



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Π.Μ.Σ. ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάπτυξη συστήματος επαυξημένης
πραγματικότητας για περιβάλλοντα βιβλιοθηκών**

**Δεληγιάννης Κίμωνας
Α.Μ. 13001**

Επιβλέπων: Κώστας Βασιλάκης

Τρίπολη, Ιανουάριος 2016

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	i
Ευρετήριο Εικόνων	iii
Περίληψη	v
Abstract	vi
1. Εισαγωγή.....	1
1.1. Έξυπνα κινητά τηλέφωνα	1
1.1.1. Ιστορική αναδρομή στην κινητή τηλεφωνία και τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα.....	1
1.1.2. Ορισμός του έξυπνου κινητού τηλεφώνου	2
1.2. Το λειτουργικό σύστημα Android και οι διεπαφές του με το περιβάλλον	3
1.2.1. Εισαγωγή στους αισθητήρες.....	3
1.2.2. Τα είδη των αισθητήρων	3
1.3. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality).....	5
1.3.1. Ορισμός επαυξημένης πραγματικότητας	5
1.3.2. Συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας βασισμένα σε δείκτες και μη.....	9
1.3.3. Ροή εργασιών επαυξημένης πραγματικότητας και έξυπνα κινητά τηλέφωνα	10
1.4. Βιβλιοθήκες.....	11
1.4.1. Βιβλιοθήκες και Ψηφιακές Βιβλιοθήκες.....	11
1.4.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ψηφιακών και μη βιβλιοθηκών	12
1.4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιβλίων έντυπης και ηλεκτρονικής μορφής	14
2. Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και θέματα υλοποίησης	16
2.1. Περιβάλλον ανάπτυξης (eclipse)	16
2.2. Android.....	17
2.2.1. Εισαγωγή στο Android.....	17
2.2.2. Αρχιτεκτονική του Android	18
Το διάγραμμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος Android	18
Ο πυρήνας Linux.....	19
Οι βιβλιοθήκες	19
Περιβάλλον εκτέλεσης Android.....	20
Το πλαίσιο εφαρμογών.....	20
Οι εφαρμογές	21
2.3. JSON Object	21
2.4. APIs.....	24
2.4.1. Google Books API	24
Books API v1 (πειραματικό).....	25
Embedded Viewer API.....	25
Εξουσιοδότηση αιτήσεων και αναγνώριση της εφαρμογής.....	26
2.4.2. Google Maps API.....	28

2.5. Εισαγωγή βιβλιοθηκών ανοιχτού κώδικα	29
2.5.1. ZBar library	30
2.5.2. TileView library	33
Πλακίδια (<i>Tiles</i>)	33
Δείκτες και Επεξηγήσεις (<i>Markers and Callouts</i>)	34
Μονοπάτια (<i>Paths</i>)	34
2.6. Επιλογές αποθήκευσης	35
2.6.1. SQLite Database	36
3. Χρήση της Εφαρμογής Book Navigation System	37
4. Μελλοντικές επεκτάσεις – Συμπεράσματα	47
5. Βιβλιογραφία	48

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Διάγραμμα οπτικώς διαπερατού HMD	6
Εικόνα 2. Δύο οπτικώς διαπερατά HMD	7
Εικόνα 3. Διάγραμμα λειτουργίας ενός διαπερατού μέσω βίντεο HMD	8
Εικόνα 4. Ένα διαπερατό μέσω βίντεο HMD	8
Εικόνα 5. Ο δείκτης μετατρέπεται σε ένα γραφικό Mini Cooper στην οθόνη του υπολογιστή	9
Εικόνα 6. Πλοήγηση στο Λονδίνο με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.....	10
Εικόνα 7. Αλληλουχία λειτουργιών σε περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας	11
Εικόνα 8. Ρομπότ Android	17
Εικόνα 9. Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Android	18
Εικόνα 10. JSON Object	22
Εικόνα 11. JSON Array	22
Εικόνα 12. JSON Value.....	23
Εικόνα 13. JSON String	23
Εικόνα 14. JSON Number	24
Εικόνα 15. Embedded View	26
Εικόνα 16. Λογότυπο βιβλιοθήκης ZBar	30
Εικόνα 17. Διάγραμμα ροής της βιβλιοθήκης ZBar.....	31
Εικόνα 18. Αρχική Οθόνη Book Navigation System.....	37
Εικόνα 19. Οθόνη αναζήτησης τοποθεσίας του χρήστη	38
Εικόνα 20. Οθόνη επιλογής ανοίγματος εσωτερικού χάρτη	39
Εικόνα 21. Οθόνη επιλογής είδους βιβλίου	40
Εικόνα 22. α) οθόνη προβολής εσωτερικού χάρτη, β) οθόνη προβολής εσωτερικού χάρτη σε μεγέθυνση 25%. Ο πράσινος δείκτης εμφανίζει την τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη.....	40
Εικόνα 23. Οθόνη προβολής εσωτερικού χάρτη της βιβλιοθήκης και πλοήγηση του χρήστη προς το ενδιαφέρον του.....	41
Εικόνα 24. Οθόνη ανίχνευσης κωδικού ISBN βιβλίου.....	42
Εικόνα 25. Οθόνη προβολής περισσότερων στοιχείων σχετικά με το βιβλίο που σαρώθηκε.....	43
Εικόνα 26. Προεπισκόπηση βιβλίου	43
Εικόνα 27. Πρόγραμμα περιήγησης που προβάλλει τον σύνδεσμο του βιβλίου που σαρώθηκε στην ιστοσελίδα Google Books	44
Εικόνα 28. Οθόνη βάσης δεδομένων της εφαρμογής	44
Εικόνα 29. Οθόνη προβολής πληροφοριών βιβλίου μέσα από τη βάση δεδομένων της εφαρμογής	45
Εικόνα 30. Οθόνη προβολής τοποθεσίας βιβλίου που εντοπίστηκε από τον χρήστη.....	46

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορά στον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για περιβάλλοντα βιβλιοθηκών. Η εφαρμογή αυτή θα βοηθά τον χρήστη να κατατοπίζεται μέσα σε αυτά τα περιβάλλοντα, έχοντας τη δυνατότητα να εντοπίζει με μεγαλύτερη ευκολία και ευελιξία τα βιβλία που τον ενδιαφέρουν, όπως και να λαμβάνει με εύκολο και γρήγορο τρόπο περισσότερες πληροφορίες για αυτά.

Abstract

The goal of this master thesis is the design and implementation of an augmented reality application for libraries. This application will aid its user to navigate within libraries, and provide her with the ability to easily locate books of interest and easily and rapidly access information about them.

1. Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας εφαρμογής, η οποία θα λειτουργεί μέσα σε περιβάλλοντα βιβλιοθηκών και θα βοηθά το χρήστη να κατατοπίζεται, όπως και να εντοπίζει με μεγαλύτερη ευκολία και ευελιξία τα βιβλία που τον ενδιαφέρουν, αλλά και να λαμβάνει με εύκολο τρόπο περισσότερες πληροφορίες γι' αυτά. Με την ολοκλήρωσή της, η εφαρμογή θα προσφέρει στον χρήστη σημαντικά πλεονεκτήματα από τους τομείς των ψηφιακών βιβλιοθηκών και της επαυξημένης πραγματικότητας, ενώ ο σχεδιασμός της αποσκοπεί στο να περιορίσει στο ελάχιστο τα σχετιζόμενα προβλήματα που τυπικά αναφέρονται στον τομέα των ψηφιακών βιβλιοθηκών. Με άλλα λόγια θα μπορούσε να «γεφυρώσει» το χάσμα που υπάρχει μεταξύ των ψηφιακών και συμβατικών βιβλιοθηκών, όπως και αντίστοιχα των ηλεκτρονικών και έντυπων βιβλίων.

Στο υπόλοιπο της εισαγωγής θα παρουσιάσουμε μία επισκόπηση των βασικών συστατικών της εφαρμογής που αναπτύχθηκε και πιο συγκεκριμένα τα έξυπνα τηλέφωνα με έμφαση στο λειτουργικό σύστημα Android, την επαυξημένη πραγματικότητα και τις ψηφιακές βιβλιοθήκες, ενώ στα επόμενα κεφάλαια θα παρουσιάσουμε τις τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και τη χρήση της εφαρμογής που αναπτύχθηκε. Τέλος θα αναφέρουμε κάποιες επιπλέον επεκτάσεις που θα μπορούσαν να προστεθούν στην εφαρμογή με σκοπό τη βελτιστοποίησή της.

1.1. Έξυπνα κινητά τηλέφωνα

1.1.1. Ιστορική αναδρομή στην κινητή τηλεφωνία και τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα

Η εμφάνιση της κινητής τηλεφωνίας ξεκίνησε αμέσως μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, με τις πρώτες προσπάθειες να γίνονται από τους Σουηδούς, τους Φινλανδούς και τους Αμερικάνους. Παρόλα αυτά, η «ημερομηνία γέννησής της» θεωρείται η 3η Απριλίου του 1973.

Ο δόκτωρ Μάρτιν Κούπερ της Motorola περπατούσε ένα ανοιξιάτικο πρωινό στους δρόμους της Νέας Υόρκης, γνωρίζοντας ότι έγραφε ιστορία. Τα δυο του χέρια ήταν κατειλημμένα από μία συσκευή που έμοιαζε με φορητό ασύρματο. Είχε ύψος 25 εκατοστά και βάρος 900 γραμμάρια. Ήταν το πρώτο κινητό τηλέφωνο με όνομα *MotorolaDynaTAC*.

Το πρώτο αυτοματοποιημένο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας έκανε και αυτό με τη σειρά του την εμφάνισή του το δεκαετία του '80 στη Σκανδιναβία. Μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του '80 τα κινητά τηλέφωνα ήταν τόσο μεγάλα σε όγκο, ώστε να μη χωρούν μέσα σε τσέπη και γι' αυτό κατά

κύριο λόγο ήταν εγκατεστημένα μέσα σε αυτοκίνητα. Τη ναυαρχίδα των κινητών πρώτης γενιάς (1G) αποτέλεσε το μοντέλο *MotorolaDynaTAC8000X*. [28]

Με την πάροδο των δεκαετιών, η ανάπτυξη της τεχνολογίας στην κινητή τηλεφωνία ήταν ραγδαία. Το 2007, η Apple τάραξε τα νερά της κινητής τηλεφωνίας διαθέτοντας στην αγορά το πρώτο έξυπνο κινητό τηλέφωνο (*Smartphone*) με την ονομασία *iPhone*. Η συσκευή αυτή ήταν το έναυσμα για την εκκίνηση μιας «επανάστασης». Πέρα από την εξαιρετική του σχεδίαση, το iPhone κατάφερε να προσφέρει πολύ προηγμένες δυνατότητες με τρόπο που ακόμα και μέσοι χρήστες μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν. [31]

1.1.2. Ορισμός του έξυπνου κινητού τηλεφώνου

Το έξυπνο κινητό τηλέφωνο είναι ένα κινητό τηλέφωνο βασισμένο σε ένα λειτουργικό σύστημα κινητής τηλεφωνίας με περισσότερο προηγμένη υπολογιστική ισχύ και συνδεσιμότητα σε σχέση με ένα συμβατικό κινητό τηλέφωνο. Στα πρώτα Smartphones, οι βασικές τους λειτουργίες ήταν αυτή του κινητού τηλεφώνου, καθώς και η λειτουργία του προσωπικού ψηφιακού βοηθού (*Personal Digital Assistant – PDA*). Στα μεταγενέστερα μοντέλα προστέθηκαν και άλλες λειτουργίες όπως εφαρμογές αναπαραγωγής πολυμέσων (*media players*), ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές χαμηλών προδιαγραφών (*low-end*), βιντεοκάμερες, όπως και μονάδες πλοήγησης GPS. Όλες αυτές οι λειτουργίες μετέτρεψαν τη συσκευή από ένα κινητό τηλέφωνο, σε ένα πολυχρηστικό εργαλείο. Πολλά σύγχρονα smartphones περιλαμβάνουν οθόνες αφής υψηλής ανάλυσης, καθώς και φυλλομετρητές (*web browsers*) για προβολή συνήθων σελίδων HTML, αλλά και ιστοσελίδων ειδικά βελτιστοποιημένων για χρήση σε έξυπνα κινητά. Η πρόσβαση στο διαδίκτυο παρέχεται μέσω Wi-Fi και μέσω κινητών ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Ορισμένα από τα λειτουργικά συστήματα (OS) που χρησιμοποιούνται από τα smartphones σήμερα, είναι το Android της Google, το iOS της Apple, το Symbian της Nokia, το BlackBerry OS της RIM, το Bada της Samsung, το Windows Phone της Microsoft, το webOS της Hewlett-Packard, καθώς και ενσωματωμένες διανομές Linux, όπως το Maemo και το MeeGo. Τέτοιου είδους λειτουργικά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν σε πολλά και διαφορετικά μοντέλα έξυπνων τηλεφώνων. Συνοψίζοντας αναφέρουμε ότι, συνήθως κάθε συσκευή κατά τη διάρκεια της ζωής της μπορεί να λάβει έναν μεγάλο αριθμό ενημερωμένων εκδόσεων λειτουργικού συστήματος. [19]

Η εφαρμογή της παρούσας διπλωματικής εργασίας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε λειτουργικό σύστημα Android.

1.2. Το λειτουργικό σύστημα Android και οι διεπαφές του με το περιβάλλον

Οι περισσότερες συσκευές που εκτελούν το λειτουργικό σύστημα Android περιέχουν ενσωματωμένους αισθητήρες, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να μετρούν την κίνηση, τον προσανατολισμό, καθώς και διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι αισθητήρες αυτοί έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν ακατέργαστα δεδομένα υψηλής ακρίβειας και ορθότητας. Είναι χρήσιμοι για την παρακολούθηση της κίνησης και τον εντοπισμό θέσης της συσκευής στις τρεις διαστάσεις καθώς και στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος εντός του οποίου βρίσκεται η συσκευή. Για παράδειγμα μια εφαρμογή καιρού μπορεί να χρησιμοποιεί τους αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας μιας συσκευής για τον υπολογισμό και την αναφορά του σημείου δρόσου. Ομοίως μια ταξιδιωτική εφαρμογή θα μπορούσε να χρησιμοποιεί τον αισθητήρα γεωμαγνητικού πεδίου και το επιταχυνσιόμετρο (*Accelerometer*) για τον υπολογισμό και την αναφορά της γεωγραφικής θέσης. [17]

1.2.1. Εισαγωγή στους αισθητήρες

Το πλαίσιο λογισμικού αισθητήρων του Android επιτρέπει στον προγραμματιστή την πρόσβαση σε αρκετούς τύπους αισθητήρων. Μερικοί από τους αισθητήρες ανήκουν στο υλικό της συσκευής (*hardware-based*) και άλλοι στο λογισμικό της (*software-based*). Οι *hardware-based* αισθητήρες είναι φυσικά εξαρτήματα ενσωματωμένα στη συσκευή. Αντλούν τα δεδομένα τους μετρώντας απευθείας συγκεκριμένες περιβαλλοντικές ιδιότητες, όπως την επιτάχυνση, την ισχύ του γεωμαγνητικού πεδίου ή τη γωνιακή μεταβολή. Οι *software-based* αισθητήρες δεν είναι φυσικές συσκευές, παρόλα αυτά έχουν τη δυνατότητα να μιμούνται τους *hardware-based* αισθητήρες ως προς την εξωτερικά παρατηρήσιμη συμπεριφορά τους. Οι αισθητήρες αυτοί εξάγουν τα δεδομένα τους από έναν ή περισσότερους *hardware-based* αισθητήρες και ορισμένες φορές ονομάζονται *εικονικοί* ή *συνθετικοί αισθητήρες*. Ο αισθητήρας της γραμμικής επιτάχυνσης καθώς και ο αισθητήρας βαρύτητας είναι παραδείγματα *software-based* αισθητήρων.

Λίγες συσκευές Android ενσωματώνουν όλα τα είδη των αισθητήρων. Για παράδειγμα οι περισσότερες συσκευές διαθέτουν επιταχυνσιόμετρο και μαγνητόμετρο, αλλά λίγες είναι αυτές που κατέχουν βαρόμετρο ή θερμόμετρο. Ακόμα αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένες συσκευές μπορεί να έχουν πάνω από έναν αισθητήρα ενός συγκεκριμένου είδους. Για παράδειγμα μία συσκευή μπορεί να έχει δύο αισθητήρες βαρύτητας, όπου ο κάθε ένας να έχει διαφορετική εμβέλεια. [17]

1.2.2. Τα είδη των αισθητήρων

Η πλατφόρμα του Android υποστηρίζει τρεις διαδοδομένες κατηγορίες αισθητήρων:

- **Τους αισθητήρες κίνησης (*motion sensors*)**

Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να μετρήσουν τις δυνάμεις επιτάχυνσης, καθώς και τις δυνάμεις περιστροφής κατά μήκος των τριών αξόνων. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει επιταχυνσιόμετρα, αισθητήρες βαρύτητας, γυροσκόπια και αισθητήρες διανύσματος περιστροφής.

- **Περιβαλλοντικοί αισθητήρες (*environmental sensors*)**

Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως τη θερμοκρασία και την πίεση του περιβαλλοντικού αέρα, το φωτισμό και την υγρασία. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα βαρόμετρα τα φωτόμετρα και τα θερμόμετρα.

- **Αισθητήρες τοποθεσίας (*position sensors*)**

Τέτοιου τύπου αισθητήρες εντοπίζουν τη φυσική τοποθεσία της συσκευής. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι αισθητήρες προσανατολισμού και τα μαγνητόμετρα. [17]

Κάποιοι επιπλέον αισθητήρες που δεν συμπεριλαμβάνονται στις παραπάνω κατηγορίες αλλά αξίζει να γίνει αναφορά σε αυτούς είναι:

- **Ο αισθητήρας εικόνας**

Είναι ο γνωστός σε όλους φακός για λήψη ψηφιακών φωτογραφιών και βίντεο. Αποτελεί έναν από τους πρώτους αισθητήρες που ενσωματώθηκαν σε συσκευή κινητού τηλεφώνου και πλέον θεωρείται ένα αναπόσπαστο κομμάτι όλων των έξυπνων τηλεφώνων. Η ευαισθησία του, όπως και η υποστηριζόμενη ανάλυσή του βελτιώνονται διαρκώς, χαρίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο στο χρήστη υψηλής ποιότητας φωτογραφίες και βίντεο. Με τη βοήθεια ορισμένων ειδικών αλγορίθμων επεξεργασίας εικόνας, ο φακός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εντοπισμό και αναγνώριση αντικειμένων, μέτρηση αποστάσεων ή ακόμα και εκτίμηση της έντασης του φωτός. [6]

- **Ο δέκτης GPS (*Global Positioning System*)**

Ο δέκτης GPS λαμβάνει σήματα από δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη και με τη βοήθειά τους υπολογίζει το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της τοποθεσίας όπου βρίσκεται η συσκευή. Σχεδόν όλα τα σύγχρονα έξυπνα κινητά τηλέφωνα έχουν ενσωματωμένο δέκτη GPS, ο οποίος αξιοποιείται κατά κύριο λόγο από εφαρμογές πλοήγησης, αλλά και από πλήθος άλλων εφαρμογών που προσαρμόζουν τη λειτουργία τους στην εκάστοτε τοποθεσία του χρήστη για την καλύτερη εξυπηρέτησή του. Μία εφαρμογή που γνωρίζει την τοποθεσία του χρήστη (*location-aware application*) μπορεί να χρησιμοποιεί το δέκτη GPS για περισσότερη ακρίβεια. Από την άλλη πλευρά ωστόσο, ο

δέκτης GPS λειτουργεί κυρίως σε εξωτερικούς χώρους, καταναλώνει πολύ γρήγορα τη μπαταρία της συσκευής και είναι πιθανό οι ενδείξεις του να έχουν κάποια χρονική υστέρηση.

- **Ο δέκτης Wi-Fi**

Ο δέκτης Wi-Fi χρησιμοποιείται κυρίως για συνδεσιμότητα της συσκευής μέσω δικτύων Wi-Fi, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ανίχνευση ραδιοκυμάτων, καθώς και της έντασής τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο δέκτης Wi-Fi είναι πολύ χρήσιμος για τη δημιουργία location-aware εφαρμογών, καθώς μπορεί να παρέχει πληροφορίες τοποθεσίας με ένα τρόπο που λειτουργεί και σε εσωτερικούς αλλά και εξωτερικούς χώρους, αποκρίνεται γρήγορα και καταναλώνει σχετικά λίγη ενέργεια από την μπαταρία της συσκευής. Παρόλα αυτά, δεν προσφέρει το ίδιο καλή ακρίβεια σε σχέση με αυτή του GPS. [13]

Η παρούσα διπλωματική χρησιμοποιεί τους τρεις τελευταίους αισθητήρες για την ανάπτυξη της εφαρμογής Book Navigation System.

1.3. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)

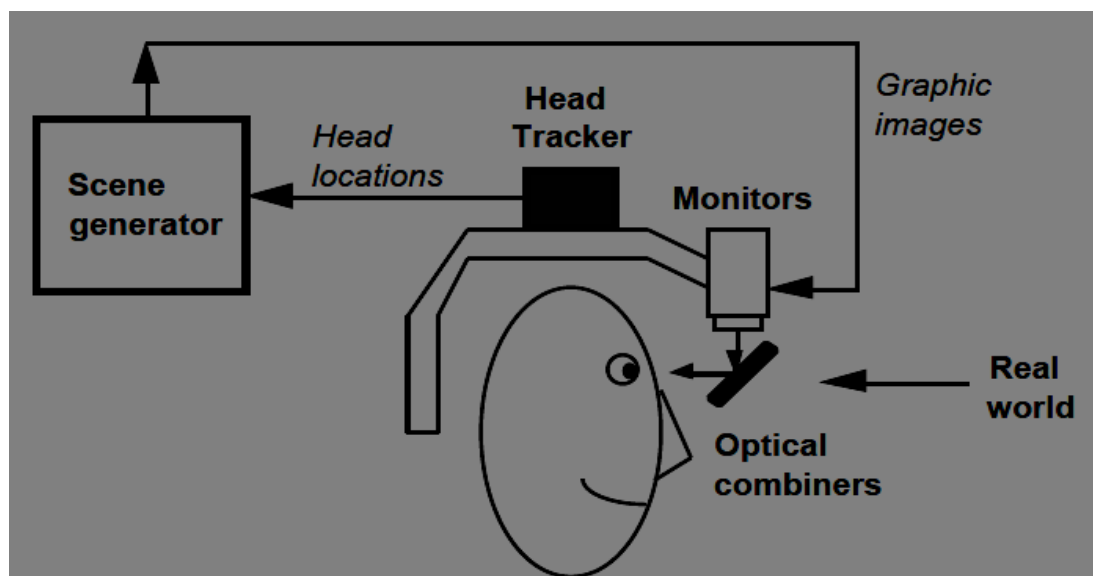
1.3.1. Ορισμός επαυξημένης πραγματικότητας

Με την έννοια της Επαυξημένης Πραγματικότητας εννοούμε μία συγκεκριμένη κατηγορία *Εικονικών Περιβαλλόντων (Virtual Environment)* ή αλλιώς *Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality)*, όπως είναι ευρέως γνωστή. Οι τεχνολογίες Εικονικών Περιβαλλόντων έχουν τη δυνατότητα να εμβυθίσουν πλήρως έναν χρήστη σε ένα συνθετικό περιβάλλον, και κατά τη διάρκεια της εμβύθισης ο χρήστης μπορεί να αποξενώνεται από τον πραγματικό κόσμο γύρω του. Σε αντίθεση με τα Εικονικά Περιβάλλοντα, η Επαυξημένη Πραγματικότητα επιτρέπει στο χρήστη να βλέπει τον πραγματικό κόσμο και επιπλέον κάποια εικονικά αντικείμενα, τα οποία «επισυνάπτονται» σε αυτόν. Έτσι θα μπορούσαμε να πούμε πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα συμπληρώνει τον πραγματικό κόσμο αντί να τον αντικαθιστά (Azuma 1997).

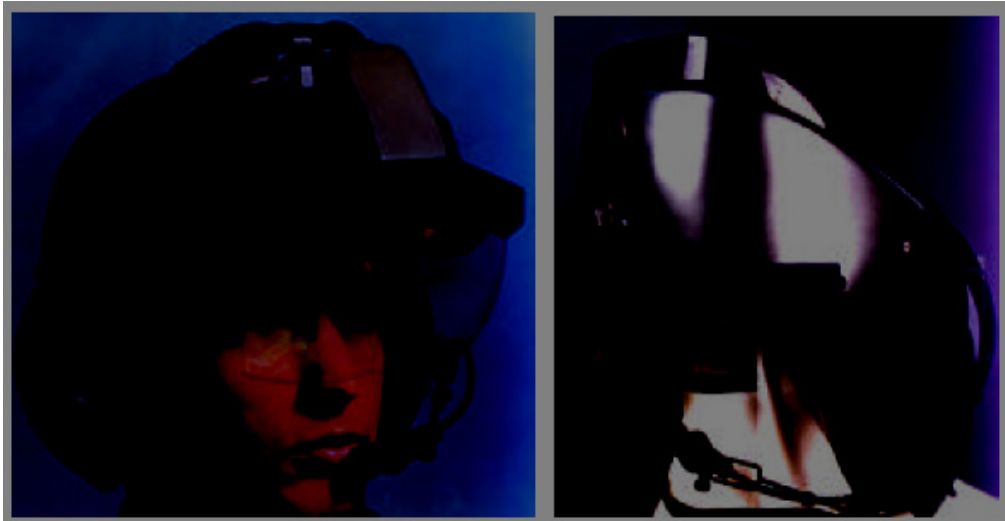
Ορισμένοι ερευνητές ορίζουν την Επαυξημένη Πραγματικότητα με έναν τρόπο που καθιστά υποχρεωτική τη χρήση ειδικών οθονών που τοποθετούνται στο κεφάλι του χρήστη (*Head-Mounted Displays – HMDs*). Για παράδειγμα, η βασική απόφαση σχεδιασμού για τη δημιουργία ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας, είναι ο τρόπος με τον οποίο θα επιτευχθεί ο συνδυασμός του πραγματικού με το εικονικό. Δύο διαθέσιμες επιλογές είναι οι τεχνολογίες οπτικών και βίντεο. Ένα διαπερατό HMD (*see-through HMD*) είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να συνδυάζει το πραγματικό με το εικονικό. Τα καθιερωμένα HMDs – κλειστής όρασης (*closed-view HMDs*) δεν

επιτρέπουν την οπτική επαφή με τον πραγματικό κόσμο. Αντίθετα, ένα διαπερατό HMD (see-through HMD) επιτρέπει στον χρήστη να δει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα, τα οποία υπερθέτονται από τεχνολογίες οπτικών ή βίντεο.

Τα οπτικώς διαπερατά HMDs (*optical see-through HMDs*) λειτουργούν με *οπτικούς συνδυαστές (optical combiners)*, οι οποίοι τοποθετούνται μπροστά από τα μάτια του χρήστη. Οι συνδυαστές αυτοί, είναι μερικώς οπτικά διαπερατοί και έτσι δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να παρατηρεί απευθείας μέσα από αυτούς τον πραγματικό κόσμο. Επίσης οι συνδυαστές είναι μερικώς αντανακλαστικοί και έτσι ο χρήστης βλέπει συνθετικές εικόνες, οι οποίες αντικατοπτρίζονται σε αυτούς από τις οθόνες που βρίσκονται τοποθετημένες στο κεφάλι του. Αυτή η προσέγγιση είναι παρεμφερής με τις Head-Up Displays (HUDs), όπου συνήθως χρησιμοποιούνται στην στρατιωτική αεροπορία. Στην *εικόνα 1* παρουσιάζεται το εννοιολογικό διάγραμμα ενός οπτικού HMD – αντίληψης και στην *εικόνα 2* παρουσιάζονται δύο οπτικώς διαπερατά HMDs φτιαγμένα από την Hughes Electronics.

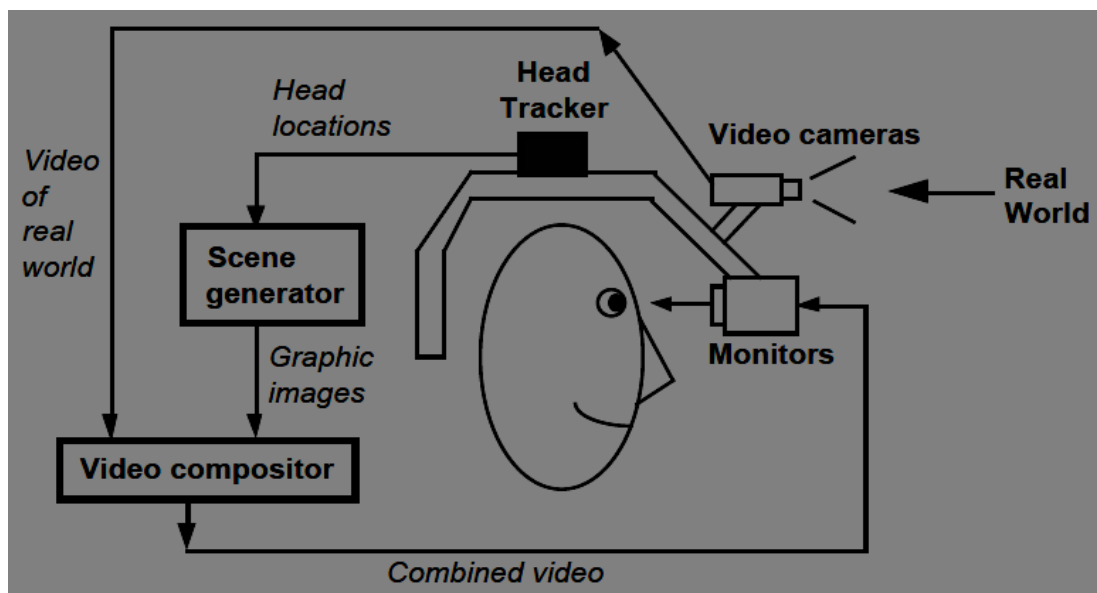


Εικόνα 1. Διάγραμμα οπτικώς διαπερατού HMD

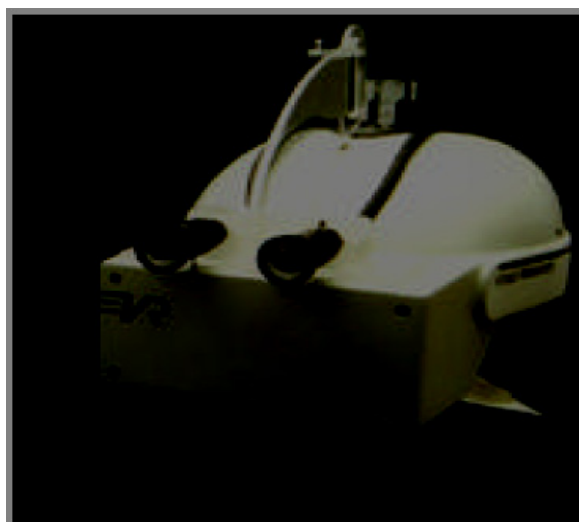


Εικόνα 2. Δύο οπτικώς διαπερατά HMD

Από την άλλη πλευρά, τα διαπερατά μέσω βίντεο HMD (*video see-through HMDs*) λειτουργούν συνδυάζοντας ένα HMD κλειστής όρασης με μία ή δύο βιντεοκάμερες τοποθετημένες στο κεφάλι του χρήστη. Οι βιντεοκάμερες παρέχουν στον χρήστη την όψη του πραγματικού κόσμου. Το βίντεο από αυτές τις κάμερες συνδυάζεται με γραφικές εικόνες που δημιουργούνται από τη γεννήτρια σκηνών (*scene generator*), αναμιγνύοντας το πραγματικό με το πλασματικό. Το αποτέλεσμα στέλνεται στις οθόνες που βρίσκονται μπροστά στα μάτια του χρήστη, οι οποίες είναι τοποθετημένες στο HMD κλειστής όρασης. Η *εικόνα 3* παρουσιάζει το εννοιολογικό διάγραμμα ενός διαπερατού μέσω βίντεο HMD, ενώ στην *εικόνα 4* εμφανίζεται ένα διαπερατό μέσω βίντεο HMD με δύο βιντεοκάμερες τοποθετημένες πάνω του.



Εικόνα 3. Διάγραμμα λειτουργίας ενός διαπερατού μέσω βίντεο HMD



Εικόνα 4. Ένα διαπερατό μέσω βίντεο HMD

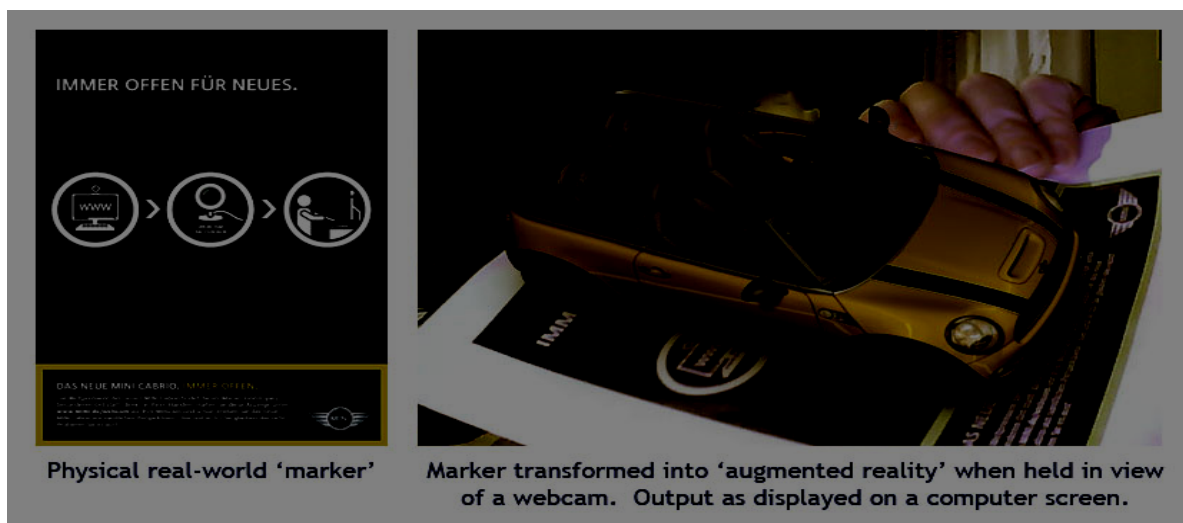
Για να μην περιοριστούμε σε συγκεκριμένες τεχνολογίες, ορίζουμε την Επαυξημένη Πραγματικότητα ως ένα σύστημα που αποτελείται από τρία χαρακτηριστικά: α) συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό, β) είναι διαδραστικό σε πραγματικό χρόνο και γ) είναι διαμορφωμένο για λειτουργία σε τρεις διαστάσεις. Ο παραπάνω ορισμός επιτρέπει και άλλες τεχνολογίες πέρα από αυτή των HMDs, ενώ παράλληλα διατηρεί τους βασικούς παράγοντες που είναι απαραίτητοι στην Επαυξημένη Πραγματικότητα. [5]

1.3.2. Συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας βασισμένα σε δείκτες και μη

Γενικά οι μέθοδοι, με τις οποίες επιτυγχάνεται η επαυξημένη πραγματικότητα, μπορούν να χωριστούν σε δύο διαδεδομένες κατηγορίες. Στη μέθοδο που βασίζεται σε δείκτες (*marker-based*) και σε αυτή που δεν χρειάζονται δείκτες (*markerless*).

- **Συστήματα που βασίζονται σε δείκτες**

Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί φυσικά σύμβολα σαν σημεία αναφοράς, τα οποία επικαλύπτονται από γραφικά υπολογιστών. Για παράδειγμα, ένας δείκτης τυπωμένος σε δύο διαστάσεις τοποθετείται μπροστά από μία κάμερα. Ο υπολογιστής τότε ερμηνεύει αυτό το σύμβολο με σκοπό να το επικαλύψει με ένα γραφικό στην οθόνη, σαν να ήταν τοποθετημένο πάνω από το δείκτη στον πραγματικό κόσμο. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται αρκετά στη διαφήμιση, όπως μπορούμε να δούμε και στην εικόνα που ακολουθεί.

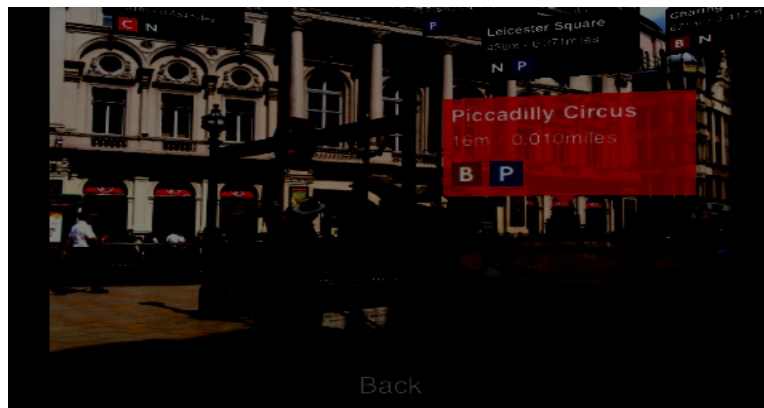


Εικόνα 5. Ο δείκτης μετατρέπεται σε ένα γραφικό Mini Cooper στην οθόνη του υπολογιστή

- **Συστήματα χωρίς δείκτες**

Σε αντίθεση με τα συστήματα που βασίζονται σε δείκτες, αυτή η τεχνολογική προσέγγιση προκάλεσε την «κινητή επαυξημένη πραγματικότητα», υποδηλώνοντας τη χρήση αυτής της τεχνολογίας με συσκευές όπως τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα και τα tablets. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό αισθητήρων της συσκευής, όπως το επιταχυνσιόμετρο, η πυξίδα και τα δεδομένα τοποθεσίας (πχ. το GPS), για να καθορίσει τη θέση στον φυσικό κόσμο, ποιο δρόμο δείχνει και σε ποιον άξονα λειτουργεί η συσκευή. Τότε, αυτά τα δεδομένα τοποθεσίας μπορούν να συγκριθούν σε μια βάση δεδομένων και να καθοριστεί τι «κοιτάει» η συσκευή. Έτσι ο υπολογιστής προβάλλει στην οθόνη τα αντίστοιχα γραφικά και δεδομένα. Η παρακάτω εικόνα αντιστοιχεί σε μία εφαρμογή που

αναπτύχθηκε πρόσφατα και επιτρέπει στους Λονδρέζους που έχουν χαθεί, να εντοπίσουν ποιος είναι ο κοντινότερος σταθμός του μετρό. [23]



Εικόνα 6. Πλοήγηση στο Λονδίνο με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας

Επιπροσθέτως, στην ίδια κατηγορία μπορεί να ενταχθεί και η τεχνολογία ανίχνευσης της κλάσης ενός αντικειμένου (*Object-class detection*). Η ανίχνευση της κλάσης ενός αντικειμένου είναι μια τεχνολογία υπολογιστών που έχει να κάνει με την αναγνώριση αντικειμένων μιας συγκεκριμένης «οικογένειας» (όπως ο άνθρωπος, τα κτήρια, τα αυτοκίνητα κ.ά.) σε ψηφιακές εικόνες και βίντεο. Κάποιοι τομείς αυτής της ερευνητικής περιοχής είναι η ανίχνευση προσώπου και η ανίχνευση πεζών. Η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται σε πολλές περιοχές της υπολογιστικής όρασης.

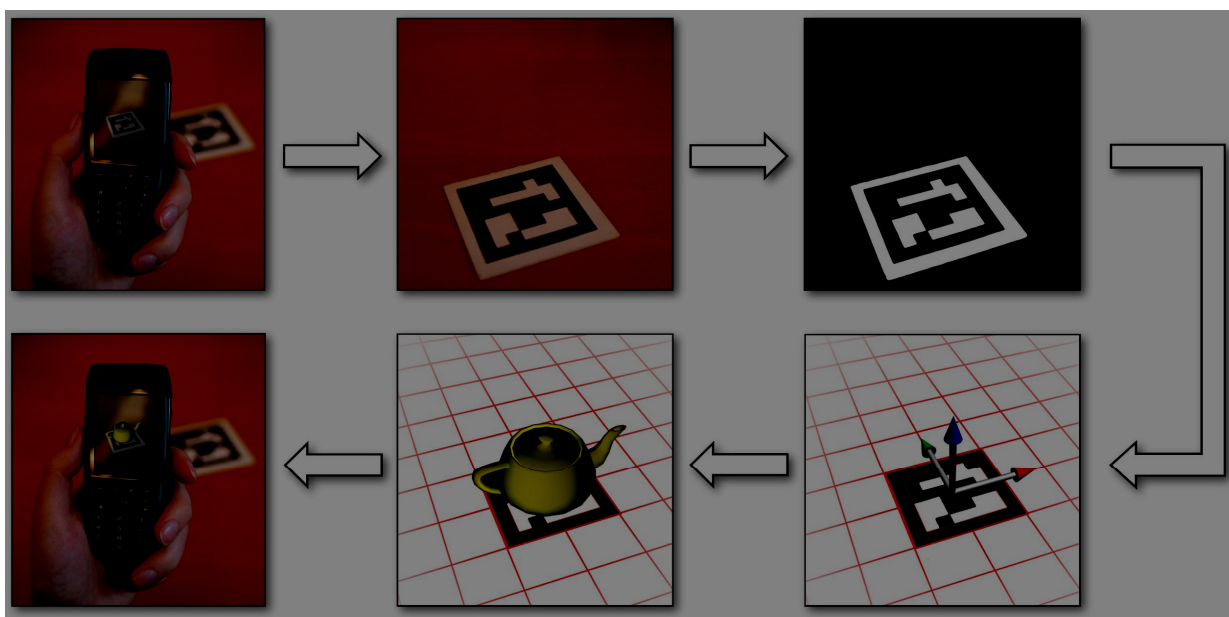
Η γενική ιδέα είναι ότι κάθε αντικείμενο έχει κάποια ειδικά χαρακτηριστικά, όπου το βοηθούν να κατηγοριοποιήσει την κλάση του (πχ. όλοι οι κύκλοι είναι στρογγυλοί). Η ανίχνευση της κλάσης ενός αντικειμένου χρησιμοποιεί αυτά τα ειδικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, αν ψάχνουμε για κύκλους, τότε ζητούνται τα αντικείμενα που η περίμετρός τους βρίσκεται σε συγκεκριμένη απόσταση από το κέντρο τους. Αντίστοιχα, αν ψάχνουμε για τετράγωνα, τότε αναζητούνται αντικείμενα που έχουν κάθετες γωνίες και τα μήκη των πλευρών τους είναι ίσα. Μια παρόμοια προσέγγιση χρησιμοποιείται για την αναγνώριση προσώπου, όπου τα μάτια, η μύτη και τα χείλη μπορούν να ανιχνευθούν, όπως επίσης και χαρακτηριστικά σαν το χρώμα του δέρματος και η απόσταση μεταξύ των ματιών. Κατά αυτόν τον τρόπο, αν το σύστημα γνωρίζει την κλάση των αντικειμένων αυτών, μπορεί να τα επικαλύψει με εικονικά γραφικά αντικείμενα στην οθόνη που προβάλλονται. [14]

1.3.3. Ροή εργασιών επαυξημένης πραγματικότητας και έξυπνα κινητά τηλέφωνα

Η βασική ροή εργασιών (*workflow*) σε όλες τις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας που βασίζονται σε δείκτες (*markers*) είναι παρόμοια. Πιο συγκεκριμένα, όπως μπορούμε να δούμε και στην εικόνα 7, αφού αποκτηθεί μια εικόνα από την κάμερα, ο δείκτης πρέπει να διαχωριστεί από το

υπόλοιπο της εικόνας. Στη συνέχεια εξάγεται το περίγραμμα του δείκτη. Από τις τέσσερις γωνίες (ή το περίγραμμα) μπορεί να υπολογιστεί και να μεταφραστεί το μοτίβο για το εικονικό αντικείμενο. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα να εντοπίσουμε το συγκεκριμένο μοτίβο και να προβάλουμε το αντικείμενο πάνω από την εικόνα που αποκτήθηκε στο πρώτο βήμα.

Τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα με τη χρήση της κάμερας, καθώς και με την υπολογιστική ισχύ που διαθέτουν, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσφέρουν στο χρήστη την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας. [7]



Εικόνα 7. Αλληλουχία λειτουργιών σε περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας

1.4. Βιβλιοθήκες

1.4.1. Βιβλιοθήκες και Ψηφιακές Βιβλιοθήκες

Η καθιερωμένη έννοια του όρου «βιβλιοθήκη» παραπέμπει σε συλλογές έντυπου υλικού, όπως βιβλίων, περιοδικών εγκυκλοπαιδειών κ.λπ. Μπορεί με τον όρο αυτό ορισμένες φορές να αναφερόμαστε σε μία προσωπική βιβλιοθήκη ενός ατόμου, αλλά στη γενικότερη περίπτωση, ο όρος «βιβλιοθήκη» παραπέμπει σε μια μεγάλη σε όγκο συλλογή που συνήθως η χρηματοδότηση και η συντήρησή της γίνονται από τις αρχές μιας πόλης ή ενός οργανισμού. Στις μέρες μας, αρκετές βιβλιοθήκες συλλέγουν και μη έντυπο πληροφοριακό υλικό όπως χάρτες, δίσκους βινυλίου, βιντεοκασέτες, CD-ROM, DVD, και επίσης παρέχουν πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και στο διαδίκτυο. Έτσι μπορούμε να πούμε πως οι σύγχρονες βιβλιοθήκες αποτελούν χώρους ελεύθερης πρόσβασης και παρέχουν πληροφορίες σε ποικίλες μορφές και από διάφορες πηγές.

Οι συλλογές αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με διάφορα κριτήρια, όπως για παράδειγμα ανάλογα με το είδος της αρχής που τις υποστηρίζει και τις συντηρεί, ή ανάλογα με το είδος των τεκμηρίων και υλικού που διαθέτουν ή ακόμα και με το θέμα, με το οποίο καταπιάνονται. Έτσι έχουμε τύπους βιβλιοθηκών όπως οι σχολικές, οι εταιρικές, οι ιδιωτικές, οι ακαδημαϊκές, οι κυβερνητικές, οι ψηφιακές αλλά και πολλές επιπλέον. Ακόμα οι κυβερνήσεις μεγάλων χωρών στηρίζουν το θεσμό της «εθνικής βιβλιοθήκης», όπως για παράδειγμα υπάρχει η βιβλιοθήκη του Κογκρέσου στις ΗΠΑ, η Βρετανική βιβλιοθήκη και η Εθνική βιβλιοθήκη της Γαλλίας. [26]

Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, οι οποίες ονομάζονται αλλιώς εικονικές ή βιβλιοθήκες χωρίς σύνορα, έκαναν την πρώτη τους εμφάνιση το 1990 και αποτελούν και αυτές με τη σειρά τους συλλογές, με τη διαφορά ότι όλο το υλικό που παρέχουν βρίσκεται σε ψηφιοποιημένη μορφή. Οι βιβλιοθήκες αυτές μπορεί να μην υφίστανται ως πραγματικά κτίρια, αλλά προσφέρουν πρόσβαση στους χρήστες τους μέσω διαδικτύου με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, έξυπνων κινητών τηλεφώνων (smartphones) και tablets. Οι χρήστες των ψηφιακών βιβλιοθηκών μπορούν να έχουν γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στη γνώση, χωρίς να απαιτείται η φυσική τους παρουσία. Υπάρχουν και οι περιπτώσεις που μια ψηφιακή βιβλιοθήκη μπορεί να διατηρείται και κτιριακά, αλλά παράλληλα παρέχει και υλικό σε ψηφιοποιημένη μορφή. Η εισαγωγή του ηλεκτρονικού καταλόγου ήταν μία από τις πρώτες ενέργειες ψηφιοποίησης στις βιβλιοθήκες. [32]

1.4.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ψηφιακών και μη βιβλιοθηκών

Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες προσφέρουν ένα πλήθος πλεονεκτημάτων σε σχέση με τις φυσικές και πιο συγκεκριμένα:

- Δεν υφίστανται χωρικοί περιορισμοί, δηλαδή οι χρήστες ενός ψηφιακού οργανισμού δεν χρειάζεται να προσέλθουν στον κτιριακό χώρο του οργανισμού για να έχουν πρόσβαση σε αυτόν, αλλά μπορούν να έχουν πρόσβαση από οποιοδήποτε μέρος της γης μέσω του διαδικτύου.
- Η πληροφορία είναι πάντοτε διαθέσιμη στον χρήστη. Οι «πόρτες» των ψηφιακών οργανισμών σε σχέση με τους φυσικούς είναι πάντοτε ανοιχτές για το κοινό.
- Μπορεί να υπάρχει πολλαπλή πρόσβαση από χρήστες σε μια συγκεκριμένη πηγή ταυτόχρονα, πράγμα που θα ήταν αδύνατο αν αυτή η πηγή αντιστοιχούσε σε φυσικό τεκμήριο.
- Η ανάκτηση της πληροφορίας είναι ευκολότερη και φιλικότερη ως προς τον τρόπο αναζήτησης, καθώς υπάρχει δομημένη προσέγγιση (πχ. από τον κατάλογο μεταφερόμαστε στο βιβλίο, από το βιβλίο στο κεφάλαιο που επιθυμούμε κλπ.) Πολλές είναι εκείνες οι φορές για παράδειγμα,

που ένα άτομο μπορεί να περιπλανιέται αρκετή ώρα μέσα σε μία φυσική βιβλιοθήκη μεγάλου μεγέθους για να εντοπίσει το βιβλίο που το ενδιαφέρει.

- Η συντήρηση και η διατήρηση αποτελούν ακόμα ένα βασικό πλεονέκτημα. Ένα ακριβές αντίγραφο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέτρητες φορές χωρίς να μειωθεί η ποιότητα ή να υπάρξει φθορά του αντικειμένου.
- Η διατήρηση και η αποθήκευση του ψηφιακού υλικού καλύπτει λιγότερο φυσικό χώρο.
- Οι ψηφιακοί οργανισμοί έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν διασυνδέσεις (links) και σε άλλο υλικό άλλων ψηφιακών βιβλιοθηκών.
- Το κόστος αποτελεί ακόμα ένα βασικό παράγοντα των ψηφιακών οργανισμών. Πιο συγκεκριμένα οι ψηφιακές βιβλιοθήκες απαλλάσσονται από έξοδα όπως κτιριακή συντήρηση και υποδομή, μισθούς εργαζομένων για συντήρηση των αντιγράφων, συνεχή αγορά έντυπου υλικού, κ.ά.
- Η ανανέωση των πληροφοριών καθίσταται δυνατή μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα σε αντίθεση με το έντυπο υλικό που ο χρόνος ανατύπωσης και η όλη διαδικασία αναπαραγωγής είναι αρκετά δαπανηρή και χρονοβόρα. [32]

Όσον αφορά τις ψηφιακές βιβλιοθήκες πανεπιστημίων και εκεί συναντούμε κάποια θετικά και αρνητικά. Η ψηφιοποίηση αλλάζει πλέον το πανεπιστήμιο. Οι επιστήμονες έχουν τη δυνατότητα να δημοσιεύουν τις έρευνες τους στο διαδίκτυο, ενώ οι φοιτητές μπορούν να διαβάζουν ψηφιακά βιβλία με τη χρήση υπολογιστών ή έξυπνων συσκευών. Με την ψηφιοποίηση καθίστανται διαθέσιμες περισσότερες επιλογές: όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας δεν εξαρτώνται από το ωράριο της πανεπιστημιακής βιβλιοθήκης, ούτε υπάρχει αναμονή για το δανεισμό ενός βιβλίου. Αντίθετα τους παρέχεται γρήγορη πρόσβαση σε πληροφορίες.

Από την άλλη πλευρά όμως, η ψηφιοποίηση συμβάλει στην επιβάρυνση των βιβλιοθηκών, διότι πλέον θα πρέπει να διατίθενται και οι δύο μορφές βιβλίων για την εξυπηρέτηση των αναγνωστών. Με γρήγορο ρυθμό οι πανεπιστημιακές βιβλιοθήκες ψηφιοποιούν βιβλία και περιοδικά. Επιπλέον, σχετικά με την πρόσβαση σε ψηφιακά βιβλία από οποιοδήποτε μέρος, αν και δεν υφίστανται χωρικοί περιορισμοί ενίοτε τίθενται διαφορετικοί περιορισμοί για λόγους προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων. Οι φοιτητές έχουν το δικαίωμα να δανείζονται ψηφιακά βιβλία μόνο μέσω των ηλεκτρονικών υπολογιστών του πανεπιστημίου και όχι από τον υπολογιστή στο σπίτι τους. Αυτό συμβαίνει διότι οι εκδότες δεν έχουν παραχωρήσει την άδεια για πρόσβαση από οποιοδήποτε

υπολογιστή. Θα ήταν ζημιογόνο για τους εκδότες να παρείχαν δωρεάν πολύ δημοφιλή ψηφιακά βιβλία οπουδήποτε, καθώς οι πωλήσεις τους θα μειώνονταν σημαντικά.

Οι ερευνητές ελπίζουν χάρη στην ψηφιοποίηση, να μειωθεί το κόστος συνδρομής για τα ακριβά περιοδικά. Πολλοί ερευνητές ήδη ανεβάζουν και παρουσιάζουν ελεύθερα τις έρευνές τους στο διαδίκτυο μέσω της Google. Τέλος πρέπει να αναφερθεί πως σήμερα φοιτητές και ερευνητές βρίσκουν μεγάλο όγκο αρχείων από εκδότες, βιβλιοθήκες και περιοδικά στην πλατφόρμα “Google Books”. Πιο συγκεκριμένα ο όμιλος έχει ψηφιοποιήσει πάνω από 10 εκατομμύρια βιβλία και τα έχει θέσει σε άμεση πρόσβαση. [30]

1.4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιβλίων έντυπης και ηλεκτρονικής μορφής

Θα μπορούσε κάποιος να παρομοιάσει το δίλημμα “έντυπο ή ηλεκτρονικό βιβλίο” με το αντίστοιχο “γράφω σε γραφομηχανή ή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή”. Ωστόσο αυτό πρόκειται για μία υπεραπλούστευση. Τόσο το ηλεκτρονικό βιβλίο όσο και το έντυπο παρουσιάζουν μια σειρά από πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα.

Στα πλεονεκτήματα της έντυπης έκδοσης πρέπει να αναφέρουμε αναμφίβολα πως το βιβλίο έχει τη γοητεία του. Όπως για παράδειγμα από τον τρόπο που μυρίζει, την οικεία αίσθηση που νιώθουμε όταν το κρατάμε και το ξεφυλλίζουμε μέχρι και με το πόσο εντυπωσιαζόμαστε όταν βλέπουμε μια μεγάλη και γεμάτη βιβλιοθήκη. Τα έντυπα βιβλία μπορεί να έχουν ιδιόχειρες αφιερώσεις και υπογραφές. Ακόμα μπορεί κάποιος να βρει το βιβλίο του σε κάποιο ράφι βιβλιοπωλείου και αυτομάτως να νιώσει όμορφα.

Αντιθέτως, μία έντυπη έκδοση είναι ασύγκριτα πιο ακριβή απ' ότι μία αντίστοιχη σε ηλεκτρονική μορφή. Στις έντυπες εκδόσεις υπάρχει περιορισμένο τιράζ. Αυτό συμβαίνει επειδή ο αριθμός των αντιτύπων κάθε έκδοσης είναι συγκεκριμένος. Το φυσικό βιβλίο είναι αρκετά πιο δύσχρηστο στην αναζήτηση κάποιας πληροφορίας. Για να επιτευχθεί μια αλλαγή στο έντυπο βιβλίο ο μόνος τρόπος είναι να ανατυπωθεί. Επίσης καλό θα ήταν να αναφέρουμε, πως ο φυσικός όγκος του έντυπου καθιστά δύσκολη τη μεταφορά και την αποθήκευση μεγάλου αριθμού αντιτύπων.

Τα ηλεκτρονικά βιβλία από την πλευρά τους είναι αρκετά φθηνότερα από τα αντίστοιχα έντυπα και μπορούν να διανεμηθούν σε απεριόριστο αριθμό αντιτύπων, από τη στιγμή που είναι έτοιμο το ηλεκτρονικό αρχείο. Ακόμα είναι εύκολο να μεταφερθούν σε οποιοδήποτε σημείο της γης με μικρό κόστος, καθώς και η μεταφορά ή η αποθήκευση πολυάριθμων βιβλίων και περιοδικών μπορεί να γίνει με τη χρήση μια ελαφριάς και μικρής συσκευής. Η προώθηση και η προβολή ενός ηλεκτρονικού προϊόντος είναι ευκολότερη και οικονομικότερη μέσω του διαδικτύου, καθώς επίσης και το όνομα του

συγγραφέα μπορεί να βρεθεί σε κάποια μηχανή αναζήτησης. Επιπροσθέτως, η αναζήτηση όπως και η αλλαγή τμημάτων του περιεχομένου μπορούν να γίνουν πιο εύκολα.

Αντίθετα, μειονέκτημα της ηλεκτρονικής έκδοσης μπορεί να χαρακτηριστεί το κόστος απόκτησης μιας συσκευής ανάγνωση (e-book reader/tablet), το οποίο είναι σίγουρα μεγαλύτερο απ' ότι το κόστος ενός έντυπου βιβλίου, επίσης προϋποθέτει κάποια βασική εξοικείωση με την τεχνολογία. Σημαντικός παράγοντας αποτελεί και η τροφοδοσία της αντίστοιχης συσκευής με ηλεκτρική ενέργεια. [27] Τέλος αξίζει να αναφέρουμε ότι η παρατεταμένη ανάγνωση ηλεκτρονικών βιβλίων μπορεί να καταπονήσει αρκετά τα μάτια του αναγνώστη. [29]

2. Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και θέματα υλοποίησης

2.1. Περιβάλλον ανάπτυξης (eclipse)

Για έναν προγραμματιστή που ενδιαφέρεται να αναπτύξει κώδικα για μια εφαρμογή Android, η βασική προτεραιότητά του είναι η εγκατάσταση του κατάλληλου λογισμικού και των κατάλληλων εργαλείων που θα του δώσουν αυτή τη δυνατότητα. Σημαντική προϋπόθεση αποτελεί η εγκατάσταση του JRE (*Java Runtime Environment*) και του JDK (*Java Development Kit*), καθώς η γλώσσα προγραμματισμού για Android στηρίζεται στην αντικειμενοστραφή γλώσσα Java. Ακόμα, απαιτείται η εγκατάσταση του Android SDK (*Android Software Development Kit*). Το Android Software Development Kit ουσιαστικά είναι μία συλλογή εργαλείων, η οποία είναι απαραίτητη για τη συγγραφή εφαρμογών Android. Στη συνέχεια ο προγραμματιστής καλείται να επιλέξει σε ποιο περιβάλλον θα συγγράψει την εφαρμογή, αφού πρώτα εισάγει τις κατάλληλες επεκτάσεις και βιβλιοθήκες και διευθετήσει τις αντίστοιχες ρυθμίσεις για Android. [12]

Υπάρχουν δύο βασικά ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης (*IDE – Integrated Development Environment*) για το Android. Ένα IDE είναι μία εφαρμογή που παρέχει πλήρη λειτουργικότητα σε προγραμματιστές υπολογιστών για ανάπτυξη λογισμικού. Μπορεί να βοηθήσει τον προγραμματιστή στην οργάνωση και την επεξεργασία διαφόρων αρχείων, στη διαχείριση πακέτων και υποστηριζόμενων βιβλιοθηκών που μπορεί να χρειάζονται στην εφαρμογή του, καθώς και στη δοκιμή της εφαρμογής σε εξομοιωτή ή ακόμα και σε πραγματική συσκευή. Ένα IDE συνήθως αποτελείται από ένα πρόγραμμα επεξεργασίας πηγαίου κώδικα, από εργαλεία αυτοματοποιημένης μεταγλώττισης και ένα πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων. Τα περισσότερα σύγχρονα IDEs παρέχουν και έξυπνη συμπλήρωση κώδικα. [9]

Το προεπιλεγμένο IDE για Android είναι το Eclipse. Το Eclipse είναι φτιαγμένο με ανοιχτό κώδικα και δημιουργήθηκε ως ένα project μιας ομάδας προγραμματιστών. Είναι αρκετά δημοφιλές, κυρίως για τις ευκολίες που παρέχει στους χρήστες του στη συγγραφή αντικειμενοστραφούς κώδικα. Διατίθεται δωρεάν, κάτι που δίνει ακόμα περισσότερη έμφαση στον “ανοιχτό χαρακτήρα” του Android. Επιτρέπει στον προγραμματιστή να τροποποιήσει αρχεία Java και XML και να οργανώσει τα διάφορα κομμάτια της εφαρμογής του, ανάμεσα σε πολλές άλλες εργασίες. Η έκδοση που μπορεί κάποιος να αποκτήσει από την Google περιέχει ακόμα το διαχειριστή πακέτων (*package manager*), όπου επιτρέπει στον προγραμματιστή να ανανεώσει τα Android Development Tools στην τελευταία τους έκδοση, μόλις η Google τα ανακοινώσει. [8]

Το κύριο εναλλακτικό IDE για ανάπτυξη εφαρμογών Android είναι το Android Studio, το οποίο δημιουργήθηκε απευθείας από τη Google. Η μακροπρόθεσμη πρόθεση για το Android Studio είναι να αντικαταστήσει το Eclipse, ως το βασικό IDE για ανάπτυξη εφαρμογών Android. [12]

2.2. Android

2.2.1. Εισαγωγή στο Android

Το Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα για συσκευές κινητής τηλεφωνίας, το οποίο τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού συστήματος Linux. Η αρχική του ανάπτυξη έγινε από τη Google, ενώ στη συνέχεια η ανάπτυξη συνεχίστηκε από την Open Handset Alliance. Το Android επιτρέπει στους προγραμματιστές την κατασκευή λογισμικού με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java, ελέγχοντας το υλικό της συσκευής μέσω βιβλιοθηκών λογισμικού υλοποιημένων από τη Google. Ο κυριότερος λόγος που σχεδιάστηκε το Android είναι για συσκευές με οθόνη αφής, όπως τα Smartphones και τα Tablets. Στη συνέχεια όμως, χρησιμοποιήθηκε και για τηλεοράσεις (Android TV), αυτοκίνητα (Android Auto), ρολόγια χειρός (Android Wear), κονσόλες παιχνιδιών και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, με διαφορετικό περιβάλλον χρήσης. Το Android είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο λογισμικό στον κόσμο, καθώς οι συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android έχουν περισσότερες πωλήσεις από όλες τις συσκευές Windows, iOS και Mac OS X μαζί.

Η πλατφόρμα Android παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στις 5 Νοεμβρίου 2007, παράλληλα με την ανακοίνωση της ίδρυσης του οργανισμού Open Handset Alliance, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα ανάπτυξης του Android δημοσιεύθηκε από τη Google υπό τους όρους της Apache License, μιας άδειας ελεύθερου λογισμικού. Το λογότυπο του λειτουργικού συστήματος Android είναι ένα πράσινο ρομπότ (εικόνα 8) και σχεδιάστηκε από τη γραφίστρια Ιρίνα Μπλοκ. [2]



Εικόνα 8. Ρομπότ Android

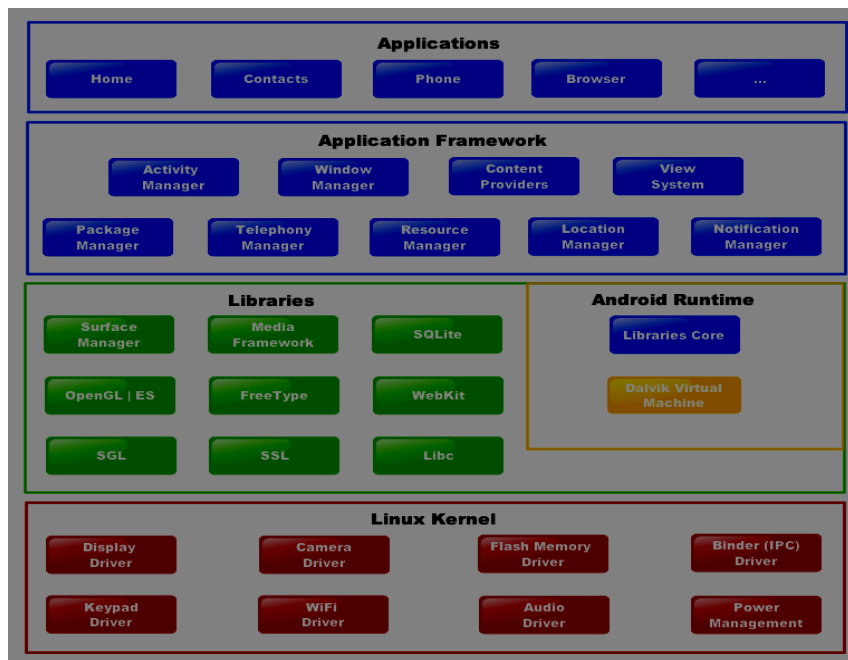
2.2.2. Αρχιτεκτονική του Android

Για την καλύτερη κατανόηση των ζητημάτων ανάπτυξης που θα παρατεθούν στη διπλωματική αυτή εργασία, παραθέτουμε σε αυτό το κεφάλαιο στοιχεία για την αρχιτεκτονική του Android.

Το διάγραμμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος Android

Στην Εικόνα 9 φαίνεται το διάγραμμα αρχιτεκτονικής του Android. Πριν μελετήσουμε περαιτέρω το διάγραμμα αυτό, καλό θα ήταν να κρατήσουμε στο μυαλό μας κάποια βασικά σημεία:

- Το λειτουργικό σύστημα του Android είναι υλοποιημένο από διαφορετικά επίπεδα λογισμικού.
- Κάθε επίπεδο παρέχει ξεχωριστές υπηρεσίες στο επίπεδο που βρίσκεται ακριβώς από πάνω του.
- Όλα τα επίπεδα μαζί δημιουργούν το λειτουργικό σύστημα, το ενδιάμεσο λογισμικό (*middleware*) και τις εφαρμογές.



Εικόνα 9. Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Android

Τα επίπεδα που αναφέραμε ανωτέρω είναι επιγραμματικά: α) ο πυρήνας Linux (*Linux Kernel*), β) οι βιβλιοθήκες (*Libraries*), γ) το περιβάλλον εκτέλεσης Android (*Android Runtime*), δ) το πλαίσιο εφαρμογών (*Application Framework*) και ε) οι εφαρμογές του Android (*Android Apps*).

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία ανήκει στο τελευταίο επίπεδο του διαγράμματος, στις εφαρμογές του Android.

Ο πυρήνας Linux

Το πιο χαμηλό επίπεδο είναι ο πυρήνας Linux. Όλο το λειτουργικό σύστημα του Android χτίστηκε με βάση τον πυρήνα Linux, με κάποιες επιπλέον αρχιτεκτονικές αλλαγές. Αναφέροντας ότι το Android βασίζεται στον πυρήνα Linux, δεν σημαίνει ότι αποτελεί μια ακόμα διανομή Linux: απλά σημαίνει ότι το Android στον πυρήνα του είναι Linux. Παρόλα αυτά, είναι αδύνατο να εκτελεστούν πακέτα Linux στο Android, καθώς είναι ένα εντελώς διαφορετικό λειτουργικό σύστημα. Ο πυρήνας Linux είναι αυτός που έρχεται σε άμεση επαφή και αλληλεπιδρά με το υλικό (*hardware*) της συσκευής και περιέχει όλους τους απαραίτητους οδηγούς υλικού (*hardware drivers*). Οι οδηγοί είναι προγράμματα που ελέγχουν το υλικό της συσκευής και επικοινωνούν με αυτό. Για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε τη λειτουργία Bluetooth, η οποία εμπεριέχεται σε όλες τις συσκευές Android. Ο πυρήνας επιβάλλεται να συμπεριλαμβάνει έναν οδηγό Bluetooth, για να έρχεται σε επικοινωνία με το υλικό Bluetooth της συσκευής. Ο πυρήνας Linux επιπλέον, μπορεί να δρα ως ένα αφηρημένο επίπεδο μεταξύ των επιπέδων υλικού και λογισμικού. Το γεγονός ότι το Android βασίστηκε σε μια από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες λογισμικού, έκανε εύκολη τη μεταφορά του σε μια μεγάλη ποικιλία υλικού και αύξησε τη συμβατότητά του με άλλες πλατφόρμες.

Οι βιβλιοθήκες

Το επόμενο επίπεδο είναι οι βιβλιοθήκες της διανομής του Android. Αυτό το επίπεδο επιτρέπει στη συσκευή να χειρίζεται δεδομένα διαφορετικού τύπου. Οι βιβλιοθήκες είναι γραμμένες σε γλώσσα C ή C++ και είναι ειδικές για κάθε ένα συγκεκριμένο υλικό της συσκευής. Μερικές από τις πιο σημαντικές βιβλιοθήκες είναι οι ακόλουθες:

Διαχειριστής επιφάνειας (*Surface Manager*): Η βιβλιοθήκη αυτή χρησιμοποιείται για τη συγχώνευση του διαχειριστή παραθύρων με το *off-screen buffering*. Ο όρος *off-screen buffering* σημαίνει ότι οι εφαρμογές δεν σχηματίζουν απευθείας τις οθόνες λειτουργίας στην οθόνη της συσκευής, αλλά αυτές προετοιμάζονται εκτός οθόνης και μεταφέρονται σε αυτήν μόλις έχουν ολοκληρωθεί από το *off-screen buffer*, για να προβληθούν στο χρήστη.

Πλαίσιο διαχείρισης πολυμέσων (*Media Framework*): Το πλαίσιο διαχείρισης πολυμέσων παρέχει διαφορετικούς κωδικοποιητές πολυμέσων, με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η καταγραφή και η αναπαραγωγή διαφορετικών μορφών πολυμέσων.

SQLite: SQLite είναι η μηχανή της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιείται από το Android για σκοπούς διαχείρισης δεδομένων.

WebKit: Είναι η μηχανή του προγράμματος περιήγησης που χρησιμοποιείται για να προβάλει περιεχόμενα HTML.

OpenGL: Χρησιμοποιείται για να προβάλει γραφικά περιεχόμενα δύο ή τριών διαστάσεων στην οθόνη της συσκευής.

Περιβάλλον εκτέλεσης Android

Το περιβάλλον εκτέλεσης Android αποτελείται από την εικονική μηχανή Dalvik (*Dalvik Virtual Machine*) και τις βιβλιοθήκες του πυρήνα Java (*Core Java libraries*).

- **Dalvik Virtual Machine:** Είναι ένας τύπος JVM (*Java Virtual Machine*) που χρησιμοποιείται σε συσκευές Android για την εκτέλεση εφαρμογών και είναι βελτιστοποιημένος για χαμηλή επεξεργαστική ισχύ και για περιβάλλοντα με περιορισμένο μέγεθος μνήμης. Σε αντίθεση με το JVM, το Dalvik Virtual Machine δεν εκτελεί αρχεία με προέκταση `.class`, αλλά εκτελεί αρχεία με προέκταση `.dex`. Τα αρχεία `.dex` δημιουργούνται από τα αρχεία `.class` κατά τη διάρκεια της μεταγλώττισης και παρέχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους. Το Dalvik VM επιτρέπει τη δημιουργία πολλαπλών στιγμιοτύπων (*instances*) εικονικών μηχανών ταυτόχρονα, παρέχοντας προστασία, απομόνωση, διαχείριση μνήμης και υποστήριξη νημάτων (*threading support*).
- **ART:** Η Google εισήγαγε μία νέα εικονική μηχανή, γνωστή ως ART (*Android Runtime*) στα καινούρια λειτουργικά συστήματα Android που έχουν κυκλοφορήσει. Στο Lollipop για παράδειγμα, το Dalvik VM αντικαταστάθηκε πλήρως από το ART. Το ART έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το Dalvik VM, όπως την συλλογή AOT (*Ahead Of Time*) και το βελτιωμένη συλλογή απορριμμάτων (*garbage collection*), τα οποία βελτιώνουν πολύ σημαντικά την επίδοση των εφαρμογών.
- **Core Java Libraries:** Αυτές οι βιβλιοθήκες διαφέρουν από τις αντίστοιχες Java SE και Java ME. Παρόλα αυτά, οι βιβλιοθήκες αυτές παρέχουν τις περισσότερες από τις λειτουργικότητες που ορίζονται στις βιβλιοθήκες Java SE.

Το πλαίσιο εφαρμογών

Αυτά είναι τα μπλοκ, με τα οποία οι εφαρμογές μας έρχονται απευθείας σε αλληλεπίδραση. Αυτά τα στοιχεία λογισμικού παρέχουν πρόσβαση στις βασικές λειτουργίες του τηλεφώνου, όπως τη διαχείριση πόρων, τη διαχείριση φωνητικών κλήσεων κ.λπ. Όσον αφορά τους προγραμματιστές, αυτά

είναι μερικά από τα βασικά εργαλεία, με τα οποία δημιουργούνται οι εφαρμογές τους. Μερικά σημαντικά μπλοκ του πλαισίου εφαρμογών είναι:

- **Ο διαχειριστής δραστηριοτήτων (*Activity Manager*):** Διευθύνει τον κύκλο ζωής των δραστηριοτήτων των εφαρμογών.
- **Οι προμηθευτές περιεχομένου (*Content Providers*):** Διαχειρίζεται το διαμοιρασμό δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών.
- **Ο διαχειριστής τηλεφωνίας (*Telephony Manager*):** Διευθύνει όλες τις φωνητικές κλήσεις. Χρησιμοποιούμε τον διαχειριστή τηλεφωνίας, αν θέλουμε να έχουμε πρόσβαση σε φωνητικές κλήσεις στις εφαρμογές μας.
- **Ο διαχειριστής τοποθεσίας (*Location Manager*):** Διαχειρίζεται τις λειτουργίες εντοπισμού θέσης της συσκευής του χρήστη, χρησιμοποιώντας το δέκτη GPS, ή το cell tower.
- **διαχειριστής πόρων (*Resource Manager*):** Διαχειρίζεται τους διάφορους τύπους πόρων που χρησιμοποιούμε στις εφαρμογές μας.

Οι εφαρμογές

Οι εφαρμογές είναι το ανώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του Android και σε αυτό το επίπεδο τοποθετούνται οι εφαρμογές μας. Αρκετές καθιερωμένες εφαρμογές είναι προ-εγκατεστημένες σε κάθε συσκευή, όπως: η εφαρμογή αποστολής γραπτών μηνυμάτων, η εφαρμογή τηλεφωνικών κλήσεων, ο περιηγητής ιστοσελίδων και ο διαχειριστής επαφών.

Στο Android οι προγραμματιστές έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν μία εφαρμογή, η οποία μπορεί να αντικαταστήσει οποιαδήποτε ήδη υπάρχουσα εφαρμογή συστήματος. Επιπροσθέτως, δεν είναι περιορισμένοι στο να έχουν πρόσβαση σε οποιοδήποτε ιδιαίτερο χαρακτηριστικό. Κλείνοντας, αξίζει να αναφέρουμε ότι το Android προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες σε έναν προγραμματιστή.

[3]

2.3. JSON Object

Με την ορολογία JSON (*JavaScript Object Notation*) αναφερόμαστε σε μία ελαφριάς μορφής αναπαράσταση ανταλλαγής δεδομένων, η οποία μπορεί εύκολα να αναγνωσθεί ή να γραφεί από ανθρώπους, όπως επίσης και να αναλυθεί ή να παραχθεί από μηχανές. Η μορφή αναπαράστασης αυτή βασίζεται σε ένα υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript. Το JSON είναι μια μορφή κειμένου εντελώς ανεξάρτητη από τη γλώσσα προγραμματισμού, αλλά χρησιμοποιεί “συμβάσεις”

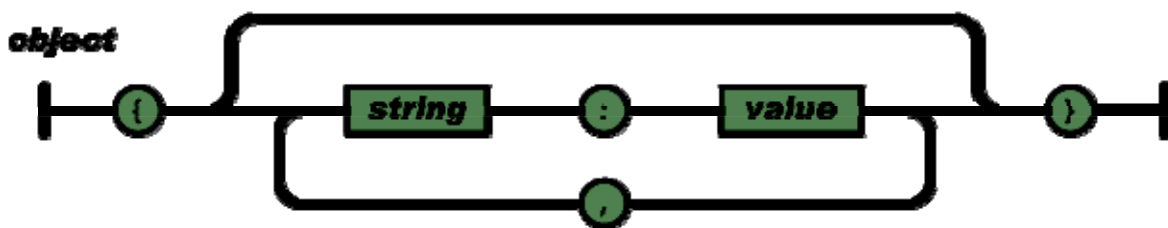
(conventions), οι οποίες είναι οικείες και στους προγραμματιστές της οικογένειας γλωσσών προγραμματισμού C.

Η μορφή JSON χρησιμοποιεί δύο βασικές δομές:

- Μία συλλογή από ζεύγη (Όνομα, Τιμή). Σε διάφορες γλώσσες, αυτό λαμβάνει τη μορφή ενός αντικειμένου, μίας καταχώρησης, μίας δομής, ενός λεξικού, ενός πίνακα κατακερματισμού (hash table), μίας λίστας κλειδιών (keyed list), ή ενός συσχετικού πίνακα (associative array).
- Μία ταξινομημένη λίστα τιμών. Στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού, αυτό λαμβάνει τη μορφή ενός πίνακα, ενός διανύσματος, μίας λίστας, ή μίας ακολουθίας.

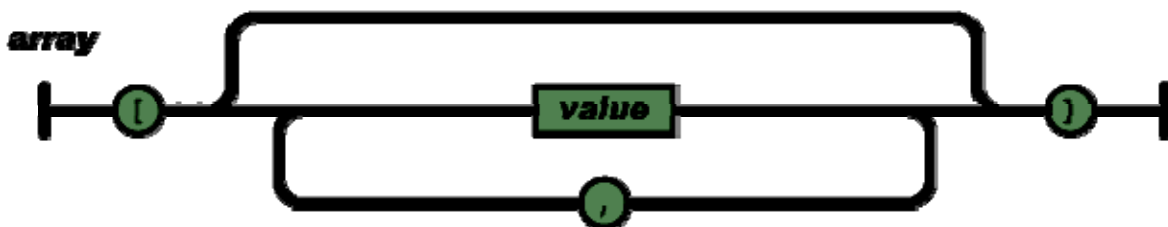
Οι μορφές αναπαράστασης JSON είναι οι ακόλουθες:

- Ένα **αντικείμενο** είναι μια μη διατεταγμένη σειρά από ζεύγη ονόματος / τιμής. Ένα αντικείμενο ξεκινάει με τον χαρακτήρα { (αριστερό άγκιστρο) και τελειώνει με τον χαρακτήρα } (δεξιό άγκιστρο). Κάθε όνομα ακολουθείται από τον χαρακτήρα : (άνω και κάτω τελεία) και τα ζεύγη τιμών του κάθε ονόματος διαχωρίζονται με τον χαρακτήρα , (κόμμα).



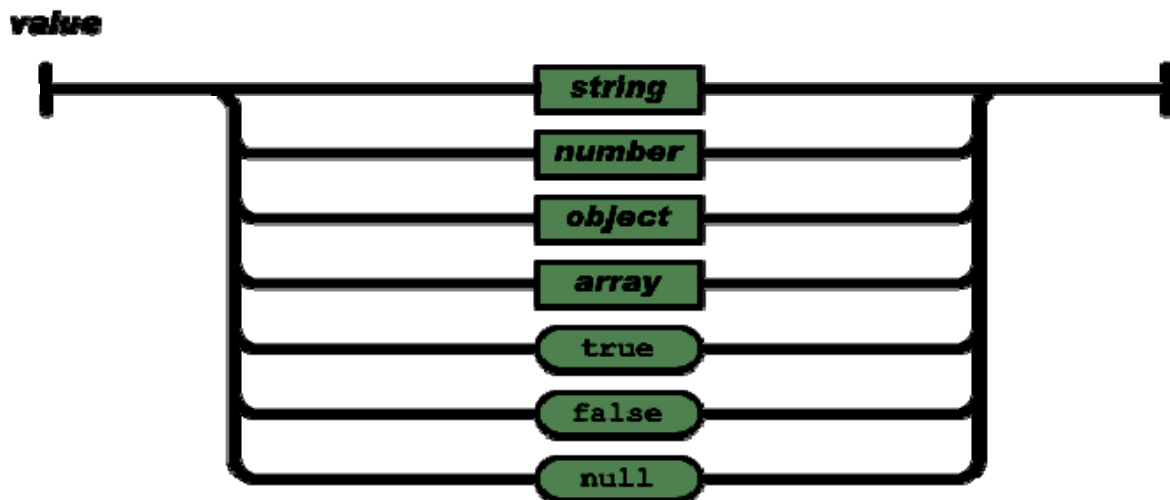
Εικόνα 10. JSON Object

- Ένας **πίνακας** είναι μια διατεταγμένη συλλογή των τιμών. Ένας πίνακας ξεκινάει με τον χαρακτήρα [(αριστερή αγκύλη) και τελειώνει με τον χαρακτήρα] (δεξιά αγκύλη). Οι τιμές διαχωρίζονται με τον χαρακτήρα , (κόμμα).



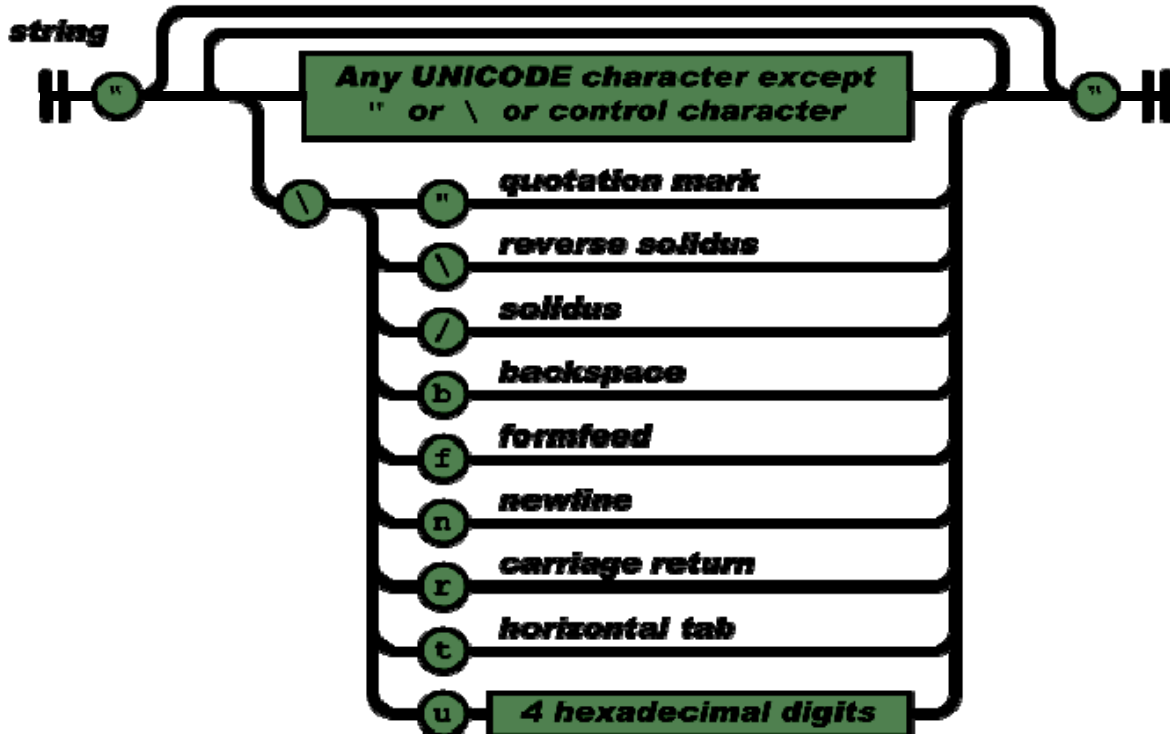
Εικόνα 11. JSON Array

- Μία **τιμή** μπορεί να είναι ένα αλφαριθμητικό (string) σε διπλά εισαγωγικά, ή ένας αριθμός, ή τιμές αληθείας (true ή false) ή η κενή τιμή (null), ή ένα αντικείμενο, ή ένας πίνακας. Οι δομές αυτές μπορεί να είναι εμφωλευμένες.



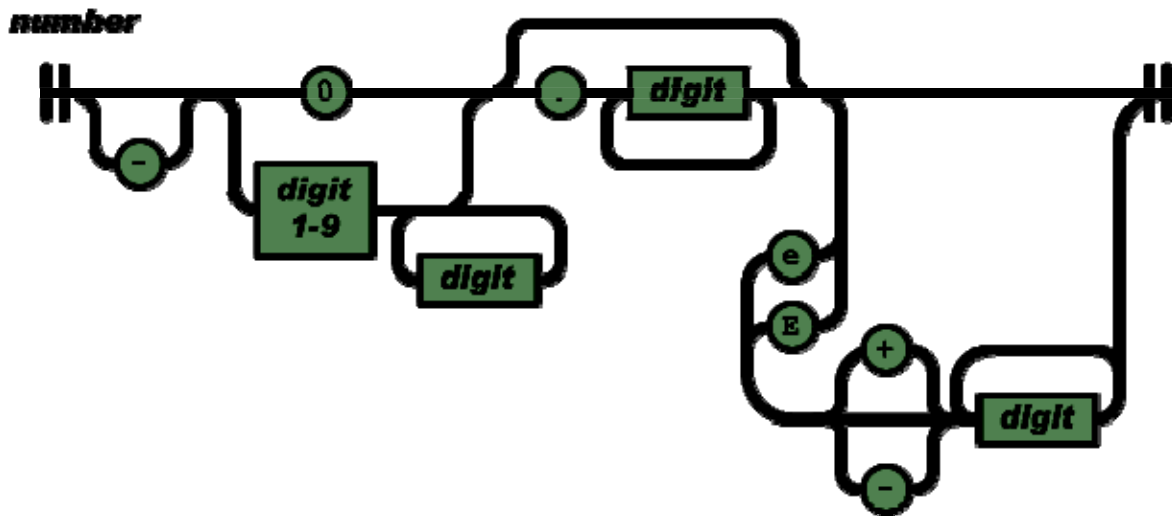
Εικόνα 12. JSON Value

- Μια **συμβολοσειρά** είναι μια ακολουθία από μηδέν ή περισσότερους χαρακτήρες Unicode, περικλεισμένη σε διπλά εισαγωγικά. Για αναπαράσταση ειδικών χαρακτήρων και των διπλών εισαγωγικών χρησιμοποιείται συμβολισμός διαφυγής που ξεκινάει με ανάστροφη κάθετο. Μία ακολουθία διαφυγής αντιμετωπίζεται ως ένας ενιαίος χαρακτήρας. Η συμβολοσειρά στην αναπαράσταση JSON είναι παρεμφερής με μία συμβολοσειρά της C ή της Java.



Εικόνα 13. JSON String

- Ένας **αριθμός** είναι παρεμφερής με έναν αριθμό στη C ή στη Java, εκτός από το ότι οι οκταδικές και δεκαεξαδικές μορφές δεν χρησιμοποιούνται.



Εικόνα 14. JSON Number

Με τη μορφή αναπαράστασης JSON μεταφέρονται διαδικτυακά ολόκληρες δομές δεδομένων, και κατά τη λήψη τους γίνεται ανάλυση της αναπαράστασης και ανάκτηση των δεδομένων και των τιμών τους. [10]

2.4. APIs

Στον προγραμματισμό υπολογιστών, η **Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών** (*API – Application Programming Interface*) είναι ένα σύνολο από ρουτίνες, πρωτόκολλα και εργαλεία για ανάπτυξη λογισμικού και εφαρμογών. Η διεπαφή αυτή των προγραμματιστικών διαδικασιών, παρέχεται από ένα λειτουργικό σύστημα, μία βιβλιοθήκη, μία βάση δεδομένων ή μια εφαρμογή, προκειμένου να επιτρέπει να γίνονται προς αυτά αιτήσεις από άλλα προγράμματα ή/και ανταλλαγή δεδομένων. Για παράδειγμα, ένας προγραμματιστής που αναπτύσσει μια εφαρμογή Android μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα API Android για να αλληλεπιδράσει με το υλικό της συσκευής, όπως την εμπρόσθια κάμερα της συσκευής του. [4]

2.4.1. Google Books API

Τα APIs της οικογένειας API του Google Books, επιτρέπουν στον προγραμματιστή να ανακτά χαρακτηριστικά που προσφέρονται από το Google Books στην ιστοσελίδα του ή στην εφαρμογή του. Το νέο Google Books API επιτρέπει στον χρήστη να εκτελεί προγραμματιστικά τις περισσότερες λειτουργίες, με τις οποίες έρχεται σε αλληλεπίδραση στην ιστοσελίδα Google Books. Επιπλέον, με το

API του ενσωματωμένου προβολέα (*Embedded Viewer API*) επιτρέπεται στο χρήστη να ενσωματώσει το περιεχόμενο ενός βιβλίου στην εφαρμογή ή στην ιστοσελίδα του, εφόσον αυτό είναι διαθέσιμο από τη Google.

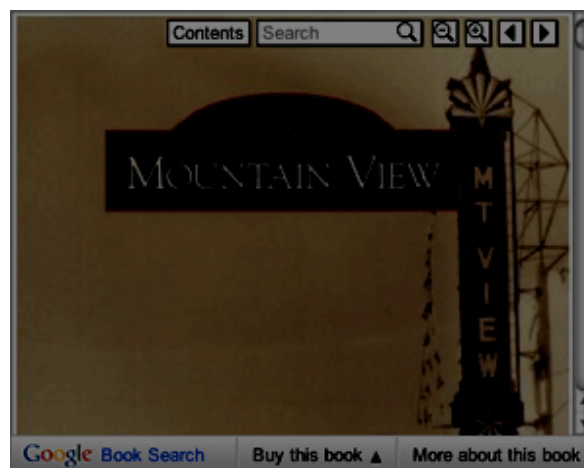
Books API v1 (πειραματικό)

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, το νέο Google Books API v1 επιτρέπει την πρόσβαση μέσω προγραμματισμού σε αρκετές λειτουργίες που είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα Google Books. Ορισμένα από τα βασικά χαρακτηριστικά που παρέχονται από το API είναι:

- αναζήτηση και περιήγηση στη λίστα των βιβλίων που ταιριάζουν με το συγκεκριμένο ερώτημα που δόθηκε.
- προβολή πληροφοριών σχετικά με ένα βιβλίο, συμπεριλαμβάνοντας μετά-δεδομένα, διαθεσιμότητα και τιμή, καθώς και συνδέσμους στη σελίδα προβολής του βιβλίου.
- διαμόρφωση και διαχείριση προσωπικής βιβλιοθήκης.

Embedded Viewer API

Το συγκεκριμένο API επιτρέπει την ενσωμάτωση του περιεχομένου του βιβλίου απευθείας από το Google Books. Η λειτουργικότητα της προβολής ενός βιβλίου μπορεί να προστεθεί σχετικά εύκολα σε μία εφαρμογή ή σε μία ιστοσελίδα, παρόλα αυτά καλό θα ήταν να υπάρχει μια βασική γνώση των γλωσσών προγραμματισμού HTML και JavaScript. Από τη στιγμή που προστεθεί ο ενσωματωμένος προβολέας, μπορεί να γίνει χειρισμός του από τον προγραμματιστή με λειτουργίες JavaScript. Αυτό επιτρέπει στον προγραμματιστή να εκτελεί ενέργειες παρεμφερείς με αυτές ενός χρήστη που κάνει κλικ πάνω στα στοιχεία ελέγχου (βλέπε Εικόνα 15). Για παράδειγμα, να προχωρήσει στην επόμενη σελίδα, να κάνει μεγέθυνση ή σμίκρυνση στο περιεχόμενο της σελίδας, να επισημάνει τους όρους αναζήτησης κλπ. [16]



Εικόνα 15. Embedded View

Εξουσιοδότηση αιτήσεων και αναγνώριση της εφαρμογής

Κάθε αίτημα που στέλνει η εφαρμογή στο Books API, πρέπει να προσδιορίζει την εφαρμογή στη Google. Υπάρχουν δύο τρόποι για να αναγνωρισθεί μία εφαρμογή. Με τη χρήση ενός διακριτικού εξουσιοδότησης (*OAuth 2.0 token*¹) ή/και με τη χρήση του API κλειδιού (*API key*) της εφαρμογής. Η επιλογή της άδειας που πρέπει να χρησιμοποιηθεί καθορίζεται από τα εξής:

- Αν το αίτημα απαιτεί εξουσιοδότηση (για παράδειγμα ένα αίτημα για ένα προσωπικό ιδιωτικό δεδομένο), τότε η εφαρμογή πρέπει να συμπεριλάβει στο αίτημα ένα διακριτικό εξουσιοδότησης. Η εφαρμογή μπορεί ακόμα να έχει προμηθευτεί το κλειδί του API, χωρίς όμως αυτό να είναι υποχρεωτικό.
- Αν το αίτημα δεν χρειάζεται εξουσιοδότηση (για παράδειγμα ένα αίτημα για δημόσια δεδομένα), τότε η εφαρμογή μπορεί να συμπεριλάβει στο αίτημα είτε το κλειδί του API, είτε το διακριτικό εξουσιοδότησης, είτε και τα δύο.

Στην εφαρμογή που αναπτύχθηκε, η ταυτοποίησή της από τη Google γίνεται με τη χρήση του κλειδιού API και τα αιτήματα που αποστέλλονται αφορούν μόνο σε δημόσια δεδομένα.

○ Απόκτηση και χρήση του κλειδιού API

Για να αποκτήσουμε ένα κλειδί API πρέπει να ακολουθήσουμε κάποια απλά βήματα μέσα από την κονσόλα προγραμματιστή της Google (*Google Developers Console*²). Αφού αποκτήσουμε ένα κλειδί API, η εφαρμογή μπορεί να προσαρτησει την παράμετρο ερωτήματος **key=yourAPIKey** σε όλα τα URLs αιτημάτων.

¹ <http://oauth.net/2/>

² <https://console.developers.google.com/>

Στη συνέχεια πρέπει να προσδιοριστούν τα πεδία ταυτότητας του αντικειμένου (βιβλίου) με συγκεκριμένες κλήσεις μεθόδων του API. Υπάρχουν τρεις τύποι ταυτοτήτων που χρησιμοποιεί η ιστοσελίδα Google Books καθώς και το Books API.

- Η ταυτότητα τόμου (*Volume ID*)

Κατά την προβολή ενός συγκεκριμένου τόμου στην ιστοσελίδα, μπορούμε να καταδείξουμε την ταυτότητα του τόμου στην παράμετρο **id** του URL. Για παράδειγμα:

https://books.google.com/ebooks?id=buc0AAAAMAAJ&dq=holmes&as_brr=4&source=webstore_bookcard

- Η ταυτότητα ραφιού (*Bookshelf ID*)

Κατά την προβολή ενός συγκεκριμένου ραφιού στην ιστοσελίδα, μπορούμε να καταδείξουμε την ταυτότητα του ραφιού στην παράμετρο **as_coll** του URL. Για παράδειγμα:

https://books.google.com/books?hl=en&as_coll=0&num=10&uid=11122233344455566778&source=gsb_slider_cls_metadata_0_mylibrary

- Η ταυτότητα χρήστη (*User ID*)

Κατά την προβολή της βιβλιοθήκης ενός χρήστη στην ιστοσελίδα, μπορούμε να καταδείξουμε την ταυτότητα του χρήστη στην παράμετρο **uid** του URL. Για παράδειγμα:

https://books.google.com/books?uid=11122233344455566778&source=gsb_lp_bookshelf_list

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ασχολούμαστε με την αναζήτηση μεμονωμένων τόμων. Για να επιτευχθεί η αναζήτηση ενός τόμου, πρέπει να σταλεί ένα αίτημα HTTP GET στο ακόλουθο URI:

<https://www.googleapis.com/books/v1/volumes?q=search+terms>

Το αίτημα αυτό έχει μία μόνο απαραίτητη παράμετρο, την παράμετρο **q**. Η αναζήτηση αναφέρεται σε τόμους που περιέχουν αυτή την ακολουθία χαρακτήρων κειμένου. Ακόμα, υπάρχουν ειδικές λέξεις-κλειδιά που μπορούν να καθορίσουν τους όρους αναζήτησης, για να επιτευχθεί αναζήτηση σε συγκεκριμένα πεδία, όπως:

- **intitle**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση τον τίτλο του βιβλίου.
- **inauthor**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση τον συγγραφέα του βιβλίου.
- **inpublisher**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση τον εκδότη του βιβλίου.

- **subject**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση την κατηγορία του βιβλίου.
- **isbn**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση τον αριθμό ISBN του βιβλίου.
- **lccn**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση τον αριθμό ελέγχου της βιβλιοθήκης του Κογκρέσου (*Library of Congress Control Number*).
- **oclc**: Επιστρέφει αποτελέσματα με βάση τον αριθμό της κεντρικής ηλεκτρονικής βιβλιοθήκης υπολογιστών (*Online Computer Library Center*).

Στην εφαρμογή μας, η αναζήτηση γίνεται μόνο με βάση τον αριθμό ISBN του βιβλίου. Στο ακόλουθο παράδειγμα, δίνεται η αίτηση GET για την ανάκτηση των στοιχείων ενός βιβλίου με αριθμό ISBN = 1234567890123:

GET <https://www.googleapis.com/books/v1/volumes?q=isbn:1234567890123&key=yourAPIkey>

Αν το αίτημα επιτύχει, τότε ο εξυπηρέτης απαντά με έναν HTTP κωδικό κατάστασης (*HTTP status code*) 200 OK και με τα αποτελέσματα του βιβλίου. [22]

Το συγκεκριμένο API χρησιμοποιείται από την εφαρμογή που αναπτύχθηκε, για να μπορεί να υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης βιβλίων στη βάση δεδομένων του Google Books.

2.4.2. Google Maps API

Με το Google Maps Android API, ένας προγραμματιστής μπορεί να προσθέτει στην εφαρμογή του χάρτες που βασίζονται στα δεδομένα του Google Maps. Το API χειρίζεται αυτόματα την πρόσβαση στους εξυπηρέτες του Google Maps, το κατέβασμα δεδομένων, την προβολή του χάρτη, καθώς και την ανταπόκριση στις χειρονομίες χειρισμού χάρτη. Επιπλέον, ένας προγραμματιστής μπορεί να χρησιμοποιεί κλήσεις προς το API για να προσθέτει δείκτες, πολύγωνα και επικαλύψεις σε ένα βασικό χάρτη, όπως επίσης μπορεί και να αλλάξει την όψη του χρήστη σε μία συγκεκριμένη περιοχή του χάρτη. Αυτά τα αντικείμενα παρέχουν επιπρόσθετες πληροφορίες για τοποθεσίες στον χάρτη, και επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του χάρτη. Το API επιτρέπει την πρόσθεση των ακόλουθων γραφικών πάνω στο χάρτη:

- Εικόνες τοποθετημένες (anchored) σε συγκεκριμένες τοποθεσίες στο χάρτη (*Markers*).
- Σύνολα από διαδοχικά ευθύγραμμα τμήματα (*Polylines*).
- Κλεισμένα τμήματα (*Polygons*).
- Γραφικά bitmap τοποθετημένα σε συγκεκριμένες τοποθεσίες στο χάρτη (*Ground Overlays*).

- Σύνολα από εικόνες, τα οποία προβάλλονται πάνω από τα βασικά πλακίδια του χάρτη (*tile overlays*). [11]

Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο εδάφιο, για να χρησιμοποιήσουμε το Google Maps Android API, πρέπει να καταχωρίσουμε την εφαρμογή μας στην κονσόλα προγραμματιστών της Google, και να αποκτήσουμε ένα κλειδί του Google API, το οποίο στη συνέχεια πρέπει να το προσθέσουμε σε αυτήν.

Για να τοποθετήσουμε το κλειδί του API στην εφαρμογή μας, πρέπει πρώτα να εντοπίσουμε το αρχείο `AndroidManifest.xml`. Μέσα σε αυτό το αρχείο προσθέτουμε το ακόλουθο στοιχείο ως παιδί του στοιχείου `<application>`, τοποθετώντας το ακριβώς πριν από την ετικέτα κλεισίματος `</application>`:

```
<meta-data
    android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
    android:value="YOUR_API_KEY"/>
```

Στη συνέχεια, αντικαθιστούμε το `YOUR_API_KEY` με το κλειδί του API που αποκτήσαμε από την κονσόλα προγραμματιστών της Google, στο γνώρισμα *value*. Αυτό το στοιχείο ορίζει το κλειδί `com.google.android.geo.API_KEY` στην τιμή του API κλειδιού μας. Τέλος, σώζουμε το αρχείο `AndroidManifest.xml` και μεταγλωττίζουμε ξανά την εφαρμογή μας. [18]

Το Google Maps API χρησιμοποιείται από την εφαρμογή της παρούσας διπλωματικής, με σκοπό τον εντοπισμό αλλά και την ενημέρωση της θέσης της κινητής συσκευής του χρήστη.

2.5. Εισαγωγή βιβλιοθηκών ανοιχτού κώδικα

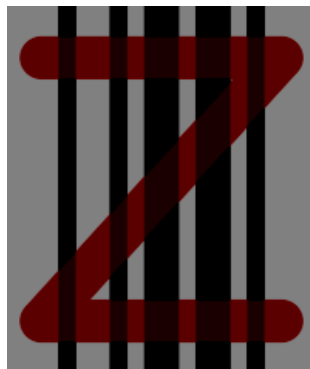
Σε γενικές γραμμές, με την έννοια του «ανοιχτού κώδικα» αναφερόμαστε σε ένα πρόγραμμα υπολογιστή ή εν γένει τμήμα λογισμικού, στο οποίο ο πηγαίος κώδικας είναι διαθέσιμος στο ευρύ κοινό για χρήση ή / και τροποποίηση από την αρχική μορφή του. Ο ανοιχτός κώδικας δημιουργείται τυπικά ως μία συλλογική προσπάθεια προγραμματιστών. Πιο συγκεκριμένα, οι προγραμματιστές μπορούν να τροποποιούν και να βελτιώνουν την αρχική μορφή του πηγαίου κώδικα και στη συνέχεια να μοιράζονται τις αλλαγές εντός της κοινότητας. Ο ανοιχτός κώδικας δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε στην τεχνολογική κοινότητα ως μια απάντηση στο ιδιόκτητο λογισμικό που ανήκει σε εταιρίες. [15]

Με τον όρο *βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα*, εννοούμε μια συλλογή από έτοιμα υποπρογράμματα ανοιχτού πηγαίου κώδικα, που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη λογισμικού. Οι βιβλιοθήκες περιέχουν υποβοηθητικό κώδικα και δεδομένα και με αυτόν τον τρόπο παρέχουν υπηρεσίες σε άλλα προγράμματα. Αυτό χρησιμεύει στον διαμοιρασμό και τη χρήση του ανοιχτού κώδικα και των δεδομένων με αρθρωτό τρόπο. Η έννοια της βιβλιοθήκης είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι του δομημένου προγραμματισμού και αναπτύχθηκε παράλληλα με αυτόν.

Στην εφαρμογή που υλοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκαν δύο βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα, οι οποίες παρουσιάζονται στα ακόλουθα εδάφια.

2.5.1. ZBar library

Το ZBar είναι μια βιβλιοθήκη ανοιχτού πηγαίου λογισμικού για ανάγνωση γραμμωτού κώδικα (bar code) από διάφορες πηγές. Υποστηρίζει πολλές συλλογές συμβόλων (*symbolologies*), συμπεριλαμβάνοντας και τις EAN-13/UCP-A, UPC-E, EAN-8, Code 39, Interleaved 2 of 5 και QR Code. Η βιβλιοθήκη Zbar έχει αδειοδοτηθεί σύμφωνα με το GNU LGPL 2.1, για να καταστεί δυνατή η ανάπτυξη τόσο του ανοιχτού κώδικα, όσο και διαφόρων εμπορικών προγραμμάτων. [24]



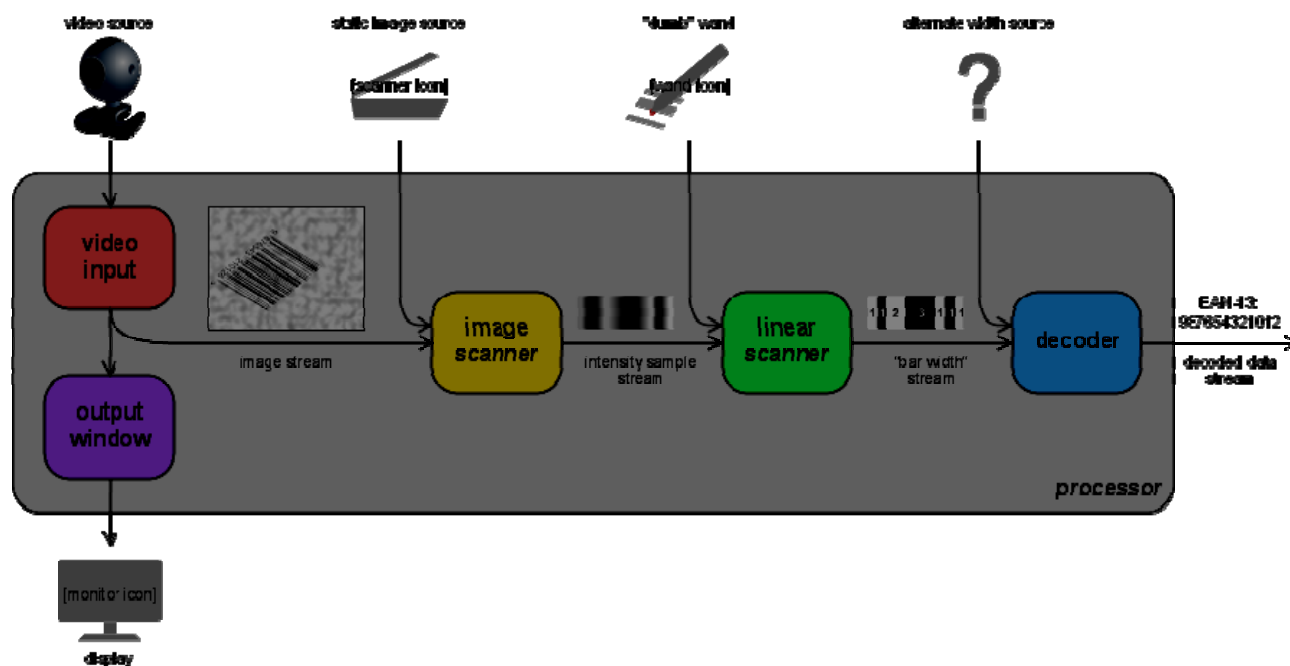
Εικόνα 16. Λογότυπο βιβλιοθήκης ZBar

Ένας κοινός σχεδιασμός ενός “σαρωτή εικόνας” για γραμμωτούς κώδικες είναι η εφαρμογή τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας σε μία εικόνα που περιέχει ένα bar-code. Οι ακριβείς λεπτομέρειες διαφέρουν, αλλά συνήθως ο σχεδιασμός περιλαμβάνει αρκετά φίλτρα καθαρισμού για το θόρυβο, την όξυνση και ενίσχυση της αντίθεσης, την ανίχνευση ακμών και την ανάλυση του σχήματος, για να προσδιοριστεί η θέση και ο προσανατολισμός του συμβόλου κ.λπ. Τέλος, τα δεδομένα εξάγονται από την αρχική εικόνα. Όλα αυτά τα στάδια επεξεργασίας απαιτούν κύκλους της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (*CPU cycle*) και της μνήμης, και συνήθως είναι ευαίσθητοι σε διάφορες διαμορφώσεις

“παραμέτρων φιλτραρίσματος”, που είναι δύσκολο να κατανοηθούν και να ρυθμιστούν από τους τελικούς χρήστες.

Η βιβλιοθήκη Zbar χρησιμοποιεί μια προσέγγιση, πιο κοντά σε εκείνη που χρησιμοποιείται από τους σαρωτές με “ράβδο” και “λείζερ”. Τα γραμμικά bar codes είναι σχεδιασμένα για να αποκωδικοποιούνται από έναν απλό αισθητήρα φωτός, ο οποίος διέρχεται πάνω από τις φωτεινές και σκοτεινές περιοχές ενός συμβόλου. Εκμεταλλευόμενη αυτό το χαρακτηριστικό, η εκτέλεση της βιβλιοθήκης Zbar εκτελεί γραμμική σάρωση, καθώς περνάει πάνω από μία εικόνα, μεταχειριζόμενη κάθε εικονοστοιχείο (*pixel*) ως ένα δείγμα από έναν μεμονωμένο αισθητήρα φωτός. Τα δεδομένα σαρώνονται, αποκωδικοποιούνται και συναρμολογούνται κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της δραστηριότητας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα μοντέρνα υποδείγματα επεξεργασίας, το Zbar διαμορφώνει αυτή την ιδέα σε ένα πολυσταδιακό μοντέλο ροής. Η επεξεργασία χωρίζεται σε ανεξάρτητα στάδια με σαφώς καθορισμένες διεπαφές, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί ή να συνδεθούν ξεχωριστά σε ένα οποιοδήποτε άλλο σύστημα. Μια υψηλού επιπέδου περιγραφή των ενοτήτων ακολουθεί στη συνέχεια.



Εικόνα 17. Διάγραμμα ροής της βιβλιοθήκης ZBar

- **Είσοδος βίντεο (*video input*):**

Συσκευή βίντεο, η οποία παράγει μία ροή εικόνων για σάρωση.

- **Παράθυρο εξόδου (*output window*):**

Παράθυρο εξόδου μιας οθόνης, που μπορεί να παρουσιάσει στον χρήστη μία εικόνα που έχει σαρωθεί και να δέχεται είσοδο σε απάντηση. Για να μεγιστοποιηθεί η ευελιξία, το παράθυρο μπορεί να ανοίγεται και να «κατέχεται» από τη βιβλιοθήκη, ή να προσαρτάται σε ένα παράθυρο, το οποίο ενσωματώνεται στο γραφικό περιβάλλον και υπόκειται σε διαχείριση από την εφαρμογή.

- **Σαρωτής εικόνας (*image scanner*):**

Εκτελεί περάσματα σάρωσης πάνω από μία διδιάστατη εικόνα, για να παράγει μία γραμμική ροή από δείγματα έντασης. Οι εικόνες εισόδου μπορεί να προέρχονται από τη μονάδα εισόδου βίντεο, ή από οποιαδήποτε εξωτερική πηγή εικόνας. Η μονάδα αυτή εφαρμόζει την ευρεστική εκτίμησης συνοχής μεταξύ καρέ (*inter-frame consistency*) για επαύξηση της ποιότητας του αποτελέσματος.

- **Γραμμικός σαρωτής (*linear scanner*):**

Σαρώνει μία ροή από δείγματα έντασης, για να παράξει μία ροή “πλάτους της ράβδου” (*“bar width”*). Τα δείγματα έντασης μπορεί να είναι τιμές εικονοστοιχείων από τον ενσωματωμένο σαρωτή εικόνας, τιμές εικονοστοιχείων από έναν εναλλακτικό εξωτερικό σαρωτή εικόνας, ή ακόμα και δείγματα ενός ακατέργαστου αισθητήρα, δηλαδή ενός αισθητήρα ράβδου ή λέιζερ “χωρίς-αποκωδικοποιητή” (*“decoder-less”*). Οι ράβδοι ανιχνεύονται και μετριοούνται με την εφαρμογή αλγορίθμων βασικής επεξεργασίας σήματος 1D στη ροή του δείγματος εισόδου.

- **Αποκωδικοποιητής (*decoder*):**

Ο αποκωδικοποιητής αναζητά μία ροή από πλάτη ράβδων για αναγνωρίσιμα μοτίβα και παράγει μία ροή συμβόλων-δεδομένων πλήρως αποκωδικοποιημένη. Η τρέχουσα έκδοση εκτελεί αποκωδικοποίηση για σύνολα συμβόλων τύπου EAN-13, UPC-A, UPC-E, EAN-8, Code 128 και Code 39.

- **Επεξεργαστής (*processor*):**

Ένα πιθανό μειονέκτημα μιας εντελώς ανεξάρτητης αρθρωτής προσέγγισης, είναι ότι χρειάζεται να συγγραφεί κώδικας για να συνδέσει όλες τις μονάδες μαζί, περιπλέκοντας ακόμη και απλές εφαρμογές. Η υψηλού επιπέδου “επεξεργαστική” μονάδα συνδέει όλες τις άλλες μονάδες, έτσι ώστε να υποστηρίζει ευέλικτα πολλές συνηθισμένες χρήσεις. Για παράδειγμα,

αυτή είναι που καθιστά εύκολη την εμφάνιση ενός παραθύρου (ή όχι) και τη σάρωση bar-codes από πηγές βίντεο ή εικόνας, με πολύ λίγες γραμμές κώδικα. [25]

Η βιβλιοθήκη ZBar χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή της παρούσας διπλωματικής, με σκοπό να επιτυγχάνεται η ανίχνευση των ISBNs των βιβλίων από την κάμερα της κινητής συσκευής Android.

2.5.2. TileView library

Η βιβλιοθήκη TileView είναι μια υποκατηγορία της κλάσης ViewGroup του Android, η οποία παρέχει ένα μηχανισμό ασύγχρονης προβολής εικόνων που αποτελούνται από πλακίδια (*tile-based images*). Η βιβλιοθήκη αυτή προσφέρει και κάποιες πρόσθετες λειτουργίες, όπως να επιτρέπει διάφορες χειρονομίες (*gestures*) του χρήστη πάνω στην εικόνα, για παράδειγμα, σύρσιμο σε δύο διαστάσεις (*2D dragging*), ρίψη (*flinging*), και τσίμπημα ή διπλό άγγιγμα για μεγέθυνση (*pinch or double-tap to zoom*). Ακόμα επιτρέπει την προσθήκη αντικειμένων επικάλυψης (πχ. δείκτες) πάνω από την εικόνα, παρέχει ενσωματωμένη υποστήριξη Hot Spot, δυναμικό σχεδιασμό μονοπατιών, πολλαπλά επίπεδα λεπτομέρειας, και υποστήριξη για οποιαδήποτε σχετική τοποθεσία ή σύστημα συντεταγμένων.

Ένα παράδειγμα TileView, το οποίο είναι μια ενιαία εικόνα αποτελούμενη από πολλά πλακίδια, μπορεί να έχει έναν οποιονδήποτε αριθμό επιπέδων λεπτομέρειας. Αυτά τα πλακίδια τοποθετούνται κατάλληλα, για να εμφανίζουν το τμήμα της εικόνας που προβάλλεται στην οθόνη της συσκευής. Τα υπόλοιπα ανακυκλώνονται (και η μνήμη που κατανάλωναν ελευθερώνεται), καθώς μετακινούνται έξω από την ορατή περιοχή. Τα επίπεδα λεπτομέρειας συχνά δείχνουν το ίδιο περιεχόμενο σε διαφορετικές μεγεθύνσεις, αλλά μπορεί να παρουσιάζουν και διαφορετικά στοιχεία. Για παράδειγμα, ένα επίπεδο λεπτομέρειας που δείχνει μια μεγάλη περιοχή πιθανότατα θα επισημάνει χαρακτηριστικά με διαφορετικό τρόπο από ό,τι ένα επίπεδο λεπτομέρειας που προβάλλει έναν μικρότερο χώρο. Κάθε επίπεδο λεπτομέρειας καταχωρείται ως μία τιμή κινητής υποδιαστολής (*float*), αναφέροντας την τιμή της κλίμακας που αντιπροσωπεύει (πχ. ένα επίπεδο λεπτομέρειας που καταχωρήθηκε με κλίμακα 0.5f, θα προβάλλεται όταν το TileView είναι μεγεθυμένο κατά 50%).

Πλακίδια (*Tiles*)

Ένα πλακίδιο είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης Tile που αντιπροσωπεύει ένα αρχείο Bitmap, το οποίο αποτελεί ένα τμήμα της συνολικής εικόνας. Κάθε πλακίδιο παρέχει πληροφορίες θέσης, μεθόδους για τη διαχείριση του αρχείου Bitmap, και επίσης καταχωρείται στην εκτέλεση της διεπαφής BitmapProvider του TileView, και κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται τα μεμονωμένα αρχεία Bitmap. Πιο συγκεκριμένα, η διεπαφή BitmapProvider ορίζει μόνο την ακόλουθη μέθοδο:


```
public Bitmap getBitmap( Tile, Context );
```

Η μέθοδος αυτή καλείται κάθε φορά που χρειάζεται ένα αρχείο Bitmap. Έχει πρόσβαση σε ένα στιγμιότυπο της κλάσης Tile, όσον αφορά την τοποθεσία και το επίπεδο λεπτομέρειάς του, καθώς και σε ένα αντικείμενο Context, για να μπορεί να έχει πρόσβαση στους πόρους του συστήματος.

Δείκτες και Επεξηγήσεις (*Markers and Callouts*)

Ένας δείκτης είναι απλώς ένα στιγμιότυπο της κλάσης View (οποιοδήποτε τύπου View είτε TextView, είτε ImageView, είτε RelativeLayout κ.λπ.). Ένας δείκτης δεν αλλάζει κλίμακα, αλλά η τοποθεσία του ενημερώνεται καθώς αλλάζει η κλίμακα του TileView, έτσι είναι πάντα επισυναπτόμενος στην πραγματική του θέση. Οι δείκτες μπορεί να έχουν εφοδιαστεί με σημεία στερέωσης, τα οποία αντισταθμίζονται ως πλάτος και ύψος. Επιπλέον, οι δείκτες μπορεί να έχουν παραδοσιακούς χειριστές αφής, όπως View.OnClickListener, οι οποίοι όμως μπορεί να διακόψουν ένα συμβάν, όπως για παράδειγμα μία ενέργεια συρσίματος μπορεί να διακοπεί, όταν το δάχτυλο του χρήστη περάσει πάνω από έναν δείκτη View που έχει ορισμένο έναν ακροατή (*listener*). Από την άλλη πλευρά, μπορούμε να λάβουμε υπόψη έναν άλλο τύπο ακροατή (TileView.setMarkerTapListener), ο οποίος θα αντιδρά μόνο όταν ο δείκτης θα πιέζεται (*is tapped*), και έτσι δεν θα διακόπτεται κάποιο συμβάν.

Μία επεξήγηση ή αλλιώς ένα “παράθυρο πληροφοριών”, είναι λειτουργικά παρεμφερές με έναν δείκτη με δύο βασικές διαφορές. Πρώτον, όλες οι επεξηγήσεις βρίσκονται μία στρώση πάνω από όλους τους δείκτες και δεύτερον, οποιοδήποτε συμβάν αφής στο στιγμιότυπο TileView στο οποίο εμπεριέχονται, θα αφαιρέσει όλες τις επεξηγήσεις. Οι επεξηγήσεις συνήθως εμφανίζονται όταν ένας δείκτης πιεστεί.

Μονοπάτια (*Paths*)

Η βιβλιοθήκη TileView χρησιμοποιεί στιγμιότυπα της κλάσης DrawablePath για να σχεδιάζει μονοπάτια πάνω από την στρώση των πλακιδίων. Τα μονοπάτια θα μετασχηματίζονται καθώς το TileView θα αλλάζει κλίμακα, αλλά δε θα παραμορφώνονται. Πιο συγκεκριμένα, μία ακμή πλάτους 10 εικονοστοιχείων θα έχει πάντα πλάτος 10 εικονοστοιχεία, αλλά τα σημεία του μονοπατιού θα αλλάζουν κλίμακα μαζί με το TileView. Τα στιγμιότυπα της κλάσης DrawablePath είναι αντικείμενα που συσχετίζουν ένα στιγμιότυπο της κλάσης android.graphics.Path με ένα στιγμιότυπο της κλάσης android.graphics.Paint. Δεν υπάρχει κανένα πρόσθετο άμεσα προσβάσιμο API. Τα μονοπάτια δεν είναι αντικείμενα View, και έτσι ο χρήστης δεν μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτά, αν για παράδειγμα αγγίζει πάνω τους. Παρόλα αυτά, ένα μονοπάτι είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί πάνω σε ένα

στιγμιότυπο δείκτη. Αξίζει ακόμα να αναφέρουμε, ότι η βιβλιοθήκη TileView χρησιμοποιεί τη μέθοδο drawPath του αντικειμένου Canvas για να καταστήσει τα μονοπάτια που δημιουργεί η μέθοδος υψηλής ποιότητας γραφικά, με το αντίκτυπο όμως ότι κάτι τέτοιο μπορεί να δημιουργεί προβλήματα στην απόδοση. [21]

Στην εφαρμογή που αναπτύχθηκε, έγινε χρήση της βιβλιοθήκης αυτής, με σκοπό τη δημιουργία και τη λειτουργία του εσωτερικού χάρτη της βιβλιοθήκης, στην οποία λειτουργεί η εφαρμογή. Καλό θα ήταν ακόμα να σημειώσουμε, πως για την τμηματοποίηση της αρχικής εικόνας του χάρτη της βιβλιοθήκης σε πλακίδια, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ImageMagick.

2.6. Επιλογές αποθήκευσης

Το Android παρέχει διάφορες επιλογές σε έναν προγραμματιστή για να αποθηκεύει πληροφορίες μιας εφαρμογής, στις οποίες δεν έχει συχνή πρόσβαση και δεν είναι πιθανό να τροποποιηθούν. Η τελική επιλογή εξαρτάται από τις συγκεκριμένες ανάγκες του, όπως για παράδειγμα εάν τα δεδομένα πρέπει να είναι ιδιωτικά μόνο για μία εφαρμογή, ή να είναι προσβάσιμα και σε άλλες εφαρμογές (και στον χρήστη), ή ακόμα και πόσο χώρο χρειάζονται τα δεδομένα του. Οι επιλογές αποθήκευσης που του παρέχονται είναι οι ακόλουθες:

- **Κοινόχρηστες Προτιμήσεις (*Shared Preferences*)**

Αποθήκευση ιδιωτικών αρχέγονων δεδομένων σε ζεύγη κλειδιού – τιμής.

- **Εσωτερική Αποθήκευση (*Internal Storage*)**

Αποθήκευση ιδιωτικών δεδομένων στη μνήμη της συσκευής.

- **Εξωτερική Αποθήκευση (*External Storage*)**

Αποθήκευση δημόσιων δεδομένων σε εξωτερική κοινόχρηστη αποθήκη.

- **Βάσεις Δεδομένων SQLite (*SQLite Databases*)**

Αποθήκευση δομημένων δεδομένων σε μία ιδιωτική βάση δεδομένων.

- **Σύνδεση Δικτύου (*Network Connection*)**

Αποθήκευση δεδομένων στον ιστό, με επιλεγόμενο από τον χρήστη εξυπηρέτη. [20]

Στην εφαρμογή που αναπτύχθηκε, η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται στη βάση δεδομένων SQLite.

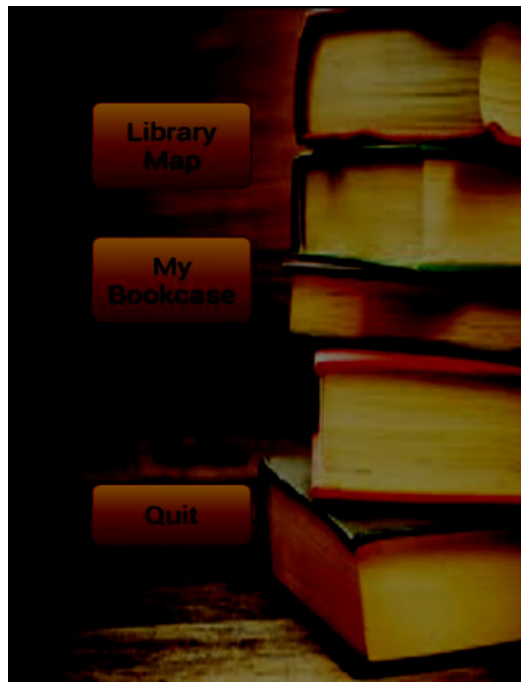
2.6.1. SQLite Database

Η SQLite είναι μία βιβλιοθήκη σε εξέλιξη, η οποία υλοποιεί μία αυτοτελή, χωρίς εξυπηρέτη, με μηδενική διαμόρφωση μηχανή βάσεων δεδομένων SQL που υποστηρίζει δοσοληψίες. Ο κώδικας για την SQLite διατίθεται ως ελεύθερο λογισμικό και συνακόλουθα είναι ελεύθερος για χρήση για οποιονδήποτε σκοπό, είτε εμπορικό, είτε ιδιωτικό. Η SQLite είναι η ευρύτερα διαδεδομένη βάση δεδομένων στον κόσμο, με μεγάλη πληθώρα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων αρκετών εφαρμογών υψηλού προφίλ.

Η SQLite είναι μία ενσωματωμένη μηχανή βάσης δεδομένων SQL. Σε αντίθεση με τις περισσότερες άλλες βάσεις δεδομένων SQL, η SQLite δεν έχει ξεχωριστή διεργασία εξυπηρέτη, αλλά διαβάζει και γράφει απευθείας σε συνηθισμένα αρχεία στο δίσκο. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πλήρης βάση δεδομένων SQL με πολλαπλούς πίνακες, ευρετήρια, σκανδάλες (triggers) και όψεις, η οποία περιέχεται σε ένα ενιαίο αρχείο στο δίσκο. Η μορφή του αρχείου της βάσης δεδομένων είναι cross-platform, μπορούμε δηλαδή να αντιγράψουμε μια βάση δεδομένων ελεύθερα μεταξύ συστημάτων 32-bit και 64-bit ή μεταξύ συστημάτων με αρχιτεκτονικές big-endian και little-endian. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν την SQLite μια δημοφιλή επιλογή ως μία μορφή αρχείου εφαρμογής. [1]

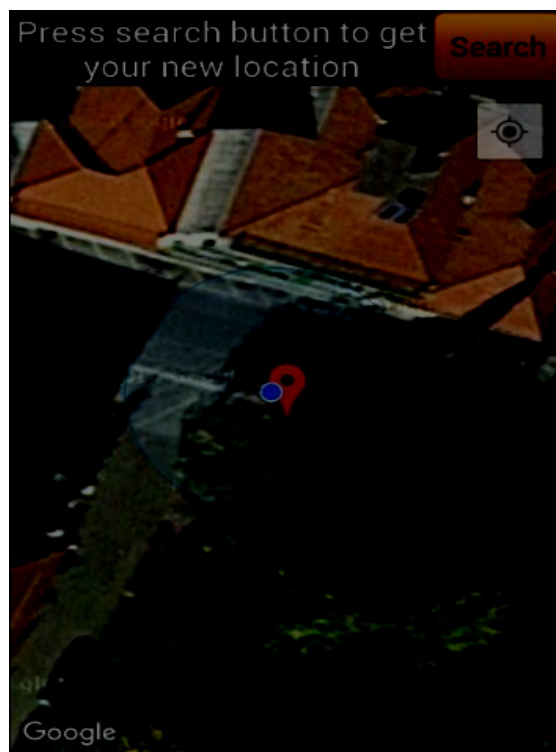
3. Χρήση της Εφαρμογής Book Navigation System

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται με συντομία ο τρόπος λειτουργίας της εφαρμογής. Ο χρήστης ξεκινά εγκαθιστώντας την εφαρμογή στη συσκευή του. Αφού την εγκαταστήσει και την εκτελέσει, τότε του προβάλλεται η αρχική οθόνη, η οποία απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



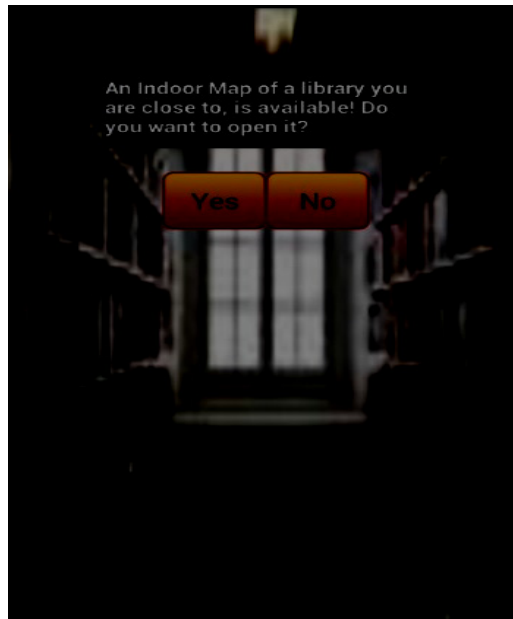
Εικόνα 18. Αρχική Οθόνη Book Navigation System

Στην αρχική οθόνη βλέπουμε τρία κουμπιά. Το τελευταίο ουσιαστικά ολοκληρώνει την εφαρμογή. Πατώντας το κουμπί “Library Map”, μία νέα δραστηριότητα Android (*Android Activity*) ανοίγει στον χρήστη. Στην περίπτωση που ο χρήστης βρίσκεται εκτός του κτηρίου της βιβλιοθήκης και έχει ανοικτό το δέκτη WiFi ή GPS, τότε το νέο παράθυρο δραστηριότητας που θα ανοίξει είναι το ακόλουθο.



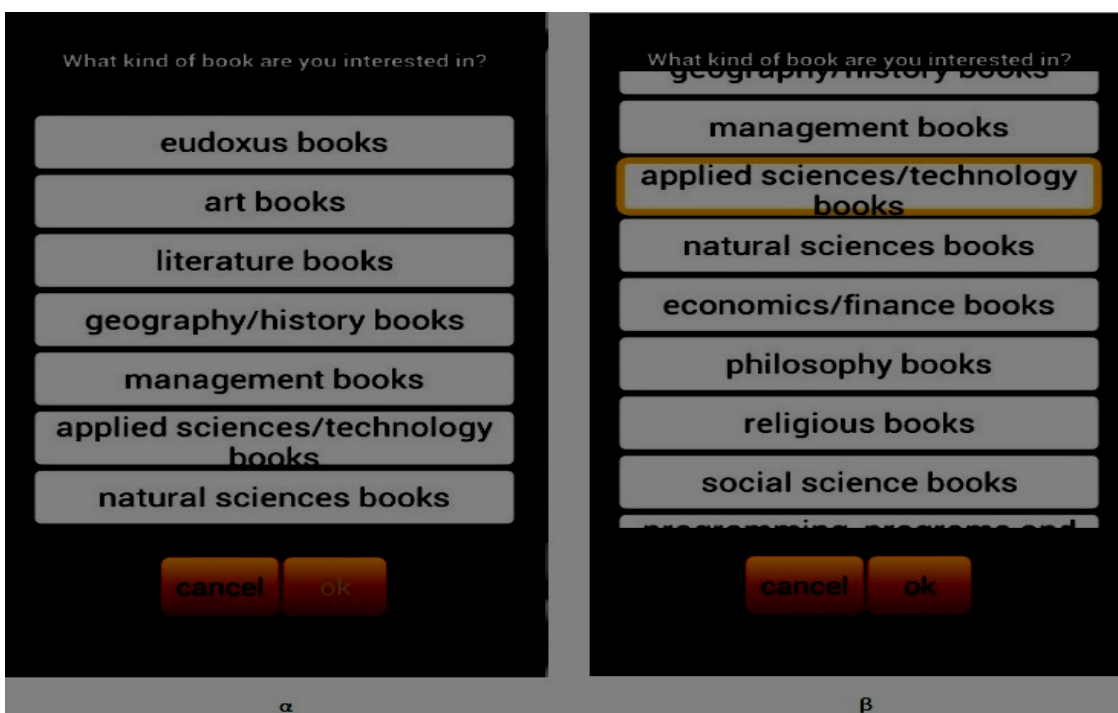
Εικόνα 19. Οθόνη αναζήτησης τοποθεσίας του χρήστη

Στην οθόνη αυτή προβάλλεται η τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη. Πατώντας το κουμπί “Search” το σύστημα ανανεώνει την τοποθεσία του χρήστη, σε περίπτωση που αυτός μετακινηθεί. Αν μετακινηθεί εντός της βιβλιοθήκης και πατήσει το κουμπί “Search”, τότε θα συμβεί το ίδιο με αυτό που θα συνέβαινε στην περίπτωση που πάταγε το κουμπί “Library Map” της αρχικής οθόνης (εικόνα 18), εντός της βιβλιοθήκης. Πιο συγκεκριμένα, θα ανοίξει ένα νέο παράθυρο δραστηριότητας, το οποίο θα ενημερώσει τον χρήστη ότι βρίσκεται εντός του χώρου της βιβλιοθήκης, η οποία διαθέτει έναν εσωτερικό χάρτη. Στο παράθυρο αυτό δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να ανοίξει ή όχι τον εσωτερικό χάρτη (βλέπε εικόνα 20). Αν ο χρήστης επιλέξει να μην ανοίξει τον εσωτερικό χάρτη τότε επιστρέφει πάλι στην προηγούμενη οθόνη (εικόνα 19). Στην περίπτωση που πατήσει το κουμπί “Yes”, τότε ένα νέο παράθυρο δραστηριότητας ανοίγει. Το νέο αυτό παράθυρο προβάλλεται στην εικόνα 21.

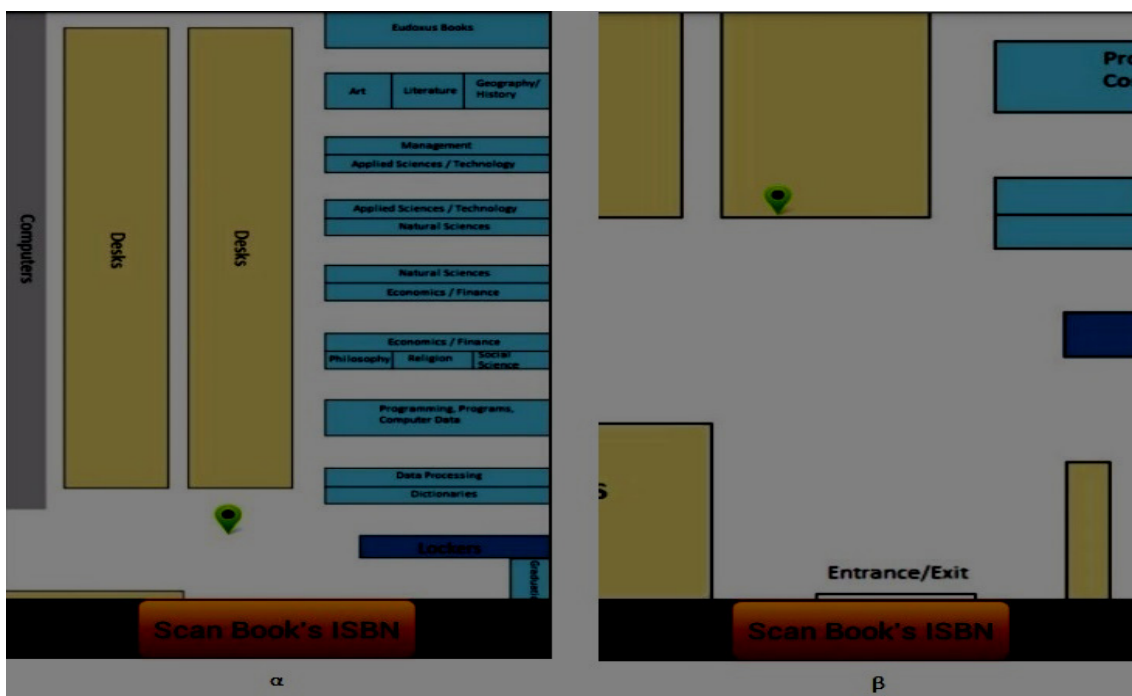


Εικόνα 20. Οθόνη επιλογής ανοίγματος εσωτερικού χάρτη

Στο νέο παράθυρο (εικόνα 21), ο χρήστης καλείται να επιλέξει τι είδος βιβλίων τον ενδιαφέρει. Αρχικά παρατηρούμε πως το κουμπί “ok” είναι απενεργοποιημένο (εικόνα 21α), και ενεργοποιείται αφού ο χρήστης επιλέξει μία κατηγορία βιβλίων (εικόνα 21β). Αν ο χρήστης δεν θέλει να επιλέξει κατηγορία βιβλίων για αναζήτηση, τότε πατώντας το κουμπί “cancel” θα ανοίξει μία νέα δραστηριότητα, στην οποία προβάλλεται ο εσωτερικός χάρτης της βιβλιοθήκης που βρίσκεται, και ένας πράσινος μετακινούμενος δείκτης, ο οποίος προβάλλει την τρέχουσα θέση του χρήστη μέσα στη βιβλιοθήκη. Η νέα αυτή δραστηριότητα φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



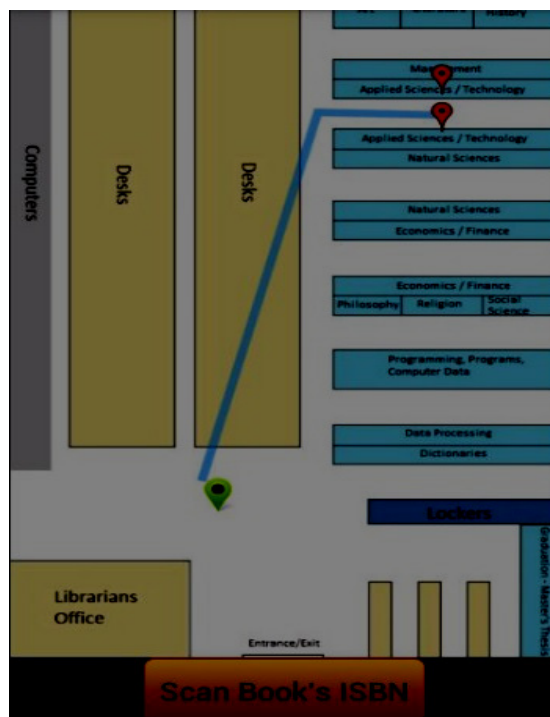
Εικόνα 21. Οθόνη επιλογής είδους βιβλίου



Εικόνα 22. α) οθόνη προβολής εσωτερικού χάρτη, β) οθόνη προβολής εσωτερικού χάρτη σε μεγέθυνση 25%. Ο πράσινος δείκτης εμφανίζει την τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη.

Στην εικόνα 22β προβάλλεται ο εσωτερικός χάρτης σε μεγέθυνση. Ο χρήστης μπορεί να μεγεθύνει τον χάρτη, πατώντας δύο φορές πάνω στην οθόνη (*double tap*), άμα θέλει να έχει

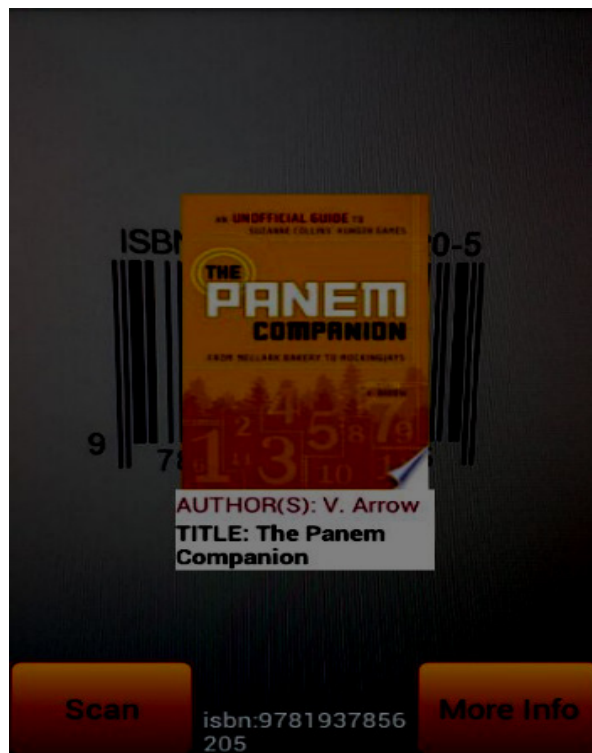
περισσότερη ευκρίνεια για την τρέχουσα τοποθεσία του. Ο χάρτης υποστηρίζει μεγέθυνση τριών βαθμών (0%, 25% και 50%). Επιστρέφοντας πάλι στην εικόνα 21, αν ο χρήστης επιλέξει κάποια κατηγορία βιβλίου που τον ενδιαφέρει για αναζήτηση και πατήσει το κουμπί “ok”, τότε ανοίγει πάλι η ίδια δραστηριότητα προβολής του εσωτερικού χάρτη, με τη διαφορά πως πέρα από τον πράσινο δείκτη, εμφανίζεται και ένας κόκκινος (μπορεί και περισσότεροι από έναν, αν η κατηγορία του βιβλίου που επέλεξε βρίσκεται σε περισσότερα από ένα ράφια), όπως επίσης και ένα μονοπάτι, το οποίο συνδέει τους δύο δείκτες μεταξύ τους. Ο κόκκινος δείκτης, σε αντίθεση με τον πράσινο, παραμένει σταθερός, και το μονοπάτι ουσιαστικά καθοδηγεί τον πράσινο δείκτη (τον χρήστη) προς τον κόκκινο. Η εικόνα που ακολουθεί απεικονίζει αυτά που αναφέραμε.



Εικόνα 23. Οθόνη προβολής εσωτερικού χάρτη της βιβλιοθήκης και πλοήγηση του χρήστη προς το ενδιαφέρον του

Μόλις ο χρήστης αναγνωρίσει το βιβλίο που τον ενδιαφέρει, έχει την επιλογή να σαρώσει τον κωδικό ISBN του και να μάθει περισσότερες πληροφορίες για αυτό, ή ακόμα και να το αποθηκεύσει στην συσκευή του. Για να επιτευχθεί η σάρωση, ο χρήστης καλείται να πιάσει το κουμπί “Scan Book's ISBN”. Μόλις πατήσει αυτό το κουμπί, μία καινούρια δραστηριότητα ανοίγει. Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα ενεργοποιείται η κάμερα της συσκευής, η οποία ψάχνει για αντικείμενα ISBN. Όταν ανιχνευτεί ένα τέτοιο αντικείμενο, τότε σε μία στρώση πάνω από την προεπισκόπηση της κάμερας, εμφανίζονται ορισμένα στοιχεία του βιβλίου, όπως ο τίτλος του βιβλίου, ο συγγραφέας, και το εξώφυλλο του βιβλίου. Τα στοιχεία αυτά εμφανίζονται μόνο αν το βιβλίο είναι καταχωρημένο στη

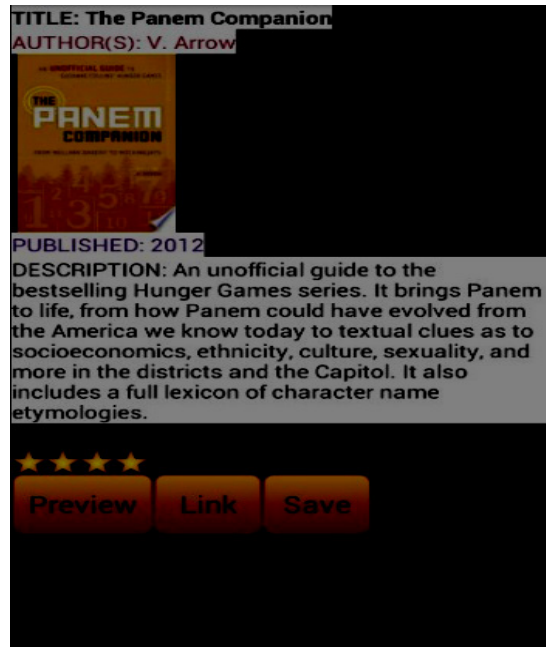
βάση δεδομένων του Google Books. Σε αντίθετη περίπτωση στα πεδία κειμένου εμφανίζεται ένα μήνυμα που ενημερώνει τον χρήστη ότι το βιβλίο δεν βρέθηκε. Στην περίπτωση που το βιβλίο βρεθεί, πέρα από αυτές τις τρεις πληροφορίες, εμφανίζεται και ένα νέο κουμπί (More Info) στην οθόνη της συσκευής, με το οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μάθει περισσότερες πληροφορίες για το βιβλίο. Η ακόλουθη εικόνα προβάλλει αυτή τη δραστηριότητα.



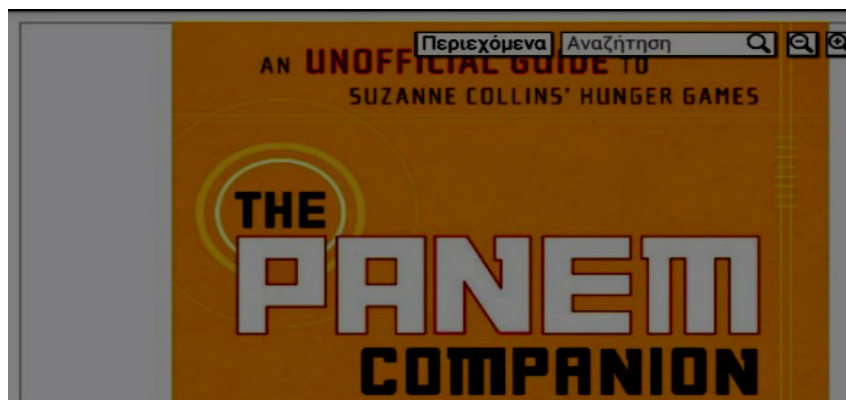
Εικόνα 24. Οθόνη ανίχνευσης κωδικού ISBN βιβλίου

Στην εικόνα 24 παρατηρούμε επιπλέον ένα κουμπί με τίτλο “Scan”, καθώς και ένα πεδίο κειμένου με τον αριθμό ISBN που ανιχνεύθηκε. Το κουμπί αυτό ουσιαστικά, επαναλαμβάνει τη σάρωση σε περίπτωση που δεν έγινε με επιτυχία. Για το αν μια σάρωση ήταν επιτυχής ή όχι, μπορεί να κατανοηθεί από έναν χρήστη, αν το πεδίο κειμένου ISBN που ανιχνεύθηκε έχει τον ίδιο αριθμό με τον αριθμό ISBN που βρίσκεται στο βιβλίο. Στη συνέχεια, πιέζοντας το κουμπί *More Info*, μία νέα δραστηριότητα προβάλλεται στην οθόνη του χρήστη. Όπως λέει και το όνομα του κουμπιού, στην οθόνη αυτή εμφανίζονται περισσότερες πληροφορίες για το βιβλίο που επέλεξε ο χρήστης. Πιο συγκεκριμένα, εμφανίζεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, το εξώφυλλο, η ημερομηνία έκδοσης, η περιγραφή και η αξιολόγηση του βιβλίου. Ακόμα υπάρχουν και τρία κουμπιά. Το κουμπί “Preview” επιτρέπει στον χρήστη να ανοίξει για προεπισκόπηση το βιβλίο, εφόσον βέβαια παρέχεται αυτή η δυνατότητα από το Google Books. Σε αντίθετη περίπτωση, το κουμπί παραμένει απενεργοποιημένο. Το κουμπί “Link” επιτρέπει στον χρήστη να πλοηγηθεί στον σύνδεσμο του βιβλίου στο Google Books, με τη χρήση ενός

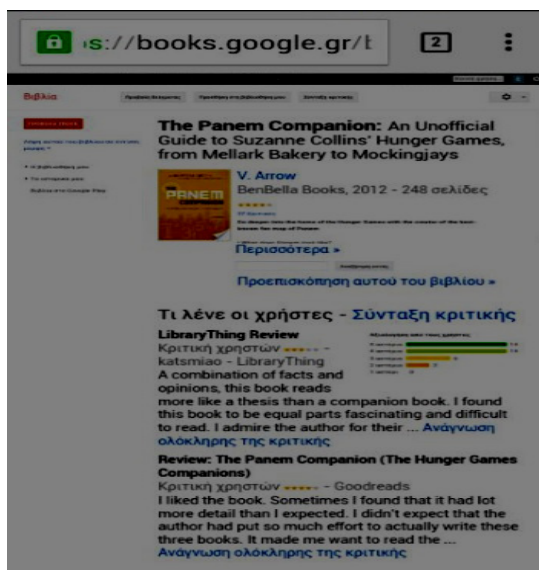
προγράμματος πλοήγησης. Επίσης, υπάρχει και το κουμπί “Save”, όπου πιέζοντάς το, τα στοιχεία του βιβλίου αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων της εφαρμογής. Στις επόμενες εικόνες προβάλλονται τα όσα αναφέραμε σχετικά με αυτή τη δραστηριότητα.



Εικόνα 25. Οθόνη προβολής περισσότερων στοιχείων σχετικά με το βιβλίο που σαρώθηκε



Εικόνα 26. Προεπισκόπηση βιβλίου



Εικόνα 27. Πρόγραμμα πλοήγησης που προβάλλει τον σύνδεσμο του βιβλίου που σαρώθηκε στην ιστοσελίδα Google Books

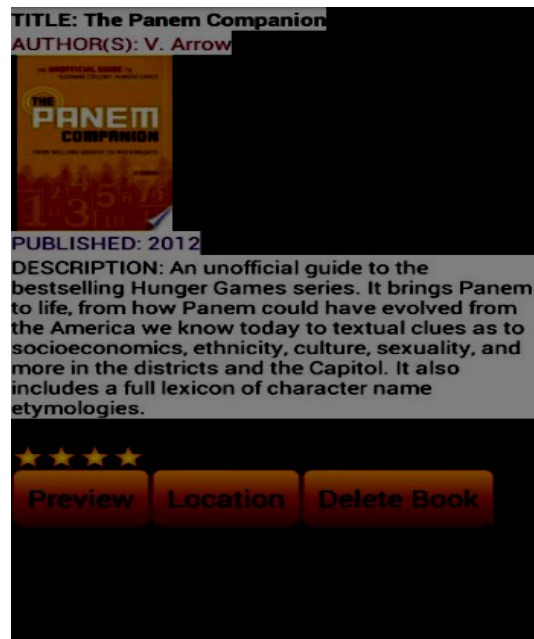
Επιστρέφουμε πάλι στην αρχική οθόνη (εικόνα 18), για να αναφέρουμε τη χρήση του κουμπιού “My Bookcase”. Πιέζοντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης ανοίγει τη δραστηριότητα που διαδρά με τη βάση δεδομένων της εφαρμογής. Στη δραστηριότητα αυτή εμφανίζονται όλα τα βιβλία που έχουν αποθηκευτεί.



Εικόνα 28. Οθόνη βάσης δεδομένων της εφαρμογής

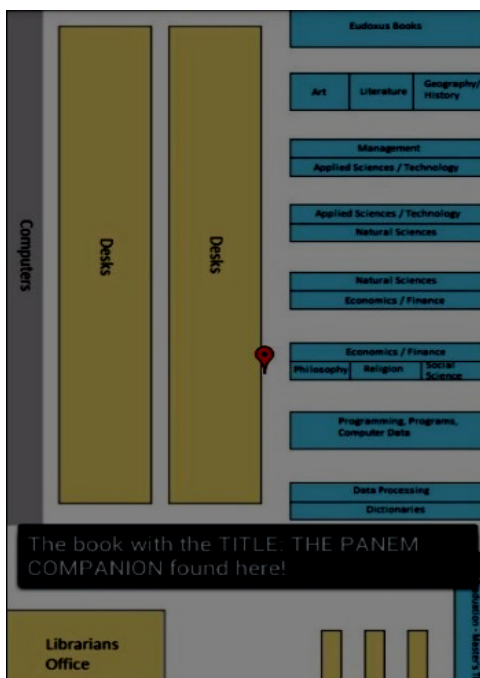
Παρατηρούμε πως τα βιβλία είναι αποθηκευμένα με βάση τον τίτλο και ταξινομημένα με χρονολογική βάση, δηλαδή κάθε νέα εισαγωγή τοποθετείται τελευταία. Πατώντας πάνω σε ένα βιβλίο,

ανοίγει μία καινούρια δραστηριότητα με τις πληροφορίες του βιβλίου που ανακτώνται από τη βάση δεδομένων. Η δραστηριότητα αυτή προβάλλεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 29. Οθόνη προβολής πληροφοριών βιβλίου μέσα από τη βάση δεδομένων της εφαρμογής

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε πως οι πληροφορίες του βιβλίου είναι οι αντίστοιχες με αυτές που είδαμε και στην εικόνα 25. Οι μόνες διαφορές είναι τα κουμπιά “Location” και “Delete Book”, που αντικατέστησαν τα κουμπιά “Link” και “Save”. Το κουμπί “Delete Book”, όπως αναφέρει και το όνομά του, διαγράφει τη συγκεκριμένη καταχώρηση από τη βάση δεδομένων. Το κουμπί “Location” όταν πιεστεί από τον χρήστη, ανοίγει τη δραστηριότητα του εσωτερικού χάρτη της βιβλιοθήκης. Στον εσωτερικό χάρτη επισυνάπτεται ένας κόκκινος δείκτης, ο οποίος δείχνει το σημείο που εντοπίστηκε το συγκεκριμένο βιβλίο, με σκοπό όταν ο χρήστης ξαναβρεθεί στο περιβάλλον της βιβλιοθήκης αυτής, να ξέρει σε πιο σημείο βρίσκεται το βιβλίο που τον ενδιαφέρει. Πατώντας πάνω στον δείκτη, προβάλλεται ένα μήνυμα Toast, το οποίο αναφέρει πως το συγκεκριμένο βιβλίο βρέθηκε σε αυτό το σημείο. Η εικόνα 30 παρουσιάζει τη δραστηριότητα αυτή.



Εικόνα 30. Οθόνη προβολής τοποθεσίας βιβλίου που εντοπίστηκε από τον χρήστη

4. Μελλοντικές επεκτάσεις – Συμπεράσματα

Μαζί με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ολοκληρώθηκε και μια πλήρως λειτουργική εφαρμογή για κινητές συσκευές που υποστηρίζουν το λειτουργικό σύστημα Android. Όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενες ενότητες, το Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα, το οποίο βελτιώνεται συνεχώς με καινούρια στοιχεία και λειτουργίες. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι ένα σημαντικό γεγονός είναι πως επειδή η εφαρμογή μας αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτού του λειτουργικού συστήματος, είναι αρκετά εύκολο να επεκταθεί στο μέλλον με περισσότερες επιπρόσθετες λειτουργίες και δυνατότητες. Μερικές από αυτές τις επεκτάσεις παρουσιάζονται εδώ:

- Θα μπορούσαν να προστεθούν επιπλέον εσωτερικοί χάρτες και άλλων βιβλιοθηκών, με σκοπό η εφαρμογή να λειτουργεί σε περισσότερα γεωγραφικά μήκη και πλάτη.
- Η εφαρμογή θα μπορούσε να συνδέεται σε περισσότερες βάσεις δεδομένων βιβλίων (π.χ. Amazon κλπ.), έτσι ώστε όταν ο χρήστης σαρώνει τον αριθμό ISBN του βιβλίου να βρίσκει περισσότερες πληροφορίες για αυτό.
- Μία βελτίωση ακόμα που θα μπορούσε να επιτευχθεί, είναι να μην υπάρχει περιορισμός χρήσης του Google Books API. Πιο συγκεκριμένα το API θέτει ένα όριο στον χρήστη να στέλνει μέχρι και 1000 αιτήματα μέσα σε περίοδο 24 ωρών. Το όριο αυτό μπορεί να αυξηθεί σε 150.000 αιτήματα μέσα σε 24 ώρες, αν ο προγραμματιστής καταθέσει τα στοιχεία της πιστωτικής του κάρτας, ή μπορεί να αυξηθεί και σε ακόμα περισσότερα αν αγοράσει την άδεια Premium Plan από τη Google.
- Μία εξίσου σημαντική επέκταση θα μπορούσε να είναι η αναζήτηση ενός συγκεκριμένου βιβλίου. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να δίνει την ονομασία του βιβλίου στην εφαρμογή, και εφόσον αυτό βρίσκεται εντός της βιβλιοθήκης, η εφαρμογή να τον κατευθύνει ακριβώς σε αυτό. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, απαραίτητη καθίσταται η σύνδεση της εφαρμογής στη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης, και επιπλέον το συγκεκριμένο βιβλίο θα πρέπει να είναι τοποθετημένο πάντα στο σωστό σημείο, όπως αναφέρεται από τη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης.
- Τέλος, καλό θα ήταν για τον χρήστη να έχει τη δυνατότητα να αγοράζει διαδικτυακά τα βιβλία που τον ενδιαφέρουν και να τα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων της εφαρμογής, με σκοπό να τα έχει πάντα στη συσκευή του, και να μπορεί να τα διαβάζει όποτε αυτός επιθυμεί.

5. Βιβλιογραφία

- [1] About SQLite, <http://www.sqlite.org/about.html>, last accessed December 2015
- [2] Android, <https://el.wikipedia.org/wiki/Android>, last accessed December 2015
- [3] Android Architecture, <http://www.eazytutz.com/android/android-architecture/>, last accessed December 2015
- [4] Application programming interface, https://en.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface, last accessed December 2015
- [5] Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), 355-385 (augmented Reality definition)
- [6] Camera, <http://developer.android.com/guide/topics/media/camera.html>, last accessed December 2015
- [7] Domhan, T. (2010). Augmented Reality on Android Smartphones. DHBW (General workflow of AR applications)
- [8] Eclipse (software), [https://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(software)), last accessed December 2015
- [9] Integrated development environment, https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_development_environment, last accessed December 2015
- [10] Introducing JSON, <http://www.json.org/>, last accessed January 2016
- [11] Introduction to the Google Maps Android API, <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/intro>, last accessed January 2016
- [12] I want to write Android Apps. Where do I start?, <http://lifelife.com/i-want-to-write-android-apps-where-do-i-start-1643818268>, last accessed December 2015
- [13] Location Strategies, <http://developer.android.com/guide/topics/location/strategies.html>, last accessed December 2015
- [14] Object-class detection, https://en.wikipedia.org/wiki/Object-class_detection, last accessed December 2015
- [15] Open source, https://en.wikipedia.org/wiki/Open_source, last accessed January 2016
- [16] Overview, <https://developers.google.com/books/docs/overview>, last accessed January 2016
- [17] Sensors Overview, http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html, last accessed December 2015
- [18] Signup and API Keys, <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/signup>, last accessed January 2016

- [19] Smartphone, <https://el.wikipedia.org/wiki/Smartphone>, last accessed December 2015
- [20] Storage Options, <http://developer.android.com/guide/topics/data/data-storage.html>, last accessed December 2015
- [21] TileView, <https://github.com/moagrius/TileView>, last accessed January 2016
- [22] Using the API, <https://developers.google.com/books/docs/v1/using>, last accessed January 2016
- [23] What is Augmented Reality, <http://blogs.exeter.ac.uk/augmentedreality/blog/2010/09/19/what-is-augmented-reality/>, last accessed December 2015
- [24] ZBar bar code reader, <http://zbar.sourceforge.net/index.html>, last accessed January 2016
- [25] ZBar bar code reader – How does it work?, <http://zbar.sourceforge.net/about.html>, last accessed January 2016
- [26] Βιβλιοθήκη,
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%AE%CE%BA%CE%B7>, last accessed December 2015
- [27] Έντυπη ή Ηλεκτρονική Έκδοση;, <http://www.youpublish.gr/index.php/digital-vs-printed>, last accessed December 2015
- [28] Η ιστορία της κινητής τηλεφωνίας, <http://www.sansimera.gr/articles/241>, last accessed December 2015
- [29] Κρατώντας Την Όραση Σας Ασφαλή Στη Ψηφιακή Εποχή., <http://zamanos.gr/?p=2113&lang=el>, last accessed December 2015
- [30] Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης πανεπιστημίου (άρθρο του Ingmar Hoehman), <http://ebooks.ekebi.gr/newsdet.asp?newsid=58>, last accessed December 2015
- [31] Smartphones – Λίγη Ιστορία, <http://www.verisys.gr/el/smartphones-%CE%BB%CE%AF%CE%B3%CE%B7-%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1>, last accessed December 2015
- [32] Ψηφιακή Βιβλιοθήκη,
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A8%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE_%CE%B2%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%AE%CE%BA%CE%B7, last accessed December 2015