ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Σημειογραφία Κινηματογράφου "DirectorNotation" και Αλγοριθμικός Γνωσιακός Προγραμματισμός "ThoughtOrientedProgramming"

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Άγγελος Γιαννόπουλος

Αθήνα, Μάιος 2008

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Σημειογραφία Κινηματογράφου "DirectorNotation" και Αλγοριθμικός Γνωσιακός Προγραμματισμός "ThoughtOrientedProgramming"

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Άγγελος Γιαννόπουλος

Συμβουλευτική Επιτροπή: Καθηγήτρια Θεοδώρα Βαρβαρίγου
Καθηγητής Γεώργιος Στασινόπουλος
Καθηγητής Μιλτιάδης Αναγνώστου

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την

.....	.....	.....
Θεοδώρα Βαρβαρίγου	Γεώργιος Στασινόπουλος	Μιλτιάδης Αναγνώστου
Καθηγήτρια	Καθηγητής	Καθηγητής
.....	.....	.....
Ανδρέας-Γεώργιος Σταφυλοπάτης	Βασίλειος Λούμος	Παναγιώτης Τσανάκας
Καθηγητής	Καθηγητής	Καθηγητής

.....
Αικατερίνη Σαβράμη
Λέκτορας

Αθήνα, Μάιος 2008

.....

Άγγελος Γιαννόπουλος, 2008
Διδάκτωρ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © **Άγγελος Γιαννόπουλος, 2008**
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Σημειογραφία Κινηματογράφου "DirectorNotation" και Αλγοριθμικός Γνωσιακός Προγραμματισμός "ThoughtOrientedProgramming"

Περίληψη—Το «DirectorNotation» είναι μια συμβολική γλώσσα σχεδιασμένη για να εκφράσει το περιεχόμενο μιας ταινίας (πχ κινηματογραφικό έργο), όπως οι νότες παρέχουν μια γλώσσα για την καταγραφή της μουσικής. Έτσι, αποτελεί μια νέα προσέγγιση στη δημιουργική διαδικασία της παραγωγής μιας ταινίας. Οι μουσικοί, όπως και οι χορογράφοι, εδώ και καιρό μπορούν να εκφράσουν τις προθέσεις τους χρησιμοποιώντας συμβολικές λογικές δομές (καταγραφή μουσικής και καταγραφή χορού), εν τούτοις αυτοί που δουλεύουν στην βιομηχανία του κινηματογράφου πρέπει να βασίζονται σε σκίτσα και προφορική περιγραφή, και η μόνη καταγραφή της καλλιτεχνικής δημιουργίας τους είναι το ίδιο το αποτέλεσμα της εργασίας τους. Η ανάπτυξη ενός επιτυχούς συστήματος καταγραφής είναι επίκαιρη εξαιτίας της εξάρτησής της στην παράλληλη ανάπτυξη αποτελεσματικών εργαλείων λογισμικού βασιζόμενα στη σημειογραφία (notation-based tools), τα οποία βοηθούν τον καλλιτέχνη στην οπτικοποίηση των προθέσεών του, στην επικοινωνία με άλλα μέλη της ομάδας παραγωγής, και στην ανάλυση της διαδικασίας παραγωγής, με τον καλλιτέχνη όμως να διατηρεί τον έλεγχο των

δημιουργικών προθέσεων και των ιδεών του. Για να φτάσει το DirectorNotation σε πλήρη ωρίμανση και σε υψηλή επιρροή στη βιομηχανία θα χρειαστούν αρκετά ακόμη χρόνια έρευνας και ανάπτυξης. Η δουλειά που παρουσιάζεται εδώ είναι μια αφετηρία και θέτει τις βάσεις μιας εντελώς πρωτότυπης λύσης στο χώρο της κινηματογραφικής παραγωγής. Για αυτό, δίνουμε έμφαση στο σύστημα καταγραφής (notation) που έχει αναπτυχθεί μέχρι τώρα, και στις θεμελιώδεις αρχές του. Αυτές οι αρχές απετέλεσαν την βάση της εργασίας που έχουμε ήδη ολοκληρώσει και επιπλέον προετοιμάζουν τον δρόμο για την πραγματοποίηση του μακροπρόθεσμου οράματός μας. Σε επίπεδο υλοποίησης, απαιτείται ο *συνδυασμός* 1) μεθόδων μοντελοποίησης γνώσης, 2) εφαρμογής γεωμετρικών αλγορίθμων και 3) προσεγγιστικής επίλυσης σύνθετων προβλημάτων όπου επιμέρους μαθηματικοί περιορισμοί προσδιορίζουν την τελική λύση. Οι τρεις αυτές τεχνολογίες επίλυσης υπολογιστικών προβλημάτων είναι γνωστές και καλά μελετημένες, η ταυτόχρονη χρήση τους όμως παραμένει πολύ δύσκολη. Παρουσιάζουμε ένα νέο σύστημα σχεδιασμού και προγραμματισμού που επιτρέπει τον αρμονικό συνδυασμό όλων των απαραίτητων εργαλείων – το σύστημα TOP (δηλαδή «Thought Oriented Programming») ή «Αλγοριθμικός Γνωσιακός Προγραμματισμός».

Abstract—DirectorNotation is a symbolic language intended to express the content of film (motion pictures), much as notes provide a language for the writing of music. It thus constitutes a new approach to the creative process of filmmaking. Musicians, and also choreographers, have long been able to express their intentions using logical symbolic structures (music notation and dance notation), yet those working in the movie industry have to rely on cartoons and verbal description, and the only record of their artistry is the result itself. Development of a successful notation becomes appropriate today because of its dependence upon the parallel development of effective notation-based software tools to support the artist in the visualisation of their intention, communication to other members of the production team, and analysis of the production process, whilst still maintaining control of her creative intention. Bringing DirectorNotation to full maturity and high industrial impact will surely take several more years of research and development. The work we present here aims to establish a novel application area, and to set concrete foundations for its complete development. We

therefore concentrate on the actual notation developed so far, and also on its underlying principles. These principles not only motivate and validate our current achievements, but also pave the way to realising our long-term vision. As far as technical implementation is concerned, the problem is challenging, as it requires simultaneously 1) knowledge modelling techniques, 2) the execution of geometric algorithms and 3) application of approximation or optimisation techniques to find acceptable solutions according to mathematical constraints derived from requirements specified in the notation. Each of these three problem solving technologies is well known and deeply studied, however their simultaneous, integrated application remains very difficult. We present a novel design and implementation method that allows the smooth integration of all the necessary tools, called TOP (Thought Oriented Programming).

Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγη 13
2. Καλλιτεχνικο και τεχνικο περιβαλλον και υποβαθρο 15
   2.1. Επιθυμητά Καλλιτεχνικά Χαρακτηριστικά ενός Καλλιτεχνικού Notation Συστήματος 17
   2.2. Επιθυμητά Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Καλλιτεχνικού Notation Συστήματος 30
   2.3. Ανάγκες του χρήστη για το DirectorNotation 36
   2.4. Σχετική Έρευνα και Τεχνολογικό Υπόβαθρο 45
3. ΣΗΜΕΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ DIRECTORNOTATION: Παρουσιαση της Γλωσσας 50
4. ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΟΣ ΓΝΩΣΙΑΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ "THOUGHTORIENTEDPROGRAMMING" 95
   4.1. Υλοποίηση εργαλείων βασισμένα στο DirectorNotation – Εισαγωγή 95
   4.2. Υλοποίηση ως υβριδικό σύστημα 96
   4.3. Υλοποίηση με μια νέα μέθοδο αναπαράστασης γνώσης (ThoughtOrientedProgramming, TOP) 100
   4.4. Παράδειγμα TOP 111
   4.5. Παράδειγμα Προγραμματιστικής Μεθοδολογίας 120
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 139
   5.1. Υλοποίηση Εμπορικά Επιτυχημένων Εφαρμογών Που Θα Βασίζονται Στο DirectorNotation 139
   5.2. Μακροπρόθεσμοι στόχοι και επίπεδο δυσκολίας 140
   5.3. Το ερευνητικό έργο ANSWER 144
   5.4. Ερευνητική μεθοδολογία 146
6. Αναφορές 150

Πίνακας Σχημάτων

Εικόνα 1: Περίληψη του DirectorNotation 57
Εικόνα 2.a –Προοδευτικά περισσότερο πολύπλοκα παραδείγματα χρήσης των συμβόλων δράσης: 62
Εικόνα 2.b –Στροφές στο επίπεδο και στροφές με «διαφορικό» ορισμό 65
Εικόνα 2.c – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων προσανατολισμού και του συμβόλου της ακίδας: 79
Εικόνα 2.d – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων θέσης: 81
Εικόνα 2.f – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων μεγέθους: 91
Εικόνα 3: Υλοποίηση ως υβριδικό σύστημα 96
Εικόνα 4: Ροή ελέγχου του υβριδικού συστήματος 99
Διάγραμμα 1 (γενική ροή εκτέλεσης του κώδικα) 113
Διάγραμμα 2 (ροή εκτέλεσης του κώδικα για συγκεκριμένο παράδειγμα) 116

Κώδικας 1: Ιεραρχία κάτω από το Interface: Algorithm 121
Κώδικας 2: Interface: Algorithm 122
Κώδικας 3: Interface: Path 123
Κώδικας 4: Class: Line 126
Κώδικας 5: Class: Bezier 127
Κώδικας 6: Class: PathSequence 129
Κώδικας 7: Ιεραρχία κάτω από το Interface: Constraint 130
Κώδικας 8: Interface: Constraint 132
Κώδικας 9: Class: Framing 132
Κώδικας 10: Class: Smoothness 133
Κώδικας 11: Class: DNEvaluator 135
Κώδικας 12: Class: TimeFrame 137
Εικόνα 5: Επέκταση του DirectorNotation στο πλήρες φάσμα των δραστηριοτήτων του σκηνοθέτη 148

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτή την έρευνα, αντικείμενό μας είναι το «DirectorNotation». Όπως δείχνει και το όνομά του, αυτός ο τρόπος καταγραφής σκοπό έχει να είναι μια σημαντική καλλιτεχνική γλώσσα μέσω της οποίας ένας σκηνοθέτης μπορεί να καταγράψει και να τυποποιήσει μια πλήρη περιγραφή της δημιουργικής πρόθεσης, της σύλληψης και του σχεδιασμού του. Σε αυτό το κείμενο, θα περιγράψουμε τις βάσεις του DirectorNotation, θέτοντας την θεωρητική θεμελίωση και εισάγοντας το ίδιο το σύστημα καταγραφής (notation). Θα δώσουμε επίσης μια εισαγωγική τεχνική ανάλυση. Η τρέχουσα δουλειά μας δίνει έμφαση στην «κινηματογράφηση» (camerawork), ως πρωταρχικό στοιχείο της κινηματογραφικής παραγωγής.

Η συνεισφορά μας αφορά την θεμελίωση μιας καλλιτεχνικής γλώσσας για σκηνοθέτες. Οι σκηνοθέτες χρειάζονται ένα εργαλείο παρόμοιο με τις νότες στη μουσική και την χορογραφία στο χορό. Ωστόσο, στις ταινίες ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να υποστηριχθεί από υπολογιστές όπως θα συζητηθεί παρακάτω. Το DirectorNotation έχει σχεδιαστεί να οδηγεί απευθείας σε εργαλεία λογισμικού που στηρίζονται πάνω σε αυτό, με θεμελιώδεις εφαρμογές συμπεριλαμβάνοντας την αυτόματη δημιουργία animated προ-απεικόνισης (ή “animatics” ή “animated storyboards”) και την αυτόματη δημιουργία «μεταπληροφορίας» (metadata) η οποία μπορεί να επιτρέψει πρόσβαση βάση περιεχομένου στο υλικό (film footage) κατά τη διάρκεια της ψηφιακής επεξεργασίας (post-production) (χρήση τέτοιων μεταδεδομένων

για επαναχρησιμοποίηση υλικού (content re-purposing) και αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων με αρχεία συγκεκριμένων ταινιών είναι παραδείγματα επιπρόσθετων πιθανών εφαρμογών τα οποία όμως δεν θα συζητηθούν σε αυτό το έγγραφο).

Η άποψή μας είναι ότι η καλλιτεχνική συνεισφορά της δημιουργίας ενός συστήματος καταγραφής (notation) για ταινίες θα επιτύχει τελικά μια μεγάλη επίδραση έτσι ώστε να γίνει πιο σημαντική από την τεχνική συνεισφορά ακόμα και του πιο χρήσιμου λογισμικού εργαλείου που θα το εκμεταλλευτεί. Ωστόσο, το notation θα υιοθετηθεί πρώτα ως γραφική διεπαφή για καινοτόμα εργαλεία και μόνο αργότερα ως ένα ανεξάρτητο καλλιτεχνικό σύστημα. Έτσι, είναι λογικό να ξεκινήσουμε την προσπάθειά μας δίνοντας έμφαση στις τεχνολογικές εφαρμογές του συστήματός μας. Υπάρχει πάντως σημαντική αντίθεση ανάμεσα στην καλλιτεχνική διαδικασία που στηρίζεται στο σύστημα καταγραφής (notation), όπως περιγράφεται σε αυτό το έγγραφο, και στις παραδοσιακές πρακτικές της παραγωγής μιας ταινίας όπως διδάσκεται πρακτικά στις σχολές κινηματογράφου, οι οποίες στερούνται της υποστήριξης ενός τέτοιου συστήματος και είναι περισσότερο διαισθητικές και λιγότερο συστηματικές και αναλυτικές.

2. ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΟ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Ένα καλλιτεχνικό notation είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει σε ένα καλλιτέχνη να καταγράψει με ακρίβεια στο χαρτί το δημιουργικό του σχέδιο. Το γραπτό notation είναι ένα προσχέδιο για την παραγωγή, μια τυποποίηση που επιτρέπει την σαφή θεωρητική ανάλυση μιας καλλιτεχνικής δημιουργίας, οδηγώντας σε μια βαθύτερη κατανόηση του ίδιου του καλλιτεχνικού μέσου. Οι νότες και η χορογραφία εξελίχθηκαν διαμέσου αιώνων πειραματισμού και δεν υπάρχουν μελέτες ή οδηγίες για το «πως να δημιουργήσουμε ένα notation», αλλά το υπόβαθρο που δίνεται στο βιβλίο της Hutchinson είναι μια καλή παρουσίαση για τις ανάγκες και τους μηχανισμούς που οδήγησαν στην εξέλιξη της χορογραφίας. Ενώ το notation πρέπει να είναι σαφές, περιγράφοντας ένα καλλιτεχνικό σκοπό με αρκετή ακρίβεια ώστε ο παραγωγός/ερμηνευτής (performer) να μπορεί να το ακολουθήσει ακριβώς, δηλαδή όπως συλλήφθηκε στην αρχή, χωρίς να εξαρτάται από την προσωπική επαφή με τον συγγραφέα, πρέπει επίσης να είναι ευέλικτο αρκετά ώστε ο καλλιτέχνης να μπορεί να καταγράψει την ουσία μια καλλιτεχνικής σύλληψης παρά να είναι ένας εξαντλητικός ορισμός με όλες τις τεχνικότητες μιας συγκεκριμένης απόδοσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην επεξεργασία του notation χρησιμοποιώντας υπολογιστή δεν θα έχουμε πρόσβαση σε θέματα «ερμηνείας». Τα εργαλεία λογισμικού δεν «ερμηνεύουν» τις ιδέες μιας

καλλιτεχνικής δημιουργίας, αλλά παρέχουν διάφορες υποστηρικτικές λειτουργίες που είναι εν τούτοις αξιοσημείωτης σπουδαιότητας. Σε *καλλιτεχνικό* επίπεδο το notation θα επιτρέπει στον συγγραφέα να συλλαμβάνει την έκφραση και να τη μεταφέρει γραπτά, το οποίο οι αναγνώστες να μπορούν να το ερμηνεύσουν «διαβάζοντας ανάμεσα στις γραμμές», όπως στις νότες και την χορογραφία ή και ακόμα όπως στην ανάγνωση ενός δράματος. Το αντικειμενικό νόημα που παρουσιάζεται στο notation είναι μόνο μέρος της πληροφορίας που καταγράφεται από τον συγγραφέα, αλλά παρόλα αυτά είναι μια σημαντική βάση. Όπως ένας μουσικός *μπορεί* να παίξει νότες «σωστά» και μάλιστα πρέπει να το κάνει ως βάση για την επακόλουθη επίτευξη μιας υψηλού επιπέδου εκφραστικής ικανότητας, έτσι ένα εργαλείο υπολογιστή θα είναι ικανό να βοηθήσει την οπτικοποίηση και την ανάλυση της δομημένης σύνθεσης μιας ταινίας με αξιοσημείωτη λεπτομέρεια χωρίς να ασχολείται με το θέμα της ερμηνείας.

Στις επόμενες υποενότητες, πραγματευόμαστε *i)* επιθυμητά χαρακτηριστικά του notation σε καλλιτεχνικό και *ii) σε τεχνικό επίπεδο*, *iii)* τις ανάγκες των σκηνοθετών τις οποίες το DirectorNotation σκοπεύει να εκπληρώσει, και *iv)* συσχετιζόμενης έρευνας, εξηγώντας πως θα υπάρχει συνέργια παρά επικάλυψη ανάμεσα στο DirectorNotation και σε άλλες έρευνες.

2.1. Επιθυμητά Καλλιτεχνικά Χαρακτηριστικά ενός Καλλιτεχνικού Notation Συστήματος

Συγκεκριμένο (concrete): Ο σκοπός ενός καλλιτεχνικού notation συστήματος είναι να περιγράψει μια συγκεκριμένη σύλληψη μιας «παράστασης», μιας παραγωγής. Ενώ οι συμμετέχοντες πρέπει να έχουν την δικιά τους ελευθερία στην ερμηνεία, το notation ταινιών πρέπει να επιτρέπει στους σκηνοθέτες να διατηρήσουν την δημιουργικότητά τους με αξιοσημείωτη ακρίβεια στο γράψιμο. Σε τελική ανάλυση, το συνεργείο παραγωγής (production crew) θα πρέπει να παράγει «περίπου» την ίδια ταινία αν είναι δοσμένη μια περιγραφή σε film notation είτε είναι παρόν ο σκηνοθέτης είτε όχι. Συγκρίνοντας αυτό με μια ορχήστρα που παίζει ένα κομμάτι μουσικής από μια παρτιτούρα χωρίς ο συνθέτης να είναι παρών – το αποτέλεσμα, παρόλο που θα είναι «σχεδόν» το ίδιο από τεχνικής άποψης, σίγουρα θα έχει διαφορές στην ερμηνεία που στο δικό τους επίπεδο θα είναι εξαιρετικά σημαντικές. Έτσι το notation περιγράφει *πως* δημιουργείται το περιεχόμενο, δεν είναι απλώς μια περιγραφή υπαρκτού περιεχομένου – έτσι το notation διαφέρει από σημερινά συστήματα περιγραφής περιεχομένου (multimedia annotation).

Με τυπική μορφή: Το λεξιλόγιο, η γραμματική, η σύνταξη και η σημασιολογία (semantics) του notation πρέπει να είναι ακριβώς ορισμένα σε ένα επαρκώς λεπτομερές επίπεδο ώστε, για όλους τους αναγνώστες να

κατανοούν ένα κείμενο γραμμένο σε notation ως αναφερόμενο στο συγκεκριμένο κινηματογραφικό περιεχόμενο που σχεδίασε ο συγγραφέας του. Αυτό ισχύει μέσα σε σαφώς προσδιοριζόμενα όρια προσδοκώμενων και αποδεκτών παραλλαγών ερμηνείας, πράγμα που ξεκάθαρα καθορίζει τα όρια για αναμενόμενη και δεκτή ποικιλομορφία της «απόδοσης», δηλαδή της έκφρασης σε μια συγκεκριμένη παραγωγή βασιζόμενη στο κείμενο.. Είναι ιδανικό να μπορέσουμε να τυποποιήσουμε την καλλιτεχνική γλώσσα μαθηματικά - αλλά χωρίς να επιβαρύνουμε τον καλλιτέχνη με τεχνικές λεπτομέρειες – και αυτό είναι στην πραγματικότητα δυνατό να γίνει με το να επιτρέπουμε την ακριβή σημασία (semantics) του καλλιτεχνικού notation να ορίζεται *ως* το τεχνικό μοντέλο στο οποίο μετατρέπεται μέσω ειδικών τυποποιημένων εργαλείων λογισμικού. Μια τέτοια προσέγγιση δουλεύει τέλεια αν μπορούμε ξεκάθαρα να καθορίσουμε τις διαστάσεις στις οποίες διαφέρει η ερμηνεία από το μηχανικό μοντέλο. Ως παράδειγμα, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η «τυπική» (formal) έννοια μιας μουσικής παρτιτούρας (εκτός από μερικές σημειώσεις σε μορφή κειμένου που σχετίζονται με την έκφραση) "υλοποιείται" από τον ήχο που θα παραχθεί αυτόματα από ένα συνθεσάιζερ όταν θα δίνεται ως είσοδος ένα αρχείο που θα αναπαριστά την παρτιτούρα, αλλά πρέπει να γνωρίζουμε ξεκάθαρα ότι ως έξοδο από το συνθεσάιζερ θα λάβουμε μια εκφραστικά αδιάφορη μηχανική τυποποίηση του γενικού ακουστικού περιεχομένου του δοσμένου κομματιού μουσικής και όχι μια «ιδανική απόδοση». Για την δημιουργία ενός νέου καλλιτεχνικού συστήματος notation, προτείνουμε ότι ο σχεδιασμός του notation και η

δημιουργία του τεχνικού μοντέλου του θα πραγματοποιηθούν παράλληλα μέσω μιας αλληλεπιδρώμενης και συνεργατικής διαδικασίας. Έτσι, ο μηχανικός αυτός ορισμός που είναι σχεδόν εντελώς άχρηστος στη μουσική γίνεται χρήσιμος στο DirectorNotation: η υψηλή πολυπλοκότητα των γεωμετρικών περιγραφών είναι συνδεδεμένη με αυστηρό ορισμό τυποποίησης, προσφέροντας αντικειμενικότητα, και τη δυνατότητα για αξιόπιστα εργαλεία οπτικοποίησης, ενώ η διαίσθηση λειτουργεί ελεύθερα στο δικό της επίπεδο.

Αφαιρετική γραφή: Το notation πρέπει να καταγράφει την αντίληψη του καλλιτέχνη αποφεύγοντας όμως τις μηχανικές λεπτομέρειες της παραγωγής. Τι αποτελεί «λεπτομέρεια» συχνά εξαρτάται από το συγκεκριμένο έργο που καταγράφεται, έτσι αφαίρεση/αφηρημένες έννοιες απαιτούνται σε διάφορα επίπεδα περιγραφής τους. Για παράδειγμα, αντί να καταγράφονται ακριβώς συντεταγμένες ή αριθμητικά ορισμένες παράμετροι ή ενέργειες σχετικά με την κάμερα, στον συγγραφέα θα πρέπει να επιτρέπεται να χειρίζεται αφηρημένες έννοιες όπως, για κινήσεις: «κοντά» και «μακριά», «γρήγορα» και «αργά» ή, για κατευθύνσεις: «ευθεία». Η έννοια «ακολουθεί» ορίζεται ότι η κάμερα ακολουθεί τον ηθοποιό και είναι σε διαφορετικό επίπεδο περιγραφικότητας από το να ορίζονται ξεχωριστά οι ακριβείς τροχιές κίνησης και για την κάμερα και για τον ηθοποιό. Όταν επιλέγουμε να καθορίσουμε τροχιές κίνησης, πάλι χρειάζονται αφηρημένες έννοιες για τη μορφή, την απόσταση, τις συγκεκριμένες τοποθεσίες που θα περάσει κτλ, και όχι σχεδιάγραμμα ή μαθηματικός καθορισμός.

Συμβολική Γραφή: Το notation πρέπει να βασίζεται σε ένα λεξιλόγιο από αφηρημένα γραφικά σύμβολα. Αυτό είναι παρόμοιο με την καταγραφή της μουσικής ή του χορού και διαφορετικό από το μαθηματικό συμβολισμό, τα σκίτσα όπως τα «storyboards» τα οποία χρησιμοποιούν οι σκηνοθέτες, και τα εικονίδια (icons) όπως αυτά που βρίσκονται στη γραμμή εργαλείων των περισσοτέρων εφαρμογών λογισμικού. Αυτή η ανάγκη προκύπτει από την δημιουργική διαδικασία του καλλιτέχνη. Το μαθηματικό notation απαιτεί επαναληπτικό διάβασμα που οδηγεί σε βαθμιαία κατανόηση, ενώ οι καλλιτέχνες χρειάζονται σύστημα καταγραφής τέτοιο που να μπορούν αμέσως να καταλάβουν το περιεχόμενο με ένα μόνο διάβασμα. Τα σκίτσα παραβιάζουν θεμελιωδώς την απαίτηση της αφηρημένης περιγραφής. Τα icons είναι ανεπαρκώς δομημένα: σε αντίθεση, τα γραφικά σύμβολα μπορούν να τροποποιηθούν (πχ επιμήκυνση), είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους, μπορούμε να κάνουμε παραλλαγές τους (προσφέροντας γραμματική), και έχουν περίπλοκες χωρικές σχέσεις (πχ επικάλυψη ή να περιέχει το ένα το άλλο) που είναι απαραίτητο για χωροταξική σύνταξη (βλέπε παρακάτω).

Χωροταξική σύνταξη: Εκμεταλλευόμαστε τον φυσικό χώρο στο χαρτί ή στην οθόνη όπου το notation σχεδιάζεται για την κωδικοποίηση της σύνταξης του notation. Το αποτέλεσμα είναι μια πολύ ευκρινής αναπαράσταση (πχ, η κατακόρυφη κατεύθυνση του staff αναπαριστά το ύψος του ήχου στην μουσική, και στον χορό το μήκος των συμβόλων αναπαριστά την διάρκεια των ενεργειών). Κανόνες μπορούν να καθοριστούν για να συνδέουν συντακτικά ένα σύμβολο με άλλα που είναι γειτονικά με αυτό,

μέσα του ή από πάνω του, που το αγγίζουν κτλ. Αυτό επιτρέπει στον καλλιτέχνη να διαβάζει πολύ γρήγορα το notation, γεγονός που δεν είναι απλώς μια ευκολία, αλλά επιτρέπει στην ταχύτητα οπτικοποίησης, στη διαισθητική κατανόηση και στην εσωτερίκευση να μην καθυστερούνται από την ταχύτητα της ανάγνωσης: έτσι, το notation γίνεται ένας διαφανής και εμφανής μεταφορέας της αναπαράστασης. Λόγω του ότι οι χωρικές διαστάσεις έχουν ειδική συντακτική δομή, το notation δεν είναι όπως ένα τεχνικό διάγραμμα που μπορεί να αναδιοργανωθεί εφόσον απλώς οι ίδιες συνδέσεις διατηρούνται ανάμεσα στα σχήματα .

Οικονομική γραφή: Το notation πρέπει να επιτρέπει την ελάχιστη πολυπλοκότητα στην αναπαράσταση. Τα κατάλληλα επίπεδα της αφαίρεσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμα όπως συζητείται παραπάνω. Επιπλέον, υπάρχει μια εντελώς πρακτική ανάγκη μια σημαντική ποσότητα πληροφορίας να μπορεί να χωράει στον περιορισμένο διαθέσιμο χώρο στο χαρτί ή στην οθόνη. Ένα απλό μέσο για οικονομική γραφή είναι οι συμβάσεις (defaults) οι οποίες επιτρέπουν σε σύμβολα να παραληφθούν σε κοινές καταστάσεις όπου το νόημά τους συνεπάγεται αυτομάτως από τα «συμφραζόμενα». Για παράδειγμα, στη μουσική, μια νότα χωρίς ένα σύμβολο δίεσης, ύφεσης ή αναίρεσης μπροστά της κληρονομεί την «κατάσταση» της προηγούμενης νότας. Το notation θα πρέπει να κωδικοποιεί άμεσα τις σκέψεις που είναι φυσικές στον καλλιτέχνη, πχ μια απλή συμβολική αναπαράσταση θα πρέπει να είναι διαθέσιμη για να καθορίσει ότι ένας ηθοποιός εμφανίζεται σε «προφίλ» στο κέντρο του «κάδρου», αποφεύγοντας την ανάγκη να

καθορίσουμε ακριβώς την θέση και τον προσανατολισμό και της κάμερας και του ηθοποιού. Τέλος, το notation θα πρέπει να επιτρέπει πολλαπλά επίπεδα περιγραφής, το καθένα προσφέροντας έναν διαφορετικό συνδυασμό πολυπλοκότητας/λεπτομέρειας, έτσι ώστε ο συγγραφέας να μπορεί να συγκεντρωθεί στο επιθυμητό επίπεδο περιγραφικής ακρίβειας. Αυτά τα επίπεδα δεν θα πρέπει να είναι αμοιβαία αποκλειόμενα, έτσι πρόσθετη πληροφορία σε υψηλότερα ή χαμηλότερα επίπεδα λεπτομέρειας μπορούν να καθοριστούν από τον συγγραφέα για συγκεκριμένα κομμάτια του κειμένου αν είναι απαραίτητο. Σημειώνεται ότι ο διαχωρισμός των επιπέδων δεν είναι απαραίτητο να είναι σαφής – είναι αρκετό αν διαφορετικοί εκφραστικοί μηχανισμοί είναι διαθέσιμοι να καλύπτονται περιγραφικές ανάγκες σε διάφορα επίπεδα περιγραφικής λεπτομέρειας.

Μη ελάχιστη/μοναδική γραφή: Το notation θα πρέπει να επιτρέπει πολλαπλές προσεγγίσεις για να καθορίσει την περιγραφή της δομής του περιεχομένου. Τέτοιοι τυπικώς πλεονάζοντες μηχανισμοί θα πρέπει να επιτρέπουν οικονομία στην περιγραφή, έμφαση και επιλεκτική προσοχή στις λεπτομέρειες, δηλαδή *δεν* είναι νοηματικώς πλεονάζοντες. Για παράδειγμα, στη μουσική, ο «οπλισμός» (το «κλειδί») επιτρέπει λιγότερα σύμβολα να γραφούν, αλλά επίσης μεταφέρει σημαντική πληροφορία σχετικά με την αρμονική δομή ενός κομματιού, παρόλα αυτά τεχνικά θα μπορούσαμε να τον παραλείψουμε και να καθορίζουμε για κάθε νότα τα χαρακτηριστικά της. Στο notation για ταινίες, θα θέλαμε ομοίως πχ να τονίσουμε τη σχέση μεταξύ του ηθοποιού και της κάμερας καθορίζοντάς το σαφώς, ή να μην του δώσουμε

έμφαση καθορίζοντας ανεξάρτητες συνθήκες μεταξύ του ηθοποιού και της κάμερας όπως χωρικές θέσεις και τροχιές κινήσεων και επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο η σχέση να φανεί έμμεσα. Το χαρακτηριστικό της γραφής να μην είναι μοναδική (non-minimality) είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την περιγραφή αλλαγής σχέσεων, καθώς επιτρέπει να γραφτεί ξεκάθαρα η αιτία της αλλαγής, και να μην χρειάζεται έτσι να δηλωθεί με μηχανική λεπτομέρεια. Ως παράδειγμα, θα μπορούσαμε να διαλέξουμε ανάμεσα στο να καθορίσουμε μια «μέση λήψη» “medium shot” και την θέση του ηθοποιού στο χώρο, ή την θέση του ηθοποιού και της κάμερας μαζί με ρυθμίσεις του φακού της κάμερας, ή την θέση του ηθοποιού και την περιοχή του πλαισίου (frame) που απασχολεί. Έτσι, οι αλλαγές στην απόσταση λήψης μεταφέρουν ποιοτικά διαφορετική πληροφορία όταν γράφεται πως ακριβώς κινούνται στο χώρο ο ηθοποιός και η κάμερα σε σχέση με όταν γράφεται πως η θέση του ηθοποιού αλλάζει στο πλαίσιο εικόνας.

Δηλωτική (declarative) γραφή: Το notation θα πρέπει να δηλώνει τις ενέργειες, τα αποτελέσματα, ή τις συνθήκες που συνθέτουν την ταινία, και όχι όλες τις λεπτομέρειες της παραγωγής που οδηγεί στο τελικό προϊόν. Έτσι είναι ένα μέσο ώστε ο καλλιτέχνης να καθορίζει τις δημιουργικές του ιδέες, και όχι μια μηχανική διαδικασία καταγραφής όλων των λεπτομερειών μιας παραγωγής. Είναι μια άμεση καταγραφή της αντίληψης του καλλιτέχνη για τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά, τα καθοριστικά στοιχεία ενός δημιουργικού επιτεύγματος από τα οποία συνεπάγονται και οι λεπτομέρειες της παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, το να σκέφτεται ο καλλιτέχνης με

δηλωτικό (declarative) τρόπο, είναι πιο διαισθητικό γιατί επιτρέπει μια «από πάνω προς τα κάτω» (top-down) προσέγγιση όπου ουσιώδεις ιδέες σημειώνονται αρχικά και έπειτα πρόσθετες λεπτομέρειες συμπληρώνονται όταν χρειάζονται. Η δηλωτική έκφραση επιτρέπει και την αυτόματη εξαγωγή συμπερασμάτων (deduction): ο συγγραφέας περιγράφει αρκετές «συνθήκες» και «περιορισμούς» που καθορίζουν τις ιδέες του τέτοιες ώστε να μπορεί η πλήρης πληροφορία, για την προτιθέμενη παραγωγή, να εξαχθεί από αυτές. Αυτό επιτρέπει στο notation να είναι *ελλειπτικό*, το οποίο είναι πολύ σημαντικό για την οικονομία, και επιτρέπει στον συγγραφέα να περιγράφει τα προεξέχοντα χαρακτηριστικά της ταινίας χωρίς να χρειάζεται να περιγράφει όλες τις σχετικές λεπτομέρειες. Επεξηγηματικά αναφέρουμε πως η βασική διαδικασία συλλογισμού του γραψίματος δηλωτικού notation είναι αρκετά παρόμοιο με την διαδικασία συλλογισμού που αφορά την δόμηση ενός σεναρίου – στην δεύτερη περίπτωση, ο συγγραφέας «δηλώνει»: «στην θάλασσα, ηλιοβασίλεμα», και τότε δηλώνει «ο ηθοποιός μπαίνει» (μολονότι ένα ρήμα χρησιμοποιείται, ενημερωνόμαστε για το γεγονός ότι αυτή τη στιγμή συμβαίνει η είσοδος του χαρακτήρα και δεν μας λέγεται η διαδικασία που ο ηθοποιός πρέπει να εκτελέσει για να μπει στη σκηνή)· τότε δίνονται επιπλέον τμήματα από οδηγίες για την σκηνή και τμήματα λόγου, συχνά με ελλειπτικό τρόπο (πχ μια μη προφανής ενέργεια της κάμερας, όπως η εστίαση σε ένα στοιχείο του σκηνικού, συχνά δίνεται, ενώ πχ οδηγίες για την κάμερα σχετικά με το πως θα τραβήξει ένα στερεοτυπικό διάλογο γενικά παραλείπονται).

Ιεραρχική: Ένα notation σύστημα πρέπει να προσφέρει μια περιγραφική δυνατότητα σε πολλές βαθμίδες (multi-tiered) που θα επιτρέπει στο χρήστη να εκφράζει ιδέες που έχουν αναπτυχθεί σε διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας, και λεπτομέρειας, σε αντίστοιχα σημεία της δημιουργικής διαδικασίας. Θα πρέπει επίσης να υποστηρίζει μεταβάσεις ανάμεσα σε αυτές τις βαθμίδες, δηλαδή θα πρέπει να βοηθά και να καθοδηγεί τον συγγραφέα/σκηνοθέτη στην διαδικασία επεξεργασίας ενός συνόλου από αρχικές σκιαγραφικές ιδέες ώστε να καταλήξει σε ένα πλήρες αποτέλεσμα. Σημειώνεται ότι κάποιες αρχικές ιδέες του σκηνοθέτη μπορεί να παραβιάζουν το χαρακτηριστικό της γλώσσας να είναι «συγκεκριμένη» (concrete), καθώς είναι απλώς κάποια πρώτα προσχέδια με σκοπό να βοηθούν το συγγραφέα να οργανώνει τις σκέψεις του (αυτό όμως μπορεί να εμποδίσει αρχικά την χρήση των εργαλείων οπτικοποίησης). Για παράδειγμα, στη μουσική, ένας συνθέτης μπορεί αρχικά να κρατήσει σημειώσεις για την προτιθέμενη αρμονική δομή, και μετά να καταγράψει σαφή, σημαντικά μελωδικά στοιχεία, και τελικά να εξάγει την πλήρη σύνθεση γράφοντας και κομμάτια για διαφορετικά όργανα. Ομοίως, στον χορό, ένας χορογράφος μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα μοτίβο γραφής (Motif Writing) για να περιγράψει την γενική αρχιτεκτονική του χορού, μετά να χρησιμοποιήσει την αναλυτική δομική περιγραφή (Structural Description) για να καταγράψει λεπτομερώς τις πραγματικές ενέργειες που θα πρέπει να εκτελέσουν οι χορευτές και τελικά να προσθέσει πληροφορίες για την δυναμική περιγραφή για να περιγράψει στοιχεία ερμηνείας που πρέπει να καθοριστούν στο επίπεδο της χορογραφίας και όχι να αφεθούν

στην επιλογή του χορευτή. Στην ανάπτυξη ενός καλλιτεχνικού «notation» συστήματος παράλληλα με εργαλεία λογισμικού που θα το υποστηρίζουν, θα πρέπει να παρέχουμε μια πιο στενή σύνδεση ανάμεσα στις διαφορετικές βαθμίδες της ιεραρχικής περιγραφής. Συνεπώς, το «notation» θα πρέπει να επιτρέπει μια αντίληψη υψηλότερου επιπέδου να μετατρέπεται συστηματικά και βαθμιαία σε μια χαμηλότερου επιπέδου περιγραφή, που είναι καλύτερο από το να προσφέρει ξεχωριστούς μηχανισμούς περιγραφής στις διαφορετικές βαθμίδες και να ζητείται από τον συγγραφέα να κάνει τις μετατροπές. Για παράδειγμα, ένας σκηνοθέτης μπορεί να ξεκινήσει καθορίζοντας ότι ένας ηθοποιός θα μπει στην σκηνή από τα αριστερά και θα βγει από τη σκηνή από την δεξιά μεριά «λίγο αργότερα». Αυτό θα μπορούσε τότε (αν ήταν επιθυμητό) να μετατραπεί βαθμιαία σε πραγματικές θέσεις στη σκηνή, σε κινήσεις, και σε λεπτομερή χρονομέτρηση του ηθοποιού, έτσι ώστε ο σκηνοθέτης να συντονίσει εξαιρετικά τις πραγματικές κινήσεις του ηθοποιού σε πραγματικό χώρο. Αυτό είναι καλύτερο από το να προσπαθεί να περιγράψει μικρές διαφορές όπως εμφανίζονται στην οθόνη (αυτή η αναπαράσταση είναι επωφελής όχι μόνο επειδή είναι πιο λεπτομερής, αλλά και επειδή καθώς περιγράφονται πραγματικές κινήσεις, το notation γίνεται πιο ανθεκτικό στις αλλαγές, έτσι πχ πολλές κάμερες μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να τραβούν τις ίδιες κινήσεις του ηθοποιού). Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι στο μέχρι τώρα notation, η «ιεραρχία» είναι η μόνη

απαίτηση για το notation με την οποία το DirectorNotation επί του παρόντος δεν έχει επιχειρήσει να ασχοληθεί[1].

*Κατάλληλη «καμπύλη εκμάθησης» ("μη λειτουργική" απαίτηση): Το notation θα πρέπει να είναι αρκετά εύκολο να μαθευτεί έτσι ώστε να υποκινήσει τους καλλιτέχνες να το μάθουν, και να νοιώσουν ότι η χρησιμότητα που αποκομίζουν από τις εφαρμογές που τους προσφέρονται αξίζουν τον κόπο. Σημειώνεται ότι αυτή η προσπάθεια δεν αναμένεται να είναι ασήμαντη για οποιοδήποτε επιτυχημένο notation. Δεν θα προσπαθήσουμε να ποσοτικοποιήσουμε αυτό το επίπεδο δυσκολίας επακριβώς εδώ καθώς είναι νωρίς για κάτι τέτοιο. Οι σκηνοθέτες με τους οποίους συνεργαστήκαμε είναι ευχαριστημένοι με την ιδέα του «σεμιναρίου

[1] Αξίζει επίσης τον κόπο να τονίσουμε ότι, όσον αφορά την οικονομία, απαιτούμε επίσης ότι ένα notation πρέπει να προσφέρει στον συγγραφέα πολλαπλά επίπεδα περιγραφικής ικανότητας. Σε αυτό το σημείο, η επιδίωξη είναι να επιτρέψει στον συγγραφέα να μην γράψει περισσότερη πληροφορία στο χαρτί από αυτή που χρειάζεται – έτσι διάφορα επίπεδα περιγραφικής λεπτομέρειας χρειάζεται να είναι διαθέσιμη, επιτρέποντας κάποια στοιχεία κινηματογράφησης να δίνονται με τραχύ περιγραφή, ενώ άλλα να εκπονούνται με πλήρη λεπτομέρεια. Αυτά τα διαφορετικά επίπεδα περιγραφής σκοπεύεται να χρησιμοποιηθούν δίπλα-δίπλα στο τελικό αποτέλεσμα της καταγραφής που κάνει ο συγγραφέας. Όταν συζητάμε *ιεραρχικό* notation, ο σκοπός είναι διαφορετικός: το notation χρειάζεται να υποστηρίζει μια πρακτική διαδικασία συγγραφής όπου πρώτα καταγράφουμε αρχικές ιδέες και μετά τις επεξεργαζόμαστε σε ένα τελικό αποτέλεσμα, αντικαθιστώντας το προηγουμένως γραμμένο notation με νεότερες περισσότερες καλοδουλεμένες περιγραφές. Αυτή η διαφορά στο σκοπό κάνει σημαντικό να συζητηθούν οι αντίστοιχες διαφορετικές απαιτήσεις του notation. Στην πράξη, μπορεί να είναι δυνατό να ικανοποιηθούν και οι δύο αυτές ανάγκες λεπτομέρειας χρησιμοποιώντας τα ίδια χαρακτηριστικά/μηχανισμούς του notation.

μιας εβδομάδας» έτσι ώστε να μάθουν να χρησιμοποιούν «πρακτικά, βασισμένα στο notation εργαλεία λογισμικού» τα οποία θα προσφέρουν έστω ένα αρχικό επίπεδο ικανότητας για καλύτερο σχεδιασμό και κατανόηση της ταινίας που σκοπεύουν να παράγουν. Όπως έχουμε πει, το DirectorNotation δεν είναι ακόμα έτοιμο για βιομηχανική εκμετάλλευση, έτσι αυτή η ποσοτικοποίηση είναι απλώς ενδεικτική.

*Εύκολο στη χρήση("μη λειτουργική" απαίτηση): Το notation θα πρέπει να είναι εύκολο στη χρήση ώστε να γίνει ένα καθημερινό εργαλείο του σκηνοθέτη. Δηλαδή, ένας συγγραφέας notation συγκεντρώνεται στο νόημα που θα γραφεί στο notation χωρίς να σκέφτεται συνειδητά τις τεχνικότητες της αναπαράστασης. Αντίθετα με άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά του notation που δόθηκαν παραπάνω, «η ευκολία στην χρήση» είναι υποκειμενική: είναι δύσκολο να κρίνει κανείς πόσο εύκολο είναι ένα notation, και σε κάθε περίπτωση αυτό αλλάζει όταν ο χρήστης κερδίζει εμπειρία. Ωστόσο, αν και μπορούμε να επιτρέψουμε πρακτικά στο notation να φανεί κάπως δύσκολο στους πρώτους χρήστες του, ένας σχεδιαστής notation θα πρέπει να κρατάει αυτό το χαρακτηριστικό υπόψιν του ως κύριο μακροπρόθεσμο σκοπό, να αποφεύγει προφανείς δυσκολίες, να παρέχει επιπρόσθετα εργαλεία που σαφώς θα βοηθούν τους νέους χρήστες (πχ ένα εργαλείο που θα προσθέτει, και ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο, κατάλληλα βοηθήματα διαρκούς οπτικοποίησης, αλλά θα πρέπει να παρέχεται παρόλα αυτά στους καινούριους χρήστες), και να εκμεταλλεύονται άμεσα άλλα χαρακτηριστικά του notation ώστε να επιτύχουν ευκολία στη

χρήση καθώς και εκφραστική ισχύ (πχ η «μη ελάχιστη/μοναδική γραφή» είναι πολύ σχετική εδώ, επιτρέποντας στον σκηνοθέτη / συγγραφέα του notation, όποτε είναι απαραίτητο, να επιλέξει μια απλή περιγραφή ιδεών, παρά μια εναλλακτική λύση η οποία πιθανώς να είναι πιο λεπτομερής αλλά ταυτόχρονα μπορεί να είναι και δυσνόητη για τον ίδιο ή ίσως μόνο για τους βοηθούς του).

2.2. Επιθυμητά Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Καλλιτεχνικού Notation Συστήματος

Πλήρως Τυπικά Μοντελοποιημένο: Το notation πρέπει να είναι πλήρως τυποποιημένο σε τεχνικό επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι μια ακριβής, επεξεργάσιμη μέσω μηχανής αναπαράσταση οποιουδήποτε κειμένου δοσμένου σε notation πρέπει να μπορεί να κατασκευάζεται αυτόματα από την εισαγωγή δεδομένων του χρήστη. Η τεχνική απαίτηση είναι πιο αυστηρή σε σχέση με την αντίστοιχη καλλιτεχνική, καθώς η υπολογιστική τυποποίηση είναι πολύ αυστηρή. Η τεχνική τυποποίηση θα είναι πολύ λιγότερο οικονομική και διαισθητική από αυτή που είναι δεκτή από τον ανθρώπινο χρήστη, για αυτό θα απαιτείται μια διαδικασία μετάφρασης από τον καλλιτεχνικό τομέα στο τεχνικό τομέα. Αυτή η μετάφραση θα πρέπει φυσικά να είναι πρακτική στο να οριστεί και να υλοποιηθεί. Ακολουθούμε την στρατηγική να συμπεριλαμβάνουμε νέα στοιχεία στο notation μόνο αφού υλοποιηθούν τεχνικά μέσα σα εργαλεία.. Συνεπώς, ένα νέο notation και τα τεχνικά του εργαλεία μοντελοποίησης και μετάφρασης αναπτύσσονται παράλληλα, βαθμιαία και υπό στενή επίβλεψη· οποιαδήποτε ενδεχόμενα προβλήματα εντοπίζονται γρήγορα και είτε λύνονται είτε όλα μαζί αποφεύγονται με αλλαγή στο σχεδιασμό του notation. Οι υψηλότερου επιπέδου προσδοκίες του notation ταινιών που θέλουμε να τυποποιηθούν είναι: η αναπαράσταση της ποιοτικής σημασιολογίας του notation (η οποία μπορεί να υλοποιηθεί ως οντολογία που συλλαμβάνει σκέψεις που

περιλαμβάνουν το notation μοντέλο, τις σχέσεις τους και τις ιδιότητές τους) και η αναπαράσταση της ποσοτικής σημασιολογίας (η οποία μπορεί να υλοποιηθεί ως γεωμετρική ανάλυση που καθορίζει ακριβώς τις φυσικές/χωρικές μορφές που καθορίζονται από το notation).

Ντετερμινιστική και «αναμφίλεκτη» (unambiguous) γραφή: Το καλλιτεχνικό notation δεν πρέπει να έχει καμία εξάρτηση από την διαίσθηση του αναγνώστη για την εξαγωγή του τυποποιημένου τεχνικού του νοήματος. Αντιθέτως, κάθε κείμενο πρέπει τυπικά να οδηγεί σε μοναδική τεχνική αναπαράσταση. Θα πρέπει να υπάρχει, επίσης, ντετερμινιστική διαδικασία που θα καθορίζει το πως χειριζόμαστε απροσδιόριστες παραμέτρους. Ένα παράδειγμα που αποτυγχάνει να ικανοποιήσει αυτήν την απαίτηση είναι: στο notation του χορού, οι κινήσεις πάντα πρέπει να εκτελούνται με ένα «φυσικό» τρόπο εκτός και αν καθοριστεί ρητά κάποια επιπλέον πολυπλοκότητα, έτσι πχ η ίδια χειρονομία μπορεί να υποδηλώνει, ή μπορεί να μην υποδηλώνει, μια περιστροφή της παλάμης ανάλογα με τα «συμφραζόμενα». Για τους σκοπούς μας, το παράδειγμα που μόλις αναφέρθηκε είναι ανεπιθύμητο: οδηγεί σε notation που δεν μπορεί να αναλυθεί πλήρως σημασιολογικά με λογισμικό (εκτός και αν ήδη έχουμε ένα πάρα πολύ ακριβές μοντέλο γνώσης που περιγράφει πως λειτουργεί το ανθρώπινο σώμα). Αυτή η απαίτηση πρέπει να καθιστά το τυποποιημένο μοντέλο που περιγράφηκε παραπάνω να είναι ικανό όχι μόνο για να υποστηρίζει την μετάφραση ενός πλήρως λεπτομερούς κειμένου καλλιτεχνικού notation σε μια τεχνική αναπαράσταση με μια μηχανική

διαδικασία, αλλά επίσης να συμπληρώνει ένα ελλειπτικό κείμενο notation σύμφωνα με μια προκαθορισμένη λογική διαδικασία (ή να εντοπίζει αμφισημίες που προκύπτουν από λανθασμένη χρήση του notation και να αναφέρει το λάθος στον χρήστη). Σημειώνεται ότι στην πράξη, κάποιες πλευρές της σημασιολογίας του notation θα καθοριστούν από το τι μπορεί να υλοποιηθεί με λογισμικό: για παράδειγμα, οι τεχνικές δυνατότητες μοντελοποίησης της κατάστασης και των ενεργειών ενός ηθοποιού θα σχηματίσουν τις βάσεις για το ποιες περιγραφές μπορούν να εκτεθούν στον χρήστη μέσω ενός notation για την καταγραφή της δράσης αυτής (αυτό δεν είναι τόσο περιοριστικό όσο μπορεί να ακούγεται, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, στην περεταίρω συζήτηση του παρόντος χαρακτηριστικού).

Αλγοριθμικά Επιλύσιμος / Υπολογιστικά Αποδοτικός: Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσουμε προκειμένου να μεταγλωττίσουμε το καλλιτεχνικό notation σε τεχνικό μοντέλο, και να αναλύσουμε υπολογιστικά αυτό το γενικό τεχνικό μοντέλο σε μια λεπτομερή σημασιολογική και/ή γεωμετρική αναπαράσταση, πρέπει να είναι αλγοριθμικά επιλύσιμη, και, στην πράξη, υπολογιστικά αποδοτική σε επαρκή βαθμό ώστε να είναι πρακτική η επαγγελματική χρήση εργαλείων λογισμικού βασισμένο στο notation. Έτσι, τα μοντέλα σημασιολογίας που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι αλγοριθμικά επιλύσιμα, οι γεωμετρικές συνθήκες πρέπει να είναι επιλύσιμες χρησιμοποιώντας αποδοτικούς αλγορίθμους κτλ. Αυτό είναι μια πρακτική απαίτηση, πχ δεν είναι αρκετό οι αλγόριθμοι να είναι επιλύσιμοι σε θεωρητικό επίπεδο αλλά στην πράξη να είναι απελπιστικά αργοί στην

εκτέλεση –μάλλον, το notation θα πρέπει να υποστηρίζει χρήσιμα εργαλεία που θα εκτελούνται σε υπολογιστές που είναι κανονικά διαθέσιμοι στους επαγγελματίες χρήστες των εργαλείων.

Πλήρης: Τα εργαλεία λογισμικού βασιζόμενα στο notation πρέπει να είναι ικανά να παράγουν αντικειμενικά πλήρη αποτελέσματα. Για παράδειγμα, για την αυτόματη δημιουργία προ-απεικόνισης/storyboard σε μορφή κινουμένων σχεδίων (animation), το notation πρέπει να αντιστοιχεί σε ένα τεχνικό μοντέλο το οποίο θα είναι επαρκώς λεπτομερές και συγκεκριμένο ώστε να μπορεί να υπολογιστεί το μοναδικό και «σωστό» animation το οποίο απεικονίζει το περιγραφόμενο περιεχόμενο. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι πολλά ζητήματα καλλιτεχνικής ερμηνείας δεν είναι αντικείμενο καταγραφής μέσω του notation, καθώς τα εργαλεία γενικά έχουν ως σκοπό την οπτικοποίηση των ιδεών του σκηνοθέτη, οι οποίες ιδέες, με τη σειρά τους, αποτελούν καλλιτεχνική διεύθυνση της κινηματογραφικής παραγωγής μέσα στην οποία υπάρχουν και πολλές άλλες δημιουργικές δυνάμεις, όπως η ανεξάρτητη δημιουργικότητα του ηθοποιού. Για παράδειγμα, εάν η οπτικοποίηση της κίνησης της κάμερας ήταν η μόνη απαίτηση για ένα εργαλείο, οι ηθοποιοί μέσα στο animation θα μπορούσαν να εμφανίζονταν ως ακίνητες φιγούρες ή απλοί σκελετοί (stick figures). Παρόλα αυτά, ένας πλήρης ορισμός της κίνησης της κάμερας πρέπει να καταγράφεται στο notation.

Προοδευτικά Χρήσιμος: Είναι σημαντικό το ότι δεν αναμένουμε ένα νέο καλλιτεχνικό σύστημα notation να ωριμάσει πλήρως προτού γίνει

κάποιας πρακτικής χρησιμότητας. Ένα πραγματικά επιτυχημένο notation δεν παύει ποτέ να εξελίσσεται, και, από την μεριά της καλλιτεχνικής κοινότητας, μπορεί λογικά να πάρει αιώνες (κυριολεκτικά) μέχρι μια εκτενής εμπειρία να μας επιτρέψει να τυποποιήσουμε το σύστημα ως πλήρες και τέλειο και να πάψουμε να το αλλάζουμε. Ωστόσο, είναι προφανές ότι το notation θα πρέπει να είναι χρήσιμο πολύ πριν να μπορεί να θεωρηθεί με αυτοπεποίθηση ώριμο ή να προτυποποιηθεί τόσο ώστε να μην επιτρέπεται να γίνονται αλλαγές. Ιστορικά, τα συστήματα καταγραφής μουσικής και χορού δεν θα είχαν κάνει ποτέ πρόοδο αν οι αρχικές μορφές τους, που φαίνονται ανεπαρκείς από τα σημερινά πρότυπα, δεν ήταν χρήσιμες όταν εφευρέθηκαν. Όταν δημιουργείται ένα notation στη σύγχρονη εποχή, με επίγνωση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας, χρειαζόμαστε εργαλεία λογισμικού βασιζόμενα στο notation τα οποία θα είναι ικανά να προσφέρουν σημαντική βοήθεια στον σκηνοθέτη από πολύ νωρίς. Για αυτό συχνά θα σκεφτόμαστε παραδείγματα εφαρμογών όπως το να χρησιμοποιούμε “προ-απεικονίσεις σε κινούμενα σχέδια για να βοηθήσουμε στην οργάνωση της παραγωγής ενός διαφημιστικού σποτ τηλεόρασης προτού πάμε στο στούντιο για τα γυρίσματα”, παρά να “αναλύσουμε τις δραματικές απαιτήσεις ενός ρόλου για να βοηθήσουμε τον σκηνοθέτη/παραγωγό να προσλάβει κατάλληλους ηθοποιούς”: μπορούμε ρεαλιστικά να έχουμε ως σκοπό να προσφέρουμε την πρώτη εφαρμογή, ενώ η δεύτερη αποτελεί πολύ μεγαλύτερη πρόκληση. Η εξοικονόμηση χρημάτων σε οποιαδήποτε βιομηχανία – όπως οι σύντομες παραγωγές τηλεόρασης - θα δημιουργήσει την κρίσιμη μάζα που μπορεί να

υποστηρίξει την περαιτέρω ανάπτυξη πιο προηγμένων εργαλείων καθώς και του ίδιου του notation.

2.3. Ανάγκες του χρήστη για το DirectorNotation

Σε επίπεδο γραφής: Το καλλιτεχνικό notation, ακόμα και χωρίς κάποια τεχνολογική υποστήριξη, είναι πολύ σημαντικό στον καλλιτεχνικό τομέα. Βοηθάει τους καλλιτέχνες στο να μορφοποιούν τις δημιουργικές τους ιδέες, που είναι σημαντικό κομμάτι της δημιουργικής διαδικασίας. Η αφαίρεση, τυποποίηση και οικονομία στην περιγραφή απαιτούν από τον σκηνοθέτη/συγγραφέα να καθορίσει ξεκάθαρα τα σημαντικά χαρακτηριστικά της προτιθέμενης «εκτέλεσης»/παραγωγής. Έτσι, η δραστηριότητα του γραψίματος σε notation βοηθάει τον συγγραφέα να καταλάβει καλύτερα την παραγωγή που δημιουργείται. Το notation ομοίως βοηθάει την μελέτη κινηματογραφικών έργων που έχουν ήδη δημιουργηθεί από άλλους εστιάζοντας την προσοχή στο δημιουργικό σχέδιο που προηγείται της πρακτικής υλοποίησης, δηλαδή της παραγωγής. Πρόσθετα οφέλη περιλαμβάνουν την σαφήνεια περιγραφής για σκοπούς διδασκαλίας, την δυνατότητα να καταγράφονται επινοήσεις και ιδιωματισμοί ως πνευματική ιδιοκτησία ξέχωρα από τα ειδικά μέσα με τα οποία παράγονται, την ικανότητα των κριτικών να βασίζουν τις απόψεις τους και τις συγκρίσεις τους σε τυποποιημένα δεδομένα, και την δυνατότητα γραπτής έκδοσης της περιγραφής μιας παραγωγής από τον δημιουργό της. Τέλος, υπάρχει θεμελιώδης αλληλεπίδραση της ανθρώπινης γνώσης με την γλώσσα στην οποία εκφράζεται. Ενώ η υπόθεση ότι η γλώσσα καθορίζει πλήρως την σκέψη είναι αφελής, υπερβολική και παραπλανητική, σήμερα είναι γενικά

αποδεκτό ότι σίγουρα υπάρχει μια *αλληλεπίδραση* ανάμεσα στους μηχανισμούς σκέψης και στους μηχανισμούς γλώσσας. Αναμένεται επομένως ότι μια επιτυχημένη νέα γλώσσα για την περιγραφή ταινιών θα ωθήσει την ανάπτυξη στην διαδικασία σκέψης της καλλιτεχνικής δημιουργίας για αυτήν την μορφή τέχνης.

Ωστόσο, η επίτευξη όλων αυτών για τον κινηματογράφο μέσω DirectorNotation είναι ένας πολύ μακροπρόθεσμος σκοπός. Ένα σύστημα notation θα πρέπει φτάσει σε προχωρημένο επίπεδο τελειότητας και να είναι ευρέως αποδεκτό από τους σκηνοθέτες και τους συνεργάτες τους, προτού, να μπορεί να επιτευχθεί πλήρως σε καλλιτεχνικό επίπεδο το παραπάνω όραμα. Αυτό θα απαιτήσει πολλή δουλειά και από τους δημιουργούς του notation και από τους χρήστες του. Ωστόσο, τέτοια εκτενής αφοσίωση δεν μπορεί να παρακινηθεί εκ των προτέρων από μακροπρόθεσμες υποσχέσεις. Η σημειογραφία της μουσικής και του χορού αναπτύχθηκαν αρχικά απλώς λόγω της ανάγκης να επαναληφθούν παραστάσεις με ακρίβεια, μια ανάγκη που δεν υπάρχει στην περίπτωση του κινηματογράφου. Συμπεραίνουμε ότι ένα σύστημα notation ταινιών που γράφεται σε χαρτί αλλά δεν χρησιμοποιεί υποστήριξη εργαλείων υπολογιστών δεν μπορεί ποτέ να είναι επιτυχές. Το DirectorNotation σκοπεύει να προσφέρει στους Σκηνοθέτες ισχυρή τεχνολογική υποστήριξη, προτού ακόμα το ίδιο το notation αναπτυχθεί πλήρως, προσφέροντας χρήσιμα εργαλεία πολύ πριν επιτευχθούν οι βαθύτεροι καλλιτεχνικοί του σκοποί. Στην πράξη, περιμένουμε τα καλλιτεχνικά οφέλη να αυξηθούν βαθμιαία ως απόρροια της εξάπλωσης του

notation, και το ίδιο το notation να βελτιώνεται σταδιακά ως τρόπος αναπαράστασης.

Οπτικοποίηση του Δημιουργικού Σχεδιασμού: Η παραγωγή ταινιών είναι μια πολύπλοκη, ομαδική εργασία, η οποία είναι πολύ χρονοβόρα και ακριβή. Αν ο σχεδιασμός μιας παραγωγής μπορούσε να γίνει πιο αποτελεσματικός, τότε θα επιτυγχανόταν τεράστια μείωση του κόστους. Καθώς η κινηματογράφηση είναι μια καλλιτεχνική, δημιουργική διαδικασία, τέτοιος σχεδιασμός περιλαμβάνει την κατανόηση για το πως θα επιτευχθούν καλύτερα τα επιθυμητά δημιουργικά αποτελέσματα. Τα μέχρι τώρα εργαλεία είναι συχνά πολύ χρήσιμα αλλά υπάρχει ξεκάθαρα πολύς χώρος για βελτίωση. Για παράδειγμα, το σενάριο μπορεί να είναι αποτελεσματικό στο να περιγράφει λεπτομερείς ενέργειες της κάμερας (πχ «δείξε το γεγονός Χ να συμβαίνει, μετά μετακινήσου να δείξεις το σκηνικό στοιχείο Υ, μετά μετακινήσου πίσω στη σκηνή όπου το γεγονός Ζ συμβαίνει»), αλλά είναι συχνά λιγότερο επιτυχημένο στο να εξηγεί πως θα επιτευχθούν συναισθηματικά γεγονότα (πχ «καδράρισε το συμβάν Χ ώστε να τονιστεί το συναίσθημα Υ»-αλλά πώς;). Τα «storyboards» είναι χρήσιμα σε πολλές περιπτώσεις, αλλά παραμένουν απλώς σκίτσα: είναι αδύναμα στο να παρουσιάζουν περίπλοκες ενέργειες, και στερούνται της αφαίρεσης, τυποποίησης και οικονομίας που αναφέρθηκε παραπάνω[2]. Είναι ένα πραγματικό, πρακτικό και συχνό πρόβλημα το γεγονός ότι οι Σκηνοθέτες

[2] Τα storyboards είναι *στυλιζαρισμένα* σκίτσα, έτσι, μερικώς, κατέχουν αυτά τα χαρακτηριστικά, αλλά όχι σε επίπεδο συγκρίσιμο με το notation

συχνά χρειάζονται να πειραματιστούν κατά τη διάρκεια της παραγωγής ώστε να βελτιώσουν τον δικό τους δημιουργικό σχεδιασμό.

Μια σχετικά πρόσφατη εναλλακτική στα παραδοσιακά storyboards είναι η χρήση κινουμένων σχεδίων (που αναφέρονται ως "animated previsualisations", "animatics", ή απλώς "animated storyboards"). Μια ταινία οπτικοποιείται χρησιμοποιώντας πρόχειρα κινούμενα σχέδια αντί για το παραδοσιακό σκίτσο (storyboard). Οι βαθύτεροι καλλιτεχνικοί περιορισμοί παραμένουν (έλλειψη αφαίρεσης, κτλ) και το υψηλό κόστος αυτής της λύσης οδηγεί σε παραγωγές υψηλού προϋπολογισμού. Παρόλα αυτά, ένα κινούμενο σχέδιο είναι συχνά πολύ καλύτερο για την οπτικοποίηση μιας ταινίας παρά ένα απλό σχέδιο: χρησιμοποιώντας το ίδιο μέσο (την «κινούμενη εικόνα») και για τον σχεδιασμό και για την παραγωγή μειώνει τις απαιτούμενες εικασίες και διαισθήσεις, οδηγώντας σε μια καλύτερη κατανόηση της απαραίτητης για την επίτευξη του δημιουργικού αποτελέσματος διαδικασίας παραγωγής. Υπάρχει ένα σαφές πλεονέκτημα: η πιο ξεκάθαρη και άμεση αντιστοιχία μεταξύ της προσομοίωσης και του επιθυμητού αποτελέσματος.

Ένα εργαλείο που θα επέτρεπε σε ένα Σκηνοθέτη (ή σε ένα βοηθό) να παράγει τέτοια κινούμενα σχέδια (animated storyboards) σε χαμηλό κόστος θα ήταν άμεσης πρακτικής αξίας. Ένα notation που επιτυχώς ικανοποιεί τις καλλιτεχνικές και τεχνικές απαιτήσεις που δόθηκαν παραπάνω μπορεί, εξ» ορισμού, να προσφέρει ένα τέτοιο εργαλείο. Σε καλλιτεχνικό επίπεδο, το notation είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να περιγράφονται

δημιουργικές ιδέες, και η οικονομία ειδικότερα σημαίνει ότι αυτή η διαδικασία είναι αποδοτική καθώς επίσης και καλλιτεχνικά αξιόλογη. Σε τεχνικό επίπεδο, το notation είναι μια πλήρης διαδικασία καταγραφής ενός μηχανικά επεξεργάσιμου τεχνικού μοντέλου, και η πληρότητα ειδικότερα σημαίνει ότι το notation είναι περιγραφικό αρκετά ώστε ένα σενάριο κινούμενων σχεδίων να είναι άμεσο παράγωγο των δεδομένων που εισάγει ο χρήστης. Θεωρούμε ότι κατάλληλο γραφικό υλικό (πχ 3D μοντέλα για ηθοποιούς και περιβάλλοντα) είναι διαθέσιμο να χρησιμοποιηθεί στο παραγόμενο animation σενάριο. Καθώς ο σκοπός είναι η οπτικοποίηση (παρά η δημιουργία animations ποιότητας παραγωγής), μόνο επαρκής πληροφορία χρειάζεται να παρουσιάζεται στο αυτόματα παραγόμενο animation έτσι ώστε να αποδοθεί οπτικά η προτιθέμενη δημιουργική σύλληψη. Για παράδειγμα, εάν στο σενάριο ο χώρος είναι ασήμαντος, ένα άδειο δωμάτιο θα μπορούσε να είναι το μόνο 3D περιβάλλον που χρειάζεται, ενώ εάν μια ιστορία σχεδιάζεται ώστε η αλληλεπίδραση με ένα πολύπλοκο περιβάλλον να έχει καθοριστική σημασία για την δράση του έργου, τότε θα απαιτείται ένα πολύ πιο λεπτομερές 3D μοντέλο. Ομοίως, προηγμένα συστήματα «εικονικού ανθρώπου» θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για να δημιουργήσουν ρεαλιστικές προ-απεικονήσεις της προτιθέμενης ερμηνείας του ηθοποιού, αλλά τέτοια λεπτομέρεια δεν είναι σε καμία περίπτωση απαραίτητη. Μάλλον, γενικής χρήσης 3D μοντέλα χαρακτήρα όπως αυτά στα ηλεκτρονικά παιχνίδια μπορούν να αναπαριστούν πολλές βασικές ενέργειες των ηθοποιών, πχ κίνηση στο χώρο, απλή αλληλεπίδραση με αντικείμενα όπως να σηκώσει

κάτι, η κατεύθυνση που κοιτάει ο ηθοποιός κτλ. Λίγες τυπωμένες λέξεις μπορούν να προβάλλονται πάνω από τέτοια μοντέλα χαρακτήρα μέσα στον 3D χώρο του animation, παρέχοντας πληροφορία που δεν μπορεί να απεικονιστεί άμεσα στο 3D περιεχόμενο, για παράδειγμα ενδείξεις ότι ο ηθοποιός κλαίει, είναι ταραγμένος, ή κινείται με αδεξιότητα. Το παραγόμενο αποτέλεσμα είναι χρήσιμο για να δίνει στους ηθοποιούς και τους άλλους συντελεστές της παραγωγής τα κύρια σημεία της απαιτούμενης ερμηνείας αλλά αφήνοντας και τα κατάλληλα ζητήματα ερμηνείας ανοιχτά. Έτσι, συζητάμε για ένα εμπορικό προϊόν το οποίο μπορεί να γίνει αμέσως ανταγωνιστικό και μπορεί να υλοποιηθεί με σχετικά μέτρια βιομηχανική προσπάθεια καθώς η έρευνα που προτείνουμε επιτυγχάνει επαρκή κάλυψη κινηματογραφικών ζητημάτων (πχ ηθοποιία, φωτισμό, μοντάζ) και τομέων εφαρμογής (πχ σύγχρονων εσωτερικών σκηνών).Φυσικά, αξιοσημείωτο πλεονέκτημα για έναν Σκηνοθέτη που χρησιμοποιεί εργαλεία βασισμένα στο notation είναι το ότι η αποδοτική σε κόστος παραγωγή οπτικοποιήσεων γίνεται ένα πρακτικό κίνητρο για χρήση του notation - ενώ αυτή η χρήση συνεπάγεται όλα τα καλλιτεχνικά πλεονεκτήματα που συζητήθηκαν παραπάνω.

Σημειώνεται ότι, ενώ σήμερα οι «animated» προ-απεικονίσεις χρησιμοποιούνται μόνο από μεγάλες και πολύ ακριβές παραγωγές, στην πράξη πολλοί Σκηνοθέτες από πολλά πεδία της κινηματογραφικής παραγωγής θα είχαν ωφέλεια αν μπορούσαν να τα παράγουν οικονομικά. Για παράδειγμα, συζητώντας για το DirectorNotation με μια τοπική εταιρία

παραγωγής με ειδικευόμενη περιοχή την διαφήμιση σε τηλεόραση, ανακαλύψαμε ότι μια κύρια απαίτηση για τέτοιες εταιρίες είναι συχνά η συμφωνία με τον πελάτη για το τί μπορεί να προβληθεί στον διαθέσιμο και συχνά πάρα πολύ αυστηρά περιορισμένο χρόνο. Ακόμα και πολύ απλά animations θα βοηθούσαν στο να αποφευχθούν πολλές διαφωνίες. Ένα τυπικό παράδειγμα προβλήματος είναι ότι ο πελάτης ζητά να υπάρχει σε ένα διαφημιστικό ένα «χαλαρό» ή «άνετο» συναίσθημα και να προβάλλεται επίσης μια (σχετικά) πολύπλοκη ιστορία. Ακόμα και ένα πολύ απλό animation μπορεί να δείξει ότι σε ένα χρονικό διάστημα π.χ. 30 δευτερολέπτων, για να προβληθούν όλα τα στοιχεία της σύνθετης ιστορίας, το αποτέλεσμα θα έχει αναγκαία ένα βεβιασμένο συναίσθημα. Ωστόσο, η πρόσληψη ενός animator για αυτή τη δουλειά είναι πολύ πιο ακριβή. Η αυτόματη παραγωγή ενός γραφικά απλού, σχηματικού animation από την είσοδο χρήστη η οποία δίνεται σε καλλιτεχνικό notation είναι συνεπώς πολύ επιθυμητή λύση.

Καταγραφή «μετα»-δεδομένων (metadata) στο στάδιο preproduction:

Το τεχνικό μέρος της παραγωγής και της μετέπειτα επεξεργασίας εικόνας (post-production) πρέπει να σχεδιαστεί, διευθυνθεί και εκτελεστεί σύμφωνα με τις προθέσεις του σκηνοθέτη. Παρόλα αυτά, σήμερα, οι ιδέες του σκηνοθέτη δεν καταγράφονται (παρά μόνο εμμέσως και ατελώς, στο ίδιο το μαγνητοσκοπημένο υλικό, ή εν μέρει, σε βοηθητικό υλικό όπως τα storyboards). Συνεπώς, ο Σκηνοθέτης αναγκάζεται να έχει βοηθητικό προσωπικό που εκτελεί διάφορες τεχνικές εργασίες, λαμβάνοντας από αυτόν

προφορικές οδηγίες. Για παράδειγμα, στην επεξεργασία εικόνας, ο Σκηνοθέτης δίνει οδηγίες όπως στο εξής παράδειγμα: έστω ότι σε ένα πλάνο η κάμερα ακολουθεί μία ηθοποιό από πίσω, και κάθε λίγο κινείται γρήγορα μερικές στιγμές, πλησιάζοντάς την. Η σκηνή πρέπει να έχει ελαφρώς ζεστά χρώματα αρχικώς, μα σε κάθε ξαφνική προσέγγιση της κάμερας, το χρώμα πρέπει να γίνει κάπως πιο κρύο. Δεν υπάρχει άλλη επιλογή σήμερα από την «χειροκίνητη» αναζήτηση στο ανεπεξέργαστο υλικό κατά την διάρκεια της επεξεργασίας εικόνας, όπου ένας τεχνικός «βρίσκει» και «σημειώνει» τα σημεία στο φιλμ στα οποία θα συμβούν οι επιθυμητές μεταβάσεις. Ένα notation που επιτρέπει σε ένα Σκηνοθέτη να περιγράψει το περιεχόμενο της ταινίας στην προ-παραγωγή (pre-production) με ένα τρόπο που τα τεχνικά μετα-δεδομένα μπορούν να εξαχθούν και να ξαναχρησιμοποιηθούν αυτόματα θα επέτρεπε την αυτοματοποίηση πολλών τέτοιων εργασιών. Στην πραγματικότητα, οι μετατροπές της επεξεργασίας εικόνας θα πρέπει οι ίδιες να υποστηριχθούν από το notation, έτσι ώστε ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής να μπορεί να περιγραφεί καλλιτεχνικά και, όποτε είναι επιθυμητό, να αυτοματοποιηθεί τεχνικά. Σημειώστε ότι ο «συγχρονισμός» μεταξύ του σχεδιασμού που γίνεται στην προ-παραγωγή και του πραγματικού αποτελέσματος παραγωγής χρειάζεται να επιτευχθεί πριν το παράδειγμα της επεξεργασίας εικόνας που αναφέρθηκε παραπάνω μπορεί να υλοποιηθεί. Το notation που έχει γραφεί από το σκηνοθέτη πρέπει να ενημερωθεί για να ταιριάζει επακριβώς με το κινηματογραφημένο υλικό (τουλάχιστον, για επιτυχημένες λήψεις). Αυτή η εργασία μπορεί να εφαρμοσθεί χειροκίνητα,

αλλά θα απαιτούσε αρκετή προσπάθεια από ένα βοηθό Σκηνοθέτη. Η αυτοματοποίησή της απαιτεί αλγόριθμους ευφυούς επεξεργασίας περιεχομένου, οι οποίοι είναι θεωρητικά εφικτοί, είναι όμως πέρα από το πεδίο της παρούσας εργασίας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετοί τεχνοκράτες από τον χώρο του κινηματογράφου με τους οποίους δουλέψαμε ενδιαφέρονται για τις δυνατότητες που έχει το DirectorNotation να δώσει κίνητρα σε ένα Σκηνοθέτη να τους παρέχει πλήρη τεχνικά δεδομένα χωρίς να αναγκαστεί ο ίδιος να σκεφτεί τεχνικά. Το ανωτέρω παράδειγμα επεξεργασίας εικόνας είναι αντιπροσωπευτικό τέτοιου ενδιαφέροντος. Επίσης, οδηγεί σε μια αμέσου χρησιμότητας εφαρμογή με μεγάλη δυνατότητα βραχυπρόθεσμης βιομηχανικής εκμετάλλευσης, έτσι είναι μια από τις παρούσες βραχυπρόθεσμες προτεραιότητες για την πρακτική αξιοποίηση της έρευνάς μας. Μετα-δεδομένα που περιγράφουν το περιεχόμενο μιας ταινίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για πλήθος άλλες εφαρμογές, όπως αναζήτηση με βάση το περιεχόμενο σε βάσεις δεδομένων ταινιών ή στο διαδίκτυο, τεχνικές μηχανικής εκμάθησης για την αυτοματοποίηση σκηνοθετικών εργασιών/μεθόδων, και άλλα.

2.4. Σχετική Έρευνα και Τεχνολογικό Υπόβαθρο

Το DirectorNotation συνδυάζει εφαρμογές, τεχνολογίες και θεωρητική καλλιτεχνική θεώρηση με ένα τρόπο που είναι μοναδικός και πρωτότυπος. Η τέχνη και η τεχνολογία ενισχύουν η μία την άλλη παρά να εμποδίζουν η μία την άλλη. Η προτεραιότητά μας σε αυτήν την υποενότητα είναι να αντιπαραβάλλουμε την καινοτομία και την πολύπλευρη φύση του DirectorNotation με τους περιορισμούς των σχετιζόμενων προηγουμένων τεχνολογιών και θεωριών. Λεπτομέρειες υλοποίησης θα εξετάσουμε αργότερα. Εδώ εξηγούμε τις διαφορές της προσέγγισής μας με την πιο παρόμοια έρευνα και τεχνολογία που είναι διαθέσιμη την τρέχουσα χρονική στιγμή, και επίσης λαμβάνουμε υπόψιν μας σημαντικές συνεργίες που μπορούν να αξιοποιηθούν κερδοφόρα όταν η δουλειά μας ενοποιείται με άλλες τεχνικές.

Κάποιες προσπάθειες έχουν γίνει για να επιτρέψουν στο λογισμικό να μιμηθεί την ικανότητα του ανθρώπου-Σκηνοθέτη να συνθέσει μια εκφραστική ή αισθητικά άρτια ταινία από ένα σώμα υλικού (δηλαδή να μιμηθεί την ανθρώπινη ικανότητα του μοντάζ), ή να δημιουργήσει εντελώς νέο κινηματογραφικό περιεχόμενο καθοδηγώντας μια μηχανή animation (μιμούμενο ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής ταινίας). Από την δική μας σκοπιά, υπάρχουν δύο διακριτές παράμετροι στις τεχνικές λύσεις που χρησιμοποιούνται από τέτοια συστήματα. Πρώτον, τα εργαλεία αυτά πρέπει

να δημιουργήσουν μοντέλα με την «γνώση» του Σκηνοθέτη προκειμένου να την μιμηθούν. Αν και τα εργαλεία που βασίζονται στο notation (notation-enabled tools) δεν προσπαθούν νε πετύχουν τέτοια μίμηση, υπάρχει τεχνικός συσχετισμός: η δημιουργία ευφυούς τεχνικού μοντέλου της καλλιτεχνικής γλώσσας με την οποία εκφράζεται ο χρήστης είναι μία παρόμοια πρόκληση. Δεύτερον, όταν σκηνοθετικές αποφάσεις έχουν γίνει από τέτοια εργαλεία μίμησης της σκηνοθετικής ικανότητας, πρέπει να παραχθεί το «συνθετικό» κινηματογραφικό υλικό. Αυτό είναι παρόμοιο με την εφαρμογή οπτικοποίησης (visualisation) του DirectorNotation. Αξίζει να σημειώσουμε ότι τέτοια εργαλεία προσπαθούν να αντικαταστήσουν ολοκληρωτικά τον Σκηνοθέτη και επομένως δεν έχουν καμία χρήση ως εργαλείο για έναν πραγματικό Σκηνοθέτη. Ανάμεσά τους, περισσότερο ενδιαφέροντα κατά τη γνώμη μας είναι τα εργαλεία που επιχειρούν να μιμηθούν την ικανότητα του Σκηνοθέτη σε ένα περιβάλλον που ο άνθρωπος δεν θα μπορούσε να δουλέψει πχ για την αυτόματη παραγωγή διαδραστικών εμπειριών μέσα σε εικονικά περιβάλλοντα.

Η σημασιολογική *μοντελοποίηση* ταινιών (semantic modelling of film) που συζητήθηκε παραπάνω αξίζει να συγκριθεί με μεθόδους για την σημασιολογική *περιγραφή* ταινιών (semantically annotating film). Μπορούμε εδώ να ονομάσουμε το MPEG-7, το βασικό *πλαίσιο* σε αυτήν την περιοχή, ως χαρακτηριστική τεχνολογία στον τομέα της σημασιολογικής περιγραφής πολυμέσων. Το DirectorNotation είναι μια περιγραφή «στον χώρο-πηγή» (source domain) του έργου· περιγράφει την δράση που κινηματογραφείται

και τον τρόπο κινηματογράφησης, όχι το κινηματογραφημένο αποτέλεσμα. Οι υπάρχουσες μέθοδοι περιγραφής μιας έτοιμης ταινίας επιτρέπουν την υποστήριξη συγκεκριμένων τύπων συλλογισμού (π.χ. για την εξεύρεση σκηνών που πληρούν κάποιες προϋποθέσεις), αλλά δεν έχουν εφαρμογή στον σχεδιασμό μιας ταινίας που δεν έχει ακόμα παραχθεί. Το γεγονός ότι το DirectorNotation συλλαμβάνει την δημιουργική δομή των ταινιών το κάνει πολύτιμο για ανάλυση, κατανόηση, σχεδιασμό, επικοινωνία και παραγωγή περιεχομένου, ενώ μέθοδοι για την περιγραφή υπάρχοντος υλικού πολυμέσων είναι πολύτιμα για διαχείριση, αναζήτηση, επαναχρησιμοποίηση ή εξόρυξη περιεχομένου.

Σχετικό θέμα είναι επίσης η παραδοσιακή μεθοδολογία για τη δημιουργία νέου πολυμεσικού υλικού. Το DirectorNotation χρειάζεται να υποστηρίζεται από εργαλεία οπτικοποίησης βασιζόμενα σε 3D γραφικά. Πολλά εργαλεία υπάρχουν για να δημιουργήσουν animated γραφικά, για παράδειγμα εμπορικά πακέτα όπως Alias Maya και Autodesk 3D Studio Max. Επιφανειακά μπορεί τα πακέτα αυτά να φαίνονται όμοια με το DirectorNotation: πρέπει να χρησιμοποιούν μια αναπαράσταση του τί «συμβαίνει» στον «κόσμο» που απεικονίζεται στην ταινία, καθώς και στην διαδικασία δημιουργίας της (animated) ταινίας (π.χ. πως η εικονική κάμερα κινηματογραφεί τους εικονικούς ηθοποιούς). Ωστόσο, αν μια τέτοια αναπαράσταση είναι ένα μοντέλο για το περιεχόμενο ταινίας, τότε το DirectorNotation είναι ένα μετα-μοντέλο. Ένα animation εργαλείο δημιουργεί μια τεχνική αναπαράσταση για κάθε λεπτομέρεια του

περιεχομένου που δημιουργείται. Η αναπαράσταση αυτή, στην εσωτερική μορφή της, θα ήταν ακατανόητη ακόμα και στους τεχνικούς που την δημιούργησαν, ενώ η καλλιτεχνική σύλληψη της δομής του περιεχομένου δεν καταγράφεται στην αναπαράσταση αυτή καθόλου. Σημαντικό είναι το ότι τέτοια εργαλεία είναι, γενικώς, διαδραστικά: ο χρήστης δεν καθορίζει μια σύλληψη, αλλά διαδραστικά δημιουργεί ένα τελικό προϊόν. Η θεώρηση της σχέσης μοντέλο-μεταμοντέλο είναι χρήσιμη, καθώς δείχνει ότι οι δύο αυτές τεχνολογίες δεν ανταγωνίζονται. Στο DirectorNotation, ο καλλιτέχνης γράφει το περιεχόμενο της ταινίας σε υψηλό επίπεδο, κοντά στη δική του σύλληψη «νοήματος» και «πρόθεσης». Καθώς το DirectorNotation είναι μια αυτομάτως-επεξεργάσιμη αναπαράσταση, είναι σημαντικό να παράγουμε ένα μοντέλο από το μετα-μοντέλο. Αυτό επιτρέπει την περιγραφή που δίνει ο χρήστης σε DirectorNotation να μετατραπεί σε, ας πούμε, ένα πρόγραμμα MEL (Maya) ή Maxscript (3D Studio Max), δηλαδή σε ένα αυτόματα δημιουργημένο animation[3].

Τέλικώς, το DirectorNotation έλαβε αξιοσημείωτη έμπνευση από υπάρχουσες καλλιτεχνικές μεθόδους notation, από τους χώρους της μουσικής και του χορού. Το σύστημα που περισσότερο ενέπνευσε την δουλειά μας είναι το Labanotation, το ισχυρότερο πρότυπο notation χορού στον κόσμο σήμερα. Το DirectorNotation έχει δανειστεί κάποια σχήματα της απεικόνισης

[3] Αυτός είναι απλώς ένας πιθανός μηχανισμός δημιουργίας περιεχομένου. Χρησιμοποιώντας το DirectorNotation για να «οδηγήσουμε» μια μηχανή παιχνιδιού είναι ένα παράδειγμα μιας εναλλακτικής λύσης

του Labanotation (πχ τα σύμβολα δράσης αντλήθηκαν από το Labanotation). Το Labanotation είναι ένα σύστημα για την ανάλυση και την καταγραφή ανθρώπινης κίνησης· ικανοποιεί θαυμάσια τις απαιτήσεις του καλλιτεχνικού notation, αλλά σχεδιάστηκε πριν τους υπολογιστές και είναι σχεδόν το ίδιο δύσκολο να επεξεργαστεί αυτομάτως από λογισμικό όσο είναι η φυσική γλώσσα, αν και αρχική δουλεία υποδεικνύει ότι προσεκτικά επιλεγμένα υποσύνολα του Labanotation μπορούν να αντιμετωπιστούν επιτυχώς. Το κύριο πρόβλημα που εμποδίζει την μηχανή ανάλυση και επεξεργασία της πλήρους γλώσσας Labanotation είναι ότι βασίζεται στην ανθρώπινη διαίσθηση που αφορά το ανθρώπινο σώμα, έτσι, για παράδειγμα, η κατανόηση ενός κειμένου Labanotation συχνά απαιτεί την επιλογή κινήσεων που είναι πιο φυσικές για να τις εκτελέσει το ανθρώπινο σώμα. Επίσης, το Labanotation σκοπό έχει να καταγράφει την κίνηση του σώματος, όχι την δομή μιας ταινίας: δεν μπορεί να περιγράψει την κίνηση της κάμερας ή τον φωτισμό. Επίσης, ακόμα και ως προς την ανθρώπινη κίνηση, υπάρχουν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στην κίνηση του ηθοποιού και την κίνηση του χορευτή.

3. ΣΗΜΕΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ DIRECTORNOTATION: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ

Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζουμε και περιγράφουμε το DirectorNotation, το λεξιλόγιό του, την γραμματική και την σύνταξη. Συγκεντρωνόμαστε αποκλειστικά στην κινηματογραφία (camerawork) που είναι η βάση για όλο το υπόλοιπο notation του οποίου η πλήρης υλοποίηση αποτελεί για την ομάδα μας στόχο δεκαετίας. Υποθέτουμε ότι κατάλληλο notation είναι διαθέσιμο για την περιγραφή των ηθοποιών (όπως επίσης και για άλλα θέματα, πχ φωτισμός), διότι ορίζουμε εδώ notation με σημασιολογία που αναφέρεται σε χαρακτηριστικά αυτών των άλλων τομέων της διαδικασίας της κινηματογράφησης (πχ δίνουμε τον τρόπο να γράψουμε ότι ο προσανατολισμός της κάμερας στο χώρο είναι αντίθετος από την κατεύθυνση στην οποία κοιτάει ο ηθοποιός, ωστόσο, εδώ, δεν δίνουμε notation που περιγράφει πού κοιτάει ο ηθοποιός). Για την κατανόηση της περιγραφής σε DirectorNotation της κινηματογραφίας, αρκεί να φανταστούμε το ίδιο notation να χρησιμοποιείται επίσης για εκείνες της βασικές πλευρές της ηθοποιίας στις οποίες είναι άμεσα εφαρμόσιμο (πχ το notation μπορεί να περιγράψει κινήσεις πάνω σε συγκεκριμένες διαδρομές, καθώς επίσης και τον προσανατολισμό στον οποίο ένα αντικείμενο «κοιτάζει» – οι δύο αυτές παράμετροι μπορούν να εφαρμοστούν αμέσως για την περιγραφή του πού κινείται και κοιτάζει ένας ηθοποιός).

Σημειώστε ότι το notation δεν εμποδίζει να γίνουν αδύνατες προδιαγραφές: για παράδειγμα, θα μπορούσε να γραφεί ότι μια κάμερα πρέπει να τραβήξει το πρόσωπο του ηθοποιού και το πίσω μέρος του προσώπου του ταυτόχρονα. Το DirectorNotation απλώς στοχεύει στο να είναι όσο πιο καθαρό γίνεται, ώστε ο χρήστης του να μπορεί εύκολα να εντοπίσει τυχόν λάθη. Αυτόματη ανίχνευση τέτοιων προβλημάτων είναι πιθανή χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένη λογική, αλλά αυτό είναι μια εφαρμογή βασισμένη και υποστηριγμένη από το DirectorNotation, και όχι ένα κομμάτι του ίδιου του notation[4].

[4] Συγκρίνετε αυτό το θέμα με τη χρήση νοτών για να γραφτεί ένα μουσικό κομμάτι για πιάνο που απαιτεί ο μουσικός να έχει 12 δάκτυλα (ένα τεχνικά δυνατό λάθος)

3.1. ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ, ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΟΥ DIRECTORNOTATION: Η Εικόνα 1 δείχνει μια περίληψη του DirectorNotation, όπως είναι γραμμένο από τον (τελικό) χρήστη. Η περιοχή στα δεξιά της εικόνας (Τομέας «g») δείχνει την σύνταξη του notation, ενώ το υπόλοιπο της εικόνας παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται, δηλαδή, το λεξιλόγιο της γλώσσας, και, μέσω της συστηματικής παραλλαγής αυτού του λεξιλογίου, την γραμματική της γλώσσας.

Πρώτα εισάγουμε κάποιες γενικές, θεμελιώδεις αρχές. Το DirectorNotation διατηρεί την έννοια της *σκηνής* για την περιγραφική της σαφήνεια. Η σκηνή είναι απλώς μια θεμελιώδης έννοια που ορίζει ένα βασικό σύστημα αναφοράς. *Εμπρόσθιο* μέρος της *σκηνής* είναι η κατεύθυνση από το κέντρο της σκηνής (το οποίο είναι νοητό σημείο στο χώρο) προς το «κοινό». Στην κινηματογράφηση υπάρχει σπάνια αιτία να το σκεφτούμε αυτό ως κάτι πέρα από κάποιο αυθαίρετα ορισμένο προσανατολισμό στο χώρο. Το δεξιό μέρος της σκηνής είναι 90° δεξιά (οριζοντίως) από έναν αρχικό «*εμπρόσθιο*» προσανατολισμό· το αριστερό μέρος, *το πίσω μέρος*, το πάνω μέρος και το κάτω μέρος της σκηνής ορίζονται παρομοίως.

Η κάμερα περιγράφεται ως αποτελούμενη από δύο συνθετικά στοιχεία: *σώμα (body)* και προσανατολισμό (*facing)*. Το body αντιπροσωπεύει την φυσική θέση της κάμερας ως υλικό αντικείμενο. Το facing αντιπροσωπεύει τον προσανατολισμό του φακού της κάμερας και την εστιακή απόσταση (δηλαδή η κατεύθυνση προς την οποία «κοιτάει» η κάμερα και ο βαθμός

"zoom"). Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να θέλουμε να καθορίσουμε ότι η κάμερα ως φυσικό αντικείμενο «κινείται προς τα δεξιά» διατηρώντας όμως το (ακίνητο) θέμα της κεντραρισμένο στο «κάδρο» (δηλαδή στην εικόνα στην οθόνη). Συνεπώς, το facing της κάμερας πρέπει να «στρίψει αριστερά» κατά τη διάρκεια της κίνησης (έτσι η κίνηση facing αντισταθμίζει την κίνηση του σώματος, διατηρώντας το υποκείμενο κεντραρισμένο). Σημειώστε ότι σε αυτό το κείμενο δίνουμε μια τεχνική περιγραφή του notation – δεν θα χρησιμοποιήσουμε εδώ το διεθνές καλλιτεχνικό σκηνοθετικό λεξιλόγιο όπως dollying, panning, κτλ.

Σύμβολα συν και πλην χρησιμοποιούνται στο DirectorNotation σε διάφορες εκφράσεις αλλά πάντα με αντίστοιχη σημασία. Σύμβολα συν και πλην τοποθετούνται δίπλα σε άλλα σύμβολα· το συν ενισχύει την σημασία του άλλου συμβόλου, ενώ το πλην την μειώνει. Έτσι, ένα συν σχετιζόμενο με ένα «μακρύ» σύμβολο κάνει τη διάρκεια που αντιπροσωπεύει *ακόμα μακρύτερη*, ενώ ένα συν σχετιζόμενο με ένα «βραχύ» σύμβολο κάνει τη διάρκεια που αντιπροσωπεύει *ακόμα βραχύτερη*. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το συν και πλην γίνεται τμήμα του τροποποιούμενου συμβόλου, δημιουργώντας ένα νέο, «σύνθετο ή «τροποποιημένο» σύμβολο.

3.2. ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ: Η εικόνα 1.g.i δείχνει την βασική δομή ενός *κειμένου* DirectorNotation, δηλαδή μιας καταγεγραμμένης περιγραφής ενός έργου. Το μικρό τμήμα που φαίνεται εδώ καθορίζει την κίνηση ενός μοναδικού κινηματογραφικού «αντικειμένου» – μία κάμερα, ένας ηθοποιός, μια πηγή φωτισμού, κτλ (ακολουθώντας την ορολογία του notation της μουσικής και του χορού, η στήλη στην οποία γράφεται αυτό το notation καλείται *staff* στην γενική ορολογία του DirectorNotation). Φυσιολογικά θα υπάρχουν πολλά «αντικείμενα» για να περιγραφούν – τουλάχιστον μία κάμερα και ένας ηθοποιός. Μια απλή ονομασία αναφοράς (label) μπορεί να γραφεί κάτω από κάθε staff, για να προσδιορίζει το «αντικείμενο» που αντιπροσωπεύεται (επειδή συχνά μια ενέργεια ενός κινηματογραφικού «αντικειμένου» εξαρτάται από την κατάσταση ενός άλλου κινηματογραφικού «αντικειμένου» σε μια συγκεκριμένη στιγμή – ή κατά την διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος).

Η κατακόρυφη κατεύθυνση (στο χαρτί ή στην οθόνη) αντιπροσωπεύει τον χρόνο. Ο χρόνος αυξάνεται γραμμικά από *κάτω προς τα πάνω*. Συνεπώς, όταν περισσότερα από ένα staff σχεδιάζονται το ένα δίπλα στο άλλο, οποιαδήποτε οριζόντια γραμμή διέρχεται από το καθένα την ίδια (αντιπροσωπευόμενη) χρονική στιγμή[5] (δηλαδή τα σημεία των staff απ» όπου

[5] Η μη γραμμική αναπαράσταση του χρόνου είναι πολύ σύνθετη, και ξεφεύγει από την καθιερωμένη πρακτική και εμπειρία του notation χορού και του notation της παραδοσιακής

διέρχεται μια οριζόντια γραμμή αντιπροσωπεύουν την ίδια στιγμή στον χρόνο). Καθώς ο συγχρονισμός είναι πολύ απλό θέμα κατακόρυφης ευθυγράμμισης, στην ακόλουθη παρουσίαση θα εστιάσουμε στο πως *ένα* staff περιγράφει *μια* κάμερα.

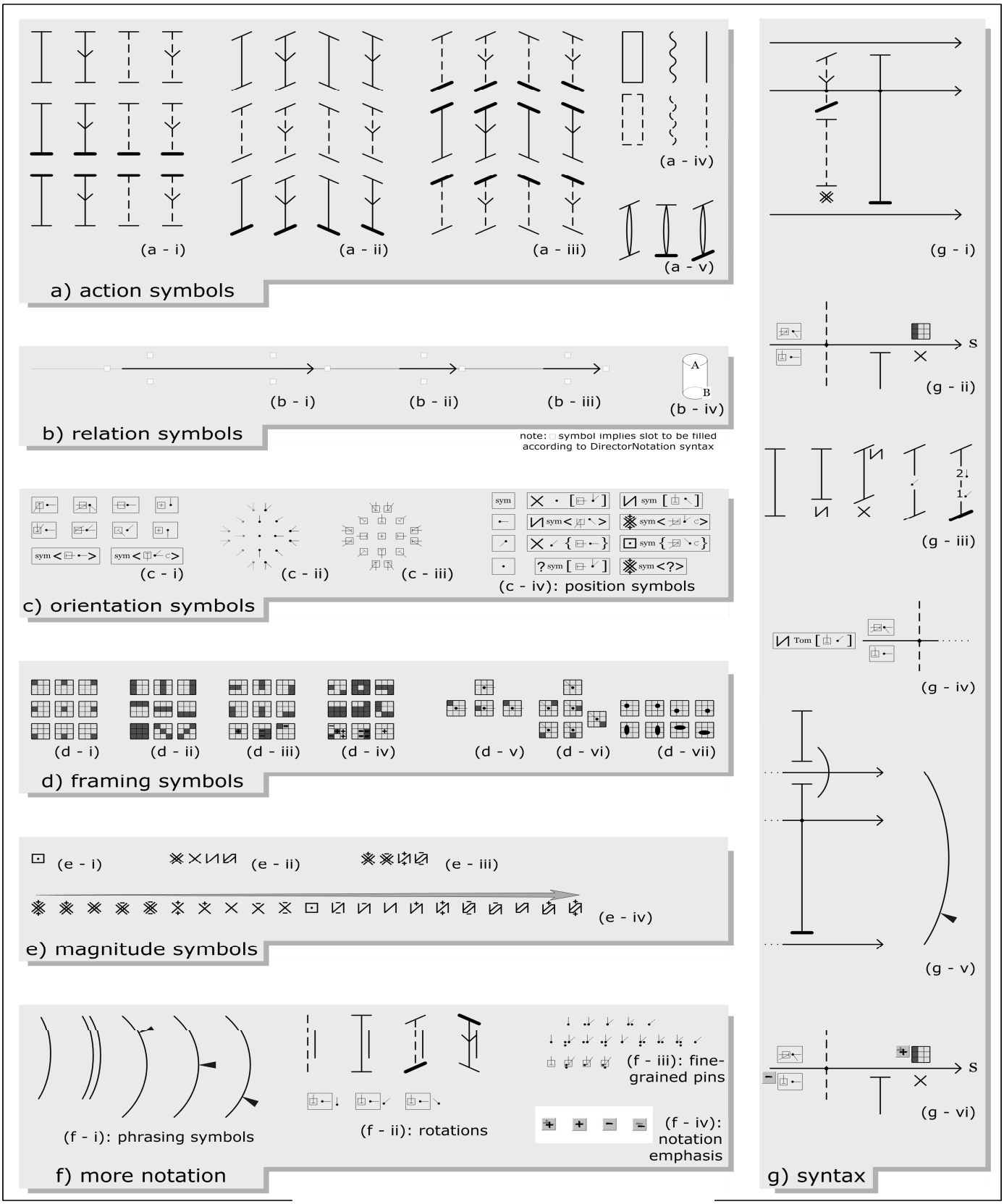
Η δομή του staff περιλαμβάνει οριζόντια σύμβολα ονομαζόμενα *σχέσεις* (αναλυτικά, σύμβολα σχέσης), κατακόρυφα σύμβολα ονομαζόμενα *δράσεις* και διάφορα άλλα σύμβολα που τοποθετούνται γύρω από τις σχέσεις και τις δράσεις. Καθώς ένα σύμβολο κίνησης εκτείνεται κατακόρυφα, έχει μια διάρκεια που καθορίζεται από το κατακόρυφο μήκος του, έτσι αντιπροσωπεύει μια δράση στην ταινία για αυτήν την διάρκεια. Μια σχέση καθορίζει συνθήκες που ισχύουν (δηλαδή περιορισμούς που πρέπει να τηρούνται) την στιγμή ή στο χρονικό διάστημα στο οποίο αναφέρεται. Όταν ένα σύμβολο σχέσης διέρχεται από τουλάχιστον ένα σύμβολο κίνησης, αυτό καθορίζει ότι οι περιορισμοί της σχέσης διατηρούνται κατά την *διάρκεια* όλων των δράσεων που το σύμβολο σχέσης ακουμπά. Αλλιώς, οι περιορισμοί της σχέσης ισχύουν την *στιγμή* στην οποία το σύμβολο σχέσης έχει γραφτεί. Τα περισσότερα από τα άλλα σύμβολα στο DirectorNotation είναι *τροποποιητές* που προσδιορίζουν με περισσότερη ακρίβεια το νόημα των σχέσεων ή των ενεργειών γύρω από τα οποία είναι τοποθετημένα.

Τα σύμβολα δράσης (ή, απλώς, «οι δράσεις») καθορίζουν τις κινήσεις που εκτελεί το «αντικείμενο» που περιγράφεται. Η διάρκειά τους ξεκινάει

μουσικής που βασίζεται σε μέτρα. Η μη γραμμική αναπαράσταση του χρόνου αποτελεί, λοιπόν, θέμα για την μελλοντική μας δουλειά, αλλά δεν θα μας απασχολήσει εδώ

από το στιγμιαίο σύμβολο σχέσης που βρίσκεται από κάτω τους και διαρκεί μέχρι το στιγμιαίο σύμβολο σχέσης που βρίσκεται από πάνω τους[6]. Υπάρχουν δύο στήλες συμβόλων κίνησης, που τοποθετούνται δίπλα η μία στην άλλη, ώστε είναι κατακόρυφα παράλληλες. Στα αριστερά, με την κατακόρυφη γραμμή του διακεκομμένη, είναι η *δράση προσανατολισμού* (facing action). Στα δεξιά, με συνεχή κατακόρυφη γραμμή, είναι η *δράση σώματος* (body action). Μια δράση σώματος είναι μια κίνηση στο χώρο ολόκληρης της κάμερας, άσχετα από την κατεύθυνση που κάνει λήψη. Μια δράση προσανατολισμού υποδηλώνει μια δράση «ζουμ» (αλλαγής εστιακής απόστασης της κάμερας), ή μια στροφή της κάμερας, πχ μια αλλαγή στην κατεύθυνση λήψης.

[6] Ένα σύμβολο σχέσης μπορεί να αφαιρεθεί μεταξύ δύο συμβόλων δράσης αν δεν χρειάζονται κάποιοι περιορισμοί να καθοριστούν σε αυτή την στιγμή· αυτή η σχέση θεωρούμε πως «εννοείται» στο μέσο του κενού χώρου μεταξύ των συμβόλων δράσης



Εικόνα 1: Περίληψη του DirectorNotation

Μια σχέση (ένα σύμβολο σχέσης) μπορεί να θεωρηθεί ως ο *σκοπός* μιας δράσης (ενός συμβόλου δράσης). Για παράδειγμα, αν μια δράση στροφής καθορίζεται μεταξύ δύο στιγμών στις οποίες οι καταγεγραμμένες σχέσεις υποδηλώνουν τον αρχικό προσανατολισμό και τον τελικό προσανατολισμό, τότε ο σκοπός της δράσης είναι να περιστραφεί η κάμερα από την αρχική στην τελική γωνία, και αυτό μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την πραγματική γωνία περιστροφής για την στροφή[7]. Εναλλακτικά, μια σχέση μπορεί να θεωρηθεί ως προδιαγραφή *«συναρτησιακής εξάρτησης»*. Για παράδειγμα, μια σχέση που καθορίζει ότι η κάμερα πάντα θα τραβάει έναν ηθοποιό από πίσω δημιουργεί μια «συναρτησιακή εξάρτηση» των ενεργειών της κάμερας με τις δράσεις του ηθοποιού· κάποιες παράμετροι σε αυτό το παράδειγμα μπορεί ακόμα να κυμαίνονται πχ η απόσταση λήψης, αλλά η σχέση καθορίζει πολλά στοιχεία σχετικά με τις δράσεις της κάμερας, επιτρέποντας έτσι να αποφεύγεται μια αναλυτική (και συνεπώς μακροσκελής) εντολή με όλες τις λεπτομέρειες.

[7] Φυσικά, ο βαθμός στροφής θα μπορούσε επίσης να καθοριστεί ρητά, όπως περιγράφεται παρακάτω

3.3. ΣΥΜΒΟΛΑ ΔΡΑΣΗΣ: Όλα τα πιθανά σύμβολα δράσης φαίνονται στις εικόνες 1.a.i ως 1.a.iv (εκτός από τις επίπεδες στροφές, που συνοψίζονται στην εικόνα 1.a.v, και τις περιστροφές, μερικά παραδείγματα των οποίων δίνονται στην εικόνα 1.f.ii· και τα δύο είδη συμβόλων περιγράφονται παρακάτω). Ξεκινάμε περιγράφοντας σύμβολα δράσης σώματος (με την συνεχή κατακόρυφη γραμμή). Το απλούστερο σύμβολο, ⊥, δηλώνει μετακίνηση προς τα εμπρός σε ευθεία γραμμή, πχ, η κάμερα κινείται μπροστά στο χώρο ως φυσικό αντικείμενο, σύμφωνα με τον τρέχοντα προσανατολισμό σώματος (ο οποίος, σημειώνουμε, καθορίζεται εντελώς ανεξάρτητα από την κατεύθυνση που κάνει λήψη (facing) η κάμερα). «Γέρνοντας» τις οριζόντιες γραμμές στην κατεύθυνση μιας προτιθέμενης στροφής, παίρνουμε το σύμβολο (⊥) που δηλώνει μια πορεία καμπύλη προς τα δεξιά. Αντίστοιχα προς τα αριστερά (⊥). Η πορεία είναι εξ» ορισμού κυκλική, μέχρι να δηλώσουμε ρητά πως πρέπει να πάρει κάποια άλλη μορφή. Οι στροφές που μόλις αναφέρθηκαν είναι οριζόντιες ή στο XY επίπεδο. Ισοδύναμες στροφές που είναι «κατακόρυφες», ή στο XZ επίπεδο, συμβολίζονται ως ⊥ για μια στροφή προς τα πάνω και ⊥ για μια στροφή προς τα κάτω[8]. Μια τροχιά που στρέφεται και στους δύο άξονες δηλώνεται

[8] Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ακολούθως: η κάτω γραμμή είναι «εκκίνηση»· η βαριά/παχυά γραμμή είναι «κάτω»· έτσι το ⊥ ξεκινάει από κάτω, ή στρέφεται προς τα πάνω, και το ⊥ τελειώνει κάτω, έτσι στρέφεται προς τα κάτω

συνδυάζοντας τους συμβολισμούς, πχ καθορίζει στροφή προς τα δεξιά και προς τα πάνω.

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, η κίνηση είναι *προς τα μπροστά*, δηλαδή, στην ίδια κατεύθυνση με αυτήν που δηλώνει ο τρέχων προσανατολισμός σώματος. Η κίνηση προς τα πίσω κατά μήκος της ίδιας τροχιάς (όπως ένα αυτοκίνητο κάνει όπισθεν, με το τιμόνι στριμμένο όπως θα ήταν για την ισοδύναμη κίνηση προς τα μπροστά) σημειώνεται προσθέτοντας ένα βέλος προς τα πίσω στην κατακόρυφη γραμμή κάθε συμβόλου, πχ ή .

Για τις δράσεις λήψης της κάμερας – δράσεις facing (διακεκομμένη κατακόρυφη γραμμή) υπάρχει η ίδια αναπαράσταση, με την διαφορά ότι το facing δεν ακολουθεί κάποια τροχιά, μάλλον οι στροφές είναι απλώς περιστροφές της γωνίας λήψης της κάμερας – επίσης, τα σύμβολο που για το σώμα δηλώνουν κίνηση ευθεία προς τα εμπρός και ευθεία προς τα πίσω είναι απλώς το zoom-in και zoom-out αντίστοιχα.

Τέλος, τρία «ειδικά» σύμβολα δράσης εμφανίζονται στην εικόνα 1.a.iv. Το σύμβολο *θέσης*[9] (□) δηλώνει ότι δεν γίνεται καμία κίνηση. Το σύμβολο ελεύθερης εκτέλεσης (ad-lib) (ξ) επιτρέπει ελευθερία κίνησης στον «εκτελεστή» του έργου (που είναι ο χειριστής κάμερας, ή πχ ένας ηθοποιός

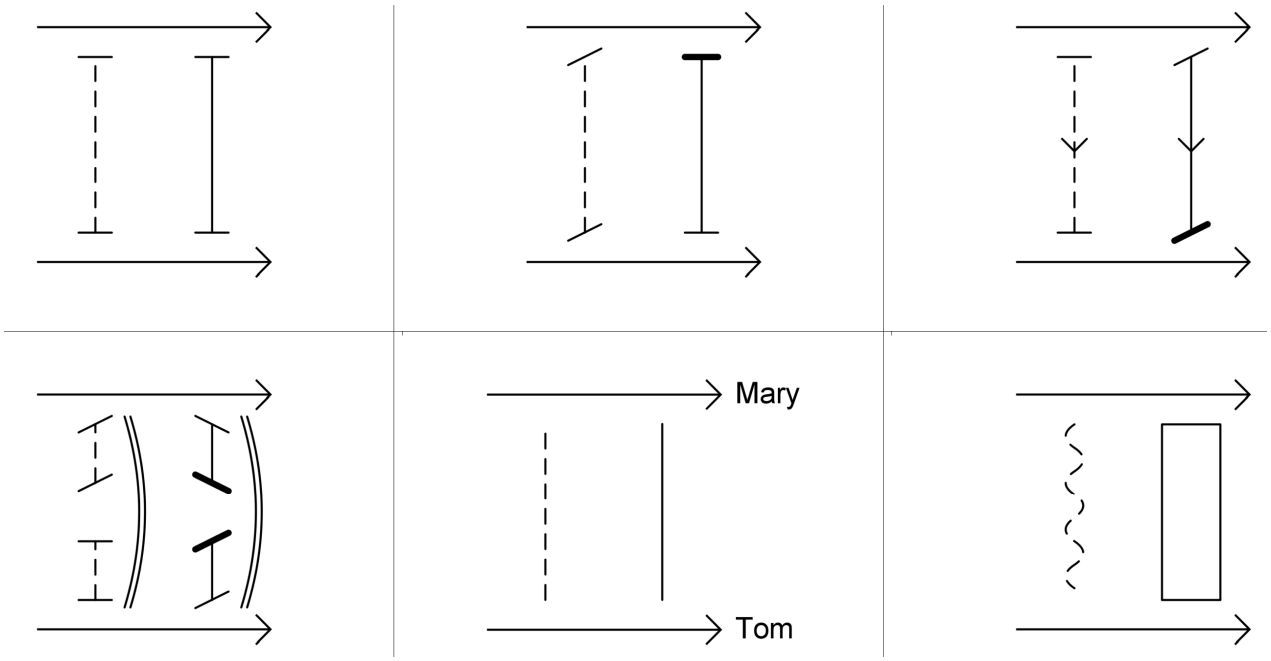
[9] Ορολογία δανεισμένη από το notation χορού

όταν το σύμβολο χρησιμοποιείται για να δείξει κίνηση ηθοποιών)[10]. Το σύμβολο *γενικής δράσης* (|) υποδηλώνει ότι κάποια δράση εκτελείται, αλλά χωρίς να λέει τίποτα για το ποιά ακριβώς είναι αυτή[11]. Αυτό το σύμβολο ορίζεται από μια υπόθεση (ή ένα «αξίωμα») *ελάχιστης πολυπλοκότητας*: η άγνωστη δράση πρέπει να είναι ο απλούστερος τρόπος για να επιτευχθούν οι καθορισμένες σχέσεις πριν, κατά την διάρκεια και/ή μετά από αυτήν. Είναι πολύ ισχυρό όταν χρησιμοποιείται για να δηλώσει μια πολύπλοκη δράση της οποίας η μορφή είναι πολύ πιο εύκολο να καθοριστεί περιγράφοντας τη(τις) σχέση(σχέσεις) που την καθορίζουν έμμεσα[12].

[10] Το σύμβολο ad-lib είναι πολύ χρήσιμο σε καλλιτεχνικό επίπεδο, αλλά, δύσκολο (ή αδύνατο) να μοντελοποιηθεί σε λογισμικό· συνεπώς, εισαγάγαμε την έννοια της ελεύθερης ερμηνείας για πληρότητα, αλλά η χρήση της δεν προτείνεται

[11] ωστόσο, εδώ δεν υπάρχει καμία υπόνοια «ελεύθερης ερμηνείας»

[12] ως απλό παράδειγμα, αν η πορεία της κάμερας είναι περίπου παράλληλη με αυτήν ενός ηθοποιού, εκτός του ότι η απόσταση μεταξύ τους αυξάνει προοδευτικά, μπορούμε να περιγράψουμε τη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιώντας ένα σύμβολο γενικής δράσης και τρεις σχέσεις: μία πριν και μία μετά την δράση, δείχνοντας την σχετικά μικρή αύξηση της απόστασης λήψης, και μία σχέση που τέμνει το σύμβολο δράσης και δείχνει ότι μια περίπου σταθερή γωνία όψης διατηρείται σε όλη την διάρκεια της λήψης



Εικόνα 2.α –Προοδευτικά περισσότερο πολύπλοκα παραδείγματα χρήσης των συμβόλων δράσης13:

- ↘ Προσανατολισμός προς τα μπροστά και κίνηση σώματος προς τα μπροστά: ταυτόχρονα zoom in και κίνηση ευθεία προς τα μπροστά
- ↓ Η κάμερα κινείται προς τα κάτω σε μια πορεία που είναι κύκλος στο κατακόρυφο επίπεδο, ενώ η κατεύθυνση λήψης περιστρέφεται προς τα δεξιά (σημειώστε ότι η κατεύθυνση λήψης παραμένει πάντα οριζόντια[14])
- ↙ Βέλος προς τα πίσω στο facing σημαίνει zoom *out*. Η κίνηση του σώματος είναι προς τα πίσω, όπως ένα αυτοκίνητο σε όπισθεν

[13] ↘ πάνω αριστερά εικόνα, ↓ πάνω κεντρική εικόνα, ↙ πάνω δεξιά εικόνα, ↗ κάτω αριστερά εικόνα, κτλ

[14] υποθέτοντας ότι ήταν ήδη οριζόντια· γενικά, η γωνία της στο XZ επίπεδο δεν αλλάζει

- Όσον αφορά το facing: έχουμε zoom in και στροφή προς τα δεξιά ταυτόχρονα. Ορθογραφία: οι κινήσεις σώματος είναι ένα παράδειγμα λάθους, είναι αδύνατον μια πορεία να κάνει καμπύλη προς τα κάτω-και-δεξιά και καμπύλη προς τα πάνω-και-αριστερά ταυτόχρονα
- Σύμβολα γενικής δράσης: οι απλούστερες πιθανές δράσεις εκτελούνται για να γίνει αλλαγή από το να προβάλλεται ο Tom στο να προβάλλεται η Mary. Ο «στόχος» ενός συμβόλου σχέσης συζητιέται παρακάτω
- Δεν υπάρχει κίνηση σώματος, αλλά σχετικά με το facing ο χειριστής της κάμερας είναι ελεύθερος να αυτοσχεδιάσει. Δεν μπορεί να επεξεργαστεί αυτομάτως από υπολογιστή!

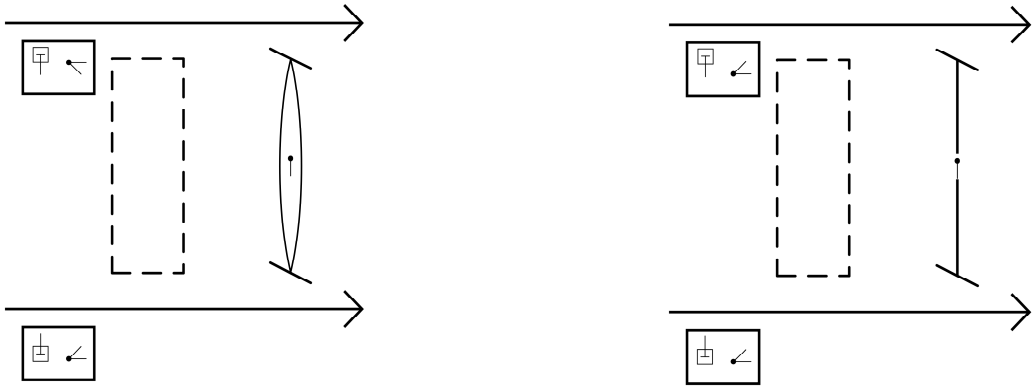
Χρειάζεται να συζητήσουμε επιπλέον την μορφή των τροχιών που παράγονται όταν δράσεις στροφής σώματος κάνουν στροφές και οριζοντίως και καθέτως, και όταν γίνεται στροφή σώματος που ξεκινάει από διαγώνιο προσανατολισμό σώματος (πχ όχι κάθετο ή οριζόντιο). Η σημασιολογία του notation σε αυτές τις δράσεις είναι η ακόλουθη: η στιγμιαία προβολή του προσανατολισμού του σώματος της κάμερας στο XY επίπεδο καθορίζεται από την οριζόντια δράση στροφής (δηλαδή την οριζόντια συνισταμένη της τριδιάστατης δράσης στροφής), ενώ η στιγμιαία προβολή του προσανατολισμού του σώματος της κάμερας στο XZ επίπεδο καθορίζεται από την κατακόρυφη δράση στροφής (δηλαδή την κατακόρυφη συνισταμένη της τριδιάστατης δράσης στροφής). Έτσι, δίνουμε στην κίνηση έναν «διαφορικό» ορισμό: η περιστροφή ορίζει τον στιγμιαίο προσανατολισμό της

κίνησης, και η τροχιά της κάμερας προκύπτει από την συνεχή κίνηση που έχει κάθε στιγμή την ορισμένη κατεύθυνση.

Αυτός ο ορισμός προσφέρει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα: 1) είναι εύκολο να οπτικοποιήσει ο αναγνώστης την περιγραφή της τροχιάς καθώς και την ίδια την τροχιά, και 2) τα αποτελέσματα των ενεργειών στον προσανατολισμό της κάμερας είναι εύκολο να υπολογιστούν, καθώς μπορούμε απλώς να υπολογίζουμε τις γωνίες για κάθε διάσταση ανεξάρτητα. Ωστόσο, από αυτόν τον ορισμό προκύπτουν πολύπλοκες τροχιές, π.χ. ελικοειδείς τροχιές.

Είναι επίσης απαραίτητο να υπάρχει εύκολος τρόπος να καθορίσουμε ακριβείς κυκλικές τροχιές, σε οποιοδήποτε επίπεδο στον τριδιάστατο χώρο. Αυτό επιτυγχάνεται με διαφορετικά σύμβολα δράσης, αντικαθιστώντας την κατακόρυφη γραμμή των συμβόλων που έχουμε δει μέχρι τώρα με δύο περίπου κατακόρυφες καμπύλες, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.a.v. Για να καθορίσουμε την έννοια αυτών των συμβόλων χρειάζεται να καθορίσουμε το επίπεδο που συμβαίνει η στροφή (αφού περιγράφουμε κυκλικές τροχιές σε οποιοδήποτε επίπεδο στον χώρο). Η κάμερα έχει μια προκαθορισμένη κατεύθυνση σώματος «προς τα εμπρός» και ένα βαθμό περιστροφής. Η κατεύθυνση αυτή εμπεριέχει και την έννοια του «προς τα επάνω», καθώς πάντα ξεκινάει από την βασική κατεύθυνση που είναι οριζοντίως προς τα εμπρός στην σκηνή, και προκύπτει από εκεί και πέρα από συγκεκριμένες περιστροφές – είναι, δηλαδή, μαθηματικά ένα διάνυσμα κατεύθυνσης *και* ένα “up vector”, που επαρκούν για τον καθορισμό ενός επιπέδου στον χώρο.

Έτσι καθορίζεται το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται η κυκλική τροχιά. Ο βαθμός περιστροφής δίνει το τμήμα (ή το πολλαπλάσιο) της πλήρους κυκλικής τροχιάς που διανύεται από την κάμερα. Έτσι, μια απλή (διδιάστατη) στροφή από έναν αρχικό διαγώνιο προσανατολισμό τοποθετείται σε αυτό το επίπεδο, για οριζόντιες στροφές, *ή στο κάθετο σε αυτό επίπεδο, για τις κατακόρυφες στροφές*. Το υπόλοιπο DirectorNotation μεταχειρίζεται και τα δύο είδη των στροφών πανομοιότυπα, έτσι όλα τα παραδείγματά μας χρησιμοποιούν μόνο το πρώτο είδος στροφής, απλώς γιατί επιτρέπει απλούστερους υπολογισμούς όταν θέλουμε να αναφέρουμε ακριβείς γωνίες σε κάποιο μέρος μιας επεξήγησης. Στην πράξη τα δύο είδη στροφής είναι εξίσου χρήσιμα και συνηθισμένα. Το ακόλουθο παράδειγμα δείχνει την διαφορά στους τύπους στροφής.



Εικόνα 2.b –Στροφές στο επίπεδο και στροφές με «διαφορικό» ορισμό

Σε αυτήν την εικόνα, το αριστερό παράδειγμα δείχνει μια στροφή που ξεκινάει από έναν προσανατολισμό προς τα εμπρός και προς τα *πάνω* (οι προσανατολισμοί καθορίζονται με τη χρήση των *συμβόλων προσανατολισμού*, που περιγράφονται παρακάτω). Η κάμερα περιστρέφεται σε ένα ημικύκλιο

(απεικονιζόμενο από την ακίδα στο σύμβολο δράσης, όπως περιγράφεται παρακάτω). Η τροχιά σε αυτό το διαγώνιο επίπεδο κατευθύνεται προς τα *κάτω* στο τέλος της ημικυκλικής πορείας, έτσι η δράση στροφής *προς τα δεξιά* επηρεάζει επίσης την *κατακόρυφη* συνισταμένη του προσανατολισμού του σώματος.

Η δράση στο δεξιά παράδειγμα δεν επηρεάζει την κατακόρυφη συνισταμένη του προσανατολισμού του σώματος, αφού η περιστροφή αναφέρεται στην προβολή του προσανατολισμού στο XY επίπεδο. Ωστόσο, το αποτέλεσμα είναι μια ελικοειδής, παρά μια κυκλική, τροχιά.

Απλοποιήσαμε μέχρι εδώ την παρουσίαση των συμβόλων δράσης, για να είναι πιο απλή η περιγραφή τους. Υπάρχουν όμως και *δράσεις περιστροφής της κάμερας*, που μπορούν να δηλωθούν όπως φαίνεται στην εικόνα 1.f.ii. Εδώ η γραμμή στα δεξιά της κύριας κάθετης γραμμής στα σύμβολα κίνησης δείχνει περιστροφή προς τα δεξιά. Οι περιστροφές προς τα αριστερά θα δηλωνόντουσαν τοποθετώντας την μικρότερη γραμμή στην αριστερή πλευρά του συμβόλου. Το πρώτο παράδειγμα είναι μια κίνηση που εκφράζει μόνο περιστροφή. Οι άλλες δράσεις συνδυάζουν περιστροφές με άλλες κινήσεις. Οι περιστροφές facing είναι οι πιο συχνές και εμφανίζονται εδώ, αλλά οι περιστροφές σώματος μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να απλοποιήσουν την περιγραφή πολύπλοκων τροχιών στον τριδιάστατο χώρο. Τα σύμβολα προσανατολισμού που εμφανίζονται σε αυτό το κομμάτι της εικόνας απλώς προσθέτουν μια ακίδα στα κανονικά σύμβολα

προσανατολισμού, που περιγράφονται παρακάτω, έτσι ώστε επιπρόσθετα να φαίνεται ο βαθμός περιστροφής.

3.4. ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΧΕΣΗΣ: Η Εικόνα 1.b.i δείχνει την βασική τυποποίηση του συμβόλου σχέσης. Το ίδιο το σύμβολο είναι απλώς ένα οριζόντιο βέλος, αλλά υπάρχουν έξι «θέσεις» όπου πρόσθετα σύμβολα μπορούν να τοποθετηθούν. Από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω, αυτές οι *θέσεις* είναι: *τοποθεσία* (Εικόνα 1.c)· *προσανατολισμός facing* (Εικόνα 1.c)· *προσανατολισμός σώματος* (Εικόνα 1.c)· *σύνθεση πλάνου* (Εικόνα 1.d)· *απόσταση πλάνου* (Εικόνα 1.e)· και *στόχος* σχέσης (συνήθως η ονομασία αναφοράς (label) ενός άλλου «αντικειμένου» στην ταινία, πχ η κάμερα τυπικά εστιάζει σε έναν ηθοποιό). Ένα παράδειγμα με όλες τις θέσεις συμπληρωμένες, εκτός από την πρώτη, φαίνεται στην Εικόνα 1.g.ii, ενώ ένα παράδειγμα που χρησιμοποιεί την πρώτη θέση φαίνεται στην Εικόνα 1.g.iv.

Μια σχέση επιβάλει περιορισμούς την στιγμή που, ή κατά την διάρκεια του χρονικού διαστήματος, που εφαρμόζεται. Το σώμα της κάμερας θα πρέπει να έχει τον προσανατολισμό σώματος κα την τοποθεσία στο χώρο που καθορίζονται στο σύμβολο σχέσης (εφ» όσον υπάρχουν τα σχετικά σύμβολα στις αντίστοιχες θέσεις). το facing της κάμερας πρέπει να έχει τον προσανατολισμό που καθορίζεται, αν είναι τοποθετημένο το αντίστοιχο σύμβολο. Τέλος, η κάμερα πρέπει να δείχνει τον καθορισμένο «στόχο» της σχέσης, στην απόσταση πλάνου που δίνεται, τοποθετώντας τον «στόχο» μέσα στη σκηνή σύμφωνα με την καθορισμένη σύνθεση πλάνου, για όποια από τα σύμβολα που αντιστοιχούν στις παραπάνω παραμέτρους είναι τοποθετημένα. Κάθε μία από αυτές τις έννοιες εξηγείται με λεπτομέρεια παρακάτω.

Μολονότι όλες οι «θέσεις» είναι προαιρετικές, σημειώνουμε ότι αν τη σύνθεση πλάνου και/ή η απόσταση πλάνου έχουν καθοριστεί με την τοποθέτηση των αντίστοιχων συμβόλων, τότε ο στόχος του πλάνου *πρέπει* επίσης να δίνεται.

Μερικές φορές πολλαπλές σχέσεις χρειάζεται να καθορίζονται (πχ ένας ηθοποιός τοποθετείται σε κεντρικό πλάνο, ενώ μακριά, στο «φόντο», στην πάνω δεξιά γωνία, ένα συγκεκριμένο στοιχείο του σκηνικού πρέπει να είναι ορατό). Σε αυτήν την περίπτωση ένα άλλο σύμβολο σχέσης τοποθετείται στα δεξιά του πρώτου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.b.ii, η οποία επεκτείνει την Εικόνα 1.b.i. Μόνο η σύνθεση πλάνου, η απόσταση πλάνου και ο στόχος της σχέσης προσδιορίζονται στις πρόσθετες σχέσεις, και, φυσικά, οποιαδήποτε σύνθεση/απόσταση πλάνου δίνεται σε αυτήν την σχέση αναφέρεται/αναφέρονται στον στόχο που δίνεται εδώ. Αν χρειάζεται, μπορεί να δοθεί και μια τρίτη σχέση, ή και περισσότερες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.b.iii.

Αντί απλώς να καθορίζουμε μια ονομασία αναφοράς (label) ως στόχο μιας σχέσης, μπορούμε να τοποθετήσουμε μία ή περισσότερες ονομασίες αναφοράς σε έναν *κύλινδρο* και αυτός να λειτουργεί ως στόχος της σχέσης. Μερικές φορές ο κύριος σκοπός της τοποθέτησης και/ή της κίνησης της κάμερας είναι πχ η τοποθέτηση του ηθοποιού στο προσκήνιο ή στο φόντο, ή η επίτευξη λήψης του προφίλ ή της πρόσοψης (en face) του ηθοποιού. Ο κύλινδρος επιτρέπει να περιγράφονται τέτοιες περιπτώσεις. Οι ονομασίες

αναφοράς (labels) μπορούν να τοποθετούνται σε οχτώ διαφορετικές θέσεις πάνω στον κύλινδρο, και ερμηνεύονται όπως εξηγείται παρακάτω.

(1) : λήψη en face του A με τον A στο προσκήνιο

(2) : λήψη A από την πίσω πλευρά, με τον A στο προσκήνιο

(3) : λήψη αριστερού προφίλ του A με τον A στο προσκήνιο

(4) : λήψη δεξιού προφίλ του A με τον A στο προσκήνιο

(5) : λήψη en face του A με τον A στο φόντο

(6) : λήψη A από την πίσω πλευρά, με τον A στο φόντο

(7) : λήψη αριστερού προφίλ του A με τον A στο φόντο

(8) : λήψη δεξιού προφίλ του A με τον A στο φόντο

Σημειώνουμε ότι οι λήψεις προφίλ και πρόσοψης/en face *δεν* είναι ακριβώς λήψη 0° ή 90° στην πράξη. Έτσι η παραπάνω γραφή αντιστοιχεί σε μια κλίμακα πιθανών τιμών οι οποίες είναι αποδεκτές για λήψη προφίλ ή πρόσοψης. Οι ακίδες (βλ. επόμενη υπο-ενότητα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόσθετες λεπτομέρειες, αλλά δεν θα αναλύσουμε αυτήν την λεπτομέρεια εδώ. Οποιοσδήποτε αριθμός αναφορών (labels) μπορεί να τοποθετηθεί στον κύλινδρο, και η σχέση ισχύει όπως καθορίζεται για κάθε μία από αυτές ανεξάρτητα.

3.5. ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ «ΑΚΙΔΕΣ» (PINS): Η Εικόνα 1.c.i δείχνει ένα παράδειγμα για τα σύμβολα του *προσανατολισμού σώματος (body orientation)* και *προσανατολισμού facing* (*facing orientation*) της κάμερας. Τα σύμβολα καθορίζουν την κατεύθυνση στην οποία προσανατολίζεται το σώμα (body) ή το facing της κάμερας. Αυτή, τότε, είναι ή «κατεύθυνση προς τα μπροστά» για το body και το facing αντίστοιχα. Ο προσανατολισμός του facing της κάμερας καθορίζει το τί κινηματογραφείται. Ο προσανατολισμός του σώματος δεν έχει σημασία όσο το σώμα είναι ακίνητο, αλλά είναι ο αρχικός προσανατολισμός απ΄ όπου ξεκινούν όλες οι δράσεις σώματος (body actions), δηλαδή όλες οι κινήσεις της κάμερας στον χώρο.

Το DirectorNotation χρησιμοποιεί *ακίδες* (*pins*) για να καθορίσει τον προσανατολισμό. Η Εικόνα 1.c.ii δείχνει μια απλή ακίδα η οποία μπορεί να δείξει σε κατευθύνσεις μεταξύ των 0° και των 360°, με αυξήσεις κατά ένα δέκατο-έκτο ενός πλήρη κύκλου (η βασική κατεύθυνση αύξησης γωνιών πάνω σε αυτόν τον κύκλο είναι κατά την φορά των δεικτών του ρολογιού, έτσι ↓ είναι η πρώτη ακίδα, ↙ είναι η δεύτερη, και ↙ η τρίτη, και τα σύμβολα αυτά αντιστοιχούν, αριθμητικά, σε γωνίες 0°/360°, 22.5° και 45°, αντίστοιχα). Σημειώνουμε ότι μια επέκταση του notation μπορεί να περιγράψει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις γωνίες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.f.iii, αλλά δεν θα περιγράψουμε αυτές τις ακίδες διότι δεν προσθέτουν στο νόημα της έρευνάς μας, απλώς δίνουν μεγαλύτερη αριθμητική ακρίβεια όταν κάτι τέτοια απαιτείται.

Η Εικόνα 1.c.iii δείχνει ακίδες μιας άλλης μορφής, οπτικά, αλλά που αντιπροσωπεύουν (αριθμητικά) τις ίδιες γωνίες. Τα δύο είδη ακίδων έχουν διαφορετική ερμηνεία. Παρόλο που καμία διαφορά δεν υπάρχει από μαθηματική σκοπιά, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη ακίδα κάθε φορά ορίζουμε για τον αναγνώστη το κατάλληλο σε κάθε περίπτωση νόημα. Η διάκριση είναι σημαντική όταν δύο γωνίες χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν δίπλα-δίπλα ως κομμάτι ενός σύνθετου συμβόλου, καθώς η μορφή της ακίδας, μαζί με την θέση του, καθορίζουν ποιά ποσότητα συμβολίζουν.

Στην Εικόνα 1.c.iii απεικονίζονται οι ακίδες που αναπαριστούν τον προσανατολισμό στο επίπεδο (για παράδειγμα για να περιγράψουμε προς ποιά γωνία του δωματίου κοιτάζει κάποιος που είναι στο κέντρο του δωματίου). Στην Εικόνα 1.c.ii απεικονίζονται οι ακίδες που αναπαριστούν μια πιο αφηρημένη, «μονοδιάστατη» έννοια, δηλαδή μια γωνία αφαιρετικά ως ένα κλάσμα του πλήρη κύκλου. Για παράδειγμα, όταν έχει ήδη καθοριστεί ότι ένα «αντικείμενο» θα κινηθεί κατά μήκος μιας δεδομένης κυκλικής τροχιάς, μια ακίδα αυτού του τύπου χρησιμοποιείται για να δείξει τι μέρος ενός πλήρη κύκλου πρέπει να καλυφθεί. Συνεπώς, και το ↗ και το ☑ εκφράζουν, αριθμητικά, γωνίες 45°, ενώ το ↖ και το ⊠ εκφράζουν γωνίες 157.5°, αλλά χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές περιπτώσεις, όπως περιγράψαμε. Τα κεντρικά σύμβολα στην Εικόνα 1.c.ii και στην 1.c.iii (δηλαδή το • και το ⊞) είναι ιδιαίτερα σύμβολα που υποδηλώνουν «όχι γωνία» ή «κέντρο». Τα σύμβολα αυτά χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές

περιπτώσεις και σε συνδυασμό με άλλα σύμβολα, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Χρειάζεται συχνά να περιγράφονται γωνίες στο DirectorNotation. Μια ακίδα μόνη της είναι απλώς μια (αναπαράσταση μιας) αριθμητικής τιμής μιας γωνίας. Ωστόσο, τα «συμφραζόμενα» στα οποία εμφανίζεται η ακίδα καθορίζει την σημασιολογία της. Για παράδειγμα (περισσότερες λεπτομέρειες για αυτά τα θέματα ακολουθούν), μέσα σε ένα σύμβολο προσανατολισμού, μια ακίδα καθορίζει την κατεύθυνση προς την οποία ένα «αντικείμενο» προσανατολίζεται· σε ένα σύμβολο στροφής σώματος (turning body action symbol) (πχ), μια ακίδα καθορίζει το κλάσμα ενός πλήρη κύκλου κατά μήκος του οποίου κινείται ένα «αντικείμενο»· μέσα σε ένα σύμβολο «πλαισίου» ή «καδραρίσματος» (framing symbol), μια ακίδα καθορίζει την κατεύθυνση στην οποία ένα «αντικείμενο» διασχίζει την οθόνη· άλλα παραδείγματα ακολουθούν παρακάτω.

Προκειμένου να καθορίσουμε τον προσανατολισμό ενός «αντικειμένου» στο χώρο, είναι, φυσικά, απαραίτητο να καθορίσουμε 3 γωνίες (ή: γωνίες σε τρεις διαστάσεις). Μια ακίδα από την Εικόνα 1.c.iii αφορά τις δύο διαστάσεις· το DirectorNotation χρησιμοποιεί αυτές τις ακίδες για να καθορίσει «οριζόντιες κατευθύνσεις», δηλαδή στο XY επίπεδο. Μια επιπλέον ακίδα από την Εικόνα 1.c.ii καθορίζει την τρίτη, κατακόρυφη

διάσταση, δηλαδή, τη συνιστώσα στο XZ επίπεδο[15]. Προκειμένου να δημιουργήσουμε ένα σύνθετο σύμβολο προσανατολισμού, οι δύο ακίδες εσωκλείονται σε ένα ορθογώνιο και έτσι «ενοποιούνται».

Οι δύο πρώτες γραμμές στην Εικόνα 1.c.i δείχνουν απλά σύμβολα προσανατολισμού σαν αυτά που μόλις περιγράψαμε. Τα δεξιότερα από αυτά τα σύμβολα καθορίζουν προσανατολισμό κατευθείαν προς τα πάνω και κατευθείαν προς τα κάτω. Αν υπάρχει κάποια γωνία στο XY επίπεδο, η ακίδα για την κατακόρυφη κατεύθυνση δεν μπορεί να υποδείξει κατευθείαν-πάνω ή -κάτω. Τα πιο αριστερά σύμβολα και το τρίτο σύμβολο στην πρώτη γραμμή καθορίζουν προσανατολισμούς οι οποίοι είναι οριζόντιοι – η ακίδα του ενός τεταρτημορίου (90°) χρησιμοποιείται εδώ για την κατακόρυφη συνιστώσα. Η ακίδα του ενός τεταρτημορίου (90°) που είναι, στο χαρτί, οριζόντιο σύμβολο είναι, επιλεγμένο εδώ «παραστατικά» ή «οπτικά», ώστε η σημασιολογία του «οριζόντιου» να είναι ξεκάθαρη στην γραφή. Εδώ μπορούμε με άλλα λόγια να πούμε και ότι «δεν υπάρχει» γωνία στο XZ επίπεδο. Τα άλλα παραδείγματα στο σχήμα δείχνουν προσανατολισμούς που προσανατολίζονται σε όλες τις κατευθύνσεις, δηλαδή έχουν συνιστώσες σε όλους τους άξονες στον τριδιάστατο χώρο.

[15] Σημειώνουμε ότι στα σύμβολα προσανατολισμού οι πιθανές τιμές για την κατακόρυφη κατεύθυνση διακυμαίνονται από ευθεία πάνω μέχρι ευθεία κάτω, το οποίο είναι μια διακύμανση 180°· στην Εικόνα 1.c.ii., οι ακίδες για γωνίες πάνω από 180° γκριζάρονται, για να υποδηλωθεί ότι, ειδικά στα σύμβολα προσανατολισμού, δεν χρησιμοποιούνται.

Το κατά πόσον ένα σύμβολο προσανατολισμού αναπαριστά προσανατολισμό facing (facing orientation) ή προσανατολισμό σώματος (body orientation) εξαρτάται από την θέση του γύρω από το σύμβολο σχέσης και όχι από το ίδιο το σύμβολο. Η «θέση» που χρησιμοποιήθηκε καθορίζει την σημασιολογία.

Η τελευταία γραμμή της Εικόνας 1.c.i δείχνει *σχετικά σύμβολα προσανατολισμού* (*relative orientation symbols*). Αυτά τα σύμβολα συνθέτονται από μια *αναφορά* (*reference)*, π.χ. μια ονομασία αναφοράς ενός άλλου staff (πχ ενός ηθοποιού), και μια *γωνία μετατόπισης* μέσα σε τριγωνικές αγκύλες (< >). Έτσι, το πρώτο παράδειγμα δηλώνει προσανατολισμό ίσο με τον προσανατολισμό σώματος του *sym* με επιπλέον περιστροφή προς τα δεξιά κατά ένα τεταρτημόριο (90°). Στο δεύτερο παράδειγμα, η αναφορά γίνεται στο *facing* του *sym·* αυτό φαίνεται από την τοποθέτηση του συμβόλου *facing* στα δεξιά των ακίδων και εσωτερικά των αγκυλών.

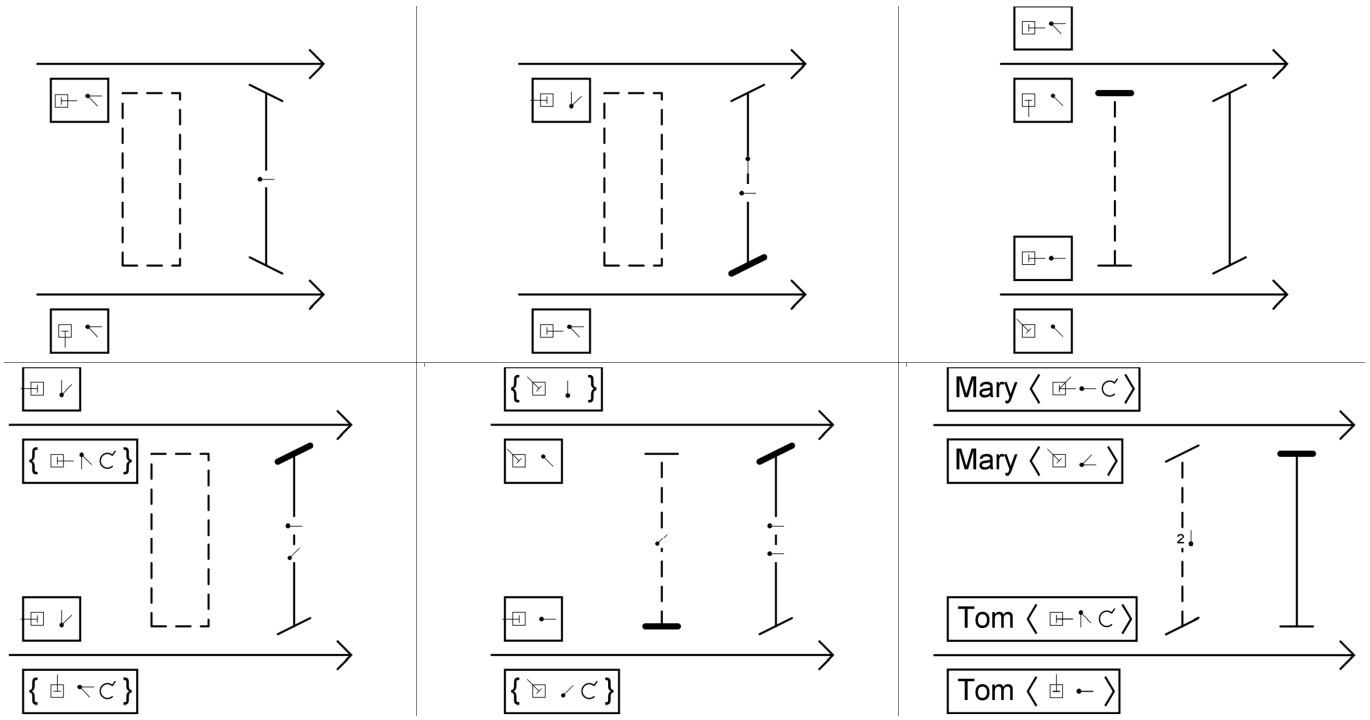
Η Εικόνα 1.c.iv δείχνει παραδείγματα των *συμβόλων θέσης*. Η αριστερή στήλη των συμβόλων θέσης είναι απλή. Στην πρώτη περίπτωση (κορυφή), η ονομασία αναφοράς (label) ενός γνωστού αντικειμένου δίνεται, έτσι η θέση της κάμερας συμπίπτει με τη θέση αυτού του αντικειμένου. Στις άλλες περιπτώσεις, *ακίδες* χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν τις *βασικές θέσεις* στη σκηνή. Σε αυτά τα παραδείγματα οι *βασικές θέσεις* στη σκηνή που δίνονται είναι: κέντρο-δεξιά της σκηνής, πίσω-αριστερή γωνία της σκηνής, και το κέντρο της σκηνής. Όταν τοποθετούνται αυτά τα σύμβολα στα

αριστερά ενός συμβόλου σχέσης, τότε γνωρίζουμε ότι είναι σύμβολα θέσης, και έτσι «παράγεται» το νόημά τους. (Σημειώνουμε ότι εδώ, το ⋌ υποδεικνύει ένα σημείο στο πίσω όριο της σκηνής, στο μέσο της απόστασης από την πίσω δεξιά γωνία και το μέσο του πίσω ορίου της σκηνής, ενώ το • σύμβολο υποδεικνύει το κέντρο της σκηνής).

Πιο σύνθετα είναι τα *σχετικά σύμβολα θέσης*. Η δομή τους γίνεται περισσότερο κατανοητή αν σκεφτούμε τι είναι αυτό που χρειάζεται να περιγραφεί. Η θέση ενός «αντικειμένου» στο χώρο, αν δεν συμπίπτει με κάποιο ήδη γνωστό σημείο, μπορεί να καθοριστεί από κάποιο *σημείο αναφοράς* και μια απόκλιση. Χρειαζόμαστε: το σημείο αναφοράς, μια απόσταση από αυτό, και μια γωνία. Η γωνία όμως είναι, με τη σειρά της, μια αρχική γωνία συν μια περιστροφή. Η αρχική γωνία μπορεί να ονομαστεί και «προεπιλεγμένος προσανατολισμός προς τα μπροστά» (default forwards orientation), και έχουμε τρεις επιλογές για τον ορισμό της: 1) να είναι ο βασικός προσανατολισμός «προς τα μπροστά» στη σκηνή, 2) να είναι ο προσανατολισμός του facing ή του σώματος του «αντικειμένου» που λειτουργεί ως «σημείο αναφοράς», ή 3) να είναι ο προσανατολισμός του facing ή του σώματος του ίδιου του «αντικειμένου» που περιγράφεται. Συνεπώς, σχεδιάζουμε ένα *σχετικό σύμβολο θέσης* ως ένα παραλληλόγραμμο με ένα σύμβολο απόστασης στα αριστερά, δύο ακίδες στα δεξιά (που καθορίζουν μια γωνία σε 3 διαστάσεις, όπως και με τα σύμβολα προσανατολισμού), και το «αντικείμενο» που λειτουργεί ως «σημείο αναφοράς» στο κέντρο. Για να δηλωθεί ο «προεπιλεγμένος προσανατολισμός

προς τα μπροστά», οι ακίδες τοποθετούνται ανάμεσα σε αγκύλες : [], <> ή {} για τις περιπτώσεις 1, 2, και 3, που είδαμε παραπάνω, αντίστοιχα. Το σημείο αναφοράς μπορεί να είναι ένα άλλο προσδιοριζόμενο με ονομασία αναφοράς (label) «αντικείμενο» στο notation, ή μια βασική θέση στη σκηνή, όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

3.6. ΜΙΑ ΆΛΛΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΑΚΙΔΑΣ: Μια δράση στροφής μπορεί να καθορίσει την ακριβή γωνία στροφής (η περιστροφή του facing της κάμερας, ή το τμήμα μιας κυκλικής τροχιάς που διασχίζεται από το σώμα). Στην Εικόνα 1.g.iii, το προτελευταίο παράδειγμα δείχνει πως ένα σύμβολο ακίδας τοποθετείται απλώς στο κέντρο του συμβόλου δράσης για να καθορίσει την απαιτούμενη γωνία – έτσι σε αυτό το παράδειγμα η στροφή είναι ένα όγδοο του κύκλου (45°). Δύο καταστάσεις μπορεί να περιπλέξουν το notation. Πρώτον, αν η στροφή είναι μεγαλύτερη από έναν πλήρη κύκλο (360°), μία μόνο ακίδα δεν θα επαρκεί. Όπως φαίνεται στο πιο δεξιά παράδειγμα της Εικόνας 1.g.iii, ο αριθμός των ολόκληρων περιστροφών γράφεται στα αριστερά της ακίδας. Οι πλήρεις αυτές περιστροφές (δηλαδή ένα πολλαπλάσιο του 360°) *προστίθεται* στην γωνία την οποία αναπαριστά η ακίδα, αλλά σημειώνουμε ότι εδώ μια ακίδα προς τα εμπρός υπολογίζεται ως 0° (έτσι στα παραδείγματα οι γωνίες είναι αριθμητικά 2 x 360° = 720° και 360° + 45° = 405°). Δεύτερον, αν μια στροφή πραγματοποιείται και στο XY και στο XZ επίπεδο, η γωνία στροφής πρέπει να καθορίζεται και στα δύο επίπεδα, ή σε κανένα από αυτά, αλλά όχι μόνο για ένα από τα δύο. Σε αυτήν την περίπτωση, δύο ακίδες χρησιμοποιούνται, η μία πάνω από την άλλη, όπως φαίνεται πάλι στο δεξιά παράδειγμα της Εικόνας 1.g.iii: η πάνω ακίδα αναφέρεται στο XY επίπεδο και η κάτω ακίδα αναφέρεται στο XZ επίπεδο.



Εικόνα 2.c – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων προσανατολισμού και του συμβόλου της ακίδας:

- Το σώμα ξεκινά με προσανατολισμό προς το πίσω μέρος της σκηνής και ελαφρώς προς τα κάτω. Σε *προβολή στο XY (οριζόντιο) επίπεδο*, η κίνηση είναι κυκλική και στρέφεται προς τα δεξιά κατά ένα τεταρτημόριο. Η πραγματική τροχιά κλίνει προς τα κάτω κατά μήκος του προσανατολισμού του σώματος. Ο τελικός προσανατολισμός είναι προς τα δεξιά (και ελαφρώς προς τα κάτω όπως και στην αρχή)
- Εδώ, η κίνηση του σώματος είναι μια περιστροφή και οριζοντίως και καθέτως. Υπενθυμίζουμε ότι αυτή η μορφή του συμβόλου δράσης περιγράφει τις συνιστώσες της κίνησης στα XY και XZ επίπεδα
- Οι στροφές δεν χρειάζεται να προσδιοριστούν από τις ακίδες, αλλά αυτό

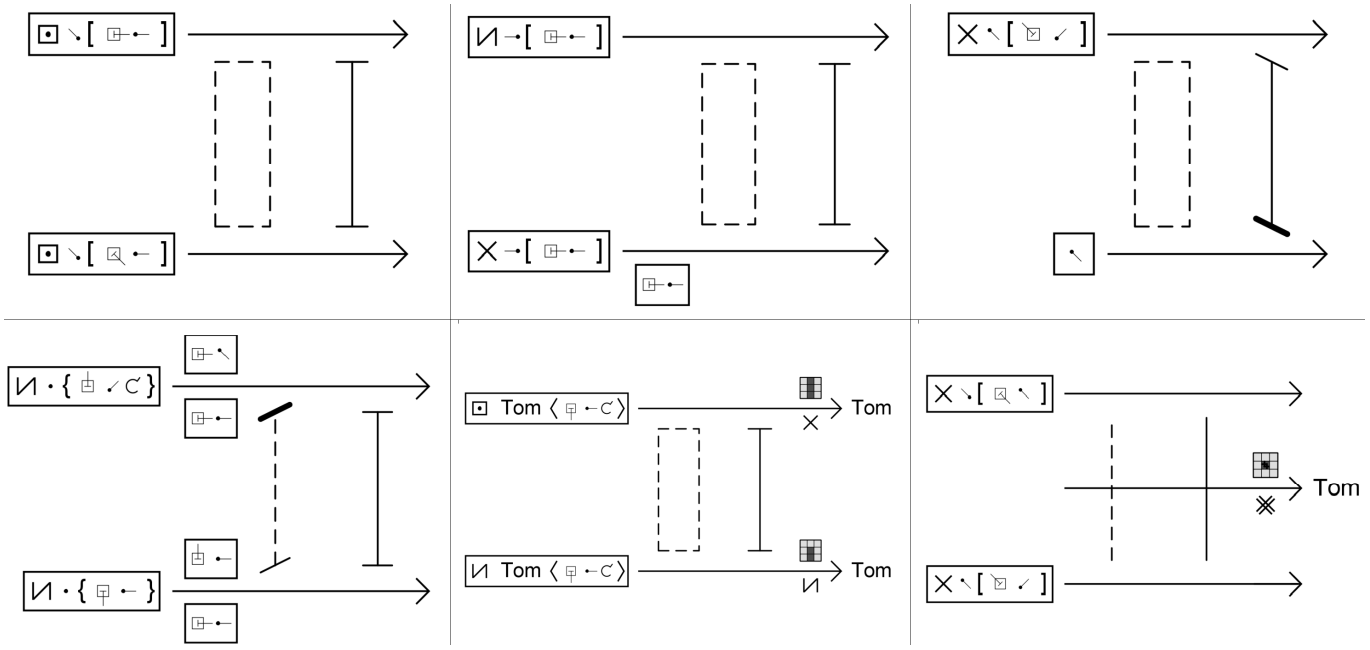
γίνεται εδώ ως παράδειγμα. Το «μέγεθος» των στροφών συνεπάγεται από τους προσανατολισμούς. Εδώ έχουμε δράσεις και από το σώμα (body) και από το facing

- Ο προσανατολισμός του facing είναι αρχικά αριστερά και λίγο λιγότερο από κατακόρυφα προς τα πάνω. Ο προσανατολισμός του σώματος είναι ένα βήμα πιο χαμηλά από τον προσανατολισμό του facing (στην κατακόρυφη διάσταση· και δεν υπάρχει διαφορά στην οριζόντια διάσταση), έτσι είναι αριστερά και διαγώνια προς τα πάνω. Το facing παραμένει σταθερό, έτσι το αποτέλεσμα της στροφής προστίθεται απλώς στο σύμβολο σχετικού προσανατολισμού (η διαφορά μεταξύ του facing και του body έχει αυξηθεί από το «μέγεθος» της στροφής)

- Οι σχετικοί προσανατολισμοί εδώ χρησιμοποιούνται μόνο για τον σκοπό να παρουσιαστούν, καθώς η άμεση καταγραφή του προσανατολισμού θα ήταν απλούστερη σε ένα τόσο μικρό παράδειγμα. Ο αρχικός προσανατολισμός του body είναι «↘ από το ⊟ του facing» και «↙ από το ← του facing», έτσι είναι ↘↙. Το facing «στρέφεται πάνω κατά ↙», έτσι «μένει ⊟ και γίνεται ↙», ενώ το body «στρέφεται κατά ←/κύκλους δεξιά και κάτω», φτάνοντας να είναι ↘↖. *Κατ» αναλογία,* το facing έχει γίνει «↘ και ↓ ως προς αυτόν τον προσανατολισμό του body» (↘ του ↘ είναι ⊟, ↓ του ↖ είναι ↙).

- Όπως φαίνεται εδώ, οι σχετικοί προσανατολισμοί μπορεί να αναφέρονται σε προσανατολισμούς *άλλων* αντικειμένων στη σκηνή (πχ μια άλλη

κάμερα ή ένας ηθοποιός). Δεν μπορούμε να προχωρήσουμε σε υπολογισμούς εδώ, καθώς δεν ξέρουμε τους προσανατολισμούς του Tom ή της Mary (οι οποίοι, μάλιστα, μπορεί να αλλάζουν με το χρόνο)



Εικόνα 2.d – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων θέσης:

- Η κάμερα ξεκινάει από μια μέση απόσταση από την μπροστινή-αριστερή γωνία της σκηνής, διαγωνίως προς τα πίσω και στα δεξιά (οριζοντίως) αυτού του σημείου. Τότε μετακινείται σε ευθεία γραμμή, φτάνοντας σε ένα σημείο που είναι πάλι μια μέση απόσταση από την μπροστινή-αριστερή γωνία της σκηνής, αλλά τώρα αμέσως στα δεξιά της
- Η κάμερα ξεκινάει *κοντά* στη μέση της αριστερής πλευράς της σκηνής, και τότε απομακρύνεται από αυτήν την πλευρά, κινούμενη σε μια τροχιά

κάθετη σε αυτήν (όπως φαίνεται από τον προσανατολισμό του body) μέχρι να είναι *μακριά* από την ίδια θέση αναφοράς

- Η κάμερα ξεκινάει *ακριβώς* στην πίσω-δεξιά γωνία της σκηνής, και κινείται σε μια κυκλική προς τα αριστερά και προς τα πάνω πορεία μέχρι να φτάσει σε μικρή απόσταση και πάνω-αριστερά από αυτό το αρχικό σημείο

- Η κάμερα ξεκινάει αριστερά από το κέντρο της σκηνής. Σημειώστε τις αγκύλες στο σύμβολο θέσης: η απόσταση από το σημείο αναφοράς περιγράφεται με μια γωνία *σχετική με τον προσανατολισμό του body της κάμερας*. Η κάμερα κινείται προς τα μπροστά μέχρι να είναι στα δεξιά του κέντρου της σκηνής. Αυτή η τελική θέση δίνεται σχετικά με το *facing* της κάμερας

- Εδώ το σημείο αναφοράς είναι ο ηθοποιός Tom, η χρήση των <> και το σύμβολο προσώπου (face) δείχνουν ότι η απόσταση που δίνεται είναι σε γωνία ως προς με τον προσανατολισμό του facing του Tom. Συνεπώς, η κάμερα ξεκινάει *μακριά* από πίσω του (αναφορικά με το που κοιτάζει) και τελειώνει σε μια μέση απόσταση από πίσω του. Αυτή είναι μια δράση «προσέγγισης», που χρησιμοποιεί επίσης τα σύμβολα «πλαισίου» ή «καδραρίσματος» (framing symbols) που περιγράφονται παρακάτω

- Η κάμερα κινείται μεταξύ δύο αυθαίρετων σημείων (κοντά και πάνω από την πίσω-δεξιά γωνία της σκηνής, και κοντά και κάτω από την μπροστά-αριστερή γωνία) εκτελώντας τις *γενικές δράσεις* που είναι απαραίτητες

για να διατηρήσουν τις δεδομένες συνθήκες ως προς το «καδράρισμα» πλαισίωσης (βλ. τα σύμβολα «πλαισίου» ή «καδραρίσματος» που περιγράφονται παρακάτω)

3.7. ΣΥΜΒΟΛΑ «ΠΛΑΙΣΙΟΥ» Η «ΚΑΔΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ» (FRAMING SYMBOLS):

Η Εικόνα 1.d δείχνει μερικά παραδείγματα των *συμβόλων «πλαισίου» ή «καδραρίσματος»* (*framing symbols)*. Αυτά τα σύμβολα υποδεικνύουν *πώς* ο στόχος μιας σχέσης θα πρέπει να τοποθετηθεί μέσα στα όρια του πλαισίου του «κάδρου» της ταινίας. Το DirectorNotation χρησιμοποιεί τρία διαφορετικά είδη συμβόλων «πλαισίου» ή «καδραρίσματος», όλα βασισμένα στην ίδια θεμελιώδη «εικόνα οθόνης» (“screen icon”). Το ακόλουθο (μη έγκυρο) σύμβολο πλαισίωσης θα υποδήλωνε ότι ο στόχος δεν εμφανίζεται καθόλου στην εικόνα: .

Ο πρώτος τύπος των συμβόλων «πλαισίου» ή «καδραρίσματος» φαίνεται στις Εικόνες 1.d.i ως 1.d.iv. Αν ένα από τα τετράγωνα είναι σημειωμένα, ο στόχος εμφανίζεται στο αντίστοιχο τμήμα της οθόνης: το , για παράδειγμα, σημαίνει ότι ο στόχος θα πρέπει να εμφανίζεται στην πάνω-αριστερή γωνία της οθόνης (και μόνο εκεί). Οποιοσδήποτε αριθμός και συνδυασμός τετραγώνων μπορεί να σημειωθεί. Έτσι, το σημαίνει ότι το πάνω τρίτο της σκηνής θα πρέπει να περιέχει τον στόχο. Αν απλώς τυχαία σημειώσουμε κάποια τετράγωνα, θα μπορούσαμε να πάρουμε το σύμβολο : είναι δύσκολο να σκεφτούμε ποιό «αντικείμενο» θα μπορούσε να καταλάβει αυτά ακριβώς τα μέρη της οθόνης (και κανένα άλλο), αλλά αν υπάρχει ένα τέτοιο αντικείμενο, τότε αυτό το σύμβολο είναι έγκυρο.

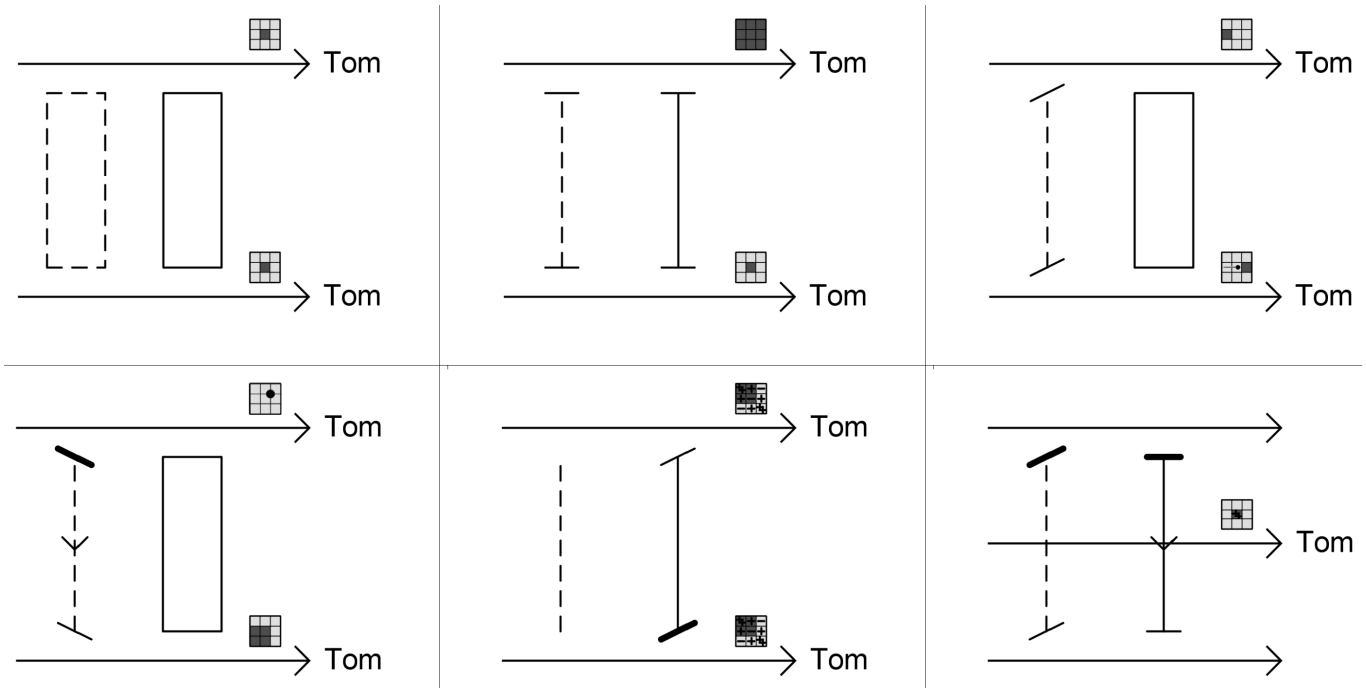
Τα μεγέθη των περιοχών που χωρίζεται η οθόνη είναι όμοια. Στην πράξη, οι περιοχές αυτές δεν θα είναι ακριβώς τετράγωνες, αφού το πλαίσιο

μιας ταινίας είναι κανονικά ορθογώνιο. Επιπλέον, η λήψη «αντικειμένων» κανονικά δεν θα γεμίζει εντελώς το καθορισμένο κομμάτι του πλαισίου. Είναι αρκετά φυσιολογικό να υπάρχει κάποιος κενός χώρος σε μια περιοχή του πλαισίου όπου εμφανίζεται ένα «αντικείμενο». Όμως, η επέκταση ενός «αντικειμένου» σε μια περιοχή που δεν έχει σημειωθεί στο σύμβολο «πλαισίου»/«καδραρίσματος», αν και μπορεί επίσης να συμβεί, θα πρέπει να επιτρέπεται μόνο σε πολύ περιορισμένη έκταση – αλλιώς τα επιπλέον τετράγωνα στο σύμβολο θα έπρεπε να σημειωθούν.

Οποιοσδήποτε αριθμός τετραγώνων στο σύμβολο «πλαισίου»/«καδραρίσματος» μπορεί να τονιστεί με θετική ή αρνητική έμφαση, με (ένα ή δύο) σύμβολα «συν» ή «πλην», όπως σε κάποια παραδείγματα στην Εικόνα 1.d.iv. Όπως παντού στο DirectorNotation, ένα συν σε ένα σημειωμένο τετράγωνο σημαίνει ότι το αντίστοιχο κομμάτι του πλαισίου πρέπει οπωσδήποτε να «γεμίζεται» από το αντικείμενο, ένα πλην σε ένα σημειωμένο τετράγωνο σημαίνει ότι ο στόχος μπορεί περιστασιακά να απασχολήσει το αντίστοιχο κομμάτι του πλαισίου ή να απασχολήσει μόνο ένα τμήμα του, ένα συν σε ένα μη σημειωμένο τετράγωνο σημαίνει ότι το αντίστοιχο τμήμα του πλαισίου δεν θα πρέπει να περιέχει τον στόχο ούτε λίγο, και ένα πλην σε ένα μη σημειωμένο τετράγωνο σημαίνει ότι ο στόχος μπορεί περιστασιακά ή ελαφρώς να εισέρχεται στο αντίστοιχο τμήμα του πλαισίου. Διπλές ενδείξεις δίνουν ακόμα μεγαλύτερη έμφαση (αυτό είναι χρήσιμο κυρίως όταν μονά σύμβολα έμφασης τοποθετούνται δίπλα σε διπλά σύμβολα έμφασης, έτσι ώστε να υποδηλώσουν βαθμιδωτή έμφαση).

Το δεύτερο είδος συμβόλου πλαισίωσης φαίνεται στις Εικόνες 1.d.v και 1.d.vi. Μια ακίδα στο κέντρο του συμβόλου δείχνει την κατεύθυνση με την οποία ο στόχος *διασχίζει το πλαίσιο/κάδρο*. Ένα σημειωμένο τετράγωνο (θεωρούμενο ως αρχικό σημείο) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει την γραμμή, στήλη, ή διαγώνιο όπου πραγματοποιείται η κίνηση.

Το τρίτο είδος συμβόλου πλαισίωσης φαίνεται στην Εικόνα 1.d.vii. Μια τελεία ή μια έλλειψη τοποθετείται μεταξύ των τετραγώνων του συμβόλου «πλαισίου»/«καδραρίσματος» για να υποδηλώσει την εφαρμογή του «κανόνα των τρίτων» (“rule of thirds”): αυτά τα σημάδια υποδηλώνουν ότι ο στόχος (ή το κέντρο του, αν καταλαμβάνει πολύ χώρο στην εικόνα) χωρίζει το «κάδρο» σε ένα-τρίτο και δύο-τρίτα, όπως υποδεικνύεται από το σύμβολο (αντί να *περιέχεται* σε μια περιοχή του πλαισίου, όπως δείχνουν τα άλλα σύμβολα «πλαισίου» ή «καδραρίσματος»). Η απόσταση λήψης (που περιγράφεται παρακάτω) κατά κύριο λόγο καθορίζει το μέγεθος του στόχου στην οθόνη σε αυτήν την περίπτωση.



Εικόνα2.e – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων πλαισίωσης:

- Ο Tom προβάλλεται σταθερά στην *κεντρική περιοχή* (⅑) της οθόνης. Αν αντικαταστήσουμε το σύμβολο με το σύμβολο , θα δηλώνεται ότι ο Tom προβάλλεται κεντραρισμένος κατά μήκος της αριστερής κατακόρυφης ⅓ γραμμής. Καμία δράση δεν εκτελείται

- Ο Tom αρχικά προβάλλεται στο κέντρο της οθόνης· η κάμερα κινείται προς τα μπροστά έτσι που ο Tom εμφανίζεται σε ολόκληρο το «κάδρο». Είναι ενδιαφέρον να σημειώσουμε ότι έχει νόημα να αντικαταστήσουμε πχ το με το στη πρώτη σχέση, αλλά το σύμβολο «πλαισίου» ή «καδραρίσματος», , στη δεύτερη σχέση, για το (πιθανώς ακραίο) κοντινό πλάνο, δεν θα μπορούσε να αντικατασταθεί αντίστοιχα

- Το facing της κάμερας στρέφεται στα δεξιά, έτσι ο Tom κινείται από τη δεξιά πλευρά της οθόνης στην αριστερή πλευρά
- Το facing της κάμερας στρέφεται αριστερά και κάτω, και η κάμερα εκτελεί «zoom out», μεταφέροντας τον Tom σε μια μικρότερη περιοχή της οθόνης, ώστε να είναι κεντραρισμένος στο πάνω-δεξιά ⅓ τμήμα
- Η κάμερα κινείται γύρω από τον Tom, και το facing της στρέφεται όπως χρειάζεται για να κρατήσει σταθερή τη σύνθεση στο «κάδρο». Ωστόσο, αυτή η σύνθεση στο «κάδρο» δεν χρειάζεται να είναι ακριβής, αλλά θα μπορούσε να αλλάζει λίγο ανάλογα με πχ την ηθοποιία του Tom: η καταγραφή γίνεται με ουσιαστικά «με προτεραιότητες». Έτσι ο Tom πρέπει να εμφανίζεται στο πάνω-αριστερό μέρος της οθόνης, μπορεί να εμφανίζεται στο κέντρο, θα μπορούσε να εμφανίζεται ακόμα και πάνω-δεξιά ή κάτω-αριστερά οθόνη, αλλά οπωσδήποτε δεν πρέπει να εμφανίζεται κάτω-δεξιά
- Η κάμερα κινείται πάνω σε κυρτές τροχιές και στρέφεται και οριζοντίως και κατακορύφως, αλλά, παντού σε αυτήν την δράση, ο Tom πρέπει να είναι σταθερά στο κέντρο του «κάδρου» (αναγκαία, ο Tom κινείται επίσης, αν και αυτό το παράδειγμα δεν μας λέει πώς)

3.8. ΣΥΜΒΟΛΑ ΜΕΓΕΘΟΥΣ (MAGNITUDE SYMBOLS): Οι Εικόνες 1.e.i. και 1.e.ii. δείχνουν τα πέντε βασικά σύμβολα μεγέθους που χρησιμοποιούνται στο DirectorNotation[16]. Ένα σύμβολο μεγέθους δείχνει το «μέγεθος κάποιου πράγματος» – είναι δηλαδή μια γενική, αφαιρετική έννοια. Οι πιο συνηθισμένες ποσότητες που περιγράφονται από σύμβολο μεγέθους είναι η απόσταση λήψης και η ταχύτητα/διάρκεια κίνησης. Το σύμβολο μεσαίου μεγέθους, που φαίνεται στην Εικόνα 1.e.i σημαίνει το μέσο ή τυπικό μέγεθος. Τα σύμβολα στην Εικόνα 1.e.ii, από αριστερά προς τα δεξιά, είναι: *πολύ βραχύς, βραχύς, μακρύς, πολύ μακρύς*. Για παράδειγμα, η πρώτη (χαμηλότερη) δράση facing στην Εικόνα 1.g.i είναι μια δράση zoom-in· αφού προηγείται το σύμβολο «πολύ βραχύ», το zoom-in που εκτελείται πρέπει να είναι πολύ ελαφρύ. Όλα τα σύμβολα μεγέθους στην Εικόνα 1.e.ii μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ένα ή δύο συν ή πλην σύμβολα, όπως στα παραδείγματα στην Εικόνα 1.e.iii, με την συνήθη ερμηνεία (μακρύ + συν → πολύ μακρύ, ενώ βραχύ + συν → πολύ βραχύ). Αυτό οδηγεί στη ταξινόμηση που φαίνεται στην Εικόνα 1.e.iv, όπου από αριστερά προς τα δεξιά το μέγεθος πηγαίνει από το μικρότερο στο μεγαλύτερο· αυτή η εικόνα δείχνει όλα τα πιθανά σύμβολα μεγέθους (επιπλέον γραμμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως στα ⊠ και ⋇ σύμβολα του Labanotation – πολύ-πολύ μακρύ και πολύ-πολύ

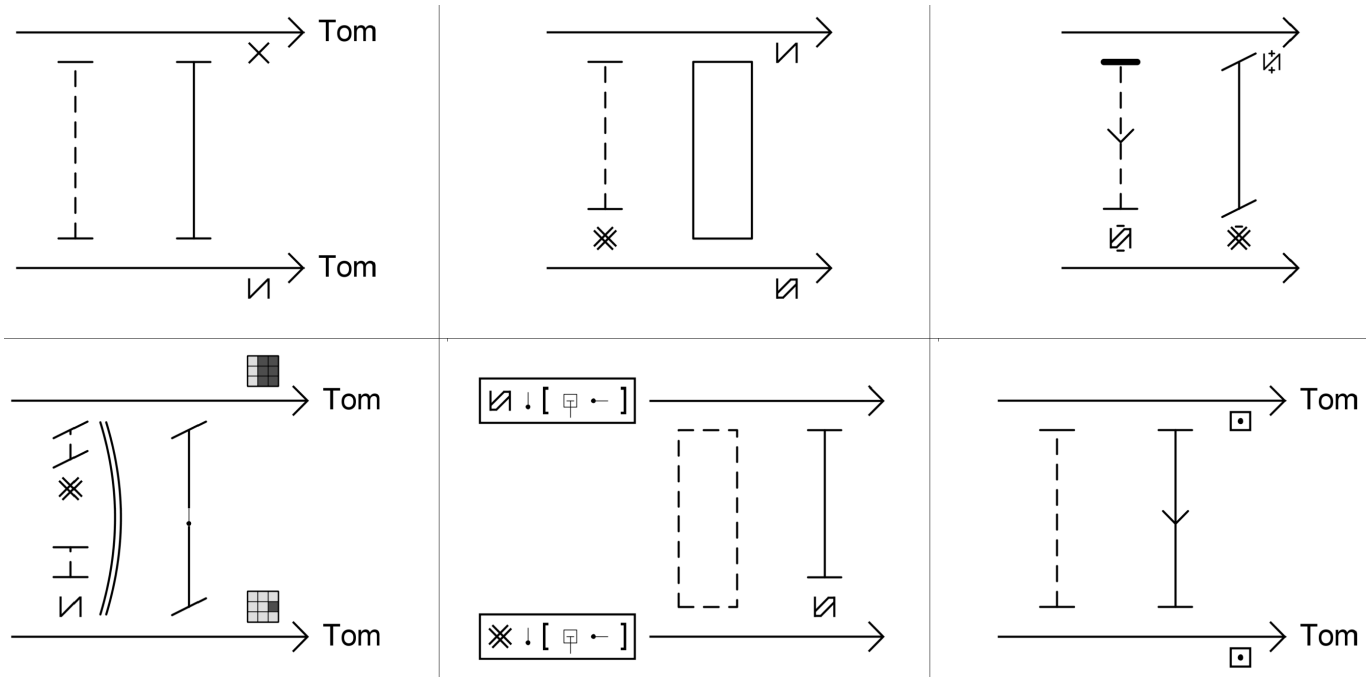
[16] Τα βασικά σύμβολα είναι δανεισμένα από το Labanotation, αλλά η ακριβής σημασιολογία της χρήσης τους, και το σύστημα μεταβολής τους προσαρμόζεται ανάλογα με το συγκεκριμένο πλαίσιο και τις ανάγκες του DirectorNotation

βραχύ – αλλά δεν θα συζητήσουμε εδώ αυτή τη λεπτομέρεια περεταίρω, διότι είναι καθαρά ποσοτική και όχι σημασιολογική επέκταση της εκφραστικότητας του DirectorNotation).

Όταν ένα σύμβολο μεγέθους τοποθετείται στη κάτω δεξιά θέση ενός συμβόλου σχέσης (όπως στην Εικόνα 1.g.ii), υποδεικνύει την απόσταση λήψης. Ένα μεσαίο (mid) σύμβολο δείχνει μια μεσαία λήψη, ένα μακρύ σύμβολο δείχνει μια μακρινή λήψη, ένα βραχύ σύμβολο δείχνει μια κοντινή λήψη (ή κοντινό πλάνο λήψης), κτλ.

Όταν τοποθετείται κάτω από ένα σύμβολο δράσης (όπως στο δεύτερο και τρίτο παράδειγμα της Εικόνας 1.g.iii) το σύμβολο μεγέθους γίνεται κομμάτι του συμβόλου δράσης (έτσι η αρχή του συμβόλου δράσης εκτιμάται πως είναι η αρχή του συμβόλου μεγέθους) και καθορίζει την ταχύτητα ή απόσταση της δράσης [17]. Όταν τοποθετείται κάτω από την πάνω γραμμή ενός συμβόλου δράσης σώματος που υποδηλώνει κυκλική κίνηση, στη δεξιά μεριά του συμβόλου, ένα σύμβολο μεγέθους αλλάζει την καμπυλότητα της πορείας (Εικόνα 1.g.iii, μεσαίο σύμβολο).

[17] Καθώς η διάρκεια της δράσης ορίζεται από το μήκος του συμβόλου, η ταχύτητα της κίνησης και ο χώρος που καλύπτεται κυμαίνονται ανάλογα, και το πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα του συμβόλου μεγέθους μπορεί να θεωρηθεί ότι επηρεάζει όποια από αυτές τις ποσότητες προτιμούμε να θεωρούμε ανεξάρτητη παράμετρο



Εικόνα 2.f – Προοδευτικά πιο πολύπλοκα παραδείγματα της χρήσης των συμβόλων μεγέθους:

- Κίνηση προς τα μπροστά και zoom-in: έχει ως αποτέλεσμα η μακρινή λήψη να γίνεται κοντινή λήψη
- Μια ενδιαφέρουσα αναλογική περιγραφή: zoom in από μια πολύ μακρινή λήψη σε μια μακρινή λήψη. Το zoom γράφεται ως πολύ μικρή δράση: χρησιμοποιούμε «υψηλή-ευαισθησία». Έτσι μια δράση μεσαίας ταχύτητας θα είχε ένα μεγάλο οπτικό αποτέλεσμα, και μια γρήγορη δράση θα είχε ένα τεράστιο αποτέλεσμα
- Εδώ η δράση facing παρουσιάζεται να είναι γρήγορη και η δράση body είναι αργή (με ακριβή περιγραφή μεγέθους). Η κίνηση body είναι κατά μήκος μιας κυρτής τροχιάς

- Το facing της κάμερας στρέφεται ελαφρώς στα δεξιά και την ίδια στιγμή κάνει zoom in γρήγορα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο Tom να μεγαλώνει στο αριστερό μέρος της οθόνης. Παρατηρούμε ότι η κίνηση body πλήρους κύκλου δεν επηρεάζει την αρχική και τελική πλαισίωση με κανένα τρόπο, αλλά φυσικά επηρεάζει σημαντικά το τί κινηματογραφείται κατά την διάρκεια της σκηνής
- Η κάμερα κινείται πολύ γρήγορα μακριά από το μπροστινό μέρος της σκηνής
- Η απόσταση λήψης παραμένει σταθερή: έτσι, κάνοντας zoom in και κινούμενη προς τα πίσω ταυτόχρονα, η κάμερα αντισταθμίζει τις δύο δράσεις της σε αυτήν την σχέση

3.9. ΣΥΜΒΟΛΑ ΦΡΑΣΗΣ-ΦΡΑΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ (PHRASING SYMBOLS): ένα σύμβολο φράσης/φραζαρίσματος (phrasing) είναι ένα *τόξο* (*bow)*, όπως τα παραδείγματα στις Εικόνες 1.f.i και 1.f.ii, το οποίο καλύπτει ένα τμήμα του staff όπως φαίνεται στο παράδειγμα της Εικόνας 1.g.v. Τα σύμβολα φράσης/φραζαρίσματος (phrasing) στην Εικόνα 1.f.i δείχνουν *ομαλό και συνεχόμενο φραζάρισμα* (*legato*): όλες οι δράσεις στο κομμάτι του staff που καλύπτονται από το τόξο πρέπει να εκτελούνται ομαλά και συνεχόμενα, με το καθένα να «ρέει» στο επόμενο χωρίς απότομες μεταβολές. Άλλα σύμβολα φράσης/φραζαρίσματος (phrasing), εκείνα στην Εικόνα 1.f.ii, υποδηλώνου *τονισμένο φραζάρισμα* (*accented)*: το σύμβολο τόνου στα δεξιά του τόξου δείχνει την στιγμή στην οποία θα πρέπει να ελευθερωθεί η περισσότερη ενέργεια. Συνεπώς, στο παράδειγμα της Εικόνας 1.g.v, η κίνηση θα πρέπει να είναι γρηγορότερη στην αρχή και μετά να επιβραδύνει (με τη μέση ταχύτητα της κίνησης να παραμένει ανεπηρέαστη από το σύμβολο φραζαρίσματος).

Τα σύμβολα *έμφασης* στην Εικόνα 1.f.i μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υποδείξουν τα σύμβολα, και συνεπώς τις αντίστοιχες οδηγίες, ενός κειμένου σε DirectorNotation, στα οποία θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση, ή (στην περίπτωση μειωμένης έμφασης) από τα οποία μπορεί η παραγωγή να αποκλίνει αν είναι απαραίτητο ή επιθυμητό. Το παράδειγμα στην Εικόνα 1.g.vi εκφράζει το ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικό να πλαισιώσουμε το αντικείμενο όπως υποδεικνύεται, ενώ ο προσανατολισμός που δίνεται για το σώμα της κάμερας, δηλαδή οριζόντια προς τα μπροστά,

μπορεί να μην υλοποιηθεί ακριβώς κατά την παραγωγή της ταινίας. Σε καλλιτεχνικό επίπεδο, αυτά τα σύμβολα είναι χρήσιμα στην πράξη για να αποδοθούν οδηγίες που πρέπει να ακολουθούνται κυριολεκτικά και πιστά, και άλλες που πρέπει να πληρούνται όσο αυτό είναι εφικτό, δηλαδή, δυνητικά, να πληρούνται μόνο κατά προσέγγιση. Σε τεχνικό επίπεδο, η ποσοτική/γεωμετρική σημασιολογία του notation μερικές φορές περιλαμβάνει διαδικασία βελτιστοποίησης στην ταυτόχρονη εκτέλεση οδηγιών που δεν είναι πλήρως συμβατές μεταξύ τους – σε αυτό το επίπεδο, τα σύμβολα έμφασης τροποποιούν τις συναρτήσεις σφάλματος (error functions) που χρησιμοποιούνται για να βρεθεί μια προσέγγιση.

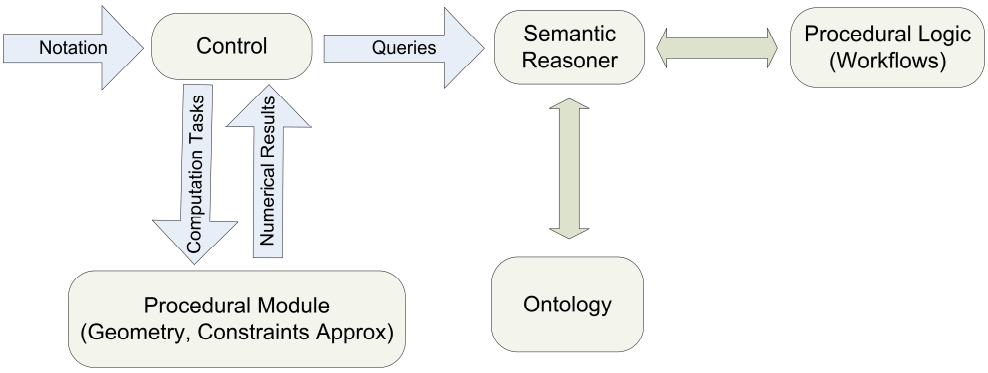
4. ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΟΣ ΓΝΩΣΙΑΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ "THOUGHTORIENTEDPROGRAMMING"

4.1. Υλοποίηση εργαλείων βασισμένα στο DirectorNotation – Εισαγωγή

Όπως θα δούμε παρακάτω (π.χ. κεφάλαια 5.1 και 5.3), η παρούσα εργασία δημιουργεί ένα τεχνολογικό υπόβαθρο, πάνω στο οποίο θα υλοποιηθούν διάφορα χρήσιμα, πρακτικά εργαλεία για τον σκηνοθέτη, σύμφωνα με τις ανάγκες που συζητήθηκαν παραπάνω (π.χ. κεφάλαιο 2.3), όπως για την αυτόματη δημιουργία animated προ-απεικόνισης (ή "animatics" ή "animated storyboards") και την αυτόματη δημιουργία «μεταπληροφορίας» (metadata) που περιγράφει το υλικό που κινηματογραφείται κατά την παραγωγή. Η βάση που παρέχεται από την παρούσα εργασία είναι η τεχνολογία μοντελοποίησης της «γνώσης» που καταγράφεται καλλιτεχνικά στο notation, σε μια τεχνική αναπαράσταση η οποία θα μπορεί να επεξεργαστεί αυτοματοποιημένα από τα εργαλεία αυτά. Για αυτόν τον σκοπό, απαιτείται η υλοποίηση όχι μόνον ενός γνωσιακού μοντέλου του notation, αλλά και ενός αριθμητικού / υπολογιστικού (computational) μοντέλου των πολλών γεωμετρικών και διαδικαστικών (procedural) πτυχών της γνώσης που καταγράφεται στο notation. Ο συνδυασμός «αρχιτεκτονικής» αλλά και «λειτουργίας» της γνώσης που πρέπει να μοντελοποιηθεί αποτελεί τεχνολογικά μια μεγάλη πρόκληση, και θα εξετάσουμε στο παρόν κεφάλαιο πώς την έχουμε αντιμετωπίσει.

4.2. Υλοποίηση ως υβριδικό σύστημα

Η απλούστερη τεχνική που μπορούμε να ακολουθήσουμε είναι να υλοποιήσουμε ένα υβριδικό σύστημα, με διαφορετικές «λογισμικές μονάδες» (modules) που να προσφέρουν τις απαραίτητες δυνατότητες, όντας υλοποιημένη η κάθε μία χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες τεχνολογίες κάθε φορά. Κατά βάσην θα χρειαστούμε ένα τμήμα της υλοποίησης να χρησιμοποιεί αλγοριθμικό κώδικα (procedural programming) και ένα άλλο να χρησιμοποιεί τεχνικές γνωσιακής μοντελοποίησης (declarative/logic programming). Ο συντονισμός όλων των λειτουργιών απαιτεί προσεκτικά σχεδιασμένο κεντρικό έλεγχο.



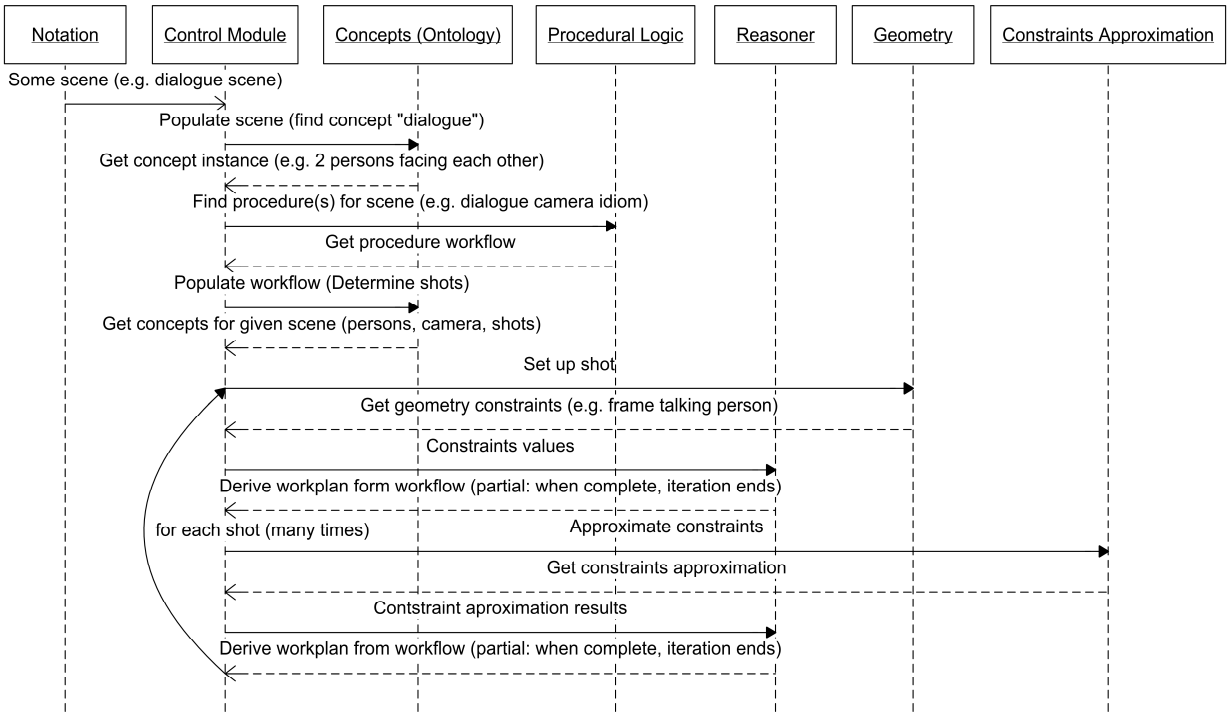
Εικόνα 3: Υλοποίηση ως υβριδικό σύστημα

Στο επίπεδο της υλοποίησης, χρειάζεται να υπάρχει μια καθαρή αρχιτεκτονική που να καθοδηγεί τη δημιουργία του γνωσιακού μοντέλου του DirectorNotation. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο πώς θα δημιουργηθούν δύο διακριτά υποσυστήματα, ένα για σημασιολογική

συλλογιστική (semantics reasoning) κι ένα για αριθμητικούς υπολογισμούς (γεωμετρικοί υπολογισμοί και προσεγγιστικές διαδικασίες), αλλά και στο πώς τα υποσυστήματα αυτά μπορούν να ενοποιηθούν κάτω από ένα κοινό αρχιτεκτονικό μοντέλο. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητη η ύπαρξη μίας ενδιάμεσης μονάδας ελέγχου. Η μονάδα ελέγχου δέχεται ως είσοδο ένα απόσπασμα ταινίας (π.χ. μια σκηνή ταινίας) εκφρασμένο σε DirectorNotation και έχει σκοπό να την αναπαραστήσει σε τεχνικό επίπεδο, αντιστοιχώντας τις διάφορες δηλώσεις που απαρτίζουν το notation με περιγραφικές δηλώσεις, μέσω επιλογής κατάλληλων οντοτήτων της οντολογίας (ontology concepts). Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας η μονάδα ελέγχου ανακαλύπτει περιπτώσεις όπου μια δήλωση μέσα στο notation δεν μπορεί να αναπαρασταθεί άμεσα μέσω της οντολογίας με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί από το υποσύστημα συλλογιστικής (reasoner) με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων. Αυτό συμβαίνει διότι μια τέτοια δήλωση εμπεριέχει διαδικασίες αλλά και αριθμητικές/γεωμετρικές παραμέτρους καθώς και παραμέτρους επίλυσης περιορισμών (constraint satisfaction) οι οποίες πρέπει πρώτα να υπολογιστούν προκειμένου να καταστήσουν την δήλωση αυτή ικανή να αναπαρασταθεί περιγραφικά μέσω της οντολογίας. Στην περίπτωση αυτή, οι μεν διαδικασίες μπορούν να αναπαρασταθούν περιγραφικά (π.χ. με την μορφή διαγραμμάτων ροής εργασιών – workflows), αλλά το υποσύστημα συλλογιστικής θα πρέπει να συνεργαστεί με το υπολογιστικό υποσύστημα, έτσι ώστε να εξάγει από το διάγραμμα ροής εργασιών (workflow) ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα εργασιών (work plan) με

βάση τις υπολογισμένες τιμές των παραμέτρων. Αντίστοιχα, όταν οι τιμές έχουν υπολογισθεί, η μονάδα ελέγχου θα είναι σε θέση να υποβάλλει ερωτήματα στην οντολογία (μέσω του συστήματος συλλογιστικής), έτσι ώστε να αναπαραστήσει περιγραφικά τα αποτελέσματα του υπολογιστικού υποσυστήματος μέσω οντοτήτων της οντολογίας. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι η επικοινωνία των δύο υποσυστημάτων (μέσω της μονάδας ελέγχου) έχει πολύπλοκη οργάνωση, για παράδειγμα σε περιπτώσεις όπου οι παραπάνω διαδικασίες πρέπει να επαναληφθούν αρκετές φορές (ανάλογα με την πολυπλοκότητα και το πλήθος των γεωμετρικών παραμέτρων και περιορισμών), ακόμα και για την περιγραφή ενός μόνο πλάνου μέσα σε μια σκηνή.

Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα της ροής ελέγχου του υβριδικού συστήματος που περιγράψαμε.



Εικόνα 4: Ροή ελέγχου του υβριδικού συστήματος

4.3. Υλοποίηση με μια νέα μέθοδο αναπαράστασης γνώσης (ThoughtOrientedProgramming, TOP)

Ο αντικειμενοστρεφής *αλγοριθμικός γνωσιακός προγραμματισμός* (ThoughtOrientedProgramming, TOP) είναι μια συστηματική αρχιτεκτονική δομημένου προγραμματισμού (paradigm). Προτείνεται στην παρούσα εργασία, βοηθά σημαντικά στην υλοποίηση εργαλείων βασισμένα στο DirectorNotation, αλλά υπόσχεται και για το μέλλον την δυνατότητα να αξιοποιηθεί και για άλλα προβλήματα.

Μελλοντικά, μπορεί να αναπτυχθεί μια εξειδικευμένη γλώσσα προγραμματισμού που εκφράζει το TOP, και ένα σύνολο εργαλείων που θα διευκολύνει τη χρήση της. Στην παρούσα εργασία πειραματιζόμαστε με ad-hoc υλοποίηση του συστήματος, και μόνο αργότερα, στο πλαίσιο γενίκευσης της εφαρμογής του, θα υλοποιήσουμε εργαλεία που θα διευκολύνουν την επανειλημμένη χρήση ορισμένων κοινών διαδικασιών υλοποίησης.

Σκοπός του TOP είναι η παροχή της δυνατότητας στην προγραμματιστή να αξιοποιεί μέσα σε ένα, ενιαίο και ενοποιημένο, δομημένο προγραμματιστικό μοντέλο όλες τις βασικές, και μέχρι σήμερα αμοιβαία αποκλειόμενες μορφές τεχνικής αναπαράστασης της ανθρώπινης γνώσης. Στην παρούσα, αρχική φάση, εστιάζουμε σε τρεις θεμελιώδεις τρόπους αναπαράστασης γνώσης, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Οι διάφορες τεχνικές αναπαράστασης γνώσης έχουν διαφορετικές ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Σήμερα τα σύνθετα εκείνα προβλήματα, για την επίλυση των οποίων απαιτείται η πλήρης αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων τέτοιων διαφορετικών μεθόδων, ταυτόχρονα και με στενές αλληλεξαρτήσεις, δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με δομημένο και συστηματικό τρόπο, με αποτέλεσμα συνήθως να παραμένουν άλυτα και ενίοτε να αντιμετωπίζονται επιτυχώς αλλά με την επένδυση πολύ μεγάλης προσπάθειας.

Οι τρεις θεμελιώδεις τεχνικές αναπαράστασης γνώσης τις οποίες ενοποιεί το TOP είναι:

- *Procedural programming*: Επιτρέπει τον ακριβή καθορισμό ενός αλγορίθμου επίλυσης ενός προβλήματος, βήμα-προς-βήμα, όταν μπορούμε να περιγράψουμε με σαφήνεια τα ακριβή βήματα που απαιτούνται για αυτόν τον σκοπό. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν και οι μαθηματικοί υπολογισμοί, καθώς η διαδικασία εκτέλεσης μαθηματικών πράξεων και υπολογισμών αποτελεί αλγοριθμική διαδικασία.
- *Declarative/logic programming*: Βασίζεται στην μαθηματική λογική και επιτρέπει την δηλωτική αντιμετώπιση ενός προβλήματος, όταν μπορούμε να τυποποιούμε σε μαθηματική λογική γνωστές προτάσεις που περιγράφουν το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε. Η αυτόματη αποδεικτική διαδικασία που μπορεί να ακολουθήσει αυτή η μέθοδος

έχει την δυνατότητα να οδηγήσει στην αυτόματη εξεύρεση νέων δεδομένων ή γνώσεων που πιθανώς δεν θα είχαμε προβλέψει και δε θα μπορούσαμε να θέσουμε ως στόχο μιας εκ των προτέρων πλήρως σχεδιασμένης αναλυτικής διαδικασίας. Μας επιτρέπει, επίσης, να δηλώνουμε μόνο τις λογικές προτάσεις που ξέρουμε ότι ισχύουν, και να απαντάμε βάσει αυτών σε οποιεσδήποτε ερωτήσεις εξαρτώνται από τα δεδομένα που έχουμε – έτσι, μπορούμε να φτιάξουμε εύκολα ένα πολύ γενικό μοντέλο, χωρίς να χρειάζεται να προβλέψουμε την κάθε πιθανή του χρήση. Είναι όμως αργή μέθοδος επεξεργασίας στην καλύτερη περίπτωση, ενώ συχνά οδηγεί σε απαγορευτική αλγοριθμική πολυπλοκότητα (πολύ εύκολα οδηγούμαστε σε μη-πολυωνυμικούς χρόνους) ενώ συχνό φαινόμενο είναι ότι ένα πρόβλημα δεν μπορεί να μοντελοποιηθεί σε καταληκτική λογική (decidable logic) με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούμε μοντέλο του οποίου η εκτέλεση δεν μπορούμε καν να αποδείξουμε ότι είναι πεπερασμένη διαδικασία. Τέλος, οι αριθμητικοί υπολογισμοί *δεν* υποστηρίζονται!

- *State space search/Numerical constraint programming*: Όταν μπορούμε να περιγράψουμε τα χαρακτηριστικά που θα έχει η/μια λύση που αναζητούμε, αλλά δεν ξέρουμε πώς να την κατασκευάσουμε άμεσα, μπορούμε να την αναζητήσουμε στον χώρο του συνόλου όλων των πιθανών λύσεων.

Πρέπει να τονίσουμε ότι το TOP δεν προσφέρει κάποιον μαθηματικά καινούργιο τρόπο αναπαράστασης γνώσης, αλλά ενοποιεί υπάρχουσες

μαθηματικές δομές και διαδικασίες που προηγουμένως ήταν ασύμβατες μεταξύ τους. Αυτή είναι μια διάκριση που ήδη είναι ξεκάθαρη όταν συγκρίνουμε σύγχρονες γλώσσες προγραμματισμού με παλαιότερες: όλες οι γλώσσες είναι Turing-complete, όλες εκτελούνται στο ίδιο μηχάνημα, έχοντας τελικά εκφραστεί στον ίδιο κώδικα μηχανής – η ουσιαστική διαφορά είναι ότι, εν τέλει, *ο προγραμματιστής αντιμετωπίζει πιο πετυχημένα ένα πρόβλημα όταν χρησιμοποιεί μια καλύτερη γλώσσα προγραμματισμού*, ενώ δεν ισχύει ότι «η ίδια η γλώσσα» λύνει το πρόβλημα καλύτερα. Έτσι π.χ. η Java καθοδηγεί *τον προγραμματιστή* στο να στήσει μια σωστή αρχιτεκτονική για το πρόγραμμά του, ενώ η **c** επιτρέπει *στον προγραμματιστή* να επέμβει στις τεχνικές λεπτομέρειες του πώς θα εκτελεστεί το πρόγραμμά του (και προτιμούμε συχνά την πρώτη επειδή η δυσκολία μιας υλοποίησης έγκειται στον σχεδιασμό ενός πολύπλοκου συστήματος, χωρίς η ταχύτητα εκτέλεσης να είναι το βασικό μας ενδιαφέρον). Αντίστοιχα, λοιπόν, το TOP έχει σκοπό να βοηθά *τον προγραμματιστή* να αναπαριστά την γνώση είτε με μαθηματική λογική, είτε με έναν άμεσα υλοποιημένο αλγόριθμο, είτε με έμμεσο καθορισμό των περιορισμό που εντοπίζουν μια λύση, ανάλογα με το ποιά αντιμετώπιση είναι καταλληλότερη ως τεχνική προγραμματισμού κάθε φορά, και βοηθά επίσης στο να συνδυάζονται χωρίς ασυμβατότητες οι τεχνικές αυτές.

Η λειτουργία του TOP βασίζεται στις εξής θεμελιώδεις έννοιες:

- Knowledge layer:
    - Το TOP τοποθετείται σε επίπεδο υλοποίησης ως ένα λειτουργικό επίπεδο που βρίσκεται πάνω από μια δημοφιλή αντικειμενοστρεφή γλώσσα προγραμματισμού. Στη δική μας περίπτωση επελέγη η Java, αν και αυτό είναι λεπτομέρεια υλοποίησης.
    - Ο σκοπός του TOP είναι ο εξής. Ο προγραμματιστής που προγραμματίζει σε TOP πρακτικά προγραμματίζει σε Java χρησιμοποιώντας κάποιες επιπλέον βιβλιοθήκες, οι οποίες όμως είναι δομημένες με τρόπο κατάλληλο για την αναπαράσταση γνώσης σύμφωνα με το μοντέλο TOP. Άρα, ο προγραμματιστής δεν μαθαίνει μια νέα γλώσσα προγραμματισμού: μαθαίνει, μάλλον, έναν νέο τρόπο οργάνωσης της γνώσης ο οποίος του επιτρέπει να κατασκευάζει πιο αποτελεσματικά μοντέλα γνώσης, δηλαδή δεν απαιτείται κόπος για την εκμάθηση των τυπικών συμβάσεων που καθορίζουν την έκφραση των ιδεών σε μια νέα γλώσσα προγραμματισμού, αλλά μόνο την ουσία των νέων δυνατοτήτων που του προσφέρονται μέσα από το TOP. Σχετικά με τις μαθηματικές δομές που αφορούν μη-procedural γλώσσες προγραμματισμού, ο προγραμματιστής μαθαίνει τα απαραίτητα μαθηματικά αλλά δεν είναι υποχρεωμένος να μάθει την πολύπλοκη διαδικασία προγραμματισμού που απαιτείται

για την επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας αποκλειστικά αυτές τις δομές.

- Στο σημερινό πειραματικό μας μοντέλο, η αρχιτεκτονική του προγράμματος σε Java δίνει τη γνωσιολογική δομή όπως σε μια οντολογία (βασιζόμενη σε μερικές εξειδικευμένες μεθόδους, π.χ. τη χρήση annotations σε Java για τα constraints της οντολογίας), αλλά η χρήση reasoner δεν "κρύβεται" από μια προσαρμοσμένη γλώσσα TOP αλλά υλοποιείται με άμεση κλήση σε «παραδοσιακό» reasoner.
- Παράλληλα, η μορφοποίηση της Java ώστε να ενσαρκώνει με τη δομή της ένα γνωσιακό μοντέλο ίσο με ό,τι αποτυπώνεται σε μια οντολογία *δεν* αποκλείει τη χρήση κλασσικού κώδικα Java. Έτσι, η γνωσιολογική δομή εισάγεται στον κώδικα TOP ενώ παράλληλα χρησιμοποιείται και ο κανονικός, αλγοριθμικός, procedural εκφραστικός τρόπος της γλώσσας. Μέσα από αλγοριθμική υλοποίηση μπορεί βεβαίως να υλοποιηθεί και σύστημα επίλυσης ταυτόχρονων περιορισμών με προσεγγιστικούς υπολογισμούς – το πώς συνδυάζεται αυτή η υλοποίηση με τις άλλες θα συζητηθεί παρακάτω.

- Encapsulation («ενσωμάτωση» ή «ενθυλάκωση»):
  - Το TOP ορίζει μια θεμελιώδη μονάδα, το «Thought», η οποία αντιπροσωπεύει μια οργανικά ενοποιημένη, ατομική έννοια *στο πλαίσιο της μοντελοποίησης ενός γνωστικού τομέα*. Καθώς το

τεχνικό υπόβαθρο του TOP είναι ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός, τεχνικά η βασική αυτή μονάδα ορίζεται ως η *κλάση* Thought. Η κλάση Thought επιτρέπει τη μοντελοποίηση μις ατομικής έννοιας με όποια εργαλεία είναι κατάλληλα, δηλαδή με τη χρήση αντικειμενοστρεφή ή απλώς procedural προγραμματισμού ή/και με τη χρήση δηλωτικού/λογικού προγραμματισμού ή/και με τη χρήση state space search/constraint programming. Η προσθήκη των μη-αντικειμενοστρεφών ορισμών στο αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα, και η σωστή επεξεργασία του πλήρους μοντέλου, απαιτεί 1) τις κατάλληλες βιβλιοθήκες, όπως π.χ. έναν reasoner για την εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων από λογικές προτάσεις που έχουν γίνει assert με δηλωτικό τρόπο, και 2) ένα σύστημα ελέγχου της επεξεργασίας του συνολικού μοντέλου που να επιτρέπει την σύγχρονη αξιοποίηση των ορισμών που έχουν δοθεί σε διαφορετικά συστήματα μοντελοποίησης.

- Η έννοια του encapsulation («ενσωμάτωση») έχει τεράστια σημασία για την κατασκευή σε TOP μοντέλων για το οποία δεν επαρκεί μια κλασσική μέθοδος (είτε αντικειμενοστρεφή προγραμματισμού είτε δηλωτικού/λογικού προγραμματισμού είτε με τη χρήση state space search/constraint programming). Κάθε έννοια αντιστοιχεί σε μια κλάση Thought, η οποία εσωτερικά μπορεί να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε τεχνολογία

είναι κατάλληλη, αλλά ορίζεται ως προς το υπόλοιπο σύστημα αποκλειστικά από την διεπιφάνεια (interface) που προσφέρει. Συνεπώς, κάθε Thought πρέπει να προσφέρει μεθόδους (methods) μέσω των οποίων μπορεί να λειτουργήσει στο πλαίσιο κάθε τύπου επεξεργασίας στο σύστημα. Όταν δηλαδή π.χ. προκύπτει στο σύστημα μια νέα λογική ιδιότητα ενός Thought, τότε αυτό πρέπει να προσφέρει προς το υπόλοιπο σύστημα μέσω κατάλληλης μεθόδου την αναπαράσταση της νέας λογικής δομής – ενώ όταν π.χ. προκύπτει στο σύστημα μια νέα αριθμητική πληροφορία που επιτρέπει σε ένα Thought να προσφέρει μια νέα αλγοριθμική ικανότητα, τότε αυτό πρέπει να προσφέρει προς το υπόλοιπο σύστημα μέσω κατάλληλης μεθόδου την νέα υπολογιστική ικανότητα. Έτσι, αυξάνεται η εσωτερική πολυπλοκότητα της κάθε «κλάσης», δηλαδή του κάθε Thought, στο σύστημα, αλλά, επειδή αυτή η πολυπλοκότητα είναι αυστηρά οριοθετημένη μέσα στο πλαίσιο της κάθε γνωστικής έννοιας, δεν δημιουργεί προγραμματιστικό πρόβλημα, παρά μόνο μια λογική αύξηση στην εργασία υλοποίησης ανά κλάση – ενώ από την άλλη γίνεται εφικτό να επεξεργαστούμε *ολόκληρο* το σύστημα σύμφωνα με *όποιο* υπολογιστικό μοντέλο ταιριάζει σε *κάθε* επεξεργαστικό βήμα μιας σύνθετης διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος. Συνεπώς, βελτιώνεται η συνολική (global) συμπεριφορά του

συστήματος, κοστίζοντας μόνο μια λογική αύξηση στην εργασία υλοποίησης ανά κλάση.

- Architecture:
    - Η αρχιτεκτονική ενός συστήματος σε TOP είναι καθαρή και καλύπτει εργονομικά τον χώρο του επιλεγμένου προβλήματος μοντελοποίησης γνώσης. Οι ατομικές μονάδες, οι κλάσεις Thought, καλύπτουν πλήρως την κάθε έννοια που αντιστοιχίζεται σε μια κλάση, με αποτέλεσμα η αρχιτεκτονική του πλήρους συστήματος να εκφράζει τις σχέσεις ανάμεσα στις κλάσεις αυτές. Το encapsulation («ενσωμάτωση») έχει μεγάλη σημασία: μπορούμε να δομήσουμε μια σωστή αρχιτεκτονική άσχετα από τις ανάγκες υλοποίησης της κάθε έννοιας με πιθανώς διαφορετικό μοντέλο προγραμματισμού.
    - Το TOP πετυχαίνει στην τεχνική αναπαράσταση γνώσης ό,τι και ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός για την υλοποίηση λογισμικού: επιτρέπει την δημιουργία μιας καθαρής, λογικής, διαισθητικά ικανοποιητικής αρχιτεκτονικής για την εφαρμογή που αντιμετωπίζουμε. Ο σχεδιαστής/προγραμματιστής αναλύει ένα πρόβλημα σε λειτουργικές μονάδες οι οποίες έχουν σαφώς καθορισμένη λειτουργία μέσα στο σύστημα, δηλαδή καθορίζεται επακριβώς η αλληλεπίδρασή τους με το υπόλοιπο σύστημα, ενώ η εσωτερική τους υλοποίηση υποχρεούται μόνο να ανταποκρίνεται στον σχεδιασμό αυτόν και μπορεί εσωτερικά

να έχει οποιαδήποτε μορφή κρίνεται στην κάθε περίπτωση η καλύτερη. Σημαντική διαφορά όμως είναι ότι στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό, η *αρχιτεκτονική* προσαρμόζεται στις υπολογιστικές ανάγκες ενός προβλήματος με γνωστό αλγόριθμο επίλυσης – ενώ στο TOP η *αρχιτεκτονική* δομείται ως αναπαράσταση γνώσης, δηλαδή η αρχιτεκτονική του TOP λειτουργεί όπως και η αρχιτεκτονική ενός γνωσιακού μοντέλου, π.χ. μιας οντολογίας, μοντελοποιώντας τη δομή του γνωστικού αντικειμένου. Αξιοσημείωτο είναι ότι στην μοντελοποίηση γνώσης με μαθηματική λογική, ο επιμερισμός του μοντέλου είναι δύσκολος, καθώς όλες οι γνωστές προτάσεις αποτελούν μια γνωσιακή βάση, και η λογική επεξεργασία γίνεται πάνω από ολόκληρη αυτήν την βάση – ενώ στο TOP το κάθε Thought μπορεί συχνά να περιέχει έναν αλγόριθμο αναζήτησης «τοπικής» γνώσης με την οποία συνδέεται, έτσι ώστε κάθε λογική αναζήτηση να εκτελείται πάνω σε ένα μικρό υποσύνολο κάθε φορά της συνολικής γνώσης, μειώνοντας δραματικά τη δυσκολία εκτέλεσης λογικών διεργασιών. Έτσι, το TOP έχει πολύ πιο σφιχτή αρχιτεκτονική από ένα κοινό γνωσιακό μοντέλο.

Σχεδιαστικά, η αρχιτεκτονική ενός συστήματος σε TOP κατασκευάζεται μέσα από μια διαδικασία δύο παράλληλων αναλύσεων, η μία προχωρώντας από το ειδικό στο γενικό (bottom-up design), και η άλλη προχωρώντας από

το γενικό στο ειδικό (top-down design). Από την συνολική ανάλυση του προβλήματος δομούμε τα επιμέρους συστατικά της λύσης μας και τις σχέσεις μεταξύ τους. Από τον προσδιορισμό των βασικών εννοιών που απαντούν στο πρόβλημα, χτίζουμε όλο και πιο πολύπλοκες ή σύνθετες έννοιες, προσθέτοντας συνεχώς πολυπλοκότητα μέχρι να φτάσουμε από τις βασικές έννοιες στις γενικότερες έννοιες του γνωστικού τομέα. Η καθαρή αρχιτεκτονική του TOP μας επιτρέπει να αξιοποιήσουμε και τις δύο διαδικασίες: το μεγαλύτερο μέρος της πρακτικής εργασίας υλοποίησης σε TOP είναι bottom-up, αφού φτιάχνουμε πρώτα Thought κλάσεις για τις πρώτες έννοιες που αποφασίζουμε να μοντελοποιήσουμε και να χρησιμοποιήσουμε στα επόμενα στάδια. Όμως, είναι χρήσιμη διαδικασία το να καθοδηγείται αυτή η πορεία από μια top-down ανάλυση, όπου έχουμε εντοπίσει τις γενικότερες έννοιες στις οποίες θέλουμε να φτάσουμε, και τις σημαντικότερες υποέννοιές τους, έτσι ώστε η διαδικασία υλοποίησης να έχει ξεκάθαρο σκοπό και εξαρχής καθορισμένο πεδίο δραστηριότητας.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του TOP είναι ότι δεν απαιτεί από τον προγραμματιστή να έχει «σπάνιες» εξειδικευμένες γνώσεις. Αυτό δεν σημαίνει ότι το TOP είναι ένα εργαλείο για αρχάριους. Αντίθετα, απευθύνεται σε ικανούς προγραμματιστές και αναλυτές, που έχουν μεγάλη ικανότητα και εμπειρία στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό, και που έχουν επιπλέον την ακαδημαϊκή παιδεία σε μαθηματική λογική και τεχνητή νοημοσύνη που αναμένεται να έχει ένας ικανός μηχανικός υπολογιστών ως επαγγελματίας ή/και απόφοιτος ενός σοβαρού πανεπιστημίου. Συνεπώς, το

ΤΟΡ απευθύνεται σε ικανούς χρήστες, οι οποίοι όμως επαρκεί να έχουν τις κοινές γνώσεις που κάθε μηχανικός υπολογιστών πρέπει να έχει. Αντίθετα, τα κλασσικά συστήματα μοντελοποίησης γνώσης βασίζονται σε εξειδικευμένα εργαλεία, που όχι μόνο είναι δύσκολα στη χρήση, είναι και αδιάφορα για την πλειοψηφία των επαγγελματιών στον χώρο των υπολογιστών, κι έτσι η γνώση τους απαντάται συνήθως μόνον σε κατόχους διδακτορικών διπλωμάτων στον ευρύτερο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης και σε προγραμματιστές που από προσωπικό ενδιαφέρον έμαθαν την χρήση ενός ασυνήθιστου εργαλείου.

4.4. Παράδειγμα ΤΟΡ

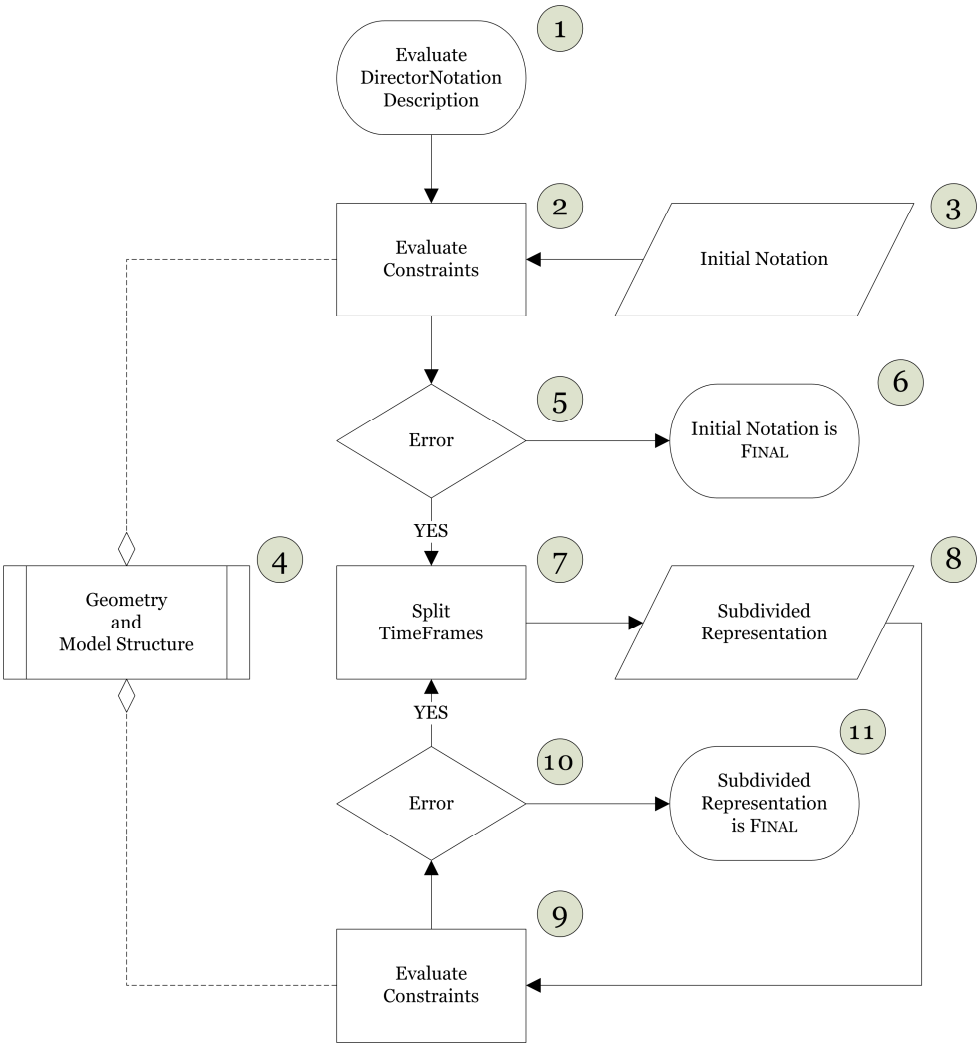
Σε αυτήν την υπο-ενότητα, θα παρουσιάσουμε ένα παράδειγμα εφαρμογής του ΤΟΡ.

Περιγράφουμε μια απλή διαδικασία ανάλυσης μιας καταγραφής κίνησης της κάμερας. Η αρχική περιγραφή μπορεί να δίνει έμμεσους ορισμούς (π.χ. «η κάμερα τοποθετείται *έτσι ώστε* να δείχνει, από μακριά, την πλάτη του πρωταγωνιστή»). Η περιγραφή που παράγεται από την διαδικασία ανάλυσης έχει μόνο άμεσους γεωμετρικούς προσδιορισμούς (π.χ. «η κάμερα κινείται στο ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ»).

Δίνουμε πρώτα ένα διάγραμμα ροής για την σειρά εκτέλεσης του κώδικα ο οποίος υλοποιεί τη λύση του προβλήματος. Ύστερα, δίνουμε ένα

διάγραμμα ροής που περιγράφει τις συγκεκριμένες εντολές που εκτελούνται κατά τη διάρκεια της ανάλυσης ενός συγκεκριμένου παραδείγματος.

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η διαδικασία ανάλυσης είναι ανεξάρτητη από πολλές λεπτομέρειες της περιγραφικής δυνατότητας του μοντέλου στο οποίο καταγράφεται η κίνηση της κάμερας. Η βασική δομή, βεβαίως, του μοντέλου, λαμβάνεται υπόψιν από την διαδικασία ανάλυσης. Έτσι, για παράδειγμα, η διαδικασία ανάλυσης αναφέρεται σε *καμπύλες* οι οποίες έχουν κάποιες *ιδιότητες*. Το μοντέλο θα πρέπει να δίνει τους ίδιους ορισμούς των βασικών αυτών εννοιών, *καμπύλη* και *ιδιότητα*, που απαιτεί η διαδικασία ανάλυσης. Όμως, η «παρακάτω» λεπτομέρεια του μοντέλου μπορεί να υλοποιηθεί ή να μεταβληθεί ή να διορθωθεί ανεξάρτητα, π.χ. και μετά την υλοποίηση της διαδικασίας ανάλυσης. Έτσι για παράδειγμα, εδώ υλοποιούνται οι καμπύλες Bezier και (η απλή) Line, αλλά θα μπορούσαμε π.χ. να αντικαταστήσουμε την καμπύλη Bezier με την καμπύλη Nurbs. Το σύστημα πετυχαίνει και να μεταχειρίζεται οντότητες ως έννοιες, σύμφωνα με τις λογικές τους ιδιότητες, και να βασίζει την ροή της λογικής εκτέλεσής του σε πολύπλοκους γεωμετρικούς υπολογισμούς.



Διάγραμμα 1 (γενική ροή εκτέλεσης του κώδικα)

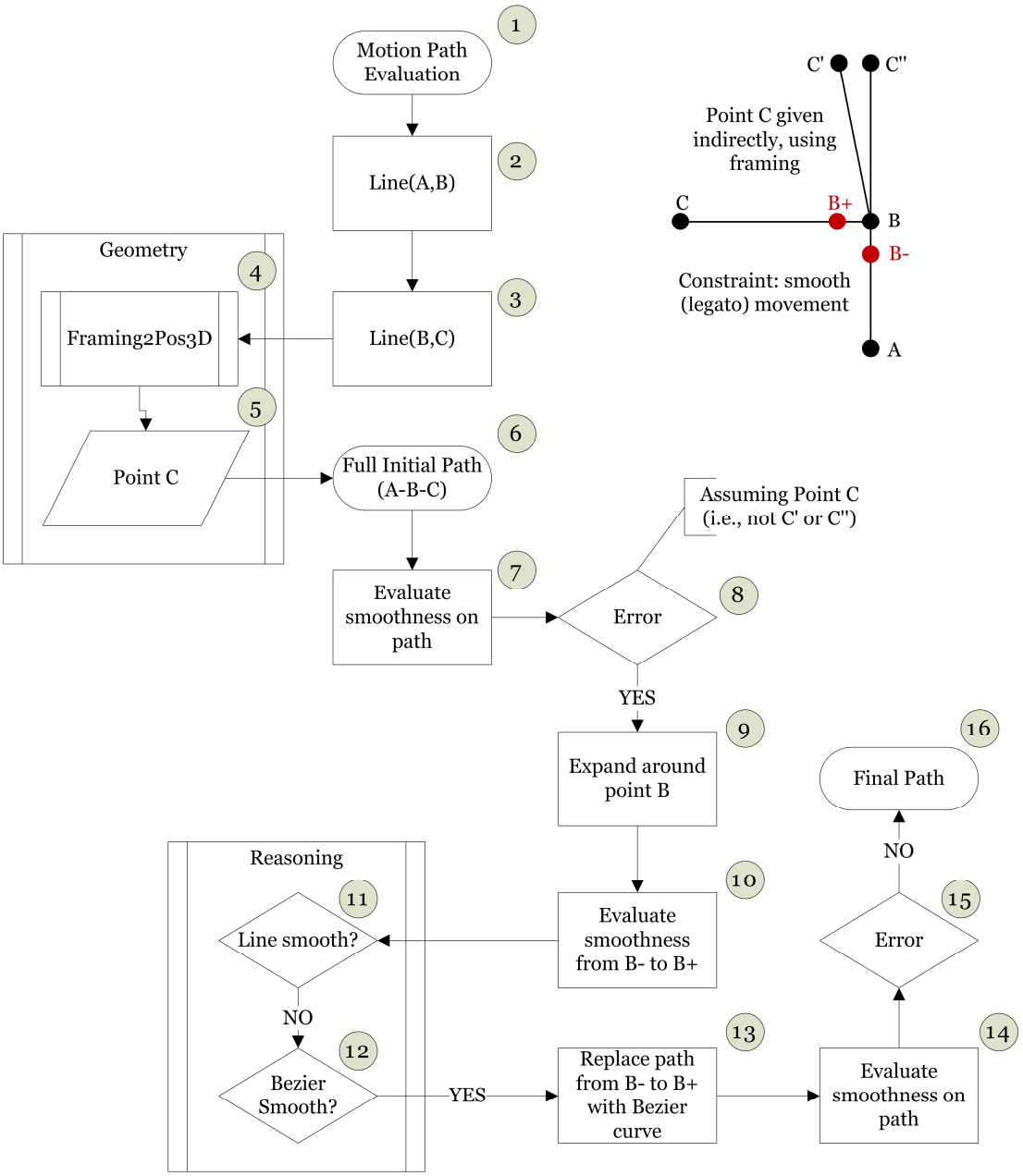
Η παρακάτω αρίθμηση δίνει μια σταδιακή περιγραφή του πρώτου διαγράμματος ροής.

1. Δίνεται μια αρχική περιγραφή της κίνησης της κάμερας. Η αρχική αυτή περιγραφή αποτελείται από μια σειρά διαδοχικών κινήσεων. Για την κάθε κίνηση μπορούν να δίνονται διαφορετικά στοιχεία, π.χ. αρχικό σημείο στον χώρο, τελικό σημείο στον

χώρο, σχήμα τροχιάς, περιορισμοί όπως το τί φαίνεται στην εικόνα καθώς κινείται η κάμερα, κτλ.

2. Για κάθε τμήμα της κίνησης που έχει δοθεί, εξετάζεται αν ικανοποιούνται όλοι οι περιορισμοί.
3. Τα *δεδομένα* που αναπαριστούν την κίνηση συμβολίζονται στο διάγραμμα ροής εδώ. Το προηγούμενο βήμα επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα.
4. Ο έλεγχος των περιορισμών απαιτεί πολύπλοκους γεωμετρικούς υπολογισμούς ή/και λογικές διεργασίες. Π.χ. για να ελεγχθεί αν ένα αντικείμενο φαίνεται κατά τη λήψη, χρειάζεται εφαρμογή προβολικής γεωμετρίας – ενώ αν π.χ. υπάρχει περιορισμός η κίνηση να μπορεί να περιγραφεί από ελλειπτική τροχιά, ενώ ήδη αυτή περιγράφεται ότι είναι κυκλική τροχιά, πρέπει από το μοντέλο να εξαχθεί το λογικό συμπέρασμα ότι ο περιορισμός όντως ικανοποιείται.
5. Ελέγχεται αν ικανοποιούνται όλοι οι περιορισμοί.
6. Αν ναι, τότε η αρχική περιγραφή είναι και η τελική.
7. Αν όχι, τότε *όπου* δεν ικανοποιήθηκε ένας περιορισμός, αναλύεται περεταίρω η κίνηση με το να θεωρείται ξεχωριστά ένα τμήμα της τροχιάς κοντά στο χρονικό σημείο όπου ο περιορισμός δεν ικανοποιείται.
8. Έτσι, η τροχιά διαιρείται σε περισσότερα, συντομότερα τμήματα.

9. Ελέγχονται περιορισμοί όπως και στο βήμα 2, αλλά για την αναλυμένη τροχιά.
10. Ελέγχεται αν ικανοποιούνται πλέον όλοι οι περιορισμοί. Αν όχι, επαναλαμβάνουμε το βήμα 7.
11. Αν ναι, τότε η τελευταία αναλυμένη τροχιά είναι και η τελική.



Διάγραμμα 2 (ροή εκτέλεσης του κώδικα για συγκεκριμένο παράδειγμα)

Η παρακάτω αρίθμηση δίνει μια σταδιακή περιγραφή του δεύτερου διαγράμματος ροής.

1. Δίνεται μια αρχική περιγραφή της κίνησης της κάμερας. Η αρχική αυτή περιγραφή αποτελείται από δύο τμήματα κίνησης. Το πρώτο τμήμα είναι μια κίνηση από το σημείο Α στο σημείο Β. Τα σημεία Α και Β δίνονται. Το δεύτερο τμήμα είναι μια κίνηση από το σημείο Β στο σημείο C. Το σημείο C ορίζεται έμμεσα, με έναν περιορισμό για το πώς ακριβώς θα εμφανίζεται στο κάδρο της κάμερας ένας ηθοποιός τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Δίνεται επίσης ο περιορισμός ότι η τροχιά θα πρέπει να είναι ομαλή, δηλαδή να μην έχει απότομες στροφές (η καμπυλότητα να υπερβαίνει κάποιο όριο) ή σημεία καμπής.

2. Δεν υπάρχει ένδειξη ότι απαιτείται πολύπλοκη τροχιά από το σημείο Α στο σημείο Β. Το σύστημα χρησιμοποιεί αυτομάτων την απλούστερη λύση: η κίνηση Α-Β είναι ευθύγραμμο τμήμα.

3. Δεν υπάρχει ένδειξη ότι απαιτείται πολύπλοκη τροχιά από το σημείο Β στο σημείο C. Το σύστημα χρησιμοποιεί αυτομάτως την απλούστερη λύση: η κίνηση Α-C είναι ευθύγραμμο τμήμα. Επειδή όμως το ίδιο το σημείο C είναι άγνωστο, το σύστημα εκτελεί μια κλήση στη βιβλιοθήκη γεωμετρικών μεθόδων του συστήματος.

4. Υπολογίζεται η θέση του σημείου C σύμφωνα με τους περιορισμούς για το «καδράρισμα» που έχουν δοθεί.

5. Το σημείο C περιλαμβάνεται στα δεδομένα του προγράμματος.

6. Σε αυτό το σημείο έχουμε μια πλήρη τροχιά A-B-C η οποία αποτελείται, σύμφωνα με τις υποθέσεις που έχουν γίνει μέχρι στιγμής, από δύο ευθύγραμμα τμήματα.

7. Εξετάζεται το πλήρες μήκος της τροχιάς A-B-C, υπολογίζεται η καμπυλότητα, και εντοπίζονται ασυνέχειες. Χαρακτηρίζεται το σύνολο της τροχιάς, και εντοπίζονται τα προβληματικά σημεία. Στο παρόν παράδειγμα, προβληματικό σημείο ενδέχεται να είναι το σημείο B.

8. Ανάλογα με τη θέση που υπολογίζεται για το σημείο C, μπορεί εδώ ο περιορισμός για την ομαλότητα της καμπύλης να ικανοποιείται ή όχι. Υποθέτουμε για το παρόν παράδειγμα ότι έχουμε το σημείο C και όχι το σημείο C' ή το σημείο C". Συνεπώς, ο περιορισμός για την ομαλότητα της καμπύλης δεν ικανοποιείται.

9. Γύρω από το σημείο B, όπου δεν ικανοποιείται ο δεδομένος περιορισμός, η κίνηση της κάμερας αναλύεται περεταίρω με το να θεωρείται ξεχωριστά ένα νέο τμήμα της τροχιάς, από το σημείο B- έως το σημείο B+.

10. Εδώ γίνεται η εξεύρεση μιας καμπύλης που πληροί τις προϋποθέσεις για το τμήμα της τροχιάς από το σημείο B- έως το σημείο B+. Το σύστημα χρησιμοποιεί εδώ τις λογικές διαδικασίες που φαίνονται στα δύο επόμενα βήματα.

11. Η πιο «γενική» από τις «καμπύλες» που καταγράφονται στο σύστημα είναι το ευθύγραμμο τμήμα. Εξετάζεται εάν το

ευθύγραμμο τμήμα ικανοποιεί τον δεδομένο περιορισμό. Αφού το αποτέλεσμα είναι αρνητικό, το σύστημα εξετάζει τις επόμενες γνωστές καμπύλες.

12. Η έννοια «καμπύλη Bezier» έχει τη λογική ιδιότητα ότι μπορούμε να ελέγξουμε την εφαπτομένη στα άκρα της, με αποτέλεσμα ότι μπορούμε να ελέγξουμε την καμπυλότητα της συνολικής τροχιάς και να αποφύγουμε τα σημεία καμπής. Συνεπώς επιλέγεται ως κατάλληλη σε αυτό το σημείο της επεξεργασίας.

13. Το τμήμα της τροχιάς από το σημείο B- έως το σημείο B+ αντικαθίσταται από μια καμπύλη Bezier.

14. Εξετάζεται το πλήρες μήκος της τροχιάς A-B-C, υπολογίζεται η καμπυλότητα, και εντοπίζονται ασυνέχειες (εξετάζεται το πλήρες μήκος της τροχιάς, με την έννοια ότι πρέπει το σύστημα να λάβει υπόψιν ολόκληρη την τροχιά – υπολογιστικά όμως, δεν είναι απαραίτητο να υπολογιστούν ξανά όποια αποτελέσματα έχουν ήδη υπολογιστεί). Χαρακτηρίζεται το σύνολο της τροχιάς, αλλά:

15. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν εντοπίζονται προβληματικά σημεία.

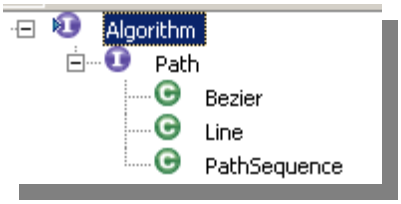
16. Η τροχιά, όπως έχει διαμορφωθεί μέχρι στιγμής, είναι και το τελικό αποτέλεσμα της παρούσας διαδικασίας.

4.5. Παράδειγμα Προγραμματιστικής Μεθοδολογίας

Σε αυτήν την υποενότητα, παραθέτουμε ένα απλό παράδειγμα κώδικα Java για να δείξουμε την προγραμματιστική μεθοδολογία που ακολουθούμε στην υλοποίηση συστήματος με το TOP.

Ο κώδικας υλοποιεί την διαδικασία που περιγράφηκε στην παραπάνω υπο-ενότητα. Βεβαίως, το παράδειγμα εκτέλεσης που φαίνεται στο διάγραμμα 2 είναι μία μόνο πιθανή περίπτωση εκτέλεσης αυτού του κώδικα. Η ροή που αναπαρίσταται στο διάγραμμα 1 καλύπτεται πλήρως από το παρόν παράδειγμα.

Ιεραρχία κάτω από το Interface: Algorithm: Ορίζουμε μια ιεραρχία αντικειμένων (κάτω από κάποια αρχικά interfaces) τα οποία θα μας επιτρέψουν να περιγράψουμε την τροχιά πάνω στην οποία κινείται ένα αντικείμενο. Σύμφωνα με τη λογική του TOP, τα αντικείμενα αυτά θα είναι και δομική αναπαράσταση του μοντέλου μας (της τροχιάς ενός αντικειμένου) αλλά και θα έχουν τη λειτουργικότητα που επιτρέπει στο μοντέλο να είναι «ενεργό» και να υπολογίζει νέες πληροφορίες σχετικά με «τον εαυτό του».



Κώδικας 1: Ιεραρχία κάτω από το Interface: Algorithm

Κάτω από το Interface «Algorithm» ορίζουμε ένα άλλο Interface, το «Path». Κάτω από το Path ορίζουμε τις κλάσεις Bezier, Line και PathSequence. Το PathSequence είναι μια σύνθετη τροχιά που αποτελείται από πολλά Path (το κάθε Path καταλήγει εκεί από όπου ξεκινάει το επόμενο).

Interface: Algorithm: Ορίζουμε πρώτα ένα πολύ γενικό Interface, το Algorithm. Αυτό μας επιτρέπει να περιγράψουμε κάποιες ιδιότητες που θα έχουν πολλές κλάσεις που θα χρειαστούμε, αφού όλες θα έχουν το χαρακτηριστικό να έχουν «αλγοριθμικές» ιδιότητες.

```
3  @{
4      Output : <O>;
5      Input : <I>;
6      Parameters : <P>;
7  }
8  public interface Algorithm
9  {
0      @methodName="run"
1  }
```

Κώδικας 2: Interface: Algorithm

Εδώ φαίνεται πρώτη φορά η χρήση της σύνταξης που βασίζεται στα annotations της Java. Ορίζουμε ότι οι κλάσεις που κάνουν implement το παρόν interface θα υλοποιούν μια μέθοδο «run» και καθορίζουμε σύμβολα με τα οποία θα μπορούμε να αναφερόμαστε στα inputs, outputs και parametres του αλγορίθμου.

Interface: Path: Ορίζουμε ένα ακόμη interface, το Path. Εδώ τυποποιούμε τις κλάσεις οι οποίες θα έχουν συγκεκριμένη αναπαράσταση και λειτουργία ως μοντέλο για τροχιές αντικειμένων στον χώρο.

```
@{
    Parameters : { int n, double[n] x0, double[n] x1 };
    Input : { double t };
    Output : { double[<Parameters:n>] x };
}
public interface Path extends Algorithm
{
    public double curvature(<Input:t>);


    public double[<Parameters:n>] tangent(<Input:t>);
}
```

Κώδικας 3: Interface: Path

Όλες οι κλάσεις οι οποίες θα έχουν συγκεκριμένη αναπαράσταση και λειτουργία ως μοντέλο για τροχιές αντικειμένων στον χώρο θα είναι παραμετροποιημένες βάσει ενός dimensionality που ορίζουμε ως n (αν και περιμένουμε στην πράξη να αναφερόμαστε στον 3D χώρο, δεν περιορίζουμε εδώ τον ορισμό παραπάνω από ότι χρειάζεται) και αποτελούν ένα mapping από έναν πραγματικό αριθμό t σε ένα διάνυσμα x, πράγμα που απλώς κωδικοποιεί τον ορισμό μιας παραμετρικής καμπύλης.

Παρόμοια, όλες οι κλάσεις οι οποίες θα έχουν συγκεκριμένη αναπαράσταση και λειτουργία ως μοντέλο για τροχιές αντικειμένων στον χώρο θα έχουν την δυνατότητα να υπολογίσουν την καμπυλότητά τους σε ένα σημείο t, καθώς και την δυνατότητα να υπολογίσουν την εφαπτομένη τους σε ένα σημείο t.

Παρατηρούμε τώρα ότι

- η δομική περιγραφή του μοντέλου ταιριάζει με τις αρχές υλοποίησης μιας οντολογίας
  - → σε ένα αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα, η δομή έχει σκοπό να διευκολύνει την εκτέλεση, και αντιστοιχεί στη βέλτιστη αρχιτεκτονική εκτέλεσης μιας λύσης για το σχετικό πρόβλημα – αντίθετα, σε μια οντολογία, το μοντέλο είναι μια καταγραφή γνώσης για την εφαρμογή της οντολογίας, και η δομή του μοντέλου αναπαριστά τη δομή των εννοιών σε αυτήν την εφαρμογή
  - → στο παρόν απλό παράδειγμα, αναλύσαμε παραπάνω ένα Path σε ένα PathSequence, όπου το PathSequence μπορεί να ενώνει πολλά Path, κάτι που είναι μαθηματικώς περιττό – η πιο γενική μέθοδος περιγραφής που χρειαζόμαστε για μια καμπύλη, για να περιγράψουμε τα πιο σύνθετα μέρη της, μπορεί να καταγράψει και τα απλούστερα μέρη – αλλά ταιριάζει στον τρόπο περιγραφής στη συγκεκριμένη εφαρμογή: ο καλλιτέχνης που σκέπτεται την κίνηση μιας κάμερας ή ενός ηθοποιού έχει συνείδηση των διαφορετικών τμημάτων της κίνησης, και τα θεωρεί διαφορετικά, ανάλογα με τις ιδιότητές τους
- οι συναρτήσεις, όμως, ξεπερνούν τις δυνατότητες μιας οντολογίας

→ σε μια οντολογία μπορούμε να δηλώσουμε ότι π.χ. ορίζεται μια τιμή καμπυλότητας σε κάθε σημείο μιας τροχιάς, αλλά δεν μπορούμε να δώσουμε τον αλγόριθμο που την υπολογίζει – θα μπορούσαμε κατά την δόμηση του μοντέλου στην οντολογία να δώσουμε τιμές για κάποια συγκεκριμένα σημεία, αλλά όχι βέβαια για τα άπειρα σημεία μιας συνεχούς τροχιάς

→ αυτές οι συναρτήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο πλαίσιο συλλογισμών σχετικά με το μοντέλο, π.χ. θα μπορούσαμε να ορίσουμε την *έννοια* ότι μια τροχιά διχοτομείται υπο κάποιες συνθήκες, και να υπολογίσουμε κατά την εκτέλεση του προγράμματος εάν μια συγκεκριμένη τροχιά διχοτομείται ή όχι, σύμφωνα με τους κατάλληλους αλγορίθμους, οι οποίοι θα δηλώνονταν παρόμοια με το παρόν παράδειγμα – αλλά το αποτέλεσμα θα ήταν απλώς μια λογική ιδιότητα της καμπύλης (true ή false, για το εάν διχοτομείται) και αυτή η λογική τιμή θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο μιας τυπικής λογικής αξιολόγησης (reasoning)

Class: Line: Ορίζουμε μια κλάση, Line, για την απλούστερη δυνατή τροχιά, ένα ευθύγραμμο τμήμα.

```
public class Line implements Path
{
    private final int n;

    public double[] run(double t)
    {
        double[] point = new double[n];
        // ...
        return point;
    }

    public double curvature(double t)
    {
        double c = 0;
        // ...
        return c;
    }

    public double[] tangent(double t)
    {
        double[] tan = new double[n];
        // ...
        return tan;
    }
}
```

Κώδικας 4: Class: Line

Η κλάση Line υλοποιεί το interface το οποίο κληρονομεί, το Path. Καθώς στο συγκεκριμένο παράδειγμα παραλείπουμε την υλοποίηση των μεθόδων για να αποφευχθεί ο υπερβολικός όγκος του παραδείγματος, ο κώδικας που δίνεται για την κλάση δεν καταγράφει την ακριβή της λειτουργία. Αυτό που θέλουμε να δείξουμε είναι απλώς ότι τον ορισμό του interface, που δίνει μόνο την δομή, ακολουθεί μια συγκεκριμένη υλοποίηση.

Class: Bezier: Ορίζουμε μία ακόμη υλοποίηση του interface «Path», την κλάση Bezier, για την δυνατότητα αναπαράστασης πιο πολύπλοκων τροχιών. (Υπάρχουν βεβαίως και πολλές άλλες αναπαραστάσεις που θα μπορούσαμε να υλοποιήσουμε, όπως π.χ. τα NURBS που είναι δημοφιλή στον χώρο των γραφικών.)

```
public class Bezier implements Path
{
    private final int n;


    public double[] run(double t)
    {
        double[] point = new double[n];
        // ...
        return point;
    }


    public double curvature(double t)
    {
        double c = 0;
        // ...
        return c;
    }


    public double[] tangent(double t)
    {
        double[] tan = new double[n];
        // ...
        return tan;
    }
}
```

Κώδικας 5: Class: Bezier

Η κλάση Bezier υλοποιεί το interface το οποίο κληρονομεί, το Path, αλλά βεβαίως με διαφορετικό τρόπο από ότι το Line. Αφού παραλείπουμε στο συγκεκριμένο παράδειγμα την υλοποίηση των μεθόδων, η διαφορά αυτή δεν φαίνεται στον κώδικα που δείχνουμε εδώ. Στην πλήρη υλοποίηση όμως, η διαφορά είναι μεγάλη, και εδώ απλώς δίνουμε μια ένδειξη για αυτό.

Εδώ ταιριάζει να σημειώσουμε ότι, βεβαίως, οι κλάσεις που υλοποιούν το Path μπορούν να υλοποιήσουν και άλλες μεθόδους που αφορούν μόνο αυτές. Εδώ όμως επικεντρωνόμαστε στην βασική δομή του προγράμματος.

Class: PathSequence: Ορίζουμε εδώ την έννοια της «σύνθετης» καμπύλης, το PathSequence, που αναφέρθηκε εισαγωγικά, και στην συζήτηση για το interface «Path», και είναι μια σύνθετη τροχιά που αποτελείται από πολλά Path.

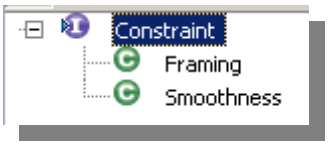
```
import java.util.ArrayList;

public class PathSequence extends ArrayList<Path> implements Path
{
    private final int n;


    public double[] run(double t)
    {
        double[] point = new double[n];
        // ...
        return point;
    }


    public double curvature(double t)
    {
        double c = 0;
        // ...
        return c;
    }


    public double[] tangent(double t)
    {
        double[] tan = new double[n];
        // ...
        return tan;
    }
}
```

Κώδικας 6: Class: PathSequence

Καθώς το PathSequence είναι και αυτό ένα Path, προς τα «έξω» προσφέρει τις ίδιες μεθόδους με κάθε άλλο Path. Εσωτερικά όμως, δεν υλοποιεί ένα συγκεκριμένο είδος καμπύλης, αλλά τη λογική με την οποία πολλαπλές άλλες καμπύλες ενώνονται στη σειρά για να σχηματίσουν μια νέα. Η χρήση πολλαπλών άλλων Path για τον ορισμό του PathSequence φαίνεται

στην χρήση μιας σειράς από Path, στη δήλωση «... extends ArrayList<Path> ...».

Ιεραρχία κάτω από το Interface: Constraint: Ορίζουμε την έννοια του περιορισμού, μιας συνθήκης, δηλαδή, που προσδιορίζει μια δράση της κάμερας.



Κώδικας 7: Ιεραρχία κάτω από το Interface: Constraint

Κάτω από το Constraint, ορίζουμε δύο κλάσεις, το Framing και το Smoothness, ως παραδείγματα συνθηκών στη δράση της κάμερας.

Το Smoothness θα μπορούσε σε κάποια υλοποίηση να είναι ιδιότητα ενός Path. Όμως, ορίζουμε στη σημειολογία του μοντέλου μας ότι οι περιορισμοί/συνθήκες μπορούν να λειτουργήσουν και ως τροποποιητές σε δράσεις της κάμερας.

- Για παράδειγμα, περιγράφουμε μια κίνηση της οποίας η τροχιά περιέχει μια ορθή γωνία. Αυτή η απότομη στροφή μπορεί να είναι επιθυμητή. Ή, μπορεί όντως να αντιλαμβανόμαστε την τροχιά με την εικόνα της ορθής

γωνίας, και σε ένα άλλο επίπεδο να θέλουμε η κίνηση τη στιγμή της στροφής να είναι πιο «γλυκιά». Η μικρή αλλαγή στην μαθηματική περιγραφή της τελικής τροχιάς δεν πρέπει να μας κάνει να την περιγράψουμε ως μια πολύπλοκη μαθηματική καμπύλη. Ως *έννοια*, θέλουμε ακριβώς αυτό που δείξαμε αρχικά: μια τροχιά που έχει μια ορθή γωνία, αλλά μια *κίνηση* που πετυχαίνει μια μικροσκοπική, σε γεωμετρικό επίπεδο, διόρθωση, με σκοπό να είναι πάντα ομαλή.

Επίσης, με αυτόν τον τρόπο ομαδοποιούμε της *γεωμετρικές* έννοιες, που είναι απαραίτητες για να περιγράψουμε το σχήμα μιας τροχιάς, κάτω από το Path, και ομαδοποιούμε της *ποιοτικές* έννοιες του τί επιτυγχάνεται, έμμεσα, από τις σχετικές κινήσεις, κάτω από το Constraint.

<u>Interface: Constraint</u>: Ορίζουμε εδώ τις γενικές ιδιότητες που πρέπει να υλοποιήσει το κάθε Constraint στο μοντέλο μας.

```
import example.TimeFrame;

public interface Constraint
{
    public class ConstraintViolationException extends Exception

    public void evaluate(TimeFrame tFrame) throws ConstraintViolationException;
}
```

Κώδικας 8: Interface: Constraint

Στο παράδειγμά μας, δίνουμε την ιδιότητα μιας συνθήκης να παραβιάζεται, και τη συγκεκριμένη διαδικασία που μπορεί να εξετάσει αν όντως παραβιάζεται μια συγκεκριμένη ιδιότητα.

Class: Framing: Ορίζουμε μια κλάση που περιγράφει το «καδράρισμα» της κάμερας.

```
import example.TimeFrame;

public class Framing implements Constraint
{
    public void evaluate(TimeFrame frame) throws ConstraintViolationException
    {
        //...
    }
}
```

Κώδικας 9: Class: Framing

Καθώς εδώ θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε πολλές έννοιες που δεν έχουν εμφανιστεί στο υπόλοιπο παράδειγμα, παραλείπουμε πλήρως την

υλοποίηση του Framing. Είναι σημαντικό ότι διαλέξαμε δύο εννοιολογικά διαφορετικές συνθήκες ως παραδείγματα, έστω αν η υλοποίησή τους είναι πολύπλοκη για να την εξετάσουμε εδώ, γιατί έτσι δείχνουμε πως λειτουργεί συνδυαστικά το TOP, σύμφωνα και με την συζήτηση των διαγραμμάτων ροής που δόθηκαν παραπάνω.

Class: Smoothness: Ορίζουμε μια κλάση που τυποποιεί την έννοια της ομαλότητας μιας κίνησης.

```
2
3  import example.TimeFrame;
4
5  public class Smoothness implements Constraint
6  {
7      public void evaluate(TimeFrame frame) throws ConstraintViolationException
8      {
9          // ...
10     }
11 }
12
```

Κώδικας 10: Class: Smoothness

Όπως και με το Framing, παραλείπουμε την υλοποίηση. Το σημαντικό εδώ είναι η εξωτερική λειτουργία της κλάσης, ώστε να επιτρέπει στο παράδειγμά μας η λειτουργία του TOP στα διαγράμματα ροής που δόθηκαν παραπάνω να είναι ξεκάθαρη.

Επιπλέον υλοποίηση:

Ορίζουμε εδώ δύο κλάσεις που υλοποιούν τη λογική εκτέλεσης του TOP για το παράδειγμά μας. Εδώ αξιοποιούνται οι παραπάνω κλάσεις, και φαίνεται πώς υλοποιούνται τα διαγράμματα ροής που δόθηκαν παραπάνω.

Class: DNEvaluator: Ορίζουμε εδώ την κλάση η οποία διαχειρίζεται την εκτέλεση του παρόντος παραδείγματος. Η πιο άμεση σχέση ανάμεσα στα διαγράμματα ροής που περιγράφηκαν παραπάνω και τον κώδικα που δίνεται στην παρούσα υπο-ενότητα αφορά αυτήν την κλάση.

```
import example.algo.Algorithm;

@{
    Parameters : {};
    Input : { TimeFrame wholeTimeFrame };
    Output : { TimeFrame[] evaluated };
}
public class DNEvaluator implements Algorithm
{
    private TimeFrame       wholeTimeFrame;
    private Constraint[]    constraints;

    public TimeFrame getWholeTimeFrame() { return wholeTimeFrame; }
    public Constraint[] getConstraints() { return constraints; }


    public void evaluate()
    {
        TimeFrame scoreTime = this.getWholeTimeFrame();
        TimeFrame[] frames = TimeFrame.SingleBreakDownAlgorithm.run( scoreTime, this.getConstraints() );

        boolean withErrors = true;
        while( withErrors )
        {
            withErrors = false;

            for( int order = 0; order < frames.length; ++order )
                try
                {
                    frames[order].evaluate();
                }
                catch( ConstraintViolationException error )
                {
                    frames = TimeFrame.MultiBreakDownAlgorithm.run(frames, order, error);

                    withErrors = true;
                    break;
                }
        }
    }
}
```

Κώδικας 11: Class: DNEvaluator

Η ροή εκτέλεσης της κλάσης περιγράφεται με λεπτομέρεια στην προηγούμενη υπο-ενότητα, συνεπώς δεν θα την επαναλάβουμε εδώ.

Νέα στοιχεία που αξίζει να περιγράψουμε είναι:

- Βλέπουμε στα annotations πριν την κλάση πως επεξεργάζεται ένα TimeFrame και το μετατρέπει σε μια σειρά από TimeFrame

- Και αυτή η κλάση είναι υπο-κλάση του Algorithm, και έτσι ξέρουμε τις βασικές της ιδιότητες
- Το ConstraintViolationException έχει ουσιαστική λειτουργική χρήση μέσα στο πρόγραμμα: καθορίζει τη ροή ελέγχου, ανάλογα με το εάν κάποια συνθήκη παραβιάζεται ή όχι – η συγκεκριμένη υλοποίηση έχει επιλεγεί για να απλοποιηθεί ο κώδικας που παρατίθεται εδώ, ενώ στην πράξη μια καλύτερη υλοποίηση της ροής ελέγχου θα ήταν απαραίτητη, αλλά θα έκανε τον κώδικα πιο πολύπλοκο και λιγότερο κατάλληλο για το παρόν συνοπτικό παράδειγμα

Class: TimeFrame: Ορίζουμε εδώ τα χρονικά διαστήματα που είναι ο πυρήνας της λογικής του παραδείγματος σε αυτήν και την προηγούμενη υπο-ενότητα, στην κλάση TimeFrame. Μοντελοποιούμε έτσι δομικά την απλή έννοια των διαδοχικών περιόδων, στην καθεμία εκ των οποίων εκτελούνται απλές δράσεις, με το σύνολο των TimeFrame να δίνουν μια σύνθετη, πιθανότατα πολυπλοκότερη δράση.

```
2
3  import java.util.ArrayList;
10
11 public class TimeFrame
12 {
13     private final double t0, t1;
14     private final List<Constraint> constraints = new ArrayList<Constraint>();
15
16     public double getT0() { return t0; }
17     public double getT1() { return t1; }
18     public Constraint[] getConstraints() { return constraints.toArray(new Constraint[0]); }
19     public void addConstraint(Constraint c) { constraints.add( c ); }
20
21
22     public TimeFrame(double t0, double t1, Constraint[] constraints) {
23         this.t0 = t0; this.t1 = t1; this.constraints.addAll( Arrays.asList( constraints ) );
24     }
25
26
27     public void evaluate() throws ConstraintViolationException
28     {
29         for( Constraint c : constraints )
30             c.evaluate( this );
31     }
32
33
34     @{
35         Parameters : {};
36         Input : { TimeFrame time, Constraint[] constraints };
37         Output : { TimeFrame[]  };
38     }
39     public static class SingleBreakDownAlgorithm implements Algorithm
48
49     @{
50         Parameters : {};
51         Input : { TimeFrame[] times, int offendingFrameIndex, ConstraintViolationException error };
52         Output : { TimeFrame[]  };
53     }
54     public static class MultiBreakDownAlgorithm implements Algorithm
63 }
```

Κώδικας 12: Class: TimeFrame

Η λειτουργία της κλάσης αυτής στην ροή εκτέλεσης του παραδείγματος περιγράφεται με λεπτομέρεια στην προηγούμενη υπο-ενότητα, συνεπώς δεν θα επαναλάβουμε εδώ την περιγραφή της.

Τα νέα στοιχεία που αξίζει να περιγράψουμε είναι οι δύο μέθοδοι SingleBreakDownAlgorithm και MultiBreakDownAlgorithm:

- Η κλάση SingleBreakDownAlgorithm επεξεργάζεται την περίπτωση όπου έχουμε ένα TimeFrame και συνθήκες τις οποίες δεν έχουμε εξετάσει ακόμα – απλώς χωρίζει το TimeFrame σε τμήματα που μπορούν να ελεγθούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο σύμφωνα με αυτές τις συνθήκες
- Η κλάση MultiBreakDownAlgorithm επεξεργάζεται την περίπτωση όπου έχουμε μια σειρά από TimeFrame όπου έχει ήδη διαπιστωθεί ότι παραβιάζεται κάποια συνθήκη (ο έλεγχος αυτός συμβαίνει έξω από αυτήν την κλάση) – η σειρά από TimeFrame χωρίζεται σε τμήματα όπου μπορούν να ικανοποιηθούν, ανεξάρτητα στο κάθε τμήμα, οι σχετικές απαιτήσεις που προέκυψαν από την επεξεργασία στον έλεγχο συνθηκών
- Στα annotations πριν τις μεθόδους αυτές καθορίζεται σε ένα πρώτο στάδιο η σημασιολογική τους διαφοροποίηση

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Υλοποίηση Εμπορικά Επιτυχημένων Εφαρμογών Που Θα Βασίζονται Στο DirectorNotation

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι ο εξής: να λειτουργήσει ως ένα σταθερό και λεπτομερές ερευνητικό υπόβαθρο το οποίο θα αποτελέσει έναυσμα για την πρακτική αξιοποίηση των προτεινόμενων καινοτομιών στο πλαίσιο της εμπορικής, πλέον, ανάπτυξης πλήρως λειτουργικών και πρακτικών εργαλείων. Η παρούσα διατριβή δεν μπορεί να καλύψει όλο τον όγκο της κινηματογραφικής δημιουργίας (π.χ. ηθοποιία, φωτισμός, μοντάζ, κτλ), αλλά προσφέρει μια λεπτομερή λύση στο πρωταρχικό αντικείμενο της κινηματογράφησης (camerawork), καθώς και τις θεωρητικές αρχές που καθοδηγούν την ανάπτυξη του πλήρους notation. Επίσης, η παρούσα διατριβή δεν μπορεί να αναπτύξει εμπορικά εργαλεία, καθώς αυτό ξεπερνά το αντικείμενό της (χρειάζονται εργαλεία με εύχρηστες «διεπιφάνειες» – graphical user interfaces – κλπ). Το συμπέρασμα της διατριβής είναι ότι πέτυχε τον σκοπό της αυτό. Στις παρακάτω υπο-ενότητες αναλύουμε αυτό το συμπέρασμα.

5.2. Μακροπρόθεσμοι στόχοι και επίπεδο δυσκολίας

Σκοπός του DirectorNotation και της υλοποίησης τεχνολογικών εργαλείων που το χρησιμοποιούν είναι η πραγματικά χρήσιμη εφαρμογή στην παραγωγή κινηματογραφικού υλικού, από διαφημίσεις 30 δευτερολέπτων μέχρι εμπορικών ταινιών μεγάλου μήκους. Η παρούσα εργασία, δηλαδή, έχει σκοπό να δημιουργήσει τη βάση, πάνω στην οποία θα επιτευχθούν τα εξής:

- Υλοποίηση εργαλείων, που σε πρακτική, καθημερινή χρήση θα επιτρέπουν σε σκηνοθέτες και εταιρίες παραγωγής να μειώνουν τα κόστη τους.
- Δημιουργία μιας γλώσσας με καλλιτεχνική ουσία και πληρότητα. Σκοπός είναι ότι στο μέλλον η χρήση του DirectorNotation θα προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη διδασκαλία της τέχνης του κινηματογράφου, ακόμα και για την μελέτη από σημαντικούς δημιουργούς για να πετύχουν καλλιτεχνικά αρτιότερα αποτελέσματα.

Αυτοί οι σκοποί είναι εφικτοί μετά από αρκετά χρόνια έρευνας και ανάπτυξης, με την εργασία πολλών ερευνητών για την υλοποίηση των τεχνολογικών εργαλείων, και *με την ενεργή συμμετοχή πολλών σημαντικών δημιουργών* οι οποίοι θα μάθουν σε βάθος το αρχικό σύστημα, θα δώσουν κίνητρο σε εταιρίες παραγωγής και ερευνητικούς φορείς να στηρίξουν την περεταίρω ανάπτυξη των τεχνολογικών εργαλείων, και θα παρέχουν

δημιουργική, εποικοδομητική κριτική σε καλλιτεχνικό επίπεδο για να βοηθήσουν την εξέλιξη της ίδιας της γλώσσας του DirectorNotation.

Με άλλα λόγια, η παρούσα εργασία έχει δώσει μια σημαντική καινοτομία, δείχνοντας έναν νέο τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία μπορεί να υπηρετήσει την τέχνη του κινηματογράφου – αλλά, για την επίτευξη όλων των μακροπρόθεσμων, πρακτικών στόχων μας, απαιτείται σημαντικά μεγαλύτερη «κρίσιμη μάζα» από μία διδακτορική διατριβή. Συνεπώς, για να έχει η παρούσα διδακτορική διατριβή, μακροπρόθεσμα και σε παγκόσμιο επίπεδο, σημαντικό αντίκτυπο και μεγάλη απήχηση, πρέπει να λειτουργήσει ως έναυσμα για μια μεγάλη προσπάθεια στα επόμενα χρόνια. Έχουμε οργανώσει τις ερευνητικές μας δραστηριότητες με τρόπο που μας δίνει σημαντική σιγουριά ότι αυτό πράγματι θα επιτευχθεί:

- Πετύχαμε την οικονομική στήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ένα ερευνητικό έργο με (αποκλειστικό) σκοπό την ανάπτυξη του DirectorNotation και των σχετικών τεχνολογικών εργαλείων. Το ερευνητικό αυτό έργο είναι μεγάλο, καθώς υλοποιείται από Ευρωπαϊκή κοινοπραξία 7 πολύ ικανών εταίρων και έχει προϋπολογισμό ύψους 5 εκατομμυρίων ευρώ (€4.949.551). Το έργο έχει μόλις ξεκινήσει (1η Ιανουαρίου 2008). Το έργο λέγεται ANSWER (http://www.answer-project.org/, http://cordis.europa.eu/ist/kct/fp7_projects.htm).

- Δεσμευτήκαμε ότι όλα τα σχετικά ερευνητικά αποτελέσματα, της παρούσας διδακτορικής διατριβής, των άλλων ερευνητών στο

ΕΜΠ που θα συνεχίσουν αυτήν την προσπάθεια, αλλά και όλων των ερευνητών που θα συμμετάσχουν στο ερευνητικό έργο ANSWER, θα έχουν ελεύθερη δημόσια πρόσβαση. Δηλαδή, τα επιστημονικά αποτελέσματα θα δημοσιευτούν με πλήρη λεπτομέρεια σε περιοδικά του κλάδου (δηλαδή θα δημοσιευτούν πλήρεις αναλύσεις όλων των σχετικών λεπτομερειών, και όχι μόνο περιληπτικές παρουσιάσεις) και κάθε αποτέλεσμα εργασίας στην υλοποίηση λογισμικού θα αποτελέσει ένα *open source project* (http://www.answer-project.org/, με μεταφορά αργότερα στο http://sourceforge.net/). Η σημασία της ανοιχτής πρόσβασης είναι τεράστια. Για την επιτυχία του DirectorNotation απαιτείται η υιοθέτησή του από επαγγελματίες σκηνοθέτες. Αν ζητούσαμε από επαγγελματίες σκηνοθέτες να πληρώσουν χρήματα σε μια εμπορική εταιρία και μετά να ακολουθήσουν μια επαγγελματική μεθοδολογία που αυτή η εταιρία τους «πουλάει», είναι πολύ πιθανό πως θα αποδεικνυόντουσαν πολύ σκεπτικοί «πελάτες». Τώρα, το DirectorNotation είναι για τους επαγγελματίες σκηνοθέτες το «*δικό τους*» εργαλείο: είναι επιστημονικό επίτευγμα με ανοιχτή πρόσβαση (η οποία είναι εγγυημένη σε μόνιμο επίπεδο σύμφωνα με τους όρους χρήσης του σχετικού open source project), τους προσφέρεται πραγματικά για το καλό του κλάδου (προσφέρεται από ερευνητές των οποίων το κίνητρο είναι η ερευνητική επιτυχία, δηλαδή η πραγματική υποστήριξη

των αληθινών αναγκών ενός επαγγελματικού κλάδου, και όχι η πώληση εμπορικού προϊόντος, δηλαδή το προσωπικό οικονομικό κέρδος), και έχουν τη δυνατότητα να διαμορφώσουν οι ίδιοι την εξέλιξη του εργαλείου που χρησιμοποιούν (δηλαδή δεν τους παρέχεται «ως έχει», αλλά είναι κάτι που πραγματικά τους ανήκει, αφού μπορούν ακόμη και να κάνουν αλλαγές σε αυτό αν αντιληφθούν τρόπους να το βελτιώσουν).

- Βασίσαμε την παρούσα εργασία σε ένα μακροπρόθεσμο πλάνο ανάπτυξης του DirectorNotation. Έτσι, η αρχή που έγινε εδώ είναι μια βάση που είναι ήδη καλοσχεδιασμένη και κατάλληλη για να υποστηρίξει την περεταίρω ανάπτυξη, η οποία μάλιστα περεταίρω ανάπτυξη είναι ήδη προδιαγεγραμμένη σε επαρκή βαθμό ώστε η ερευνητική εργασία που θα ακολουθήσει να έχει σαφείς στόχους, ξεκάθαρη μεθοδολογία και καλά ορισμένο χρονοδιάγραμμα.

5.3. Το ερευνητικό έργο ANSWER

Ο σκοπός του ερευνητικού έργου ANSWER είναι να επεκτείνει τη σημειογραφία DirectorNotation σε όλους τους τομείς της σκηνοθετικής δημιουργίας – διεύθυνση ηθοποιίας, επιλογή φωτισμού, μοντάζ, κτλ – και να πετύχει την υλοποίηση τεχνολογικών εργαλείων με επαρκές επίπεδο ωριμότητας ώστε να είναι έτοιμα για πρακτική αξιοποίηση σε εμπορικές παραγωγές.

Είναι σκόπιμο να παρουσιάσουμε εδώ τη δέσμευση του έργου να πετύχει τους σκοπούς που παραθέσαμε, σύμφωνα με το συμβόλαιο του ίδιου του έργου, χωρίς να επεξεργαστούμε το σχετικό κείμενο, για να γίνει σαφής η σοβαρότητα της εργασίας που θα ακολουθήσει μέσα στα επόμενα τρία χρόνια: «ANSWER is a new approach to the creative process of film and game production. Musicians and choreographers have long been able to express their intentions using logical symbolic structures (music notation and dance notation), yet those working in the movie industry and the games industry have to rely on cartoons and verbal description, and the only record of their artistry is the result itself. The film and games industries are converging in the way that their creative content is perceived by consumers; ANSWER will produce a notation system for describing the creation of multimedia content, thus offering a bridge between digital media production and animation for game design. Development of a successful notation

becomes appropriate today because of its dependence upon the parallel development of effective notation-based tools to support the artist in visualisation of their intention, communication to other members of the production team, and analysis of the production process, whilst still maintaining control of their creative intention. To achieve our objective, in addition to the development of DirectorNotation to symbolically describe creative intention, ANSWER will develop tools for automatic generation of animated pre-visualisations for film and game pre-production from the notation itself and from metadata which is extracted from the Director's initial input. An interface will be created to allow the Director to work imaginatively with the notation as it is authored, and an iterative scheme is introduced to ensure that developments of ideas and the realities of the actual production are reflected in the final notation description. Professional users from the film production and games production industry are integral partners in the project, which will ensure that we work together towards a common goal and are not dominated by technological considerations before artistic needs».

5.4. Ερευνητική μεθοδολογία

Στην Εικόνα 5 αναπαρίσταται ένας «χώρος παραμέτρων» δύο διαστάσεων, που απεικονίζει όλα τα θέματα που θα πρέπει να καλύπτει το DirectorNotation για να θεωρηθεί μια ώριμη τεχνολογία και να εφαρμοστεί ευρέως σε όλο τον επαγγελματικό κόσμο της κινηματογραφικής παραγωγής.

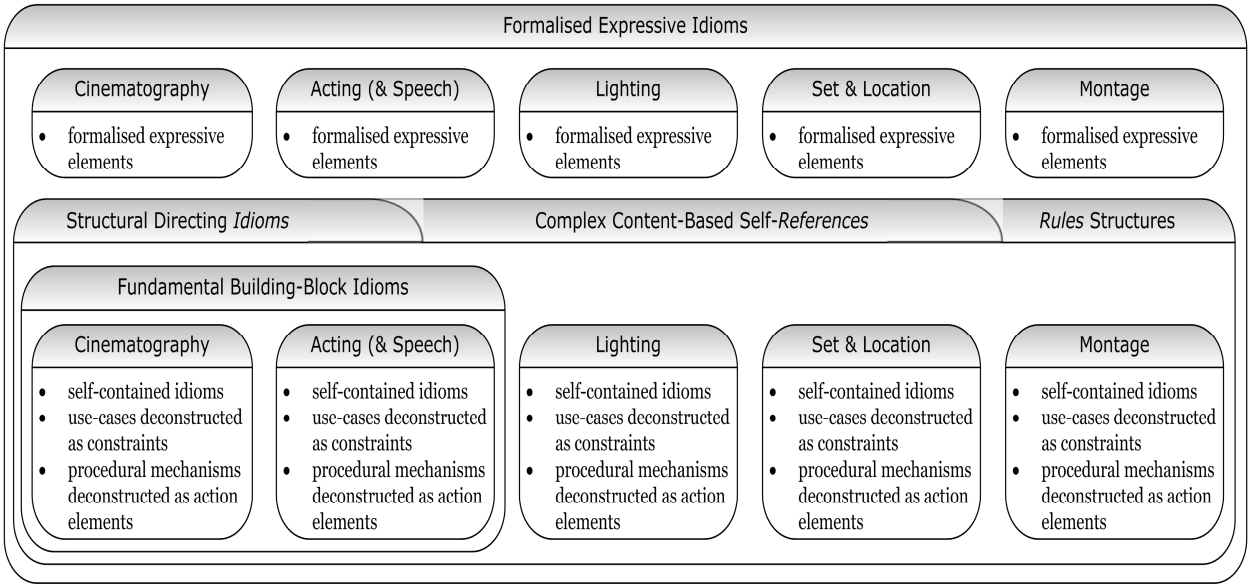
Στη μια διάσταση εκτείνονται οι βασικές διαφορετικές δραστηριότητες του σκηνοθέτη, δηλαδή: η κινηματογραφία, η ηθοποιία, ο φωτισμός, τα σκηνικά και η τοποθεσία, και το μοντάζ.

Στην άλλη διάσταση εκτείνεται ένα εύρος εκφραστικών σταδίων από τα πιο τεχνικά έως αυτά που έχουν μεγαλύτερη σχέση με την ερμηνεία.

Τα πλαίσια στο σχήμα μπορεί να περιέχουν άλλα πλαίσια, δημιουργώντας μια ιεραρχική δομή. Η έρευνα που έχει ολοκληρωθεί και παρουσιάζεται σε αυτήν την εργασία εστιάζει στο πιο εσωτερικό πλαίσιο του σχήματος, έχοντας απευθυνθεί στις δυο τελευταίες ενότητες της κινηματογραφίας. Θα ακολουθήσουμε μια «bottom-up» (από κάτω προς τα πάνω) στρατηγική στην μελλοντική έρευνά μας, δουλεύοντας από τα εσωτερικά προς τα εξωτερικά πλαίσια της ιεραρχίας. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι 1) μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε μια βάση του notation, περιγράφοντας αντικειμενικά και σε βάθος συγκεκριμένα στοιχεία της *τεχνικής* της διαδικασίας παραγωγής, έπειτα να αντιμετωπίσουμε συμβατικούς αλλά και πάλι αντικειμενικούς

τρόπους εργασίας του σκηνοθέτη όπως το στήσιμο «βασικών τύπων σκηνών» π.χ. ένα τυπικό μακρινό ή κοντινό πλάνο ενός ηθοποιού ή μια κλασσική σκηνή διαλόγου, και τέλος να αντιμετωπίσουμε πιο υποκειμενικά θέματα αισθητικής και επικοινωνιακής μεθοδολογίας 2) μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα notation που θα παραμένει πάντα «συγκεκριμένο» (concrete), που είναι μια από τις σημαντικότερες απαιτήσεις που έχουμε από αυτό, κατακτώντας πρώτα τις πιο χειροπιαστές τεχνικές της διαδικασίας παραγωγής και μόνον ύστερα αντιμετωπίζοντας τα πιο αφηρημένα προβλήματα, και 3) μας επιτρέπει να υλοποιήσουμε λογισμικό που παρουσιάζει χειροπιαστά αποτελέσματα βάσει τις περιγραφής σε notation των πιο βασικών σκηνοθετικών στοιχείων, πριν επενδύσουμε στην αντιμετώπιση των πιο σύνθετων, εκφραστικών προβλημάτων της σκηνοθεσίας, έτσι ώστε να έχουμε όλο και μεγαλύτερη *πρακτική αίσθηση* των δυνατοτήτων του συστήματός μας καθώς ξεκινάμε να λύνουμε όλο και πιο αφηρημένα προβλήματα.

Υπάρχει μια συζήτηση για το αν η σύνθεση (composition) ή/και το Mis en Scène είναι πιο σωστό να τοποθετηθούν στην κατακόρυφη διάσταση (δηλαδή, να θεωρηθεί πως καθορίζονται από «ιδιώματα» σκηνοθετικής πρακτικής) ή αν έπρεπε να αναγνωρίζονται ως ανεξάρτητες δραστηριότητες του σκηνοθέτη, στο ίδιο επίπεδο με την κινηματογραφία, την ηθοποιία, τον φωτισμό, κτλ, στην οριζόντια διάσταση. Τελικώς, το σημαντικό δεν είναι πως θα ενσωματώσουμε αυτές τις πτυχές στο συγκεκριμένο σχήμα, αλλά το να τους δώσουμε την ουσιαστική έμφαση που απαιτείται.



Εικόνα 5: Επέκταση του DirectorNotation στο πλήρες φάσμα των δραστηριοτήτων του σκηνοθέτη

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] D.Arijon. *Grammar of the Film Language*. Focal Press, Boston, 1976
[2] N.T.Proferes. *Film Directing Fundamentals: see your film before shooting*. Focal Press, London, 2nd edition, 2005
[3] J.V.Mascelli. *The Five C's of Cinematography*. Cine/Grafic Publications, Hollywood, 1965.
[4] P.Wheeler, *Practical Cinematography*. Focal Press, Boston, 1999
[5] *iTacitus project:* Intelligent Tourism And Cultural Information Through Ubiquitous Services, (IST-2006-034520): http://iTacitus.org/
[6] *ANSWER project*: Artistic-Notation-based Software Engineering for Film, Animation and Computer Games, (IST-2007-216489, pending contract signature, with formal negotiations completed): http://www.Answer-Project.org
[7] http://www.DirectorNotation.org (under development, November 2007)
[8] A.Hutchinson Guest, *Labanotation: The System of Analyzing and Recording Movement*. Taylor&Francis, 1987
[9] R.J.Sternberg, *Cognitive psychology*. Harcourt Brace, New York, 1999
[10] M.A.Schreibman, *The Film Director Prepares: A Complete Guide to Directing for Film and TV*. Watson Guptill, New York, 2006
[11] I.V.Kerlow, *The Art of 3-D Computer Animation and Effects*. John Wiley & Sons, New Jersey, 3rd Edition, 2004
[12] C.Knöpfle, Y.Jung, *The Virtual Human Platform: Simplifying the Use of Virtual Characters*, The International Journal of Virtual Reality, 2006, 5(2):25-30
[13] S.Göbel, O.Schneider, I.Iurgel, A.Feix, C.Knöpfle, A.Rettig, *Virtual Human: Story-telling & Computer Graphics for a Virtual Human Platform*, Proceedings of Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment 2004, Darmstadt, Germany
[14] STEFI Productions, http://www.stefi.gr/, Valid November 2007
[15] B.P.Allen, V.A.Petrushin, *Searching for relevant video shots in BBC rushes using semantic web techniques*, Proceedings of the TRECVID Workshops, 2005
[16] C.W.Ngo, T.C.Pong, R.T.Chin, *Video partitioning by temporal slice coherency*, IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. 11(8) (2001) 941– 953
[17] S.Bloehdorn et al, *Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis*, In: The Semantic Web: Research and Applications, Springer, Berlin / Heidelberg, 2005
[18] J.Shen, T.Aoki, H.Yasuda and S.Miyazaki, *E-Movie Creation by Rule-Based Reasoning from the Director's Viewpoint - E-Movie: Computer Animation & Real Images*, IEE EWIMT, Nov. 2004
[19] B.Coyne, R.Sproat, *WordsEye: an automatic text-to-scene conversion system*, Proc. 28th annual conference on computer graphics and interactive techniques, pp. 487-496, Aug. 2001
[20] G.R.Bloch, *From Concepts to Film Sequences*, Proc. User-Oriented Content-Based Text and Image Handling (RIAO), CID, Paris, 1988, pp. 760-767
[21] T.S.Chua, L.Q.Ruan, *A Video Retrieval and Sequencing System*, ACM Trans. Inf. Systems, vol. 13, no. 4, 1995, pp. 373-407

[22] B.Tomlinson, B.Blumberg, D.Nain, *Expressive autonomous cinematography for interactive virtual environments*, Agents 2000: 317-324
[23] D.B.Christianson, S.E.Anderson, L.He, D.Salesin, D.S.Weld, M.F.Cohen, *Declarative Camera Control for Automatic Cinematography*, AAAI/IAAI, Vol. 1 1996: 148-155
[24] J.Pickering, P.Olivier, *Declarative Camera Planning: Roles and Requirements*, Smart Graphics 2003: 182-191
[25] C.B.Callaway, E.Not, A.Novello, C.Rocchi, O.Stock, M.Zancanaro, *Automatic cinematography and multilingual NLG for generating video documentaries*, Artif. Intell. 165(1): 57-89 (2005)
[26] D.A.Friedman, Y. A.Feldman, *Automated cinematic reasoning about camera behavior*, Expert Syst. Appl. 30(4): 694-704 (2006)
[27] M.Davis, *Media Streams: An Iconic Visual Language for Video Annotation*, Telektronikk 4.93 (1993a): 59-71
[28] M.Davis, *Media Streams: An Iconic Visual Language for Video Annotation*, Proceedings of 1993 IEEE Symposium on Visual Languages in Bergen, Norway , IEEE Computer Society Press, 196-202, 1993b
[29] M.Davis, *Knowledge Representation for Video*, Proceedings of Twelfth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-94) in Seattle, Washington , AAAI Press, 120-127, 1994
[30] M.Davis, *Media Streams: An Iconic Visual Language for Video Representation*, Readings in Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000, ed. Ronald M. Baecker, Jonathan Grudin, William A. S. Buxton, and Saul Greenberg. 854-866. 2nd ed., San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1995
[31] M.Davis, *Editing out Video Editing*, IEEE MultiMedia 10(2): 54-64 (2003)
[32] M.Davis, J.Heer, A.Ramirez, *Active capture: automatic direction for automatic movies*, ACM Multimedia 2003: 88-89
[33] S.F.Chang, T.Sikora, A.Puri, *Overview of the MPEG-7 Standard*, IEEE TCSV, vol.11, no.6, pp 1-18, 1999
[34] http://www.chiariglione.org/mpeg/, Valid November 2007
[35] http://www.autodesk.com/fo-products-maya/, Valid November 2007
[36] http://www.autodesk.com/fo-products-3dsmax/, Valid November 2007
[37] T.W.Calvert, L.Wilke, R.Ryman, I.Fox, *Applications of Computers to Dance*, IEEE CGA, vol.25, no.2, pp.6-12,2005
[38] http://user.uni-frankfurt.de/~griesbec/LABANE.HTML, Valid November 2007 ("*Introduction to Labanotation*")
[39] T.W.Calvert, *Animating dance*, Graphics Interface 2007: 1-2
[40] T.W.Calvert, C.Welman, S.Gaudet, T.Schiphorst, C.Lee, *Composition of multiple figure sequences for dance and animation*, The Visual Computer, Volume 7, Numbers 2-3, 1991
[41] L.Wilke, T.W.Calvert, R.Ryman, I.Fox, *Animating the Dance Archives*, 4th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage (VAST), 2003
[42] L.Wilke, T.W.Calvert, R.Ryman, I.Fox, *From dance notation to human animation: The LabanDancer project*, Journal of Visualization and Computer Animation 16(3-4): 201-211 (2005)
[43] J.Lansdown, *Computer Generated Choreography Revisited*, Proceedings of 4D Dynamics Conference: 89-99, 1995

[44] R.J.Neagle, K.Ng, R.A.Ruddle, *Studying the Fidelity for a Virtual Ballet Dancer*, In Hall, P. & Willis, P. (Eds.), Video, Vision, Graphics, The Eurographics Association, 2003
[45] S.K.Chang, *Visual Languages: A Tutorial and Survey*, IEEE Software, vol. 4, no. 1, pp. 29-39, Jan/Feb, 1987
[46] S.Horton, *The Icon Book: Visual Symbols for Computer Systems and Documentation*, John Wiley & Sons, New Jersey, 1994
[47] H.Dreyfuss, *Symbol Sourcebook: An Authoritative Guide to International Graphic Symbols*, McGraw-Hill, New York, 1972
[48] T.R.A.Gruber, *Translation Approach to Portable Ontology Specification*, Knowledge Acquisition, vol. 5, pp. 199-220, 1993
[49] M.Uschold, M. Gruninger, *Ontologies: Principles, Methods and Applications*, Knowledge Engineering Review, Volume 11 Number 2, June 1996
[50] N.F.Noy, D.L.McGuinness, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html, Valid November 2007
[51] J.Chandaria, G.A.Thomas, D.Stricker, *The MATRIS project: real-time markerless camera tracking for Augmented Reality and broadcast applications*, J Real-Time Image Proc (2007) 2:69–79
[52] F.Porikli, *Achieving real-time object detection and tracking under extreme conditions*, J Real-Time Image Proc (2006) 1:33–40
[53] N.F.Fragopanagos, J.G.Taylor, *Emotion recognition in human-computer interaction*, Neural Networks 18(4): 389-405 (2005)