AD Reader, The Digital Turn in Architecture 1992-2012, Mario Carpo (ed.), Wiley, London, 2012
- AD Smart01, Inside Smartgeometry: Expanding the Architectural Possibilities of Computational Design, Terri Peters, Brady Peters, Wiley, London, 2013
- AD Space Reader: Heterogeneous Space in Architecture, Michael Hensel, Achim Menges, Christopher Hight (ed.), Wiley, 2009
- Alexander Christopher, New Concepts in Complexity Theory Arising from studies in the field of architecture, 2003
- Coates Paul, Programming Architecture, Routledge, London, 2010
- DeLanda Manuel, Philosophy and Simulation, The Emergence of Synthetic Reason, 2011
- Deleuze Gilles and Guattari Felix, A thousand plateaus, University of Minnesota Press, 1987.
- Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams (ed.), Wiley, London, 2004
- Foucault Michel, The Order of Things: An Archaeology of the Human Sciences, Michel Foucault, 1970
- Gramazio Fabio, Kohler Matthias, Myller Lars, Digital Materiality in Architecture, 2012
- Keneth Frampton, A Critical theory, fourth edition, Thames and Hudson, 2007
- Kolarevic Branko, Designing and Manufacturing Architecture in the digital age, Spon Press & Francis Group, 2003
- Levi Pierre, Η δυνητική πραγματικότητα, Καραχάλιος Δημήτρης (μτφ.), εκδόσεις κριτική, 2001
- Lipson Hod, Kurman Melba, Fabricated: the new world of 3d printing, Wiley, London, 2013
- Pearch Joshua M., Open- Source Lab, how to build your own hardware and reduce research costs, Elsevier, 2013
- RobArch: Robotic Fabrication in architecture Art, and Design, Sigrid Brell- Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013
- The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture, Susana Cross (coord.), εκδ. Actar, Barcelona 2003.
- Thomson D΄ Arcy, Ανάπτυξη και Μορφή στον Φυσικό Κόσμο, 1917, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 1999
- Whitehead Alfred North, The Concept of nature, Cambridge university press, 1920
- Woodbury Robert, Elements of parametric design, Routledge, New York, 2010
- Παπαλεξόπουλος Δημήτρης, Ψηφιακός τοπικισμός, Libro, Αθήνα, 2008

-Περιοδικά

- AD, Folding in Architecture, Greg Lynn (ed.), Wiley, London 2004
- AD, The Mathematics of Space, Wiley (Volume 81, Issue 4), George L Legendre (ed.), London, 2011
- AD, Emergence: Morphogenetic Design Strategies, (May 2004), Michael Weinstock, Michael Hensel, Achim Menges (eds.), Willey, London 2004.
- AD, Techniques and Technologies in Morphogenetic Design (Volume 76, issue 2), Hensel M, Mengez A and Weinstock M, Willey, London, 2006
- AD, System City, (Volume 83, Issue 4), Michael Weinstock (ed.) Willey, London, 2013
- AD, Made by Robots (Volume 83, Issue 3), Fabio Grammazio, Matthias Kohler, (eds.), Wiley, London, 2014
- AD, Empathic Space (Volume 84, Issue 5), Christian Derix, Asmund Izaki (eds.), Wiley, London, 2014
- AD, High Definision: Zero tolerance in design and production (Volme 83, Issue 1), Bob Sheil (ed.). Wiley, London, 2014
- AD, Material Computation (Volume 82, Issue 3), Achim Menges (ed.) , Wiley, London, 2012

-Αρθρα

- Achim Menges, Steffen Reichert, Material Capacity, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012
- Achim Menges, Tobias Schwinn, Manufacturing reciprocities, AD "Made by Robots", Achim Menges, Wiley, London, 2012
- Achim Menges, Morphospaces of Robotic Fabrication, RobArch: Robotic Fabrication in architecture Art, and Design, Sigrid Brell- Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013
- Adam Richardson, The Death of the Desigher, 1993
- Al Globus, Greg Hornby, Derek Linden, Jason Lohn, Autometed Antenna Design With Evolutionary Algorithms, NASA Ames research center, 2004
- Antoine Picon, Robots and architecture: Experiments, Fiction, Epistemology, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014
- Bo Westerlund, Design Space Conceptual toolgrasping the design process, School of Design, University Kalmar, Sweden, δημοσιεύτηκε στα Πρακτικά του συνεδρίου "In the Making", Nordes, the Nordic Design Research Conference. 2005
- Christoph Schindler, Margarita Salmaron Espinosa, ZipShape Moundless Bending II, A Shift from Geometry to experience, Generative and Parametric Design- eCAADe 29
- Christopher Alexander, Systems Generating Systems, 1968
- Engin Ipel, Sally A.McKee, Bronis R. de Supinski, Martin Schulz, Rich Caruana, Efficiently Exploring Architectural Design Spaces via Predictive Modeling, published at A SPLOS'06 San Jose, California USA
- Francois Roch and Camille Lacadee, Macnines for Rent, Experiments by New- territories, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014
- Jack Self, Darwin among the Machines, AD "System City", Michael Weinstock, Willey, London, 2013
- James Corner, The Agency of Mapping: Speculation Critique and Invention, Wiley, 2011
- Jan Willmann, Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Langenberg, Digital by Material, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013
- Jason D. Lohn, Gregory S. Hornby, Derek S. Linden, Evolution, Re-Evolution and Prototype of an X-Band Antenna for NASA's Space Technology 5 mission, Computational Sciences Division, NASA Ames Research Center, 2004
- Jason Lohn, James Crawford, Al Grobus, Gregory Hornby, William Kraus, Gregory Larchev, Anna Pryor, Evolvable Hardware for Space Applications, NASA Ames Research Center, 2004
- John, Frazer, A natural Model For Architecture,AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011
- Juliet Sprake, Death of the designer, , Goldsmiths College, University of London, UK

- Ludwig von Bertalanffy, The Meaning of General System Theory, AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

- Manuel DeLanda, "Philosophies of design: the case of Modelling Software", in Jaime Salazar (ed), Verb Processing, Actar (Barcelona), 2001, p.132

- Manuel DeLanda, Deleuze and the Genesis of form, 2000

- Manuel Delanda, Deleuze and the use of the genetic Algorithm, 2001

- Manuel Delanda, Material Complexity, Digital Tectonics, Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, Wiley, London, 2004

- Manuel DeLanda, Real Virtuality, AD Reader, Computational Design Thinking, Achim Menges, Sean Ahlquist, Wiley, London, 2011

- Michael Bergin, Kyle Steinfeld, Housing Agency System (HAS)Q Multi-criteria satisficing and mass-customization of homes, Berkeley University of California

- Moritz Fleischmann, Jan Knippers, Julian Lienhard, Achim Menges, Simon Schleicher, Material Behaviour, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012

- Neri Oxman και Steven Kating, Robotic immaterial fabrication, Robarch 2012: Robotic Fabrication in architecture, Art, and Design, Sigrid Brell-Cokcan, Johannes Braumann (Eds.), Springer Wien New York, 2013

- Neri Oxman, Jorge Duro- Royo, Steven Keating, Towards Robotic Swarm Printing, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

- Erin Bradner, Francesco Iorio, Mark Davis, Parameters Tell the Design Story: Ideation and Abstraction in Design Optimization, Autodesk research Center

- Paul Coates and Chirstian Derix, The Deep Structure of the Picturesque, AD, Empathic Space, sept/oct 2014

- Philip Ball, Pattern Formation in nature, AD, Material Computation, Achim Menges, Wiley, London, 2012

- Philippe Morel, Computation or Revolution, AD, Made by Robots, Wiley, London, 2014

- Robert F Woodbury and Andrew L. Burrow, Notes on the structure of Design Space

- Sean Ahliquist, Achim Menges, Physical Drivers, AD, Material Computation, Wiley, London, 2012

- Volker Helm, In situ fabrication, Mobile robotic units on construction sites, AD, Made by robots, Wiley, 2014

- Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, Digital Design Commons, International Symposium "Computational Politics and architecture: From the Digital Philosophy to the End of Work" 30 νοεμβρίου 2011

- Philipp Mitteroecker, Simon M. Huttegger , The concept of Morphospaces in Evolutionary and Developmental Biology: Mathematics and Metaphors, published at Biological Theory 4(1) 2009, Konrad Lorenz Institute for Evolution and Cognition Research

- Αλέξανδρος Τζώνης, Liane Lefaivre, «Ο κάνναβος και η πορεία. Μια εισαγωγή στο έργο του Δημήτρη και της Σουζάνας Αντωνακάκη και μερικές προκαταρκτικές σκέψεις γύρω από την ιστορία της σύγχρονης ελληνικής αρχιτεκτονικής», Αρχιτεκτονικά Θέματα,

-Ερευνητικά προγράμματα- μεταπτυχιακά προγράμματα

- «ΠΕΒΕ 2007», «Εννοιολογικός προσδιορισμός παραμετρικών ιδιοτήτων αρχιτεκτονικών κατασκευαστικών στοιχείων και δομικών υλικών», Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου: Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, Κύρια Ερευνητική Ομάδα: Αθηνά Σταυρίδου, Δημήτρης Παπαδόπουλος, Αθήνα, ΕΜΠ, 2007

- Καλαφάτη Ελένη, Σημειώσεις και διαλέξεις από το μάθημα του μεταπτυχιακού πρόγραμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός Χώρος Πολιτισμός, Τεχνολογίες Αιχμής και Αρχιτεκτονική: Η Σχέση Αρχιτεκτονικής και Τεχνολογίας στην Ιστορική της Προοπτική

- Μπαλτάς Αριστείδης, Σημειώσεις και διαλέξεις από το μάθημα του μεταπτυχιακού προγράμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός Χώρος Πολιτισμός, Τεχνολογίες Αιχμής και Αρχιτεκτονική: Επιστήμες και Φιλοσοφία στον 20ο αιώνα

- Παπαλεξόπουλος Δημήτρης, Σημειώσεις και διαλέξεις από το μάθημα του μεταπτυχιακού προγράμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός

Χώρος Πολιτισμός, Τεχνολογίες Αιχμής και Αρχιτεκτονική: Από το Συνολικό Σχεδιασμό στην Καθολική Διαχείριση, Το δικτυακό Παράδειγμα και ο (Κοινός) Χώρος

- Μωραΐτης Κώστας, Σημειώσεις και διαλέξεις από το μάθημα του μεταπτυχιακού προγράμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός Χώρος Πολιτισμός, Ιστορία και Θεωρία του Τοπίου: Η Σχηματοποίηση κατά την Τοπιακή Ερμηνεία

- Παρμενίδης Γεώργιος, Σημειώσεις και διαλέξεις από το μάθημα του του μεταπτυχιακού προγράμματος Αρχιτεκτονική Σχεδιασμός του Χώρου Κατεύθυνση Α Σχεδιασμός Χώρος Πολιτισμός, Τεχνολογίες Αιχμής και Αρχιτεκτονική: Η Αρχιτεκτονική ως Αντικείμενο Ερευνάς, Περί της Κατασκευής των Εννοιολογικών Εργαλείων και του Σώματος της Ερευνάς

-Διαλέξεις

- Νίκος Λυγερός, θέμα Serendipity and innovation, 12 Μαΐου 2014, Τμήμα αρχιτεκτόνων ΑΠΘ

- Xavier de kestelier, συνέντευξη Smart Geometry workshops 2011

- Δημήτρης Παπαλεξόπουλος, διάλεξη, Fab Labs: συμπλέγματα γνώσης και τεχνολογίας

- Sanford Kwinter, What is life?, lecture, May 30, 2008, GSD 08 platform, ACTAR, 2008, p. 40-43

- Manuel De Landa. Deleuze and The New Materialism. 2009. 1/11 (Europian Graduate School videos)

- Manuel DeLanda. Intensive and Topological Thinking. 2011 (Europian Graduate School videos)

- Manuel DeLanda. Deleuze, Morphogenesis, and Population Thinking. 2011

- Kyle Steinfield, smartgeometry workshops 2011

- Fabio Gramazio - Digital Materiality in Architecture 2014 (http://videos.liftconference.com/video/9492342/fabio-gramazio-digital-materiality-in)

- Joi Ito, (Media Lab director), Why Bio is the New Digital, 2015 https://www.youtube.com/watch?v=pnHD8gvccpI

-Ιστοσελίδες

- http://www.creativeapplications.net/objects/3d-printing-freeform-and-vector-based-objects/ (τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://autodeskresearch.com/projects/dreamcatcher (τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://ti.arc.nasa.gov/tech/asr/intelligent-robotics/tensegrity/superballbot/(τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://activemattersummit.com/(τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://www.mataerial.com/ (τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://www.arup.com/News/2014_06_June/05_June_Construction_steelwork_makes_3D_printing_premiere(τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://www.ntua.gr/archtech/(τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)

- http://3dprintingindustry.com/2015/07/08/industrial-robot-3d-prints-artifacts-that-look-handmade/?utm_source=-Facebook&utm_medium=social&utm_campaign=3DPI%2BFacebook (τελευταία επίσκεψη σεπτ. 2015)