

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ



Παρουσίαση ηλεκτρονικού βιβλίου σε τρισδιάστατο περιβάλλον

Πτυχιακή εργασία

Χριστίνα Καττιμέρη
Επιβλέπων καθηγητής: Βιδάκης Νικόλαος

Ηράκλειο, Νοέμβριος 2009

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων	2
Πίνακας εικόνων	4
Ευχαριστίες	6
1. Εισαγωγή.....	7
1. Introduction	8
2. Θεωρητικό υπόβαθρο.....	9
2.1. Μεταφορές.....	9
2.1.1. Μεταφορές στην επιστήμη υπολογιστών.....	10
2.1.2. Χρήση μεταφορών στην ανάπτυξη διεπαφών χρήστη – υπολογιστή	10
2.1.3. Μεταφορά του «βιβλίου» (Book metaphor)	13
2.2. Γραφική αναπαράσταση πληροφορίας.....	14
2.2.1. Επισκόπηση	14
2.2.2. Έννοια της γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας.....	15
2.2.3. Προέλευση της γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας	15
2.2.4. Μέθοδοι και τεχνικές αναπαράστασης πληροφοριών.....	17
2.2.5. Γραφική αναπαράσταση εγγράφου (document visualization).....	22
3. Τεχνικό υπόβαθρο	23
3.1. Java 3D.....	23
3.1.1. Πλεονεκτήματα – δυνατότητες	24
3.1.2. Μειονεκτήματα – αδυναμίες	26
3.1.3. Παραδείγματα εφαρμογών ανεπτυγμένων με την Java 3D	27
3.2. Γλώσσες σήμανσης (Markup languages)	29
3.2.1. HTML.....	30
3.2.2. XML	31
3.3. Βιβλιοθήκες διαχείρισης γλωσσών σήμανσης	31
3.3.1. XML Beans	32
3.3.2. JDOM	33
4. Συναφή έργα	34
5. Παρουσίαση ηλεκτρονικού βιβλίου σε τρισδιάστατο περιβάλλον	37
5.1. Αρχιτεκτονική και λειτουργίες της εφαρμογής	37
5.1.1. 3D βιβλίο με μια ενότητα.....	37
5.1.2. 3D βιβλίο με πολλαπλές ενότητες	38
5.1.3. Μεταφορά carousel	47

6. Σύνοψη.....	50
6.1. Σύγκριση με συναφή έργα	50
6.2. Μελλοντικά έργα	50
Βιβλιογραφία - Αναφορές	51

Πίνακας εικόνων

Σχήμα 1: Η μεταφορά του γραφείου (Desktop)	12
Σχήμα 2: Η μεταφορά του δωματίου	13
Σχήμα 3: Η μεταφορά του βιβλίου	14
Σχήμα 4: Διάγραμμα “Box and Whisker”	16
Σχήμα 5: Halo Technique. A personal digital assistant (PDA) showing a street map enhanced with the halo visualization technique	19
Σχήμα 6: Cladogram. Το φάσμα της ζωής	19
Σχήμα 7: Color Alphabet. Example of RGB Color Mapping System developed by Christian Faur	20
Σχήμα 8: Dendrogram illustrating the variety of the South Atlantic Oil Families	20
Σχήμα 9: Hyperbolic Tree	21
Σχήμα 10: Treemapping	21
Σχήμα 11: Scene-graph	25
Σχήμα 12: Σύστημα SciDelik	27
Σχήμα 13: Project Wonderland	28
Σχήμα 14: Looking Glass 3D (LG3D)	29
Σχήμα 15: Παράδειγμα HTML	30
Σχήμα 16: Παράδειγμα XML	31
Σχήμα 17: Προηγούμενες διεπαφές μεταφοράς βιβλίου	34
Σχήμα 18: 3Book (Lichan Hong, Stuart K. Card, και Jindong (JD) Chen)	36
Σχήμα 19: Μηχανισμός γυρίσματος σελίδας	38
Σχήμα 20: Δομή XML αρχείου που χρησιμοποιήθηκε	39
Σχήμα 21: Δομή γενικού XML αρχείου	40

Σχήμα 22: Αντιστοίχιση αρχικού XML αρχείου με γενικό XML αρχείο	41
Σχήμα 23: Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής για τη διαχείριση XML	41
Σχήμα 24: Class Diagram - Διαχείριση XML.....	42
Σχήμα 25: Class Diagram – Book.....	43
Σχήμα 26: Αντιστοίχιση δεδομένων γενικού XML αρχείου με τις ενότητες του 3D βιβλίου	43
Σχήμα 27: Αντιστοίχιση κλάσεων με την παρουσίαση στο 3D βιβλίο	44
Σχήμα 28: Γύρισμα σελίδας (Page turning)	45
Σχήμα 29: Γύρισμα του πάνω μέρους κειμένου (Turning the top textbox).....	46
Σχήμα 30: Εργαλειοθήκη (Toolbar)	46
Σχήμα 31: Carousel metaphor	47
Σχήμα 32: Επιλεγμένο 3D βιβλίο	47
Σχήμα 33: Βιβλίο σε μεγέθυνση	48
Σχήμα 34: Παράδειγμα με έξι ενότητες.....	48
Σχήμα 35: Παράδειγμα με οκτώ ενότητες.....	49

Ευχαριστίες

Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλα Βιδάκη για την καθοδήγηση και την βοήθειά του κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας. Ευχαριστήσω τον Ανάργυρο Πλεμένο που χωρίς τη βοήθειά του δεν θα είχα ολοκληρώσει αυτή την εργασία. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Γιώργο Μακρή και τον Γιάννη Μηλολιδάκη όπως και όλα τα παιδιά του Istlab. Είμαι ευγνώμων στους φίλους μου Γιώργο, Θωμά, Γιώτα, Ειρήνη και Αγγελική που μου έδωσαν έμπνευση και με βοήθησαν στην συγγραφή της εργασίας μου. Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου για την υποστήριξη και την συμπαράστασή της κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

1. Εισαγωγή

Η υπολογιστική ισχύς των προσωπικών υπολογιστών έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες δίνοντας μας την δυνατότητα ανάπτυξης μεγαλύτερων και πολυπλοκότερων αναπαραστάσεων. Γι' αυτό και έχουν αναπτυχθεί και αναπτύσσονται περισσότερες τρισδιάστατες εφαρμογές οι οποίες είναι πιο φιλικές, πιο κατανοητές και πιο κοντά στο πραγματικό περιβάλλον του χρήστη.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναπτύξαμε μια τρισδιάστατη εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιεί τη μεταφορά του βιβλίου σε συνδυασμό με κυκλική διάταξη των βιβλίων (carousel). Σκοπός της είναι η πλοήγηση του χρήστη σε ένα περιβάλλον με τρισδιάστατα βιβλία που περιέχουν ομαδοποιημένα δεδομένα.

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από τέσσερα κύρια κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του θεωρητικού υπόβαθρου της εφαρμογής που αναπτύξαμε. Επεξηγούνται οι έννοιες της μεταφοράς στην λογοτεχνία, στην επιστήμη υπολογιστών, στην ανάπτυξη διεπαφών χρήστη-υπολογιστή και η έννοια της μεταφοράς του βιβλίου που είναι η μεταφορά που χρησιμοποιούμε στην εφαρμογή. Επίσης αναλύεται η έννοια της γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας και η προέλευσή της. Έπειτα αναφέρονται κάποιες τεχνικές και μέθοδοι αναπαράστασης της πληροφορίας. Το κεφάλαιο κλείνει με την γραφική αναπαράσταση εγγράφου. Στο δεύτερο κεφάλαιο επεξηγείται το τεχνικό υπόβαθρο της εφαρμογής. Εδώ γίνεται αναφορά στις γλώσσες, τις βιβλιοθήκες και τα εργαλεία, όπως η Java 3D, η XML και το JDOM, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής μας. Στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρονται συναφή έργα και στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής περιγραφή και επεξήγηση της αρχιτεκτονικής και της διεπαφής της εφαρμογής μας.

1. Introduction

The computing power of personal computers has been increased significantly in the past decades, giving us the ability to develop larger and more complex representations. That is why more three-dimensional applications that are friendlier, more understandable and closer to the real environment of the user have been and are being developed.

In this thesis we developed a three-dimensional application which uses the book metaphor in conjunction with a circular arrangement of books (carousel). The purpose is that the user navigates in an environment with 3D books that contain grouped data. This thesis consists of four main chapters. The first chapter analyzes the theoretical background of the application that we developed. In this chapter we explain the meaning of metaphor in literature, in computer science, in developing user interfaces and the meaning of book metaphor which is the metaphor that is being used in the application. The concept of information visualization and its origin are also being illustrated. Afterwards some techniques and methods of representing information are mentioned. The chapter ends with document visualization. In the second chapter we illustrate the technical background of the application. At this point, reference is made to the languages, the libraries and the tools like Java 3D, XML and JDOM, which have been used for the implementation of the application. In the next chapter related work is being mentioned. Eventually in the last chapter the architecture and the interface of the application are described and explained in detail.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1. Μεταφορές

Η έννοια της μεταφοράς είναι ευρέως γνωστή από τη λογοτεχνία, τη φιλοσοφία και τη γλώσσα. Η μεταφορά είναι η ταύτιση δύο εννοιών ή αντικειμένων ανόμοιων που όμως είναι όμοια κατά ένα σημαντικό τρόπο. Οι μεταφορές χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν κάτι και να βοηθήσουν τους ανθρώπους να καταλάβουν και να μάθουν καλύτερα καινούρια πράγματα. Οι συγγραφείς τις χρησιμοποιούν για να προκαλέσουν εντύπωση στους αναγνώστες και να τραβήξουν το ενδιαφέρον τους.^[4]

Ορισμοί μεταφοράς από τη λογοτεχνία:

Ο Hamilton (2000) αναφέρει τον ορισμό του Indurkha (1992) για την μεταφορά:

«Η μεταφορά είναι η περιγραφή ενός αντικειμένου ή γεγονότος, πραγματικού ή φανταστικού, χρησιμοποιώντας έννοιες που δεν μπορούν να εφαρμοστούν συμβατικά στο αντικείμενο ή το γεγονός. Το αντικείμενο ή το γεγονός που περιγράφονται ονομάζονται στόχος και οι έννοιες που δεν μπορούν να εφαρμοστούν συμβατικά ονομάζονται πηγή... Η μεταφορά αποκτά σημασία ερμηνεύοντας αντισυμβατικά την πηγή σε σχέση με το στόχο. Η αντισυμβατική ερμηνεία μπορεί να ληφθεί με βάση ορισμένες υποκειμενικές ομοιότητες που υπάρχουν μεταξύ των εννοιών της πηγής και του στόχου.»

Ο St. Clair (2000) δίνει έναν πιο απλό ορισμό της μεταφοράς λαμβάνοντας υπόψη την οπτική μεταφορά και τον πολιτισμό:

«Οι μεταφορές είναι δηλώσεις που βασίζονται σε κάποια αναλογία, όπου δύο αντικείμενα συγκρίνονται μεταξύ τους. Αυτή η χρήση της γλώσσας επιτρέπει τη γνώση να εξεταστεί από μια νέα προοπτική. Οπτική μεταφορά είναι ένας όρος που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο ο οπτικός χώρος είναι οργανωμένος ως μέσο για την ανταλλαγή πολιτιστικών και κοινωνικών γνώσεων.»

Έτσι η μεταφορά μπορεί να είναι μια λέξη, μια έκφραση του λόγου, μια παροιμία ή μπορεί να είναι μια εικόνα. Έχει μια πηγή (η μεταφορά) και ένα στόχο (το αντικείμενο το οποίο περιγράφεται) τα οποία έχουν ομοιότητες, αλλά και διαφορές. Πρέπει να έχουν κάποιες διαφορές, επειδή όπως ο Dubinsky και ο Hazzan (2003) επισημαίνουν, αν και ο στόχος και η πηγή ήταν πανομοιότυπα, τότε η μεταφορά δεν είναι μεταφορά αλλά το ίδιο το αντικείμενο.^[1]

2.1.1. Μεταφορές στην επιστήμη υπολογιστών

Στην επιστήμη η μεταφορά διευκρινίζει τα άγνωστα, τα δύσκολα κατανοητά πράγματα. Ένα παράδειγμα για την επιστημονική μεταφορά είναι το πρότυπο του Rutherford για το άτομο, που συγκρίνει τη δομή του ατόμου του υδρογόνου με το ηλιακό σύστημα. ^[2]

Η γλώσσα της επιστήμης υπολογιστών είναι δεμένη με τη μεταφορά. Οι μεταφορές στην επιστήμη υπολογιστών παρέχουν ένα εννοιολογικό πλαίσιο για να τοποθετούνται συνεχώς νέες οντολογίες που ανακλύπτουν σε υπολογιστικά περιβάλλοντα. Σε web εφαρμογές, για παράδειγμα, συνήθως αναφερόμαστε σε ορισμένες πολύπλοκες δομές δεδομένων ως καλάθι αγορών, έστω κι αν ανάμεσα στις ιστοσελίδες, τα προγράμματα και τις βάσεις δεδομένων μιας εφαρμογής δεν υπάρχει τίποτα στο οποίο θα μπορούσε να εφαρμοστεί συμβατικά η έννοια του καλαθιού αγορών. Το καλάθι αγορών σε μια τέτοια σύγχρονη διαδικτυακή εφαρμογή είναι ένα αντικείμενο, που ενσωματώνει δεδομένα και δραστηριότητες, μοναδικά σε μια εμπορική διαδικτυακή συναλλαγή και κρύβει τις λεπτομέρειες υλοποίησης από τα πολλά άλλα αντικείμενα με τα οποία έρχεται σε επαφή κατά τη διάρκεια «ζωής» της εφαρμογής. ^[2]

Υπάρχουν πολλά άλλα παραδείγματα. Οι χρήστες των υπολογιστών έχουν ενσωματώσει στη γλώσσα τους λέξεις όπως φακέλους, καταλόγους, αρχεία, μητρώα και σελίδες. Εφαρμογές εκτελούν νήματα και κατά καιρούς υφίστανται διαρροές μνήμης και συλλογή απορριμμάτων. Οι εξαιρέσεις στα προγράμματα ρίχνονται (throw) και πιάνονται (catch). Οι προγραμματιστές όταν οργανώνουν δεδομένα μιλούν συχνά για στοίβες(stacks), ουρές (queues), δέντρα (trees), σωλήνες (pipes) και ροές δεδομένων(streams). ^[2]

Σε όλα αυτά τα παραδείγματα, δημιουργείται μια αφηρημένη έννοια για να διαχειριστεί την πολυπλοκότητα μέσω της απόκρυψης πληροφοριών και η μεταφορά χρησιμοποιείται για να ονομάσει αυτήν την έννοια. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η απόκρυψη πληροφοριών σε κάθε περίπτωση θα μπορούσε να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μη μεταφορική ορολογία για να περιγραφεί. Δεν υπάρχει τίποτα το σχετικό με την απόκρυψη πληροφορίας που να απαιτεί μεταφορά, αλλά η χρήση της μεταφοράς διευκολύνει τη συζήτηση γύρω από το θέμα. ^[2]

2.1.2. Χρήση μεταφορών στην ανάπτυξη διεπαφών χρήστη – υπολογιστή

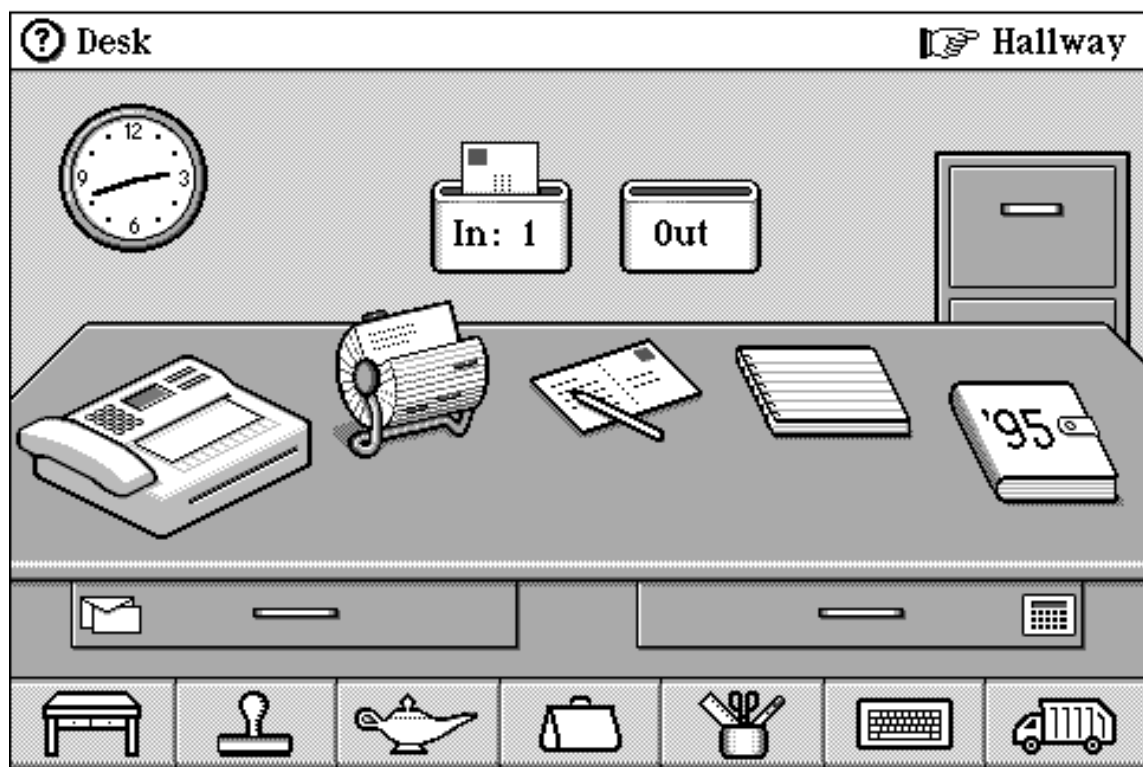
Πριν αρχίσουμε τη μελέτη των θεμάτων που αφορούν τις μεταφορές στην ανάπτυξη διεπαφών χρήστη – υπολογιστή θα προσδιορίσουμε τους όρους επικοινωνία

ανθρώπου – υπολογιστή και διεπαφή χρήστη – υπολογιστή. Ο όρος επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή ταυτοποιεί το γνωστικό πεδίο που παρέχει θεωρίες και εργαλεία που βρίσκουν εφαρμογή στη μοντελοποίηση της γνώσης που έχει και χρησιμοποιεί ο χρήστης κατά την εκτέλεση ενός υπολογιστικού καθήκοντος ή μιας εργασίας. Ο σκοπός αυτού του πεδίου είναι να βοηθήσει τους σχεδιαστές διεπαφών χρήστη – υπολογιστή να φτιάξουν πιο εύχρηστα συστήματα. Για να κατανοήσουμε καλύτερα την ιδιαιτερότητα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή χρειάζεται πρώτα να κατανοήσουμε βασικά χαρακτηριστικά των εμπλεκόμενων σε αυτήν την αλληλεπίδραση. Στην επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή, ο Shneiderman (1998) επισημαίνει τις διαφορές ανθρώπου και μηχανής περισσότερο από τη σκοπιά της δράσης, δηλαδή του τι μπορούν να κάνουν καλύτερα άνθρωποι και μηχανές, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι άνθρωποι μπορούν να παράγουν ιδέες και μεθόδους ενώ οι υπολογιστές μπορούν να επεξεργάζονται και να διαχειρίζονται καλύτερα τα δεδομένα. Έτσι οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής δεν είναι τίποτα άλλο από τη μετατροπή στοιχείων μιας οντολογίας που κατανοεί ο άνθρωπος σε στοιχεία μιας άλλης οντολογίας που αντιλαμβάνεται και ερμηνεύει ο υπολογιστής. Για να υπάρξει αυτή η αλληλεπίδραση θα πρέπει να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ των δύο. Τη γεφύρωση αυτή αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει η διεπαφή χρήστη – υπολογιστή που ορίζεται ως το τμήμα εκείνο της επικοινωνίας ανθρώπου – υπολογιστή που αφορά τους τρόπους, τις μεθόδους και τα εργαλεία που υλοποιούν την επικοινωνιακή διάδραση ανάμεσα στις οντότητες του χρήστη και του υπολογιστικού συστήματος. Με άλλα λόγια, ως διεπαφή χρήστη – υπολογιστή θεωρούμε το σύνολο των τμημάτων του υπολογιστή (είτε υλικό είτε λογισμικό) μέσω των οποίων έρχονται σε επαφή και αλληλεπιδρά ο άνθρωπος – χρήστης με το υπολογιστικό σύστημα. ^[4]

Η μεταφορά στη σχεδίαση διεπαφών βοηθάει το χρήστη να προσδιορίσει τις λειτουργικές έννοιες των εικόνων της εφαρμογής. Ο σκοπός της μεταφοράς εδώ είναι να δώσει στο χρήστη στιγμιαία γνώση για το πώς να αλληλεπιδράσει με τη διεπαφή. Γνωρίζοντας κάποιος «την ιστορία» της μεταφοράς, μπορεί επιτυχώς να κινηθεί μέσα στην εφαρμογή. Οι μεταφορές αλληλεπίδρασης ενσωματώνουν συνήθως έννοιες από άλλους τομείς γνωστούς για τον χρήστη, έτσι βοηθούν στην αξιοποίηση της υπάρχουσας γνώσης για την κατανόηση δύσκολων (για τον άνθρωπο) εννοιών. ^[4]

Οι μεταφορές μπορούν να χαρακτηρίζουν μια διεπαφή στο σύνολό της ή τα επιμέρους διαδραστικά καθήκοντα και τις λειτουργίες της. Στην πρώτη περίπτωση οι χρήστες αντιλαμβάνονται το περιβάλλον χρήσης βάσει της επιλεγμένης μεταφοράς (π.χ. είτε ως δωμάτιο, είτε ως γραφείο, είτε ως βιβλίο). Αντίθετα όταν η μεταφορά αξιοποιείται για το χαρακτηρισμό επιμέρους διαδραστικών καθηκόντων, τότε η μεταφορά χαρακτηρίζει συγκεκριμένες λειτουργίες ή αντικείμενα της διεπαφής (π.χ. πόρτα, καλάθι αχρήστων). ^[4]

Η χρήση μεταφοράς στη σχεδίαση μιας διεπαφής είναι σοβαρό σχεδιαστικό ζήτημα επειδή επηρεάζει την ευχρηστία και καθορίζει το σύνολο της αλληλεπίδρασης μεταξύ του συστήματος και των τελικών χρηστών του. Η πλέον διαδεδομένη χρήση μεταφοράς σε πληροφοριακά συστήματα είναι η μεταφορά του «γραφείου» (desktop metaphor)(βλ. σχήμα 1). Αυτή η μεταφορά αντιμετωπίζει την οθόνη του υπολογιστή σαν το γραφείο ενός χρήστη, πάνω από το οποίο τοποθετούνται έγγραφα, αρχεία, φάκελοι κτλ. Ένα έγγραφο μπορεί να ανοίξει σε ένα παράθυρο, το οποίο αντιπροσωπεύει ένα αντίγραφο του εγγράφου που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας. Μεταφορά γραφείου χρησιμοποιούν και οι σύγχρονες εκδόσεις των Windows. Μια άλλη μεταφορά που έχει συζητηθεί και μελετηθεί είναι αυτή του «δωματίου» (room metaphor). Τα δωμάτια σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν την μεταφορά δωματίου είναι αντίστοιχα των δωματίων που συναντάμε στο χώρο, όπως γραφεία εταιριών, δωμάτια συνεδριάσεων, χώροι διαλείμματος, κτλ. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 2. Η μεταφορά του δωματίου αξιοποιείται σε συνεργατικές εφαρμογές. ^[4]



Σχήμα 1: Η μεταφορά του γραφείου (Desktop)

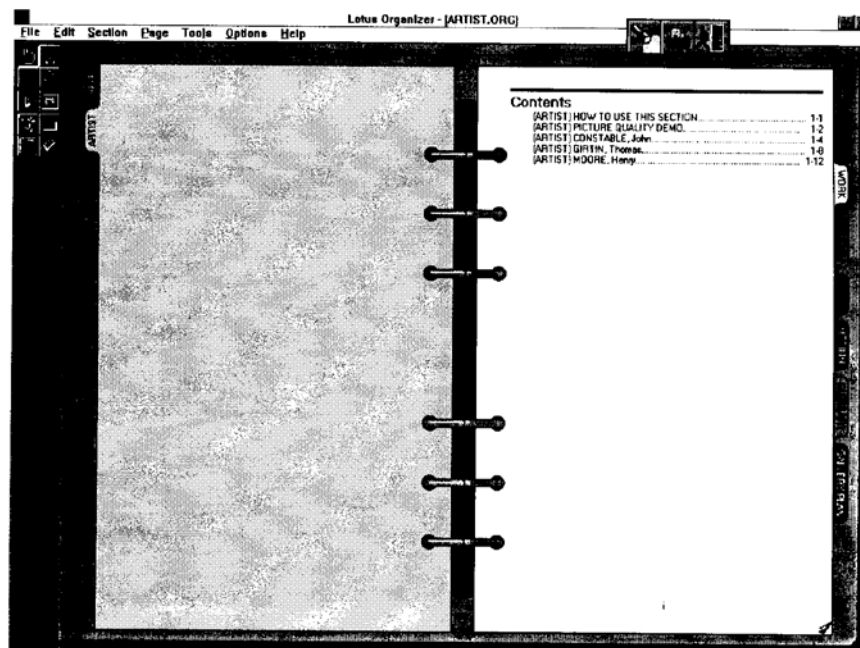


Σχήμα 2: Η μεταφορά του δωματίου

2.1.3. Μεταφορά του «βιβλίου» (Book metaphor)

Μια πολυμελετημένη μεταφορά είναι αυτή του «βιβλίου». Ένα κλασικό βιβλίο δεν είναι τίποτα άλλο από σελίδες δεμένες μεταξύ τους που περιβάλλονται από εξώφυλλα. Επομένως η μεταφορά του βιβλίου θα πρέπει να δίνει στον χρήστη μια τέτοια εικόνα. Κύρια χαρακτηριστικά αυτής της μεταφοράς είναι ο διακριτός ρόλος κάποιων σελίδων, για παράδειγμα οι σελίδες με τα περιεχόμενα ή τα ευρετήρια του βιβλίου εξυπηρετούν διαφορετικό σκοπό από άλλες ενδιάμεσες σελίδες. Άλλα χαρακτηριστικά της μεταφοράς είναι η αρίθμηση των σελίδων, η ομαδοποίηση των σελίδων σε κεφάλαια, η αναζήτηση όρων στα ευρετήρια του βιβλίου, κ.τ.λ. Εκτός από τα παραπάνω καθήκοντα υπάρχουν και άλλα που συνηθίζεται να κάνουμε όταν χειριζόμαστε ένα βιβλίο. Παραδείγματος χάριν, να σημειώσουμε κάτι ή να υπογραμμίσουμε ένα κομμάτι του κειμένου που μας φάνηκε ενδιαφέρον. Αν θέλουμε να σημειώσουμε μια σελίδα συνήθως την τσακίζουμε ή τοποθετούμε ένα διαχωριστικό. [4]

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές υλοποιήσεις, διαφόρων βαθμών πολυπλοκότητας της βασικής μεταφοράς του βιβλίου. Μερικές από αυτές είναι “Turning the pages” της Βρετανικής βιβλιοθήκης, *WebBook* των Card, Robertson και York (1996), *3Book* των Hong, Card, Chen, *Zinio Reader* και *Flip Viewer* τα οποία αναλύονται στο κεφάλαιο «Συναφή έργα».



Σχήμα 3: Η μεταφορά του βιβλίου

2.2. Γραφική αναπαράσταση πληροφορίας

Ένα σύνολο τεχνολογιών έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την γραφική αναπαράσταση πληροφοριών. Χρησιμοποιώντας έξυπνες τεχνικές παρουσίασης ένα μεγάλο και πολύπλοκο σύνολο πληροφοριών μπορούν να αφομοιωθούν και να πλοηγηθούν πιο εύκολα. ^[9]

2.2.1. Επισκόπηση

Γραφική αναπαράσταση πληροφορίας είναι η διεπιστημονική μελέτη της οπτικής αναπαράστασης μεγάλης κλίμακας συλλογής μη-αριθμητικών πληροφοριών, όπως αρχεία και γραμμές κώδικα σε συστήματα λογισμικού και η χρήση γραφικών τεχνικών για να βοηθήσουν τους ανθρώπους να κατανοήσουν και να αναλύσουν δεδομένα. Επικεντρώνεται σε αφηρημένα σύνολα δεδομένων όπως αδόμητο κείμενο ή σημεία σε πολυδιάστατο χώρο. ^[9]

Ο όρος γραφική αναπαράσταση πληροφορίας θα μπορούσε να συμπεριλάβει τις έννοιες της οπτικής αναπαράστασης δεδομένων (data visualization), γραφικά πληροφοριών (information graphics), της οπτικής αναπαράστασης γνώσης (knowledge visualization), της επιστημονικής αναπαράστασης (scientific visualization) και του οπτικού σχεδιασμού (visual design). ^[9]

2.2.2. Έννοια της γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας

Η οπτική αναπαράσταση πληροφορίας βασίζεται στο γεγονός ότι οι άνθρωποι μπορούν να διακρίνουν σημεία, χρώματα, υφές και συσχετίσεις. Οι συσχετίσεις μπορούν να παρουσιαστούν με συνδεόμενες γραμμές, με κωδικοποίηση χρώματος κλπ. Πεδία που περιέχουν εκατοντάδες χιλιάδες σημεία μπορούν να σαρωθούν γρήγορα και αποτελεσματικά. Μπορεί να δοθεί προσοχή σε κύρια στοιχεία χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές όπως υπογράμμιση (highlighting), blinking, κίνηση (motion), και μέγεθος. Άμεσος χειρισμός της αναπαράστασης πληροφορίας μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους, όπως καταδεικνύοντας και επιλέγοντας, σέρνοντας και κάνοντας ζουμ. Η αλληλεπίδραση είναι άμεση και διαισθητική σε τέτοια περιβάλλοντα. ^[9]

Τεχνικές αναπαράστασης πληροφορίας μετατρέπουν κομμάτια δεδομένων που σχετίζονται σε συνεκτική οπτική αναπαράσταση που μπορούν να κατανοηθούν εύκολα από το χρήστη. Τα δεδομένα θα μπορούσαν να είναι οτιδήποτε, σαν επιστημονικά δεδομένα, πληροφορίες γονιδίων, δομή πρωτεΐνης, έγγραφα, κείμενο κτλ. Η γραφική αναπαράσταση πληροφορίας και οι τεχνικές αλληλεπίδρασης εκμεταλλεύονται την ευρεία πορεία του ανθρώπινου ματιού μέσα στο μυαλό και επιτρέπει στους χρήστες να δουν, να εξερευνήσουν, να επεξεργαστούν και να κατανοήσουν παράλληλα τεράστιες ποσότητες πληροφοριών. Παρέχει τη δυνατότητα παρουσίασης, ανακάλυψης και επαναχρησιμοποίησης πληροφοριών. ^[9]

Μερικά είδη γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας είναι: η επιστημονική αναπαράσταση, η επιχειρηματική αναπαράσταση και η αναπαράσταση εγγράφου. Η επιστημονική αναπαράσταση ασχολείται με την απεικόνιση επιστημονικών δεδομένων σε γραφικό περιβάλλον, συνήθως τρισδιάστατο, για την ενίσχυση της κατανόησης σύνθετων επιστημονικών εννοιών. Η επιχειρηματική αναπαράσταση επιτρέπει στους χρήστες γρήγορα και με ακρίβεια να αναλύσουν και να παρουσιάσουν πιο πολύπλοκα επιχειρηματικά δεδομένα σε απτή μορφή. Θα αναλύσουμε παρακάτω την έννοια της γραφικής αναπαράστασης εγγράφου. ^[9]

2.2.3. Προέλευση της γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας

Οι πρόσφατες εμφανίσεις των γραφικών διεπαφών κατά τη δεκαετία του 1990 οδήγησαν στην έρευνα της γραφικής αναπαράστασης πληροφορίας. Η γραφική αναπαράσταση πληροφορίας επιδιώκει να αυξήσει την ανθρώπινη νόηση μοχλεύοντας τις ανθρώπινες οπτικές δυνατότητες για να αποδοθεί νόημα σε αφηρημένες πληροφορίες, παρέχοντας μέσα με τα οποία οι άνθρωποι να μπορούν να «παλέψουν» με αυξημένες ποσότητες δεδομένων. Η αναπαράσταση πληροφορίας προέρχεται από διάφορες κοινότητες. ^[10]

Εργασίες σε γραφικά πληροφοριών χρονολογούνται γύρω στην εποχή του Playfair (1986), ο οποίος φαίνεται να υπήρξε ένας από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν αφημένες ιδιότητες όπως η γραμμή και το εμβαδό για να αναπαραστήσουν οπτικά δεδομένα. Οι κλασικές μέθοδοι σχεδίασης δεδομένων αναπτύχθηκαν ξεκινώντας από τον Playfair. Το 1967, ο Jacques Bertin, ένας Γάλλος χαρτογράφος, δημοσίευσε τη θεωρία του για γραφικά στο βιβλίο του *The Semiology of Graphics*. Η θεωρία αυτή προσδιορίζει τα βασικά στοιχεία των διαγραμμάτων και περιγράφει το πλαίσιο για το σχεδιασμό τους. Ο Edward Tufte (1983) δημοσίευσε μια θεωρία για τα γραφικά δεδομένα (data graphics) με την οποία έδωσε έμφαση στη μεγιστοποίηση της πυκνότητας των χρήσιμων πληροφοριών. Και οι δύο αυτές θεωρίες έγιναν γνωστές και επηρέασαν τις διάφορες κοινότητες που οδήγησαν στην ανάπτυξη της αναπαράστασης πληροφοριών. ^[10]

Παρά το γεγονός ότι η κοινότητα των γραφικών δεδομένων ενδιαφερόταν πάντα για στατιστικά γραφικά, ο Tukey (1977) ξεκίνησε ένα κίνημα μέσα από τις στατιστικές, με το έργο του σχετικά με *Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων (Exploratory Data Analysis)*. Η έμφαση σε αυτό το έργο δεν ήταν για την ποιότητα των γραφικών αλλά για την χρήση εικόνων για αποδώσουν γρήγορη στατιστική διορατικότητα σε δεδομένα. Για παράδειγμα το διάγραμμα “Box and Whisker” (βλ. σχήμα 4: Διάγραμμα “Box and Whisker”) επιτρέπει έναν αναλυτή να δει στιγμιαία τους τέσσερις πιο σημαντικούς αριθμούς που χαρακτηρίζουν μια κατανομή. Οι Cleveland και McGill (1988) με το βιβλίο τους *Δυναμικά Γραφικά για Στατιστικά (Dynamic Graphics for Statistics)*, εξηγούν νέες απεικονίσεις των δεδομένων σε αυτόν τον τομέα. Ένα ιδιαίτερο πρόβλημα εδώ είναι το πώς θα αναπαρασταθούν σύνολα δεδομένων με πολλές μεταβλητές, για παράδειγμα η μέθοδος παράλληλων συντεταγμένων (parallel coordinate method) το 1990. ^[10]



Σχήμα 4: Διάγραμμα “Box and Whisker”

Το 1985 το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF - National Science Foundation) ξεκίνησε μια σημαντική νέα πρωτοβουλία για την επιστημονική αναπαράσταση

(Mc Cormick & DeFanti, 1987). Η πρώτη Διάσκεψη Αναπαράστασης του Ιδρύματος Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers) πραγματοποιήθηκε το 1990. Η κοινότητα αυτή οδηγήθηκε από επιστήμονες φυσικών πόρων, φυσικούς και επιστήμονες πληροφορικής. ^[10]

Οι κοινότητες των γραφικών υπολογιστών και της τεχνητής νοημοσύνης ενδιαφέρθηκαν για την αυτόματη σχεδίαση της οπτικής αναπαράστασης δεδομένων. Στην διατριβή του το Mackinlay επισημοποίησε την θεωρία του Bertin για το σχεδιασμό, πρόσθεσε ψυχοφυσικά δεδομένα και την χρησιμοποίησε για τη δημιουργία παρουσιάσεων. ^[10]

Τέλος, η κοινότητα της διεπαφής χρήστη σημείωσε πρόοδο στον τομέα των γραφικών υλικού (graphics hardware), δίνοντας τη δυνατότητα για μια νέα γενιά διεπαφών χρήστη. Αυτές οι διεπαφές επικεντρώνονταν στην αλληλεπίδραση του χρήστη με μεγάλες ποσότητες πληροφοριών, όπως βάσεις δεδομένων πολλαπλών μεταβλητών ή συλλογές εγγράφων. Η πρώτη χρήση του όρου «Αναπαράσταση πληροφοριών» ήταν από τους Robertson, Card και Mackinlay (1989). Ο Shneiderman το 1992, ανέπτυξε μια τεχνική που ονομάζεται *δυναμικά ερωτήματα (dynamic queries)* σε διαδραστικά επιλεγόμενα υποσύνολα στοιχεία δεδομένων και *treemaps*, ένα χώρο για παρουσίαση δέντρων. Οι Card, Robertson και Mackinlay παρουσίασαν τρόπους χρήσης animation και στρέβλωσης για την αλληλεπίδραση με μεγάλες ποσότητες δεδομένων σε ένα σύστημα με όνομα *Αναπαραστάτης πληροφορίας (Information Visualizer)*. Το ενδιαφέρον και πάλι δεν ήταν τόσο πολύ στην ποιότητα των γραφικών όσο για τα μέσα για την γνωστική ενίσχυση. Η διαδραστικότητα και το animation ήταν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών. ^[10]

Αυτές οι αρχικές προσπάθειες ακολουθήθηκαν από βελτιώσεις και καινούριες αναπαραστάσεις, από τις διάφορες κοινότητες που επηρεάζουν αμοιβαία η μία την άλλη. ^[10]

2.2.4. Μέθοδοι και τεχνικές αναπαράστασης πληροφοριών

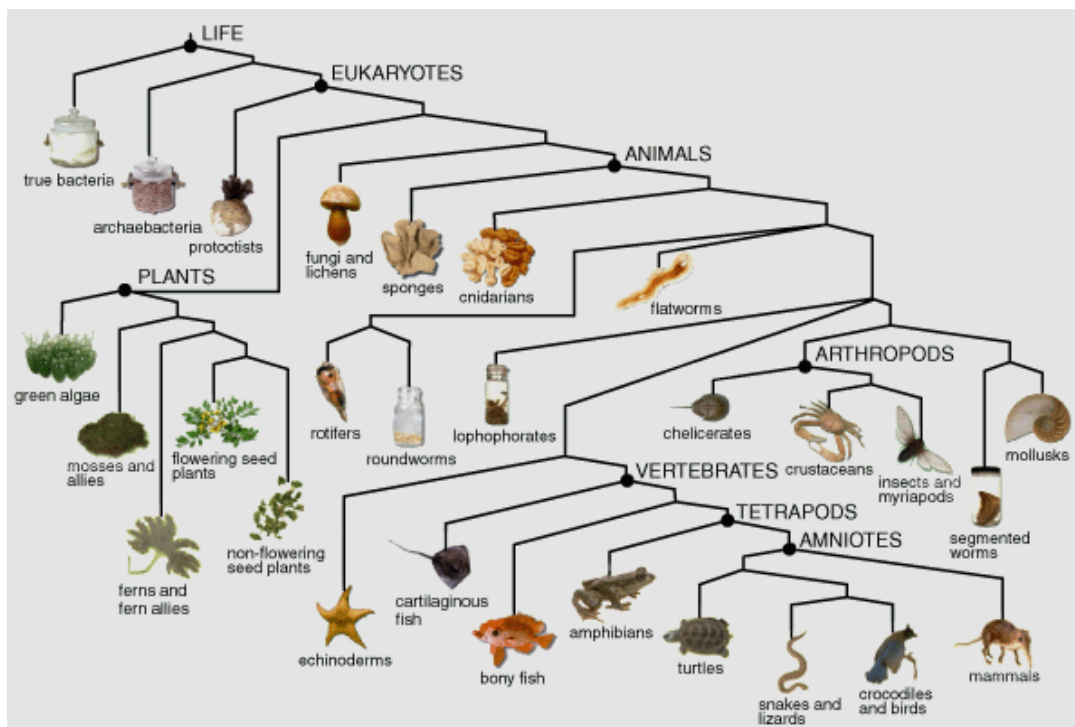
Με τον ίδιο τρόπο που υπάρχουν τόσες πολλές μορφές πληροφορίας, υπάρχουν και πολλές τεχνικές και μέθοδοι για να παρουσιάσουν και να συνοψίσουν τεράστιες ποσότητες αυτών των πληροφοριών:

- Η τεχνική “Halo” είναι μια μέθοδος για την προβολή μεγάλων εγγράφων σε μικρές οθόνες, η οποία λειτουργεί δείχνοντας στους χρήστες τις θέσεις των αντικειμένων που βρίσκονται έξω από το ορατό πεδίο. Η τεχνική “Halo” έχει χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση χαρτών σε PDA’s και κινητά τηλέφωνα. (βλ. σχήμα 5)

- Τα “Cladograms” είναι διαγράμματα που δείχνουν τις προγονικές σχέσεις μεταξύ οργανισμών, για να αντιπροσωπεύσουν το δέντρο εξέλιξης της ζωής. (βλ. σχήμα 6)
- Το αλφάβητο χρωμάτων (Color alphabet) είναι ένα προς ένα χαρτογράφηση ενός υποσυνόλου διακριτών χρωμάτων σε ένα τυποποιημένο σύνολο από σημεία (αλφάβητο). Αυτό μας επιτρέπει να καταλάβουμε το χρώμα γρήγορα και αναμφίβολα με ένα υπάρχον σύστημα γραφής. (βλ. σχήμα 7)
- Το δενδρόγραμμα (Dendrogram) είναι ένα διάγραμμα που χρησιμοποιείται για να απεικονίσει ιεραρχική ομαδοποίηση. (βλ. σχήμα 8)
- Μοντέλο αναφοράς αναπαράστασης πληροφοριών (Information Visualization reference model) αναπτύχθηκε από τον Ed Chi το 1990, υπό το όνομα *μοντέλο κατάστασης δεδομένων (data state model)*.
- Γραφήματα (Graph drawing)
- Σε ένα Hyperbolic Tree, οι εστιαζόμενοι κόμβοι τοποθετούνται στο κέντρο και τους δίνεται μεγαλύτερο περιθώριο, ενώ οι μη εστιαζόμενοι είναι συμπιεσμένοι κοντά στα όρια. (βλ. σχήμα 9)
- Πολυδιάστατη κλιμάκωση (Multidimensional scaling) είναι ένα σύνολο από σχετικές στατιστικές τεχνικές για την εξερεύνηση ομοιοτήτων ή διαφορών στα δεδομένα.
- Περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων (Problem solving environment). Στόχος τους είναι να καταστήσουν το λογισμικό εύκολο στη χρήση για τους ειδικούς σε τομείς εκτός της επιστήμης υπολογιστών. Τα περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων είναι διαθέσιμα για προβλήματα γενικής χρήσεως όπως η αναπαράσταση δεδομένων.
- Treemapping είναι μια μέθοδος για την απεικόνιση δεντρο-δομημένων δεδομένων, χρησιμοποιώντας ένθετα ορθογώνια. (βλ. σχήμα 10) ^[8] ^[14]



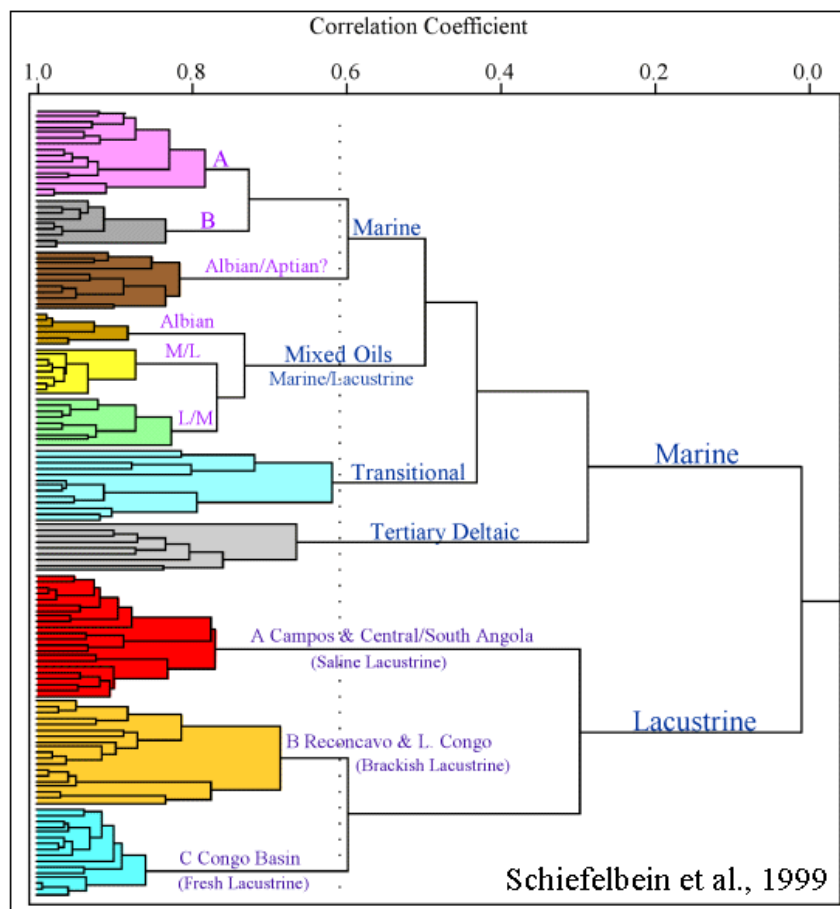
Σχήμα 5: Halo Technique. A personal digital assistant (PDA) showing a street map enhanced with the halo visualization technique



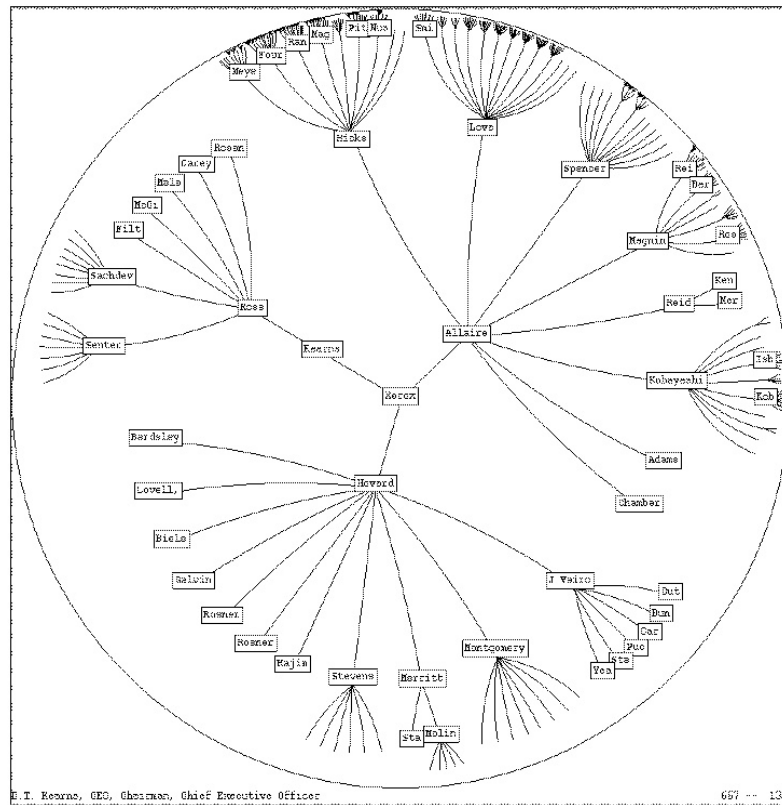
Σχήμα 6: Cladogram. Το φάσμα της ζωής



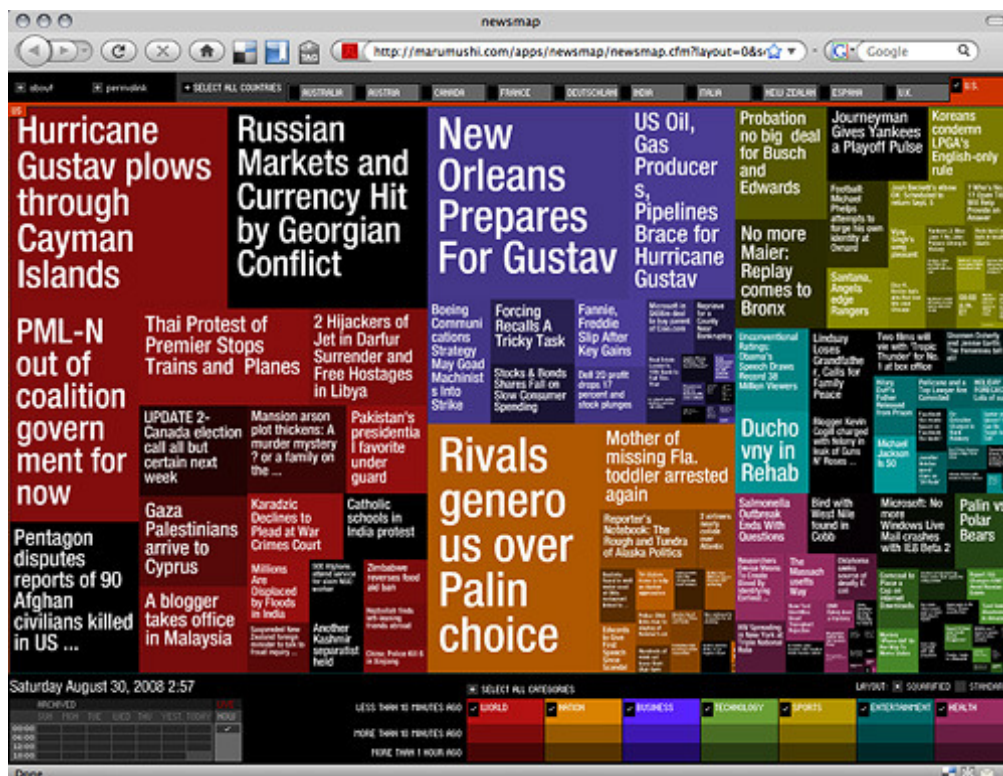
Σχήμα 7: Color Alphabet. Example of RGB Color Mapping System developed by Christian Faur



Σχήμα 8: Dendrogram illustrating the variety of the South Atlantic Oil Families



Σχήμα 9: Hyperbolic Tree



Σχήμα 10: Treemapping

2.2.5. Γραφική αναπαράσταση εγγράφου (document visualization)

Η ιδέα πίσω από την γραφική αναπαράσταση εγγράφου έχει ως εξής: Κάθε ηλεκτρονικό έγγραφο που δεν μπορεί να προβληθεί εξολοκλήρου στον αναγνώστη λόγω περιορισμών μεγέθους της μονάδας οπτικής απεικόνισης (οθόνη). Έτσι υποβάλλονται στον αναγνώστη πολλές οπτικές ενδείξεις για το έγγραφο ώστε να τον αφαιρέσουν με πληροφορίες που είναι εύκολα κατανοητές. Τέτοιες οπτικές ενδείξεις θα μπορούσαν να είναι στατιστικά στοιχεία ή οπτικές αντιλήψεις. ^[9]

Ένας αναγνώστης μπορεί να μην χρειάζεται να διαβάσει ολόκληρο ένα τεράστιο έγγραφο, αλλά μπορεί απλώς να χρειάζεται τις πληροφορίες που είναι σχετικές για αυτόν. Το φιλτράρισμα τέτοιας πληροφορίας παίζει σημαντικό ρόλο. Το επόμενο βήμα είναι η παρουσίαση της φιλτραρισμένης πληροφορίας στον χρήστη, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ορατό το περιεχόμενο. Επομένως η γραφική αναπαράσταση ενός εγγράφου βοηθά στην εξαγωγή πληροφοριών από τεράστια συλλογή δεδομένων παρουσιάζοντας το αποτέλεσμα με αλληλεπιδραστικό τρόπο. Η επιτυχία της αναπαράστασης βρίσκεται στην απλότητα της παρουσίασης, Επίσης παρουσιάζει διαφορετικές όψεις, για διαφορετικούς σκοπούς, και επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει την όψη που θέλει. Έτσι η γραφική αναπαράσταση έχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρώτον παρέχει οπτική αφαίρεση, για ταχεία ανίχνευση προτύπου σε συλλογή δεδομένων. Και δεύτερον μεταδίδει μεγάλο όγκο δεδομένων αποτελεσματικά. ^[9]

3. Τεχνικό υπόβαθρο

3.1. Java 3D

Η Java 3D είναι ένα API (Application programming interface) που αναπτύχθηκε στη Sun Microsystems για την απόδοση τρισδιάστατων διαδραστικών γραφικών εφαρμογών χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Java. Η πρόσθεση διαδραστικότητας στα 3D γραφικά είναι ένα μακροχρόνιο πρόβλημα, όπως αποδεικνύεται από τη μεγάλη ιστορία των αλγορίθμων, των API's και των προμηθευτών. Η Sun δεν είναι σημαντικός φορέας στην περιοχή των τρισδιάστατων γραφικών, αν και το υλικό της (hardware) υποστήριζε από καιρό υλοποιήσεις με διαδραστικά 3D γραφικά. Το κυρίαρχο βιομηχανικό πρότυπο για 3D γραφικά είναι η OpenGL, που δημιουργήθηκε από την Silicon Graphics (SGI). Η OpenGL σχεδιάστηκε για να υποστηρίζεται από πολλές πλατφόρμες (cross-platform), λειτουργικά συστήματα, προμηθευτές καρτών και εφαρμογές. Το API της OpenGL είναι γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού C, συνεπώς δεν μπορεί άμεσα να κληθεί από την Java. Υπήρξαν διάφορες προσπάθειες ανεξάρτητες και ανοικτού κώδικα για την παροχή απλών Java wrappers πάνω από το OpenGL API που επιτρέπουν στους προγραμματιστές της Java να καλούν συναρτήσεις της OpenGL. Μια από τις δημοφιλέστερες είναι η GL4Java. ^[5]

Εντούτοις, υπάρχουν λίγα πλεονεκτήματα στη χρησιμοποίηση ενός Java wrapper πάνω από την OpenGL, σε αντιδιαστολή με την κωδικοποίηση σε C και την άμεση κλήση της OpenGL. Αν και οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιούν τα πιο φιλικά Java APIs, πρέπει να υποστούν τις επαναλαμβανόμενες κλήσεις μέσω της Java Native Interface (JNI) για να καλέσουν τις εγγενείς βιβλιοθήκες της OpenGL. ^[5]

Η Java 3D σχεδιάστηκε πάνω σε υπάρχοντα APIs, βασιζόμενη σε νέες τεχνολογίες αξιοποίησε ιδέες από γλώσσες προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου. Βασίζεται στην OpenGL ή την DirectX για να εκτελεστεί, ενώ η τρισδιάστατη περιγραφή της σκηνής, η λογική της εφαρμογής και η αλληλεπιδράσεις της σκηνής παραμένουν σε κώδικα Java. Όταν η Sun ξεκίνησε το σχεδιασμό της Java 3D, αν και δεν είχε τους πόρους ή τη βιομηχανική στήριξη για να αντικαταστήσει την OpenGL, ήθελε να τονίσει περισσότερο τα πλεονεκτήματα της Java ως αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού αντί απλώς να το αναθέσουν σε μια διαδικαστική γλώσσα όπως η C. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το επίπεδο περιγραφής μιας 3D σκηνής στην OpenGL αποτελείται από καταλόγους σημείων, γραμμές και τρίγωνα, η Java 3D μπορεί να περιγράψει μια σκηνή ως συλλογές από αντικείμενα. Με την αύξηση του επιπέδου περιγραφής και αφαίρεσης, η Sun όχι μόνο εφάρμοσε τις αρχές του αντικειμενοστραφή

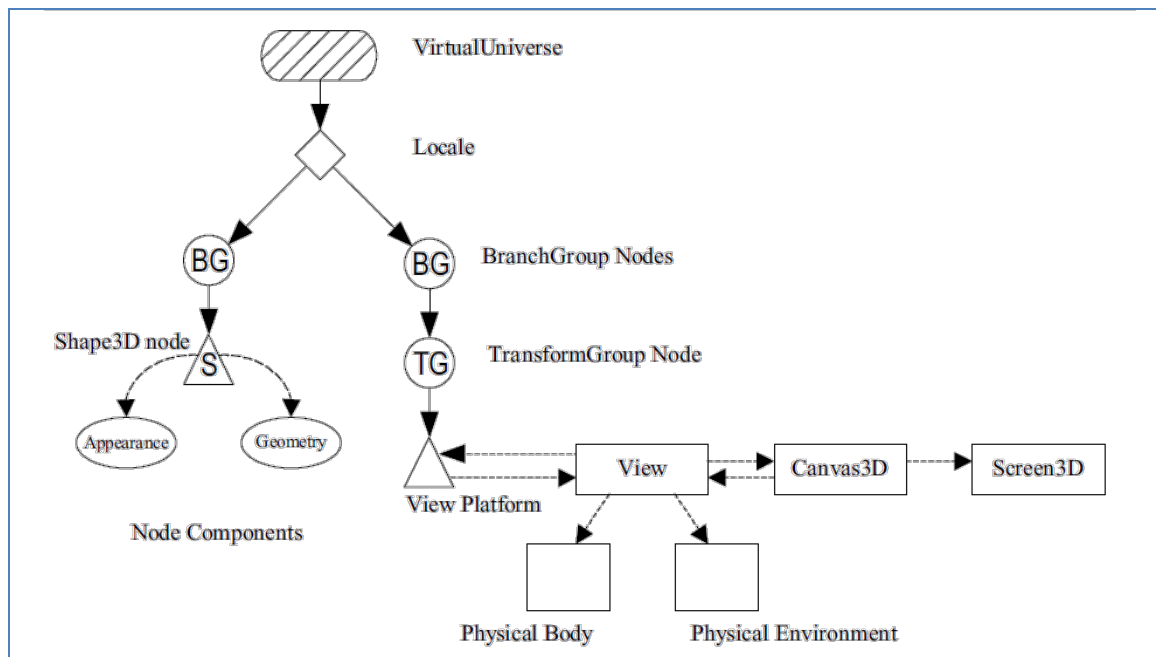
προγραμματισμού στον τομέα των γραφικών, αλλά επίσης εισήγαγε βελτιστοποιήσεις σκηνής που μπορούν να αντισταθμίσουν τις επιβαρύνσεις της κλήσης μέσω της JNI. ^[5]

3.1.1. Πλεονεκτήματα – δυνατότητες

Το κύριο πλεονέκτημα της Java 3D για Java προγραμματιστές είναι ότι τους επιτρέπει να προγραμματίζουν σε εκατό τοις εκατό Java. Σε κάθε σημαντική 3D εφαρμογή, ο κώδικας αποτελεί ένα μικρό κομμάτι της συνολικής εφαρμογής. Επομένως είναι πολύ ελκυστικό να έχουμε το σύνολο του κώδικα της εφαρμογής μαζεμένο και τον κώδικα της διεπαφής χρήστη σε μια εύκολα φορητή γλώσσα, όπως η Java. Παρόλο που η υπόσχεση της Sun για το Γράψε-Μια φορά-Τρέξε-Οπουδήποτε (Write-Once-Run-Anywhere) είναι αναμφισβήτητα περισσότερο εμπορικό όνειρο παρά μια πραγματικότητα, ειδικά για client-site προγραμματισμό, η Java έχει σημειώσει σημαντική διείσδυση επιτρέποντας τους προγραμματιστές εφαρμογών να γράψουν εφαρμογές που μπορούν να μετακινούνται εύκολα μεταξύ των πλατφορμών. ^[5]

Η Java έχει γίνει αναμφισβήτητα η γλώσσα των δικτυωμένων υπολογιστών και του διαδικτύου. Υψηλού επιπέδου υποστήριξη για απομακρυσμένη μέθοδο επίκλησης (RMI-Remote Method Invocation), object serialization, τύποι δεδομένων ανεξάρτητοι πλατφόρμας, κωδικοποίηση UNICODE string, και το μοντέλο ασφαλείας, όλα παρέχουν πειστικά επιχειρήματα για την υιοθέτηση της γλώσσας Java για εφαρμογές που όλο απομακρύνονται από την “desktop-centric” οπτική γωνία. Πολλές από τις state-of-the-art εφαρμογές τρισδιάστατων γραφικών που αναπτύσσονται σήμερα με την Java 3D τονίζουν τις δυνατότητες της Java ως γλώσσα στο διαδίκτυο. ^[5]

Το ίδιο το Java API έχει πολλά να προσφέρει σε αυτόν που αναπτύσσει την εφαρμογή. Επιτρέποντας στον προγραμματιστή να περιγράψει την 3D σκηνή με απλά, βασικά γραφικά αντικείμενα και να καθορίσει αντικείμενα για στοιχεία όπως εμφανίσεις, μετασχηματισμούς, υλικά, φώτα, και ούτω καθεξής, ο κώδικας γίνεται πιο ευανάγνωστος, συντηρήσιμος, επαναχρησιμοποιήσιμος και εύκολος να γραφτεί. Η Java 3D χρησιμοποιεί υψηλότερου επιπέδου μοντέλο για την περιγραφή της σκηνής, την scene-graph, η οποία επιτρέπει στις σκηνές να περιγράφονται εύκολα, να μετασχηματίζονται και να επαναχρησιμοποιούνται. ^[5]



Σχήμα 11: Scene-graph

Η Java 3D περιλαμβάνει ένα μοντέλο που απομονώνει τον προγραμματιστή από μεγάλο μέρος της πολύπλοκης τριγωνομετρίας και διευκολύνει τη μετάβαση από το μοντέλο με βάση την οθόνη στο μοντέλο προοπτικής, όπου επιτυγχάνουμε μεγαλύτερο ρεαλισμό. Η Java 3D επίσης περιλαμβάνει ενσωματωμένη υποστήριξη για δειγματοληψία 3D συσκευών εισόδου και παρέχει 3D ήχο, που προσφέρει στο χρήστη μεγαλύτερη διαισθητικότητα. Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω στοιχεία σε ένα ενιαίο API, η Java 3D επωφελείται από μια ομοιομορφία σχεδιασμού που μόνο λίγα APIs μπορούν να καταφέρουν. ^[5]

Το υψηλό επίπεδο αφαίρεσης της Java 3D από τους μηχανισμούς απόδοσης της σκηνής άνοιξαν το πεδίο των διαδραστικών τρισδιάστατων γραφικών σε μια νέα κατηγορία ανθρώπων, οι οποίοι τυπικά θεωρούνταν δημιουργοί τρισδιάστατου περιεχομένου. Πολλοί νέοι προγραμματιστές μεταφέρθηκαν από την VRML (Virtual Reality Modeling Language) στην Java 3D. Είναι ειδικοί στη δημιουργία τρισδιάστατου περιεχομένου και απαιτούν την μεγαλύτερη ευελιξία που προσφέρεται από ένα API, αν και είναι μάλλον απρόθυμοι να μάθουν OpenGL και C. Για αυτούς τους χρήστες, η Java 3D καλύπτει ένα σημαντικό πεδίο, επιτρέποντας τους να επικεντρωθούν στην δημιουργία περιεχομένου και τη λογική της εφαρμογής χωρίς να χρειάζεται να ασχοληθούν με λεπτομέρειες και σύνταξη του κώδικα του προγράμματος. ^[5]

3.1.2. Μειονεκτήματα – αδυναμίες

Πολλές από τις δυνατότητες μπορεί να αντιστραφούν και να αναφερθούν ως αδυναμίες. Ορισμένοι προγραμματιστές που προέρχονται από την OpenGL μπορεί να χάσουν τον συνολικό έλεγχο που έχουν πάνω στην τρισδιάστατη σκηνή, λόγω κάποιων χαρακτηριστικών της OpenGL που είναι δύσκολο ή αδύνατο να επιτευχθούν με την Java 3D. Ωστόσο, πολλοί άλλοι θα μάθουν γρήγορα και θα μεταφερθούν εύκολα από τις συναρτήσεις της OpenGL στα αντικείμενα της Java 3D και θα εκτιμήσουν την αύξηση της παραγωγικότητας που μπορούν να επιτύχουν με την Java 3D. ^[5]

Αν και η Java 3D περιλαμβάνει κάποιες έξυπνες βελτιστοποιήσεις, ειδικευμένοι προγραμματιστές που χρησιμοποιούν την OpenGL και τη C μπορούν να επιτύχουν υψηλότερες επιδόσεις από τους προγραμματιστές της Java 3D. Εάν η προτεραιότητα του προγραμματιστή είναι το υψηλό επίπεδο απόδοσης της εφαρμογής τότε είναι καλύτερα να χρησιμοποιήσει την OpenGL ή ένα άλλο API. ^[5]

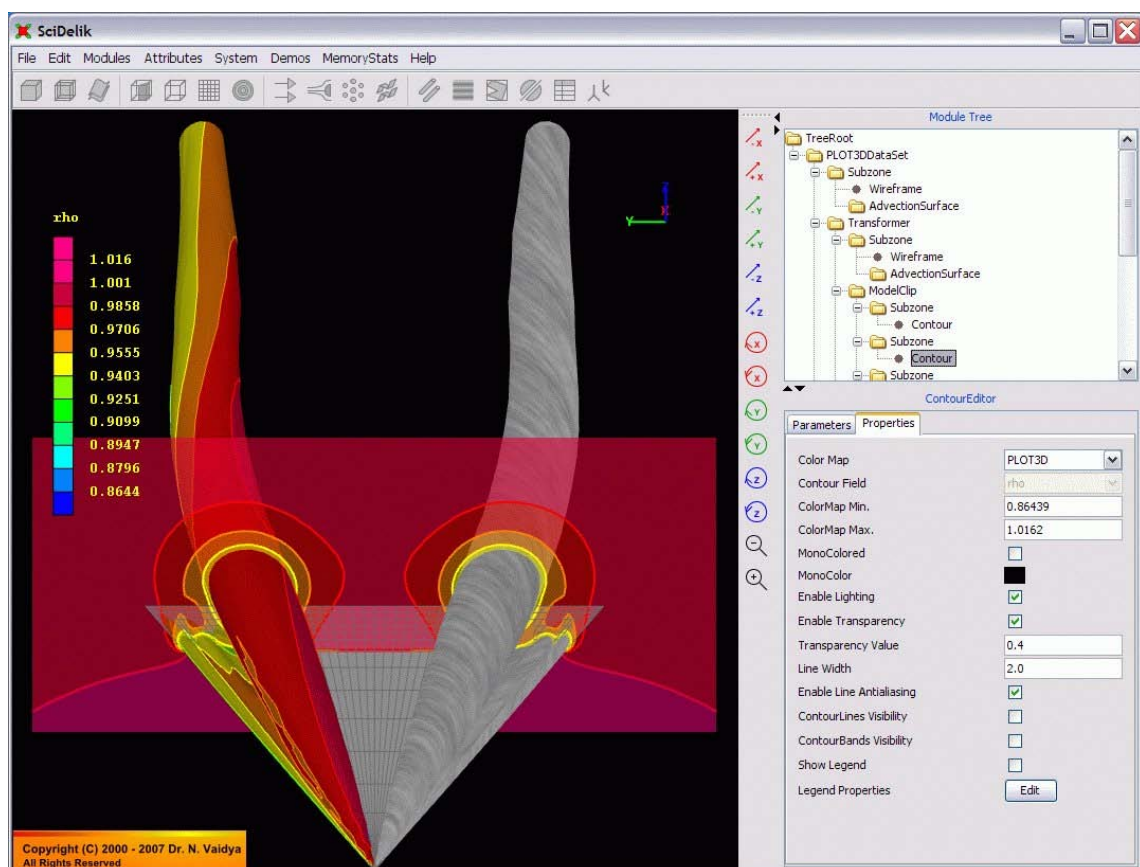
Ένα ιδιαίτερο πρόβλημα που παρατηρούμε σε σχέση με την Java και είναι αισθητό σε performance-critical εφαρμογές είναι ο αντίκτυπος του συλλέκτη απορριμμάτων της Java (GC-garbage collector). Κατά το χρόνο εκτέλεσης μια εφαρμογής της Java 3D δημιουργούνται αντικείμενα που τελικά γίνονται σκουπίδια και συλλέγονται από τον συλλέκτη απορριμμάτων της Java Virtual Machine (JVM). Ενώ τρέχει ο συλλέκτης απορριμμάτων μπορεί να υπάρξει σημαντική επιβράδυνση του συστήματος, με αποτέλεσμα να χαθούν κάποια frames. Αν η συλλογή απορριμμάτων συμβεί στη μέση μιας κρίσιμης σειράς από animations, μπορεί να μειωθεί ο ρεαλισμός. Ωστόσο με συνεχείς βελτιώσεις στην τεχνολογία συλλογής απορριμμάτων, με γρηγορότερο υλικό και με καλά σχεδιασμένες και υλοποιημένες εφαρμογές δεν θα επικρατούν πλέον τέτοιες εκτιμήσεις. ^[5]

Τα client-side API της Java και ιδιαίτερα η Java 3D είναι δύσκολο να διανεμηθούν στους τελικούς χρήστες. Ενώ το μεγαλύτερο μέρος των τελικών χρηστών δουλεύουν σε Windows, η Sun είχε περιορισμένη επιτυχία να αναπτύξει την Java 2 στην πλατφόρμα των Windows. Η Java 2 είναι απαιτείται για την Java 3D αν και η JVM της Microsoft δεν υποστηρίζει Java 2. Αυτό σημαίνει ότι οι τελικοί χρήστες υποχρεούνται να κατεβάσουν την Java 2 υλοποίηση της Sun, να την εγκαταστήσουν μετά να κατεβάσουν την Java 3D και να την εγκαταστήσουν πριν εκτελέσουν την εφαρμογή τους. Για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής σαν applet, η διαδικασία εγκατάστασης είναι περισσότερο πολύπλοκη, δεδομένου του ότι ορισμένοι τελικοί χρήστες θα πρέπει να αντιγράψουν ή να επεξεργαστούν τα αρχεία ρυθμίσεων για να μπορέσουν να προβάλουν το applet. Επιπλέον μια κατάλληλη έκδοση της OpenGL ή της DirectX πρέπει να εγκατασταθεί και αν ρυθμιστεί για το υλικό και τους drivers του τελικού χρήστη. Αυτή η χρονοβόρα διαδικασία του κατεβάσματος και της εγκατάστασης μπορεί να οδηγήσει σε

απογοήτευση. Είμαστε κάπως μακριά από προϊόντα λογισμικού και παιχνίδια φτιαγμένα με την Java 3D από μεγάλες εταιρίες. Πολλοί σύγχρονοι τελικοί χρήστες αναμένουν την ευκολία της point-and-click εγκατάστασης και δεν έχουν τις δεξιότητες να ορίσουν τις μεταβλητές CLASSPATH ή να αντιμετωπίσουν προβλήματα εγκατάστασης. ^[5]

3.1.3. Παραδείγματα εφαρμογών ανεπτυγμένων με την Java 3D

Το SciDelik (βλ. σχήμα 12) είναι ένα προηγμένο σύστημα animation και επιστημονικής αναπαράστασης που βασίζεται σε Java και Java 3D. Είναι υπό ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και είναι αναμφισβήτητο το πρώτο πλήρες σε δυνατότητες επιστημονικό πακέτο αναπαράστασης πληροφορίας του είδους του που βασίζεται σε Java. ^[19]



Σχήμα 12: Σύστημα SciDelik

Άλλο ένα παράδειγμα είναι το Project Wonderland (βλ. σχήμα 13), μια εκατό τοις εκατό Java και ανοικτού κώδικα εργαλειοθήκη για τη δημιουργία τρισδιάστατων συνεργατικών εικονικών κόσμων. Μέσα σε αυτούς τους κόσμους οι άνθρωποι μπορούν να επικοινωνούν με υψηλής πιστότητας ήχο, να μοιράζονται live desktop εφαρμογές και έγγραφα και να επικοινωνούν με πραγματικές επιχειρήσεις. Το Wonderland είναι εντελώς επεκτάσιμο. Προγραμματιστές και γραφίστες μπορούν να επεκτείνουν τη

λειτουργικότητα του και να δημιουργήσουν νέους κόσμους και νέα χαρακτηριστικά σε υπάρχοντες κόσμους. ^[18]

Τέλος το Project Looking Glass 3D (LG3D) (βλ. Σχήμα 14) είναι ένα open source έργο που βασίζεται προηγμένες τεχνολογίες και αναπτύσσεται από την Sun Microsystems. Προσφέρει μια πλουσιότερη εμπειρία στο χρήστη στην επιφάνεια εργασίας και σε εφαρμογές, μέσω τρισδιάστατων παραθύρων και των δυνατοτήτων της γραφικής απεικόνισης. Στα κεφάλαια που ακολουθούν, θα παρουσιάσουμε την δικιά μας διεπαφή που χρησιμοποιεί την βιβλιοθήκη Java 3D. ^[17]



Σχήμα 13: Project Wonderland



Σχήμα 14: Looking Glass 3D (LG3D)

3.2. Γλώσσες σήμανσης (Markup languages)

Μια γλώσσα σήμανσης χρησιμοποιείται για το σχολιασμό, «μαρκάρισμα» και στοιχειοθέτηση ενός κειμένου ή εγγράφου. Για παράδειγμα οδηγίες αναθεώρησης από συντάκτες, που γράφονται σύμφωνα με την παράδοση με ένα μπλε μολύβι στα χειρόγραφα των συγγραφέων, οδηγίες στοιχειοθεσίας και δομικοί δείκτες όπως XML ετικέτες (tags). Η σήμανση συνήθως παραλείπεται από το κείμενο που προορίζεται για τους τελικούς χρήστες. ^[7]

Ο όρος “markup” προέρχεται από τον παραδοσιακό τρόπο «σήμανσης» ενός εγγράφου, ο οποίος περιλαμβάνει την προσθήκη χειρογράφων σημειώσεων, στο περιθώριο ενός χειρογράφου ή εντύπου, με τη μορφή συμβατικών συμβολικών οδηγιών για τον εκτυπωτή. Για αιώνες, το έργο αυτό γινόταν από ειδικευμένους τυπογράφους γνωστούς ως «άντρες σήμανσης», που σημείωναν κείμενο για να υποδείξουν τα χαρακτηριστικά, το στυλ και το μέγεθος που θα πρέπει να εφαρμόζεται σε κάθε μέρος του κειμένου. Στη συνέχεια παρέδιδαν το χειρόγραφο σε άλλους για στοιχειοθεσία με το χέρι. Σήμανση επίσης εφαρμοζόταν συνήθως από συντάκτες, διορθωτές, εκδότες, γραφίστες ακόμα και από τους συγγραφείς των εγγράφων. Από αυτόν τον τρόπο σήμανσης ενός εγγράφου προήλθαν αργότερα οι γλώσσες σήμανσης. Έτσι λοιπόν μια γλώσσα σήμανσης περιέχει απλό κείμενο και περαιτέρω πληροφορίες

για το κείμενο αυτό. Σήμερα αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χαρακτηρίζουν τη δομή του εγγράφου. ^[7]

Τέτοιες γλώσσες μπορεί να είναι εξαρτημένες από συγκεκριμένες συσκευές ή ανεξάρτητες. Στην περίπτωση των εξαρτημένων από τη συσκευή γλωσσών, οι πληροφορίες που αφορούν τη συσκευή αποθηκεύονται ξεχωριστά σε ένα άλλο αρχείο. ^[7]

3.2.1. HTML

Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα μιας γλώσσας σήμανσης εξαρτημένης από τη συσκευή είναι η HTML (HyperText Markup Language). Η HTML χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα και είναι θεμελιώδες εργαλείο ανάπτυξης του παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web). Διαθέτει ένα σύνολο από προκαθορισμένες ετικέτες (tags), οι οποίες χρησιμοποιούνται για ειδικούς και συγκεκριμένους σκοπούς, που περιορίζονται κυρίως στην μορφοποίηση και προβολή ενός εγγράφου κατά την παρουσίασή του σε έναν πλοηγό του διαδικτύου (web browser). ^[8]

```
<html>
<head>
<title>Living Things</title>
</head>
<body>
<p align="center">Living Things</p>
<table border="1" width="100%">
  <tr>
    <td>Animal Name</td>
    <td>Animal Class</td>
    <td>Animal Habitat</td>
    <td>Scientific Name</td>
    <td>Characteristics</td>
    <td>Types</td>
    <td>Description</td>
  </tr>
  <tr>
    <td>Hedgehog</td>
    <td>Mammal</td>
    <td>Hedgerow</td>
    <td>Erinaceus Europaeus</td>
    <td>4 - 6 cm. 4 - 6 kg</td>
    <td>Many</td>
    <td>The Hedgehog is a nocturnal...</td>
  </tr>
</table>
</body>
</html>
```

Σχήμα 15: Παράδειγμα HTML

3.2.2. XML

Μια γλώσσα σήμανσης ανεξάρτητη από τη συσκευή είναι η XML (eXtensible Markup Language). Η XML είναι μια γλώσσα γενικού σκοπού που αρχικά σχεδιάστηκε για να διευκολύνει την μεταφορά δεδομένων στο διαδίκτυο μεταξύ διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων. Ο βασικός της στόχος είναι να περιγράψει τη δομή ενός εγγράφου. Χρήσεις της είναι η δόμηση, αποθήκευση και ανταλλαγή δεδομένων. Η XML δεν αποτελεί λύση από μόνη της. Ένα XML αρχείο απομονωμένο δεν είναι τίποτα παραπάνω από ένα πολύ ευανάγνωστο, δομημένο και οργανωμένο έγγραφο και είναι εύκολα αναγνώσιμο και άμεσα επεξεργάσιμο τόσο από ανθρώπους όσο και από μηχανές. Με έναν απλό επεξεργαστή κειμένου ο χρήστης έχει πρόσβαση στα δεδομένα του XML αρχείου. ^{[7][8]}

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<students>
  <student id="122">
    <firstname>Julian</firstname>
    <lastname>King</lastname>
    <age>16</age>
  </student>
  <student id="123">
    <firstname>Alex</firstname>
    <lastname>lion</lastname>
    <age>16</age>
  </student>
  <student id="143">
    <firstname>Kar</firstname>
    <lastname>Sada</lastname>
    <age>17</age>
  </student>
</students>
```

Σχήμα 16: Παράδειγμα XML

Η XML, όπως και η HTML, χρησιμοποιεί ετικέτες (λέξεις μέσα σε γωνιακές αγκύλες '<' και '>') και γνωρίσματα (π.χ. <name>, <address>, <telephone>). Μοιάζει πολύ με την HTML αλλά δεν διαθέτει προκαθορισμένες ετικέτες όπως η HTML και αυτό την κάνει ιδανική για την περιγραφή διεπαφών. Ο χρήστης πρέπει να καθορίσει τα ονόματα των ετικετών ανάλογα με την εφαρμογή τους. Η ετικέτα έχει σκοπό να περιγράψει εννοιολογικά τα δεδομένα που θα αποθηκευτούν και όχι τον τρόπο παρουσίασης τους. Η XML δημιουργήθηκε για να αποθηκεύει δεδομένα και όχι για να τα παρουσιάζει όπως η HTML. ^{[7][8]}

3.3. Βιβλιοθήκες διαχείρισης γλωσσών σήμανσης

Υπάρχουν ήδη πολλά έτοιμα API's για τη διαχείριση XML αρχείων μέσω της Java. Παραδοσιακά τα XML API's είναι είτε βασισμένα σε δεντρική δομή (tree based) (π.χ.

DOM) είτε σε γεγονότα (event based) (π.χ. SAX). Στα API's που βασίζονται σε δεντρική δομή, ολόκληρο το XML έγγραφο διατηρείται στη μνήμη με δεντρική δομή για τυχαία προσπέλαση από την εφαρμογή. Σε αυτά που βασίζονται σε γεγονότα η εφαρμογή λαμβάνει γεγονότα ως οντότητες που ανακύπτουν στο εσωτερικό του εγγράφου πηγής. Και τα δύο έχουν πλεονεκτήματα, στην πρώτη περίπτωση επιτρέπεται απεριόριστη, τυχαία, προσπέλαση και διαχείριση ενώ στη δεύτερη χρειάζεται λιγότερη μνήμη και είναι τυπικά γρηγορότερη. ^[8]

Το DOM είναι ένα από τα κύρια XML API's και το πρώτο tree based API που έχει σχεδιαστεί. Δυστυχώς όμως έχει κάποιους περιορισμούς και υστερεί σε ορισμένα σχεδιαστικά ζητήματα που το καθιστούν μη ιδανικό API για επεξεργασία XML αρχείων σε Java. Τα XMLBeans και JDom, που περιγράφονται παρακάτω, είναι μεταγενέστερα API's που λύνουν μερικά από τα προβλήματα που έχει το DOM. ^[8]

3.3.1. XML Beans

Το XMLBeans είναι ένα εργαλείο διαχείρισης της XML που παρέχει εύκολη πρόσβαση σε XML δεδομένα και αρχεία με τη χρήση της Java. Με το XMLBeans μπορούμε να δούμε XML δεδομένα με Java-αντικειμενοστραφή τρόπο, χωρίς να χάσουμε την πρόσβαση στην εγγενή δομή της XML. Η πρόσβαση στην XML είναι γρήγορη και η ακεραιότητα της XML ως έγγραφο δεν χάνεται. Τα XML - προσανατολισμένα API's συνήθως ξεχωρίζουν την XML προκειμένου να την δέσουν στα τμήματά τους. Με το XMLBeans, ολόκληρο στιγμιότυπο ενός XML εγγράφου αντιμετωπίζεται ως σύνολο. Τα XML δεδομένα αποθηκεύονται στη μνήμη ως XML. Αυτό σημαίνει ότι η διάταξη του εγγράφου διατηρείται καθώς και το αρχικό περιεχόμενο με κενά. ^[16]

Το XMLBeans είναι σχεδιασμένο με XML schema και υποστηρίζει όλους τους XML schema ορισμούς. Χρησιμοποιεί το XML schema για να επεξεργαστεί στιγμιότυπα XML με get και set μεθόδους. Το schema (που περιέχεται σε ένα αρχείο XSD) είναι ένα έγγραφο XML που ορίζει ένα σύνολο κανόνων στους οποίους άλλα XML αρχεία πρέπει να συμμορφώνονται. Το XML Schema παρέχει ένα πλούσιο μοντέλο δεδομένων που μας επιτρέπει να εκφράσουμε εξελιγμένες δομές και να θέσουμε περιορισμούς στα δεδομένα μας. Για παράδειγμα ένα XML schema μπορεί να επιβάλει τον έλεγχο για το πως τα δεδομένα είναι κατανομημένα σε ένα έγγραφο ή να θέσει περιορισμούς σε συγκεκριμένες τιμές (π.χ. μια ημερομηνία γέννησης που πρέπει να είναι μεταγενέστερη του 1990). Δυστυχώς η ικανότητα εφαρμογής κανόνων περιορισμού δεν είναι διαθέσιμη σε Java χωρίς να χρειάζεται να γράψουμε συνηθισμένο κώδικα. ^[16]

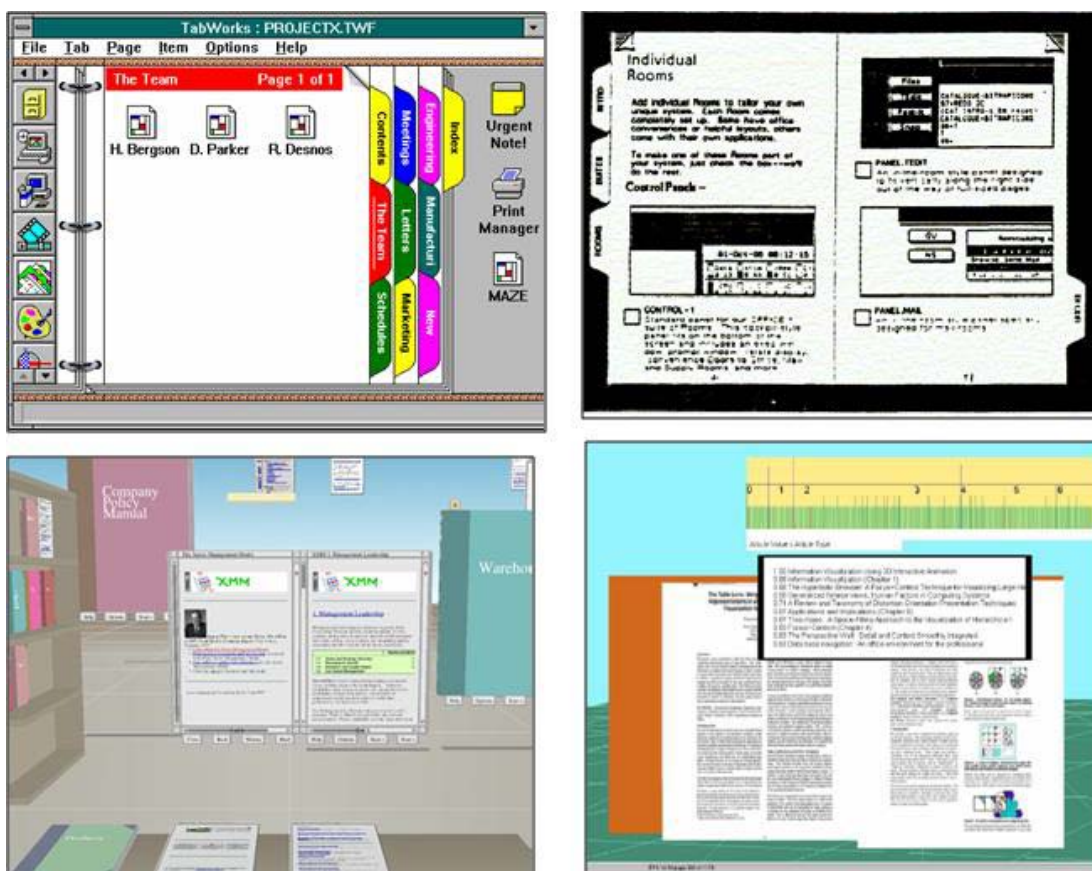
3.3.2. JDOM

Το JDOM είναι μια βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα για τη διαχείριση XML δεδομένων με την Java. Το όνομα JDOM είναι ψευδο-ακρώνυμο για Java Document Object Model. Το JDOM δημιουργήθηκε από τον Jason Hunter και τον Brett McLaughlin τον Μάρτιο του 2000. Είναι παρόμοιο με το DOM αλλά δε βασίζεται πάνω στο DOM, απορρίπτει τους περιορισμούς και τις προϋποθέσεις του DOM και ξεκίνησε από το μηδέν. Δημιουργήθηκε για να είναι απλή για τους προγραμματιστές της Java και χρησιμοποιεί όλη τη δύναμη της Java (method overloading, collections, reflection). Αποκρύπτει την πολυπλοκότητα της XML όπου είναι δυνατό και ενσωματώνεται καλά με SAX και DOM. ^{[8] [15]}

Λόγω της ανεπάρκειας των DOM και SAX δημιουργήθηκε το JDOM. Το SAX δεν παρέχει τροποποίηση εγγράφου, τυχαία προσπέλαση και δεν έχει ικανότητες εξόδου δεδομένων. Οι προγραμματιστές της Java δεν νιώθουν οικεία με το DOM, ενώ βρίσκουν το JDOM πιο ξεκάθαρο, διαισθητικό και πιο εύκολο στη χρήση. Δε σημαίνει ότι το JDOM μας επιτρέπει να κάνουμε ότι δεν μπορούμε να κάνουμε με το DOM. Ωστόσο φυσιολογικά, η χρήση του JDOM στο ίδιο πρόγραμμα θα μας καταναλώσει λιγότερο χρόνο και στο τέλος θα έχουμε λιγότερα σφάλματα, λόγω της διαισθητικότητας του API. Με λίγα λόγια το JDOM είναι για το DOM ότι είναι η Java για την C++, ένας πολύ πιο βελτιωμένος, ασύμβατος αντικαταστάτης της προηγούμενης πιο πολύπλοκης τεχνολογίας. ^{[8] [15]}

4. Συναφή έργα

Τα τελευταία χρόνια ξεκίνησαν αρκετά έργα για την ψηφιοποίηση μεγάλων ποσών βιβλίων και εγγράφων. Για παράδειγμα, το Million Book Project του Πανεπιστημίου Carnegie Mellon έχει ως στόχο να σαρώσει ένα εκατομμύριο βιβλία και να τα διαθέσει ελεύθερα στο κοινό. Πρόσφατα, η Google, η Yahoo, και η Microsoft ανακοίνωσαν ξεχωριστά σχέδια για την ψηφιοποίηση εκατομμυρίων τυπωμένων βιβλίων και την αναζήτησή τους μέσω του διαδικτύου. [3]



Σχήμα 17: Προηγούμενες διεπαφές μεταφοράς βιβλίου

Για να συλλάβει την εμφάνιση και την αίσθηση του φυσικού βιβλίου στην ηλεκτρονική μορφή του, η Βρετανική Βιβλιοθήκη έχει αναπτύξει ένα διαδραστικό σύστημα που ονομάζεται «Γυρίζοντας τις σελίδες» (“Turning the pages”). Χρησιμοποιώντας animations, οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να γυρνάνε σελίδες πολύτιμων βιβλίων και χειρογράφων. Επιπλέον το Zinio Reader και το FlipViewer είναι δύο εμπορικά προϊόντα που παρουσιάζουν ηλεκτρονικές σελίδες σε τρισδιάστατη μορφή, προσομοιώνοντας την εμφάνιση ενός πραγματικού βιβλίου. [3]

Το WebBook των Stuart K. Card, George G. Robertson και William York, ένα συστατικό που αναπτύχθηκε νωρίς για το σύστημα Web Forager είναι ένα τρισδιάστατο βιβλίο από HTML σελίδες. Ο χρήστης συναρμολογεί ιστοσελίδες σε ένα βιβλίο απλά ρίχνοντάς τις σε μια θέση του βιβλίου. Χρησιμοποιώντας clicks και χειρονομίες, ο χρήστης μπορεί να γυρίσει τις σελίδες, να έχει πρόσβαση σε σελιδοδείκτες, ή να χρησιμοποιήσει υπερσυνδέσμους μέσα στο βιβλίο για να δει άλλες σελίδες. Από τη σκοπιά του γυρίσματος της σελίδας το WebBook έχει δύο μείζονες περιορισμούς. Πρώτον, στο WebBook όλες οι υφές (textures) των σελίδων προ-φορτώνονταν και διατηρούνταν στην κύρια μνήμη, περιορίζοντας τον αριθμό των σελίδων που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε ένα βιβλίο. Αν το βιβλίο γινόταν μεγαλύτερο από 30 σελίδες, το σύστημα επιβραδυνόταν αισθητά. Δεύτερον, η σελίδα που γυρνούσε και παρουσιαζόταν ως ένα επίπεδο ορθογώνιο καθόλη την κίνηση, φαινόταν κάπως άκαμπτη. Αντίθετα μια σελίδα από ένα φυσικό βιβλίο, όταν γυρνάει, λυγίζει διαφορετικά, ανάλογα από το που έχει πιαστεί η σελίδα. ^[3]

Μαθαίνοντας από τις εμπειρίες τους με το WebBook, τα τελευταία χρόνια ανέπτυξαν ένα νέο τρισδιάστατο βιβλίο το 3Book (Lichan Hong, Stuart K. Card, και Jindong (JD) Chen). Στόχος τους ήταν η δημιουργία ενός λειτουργικού πρωτοτύπου που δεν διατηρεί μόνο την εμφάνιση ενός φυσικού βιβλίου, αλλά και προσφέρει τις ιδιότητες ενός ηλεκτρονικού εγγράφου (π.χ. Section Index και slide - out pages). Επιπλέον, σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν το 3Book ως βασικό συστατικό συστημάτων ηλεκτρονικών βιβλίων, ψηφιακών βιβλιοθηκών, και information workspaces. Οι δημιουργοί του 3Book αποφάσισαν να μην επιδιώξουν τον απόλυτο οπτικό ρεαλισμό ενός φυσικού βιβλίου, αντίθετα επιδιώκουν να βρουν ένα σχέδιο το οποίο καθιστά το γύρισμα της σελίδας αρκετά φυσικό και συμβατό με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του 3Book όπως αναγνωσιμότητα, διαδραστικότητα και επεκτασιμότητα. Η βασική ιδέα είναι να κάμπτεται η περιστρεφόμενη σελίδα γύρω από έναν φανταστικό κώνο που αλλάζει μεγέθη για την παραγωγή διάφορων καμπύλων σχημάτων στα διάφορα καρέ του γυρίσματος της σελίδας. ^[3]

Αντίθετα με το WebBook, το 3Book είναι σε θέση να χειρίζεται βιβλία απεριόριστου μεγέθους λύνοντας το πρόβλημα της επεκτασιμότητας. Αυτό επιτυγχάνεται με το στάδιο της προ-επεξεργασίας, όπου για κάθε σελίδα του βιβλίου προ-υπολογίζονται οι υφές (textures) πολλών αναλύσεων της σαρωμένης εικόνας της και αποθηκεύονται στο σκληρό δίσκο. Αυτό γίνεται γιατί δεν χρειάζεται να αποθηκεύονται όλες οι υφές των σελίδων στην κύρια μνήμη, αφού ανά πάσα στιγμή που χειριζόμαστε ένα βιβλίο μόνο μερικές σελίδες είναι ορατές. Έτσι κατά τη διάρκεια του γυρίσματος της σελίδας, όταν μια νέα σελίδα γίνεται ορατή, επιλέγεται δυναμικά η υφή με την κατάλληλη ανάλυση για να φορτωθεί στην κύρια μνήμη. Χρησιμοποιώντας χαμηλής ανάλυσης υφές στην αρχή του γυρίσματος της σελίδας μειώνεται το χρονικό διάστημα για την εμφάνιση του πρώτου καρέ, δημιουργώντας την αίσθηση της ταχείας

ανταπόκρισης των χρηστών. Εφαρμόζοντας υψηλής ανάλυσης υφές στο τέλος του γυρίσματος της σελίδας, εξασφαλίζεται ότι οι σελίδες στο στατικό βιβλίο θα εμφανίζονται με υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας, βελτιώνοντας την αναγνωσιμότητα του κειμένου.^[3]



Σχήμα 18: 3Book (Lichan Hong, Stuart K. Card, και Jindong (JD) Chen)

Ένα τελευταίο συναφές έργο είναι ο online κατάλογος του IKEA, ο οποίος υλοποιήθηκε με flash. Τα πλεονεκτήματά του είναι ότι υπάρχει animation όταν ξεφυλλίζεται ο κατάλογος, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κάνει σημειώσεις, και αναζήτηση. Δεν υπάρχει όμως επιπλέον αλληλεπίδραση με το κείμενο, δηλαδή ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να υπογραμμίσει το κείμενο ή να το αντιγράψει. Τον κατάλογο του IKEA μπορούμε να τον βρούμε στην ιστοσελίδα: http://onlinecatalogue.ikea.com/2010/ikea_catalogue/GR/

5. Παρουσίαση ηλεκτρονικού βιβλίου σε τρισδιάστατο περιβάλλον

Παρακάτω περιγράφεται η αρχιτεκτονική και οι λειτουργίες της εφαρμογής μας. Η εφαρμογή υλοποιήθηκε σε Java κάνοντας χρήση της βιβλιοθήκης Java 3D που αναλύσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Επίσης χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη JDOM για διαχείριση της XML μέσω της Java.

Σκοπός της εφαρμογής είναι η πλοήγηση του χρήστη σε ένα περιβάλλον με τρισδιάστατα βιβλία που περιέχουν ομαδοποιημένα δεδομένα. Τα δεδομένα θα μπορούσε να είναι οτιδήποτε, φτάνει να βρίσκονται σε ένα XML αρχείο. Εμείς χρησιμοποιήσαμε δεδομένα από τουριστικά πακέτα του έργου «eKoNEΣ».

Το «eKoNEΣ» - eΚονικές κοινότητες Επιχειρηματικότητας & καινοτομίας στην περιφέρεια – στοχεύει στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών για την ανάπτυξη νέων μεθόδων οργάνωσης της επιχειρηματικότητας με στόχο την καινοτομία και την ποιότητα. Στα πλαίσια του eKoNEΣ αναπτύχθηκε ένα ηλεκτρονικό χωριό τοπικής κλίμακας με έμφαση το τοπικό τουριστικό προϊόν. Περισσότερες πληροφορίες για το eKoNEΣ υπάρχουν στις πτυχιακές εργασίες του Κότσαλη Δημήτρη^[1], Βελλή Γεώργιου^[2], Μηλολιδάκη Ιωάννη^[3] και Πλεμένου Ανάργυρου^[4].

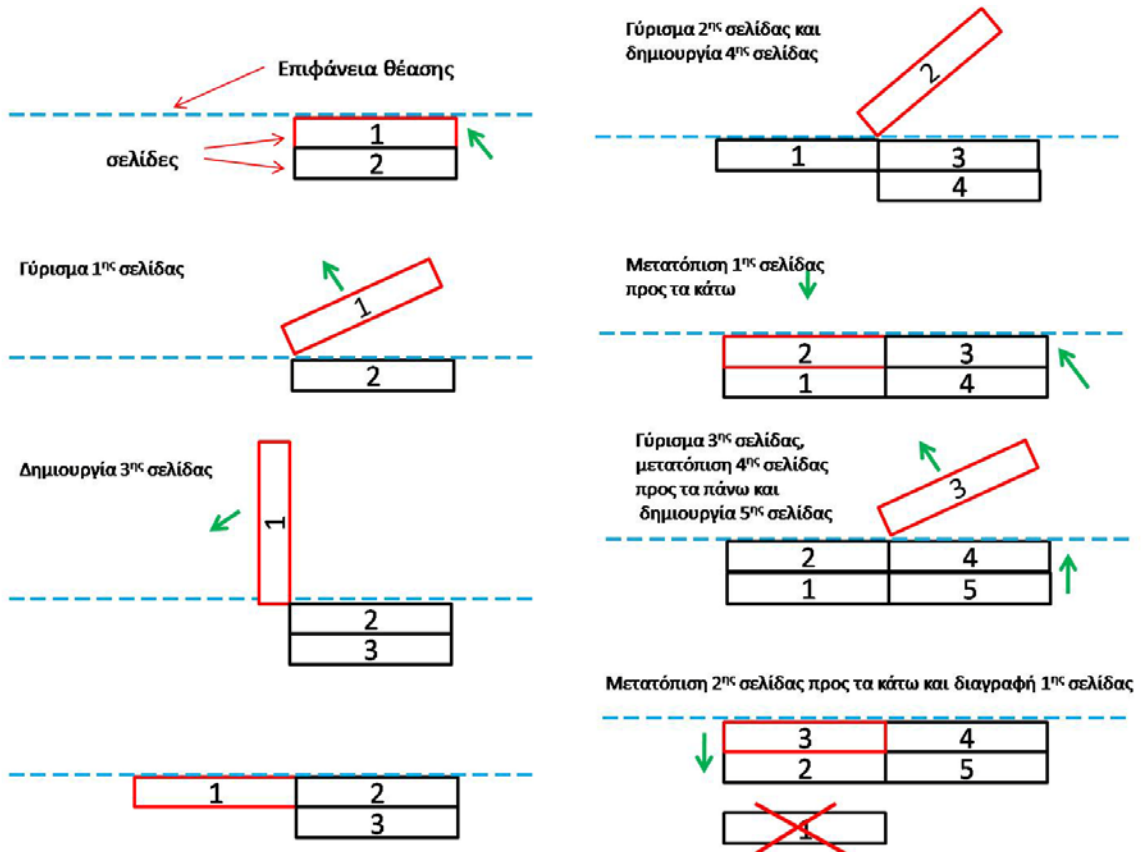
5.1. Αρχιτεκτονική και λειτουργίες της εφαρμογής

5.1.1. 3D βιβλίο με μια ενότητα

- Λειτουργία ξεφυλλίσματος

Το κάθε 3D βιβλίο της εφαρμογής λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην έχουμε προβλήματα μνήμης όταν τρέχει η εφαρμογή. Η λειτουργία του ξεφυλλίσματος παρουσιάζεται παρακάτω (βλ. σχήμα 19). Στην αρχή δημιουργούνται μόνο δύο σελίδες του βιβλίου η μία πάνω στην άλλη. Όταν ο χρήστης γυρίσει την πρώτη σελίδα, η δεύτερη σελίδα μεταφέρεται προς τα πάνω, στην προηγούμενη θέση της πρώτης σελίδας, ακριβώς κάτω από την επιφάνεια θέασης. Έπειτα δημιουργείται η τρίτη σελίδα του βιβλίου κάτω από την δεύτερη σελίδα. Όταν γυριστεί η δεύτερη σελίδα, δημιουργείται η τέταρτη σελίδα και η πρώτη σελίδα μετατοπίζεται προς τα κάτω. Όταν όμως ο χρήστης γυρίσει την τρίτη σελίδα, η τέταρτη σελίδα μετατοπίζεται προς τα πάνω, δημιουργείται η πέμπτη σελίδα, μετατοπίζεται η δεύτερη σελίδα προς τα κάτω και σβήνεται η πρώτη σελίδα. Έτσι λοιπόν, ο μέγιστος αριθμός σελίδων σε κάθε βιβλίο

που μπορεί να υπάρχουν είναι τέσσερις, όταν τρέχει η εφαρμογή. Το ίδιο γίνεται και όταν ο χρήστης γυρνάει αντίστροφα τις σελίδες. Με λίγα λόγια όταν δημιουργείται μια σελίδα από την μια πλευρά, από την αντίθετη πλευρά σβήνεται η τελευταία σελίδα έτσι ώστε να υπάρχουν τέσσερις σελίδες το πολύ. Με αυτό τον τρόπο δεν φορτώνεται η μνήμη και η εφαρμογή μπορεί να υποστηρίξει αρκετά μεγάλο αριθμό σελίδων σε κάθε 3D βιβλίο.



Σχήμα 19: Μηχανισμός γυρίσματος σελίδας

5.1.2. 3D βιβλίο με πολλαπλές ενότητες

- XML to display

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στα τρισδιάστατα βιβλία της εφαρμογής αρχικά βρίσκονται σε ένα XML αρχείο. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω τα δεδομένα θα μπορούσε να είναι οτιδήποτε και να έχουν οποιαδήποτε δομή, εμείς όμως χρησιμοποιήσαμε τη δομή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα διαφορετικό XML αρχείο θα πρέπει να προστεθεί χειροκίνητα στο φάκελο όπου βρίσκεται ο κώδικας και θα πρέπει να κάνουμε κάποιες αλλαγές στον κώδικα. Αυτή η λειτουργία θα μπορούσε να αυτοματοποιηθεί αργότερα.

Σε κάθε σελίδα του τρισδιάστατου βιβλίου θα παρουσιάζονται πληροφορίες (όπως: όνομα, περιγραφή, διεύθυνση, email, τηλέφωνο, ενδεικτικές εικόνες κ.ά.) για έναν επιχειρηματικό συνεργάτη (business partner) του «eΚοΝΕΣ». Οι επιχειρηματικοί συνεργάτες είναι χωρισμένοι σε κατηγορίες που η κάθε μια αποτελεί ένα κεφάλαιο του βιβλίου.

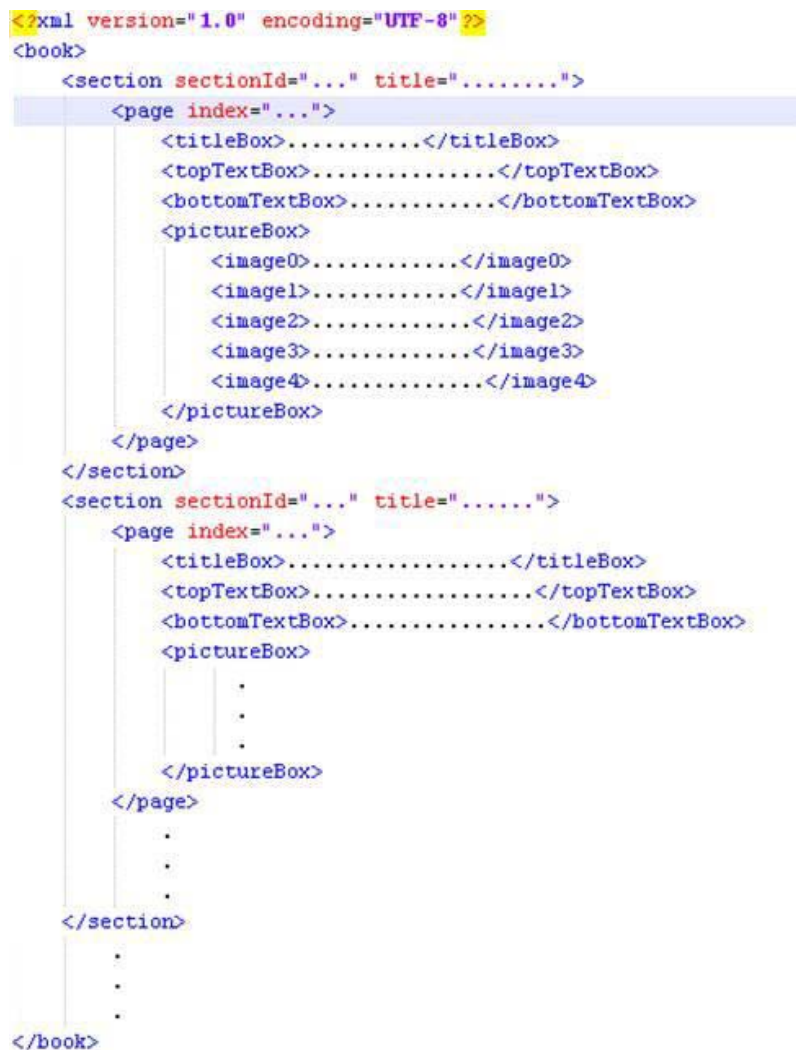
```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<bussinessP>
  <category id="..." name="...">
    <partner id="...">
      <cat_id>....</cat_id>
      <bp_name>.....</bp_name>
      <bp_address>.....</bp_address>
      <bp_description>.....</bp_description>
      <bp_telephone>.....</bp_telephone>
      <bp_email>.....</bp_email>
      <bp_fax>.....</bp_fax>
      <bp_mobilePhone>.....</bp_mobilePhone>
      <bp_location>.....</bp_location>
      <bp_website>.....</bp_website>
      <images>
        <image1>.....</image1>
        <image2>.....</image2>
        <image3>.....</image3>
        <image4>.....</image4>
        <image5>.....</image5>
      </images>
    </partner>
    <partner id="...">
      .
      .
      .
    </partner>
    .
    .
    .
  </category>
  <category id="..." name="...">
    <partner id="...">
      .
      .
      .
    </partner>
    .
    .
    .
  </category>
  .
  .
  .
</bussinessP>

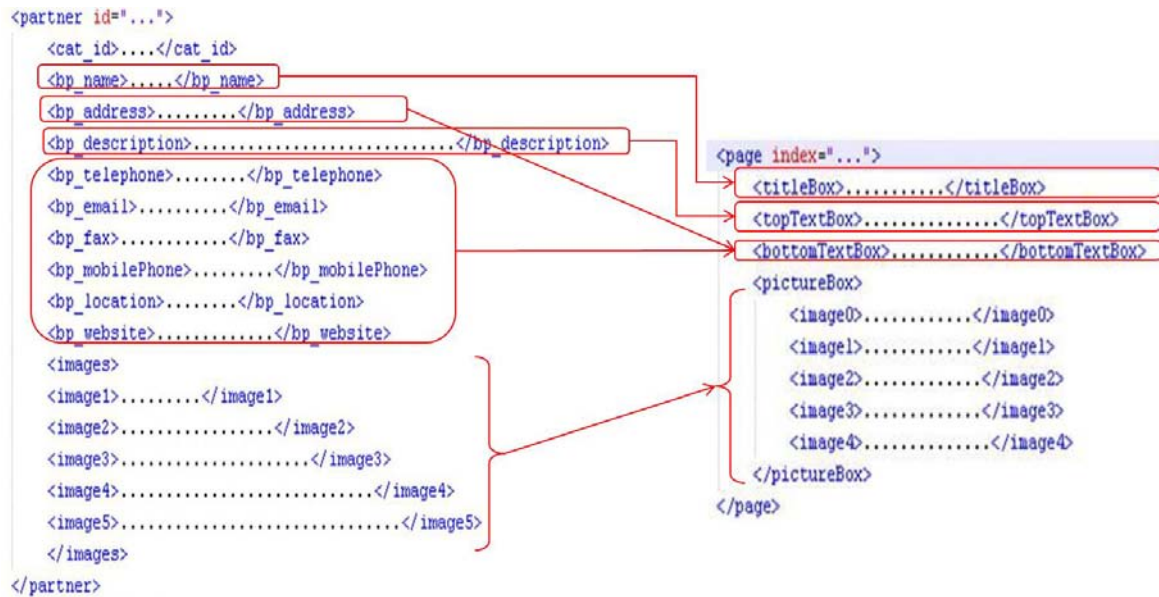
```

Σχήμα 20: Δομή XML αρχείου που χρησιμοποιήθηκε

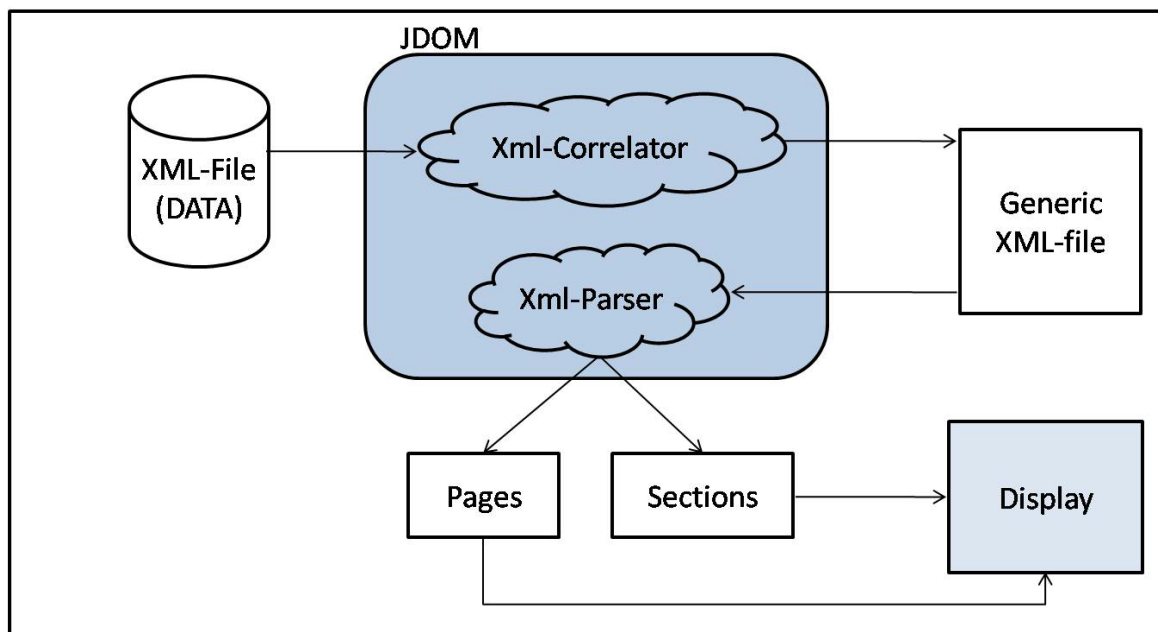
Η κλάση XmlCorrelator ανακτά τα δεδομένα από το XML αρχείο με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης JDOM. Έπειτα συσχετίζει τα δεδομένα αυτά με μια γενική δομή (βλ. [σχήμα 21](#)) που χρησιμοποιείται από την εφαρμογή για την παρουσίαση τους. Αφού ομαδοποιήσει τα δεδομένα σύμφωνα με τη γενική δομή, δημιουργεί από αυτά το γενικό XML αρχείο. Η αντιστοίχιση των στοιχείων του αρχικού XML αρχείου με τα στοιχεία του γενικού XML αρχείου φαίνεται στο [σχήμα 22](#). Το αρχείο αυτό διαβάζεται από την κλάση XmlParser η οποία γεμίζει πίνακες των στιγμιότυπων των κλάσεων Pages και Sections με τα δεδομένα. Έτσι η εφαρμογή είναι πιο εύκολο να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα και να τα παρουσιάσει στο τρισδιάστατο περιβάλλον. Επίσης με το να δημιουργείται ένα καινούριο XML αρχείο με γενική δομή, έχουμε τη δυνατότητα τα αρχικά δεδομένα να έχουν οποιαδήποτε δομή στο XML αρχείο χωρίς να χρειάζεται να γίνουν πολλές αλλαγές στον κώδικα. Οι αλλαγές θα χρειάζεται να γίνονται μόνο στον XmlCorrelator. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση των δεδομένων στην εφαρμογή φαίνεται στο [σχήμα 23](#) και το διάγραμμα κλάσεων της παραπάνω λειτουργίας απεικονίζεται στο [σχήμα 24](#).



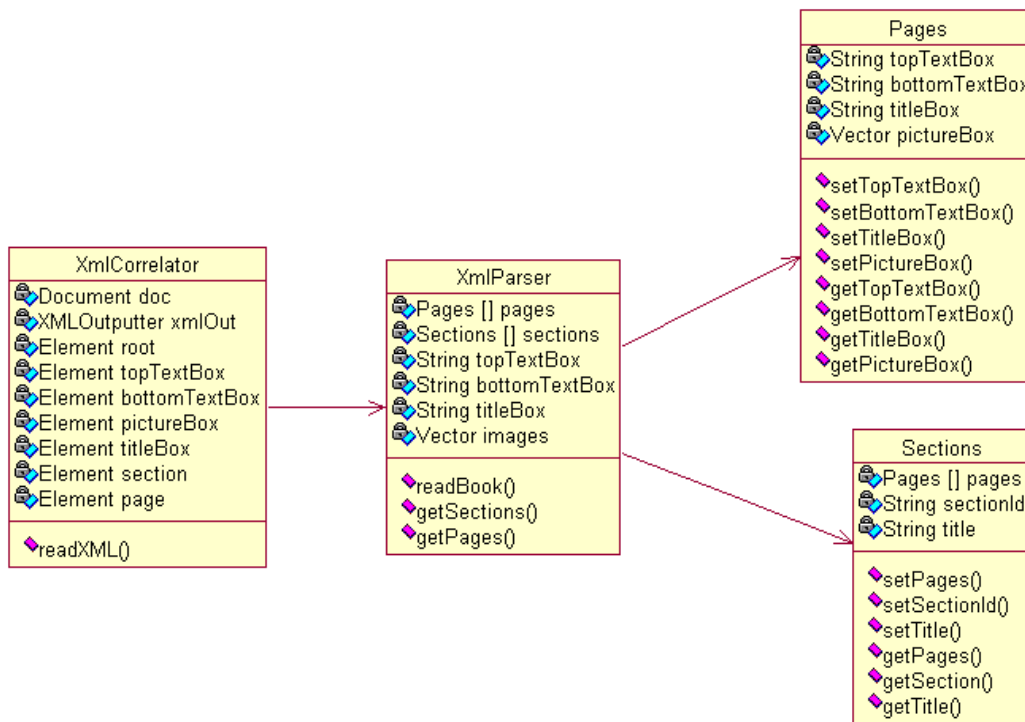
Σχήμα 21: Δομή γενικού XML αρχείου



Σχήμα 22: Αντιστοίχιση αρχικού XML αρχείου με γενικό XML αρχείο



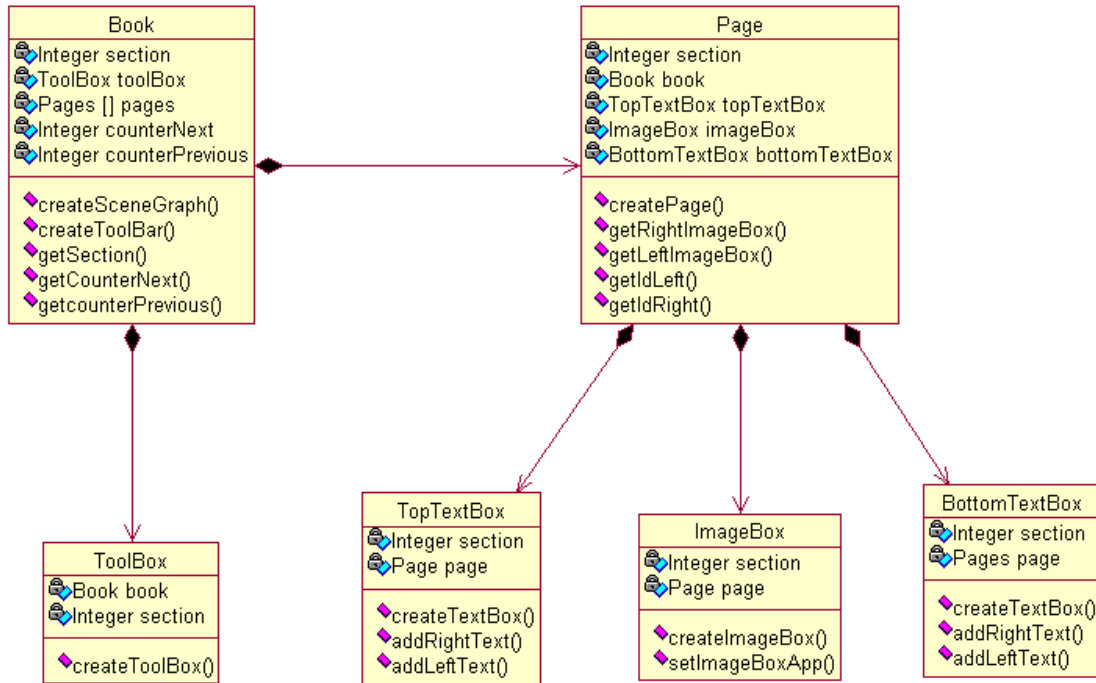
Σχήμα 23: Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής για τη διαχείριση XML



Σχήμα 24: Class Diagram - Διαχείριση XML

- Διάταξη ενότητων σε σελίδα βιβλίου

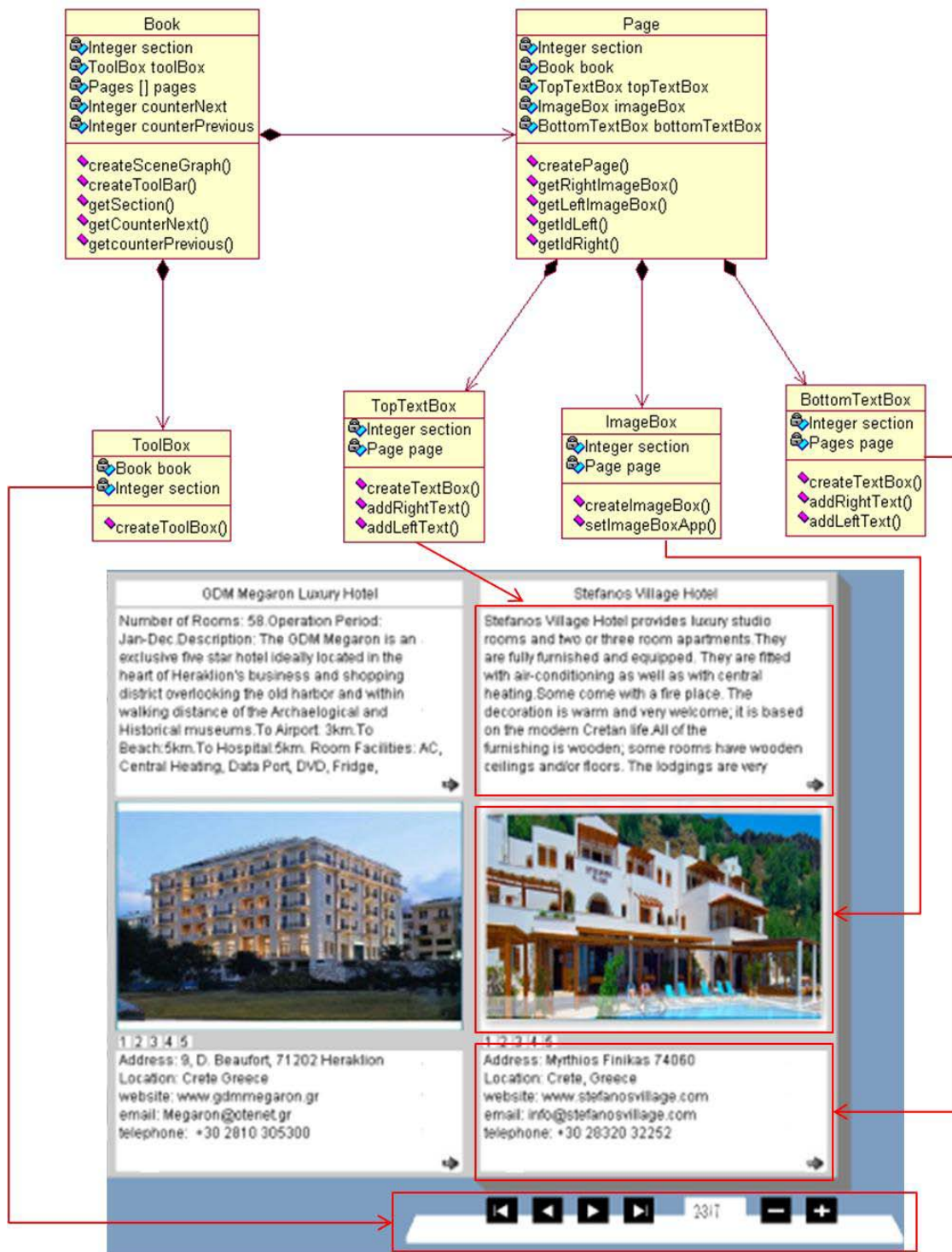
Μετά την περιγραφή της λειτουργίας της διαχείρισης XML δεδομένων, περνάμε στην επεξήγηση του κομματιού της εφαρμογής όπου γίνεται η παρουσίαση των δεδομένων. Το κάθε 3D βιβλίο περιέχει σελίδες και μια εργαλειοθήκη (toolbox) με κουμπιά για την πλοήγηση μέσα στο βιβλίο. Η κάθε σελίδα χωρίζεται σε τρεις ενότητες, το πάνω μέρος όπου τοποθετείται κείμενο, την περιοχή για τις εικόνες και το κάτω μέρος όπου επίσης τοποθετείται κείμενο. Οι εικόνες ανακτούνται από το διαδίκτυο αφού στα tags για τις εικόνες, στο XML, υπάρχουν οι διευθύνσεις των εικόνων. Στη συνέχεια η εφαρμογή αποθηκεύει αυτές τις εικόνες στον σκληρό δίσκο για να τις χρησιμοποιήσει από εκεί για την παρουσίαση. Το διάγραμμα κλάσεων για την παρουσίαση των δεδομένων στο τρισδιάστατο περιβάλλον φαίνεται στο [σχήμα 25](#). Η αντιστοίχιση των στοιχείων του γενικού XML αρχείου με την παρουσίασή τους στα τρισδιάστατα βιβλία φαίνεται στο [σχήμα 26](#) και η αντιστοίχιση των κλάσεων με την παρουσίαση των 3D βιβλίων φαίνεται στο [σχήμα 27](#).



Σχήμα 25: Class Diagram – Book

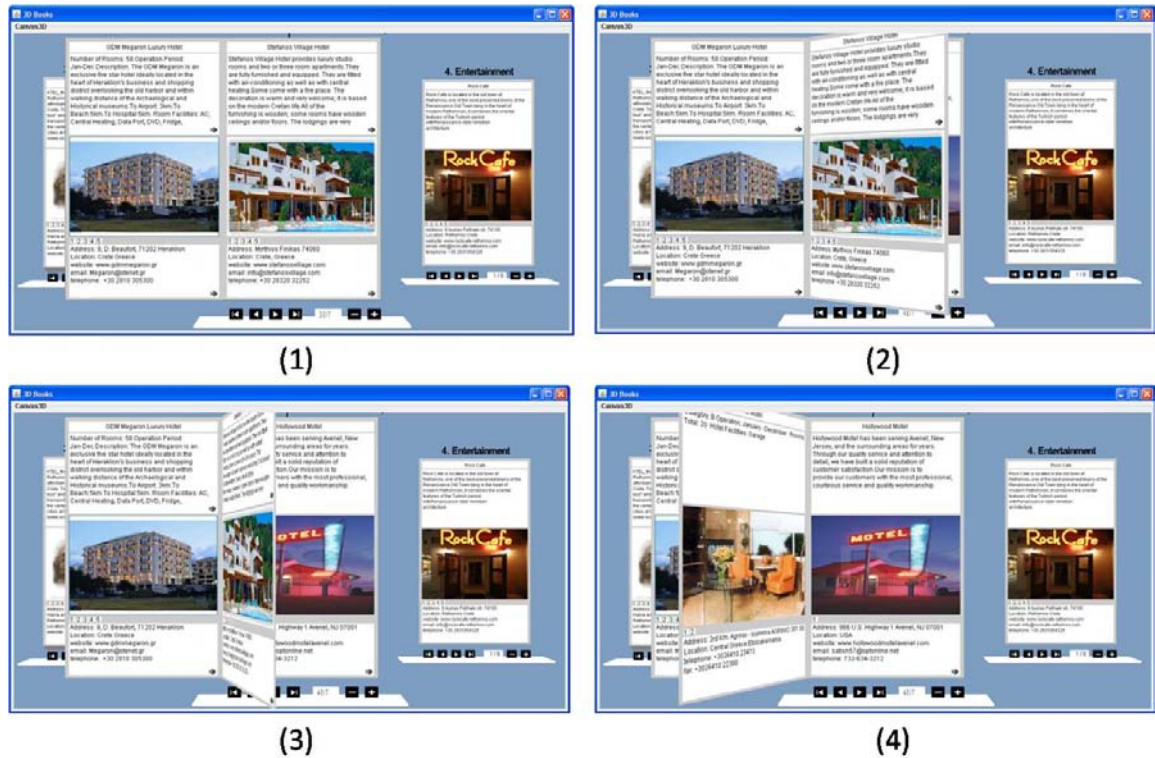


Σχήμα 26: Αντιστοίχιση δεδομένων γενικού XML αρχείου με τις ενότητες του 3D βιβλίου



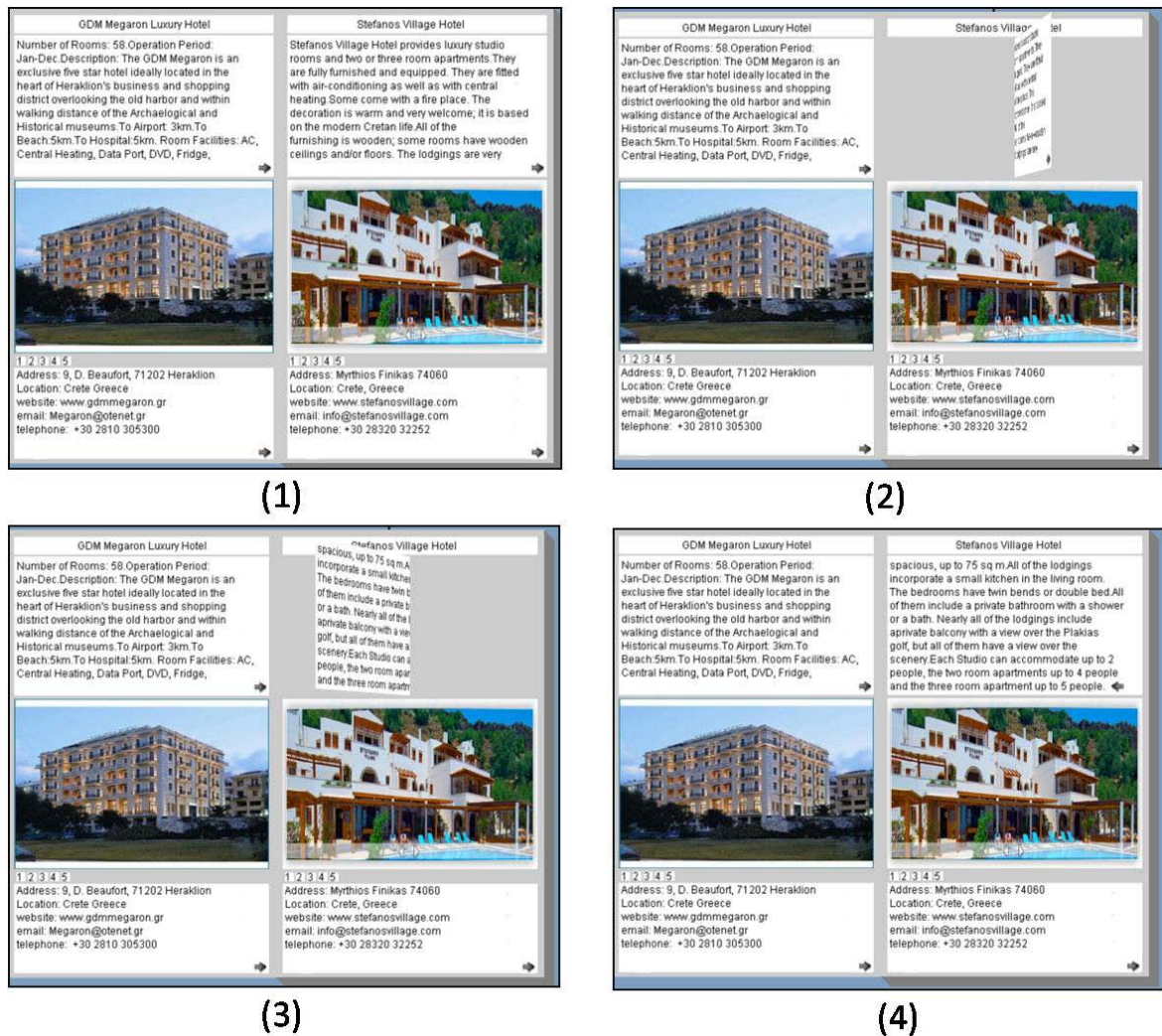
Σχήμα 27: Αντιστοίχιση κλάσεων με την παρουσίαση στο 3D βιβλίο

Η κίνηση μιας σελίδας που γυρίζει φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η σελίδα κατά τη διάρκεια της κίνησης παρουσιάζεται ως ένα επίπεδο ορθογώνιο.



Σχήμα 28: Γύρισμα σελίδας (Page turning)

Όπως περιγράφηκε πιο πάνω η κάθε σελίδα χωρίζεται σε τρεις περιοχές, το πάνω μέρος, την περιοχή για τις εικόνες και το κάτω μέρος. Οι εικόνες εναλλάσσονται πατώντας στα κουμπιά κάτω από την περιοχή των εικόνων. Τα κουμπιά αυτά είναι σημειωμένα με αριθμούς, ανάλογα με το πόσες εικόνες υπάρχουν στην αντίστοιχη σελίδα. Το πάνω και το κάτω μέρος όπου έχουμε τοποθετήσει κείμενο έχουν την δυνατότητα να περιστραφούν πατώντας στα βελιάκια που βρίσκονται κάτω δεξιά από την κάθε περιοχή κειμένου. Αυτό γίνεται όταν υπάρχει κείμενο και στην πίσω πλευρά, και δημιουργήθηκε λόγω έλλειψης χώρου στην σελίδα. Η κίνηση των περιοχών κειμένου φαίνεται στο σχήμα 29.



Σχήμα 29: Γύρισμα του πάνω μέρους κειμένου (Turning the top textbox)

Τα κουμπιά που υπάρχουν στην εργαλειοθήκη για να μπορεί να πλοηγηθεί ο χρήστης μέσα στο βιβλίο είναι: αρχική σελίδα, προηγούμενη σελίδα, επόμενη σελίδα, τελευταία σελίδα, μια ετικέτα που αναγράφει σε ποια ή ποιες σελίδες βρισκόμαστε, και δύο κουμπιά, το ένα για σμίκρυνση και το άλλο για μεγέθυνση.

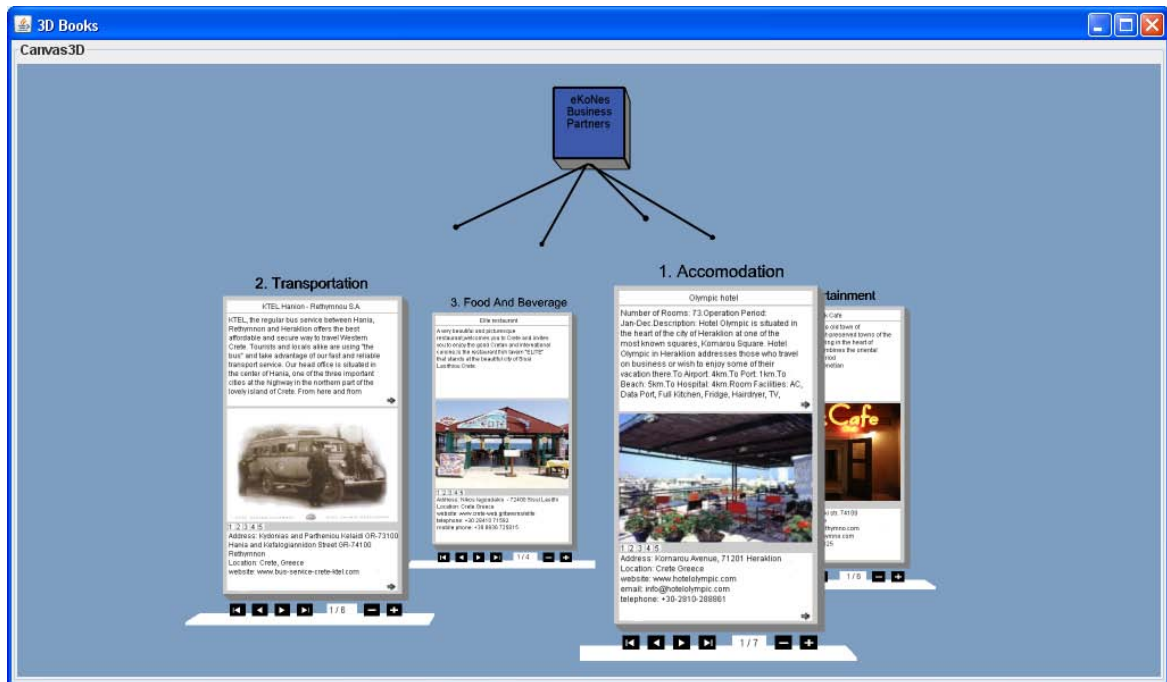
Η αναγνωσιμότητα του κειμένου επιτυγχάνεται με την μεγέθυνση (zoom in) της εφαρμογής. Για προβολή ολόκληρης της εφαρμογής υπάρχει η επιλογή της σμίκρυνσης (zoom out).



Σχήμα 30: Εργαλειοθήκη (Toolbar)

5.1.3. Μεταφορά carousel

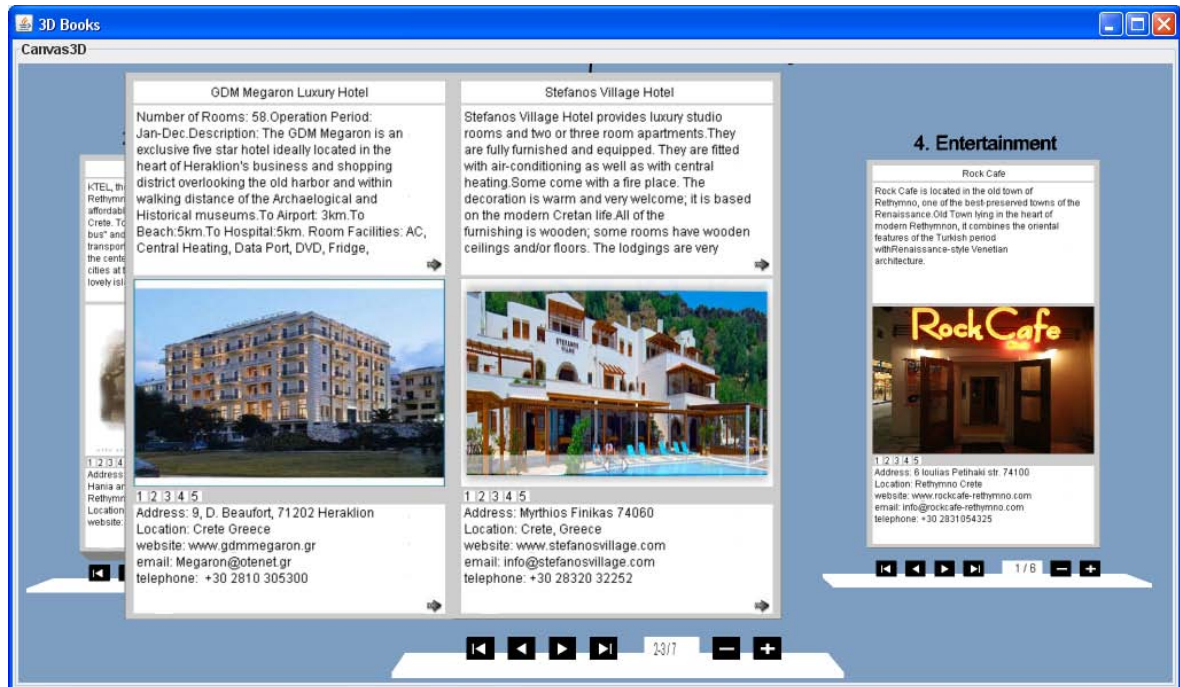
Όπως φαίνεται και στο σχήμα 25, τα βιβλία είναι τοποθετημένα σε κυκλική διάταξη, σαν carousel. Στην κορυφή υπάρχει ένα βιβλίο από όπου ξεκινούν γραμμές οι οποίες καταλήγουν σε τελείες. Η κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα 3D βιβλίο. Όταν ο χρήστης επιλέξει μια τελεία το “carousel” περιστρέφεται και το αντίστοιχο βιβλίο μετακινείται μπροστά.



Σχήμα 31: Carousel metaphor

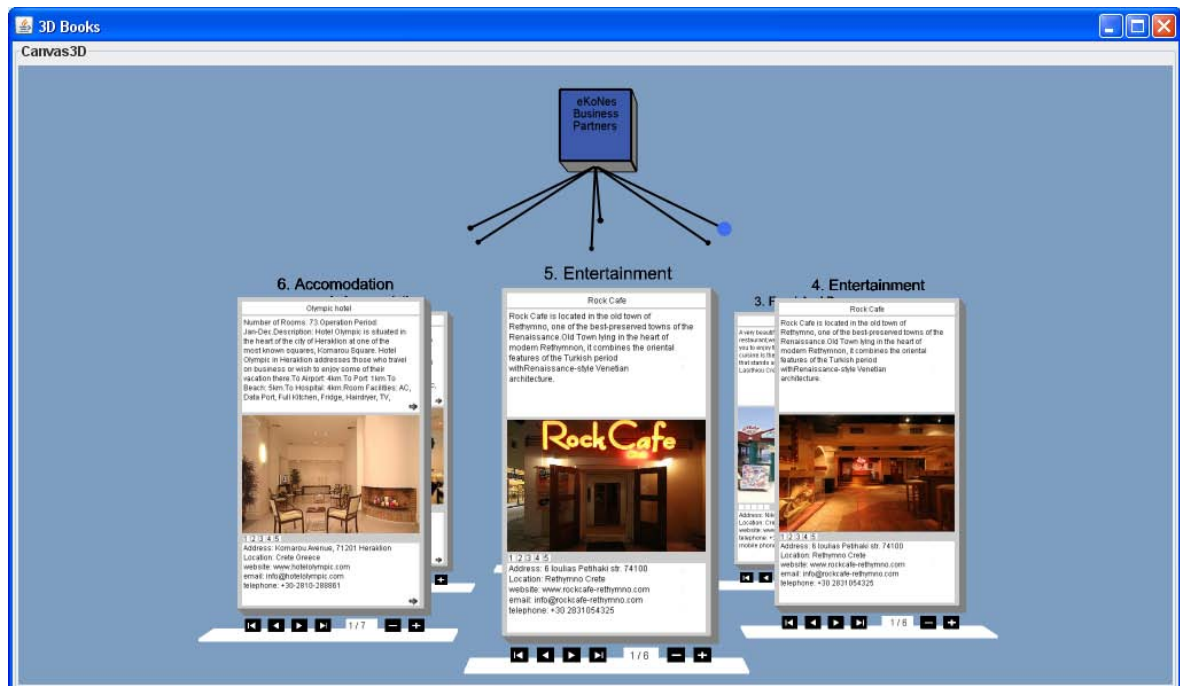


Σχήμα 32: Επιλεγμένο 3D βιβλίο



Σχήμα 33: Βιβλίο σε μεγέθυνση

Η εφαρμογή υποστηρίζει την αλλαγή του αριθμού των βιβλίων που εμφανίζονται δυναμικά, ανάλογα με τα tags του XML αρχείου. Παρακάτω βλέπουμε ένα παράδειγμα με έξι βιβλία και ένα παράδειγμα με οκτώ βιβλία. Τα βιβλία αυτά θα μπορούσε να ήταν κατηγορίες ομαδοποιημένων δεδομένων, ενότητες ενός βιβλίου, βιβλία σε μια βιβλιοθήκη ή οτιδήποτε εξυπηρετεί τις ανάγκες του χρήστη.



Σχήμα 34: Παράδειγμα με έξι ενότητες



Σχήμα 35: Παράδειγμα με οκτώ ενότητες

6. Σύνοψη

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία αναπτύξαμε με την χρήση της Java3D μια εφαρμογή που αποσκοπεί στην πλοήγηση του χρήστη σε ένα περιβάλλον με τρισδιάστατα βιβλία. Τα βιβλία αυτά παρουσιάζονταν σε κυκλική διάταξη και επιλέγοντας ένα από αυτά, όλη η αναπαράσταση περιστρεφόταν σαν carousel μέχρι να φτάσει το επιλεγμένο βιβλίο μπροστά. Έγινε χρήση της βιβλιοθήκης JDOM για την ανάκτηση και διαχείριση των δεδομένων ενός XML αρχείου, που παρουσιάζονταν στα 3D βιβλία της εφαρμογής.

6.1. Σύγκριση με συναφή έργα

Η εφαρμογή που υλοποιήσαμε έχει αρκετές ομοιότητες αλλά και διαφορές με τα συναφή έργα που περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στο WebBook οι σελίδες παρουσιάζονταν σαν επίπεδα ορθογώνιο καθόλη την διάρκεια της κίνησης του γυρίσματος της σελίδας, το ίδιο γίνεται και στην εφαρμογή μας. Το WebBook όμως έχει και τον περιορισμό της μη επεκτασιμότητας, ο αριθμός των σελίδων του βιβλίου ήταν περιορισμένος, ενώ η εφαρμογή μας με τον μηχανισμό που περιγράψαμε πιο πάνω μπορεί να παρουσιάσει βιβλία με «απεριόριστες» σελίδες. Το 3Book αντίθετα με το WebBook και την δική μας εφαρμογή, συλλαμβάνει την αίσθηση του φυσικού βιβλίου χάρη στην τεχνική που χρησιμοποιεί για το γύρισμα της σελίδας. Το 3Book έχει την ομοιότητα με την εφαρμογή μας να είναι επεκτάσιμο, αν και χρησιμοποιούμε διαφορετική τεχνική. Σε κανένα από τα συναφή έργα δεν υπάρχει η κυκλική διάταξη των βιβλίων, αυτό κάνει την εφαρμογή μας να διαφέρει. Επίσης όλα τα συναφή έργα χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες από ότι η εφαρμογή μας.

6.2. Μελλοντικά έργα

Αργότερα θα μπορούσε να επεκταθεί η εφαρμογή προσθέτοντας περισσότερη αλληλεπίδραση με το χρήστη. Θα ήταν χρήσιμο αν στους χρήστες παρέχόταν η δυνατότητα να σημειώσουν ή να υπογραμμίσουν κάτι στο βιβλίο που τους φάνηκε ενδιαφέρον. Θα μπορούσε επίσης να προστεθεί μια λειτουργία που θα επέτρεπε στον χρήστη να αλλάξει την διάταξη της σελίδας. Να υπήρχαν δηλαδή μερικές προκαθορισμένες διατάξεις και μέσω ενός μενού επιλογών ή με κάποιον άλλο τρόπο, ο χρήστης να επέλεγε την διάταξη που προτιμά για τις σελίδες. Επίσης η κίνηση του γυρίσματος της σελίδας θα μπορούσε να βελτιωθεί έτσι ώστε να μοιάζει με την κίνηση ενός φυσικού βιβλίου. Τέλος, η αυτοματοποίηση της λειτουργίας της αλλαγής του XML αρχείου θα έκανε την εφαρμογή πιο χρήσιμη. Οι χρήστες θα είχαν την δυνατότητα να διαβάσουν οποιοδήποτε XML αρχείο ήθελαν ή ακόμα και διαφορετικού τύπου αρχεία.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Jaana Keränen (2005) Using metaphors in computer science education – cross cultural aspects. University of Joensuu 2005
2. T.R. Colburn, G.M. Shute (2008) Metaphor in computer science. Department of Computer Science, University of Minnesota, Duluth, MN, USA
3. Lichan Hong, Stuart K. Card and Jindong (JD) Chen (2006) Turning Pages of 3D Electronic Books. Palo Alto Research Center, USA
4. Ακουμιανάκης, Δ. (2006) Διεπαφή χρήστη-υπολογιστή, μια σύγχρονη προσέγγιση. Εκδόσεις Κλειδάριθμος
5. Daniel Selman (2002) Java 3D Programming
6. Πτυχιακή εργασία: [Πλεμένος Α. \(2008\) Προγραμματισμός διεπαφών χρήστη – υπολογιστή με βιβλιοθήκες 3D, μελέτη περίπτωσης βιβλιοθήκης Java 3D και εφαρμογή στο eKoNES. Πτυχιακή εργασία.](#)
7. Τρυφερίδης Μ.Α. (2006) Συγκριτική παρουσίαση γλωσσών σήμανσης με βάση την XML – Ανάπτυξη εφαρμογής με χρήση topic maps. Διπλωματική εργασία.
8. [Μακρής Γ. \(2009\) Διαδραστική αναπαράσταση δεδομένων που ανταλλάσσονται σε εικονικές ομάδες σε διομότιμα δίκτυα. Πτυχιακή εργασία.](#)
9. S. Chithirapoovizhi, Ranjani Parthasarathi, T.V. Geetha (2003) A Tool for Document Visualization. Resource Centre for Indian Language Technology Solutions – Tamil, School of Computer Science and Engineering, Anna University, Chennai, India.
10. Stuart K. Card, Jock D. Mackinlay and Ben Shneiderman (1999) Readings in Information Visualization: Using Vision to Think, Morgan Kaufmann Publishers.
11. [Κότσαλης Δ. \(2007\) Στάδια εξέλιξης εικονικών κοινοτήτων και εργαλεία επικοινωνίας: Η περίπτωση χρήσης του eKoNES, Πτυχιακή Εργασία.](#)
12. [Μηλολιδάκης Γ. \(2007\) Προηγμένες Τεχνικές Διαχείρισης Διαδραστικών Αντικειμένων, Μελέτη Περίπτωσης Βιβλιοθήκης Swing και Εφαρμογή στο eKoNES, Πτυχιακή Εργασία.](#)
13. [Βελλής Γ. \(2007\) Υποστήριξη Σύγχρονων Συνεργατικών Καθηκόντων & Μηχανισμοί ανάπτυξης σύγχρονων διεπαφών: Η περίπτωση χρήσης του eKoNES, Πτυχιακή Εργασία.](#)
14. [Wikipedia](#)

15. [Elliotte Rusty Harold \(2002\) Processing XML with Java](#)
16. [The apache XML project](#)
17. [Project Looking Glass](#)
18. [Project Wonderland](#)
19. [SciDelik. Scientific Visualization And Animation System](#)