



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
ΓΙΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ»

ΕΥΦΥΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΚΑΙ
ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Σπυρίδων Μπρέντας του Χρήστου, ΑΕΜ 7419015

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αντώνιος Καραγεώργος, Καθηγητής, Επιβλέπων

Ηλίας Σάββας, Καθηγητής, Μέλος

Γεώργιος Κακαρόντζας, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος

Λάρισα 09/09/2021

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 09 / 09 / 2021

Ο Δηλών

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΠΡΕΝΤΑΣ

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

«Στον Χρήστο και την Ευαγγελία»

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέπων καθηγητή Δρ. Αντώνιο Καραγεώργο, για τη διαρκή του παρότρυνση ως προς την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής. Μέσα σε μία δύσκολη, για εμένα, περίοδο με πολλά δυσάρεστα συμβάντα, η παρουσία του κ. Καραγεώργου ήταν συνεχής και καθοριστική. Η εμπειρία και η γνώση του στο αντικείμενο που πραγματεύεται η διπλωματική ήταν αυτή που βοήθησε στο να ολοκληρωθεί παρέχοντας πάντα άμεση επικοινωνία, διευκόλυνση στην έρευνα με έγκυρες συστάσεις και σαφείς οδηγίες.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που για ακόμη μία φορά κάνει υπομονή και μου συμπαραστέκεται στις σπουδές μου.

Περίληψη

Στην εποχή μας υπάρχει μία αυξημένη τάση στην προστασία αξιών και τόπων. Υπάρχουν ακόμη αυτοί, οι ρομαντικοί, οι οποίοι αντιδρούν στο νέο χωρίς σεβασμό στο παλιό. Ο εναλλακτικός τουρισμός δημιουργήθηκε από την ανάγκη του ανθρώπου να ξεφύγει από τα παραδοσιακά και να απολαύσει τη φύση ως μέρος αυτής και όχι ως καταπατητής. Η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση, έτσι ώστε να συμμετέχει σεβόμενα το περιβάλλον και προασπίζοντας το.

Βασικός σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η δημιουργία ενός πλαισίου υποστήριξης του εναλλακτικού τουρισμού μέσα από ένα πολυπρακτορικό σύστημα το οποίο προσφέρει στους εναλλακτικούς τουρίστες ευφείς συστάσεις και παράλληλα προσφέρει τη δυνατότητα της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Έτσι ο εναλλακτικός τουρίστας συμμετέχει στην απόκτηση της εμπειρίας χωρίς να διαταράσσει το περιβάλλον και να αλώνει την Πολιτιστική Κληρονομιά.

Δημιουργήθηκε έτσι η ανάγκη για εμβάθυνση στη γνώση των Πολυπρακτορικών Συστημάτων, της Επαυξημένης Πραγματικότητας και στα Συστήματα Συστάσεων. Όλα αυτά με τον περιορισμό της χρήσης σε κινητή συσκευή.

Αποτέλεσμα ήταν η κατάκτηση της γνώσης στα ζητήματα αυτά και η υλοποίηση εφαρμογής Ευφών Συστάσεων με χρήση Πρακτόρων Λογισμικού και Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Λέξεις-κλειδιά: Εναλλακτικός Τουρισμός, Πολυπρακτορικά Συστήματα, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Ευφείς Συστάσεις

«INTELLIGENT ALTERNATIVE TOURISM SUPPORT SYSTEM USING SOFTWARE AGENTS AND AUGMENTED REALITY»

«Spyridon C. Brentas»

Abstract

Nowadays there is an increased trend in the protection of values and places. There are still those, the romantics, who react to the new without respecting the old. Alternative tourism was created by the need of man to escape from the traditional and enjoy nature as part of it and not as a trespasser. Technology can help in this direction, so that it participates by respecting the environment and defending it.

The main purpose of this diploma thesis was to create a framework to support alternative tourism through a multi-agent system which offers alternative tourists intelligent recommendations and at the same time offers the possibility of Augmented Reality. Thus, the alternative tourist participates in the acquisition of the experience without disturbing the environment and destroying the Cultural Heritage.

This created the need for deepening in the knowledge of Multi-agent Systems, Augmented Reality and Recommendation Systems. All this by restricting use on a mobile device.

The result was the acquisition of knowledge on these issues and the implementation of the application of Intelligent Recommendations using Software Agents and Augmented Reality.

Keywords: Alternative Tourism, Multi-agent Systems, Augmented Reality, Intelligent Recommendations

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	v
Περίληψη.....	vi
Abstract	vii
Περιεχόμενα.....	ix
Κατάλογος Σχημάτων	xi
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Σκοπός και στόχοι	1
1.3 Προβολή προσωποποιημένων πληροφοριών	3
1.4 Ευφυείς συστάσεις.....	3
1.5 Μεθοδολογική προσέγγιση.....	4
1.6 Εύρος λύσης και καινοτομία.....	4
1.7 Επίλογος.....	5
Κεφάλαιο 2ο: Εναλλακτικός τουρισμός και πληροφορία	7
2.1 Παροχή πληροφοριών στον τουρισμό και ιδιαίτερα στον εναλλακτικό τουρισμό	7
2.2 Το πρόβλημα της τουριστικής εμπειρίας στον εναλλακτικό τουρισμό.....	9
Κεφάλαιο 3ο: Εικονική Πραγματικότητα στο Android	11
3.1 Εισαγωγή.....	11
3.2 Android.....	11
3.2.1 Δραστηριότητες	12
3.2.2 Υπηρεσίες	13
3.2.3 Πάροχος περιεχομένου	13
3.2.4 Δέκτες εκπομπής.....	13
3.3 Επαυξημένη πραγματικότητα	13
3.3.1 Βασική αρχιτεκτονική συστήματος που βασίζεται σε Επαυξημένη Πραγματικότητα .	15
3.3.2 Κινητά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας.....	16
3.3.3 Κιτ ανάπτυξης λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας.....	17
3.3.4 Marbox Vision SDK [33]	19
3.4 Η χρησιμότητα της επαυξημένης πραγματικότητας στον τουρισμό.....	23
Κεφάλαιο 4ο: Ευφυείς Πράκτορες και Πολυπρακτορικά συστήματα	25

4.1	Ευφυείς πράκτορες	25
4.2	Πολυπρακτορικά συστήματα	27
4.2.1	Χαρακτηριστικά πολυπρακτορικών συστημάτων	28
4.2.2	Πλεονεκτήματα πολυπρακτορικών συστημάτων	28
4.2.3	Οργάνωση Πολυπρακτορικών Συστημάτων	30
4.2.4	Η επικοινωνία στα πολυπρακτορικά συστήματα.....	31
4.2.5	Γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων (Agent Communication Languages, ACL)	33
4.2.6	Συντονισμός και συνεργασία πρακτόρων λογισμικού.....	34
4.2.7	Διαπραγμάτευση πρακτόρων μέσω επικοινωνίας.....	34
Κεφάλαιο 5ο:	Ευφυείς συστάσεις στον τουρισμό	37
5.1	Εισαγωγή.....	37
5.2	Εφαρμογές κινητών συσκευών βάσει επίγνωσης του περιβάλλοντος	38
5.3	Οντολογίες τουρισμού βάσει επίγνωσης του περιβάλλοντος στα συστήματα συστάσεων...38	
5.4	Το πλαίσιο επίγνωσης περιβάλλοντος στις κινητές συσκευές για εφαρμογές συστάσεων...38	
5.5	Ευφυείς συστάσεις στα πολυπρακτορικά Συστήματα	42
5.5.1	Ευφυείς συστάσεις με χρήση της πλατφόρμας JADE.....	42
Κεφάλαιο 6ο:	Ευφύες Σύστημα Υποστήριξης Εναλλακτικού Τουρισμού με χρήση Πρακτόρων Λογισμικού και Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	47
6.1	Εισαγωγή.....	47
6.2	Προσωποποιημένη πληροφόρηση	48
Κεφάλαιο 7ο:	Υλοποίηση πρωτότυπου λογισμικού	51
7.1	Εισαγωγή.....	51
7.2	Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν	51
7.3	Αρχιτεκτονική συστήματος	52
7.4	Αποφάσεις σχεδιασμού	53
7.5	Ορισμός σεναρίου	54
7.6	Εκκίνηση του συστήματος.....	54
7.6.1	Εκκίνηση του Back-end	54
7.6.2	Εκκίνηση του Front-end.....	56
Κεφάλαιο 8ο:	Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης.....	63
8.1	Μελλοντικές επεκτάσεις	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		65

Κατάλογος Σχημάτων

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ANDROID ([21]).	11
ΕΙΚΟΝΑ 2: ANDROID APPLICATION COMPONENTS [23].	12
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ - ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΧΕΣ (MILGRAM ET AL., 1995).	14
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΣΕ Ε.Π. [28].	15
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΟΘΟΝΗ ΜΕ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΜΑΡΒOX VISION SDK [33].	20
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΟΘΟΝΗ ΜΕ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΜΑΡΒOX VISION SDK [33].	21
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΟΘΟΝΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΒOX VISION SDK ΟΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΙΤ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ [33].	21
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ: ΟΝΤΟΤΗΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, ΚΥΚΛΟΣ: ΜΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗ) [45].	31
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΕΠΙΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ [48].	39
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΡΗΣΤΗ [49].	40
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ [49].	40
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ [49].	41
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΡΟΝΟΥ [49].	41
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗ ΣΥΣΚΕΥΗ [54].	42
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ ΟΥΡΑΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ.	43
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.	52

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Από τη δεκαετία ήδη του 1980 πραγματοποιείται μία κρίσιμη προσπάθεια, ώστε προορισμοί που δεν έχουν υποστεί ακόμη σημαντική ανθρώπινη παρέμβαση, να καταστούν προσβάσιμοι στους επισκέπτες [1]. Αυτή η μορφή τουρισμού σε φυσικές περιοχές κατά το δυνατόν παρθένες, «εύθραυστες» και αδιατάρακτες, προϋποθέτει ότι οι επισκέπτες θα είναι συνειδητοποιημένοι και υπεύθυνοι έτσι ώστε να διατηρηθεί η αρμονία του περιβάλλοντος και να μην διαταραχθεί ο φυσικός πλούτος της περιοχής [2]. Στον τομέα του τουρισμού περιλαμβάνονται πολλές μορφές. Ο τουρισμός στον οποίο η προσέλκυση επισκεπτών πραγματοποιείται βάσει ειδικών ενδιαφερόντων των επισκεπτών καλείται **εναλλακτικός**. Επιπλέον του μαζικού τουρισμού, οι εναλλακτικές μορφές τουρισμού, οι οποίες αποβλέπουν στη δημιουργία θετικών κοινωνικών, πολιτιστικών και περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: προστασία φυσικού περιβάλλοντος και οικοσυστημάτων, αλληλεπίδραση του επισκέπτη με τα μνημεία, στήριξη αγροτικών περιοχών, καταπολέμηση της εποχικότητας και φυσικά αποφυγή κάθε είδους κλασσικού τουρισμού [3]. Δεν αμφισβητείται το γεγονός ότι οι «μαζικοί επισκέπτες – τουρίστες» έχουν τη δυνατότητα, τα πλεονεκτήματα ή τα προνόμια, τα οποία αντλούν μέσα από τις υπηρεσίες τουριστικού προορισμού, να πραγματοποιούν το ταξίδι τους χωρίς να μιλούν την τοπική γλώσσα ή να διευθετούν οι ίδιοι τις ταξιδιωτικές τους υποχρεώσεις [4]. Η προαγωγή του εναλλακτικού τουρισμού και η προσπάθεια περαιτέρω ευαισθητοποίησης των ήδη ευαισθητοποιημένων επισκεπτών - τουριστών, για να ενισχυθεί η αμφίδρομη σχέση μεταξύ επισκέπτη – περιβάλλοντος, πρέπει να είναι τέτοια ώστε να υπάρχουν οφέλη και για τις δύο πλευρές. Κάτι τέτοιο δύναται να επιτευχθεί με τη δημιουργία μίας κατάλληλης πλατφόρμας πολλαπλών πρακτόρων, παροχής υπηρεσιών που να αναδεικνύουν το θεσμό του εναλλακτικού τουρισμού. Ακόμη και μετά την εξέλιξη μέσα από το χρόνο, των πολυπρακτορικών συστημάτων, τα προβλήματα μίας τέτοιας υλοποίησης παραμένουν πολλά ειδικά όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο σύστημα κινητές συσκευές. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί ένα εξελισσόμενο πεδίο έρευνας και χρήζει περισσότερης έρευνας ειδικά στην υλοποίησή της σε κινητές συσκευές.

Ορμώμενοι από τη σημαντικότητα των προαναφερθέντων πτυχών του εναλλακτικού τουρισμού και σε μία προσπάθεια προαγωγής του γράφτηκε η παρούσα διπλωματική εργασία.

1.2 Σκοπός και στόχοι

Η διπλωματική αυτή εργασία έχει ως στόχο της την υλοποίηση εφαρμογής κινητού τηλεφώνου, ως τμήμα ενός ευρύτερου ευφυούς καταναμημένου συστήματος υποστήριξης εμπειρίας για τον χρήστη στο δυναμικό περιβάλλον των εναλλακτικών μορφών τουρισμού. Με την υλοποίηση της εφαρμογής τα προσδοκώμενα οφέλη του επισκέπτη θα είναι τέτοια, έτσι ώστε η περιηγητική διαδρομή να μεταμορφωθεί σε μία μοναδική και αξέχαστη εμπειρία. Επωφελούμενη θα είναι και η τοπική κοινωνία, καθώς θα προβάλλονται ευάρμοστα, μέσα από την εφαρμογή, οι υπηρεσίες που παρέχονται. Το υπό κατασκευή σύστημα που

Κεφάλαιο 1ο:

προτείνεται, είναι ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων λογισμικού που καθιστά εφικτή τη σύνδεση ετερογενών συσκευών. Σκοπός του συστήματος είναι η δυναμική, βελτιστοποιημένη και εξατομικευμένη παροχή ευφών συστάσεων περιήγησης ως προς τα, εντός επιλεγμένου εύρους, σημεία ενδιαφέροντος, την παροχή χωρικών και περιγραφικών δεδομένων των σημείων ενδιαφέροντος και οδηγιών πλοήγησης προς αυτά, καθώς και την εναλλακτική δυνατότητα πλοήγησης μέσω τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας.

- Για την προβολή πληροφοριών στην κινητή συσκευή χρησιμοποιείται τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality, AR), διότι με την τεχνολογία αυτή πραγματοποιείται υπέρθεση δεδομένων σε πραγματική προβολή. Ως εκ τούτου καθίσταται εφικτή η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο προσφέροντάς του διαθέσιμες πληροφορίες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνονται συνεχώς με τη βοήθεια δεδομένων γεωγραφικής θέσης, ετικετών AR ή ακόμη και αναγνώρισης αντικειμένων με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI).
- Για την προβολή βέλτιστων πληροφοριών απαραίτητη είναι η εξατομίκευση του συστήματος. Η επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης η οποία μέσω ανάλυσης δεδομένων, προερχόμενων από το προφίλ χρήστη και σε συνδυασμό με πράκτορες λογισμικού παρέχει την επιθυμητή βελτιστοποίηση των πληροφοριών αυτών.
- Η παροχή ευφών συστάσεων θεωρείται ως μια ευρηματική προσθήκη για κάθε σύστημα. Μέσω των ευφών συστάσεων αυξάνεται η βελτίωση της τουριστικής εμπειρίας, καθώς πραγματοποιείται αξιοποίηση των καταγεγραμμένων, σχετικών πληροφοριών, σε συνδυασμό με την υπολογιστική ευφυΐα. Κατά συνέπεια, η υπερδιάθεση των πληροφοριών που προσφέρονται, φιλτράρονται βάσει προφίλ χρήστη δημιουργώντας έτσι στοχευμένες προτάσεις, οι οποίες είναι προς όφελος των χρηστών. Για τη επίτευξη της λειτουργίας αυτής, χρησιμοποιείται τεχνολογία πρακτόρων λογισμικού και πραγματοποιείται εκμετάλλευση των ιδιοτήτων αλληλοεπίδρασης που προσφέρουν οι πράκτορες λογισμικού.
- Η εφαρμογή εκτελείται σε λειτουργικό σύστημα Android και υλοποιείται με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java και τις βιβλιοθήκες (MapBox, JADE Android). Υλοποιείται ακόμη πολυπρακτορικό σύστημα με τη χρήση βιβλιοθήκης JADE, το οποίο εκτελείται σε διακομιστή, έτσι ώστε να παρέχεται η απαραίτητη υποστήριξη στις κινητές συσκευές.

1.3 Προβολή προσωποποιημένων πληροφοριών

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται ως πλούσια στην παροχή της πληροφορίας. Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο, η ενασχόληση με αυτό όλο και περισσότερων ατόμων και η αλληλοεπίδρασή τους δημιουργεί μία ανεξάντλητη πηγή πληροφορίας. Αναπόφευκτα, χωρίς διάκριση, κάθε άτομο μεταμορφώνεται σε μία πηγή πληροφόρησης, καθώς με τη συμμετοχή του στον παγκόσμιο ιστό, έμμεσα ή άμεσα γίνεται πομπός πληροφοριών. Ακόμη, οι διάφοροι οργανισμοί τουρισμού, τα ταξιδιωτικά γραφεία, οι δήμοι, οι ιδιοκτήτες καταλυμάτων και πληθώρα άλλων δημόσιων και ιδιωτικών φορέων κατακλύζουν το Διαδίκτυο με τουριστικές πληροφορίες. Με αυτό το πλήθος των πληροφοριών, την αύξηση των δεδομένων και την ετερογένεια των αναγκών ενδεικνύεται να παρέχονται σχετικές και προσαρμοσμένες πληροφορίες για καθημερινή χρήση και ανάγκη [5].

Η ανάγκη αυτή καλύπτεται από την εξατομίκευση, καθώς αυτή διευκολύνει την έκφραση της ανάγκης του χρήστη και του επιτρέπει να λάβει πληροφορίες σχετικές με τα ενδιαφέροντά του μέσα από την πρόσβασή του στο σύστημα πληροφοριών. Η συνάφεια των πληροφοριών καθορίζεται από ένα σύνολο από προσαρμοσμένες προτιμήσεις του χρήστη ή ενός συνόλου χρηστών. Τα δεδομένα αυτών των προτιμήσεων, ομαδοποιούνται και περιγράφουν τους χρήστες. Η ομαδοποίηση αυτή αποτελεί και το προφίλ χρήστη. Το περιεχόμενο του προφίλ είναι μεταβλητό και ποικίλλει ανάλογα με τις προσεγγίσεις ή τις εφαρμογές που θα καλύψει. Οι υπάρχουσες προσεγγίσεις επιλύουν εν μέρει προβλήματα που σχετίζονται με την εξατομίκευση αλλά γενικά δεν υπάρχει κάποιο μοντέλο που να συνεκτιμά όλες τις πτυχές των προτιμήσεων των χρηστών και να δίνει μία πλήρη επισκόπηση όλων των πτυχών [6].

Ως μία επέκταση του σημερινού ιστού, ο σημασιολογικός ιστός επιχειρεί να φέρει μία δομή, η οποία να ανταποκρίνεται στο ουσιαστικό περιεχόμενο των ιστοσελίδων. Η αρχή που πραγματεύεται είναι ότι κάθε δημοσιευμένη πληροφορία θα περιέχει μετα-δεδομένα, κοινά για όλους, τα οποία ωστόσο θα είναι κατανοητά και από μηχανές, προκειμένου να πραγματοποιείται ακριβέστερα, κατά περίπτωση, η ανάκτησή τους και η επεξεργασία τους. Κατά συνέπεια θα είναι εφικτή η βελτιστοποιημένη εξαγωγή πληροφοριών [7]. Οι οντολογίες είναι η τεχνολογία που παρέχει τη λύση σε εφαρμογές αυτού του τύπου. Η χρήση εξελιγμένων οντολογιών προφίλ χρήστη μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία αναζήτησης σε εφαρμογές τουρισμού καθώς αναλύεται το ενδιαφέρον των χρηστών με την υποστήριξη μίας οντολογίας χρηστών [8].

1.4 Ευφυείς συστάσεις

Η επιλογή τουριστικών αξιοθέατων για επίσκεψη σε έναν προορισμό είναι το βασικό στάδιο στον σχεδιασμό ενός ταξιδιού. Αν και έχουν αναπτυχθεί διάφορα διαδικτυακά συστήματα προτάσεων ταξιδιού για την υποστήριξη των χρηστών στον τομέα του ταξιδιωτικού σχεδιασμού κατά την τελευταία δεκαετία, λίγα συστήματα επικεντρώνονται στη σύσταση συγκεκριμένων τουριστικών αξιοθέατων. Η παροχή εξατομικευμένων συστάσεων για τουριστικά αξιοθέατα σε μια άγνωστη πόλη μπορεί να επιτυγχάνεται μέσω μιας τουριστικής οντολογίας. Με τον τρόπο αυτό θα επιτρέπεται στο σύστημα η ενσωμάτωση ετερογενών διαδικτυακών ταξιδιωτικών πληροφοριών. Με βάση την τεχνική δικτύου Bayesian και τη

μέθοδο αναλυτικής διαδικασίας ιεραρχίας (ΑΗΡ), θα πραγματοποιούνται συστάσεις τουριστικών αξιοθέατων σε έναν χρήστη, λαμβάνοντας υπόψη την ταξιδιωτική συμπεριφορά τόσο τη δική του όσο και των άλλων χρηστών. Με ενσωματωμένη την τεχνολογία χωρικών υπηρεσιών Ιστού στο σύστημα, επιτυγχάνεται η παροχή λειτουργιών Geographic Information System (GIS). Επιπλέον, μέσω μιας διαδραστικής γεωγραφικής διεπαφής εμφανίζονται τα αποτελέσματα των προτάσεων και θα πραγματοποιείται επίσης η λήψη σχολίων από τους χρήστες. Οι Huang και Bian [9] απόδειξαν, με δοκιμές, ότι το σύστημα που υλοποίησαν μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις για τουριστικά αξιοθέατα που ικανοποιούν τον χρήστη.

1.5 Μεθοδολογική προσέγγιση

Οι παραπάνω στόχοι επιτεύχθηκαν πρώτα μέσα από βιβλιογραφική έρευνα τόσο σε επίπεδο συγχρονίας, στα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη του εναλλακτικού τουρισμού αλλά και στον τουρισμό γενικότερα, αλλά και διαχρονικά, καθώς η εμφάνιση του εναλλακτικού τουρισμού ως μορφή τουρισμού είναι σχετικά πρόσφατη.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στις αναφορές σχετικά με τους τρόπους παροχής πληροφοριών κατά τη διάρκεια της τουριστικής εμπειρίας καθώς και στη βελτιστοποίηση της παροχής αυτής.

Ακόμη μελετήθηκε βιβλιογραφία σχετική με τη διαδικασία προσωποποίησης της πληροφορίας και τους τρόπους προβολής της.

Τέλος, μελετήθηκαν βιβλιογραφικά, οι μηχανισμοί που προσφέρονται για τη δημιουργία ευφών συστάσεων με σκοπό τη βελτίωση της τουριστικής εμπειρίας.

Με την κατάκτηση της γνώσης σε επίπεδο βιβλιογραφίας υλοποιήθηκε προγραμματιστικά εφαρμογή η οποία καλύπτει τους στόχους της διπλωματικής αυτής εργασίας.

1.6 Εύρος λύσης και καινοτομία

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια και αναπτυχθηκε ευφές σύστημα υποστήριξης εξατομικευμένης εναλλακτικής εμπειρίας χρήστη σε δυναμικά περιβάλλοντα όπως, χάριν παραδείγματος, αυτό της περιηγητικής διαδρομής. Για την υλοποίηση του συστήματος έγινε χρήση πρακτόρων λογισμικού, έτσι ώστε να επιτευχθεί η δυναμικότητα, η ευελιξία, η δυνατότητα κλιμάκωσης αλλά και η εξατομίκευση και προσαρμοστικότητα του συστήματος βάσει προφίλ του εκάστοτε χρήστη. Έγινε ακόμη χρήση τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς έτσι πραγματοποιείται υπέρθεση δεδομένων σε πραγματική προβολή επιτυγχάνοντας δυναμικά την επικοινωνία και αλληλεπίδραση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο. Οι παρεχόμενες πληροφορίες εμφανίζονται ενσωματωμένες στο φυσικό περιβάλλον σε πραγματική προβολή παρέχοντας έτσι στον χρήστη την ψευδαισθηση ότι είναι μέρος του πραγματικού κόσμου διεγείροντας ακόμη περισσότερες αισθήσεις. Η εξατομίκευση της πληροφορίας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης έτσι ώστε να προσωποποιηθούν οι ευφείς συστάσεις.

Η καινοτομία της υλοποίησης έγκειται στη χρήση πρακτόρων λογισμικού σε κινητές συσκευές οι οποίες συνδυάζουν τη χρήση πρακτόρων για την προβολή βελτιστοποιημένων

εξατομικευμένων βάσει επιθυμιών χρήστη πληροφοριών μέσω ευφών πρακτόρων και πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης. Με το συνδυασμό όλων των παραπάνω πραγματοποιείται προσωποποιημένη προβολή πληροφοριών και προτείνονται ευφύης συστάσεις για τη βελτίωση της εμπειρίας.

1.7 Επίλογος

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, τους στόχους της και την προσέγγισή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στον εναλλακτικό τουρισμό και τη εμπειρία χρήστη.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο πλατφόρμας της Android και τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην πλατφόρμα αυτή. Ακόμη εξετάζονται τα δημοφιλή και τελευταίας τεχνολογίας SDK Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του ευφούς πράκτορα και των πολυπρακτορικών συστημάτων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο εξετάζεται το πεδίο των ευφών συστάσεων στον τουρισμό και οι τρόποι υλοποίησής του.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η πρόταση του πλαισίου.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η υλοποίηση του πλαισίου, τα εργαλεία ανάπτυξης, οι αποφάσεις σχεδιασμού και το σενάριο υλοποίησης.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι μελλοντικές προτάσεις.

Κεφάλαιο 2ο:

Κεφάλαιο 2ο: Εναλλακτικός τουρισμός και πληροφορία

2.1 Παροχή πληροφοριών στον τουρισμό και ιδιαίτερα στον εναλλακτικό τουρισμό

Ο τουρισμός θεωρείται ως μία πράξη αναψυχής ή διαχείρισης του ελεύθερου χρόνου. Το κίνητρο για αυτή την πράξη σχετίζεται με πολλούς παράγοντες διαφορετικούς για τον καθένα αλλά η προσδοκία της πράξης παραμένει η ίδια για όλους. Κι αυτή η προσδοκία είναι να αποκτήσει ο επισκέπτης την καλύτερη κατά το δυνατόν τουριστική εμπειρία.

Η τουριστική εμπειρία κατευθύνεται και διευκολύνεται ουσιαστικά από τουριστικούς οργανισμούς, τουριστικούς οδηγούς και τυπωμένους χάρτες παλαιότερα. Καθώς ο τουρισμός είναι μία διαδικασία που περιέχει αρκετά στάδια που καλύπτουν από την οργάνωση του ταξιδιού έως και την επιστροφή, η γνώση που αποκιέται στα διάφορα αυτά στάδια πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να έχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα. Δεν αρκεί πλέον η κατοχή ενός τουριστικού οδηγού και ενός χάρτη της περιοχής για την επίσκεψη ενός τόπου. Αυτά έχουν αντικατασταθεί στη σημερινή εποχή, αν και ορισμένα από τα προαναφερθέντα χρησιμοποιούνται σε εξαιρετικές περιπτώσεις [10].

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα η ανάπτυξη του διαδικτύου εμφάνισε νέα μέσα επίδρασης στην τουριστική εμπειρία. Ορισμένα από αυτά τα μέσα είναι οι ταξιδιωτικές ιστοσελίδες αλλά και οι τουριστικές εφαρμογές. Σε αρκετά από αυτά πραγματοποιείται η συμμετοχή των χρηστών (TripAdvisor, Google places) μέσα από προσωπικά σχόλια ή κατάθεση προσωπικών τουριστικών πληροφοριών χάριν παραδειγματος φωτογραφιών και επιτυγχάνεται η ανταλλαγή τουριστικών πληροφοριών. Το όφελος που προκύπτει από αυτή την ανταλλαγή πληροφοριών είναι τέτοιο ώστε ο επισκέπτης να βιώνει, κατά την επίσκεψή του στον τόπο προορισμού, εκτός από την οπτική εμπειρία και άλλες, μέσω των υπολοίπων αισθήσεων, όπως την ακοή, τη γεύση, την αφή και την όσφρηση [11]. Γίνεται αντιληπτό ότι η βελτιστοποίηση της τουριστικής εμπειρίας βασίζεται στην πληροφορία, από όπου κι αν προέρχεται.

Μπορεί η αναζήτηση του προορισμού, η σχεδίαση της επίσκεψης, η αναζήτηση και κράτηση εισιτηρίων να πραγματοποιούνται από σταθερές συσκευές ηλεκτρονικών υπολογιστών, αλλά κατά την επίσκεψη οι κινητές συσκευές πρωταγωνιστούν. Το τυπικό απλό σενάριο είναι αυτό που ο χρήστης χειρίζεται μία κινητή συσκευή προκειμένου να λάβει την απαιτούμενη πληροφόρηση και διαδραστική βοήθεια περιήγησης τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους. Οι λειτουργίες που προσφέρονται σήμερα είναι τέτοιες, ώστε να επεκτείνουν και να καλύπτουν ένα ευρύτερο φάσμα δραστηριοτήτων. Εκτός από τις υπηρεσίες πλοήγησης, που είτε βασίζονται σε επίγνωση της τοποθεσίας είτε σε άλλα χαρακτηριστικά, δυνατή είναι και η πρόσβαση σε πρόσθετες υπηρεσίες με βάση τα συμφραζόμενα και σε αρκετές περιπτώσεις από επιλογές σχολιασμού ή περιεχομένου του χρήστη, καθώς και προηγμένη επεξεργασία γνώσεων. Αποτέλεσμα των προαναφερθέντων είναι οι προσαρμοστικές και εξαρτώμενες από το περιβάλλον υπηρεσίες. Ακόμη, οι γνώσεις που αντλούνται από δεδομένα χρήστη αξιοποιούνται και προσαρμόζονται στις

Κεφάλαιο 2ο:

προσφερόμενες υπηρεσίες ή στα περιεχόμενα του προφίλ χρήστη, έτσι ώστε να προσφέρουν βέλτιστες προτάσεις για τις διαθέσιμες κατά περίπτωση υπηρεσίες [12].

Συνεπώς στον εναλλακτικό τουρισμό, και γενικότερα στον τουρισμό τα προηγμένα τουριστικά συστήματα πληροφοριών που υλοποιούνται, θα πρέπει να παρέχουν στον χρήστη κινητών συσκευών πληροφορίες, οι οποίες δεν θα είναι στατικές και σχετικές μόνο με τις υπό επίσκεψη τοποθεσίες και αξιοθέατα. Αντιθέτως, θα πρέπει να προσφέρουν στο χρήστη πλούσιες σημασιολογικά πληροφορίες, που θα σχετίζονται με το ενδιαφέρον του χρήστη, την τοποθεσία και τη γνώση του τόπου. Αυτό είναι σημαντικό, διότι με τον τρόπο αυτό θα παρέχονται στους χρήστες – επισκέπτες όχι μόνο εξατομικευμένες πληροφορίες αλλά παράλληλα και πληροφορίες για το ιστορικό της επίσκεψης. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με μοντελοποίηση των σχετικών δεδομένων με τεχνολογίες είτε σημασιολογικές (Resource Description Framework (RDF) Schema (RDFS)) είτε παραδοσιακές, όπως η σχεσιακή βάση δεδομένων [13].

Από τις αναπτυσσόμενες επιχειρήσεις της τουριστικής βιομηχανίας στην προσπάθειά τους να παραμείνουν ανταγωνιστικές αναζητούνται τρόποι που ενισχύουν τις δραστηριότητές τους με νέες τεχνολογίες.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Ε.Π., αγγλική γλώσσα: Augmented Reality, AR) είναι πλέον η λέξη-κλειδί της σύγχρονης τεχνολογίας της πληροφορίας, κερδίζοντας καθημερινά έδαφος σε διάφορες περιπτώσεις χρήσης. Αυτή η τάση ενισχύεται ιδιαίτερα και σε εφαρμογές για κινητές συσκευές [14].

Παρατηρείται μία ανάπτυξη της τεχνολογίας Ε.Π. τα τελευταία χρόνια, καθώς αυτή συμπληρώνει την πραγματικότητα με εικονικά στοιχεία έχοντας ως στόχο τη βελτιστοποίηση των ανθρώπινων δυνατοτήτων. Ως εκ τούτου, τα διαδραστικά συστήματα που δημιουργεί η Ε.Π., συμπληρώνουν τα χαρακτηριστικά ενός πλήρους πραγματικού περιβάλλοντος μέσα από συσκευές, δημιουργώντας επίπεδα και διαφορετικών τύπων επεξεργασμένα δεδομένα.

Σύμφωνα με την [15] αναφέρεται ότι, κατά τον Schmitt, η Ε.Π. χρησιμοποιείται στις καμπάνιες μάρκετινγκ ως μέρος του βιωματικού μάρκετινγκ, καθώς η εστίασή του δεν είναι μόνο η υπηρεσία προϊόντων αλλά και η δημιουργία μίας ολοκληρωμένης εμπειρίας του καταναλωτή. Μέσω της Ε.Π. είναι δυνατή η διαρκής τουριστική προσφορά με εικονικό περιεχόμενο στον επισκέπτη, όπως για παράδειγμα η περιήγηση σε ιστορικά κτήρια, που πιθανόν να μην υπάρχουν πλέον ή η συμμετοχή του σε εικονικά ιστορικά γεγονότα. Ακόμη σε ένα όχι και τόσο ελκυστικό πραγματικό περιβάλλον, το πόσο δελεαστική είναι μία δραστηριότητα, είτε εξωτερική είτε εσωτερική, μπορεί να μεταβάλλεται μέσω της Ε.Π. Κατά την Yoncheva et al., η χρήση της Ε.Π. σε τουριστικούς προορισμούς δεν φέρνει πάντα τα αναμενόμενα θετικά αποτελέσματα. Αν και κατά τον Jung et al. τα θετικά αποτελέσματα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό όχι μόνο από την εξοικείωση των επισκεπτών στη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών αλλά και από την πρόθεσή τους να τη χρησιμοποιήσουν.

Η χρήση της Ε.Π. ενδέχεται να επηρεάσει την προσέλευση επισκεπτών σε κάποιο προορισμό παρατείνοντας την μετα-εποχιακή περίοδο ή προσελκύοντας περισσότερους επισκέπτες.

Γνωστή είναι η χρήση σε προορισμούς εναλλακτικού τουρισμού των σταθερών διοπτρών, οι οποίες λειτουργούν με την εισαγωγή κέρματος, προκειμένου να απολαύσουν οι επισκέπτες τη θέα που προσφέρεται μέσα από τις διόπτρες. Με τη χρήση των διοπτρών ο επισκέπτης δύναται να δει νέους, ενδιαφέροντες, υποψήφιους προορισμούς που δεν θα ήταν ορατοί με γυμνό οφθαλμό. Τις περισσότερες φορές όμως αυτό καθίσταται δυσχερές καθώς το βάθος πεδίου περιορίζεται λόγω των φυσικών εμποδίων από δέντρα, οικίες, κ.α. Συνεπώς οι πληροφορίες που θα λαμβάνει ο επισκέπτης για την τοποθεσία θα είναι περιορισμένες. Ο συνδυασμός της θέας της τοποθεσίας με την τεχνολογία της ΕΠ, θα προσφέρει περισσότερες πληροφορίες με τη βοήθεια πολυμέσων στον επισκέπτη αυξάνοντας έτσι την εμπειρία του [16].

2.2 Το πρόβλημα της τουριστικής εμπειρίας στον εναλλακτικό τουρισμό

Το πιο βασικό από τα αποτελέσματα του τουρισμού είναι η τουριστική εμπειρία, η οποία διαφέρει από την καθημερινή εμπειρία καθώς αποτελεί διαμεσολαβημένη διαδικασία άρρηκτα συνδεδεμένη με την τουριστική βιομηχανία. Κι αν η γνώση που αποκτιέται μέσα από βιώματα ονομάζεται εμπειρία αυτή αναφέρεται σε δύο διαφορετικές καταστάσεις: τις εμπειρίες που βιώνουμε την κάθε στιγμή και τις αξιολογημένες εμπειρίες, που συνδέονται με τη νοητική αναπαραγωγή εμπειριών και περιέχουν μια νοηματοδότηση [17].

Στο βιβλίο “The Tourism and Leisure Experience” των Cutler και Carmichael [18], αναφέρεται ότι, η τουριστική εμπειρία είναι μια περίπλοκη ψυχολογική διαδικασία και η παροχή ενός συνοπτικού ορισμού της είναι μία δύσκολη εργασία. Η τουριστική εμπειρία συνδέεται με βιώματα που στόχο έχουν να αφήσουν αξιωματικούς εντυπώσεις. Ακόμη, αναφέρεται ότι οι Cohen, Graburn και Vogt, συμφωνούν στο ότι, οι τουριστικές εμπειρίες είναι αναμφισβήτητα διαφορετικές από τις καθημερινές εμπειρίες. Στο ίδιο βιβλίο παρατηρείται ότι κατά τον Larsen, η τουριστική εμπειρία πρέπει να ορισθεί ως ένα παρελθόν σχετικό με ταξίδια, γεγονός που ήταν αρκετά σημαντικό, για να αποθηκευτεί στη μακροπρόθεσμη μνήμη. Ενώ, σύμφωνα με τον Jennings, η τουριστική εμπειρία είναι κάτι υποκειμενικό και μπορεί να ερμηνευτεί με προβληματισμό σχετικά με τα συγκεκριμένα άτομα που εμπλέκονται και τις συγκεκριμένες τοποθεσίες, στις οποίες πραγματοποιούνται οι εμπειρίες. Όλες οι παραπάνω προσεγγίσεις αναφέρονται στην εμπειρία στον προορισμό.

Ωστόσο, καταλήγουν οι συγγραφείς ότι, κατά τους Clawson και Knetsch, η εμπειρία ενός τουριστικού γεγονότος ξεκινά πολύ πριν το ταξίδι, δηλαδή κατά τις φάσεις προγραμματισμού και προετοιμασίας κι ακόμη συνεχίζεται στην επιστροφή μέσω της ανάμνησης και της επικοινωνίας των εκδηλώσεων που έλαβαν χώρα. Η τουριστική εμπειρία μπορεί να εστιαστεί και σε επιτόπιες εμπειρίες. Ορίζεται ως αλληλεπίδραση μεταξύ των επισκεπτών – τουριστών και των προορισμών, όπου οι προορισμοί είναι ο τόπος της εμπειρίας και οι επισκέπτες – τουρίστες είναι οι παράγοντες της εμπειρίας [19].

Η εξέλιξη των κινητών τηλεφώνων σε έξυπνους υπολογιστές (smartphones) συνάμα με την υποστήριξη μίας μεγάλης έκτασης υπηρεσιών και πληροφοριών καθώς και την καθολική πρόσβαση σε αυτές, έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν σημαντικά την τουριστική εμπειρία. Ως εκ τούτου τα έξυπνα τηλέφωνα είναι δυνατόν να αλλάξουν τη συμπεριφορά και τη συναισθηματική κατάσταση των τουριστών, διότι με τον τρόπο αυτό αντιμετωπίζεται μία

Κεφάλαιο 2ο:

ευρεία ποικιλία αναγκών πληροφόρησης. Καθώς με την άμεση υποστήριξη υπηρεσιών και πληροφοριών μέσω των έξυπνων τηλεφώνων επιτρέπεται η αποτελεσματική και άμεση επίλυση τυχόν προβλημάτων και επιπλέον παρέχεται όχι μόνο η δυνατότητα διαμοιρασμού αλλά και η αποθήκευση εμπειριών, αυτό από μόνο του αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη χρήση τους στη δημιουργία της τουριστικής εμπειρίας [20].

Για την παροχή των καινοτόμων αυτών υπηρεσιών απαιτούνται συστήματα που να υποστηρίζουν τις καινοτομίες αυτές και να παρέχουν περιεχόμενο προστιθέμενης αξίας [16].

Κεφάλαιο 3ο: Εικονική Πραγματικότητα στο Android

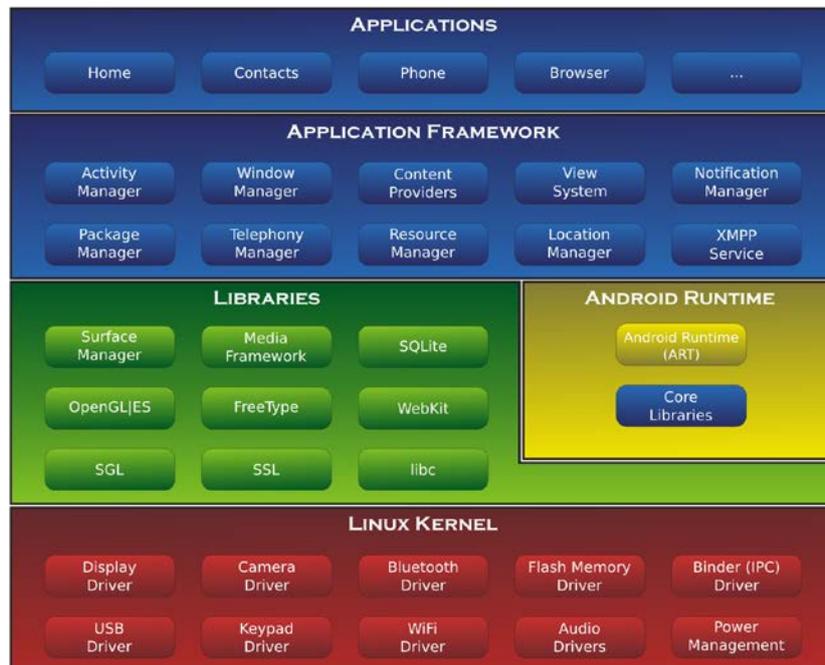
3.1 Εισαγωγή

Για την δημιουργία μίας εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας (Ε.Π., αγγλική γλώσσα: Augmented Reality, AR) στο λειτουργικό σύστημα Android θα πρέπει να υπάρχει εξοικείωση με την τεχνολογία που παρέχει τη βάση για την ανάπτυξή της.

Συνεπώς, η γνώση των χαρακτηριστικών και της αρχιτεκτονικής του λειτουργικού συστήματος Android και της τεχνολογίας Ε.Π., καθώς και των εφαρμογών που τη χρησιμοποιούν είναι απόλυτα αναγκαίος.

3.2 Android

Στην εκτεταμένη πλατφόρμα Android [21], η οποία είναι ανοιχτού κώδικα, περιλαμβάνεται ένα λειτουργικό σύστημα που βασίζεται στον πυρήνα του λειτουργικού Linux. Πάνω από τον πυρήνα αυτό υπάρχουν το middleware, οι βιβλιοθήκες και η διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface, API) η οποία είναι γραμμένη στη γλώσσα προγραμματισμού C και τέλος οι εφαρμογές οι οποίες εκτελούνται σε ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει συμβατές με Java βιβλιοθήκες.



Εικόνα 1: Διάγραμμα αρχιτεκτονικής Android ([21]).

Η ιστορία ανάπτυξης του Android θεωρείται γνωστή και δεν αναφέρεται.

Στη φωτογραφία Εικόνα 1 της αρχιτεκτονικής του Android διακρίνονται τέσσερα επίπεδα, στα οποία το ένα επίπεδο περιέχει τα προγράμματα οδήγησης της ποικιλίας του υλικού των συσκευών Android, καθώς και το περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης (runtime) των εφαρμογών. Στο περιβάλλον αυτό παρέχεται ένα σύνολο βασικών βιβλιοθηκών, το οποίο επιτρέπει σε

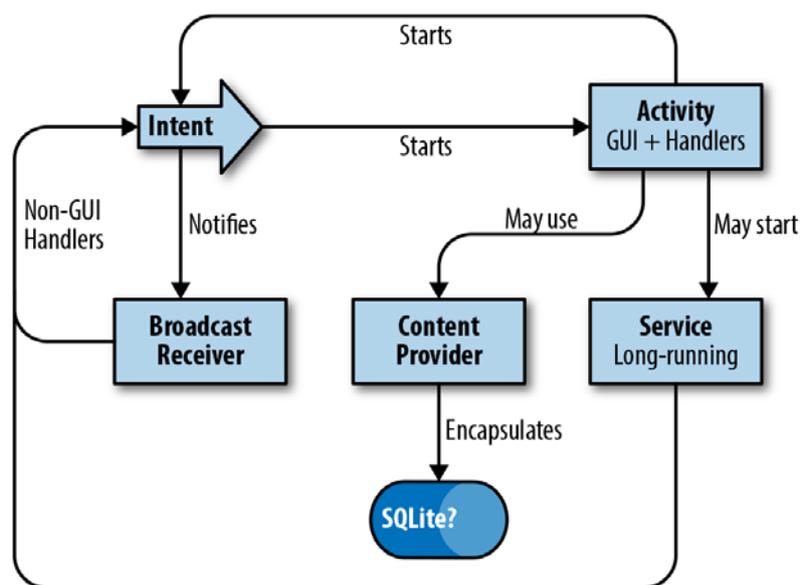
προγραμματιστές να υλοποιούν εφαρμογές Android στη γλώσσα προγραμματισμού Java. Εκεί περιέχεται και η εικονική μηχανή Dalvik, στην οποία μεταγλωττίζονται οι εφαρμογές. Το Dalvik είναι μια εικονική μηχανή, που σχεδιάστηκε ειδικά για το Android και βελτιστοποιήθηκε για εκείνες τις συσκευές, που λειτουργούν με μπαταρίες και περιορισμένη μνήμη.

Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται στην πλατφόρμα Android μπορούν να γραφτούν στις γλώσσες προγραμματισμού Java, Kotlin και C++. Ο κώδικας στον οποίο γράφεται, μεταγλωττίζεται μαζί με τυχόν αρχεία δεδομένων και πόρων σε ένα πακέτο Android. Το πακέτο αυτό, που έχει την επέκταση .apk, περιέχει όλα τα απαιτούμενα για την εγκατάσταση και εκτέλεση της εφαρμογής [22].

Κάθε εφαρμογή Android έχει τέσσερα βασικά δομικά στοιχεία. Αυτά είναι οι δραστηριότητες (activities), οι υπηρεσίες (services), οι δέκτες εκπομπής (broadcast receivers) και τέλος οι πάροχοι περιεχομένου (content providers). Περισσότερες πληροφορίες για τα δομικά αυτά στοιχεία και τη χρήση τους μπορεί να αναζητηθούν από τον χρήστη στον online οδηγό χρήσης του Android στον σύνδεσμο <https://developer.android.com/guide/components/fundamentals.html>

3.2.1 Δραστηριότητες

Η δραστηριότητα αντιπροσωπεύεται από μια ξεχωριστή οθόνη με ένα περιβάλλον εργασίας χρήστη. Χάριν παραδείγματος, σε μια εφαρμογή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μπορεί να υπάρχει μια δραστηριότητα, στην οποία εμφανίζεται μια λίστα από μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή μια άλλη δραστηριότητα, στην οποία δημιουργείται ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή και ακόμη μία, στην οποία διαβάζεται το μήνυμα του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Παρόλο που όλες αυτές οι δραστηριότητες συνεργάζονται, καθεμία τους είναι ανεξάρτητη. Οποιαδήποτε από αυτές τις δραστηριότητες μπορεί να εκτελείται από μία άλλη εφαρμογή. Μία δραστηριότητα υλοποιείται έτσι ώστε η κλάση της να κληρονομείται από την κλάση Activity.



Εικόνα 2: Android application components [23].

3.2.2 Υπηρεσίες

Μια υπηρεσία είναι ένα στοιχείο που εκτελείται στο παρασκήνιο και εκτελεί λειτουργίες μεγαλύτερης διάρκειας για απομακρυσμένες διεργασίες. Δεν παρέχεται διεπαφή χρήστη από την υπηρεσία, αν και μπορεί να δημιουργηθεί μια ειδοποίηση γραμμής κατάστασης για ενημέρωση του χρήστη. Ένα παράδειγμα αυτού του στοιχείου είναι η αναπαραγωγή μουσικής υπόκρουσης, ενώ την ώρα που ο χρήστης εκτελεί κάποια άλλη εφαρμογή. Συνήθως, ενεργοποιείται από μία δραστηριότητα που συνδέεται και επικοινωνεί με αυτήν. Η υπηρεσία υλοποιείται ως υποκλάση από την κλάση `Service`.

3.2.3 Πάροχος περιεχομένου

Το στοιχείο αυτό «φροντίζει» για τα κοινόχρηστα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύονται σε ένα σύστημα αρχείων, σε μια βάση δεδομένων, στον Ιστό ή σε οποιοδήποτε διαθέσιμο αποθετήριο. Κάποιες άλλες εφαρμογές ενδέχεται να υποβάλουν ερώτημα ή τροποποίηση αυτών των δεδομένων. Το στοιχείο αυτό χρησιμοποιείται επίσης για δεδομένα που είναι διαθέσιμα μόνο στην εφαρμογή και δεν είναι κοινόχρηστα. Ένας πάροχος περιεχομένου υλοποιείται ως υποκλάση του `ContentProvider`. Η εκτέλεση συναλλαγών σε άλλες εφαρμογές επιτρέπεται μέσω της εφαρμογής ενός τυπικού συνόλου API από τον πάροχο περιεχομένου.

3.2.4 Δέκτες εκπομπής

Οι δέκτες εκπομπής παρέχουν μια απάντηση στα μηνύματα μετάδοσης. Τα περισσότερα από αυτά τα μηνύματα αποστέλλονται από το σύστημα· για παράδειγμα αποστέλλεται μια αναφορά ότι η μπαταρία είναι άδεια. Επίσης τα μηνύματά έχουν τη δυνατότητα να μεταδίδονται από τις ίδιες τις εφαρμογές. Στο στοιχείο αυτό δεν εμφανίζεται κάποια διεπαφή χρήστη, αλλά μπορεί να δημιουργηθεί μια ειδοποίηση γραμμής κατάστασης, όπου θα ειδοποιείται ο χρήστης, όποτε αποστέλλεται ένα μήνυμα. Ο δέκτης υλοποιείται ως υποκλάση από την κλάση `BroadcastReceiver` και κάθε μετάδοση εκτελείται χρησιμοποιώντας ένα αντικείμενο που ονομάζεται πρόθεση (`Intent`).

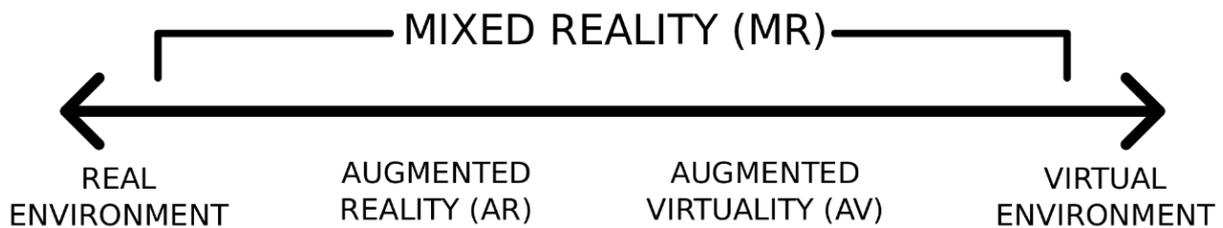
Εκτός από το στοιχείο παροχής περιεχομένου, τα υπόλοιπα μέρη της εφαρμογής εκτελούν προθέσεις. Η πρόθεση συνδέει στοιχεία μεταξύ τους ενώ εκτελείται το πρόγραμμα. Πριν από τη δημιουργία ενός στοιχείου, το σύστημα πρέπει να γνωρίζει ότι το στοιχείο υπάρχει. Συνεπώς, θα πρέπει να γραφτούν στο αρχείο `AndroidManifest.xml` που ανήκει στην αντίστοιχη εφαρμογή. Σε αυτό το αρχείο δηλώνονται και πολλά άλλα στοιχεία, όπως χάριν παραδείγματος, ο προσδιορισμός τυχόν δικαιωμάτων χρήστη που απαιτούνται από την εφαρμογή, το ελάχιστο επίπεδο API που απαιτείται βάσει των API που χρησιμοποιούνται και η χρήση στοιχείων υλικού ή λογισμικού της συσκευής, όπως κάμερα, bluetooth κ.λπ., ή δήλωση των βιβλιοθηκών που χρησιμοποιούνται.

3.3 Επαυξημένη πραγματικότητα

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα [24] (Ε.Π., αγγλική γλώσσα: *Augmented Reality*, AR) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει να βλέπουμε και να επικοινωνούμε με εικονικά αντικείμενα που εμπεριέχονται στον πραγματικό κόσμο. Επιτρέπει δηλαδή στον χρήστη να αντιληφθεί

Κεφάλαιο 3ο:

τον κόσμο με έναν συνδυασμό της πραγματικής εικόνας του κόσμου και ενός εικονικού αντικειμένου. Για τις εφαρμογές κινητών συσκευών αυτό χαρακτηρίζεται από επικάλυψη, προσθήκη ή εμφάνιση κάποιων πρόσθετων πληροφοριών στην εικόνα του πραγματικού κόσμου. Εκτός από τον όρο της Ε.Π., εμφανίζεται επίσης και ο όρος της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality, VR), ο οποίος διαφέρει από την Ε.Π. στο ότι στην VR δε χρησιμοποιείται η εικόνα της πραγματικότητας που συλλαμβάνεται ζωντανά από την κάμερα, αλλά χρησιμοποιούνται είτε κάποια γραφικά, είτε κάποια βίντεο ή ταινίες που είναι ήδη καταγεγραμμένες ή αντικαθιστούν τον πραγματικό κόσμο με μία πρόταση προσομοίωσης. Και οι δύο αυτές έννοιες μπορούν να προσδιορίζονται από την έννοια της μικτής πραγματικότητας (Mixed Reality, MR), στην οποία εμπεριέχονται και τα δύο αυτά συστήματα.



Εικόνα 3: Το πραγματικό - εικονικό συνεχές (Milgram et al., 1995).

Στην Εικόνα 2 διακρίνεται ότι αριστερά του συνεχούς, ορίζεται οποιοδήποτε περιβάλλον αποτελείται αποκλειστικά από πραγματικά αντικείμενα και περιλαμβάνει οτιδήποτε μπορεί να παρατηρηθεί κατά την προβολή μιας πραγματικής σκηνής είτε απευθείας αυτοπροσώπως, είτε μέσω κάποιου είδους παραθύρου, είτε μέσω κάποιου είδους οθόνη (βίντεο). Στα δεξιά του συνεχούς καθορίζονται περιβάλλοντα που αποτελούνται αποκλειστικά από εικονικά αντικείμενα. Στο πλαίσιο αυτό μπορεί να οριστεί ένα γενικό MR ως ένα περιβάλλον στο οποίο τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου και του εικονικού κόσμου παρουσιάζονται ταυτόχρονα σε μία ενιαία οθόνη. Δηλαδή, σε οποιοδήποτε σημείο του πραγματικού εικονικού συνεχούς [25].

Από τα παραπάνω γίνεται εφικτή η κατηγοριοποίηση των συστημάτων εικονικού περιβάλλοντος σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, με βάση τον βαθμό εμπύθισης του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον:

- **Εικονική Πραγματικότητα:** ο χρήστης περιέρχεται εντελώς σε ένα εικονικό περιβάλλον και έχει τη δυνατότητα να μετακινείται μέσα σε αυτόν και να αφουγκράζεται τους ήχους του.
- **Επαυξημένη Πραγματικότητα:** ο χρήστης περιέρχεται σε ένα πραγματικό περιβάλλον μέσα στο οποίο ορισμένα ψηφιακά περιεχόμενα υπερτίθενται.
- **Μικτή Πραγματικότητα:** συγχωνεύονται πραγματικοί και εικονικοί κόσμοι, που παράγουν νέα περιβάλλοντα στα οποία συνυπάρχουν φυσικά και ψηφιακά αντικείμενα και ο χρήστης μπορεί να αλληλοεπιδράσει μαζί τους σε πραγματικό χρόνο.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της Ε.Π. είναι[26]:

- Ο συνδυασμός πραγματικών και εικονικών αντικειμένων σε πραγματικό περιβάλλον.

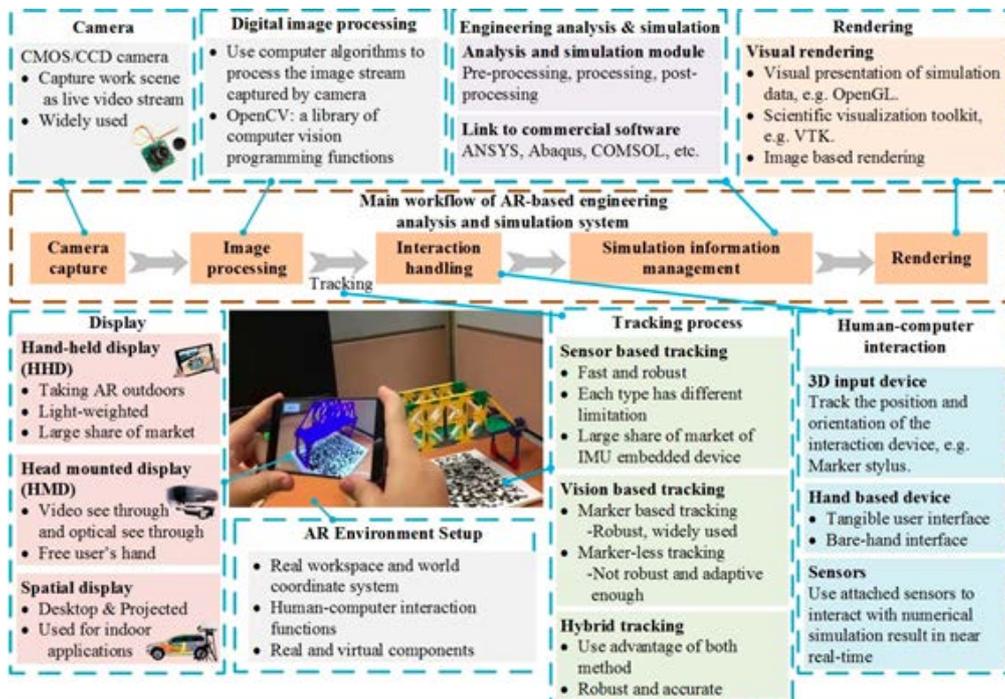
- Επιτρέπεται η αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο.
- Η πληροφορία εγγράφεται στις τρεις διαστάσεις.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αξιοσημείωτη πρόοδος στον τομέα της Ε.Π., που υλοποιήθηκε με την ταχεία ανάπτυξη των κινητών και φορητών συσκευών, καθώς και τις πλατφόρμες ανάπτυξης. Αυτό είχε ως επακόλουθο τη δημιουργία πληθώρας εφαρμογών Ε.Π., όπως εφαρμογές πλοήγησης, παιχνίδια, προγράμματα περιήγησης κ.λπ. Για όλες αυτές τις εφαρμογές απαιτείται συνήθως η χρήση επιταχυνσιόμετρου και του Παγκόσμιου Συστήματος Στιγματοθέτησης, ή Θεσιθεσίας ή GPS (Global Positioning System), για να επιτευχθεί η ανίχνευση της θέσης της συσκευής και η κατάλληλη περιστροφή της οθόνης της συσκευής. Συνάμα, η Ε.Π. συναντάται και σε άλλους τομείς, όπως της ιατρικής, των ενόπλων δυνάμεων, της μηχανικής και πολλών άλλων.

Καθώς ένα σύστημα Ε.Π. μπορεί να επικαλύπτει περιεχόμενο που δημιουργείται από υπολογιστή σε προβολές της φυσικής σκηνής, αυξάνοντας την αντίληψη του χρήστη και τη γνώση του κόσμου [26], έχουμε ως αποτέλεσμα σε κάθε ένα από τους τομείς που συναντάται η Ε.Π., την επαύξηση της πραγματικότητας που πραγματοποιείται με εικονικά στοιχεία. Προστίθενται δηλαδή στοιχεία στο κατάλληλο μέρος και την κατάλληλη χρονική στιγμή όπως πληροφορίες που είναι απαραίτητες στον χρήστη και δίνεται έτσι η δυνατότητα να βελτιώνονται οι ανθρώπινες επιδόσεις[27].

3.3.1 Βασική αρχιτεκτονική συστήματος που βασίζεται σε Επαυξημένη Πραγματικότητα

Ένα τυπικό σύστημα μηχανικής ανάλυσης και προσομοίωσης που βασίζεται σε Ε.Π. απεικονίζεται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 4: Ροή εργασίας του συστήματος μηχανικής ανάλυσης και προσομοίωσης που βασίζεται σε Ε.Π. [28].

Γίνεται αντιληπτό στην παραπάνω εικόνα, ότι η ροή εργασιών ενός συστήματος μηχανικής ανάλυσης και προσομοίωσης, που βασίζεται σε Ε.Π., αποτελείται από πέντε γενικά βήματα. Με πρώτο βήμα τη λήψη εικόνας, στη συνέχεια την επεξεργασία εικόνας, τον χειρισμό αλληλεπίδρασης, τη διαχείριση πληροφοριών προσομοίωσης και τέλος την απόδοση [28]. Κάθε βήμα, αναλύεται και επεξηγείται ως προς τα χαρακτηριστικά και την ταξινόμια.

Σύμφωνα με τους Wenkai Li, et al. [28], η εικόνα που συλλαμβάνεται σε μια συσκευή σύλληψης εικόνας υποβάλλεται σε επεξεργασία με τη χρήση αλγορίθμων όρασης για παρακολούθηση, ενώ τα αρθρώματα μηχανικής ανάλυσης και προσομοίωσης παράγουν περιεχόμενο για απόδοση Ε.Π. Στην Εικόνα 3 δηλώνεται και μία σύνοψη για τους τύπους συσκευών προβολής αλλά και τις μεθόδους παρακολούθησης.

Η έρευνα της Ε.Π. στην πλειοψηφία της βασίζεται στην οπτική απεικόνιση και αυτό συμβαίνει λόγω της ικανότητάς της να παρέχει την πιο διαισθητική επαύξηση στους χρήστες. Κατά συνέπεια ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την οθόνη Ε.Π. ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες με βάση τη σχετική θέση του χρήστη και το περιβάλλον. Έτσι προκύπτουν, η οθόνη κεφαλής (head-mounted display, HMD), η φορητή συσκευή (hand-held device, HHD) και η χωρική οθόνη, όπως είναι η οθόνη επιφάνειας εργασίας και η προβαλλόμενη οθόνη.

Η παρακολούθηση σημαίνει τον δυναμικό προσδιορισμό των χωρικών ιδιοτήτων κατά το χρόνο εκτέλεσης. Οι τρέχουσες τεχνικές παρακολούθησης περιλαμβάνουν παρακολούθηση βάσει αισθητήρων, παρακολούθηση βάσει όρασης και υβριδική παρακολούθηση. Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας πρόσθετα αξεσουάρ, απτή διεπαφή χρήστη, χειρονομία χειρός και συνδεδεμένους αισθητήρες.

Οι τύποι των εφαρμογών Ε.Π. είναι πολλοί, με αποτέλεσμα να δυσκολεύει την κατηγοριοποίησή τους. Μία προσπάθεια κατηγοριοποίησης γίνεται ενδεχομένως βάσει της αναγνώρισης των αντικειμένων στην εικόνα σύλληψης [27].

3.3.2 Κινητά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας

Με τη χρήση των κινητών συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας (Ε.Π., αγγλική γλώσσα: Augmented Reality, AR) επιτρέπεται στον χρήστη να αναγνωρίζει το περιβάλλον και να επικεντρώνεται σε έναν στόχο, ο οποίος θα μπορούσε να συσχετιστεί με κάποια εργασία και να παρέχεται έτσι μεγαλύτερη ελευθερία στο να συμπεριληφθεί το πραγματικό περιβάλλον. Ανεξάρτητα από αυτό, οι φορητές συσκευές θα μπορούσαν να θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες, καθώς αυτού του τύπου οι συσκευές παράγονται με σκοπό την καθημερινή πρόσβαση και χρήση. Επιπλέον, τα συστήματα GPS και οι ηλεκτρονικές πυξίδες ενσωματώνονται επί του παρόντος στο μεγαλύτερο ποσοστό κινητών συσκευών. Έτσι, δεδομένου ότι οι κινητές συσκευές αποδεικνύονται ως μία συνεχώς αυξανόμενη πτυχή της ζωής, προβλέπεται ότι οι εφαρμογές Ε.Π. θα χρησιμοποιηθούν περισσότερο στο εγγύς μέλλον [29]. Τα κινητά συστήματα Ε.Π. ομαδοποιούνται περαιτέρω σε συστήματα βάσει δεικτών και GPS.

- Κινητό σύστημα Ε.Π. βασισμένο σε δείκτες: Παρά το γεγονός ότι η κινητή Ε.Π. εξακολουθεί να θεωρείται ότι βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, υπήρξε τεράστια συζήτηση

σχετικά με την Ε.Π. βάσει δεικτών, καθώς θεωρείται μεταξύ των πιο αξιόπιστων μορφών συστημάτων Ε.Π. Ο Κωδικός γρήγορης απόκρισης (QR) που είναι δύο διαστάσεων χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την κατασκευή συστημάτων βάσει δεικτών. Ο κωδικός QR χρησιμεύει ως σύνδεσμος προς έναν ιστότοπο που περιέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο που αντιπροσωπεύει. Για πρόσβαση στις πληροφορίες αυτές, σαρώνεται ο κωδικός QR. Αρχικά ο κωδικός QR χρησιμοποιήθηκε στην Ιαπωνία σε μια βιομηχανία παραγωγής οχημάτων, με σκοπό να βοηθήσει τη διαδικασία κατασκευής αυτοκινήτων. Γρήγορα αποδείχθηκε ότι είναι χρήσιμος σε διάφορες επιχειρήσεις, όπως για παράδειγμα, στην τουριστική βιομηχανία [29]. Ο Siltanen υποστήριξε ότι η αναγνώριση περιβάλλοντος βασισμένη σε δείκτη Ε.Π. περιλαμβάνει ένα «εύκολα ανιχνεύσιμο προκαθορισμένο σημάδι στο περιβάλλον και χρησιμοποιεί τεχνικές όρασης υπολογιστή για να το εντοπίσει». Για τον λόγο αυτό, τα συστήματα που βασίζονται σε δείκτες, κατασκευάζονται συνήθως για εσωτερικούς σκοπούς [30].

- Κινητό σύστημα Ε.Π. βασισμένο σε GPS: Ένας άλλος τύπος κινητών συστημάτων Ε.Π. είναι τα συστήματα που βασίζονται σε GPS και τα οποία λειτουργούν βάσει του ότι η συσκευή ενσωματώνει λειτουργικότητα GPS. Ωστόσο, από ορισμένους ερευνητές υποστηρίζεται ότι αυτό το είδος Ε.Π. δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογή σε εσωτερικούς χώρους λόγω του περιορισμένου εύρους GPS, καθώς διαφέρει με τις δυνατότητές του στην εξωτερική χρήση, καθιστώντας το ιδιαίτερα ενδιαφέρον για τον τουρισμό. Ανεξάρτητα από αυτά, θεωρείται ότι η Ε.Π. βάσει δεικτών κατασκευάζεται και βελτιώνεται με συνέπεια και προοδευτικά, ενώ η Ε.Π. που βασίζεται στο GPS έχει αναγνωριστεί ότι παρουσιάζει μια μεγαλύτερη πρόκληση που πρέπει να επιλυθεί [29].

3.3.3 Κιτ ανάπτυξης λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας

Η ανάπτυξη μίας εφαρμογής συνήθως είναι μία επίπονη εργασία και απαιτείται μεγάλη προσπάθεια καθώς έχει αυξημένο φόρτο εργασίας. Ακόμη και σε μία «μικρή» εφαρμογή, κατά την ανάπτυξή της αντιμετωπίζονται και προβλέπονται ζητήματα, όπως επεκτασιμότητα, συμβατότητα αλλά και κατανάλωσης πόρων. Όταν μάλιστα πρόκειται για σύνθετες εφαρμογές, αυτό καθίσταται ακόμη πιο δύσκολο.

Στις σύγχρονες εφαρμογές ενσωματώνονται προηγμένες λειτουργίες και καινοτόμες τεχνολογίες, χάριν παραδείγματος τρισδιάστατα γραφικά, αναγνώριση προτύπων, επεξεργασία εικόνας, απόδοση αντικειμένων και σε ορισμένες περιπτώσεις τοποθεσίας μέσω GPS ή ικανότητα αλληλεπίδρασης κ.λπ. Για τη δημιουργία μιας εφαρμογής επίτευξης κάποιας εμπειρίας επαυξημένης πραγματικότητας, συμπεριλαμβάνονται αρμονικά όλα ή μερικά των προαναφερθεισών τεχνολογικών διαδικασιών με τέτοιο τρόπο, ώστε να

Κεφάλαιο 3ο:

παρουσιάζεται ένα γραφικό στοιχείο στο φυσικό περιβάλλον. Σε αυτό το σημείο είναι που υπεισέρχονται τα κιτ ανάπτυξης λογισμικού (Software Development Kit, SDK).

Τα SDK AR είναι ένα σύνολο λογισμικού που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη άλλων εφαρμογών [31]. Τα SDK χρησιμοποιούνται από μηχανικούς λογισμικού γενικά και μηχανικούς λογισμικού Ε.Π. ειδικότερα, για να αναπτύξουν με μεγαλύτερη ευκολία εφαρμογές για κινητές συσκευές, διάφορες πλατφόρμες σχεδίασης με υπολογιστή (Computer-aided Design, CAD), εμπειρίες μάρκετινγκ και πολλά άλλα.

Αν και τα SDK AR προορίζονται συνήθως για συγκεκριμένα πλαίσια και υλικό, υπάρχουν πολλά συστήματα που υποστηρίζονται από αυτά και δημιουργείται έτσι μία μεγαλύτερη ευελιξία [32]. Ο ανερχόμενος τομέας της Ε.Π. και το πλήθος των SDK AR είναι και ο λόγος που συναντώνται στο Διαδίκτυο αρκετές αναφορές και συγκρίσεις σχετικά με τα SDK AR. Ορισμένα από αυτά συζητούνται εν συντομία σε αυτό το κεφάλαιο.

3.3.3.1 Vuforia

Το Vuforia είναι ένα SDK AR που είθισται να βρίσκεται στην κορυφή των περισσότερων λιστών με τα καλύτερα SDK AR. Μέσω του Vuforia προσφέρεται μια σειρά προϊόντων για την ανάπτυξη εμπειριών Ε.Π., συμπεριλαμβανομένων των Vuforia Engine, Studio και Chalk. Η δημιουργία εφαρμογών Ε.Π. με δείκτη καθώς και χωρίς σήμανση υποστηρίζεται από το λογισμικό. Διαθέτει ακόμη πολλά βασικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν ένα από τα καλύτερα για την αναγνώριση αντικειμένων και την τρισδιάστατη μοντελοποίηση. Στις δυνατότητες αυτές περιλαμβάνονται το Ground Plane (για την προσθήκη περιεχομένου σε οριζόντιες επιφάνειες), την Visual Camera (που επεκτείνει υποστηριζόμενες οπτικές πηγές πέρα από κινητά τηλέφωνα και tablet) και το VuMarks (προσαρμοσμένοι δείκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην αναγνώριση προσώπου του Vuforia και την κωδικοποίηση δεδομένων) [31].

3.3.3.2 Wikitude

Το Wikitude αποτελεί μια εξαιρετική επιλογή για την ανάπτυξη λογισμικού Ε.Π. Αν και σχετικά νέα εταιρεία στην αγορά, καθώς ιδρύθηκε το 2008, έχει ήδη αποκτήσει μία σταθερή φήμη. Το τελευταίο διάστημα συζητάται διαρκώς και συγκρίνεται το Wikitude με το Vuforia, ως επακόλουθο της φήμης του πρώτου.

Το Wikitude θεωρείται κατάλληλο για την ανάπτυξη εφαρμογών Ε.Π. για συσκευές iOS, Android και Smart Glasses. Μία ποικιλία μεθόδων και τεχνολογιών παρακολούθησης υποστηρίζεται από το Wikitude, όπως άλλωστε συμβαίνει και με τα περισσότερα προγράμματα ανάπτυξης Ε.Π. Στο Wikitude επιπλέον ενσωματώνονται γεωγραφικές τοποθεσίες, αναγνώριση cloud και δυνατότητες κλιμάκωσης βάσει απόστασης [31].

3.3.3.3 ARKit

Το ARKit είναι μία εφαρμογή, που αναφέρεται συχνά ως σανίδα σωτηρίας, για την ανάπτυξη λογισμικού Ε.Π. Η ανάπτυξη του πραγματοποιείται από την Apple. Κατά συνέπεια η χρήση του ARKit περιορίζεται σε κινητές συσκευές με λειτουργικό της εταιρείας Apple και δεν διατίθεται για κινητές συσκευές με λειτουργικό Android.

Το λογισμικό βασίζεται σε δεδομένα αισθητήρα κάμερας και πρόσθετα δεδομένα (π.χ. από γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο) για την σύλληψη και την ανάλυση του περιβάλλοντος των χρηστών έτσι ώστε να επιτευχάνεται η οπτικοποίηση της Ε.Π. Το ARKit υποστηρίζει επίσης γρήγορη παρακολούθηση κίνησης, παρακολούθηση προσώπου, γρήγορη εμφάνιση (παρουσίαση μοντέλων και σκηνών που μπορούν να μετακινηθούν και να κλιμακωθούν εύκολα) και διάφορα εφέ απόδοσης.

Η Apple μετά από πολλές επίπονες προσπάθειες έχει καταστήσει την Ε.Π. εύκολη και κατανοητή για τους προγραμματιστές. Επιπλέον διατίθεται πλούσιο υλικό εκμάθησης αλλά και ενημερώσεις του ARKit (ARKit 1.5, ARKit 2, ARKit 3) με κάθε νέα έκδοση του iOS [31].

3.3.3.4 ARCore

Το ARCore είναι από πολλές απόψεις το αντίστοιχο του ARKit αλλά για συσκευές Android. Αναπτύσσεται από την εταιρεία Google. Στο ARCore εμπεριέχονται τα τυπικά χαρακτηριστικά Ε.Π., όπως παρακολούθηση κίνησης, ανίχνευση επιφάνειας, εκτίμηση φωτός. Ακόμη περιλαμβάνονται πολλές προηγμένες λειτουργίες, όπως επαυξημένες εικόνες (προσαρμοσμένες απαντήσεις σε συγκεκριμένους τύπους διαστάσεων σχημάτων και αντικειμένων) και πολλαπλών χρηστών (απόδοση του ίδιου τρισδιάστατου αντικειμένου σε διαφορετικές συσκευές ταυτόχρονα).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το ARCore είναι συμβατό με το Vuforia, με τη βοήθεια του οποίου επιτρέπεται στους χρήστες να αξιοποιούν με τον καλύτερο τρόπο τη λειτουργικότητα που προσφέρουν οι δύο τύποι λογισμικού ταυτόχρονα. Επιπλέον, ο συνδυασμός ARCore και Unity εφαρμόζεται συχνά για τη δημιουργία αποτελεσματικών εφαρμογών Android. Δεν καθίσταται δυνατό να εκτελούνται εφαρμογές με το ARCore από όλες τις συσκευές Android, λόγω ορισμένων περιορισμών της Google. Για τον έλεγχο συμβατότητας των συσκευών ή για τη λίστα των υποστηριζόμενων συσκευών ARCore παρέχεται ενημέρωση από τον αντίστοιχο ιστότοπο της Google [31].

3.3.3.5 ARToolKit

Το ARToolKit είναι ένα ανοιχτού κώδικα SDK, που παρέχεται δωρεάν για τη χρήση και την ανάπτυξη εφαρμογών Ε.Π. και αφορά συσκευές διαφορετικών πλατφορμών. Εκτός από το Android και το iOS, το ARToolKit χρησιμοποιείται για εφαρμογές Ε.Π. σε Windows, Linux και OS X. Αρχικά κυκλοφόρησε το 1999 και από τότε το ARToolKit υποβάλλεται συνεχώς σε διάφορες ενημερώσεις. Μερικές από τις δυνατότητες που περιλαμβάνονται στην τελευταία έκδοση είναι η δυνατότητα να παρακολουθεί επίπεδες εικόνες και απλά μαύρα τετράγωνα, να δημιουργεί χαρακτηριστικά φυσικών δεικτών, να υποστηρίζει ταχύτητα σε πραγματικό χρόνο και να βαθμονομεί εύκολα την κάμερα. Στο ARToolKit περιέχονται ακόμη πολλά προαιρετικά πρόσθετα για ανάπτυξη με το Unity και το OpenSceneGraph [31].

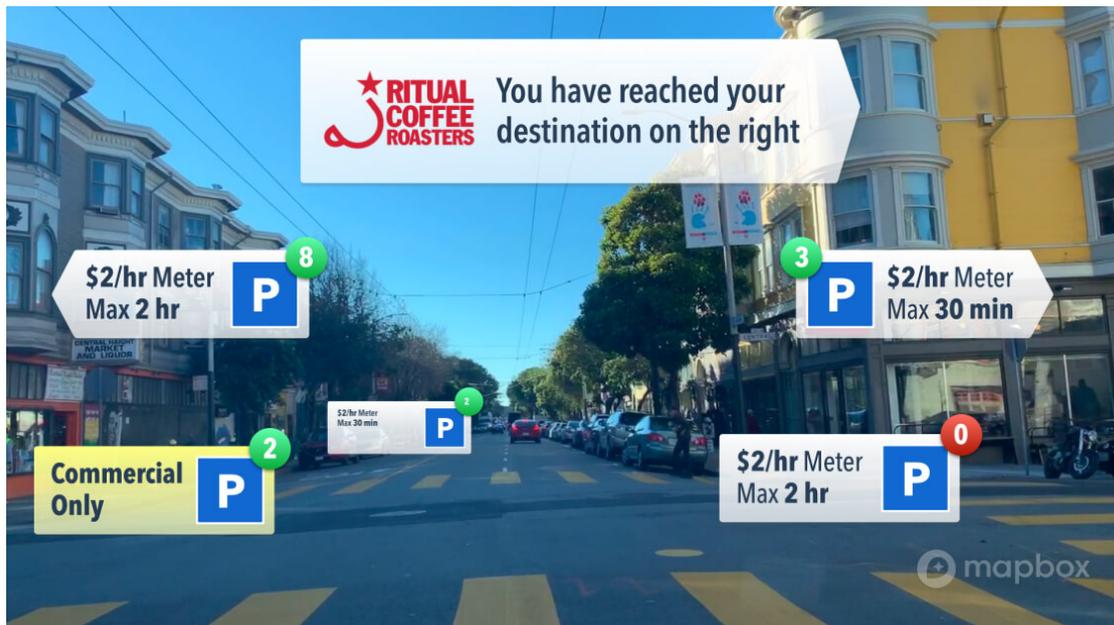
3.3.4 Mapbox Vision SDK [33]

Πλέον θεωρείται εφικτή η μετατροπή οποιασδήποτε συνδεδεμένης κάμερας σε συγκυβερνήτη που διαθέτει τεχνητή νοημοσύνη και αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση του Vision SDK. Το Vision SDK αποτελεί μια αρθρωτή πλατφόρμα για διαχείριση στόλου, προηγμένα συστήματα βοήθειας οδηγού (Advanced driver-assistance systems, ADAS) και

Ε.Π. Με το Vision SDK αναπτύσσεται εφαρμογή πλοήγησης με προειδοποιήσεις για αναλυτική, βήμα προς βήμα πλοήγηση και προσαρμοσμένα αντικείμενα. Το Vision SDK αν και δημιουργήθηκε για συστήματα αυτοκινήτου χρησιμοποιείται γενικότερα για χρήση πεζοπορίας ή άλλης μηχανοκίνητης μετακίνησης.

3.3.4.1 Το εργαλείο Mapbox Vision SDK

Το Mapbox Vision SDK αποτελεί ένα εργαλείο για προγραμματιστές και με αυτό παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας οπτικού περιβάλλοντος στην εμπειρία πλοήγησης. Χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά νευρωνικά δίκτυα για την επεξεργασία εικόνων απευθείας σε κινητές ή ενσωματωμένες συσκευές και έτσι μετατρέπεται οποιαδήποτε συνδεδεμένη κάμερα σε ένα δεύτερο «σύνολο ματιών» για το αυτοκίνητο ή τον χρήστη.

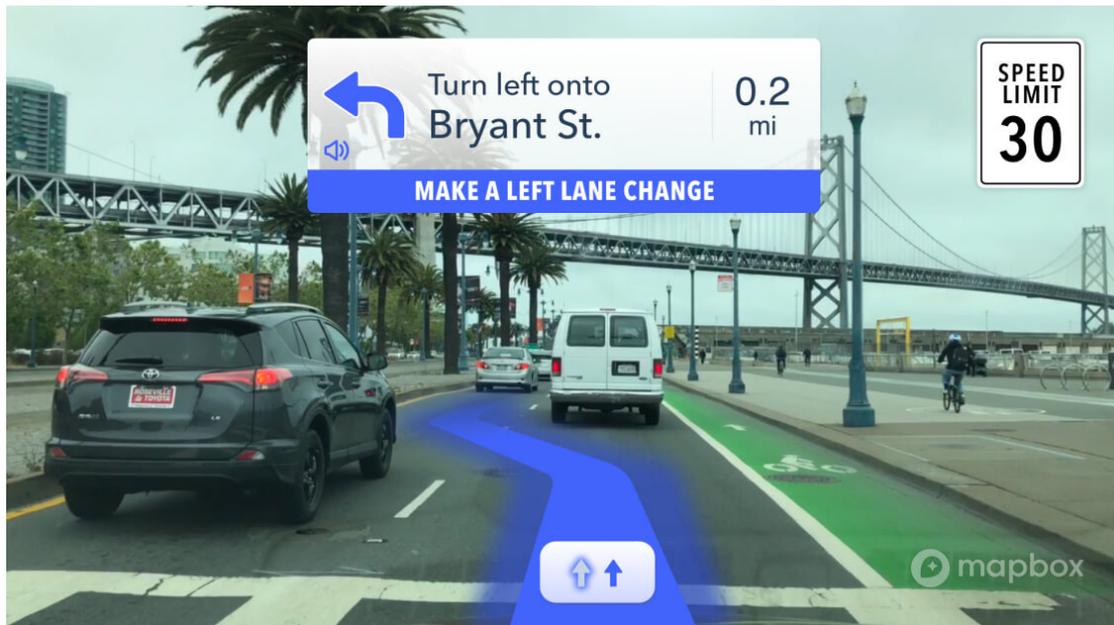


Εικόνα 5: Οθόνη με εμφάνιση περιεχομένου πληροφοριών μέσω του Mapbox Vision SDK [33].

Το περιστασιακό περιβάλλον ερμηνεύεται με επεξεργασία της εικόνας και τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης που όμως είναι αρκετά γρήγορη για να εκτελεστεί σε πραγματικό χρόνο, αλλά ταυτόχρονα και αρκετά αποτελεσματική, για να εκτελείται τοπικά στα σημερινά smartphone. Με την ερμηνείας των οδικών συνθηκών σε πραγματικό χρόνο με δυνατότητα σύνδεσης με το υπόλοιπο οικοσύστημα Mapbox δίνεται στους χρήστες πρόσβαση σε πιο «φρέσκες» και πιο λεπτομερείς πληροφορίες πλοήγησης. Μέσω των πληροφοριών αυτών διευκολύνεται η υποβολή συστάσεων σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας την ασφάλεια, την εμπειρία χρήστη και την αποτελεσματικότητα των οδηγών.

3.3.4.2 Η χρήση του Vision SDK

Με το Vision SDK προσφέρεται μια «ελαφριά» λύση πολλαπλών πλατφορμών για τοποθεσία πραγματικού χρόνου, που συνδέει την Ε.Π. και την τεχνητή νοημοσύνη με μια νέα εμπειρία πλοήγησης. Μέσω του Vision SDK παρέχεται στον προγραμματιστή ένα ολοκληρωμένο σύνολο δυνατοτήτων πλοήγησης και χαρτογράφησης σε πραγματικό χρόνο που εναρμονίζονται με μία μόνο κινητή συσκευή ή ενσωματωμένη εφαρμογή.



Εικόνα 6: Οθόνη με εμφάνιση περιεχομένου πλοήγησης μέσω του Mapbox Vision SDK [33]. Με τη βοήθεια του Vision SDK επιτρέπονται προσαρμοσμένες εμπειρίες πλοήγησης Ε.Π., ταξινόμηση και εμφάνιση ρυθμιστικών και προειδοποιητικών σημείων, ειδοποιήσεις οδηγού για κοντινά οχήματα, ποδηλάτες, πεζούς και άλλα.

3.3.4.3 Σύνδεση του Vision SDK με τα υπόλοιπα προϊόντα και υπηρεσίες του Mapbox

Στην πλατφόρμα τοποθεσίας πραγματικού χρόνου Mapbox ενσωματώνονται δεκάδες διαφορετικές πηγές δεδομένων για την τροφοδοσία των χαρτών. Τα δεδομένα χαρτών προέρχονται είτε από αισθητήρες είτε από εικόνες σε επίπεδο δρόμου. Συμβατικά, απαιτείται εκτεταμένη επεξεργασία των συλλεγόμενων εικόνων, πριν ολοκληρωθεί η δημιουργία ή η ενημέρωση ενός χάρτη.



Εικόνα 7: Οθόνη εφαρμογής με τη χρήση του Mapbox Vision SDK όπου εμφανίζονται οι δυνατότητες του kit ανάπτυξης εφαρμογής [33].

Η καινοτομία που προσφέρεται από το Vision SDK έγκειται στην ικανότητα που παρέχεται, έτσι ώστε τα δεδομένα πραγματικού χρόνου να επεξεργάζονται μέσω κατανεμημένων αισθητήρων, συμβαδίζοντας με τον ταχύτητα μεταβαλλόμενο κόσμο. Παρέχεται έτσι η δυνατότητα στους προγραμματιστές να χρησιμοποιούν αυτήν τη νέα ικανότητα προκειμένου να δημιουργήσουν πλουσιότερες, πιο συναρπαστικές εμπειρίες με χάρτες Marbox, πλοήγηση και αναζήτηση.

3.3.4.4 Η δομή του Vision SDK

Το Vision SDK αποτελείται από τέσσερα πλαίσια μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης και είναι τα: Vision, Vision AR, Vision Safety και VisionCore. Τόσο το Vision AR όσο και το Vision Safety εξαρτώνται από το πλαίσιο Vision.

- **Vision:** Το πλαίσιο Vision απαρτίζει η κύρια βιβλιοθήκη, που απαιτείται για οποιαδήποτε εφαρμογή που ενσωματώνει το Marbox Vision. Με τα στοιχεία του επιτρέπεται η διαμόρφωση της κάμερας, η εμφάνιση των επιπέδων ταξινόμησης, ανίχνευσης και τμηματοποίησης, η εξαγωγή χαρακτηριστικών λωρίδας και άλλες διεπαφές. Μέσω της τμηματοποίησης του Vision SDK παρέχονται στους προγραμματιστές τα ακόλουθα στοιχεία λωρίδας: αριθμός λωρίδων, πλάτος λωρίδας, τύπους άκρων λωρίδας και οδηγίες διαδρομής για κάθε λωρίδα. Διατίθεται επίσης ένα σύνολο σημείων στο οποίο περιγράφεται κάθε άκρο λωρίδας.
- **Vision AR:** Το πλαίσιο Vision AR αποτελεί μια πρόσθετη ενότητα για το Vision που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία προσαρμόσιμων εμπειριών Ε.Π. Επιτρέπεται η διαμόρφωση της οπτικοποίησης της διαδρομής του χρήστη: AR lane, AR fence και τα υλικά τους (σκιάσεις, υφές), γεωμετρία, έμφραξη προσαρμοσμένα αντικείμενα κ.α.
- **Vision Safety:** Και το πλαίσιο Vision Safety αποτελεί μια πρόσθετη μονάδα για το Vision, που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία προσαρμόσιμων ειδοποιήσεων για ταχύτητα, κοντινά οχήματα, ποδηλάτες, πεζούς, αναχωρήσεις λωρίδων και άλλα. Μέσω του Vision Safety διατίθενται στους οδηγούς πληροφορίες για τις οδικές συνθήκες και τους πιθανούς κινδύνους. Ακόμη παρέχονται προειδοποιήσεις προγράμματος για ενεργοποίηση όταν η ανιχνευόμενη ταχύτητα του οχήματος είναι μεγαλύτερη από το τελευταίο όριο ταχύτητας που παρατηρήθηκε.
- **VisionCore:** Το πλαίσιο VisionCore αποτελεί τη βασική λογική του συστήματος, που συμπεριλαμβάνονται όλα τα μοντέλα μηχανικής μάθησης. Σε κάθε έργο Vision πραγματοποιείται αυτόματη εισαγωγή στο έργο του VisionCore.

Ειδικότερα με το Marbox Vision AR συγκροτείται ένα πλαίσιο υψηλού επιπέδου που βρίσκεται στην κορυφή του Marbox Vision SDK. Το Vision AR διαχειρίζεται τη διαδρομή πλοήγησης, τη μεταφράζει στην κεντρική βιβλιοθήκη και παρέχεται έτσι μία διαδρομή πλοήγησης επαυξημένης πραγματικότητας πάνω από την πραγματικού χρόνου ροή βίντεο που λαμβάνεται από την ενσωματωμένη κάμερα της συσκευής.

3.4 Η χρησιμότητα της επαυξημένης πραγματικότητας στον τουρισμό

Με τη χρήση της Ε.Π. σύμφωνα με μελέτες δύναται να υπάρξει προσαρμογή στις πληροφορίες και στις ειδικές προτιμήσεις των τουριστών, να αυξηθεί τη διάδραση και να βελτιώσει την ψυχαγωγία και την αφοσίωση. Με την Ε.Π. δημιουργούνται βελτιωμένες εμπειρίες χρηστών και αναγνωρίζεται πλέον ευρέως ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο, με το οποίο ενισχύονται η αλληλεπίδραση και η αντίληψη για το πραγματικό περιβάλλον.

Στον τομέα της τουριστικής βιομηχανίας με την Ε.Π. προσφέρονται πολλές ευκαιρίες και προστίθεται αξία, παρέχοντας στους τουρίστες έναν νέο και καινοτόμο τρόπο ως προς την εξερεύνηση ενός αγνώστου προς αυτούς περιβάλλοντος. Ακόμη, η χρήση της τεχνολογίας Ε.Π. έχει φτάσει στο σημείο που πλέον ενσωματώνεται πλήρως στην καθημερινή μας ζωή [34]. Με τη χρήση της Ε.Π. στον τουρισμό παράγεται η επαυξημένη κατασκευή της πραγματικότητας που είναι πολυδιάστατη και αποτελείται από τον ιδιοκτήτη, τον ιστότοπο και το τουριστικό γραφείο.

Έχει αποδειχθεί επίσης ότι η Ε.Π. είναι ένα δευτερεύον εργαλείο, που μειώνει την ευαισθητοποίηση και την αίσθηση του φυσικού περιβάλλοντος. Συνάγεται το συμπέρασμα ότι με την ενσωμάτωση τεχνολογιών στην τουριστική εμπειρία μπορεί να υπάρξει βελτίωση στην απόλαυση της εμπειρίας. Ακόμη, να βελτιώσει την εμπειρία και τις δεξιότητες στο πλαίσιο των τουριστικών δραστηριοτήτων και αξιοθέατων [34] [35].

Αποδεικνύεται έτσι ότι η Ε.Π. αποτελεί ένα δευτερεύον εργαλείο με το οποίο μειώνεται η ευαισθητοποίηση και η αίσθηση του φυσικού περιβάλλοντος. Εξάγεται το συμπέρασμα ότι με την ενσωμάτωση τεχνολογιών στην τουριστική εμπειρία μπορεί να βελτιώνεται η απόλαυση της εμπειρίας καθώς επίσης και η ίδια η εμπειρία και οι δεξιότητες στο πλαίσιο των τουριστικών δραστηριοτήτων και αξιοθέατων [34] [35].

Ωστόσο, οι μελέτες σχετικά με τους διακριτές διαστάσεις της τιμής της Ε.Π. στο πλαίσιο του τουρισμού περιορίζονται μέχρι τώρα. Σύμφωνα με τους [36] κρίνεται επιτακτική η διερεύνηση της αξίας της Ε.Π., για να διασφαλίζεται η επιτυχής μελλοντική υιοθέτηση. Στη βιβλιογραφία παρατηρείται ότι έχει πραγματοποιηθεί συζήτηση εδώ και πολύ καιρό για τη σχέση μεταξύ της δημιουργίας αξίας, της μακροπρόθεσμης κερδοφορίας και της επιχειρηματικής επιτυχίας, με την οποία ενισχύεται περαιτέρω η ανάγκη διερεύνησης της αξίας μιας νέας και καινοτόμου τεχνολογίας όπως η Ε.Π.

Η Ε.Π. διαφαίνεται ως ένας από τους ισχυρότερους παράγοντες αξίας στο δυναμικό μάρκετινγκ αν και η αξία μάρκετινγκ της Ε.Π. έχει συγχωνευθεί πρόσφατα ως προσδιορισμένη διάσταση τιμής. Με την προσδοκία ότι μέσω της Ε.Π. θα ενισχυονται οι προσπάθειες για μάρκετινγκ ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το κόστος και θα παρέχεται μία πλουσιότερη, ακριβέστερη και ελκυστικότερη ενημέρωση η Ε.Π. θεωρείται και ως εργαλείο. Ένα εργαλείο με το οποίο καθίσταται εφικτή η δημιουργία ενός πιο συναρπαστικού υλικού για πώληση τουριστικών εμπειριών.

Υποστηρίζεται από τη βιβλιογραφία [34] ότι η Ε.Π. δημιουργεί βαθύτερες, πιο προσωπικές, μοναδικές και αξέχαστες εμπειρίες, παρέχοντας πολυαισθητηριακές διεγέρσεις. Ομοίως, για την κινητή Ε.Π. παρατίθεται ότι ενθαρρύνει διαφορετικές αλληλεπιδράσεις με περιεχόμενο, επιτρέποντας τον κόσμο να γίνει το περιβάλλον εργασίας του χρήστη. Διερευνώνται η Ε.Π. και οι παράγοντες που υπάρχει περίπτωση να μειώσουν την

Κεφάλαιο 3ο:

προστιθέμενη αξία της Ε.Π., όπως χάριν παραδείγματος η απώλεια εκτίμησης και ευαισθητοποίησης του πραγματικού περιβάλλοντος ή η υπερφόρτωση πληροφοριών. Όμως, δεν εξάγονται σαφή συμπεράσματα και απαιτείται περαιτέρω έρευνα. Με τη χρήση της Ε.Π. προσελκύονται και ανανεώνονται διαρκώς οι τουρίστες καθώς τους παρέχεται ένα πιο διαδραστικό και ελκυστικό περιεχόμενο, που τους ικανοποιεί.

Η επιστημονική αξία της Ε.Π., ως προς την εκπλήρωση της επιθυμίας των τουριστών για αύξηση της πρόσβασης σε πληροφορίες αλλά και την εκπλήρωση της επιθυμίας για γνώση, κίνητρο για ταξίδια και καινοτόμο παράγοντα αύξησης του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος θεωρείται δεδομένη. Και αυτό συμβαίνει γιατί σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μορφές μέσων όπως το κείμενο και ο ήχος, η Ε.Π. κρίνεται ανώτερη ως αξία. Και αυτό, διότι μέσω αυτής παρέχεται η ικανότητα στους τουρίστες και να διαχειρίζονται τις προσδοκίες και να ελαχιστοποιείται ο φόβος της άγνωστης εμπειρίας - με τις όποιες συνέπειες αυτό συνεπάγεται – και να παρασχεθεί η καλύτερη πληροφόρηση με σκοπό τη βελτίωση της εμπειρίας [34].

Κεφάλαιο 4ο: Ευφυείς Πράκτορες και Πολυπρακτορικά συστήματα

4.1 Ευφυείς πράκτορες

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται ως η εποχή της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης. Μίας εποχής που αλλάζει τον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε. Με την επανάσταση της τεχνολογίας των πληροφοριών έρχονται στο προσκήνιο συστήματα που βασίζονται στη γνώση (Knowledge based systems). Τα συστήματα αυτά προορίζονται για σκοπούς λήψης αποφάσεων, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, προγραμματισμού, συντήρησης συστημάτων υποδομής κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια αναδεικνύεται μία νέα κατηγορία τέτοιων συστημάτων, που ονομάζεται Ευφυείς Πράκτορες, αναδείχθηκαν.

Ο όρος «πράκτορας» προτάθηκε για πρώτη φορά στο MIT από τους John McCarthy και Oliver G. Selfridge στη δεκαετία του 1950 [37].

Οι Ευφυείς Πράκτορες αποτελούν μία προηγμένη μορφή των συστημάτων που βασίζονται στη γνώση και διαφαίνεται ότι η χρήση τους θα αλλάξει την πρακτική των έργων. Επί του παρόντος την έννοια των Ευφυών Πρακτόρων δεν διασαφηνίζεται πλήρως και διάφοροι ορισμοί εισάγονται και συζητούνται. Ο ακριβής προσδιορισμός της έννοιας του ευφυούς πράκτορα είναι δύσκολος, διότι έγκειται στο πλήθος των επιστημονικών κλάδων για τους οποίους είναι αντικείμενο μελέτης. Τα χαρακτηριστικά της έννοιας, ανάλογα με τον επιστημονικό κλάδο, διαφέρουν σε σημασιολογικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο σπουδαιότητας.

Για λόγους ορισμού πλαισίου δίδεται αρχικά ο ορισμός των Skolicki and Arciszewski [38].

«Ένας ευφυής πράκτορας είναι ένα αυτόνομο σύστημα που βρίσκεται μέσα σε ένα περιβάλλον. Αισθάνεται το περιβάλλον του, διατηρεί κάποιες γνώσεις και μαθαίνει από τη λήψη νέων δεδομένων και, τέλος, ενεργεί στην επιδίωξη της δικής του ατζέντας για την επίτευξη των στόχων του, ενδεχομένως επηρεάζοντας το περιβάλλον.»

Στη συνέχεια δίδεται ο ορισμός των Franklin και Graesser [39]

«Ένας αυτόνομος πράκτορας είναι ένα σύστημα που βρίσκεται εντός και ενός μέρους ενός περιβάλλοντος που ανιχνεύει αυτό το περιβάλλον και ενεργεί σε αυτό, με την πάροδο του χρόνου, επιδιώκοντας τη δική του ατζέντα και έτσι ώστε να επηρεάσει τι συμβαίνει στο μέλλον.»

Από αυτόν τον γενικό αλλά ολοκληρωμένο ορισμό ενός πράκτορα λογισμικού διακρίνονται τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά ενός αυτόνομου πράκτορα.

- Αντιδραστικός: ο πράκτορας μπορεί να ανταποκρίνεται σε αλλαγές ή ερεθίσματα από το περιβάλλον του, τον εαυτό του ή άλλους παράγοντες.
- Αυτόνομος: οι ενέργειες του πράκτορα ελέγχονται από τον ίδιο.

Κεφάλαιο 4ο:

- Προσανατολισμένος σε στόχους: η εκπλήρωση των στόχων διενεργείται σκόπιμα από τον πράκτορα.
- Προσωρινά συνεχής: ο πράκτορας είναι μια διαδικασία συνεχούς λειτουργίας σε οποιοδήποτε περιβάλλον τίθεται.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που πρέπει να διαθέτει ένας πράκτορας λογισμικού συνοψίζονται από τους Wooldridge και Jennings [40]. Τα χαρακτηριστικά αυτά τα διακρίνονται από τους ίδιους σε δύο μέρη, στην ασθενή και την ισχυρή έννοια του τι συνιστά ένα πράκτορα.

Για την υλοποίηση της ιδέας ενός ασθενούς πράκτορα, απαιτείται από τον πράκτορα να είναι:

- Αυτόνομος, δηλαδή μπορεί να λειτουργεί χωρίς εξωτερικό έλεγχο και να ελέγχει τις εσωτερικές του καταστάσεις.
- Κοινωνικός, πρέπει να είναι σε θέση να αλληλεπιδρά, εάν είναι απαραίτητο, με άλλους πράκτορες, άλλα συστήματα ή ανθρώπους.
- Αντιδραστικός, ο πράκτορας μπορεί να αντιληφθεί άλλους πράκτορες και το περιβάλλον του και να ανταποκριθεί εγκαίρως σε οποιαδήποτε ερεθίσματα.
- Προ-ενεργός, ο πράκτορας όχι μόνο μπορεί να αντιδράσει στο περιβάλλον, αλλά πρέπει να επιδεικνύει συμπεριφορά με απευθείας στόχο.

Συγκεκριμένα ένας ευφυής πράκτορας διαφοροποιείται από ένα πρόγραμμα λόγω της αυτονομίας του πρώτου. Ωστόσο, το επίπεδο αυτονομίας διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό, ανάλογα με την εφαρμογή και τον τρόπο με τον οποίο οι πράκτορες διαφέρουν μεταξύ τους σε ένα πλαίσιο πολλαπλών πρακτόρων.

Στην ισχυρότερη έννοια του πράκτορα, εισάγονται έννοιες όπως η γνώση, η πίστη και η πρόθεση. Αυτές οι έννοιες υψηλότερου επιπέδου που συνηθέστερα σχετίζονται με την περιγραφή ανθρώπινων διαδικασιών λήψης αποφάσεων, χρησιμοποιούνται για την περιγραφή ορισμένων κατηγοριών πρακτόρων. Η προσάρτηση αυτών των ανθρώπινων χαρακτηριστικών σε πράκτορες μπορεί να θεωρείται επωφελής όταν γίνεται προσπάθεια μίμησης της ανθρώπινης νοημοσύνης.

Κάποιες άλλες έννοιες που εισάγονται στην έννοια ενός ισχυρού πράκτορα εκτιμάται ότι είναι και πιο επωφελείς. Σε αυτές περιλαμβάνεται η κινητικότητα. Ο πράκτορας μπορεί και κινείται μέσα σε μία δεδομένη οργανωτική δομή ή δίκτυο. Δεν πρέπει όμως να συγχέεται με τη φυσική κινητικότητα. Πολλές νέες δυνατότητες, όσον αφορά το σχεδιασμό ενός αυτόνομου καταναμημένου συστήματος πολλαπλών πρακτόρων εισάγονται με την ικανότητα αυτή.

Άλλες έννοιες, όπως η ειλικρίνεια - φιλαλήθεια του πράκτορα (πόσο ακριβείς είναι οι επικοινωνίες ενός πράκτορα, ώστε να αντικατοπτρίζεται η αλήθεια ή να μεταδίδονται ψευδείς πληροφορίες) και η καλοσύνη (εάν ένας πράκτορας ενεργεί προς όφελος των άλλων πρακτόρων) είναι επίσης σημαντικές.

Δεν έχουν ωστόσο όλοι οι πράκτορες τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Κατά καιρούς δημιουργούνται διάφορα πρότυπα. Ορισμένα διαθέτουν κάποιο μέρος ή συνδυασμό αυτών των χαρακτηριστικών με σκοπό πάντα να εξυπηρετούνται οι στόχοι τους.

4.2 Πολυπρακτορικά συστήματα

Η έννοια του πράκτορα τις τελευταίες δεκαετίες εξελίσσεται ως ένα σημαντικό εργαλείο στις τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης και στην επιστήμη των υπολογιστών. Βασικός λόγος αυτής της εξέλιξης θεωρείται η ευελιξία και η νέα προσέγγιση που προσφέρεται για τον σχεδιασμό συστημάτων λογισμικού. Τα συστήματα τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία των πρακτόρων ενδέχεται να αποτελούνται από έναν ή περισσότερους πράκτορες.

Δημιουργούνται έτσι μοντέλα ομαδικής δραστηριότητας στα οποία συνεργάζονται πράκτορες προκειμένου να επιτευχθούν συγκεκριμένοι στόχοι. Ένα Πολυπρακτορικό Σύστημα (Π.Π.Σ., αγγλική γλώσσα: Multi-Agent System, MAS) είναι κάθε σύστημα που σχεδιάζεται και υλοποιείται ως ένα δίκτυο πρακτόρων, μέσα στο οποίο οι πράκτορες αλληλοεπιδρούν. Υπάρχει με άλλα λόγια μεταξύ τους επικοινωνία, συνεργασία, διαπραγμάτευση και συνεννόηση. Τα συστήματα αυτά στοχεύουν στην επίλυση πολύπλοκων ή καταναμημένων προβλημάτων. Ακόμη αποσκοπούν στη διασύνδεση και λειτουργία ήδη υπάρχοντων συστημάτων έτσι ώστε να είναι δυνατή η εύκολη εκμετάλλευσή τους. Οι πράκτορες στα συστήματα αυτά μπορεί να είναι αυτόνομοι ή συνεργαζόμενοι. Ανταλλάσσουν πληροφορίες μέσω των αυτόνομων πρακτόρων και αποπειρώνται να επιτύχουν στόχους, οι οποίοι είναι δικοί τους και ανεξάρτητοι. Εμφανίζεται μάλιστα μία ανταποδοτική σχέση εξάρτησης. Επιλύονται υποπροβλήματα από τους συνεργαζόμενους πράκτορες, με σκοπό η τελική λύση που προκύπτει, να αποτελεί συνδυασμό επιμέρους λύσεων. Από αυτό γίνεται αντιληπτό ότι μεταξύ τους οι πράκτορες αλληλοεξαρτώνται. Στους συνεργαζόμενους πράκτορες διακρίνεται η δυνατότητα διαπραγμάτευσης μέσα από μία κοινή γλώσσα επικοινωνίας ώστε να είναι εφικτή μία κοινά αποδεκτή συμφωνία με ταυτόχρονη επίλυση ενδεχόμενων συγκρούσεων.

Παρά τη σημαντική επικάλυψη, ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων δεν είναι πάντα το ίδιο με ένα μοντέλο που βασίζεται σε πράκτορες (Agent Based Model, ABM) [41]. Ο στόχος ενός ABM είναι να αναζητήσει επεξηγηματικές πληροφορίες σχετικά με τη συλλογική συμπεριφορά των πρακτόρων (που δεν χρειάζεται απαραίτητα να είναι «έξυπνοι»), τηρώντας απλούς κανόνες, συνήθως σε φυσικά συστήματα, παρά να επιλύσει συγκεκριμένα πρακτικά ή μηχανικά προβλήματα. Η ορολογία του ABM τείνει να χρησιμοποιείται συχνότερα στην επιστήμη και το Π.Π.Σ. στη μηχανική και την τεχνολογία. Στις εφαρμογές που η έρευνα συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων μπορεί να προσφέρει μια κατάλληλη προσέγγιση, περιλαμβάνονται οι διαδικτυακές συναλλαγές, η αντιμετώπιση καταστροφών, η επιτήρηση στόχων και η μοντελοποίηση κοινωνικών δομών.

Στον σχεδιασμό και την υλοποίηση των Π.Π.Σ. περιλαμβάνονται μερικά σημεία, τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής έτσι ώστε να επιτευχθεί η αποτελεσματικότερη αντιμετώπισή τους. Τα σημεία αυτά κυρίως αφορούν στην επικοινωνία, στη συνεργασία αλλά και στη δυνατότητα μάθησης των πρακτόρων για λόγους προσαρμογής στις δυναμικές αλλαγές του περιβάλλοντος.

4.2.1 Χαρακτηριστικά πολυπρακτορικών συστημάτων

Τα πολυπρακτορικά συστήματα (Π.Π.Σ., αγγλική γλώσσα: Multi-agent Systems, MAS) ή συστήματα πολλαπλών πρακτόρων χαρακτηρίζονται ως κατανεμημένα συστήματα με δύο ή περισσότερους πράκτορες, όπου [42]:

- Σε κάθε πράκτορα διατίθενται ελλιπείς πληροφορίες για την επίλυση των προβλημάτων. Η επίτευξη γενικών στόχων υλοποιείται μέσω, ανταγωνισμού, συνεργασίας ή άλλων αλληλεπιδράσεων.
- Δεν υφίσταται ένα γενικό σύστημα ελέγχου. Στα Π.Π.Σ. οι μεμονωμένοι πράκτορες δύνανται να συνεργάζονται με άλλους πράκτορες για την επίτευξη μεμονωμένων στόχων ή να συντονίζονται για την μεγιστοποίηση μίας γενικότερης χρησιμότητας. Υπάρχει αποκέντρωση ως προς τα δεδομένα και το περιβάλλον και όλοι οι πράκτορες έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τις αλλαγές στο περιβάλλον, ο κάθε πράκτορας μέσα από τη δική του «σφαίρα επιρροής».

Ο υπολογισμός είναι ασύγχρονος, με αποτέλεσμα οι εργασίες να εκτελούνται ανεξάρτητα από τους πράκτορες, χωρίς να απαιτείται να περιμένουν ένα κεντρικό σήμα ελέγχου.

4.2.2 Πλεονεκτήματα πολυπρακτορικών συστημάτων

Ακόμη και με κάθε σκέψη χρήσης κάποιας τεχνολογίας προσφέρονται πλεονεκτήματα σε σχέση με τις εναλλακτικές τεχνολογικές λύσεις, καθώς και ότι είναι χρήσιμη υπό κάποιες συνθήκες [43].

Παρατηρείται ότι ο σχεδιασμός πολύπλοκων συστημάτων δεν πρέπει πάντα να βασίζεται στα πολυπρακτορικά συστήματα. Υπάρχουν καταστάσεις στις οποίες η χρήση των πολυπρακτορικών συστημάτων ενδείκνυται, και είναι ιδιαίτερα κατάλληλη, και καταστάσεις κατά τις οποίες δεν υπάρχει λόγος χρήσης. Σε ορισμένους τομείς απαιτείται η χρήση πολυπρακτορικών συστημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην περίπτωση των διαφορετικών δομών (με διαφορετικούς και πιθανώς αντικρουόμενους στόχους) με ιδιόκτητες πληροφορίες, η χρήση των πολυπρακτορικών συστημάτων κρίνεται αναγκαία για το χειρισμό των αλληλεπιδράσεών τους. Ακόμη και εάν κάθε δομή θέλει να μοντελοποιήσει τους εσωτερικούς της δεσμούς σε ένα σύστημα, ο τομέας, στον οποίο περιλαμβάνονται αυτές οι δομές, δε θα δώσει πρόσβαση στην κάθε δομή έτσι ώστε να εκπροσωπούνται και οι υπόλοιπες από αυτή. Η κάθε μία από αυτές τις δομές περιλαμβάνει το δικό της σύστημα μέσα από το οποίο αντικατοπτρίζονται οι ικανότητες και οι προτεραιότητές της. Ακόμη και τομείς, που θα μπορούσαν να σχεδιαστούν με μη κατανεμημένα συστήματα, ενδέχεται για λόγους επιτάχυνσης της λειτουργίας του συστήματος να σχεδιαστούν ως πολυπρακτορικά συστήματα καθώς έτσι παρέχεται μία παράλληλη επεξεργασία δεδομένων με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση του συστήματος.

Ενώ ο παραλληλισμός επιτυγχάνεται με την ανάθεση διαφορετικών εργασιών ή δυνατοτήτων σε διαφορετικούς πράκτορες, η ευρωστία είναι ένα πλεονέκτημα των συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων που έχουν πλεονάζοντες πράκτορες. Εάν ο έλεγχος και οι ευθύνες

μοιράζονται επαρκώς μεταξύ διαφορετικών πρακτόρων, το σύστημα μπορεί να επιδέχεται αστοχίες από έναν ή και περισσότερους πράκτορες. Οι τομείς που πρέπει να υποβαθμιστούν, χωρίς να απολεσθεί η ευστάθεια, χρειάζονται συγκεκριμένα αυτήν τη δυνατότητα των πολυπρακτορικών συστημάτων: εάν ένας μεμονωμένος φορέας - επεξεργαστής ή πράκτορας — ελέγχει τα πάντα, τότε ολόκληρο το σύστημα θα μπορούσε να καταρρεύσει στην πρώτη αποτυχία. Αν και ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί σε πολλούς επεξεργαστές, για να παρέχει πλήρη ανέχεια σε τυχόν βλάβη, οι πράκτορές του πρέπει να διανέμονται σε πολλά μηχανήματα.

Ακόμη ένα πλεονέκτημα των πολυπρακτορικών συστημάτων είναι η επεκτασιμότητά τους. Δεδομένου ότι είναι εγγενώς αρθρωτά, η δυνατότητα προσθήκης νέων πρακτόρων είναι πιο εύκολη διαδικασία από την προσθήκη νέων δυνατοτήτων σε μονολιθικά συστήματα. Συστήματα των οποίων οι δυνατότητες και οι παράμετροι πιθανόν να απαιτηθεί να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου ή μεταξύ των πρακτόρων, μπορούν επίσης να επωφελούνται από αυτό το πλεονέκτημα των πολυπρακτορικών συστημάτων.

Βλέποντας την παραπάνω δυνατότητα από τη σκοπιά του προγραμματιστή η αρθρωτότητα των πολυπρακτορικών συστημάτων δύναται να επιφέρει απλούστερο προγραμματισμό. Αντί να ανατεθεί ολόκληρος ο προγραμματισμός εργασιών σε έναν κεντρικό πράκτορα, ενδέχεται, οι δευτερεύουσες εργασίες που διακρίνονται, να προσδιορίζονται από τους προγραμματιστές, έτσι ώστε να ανατεθεί ο έλεγχος τους σε διαφορετικούς πράκτορες. Έτσι επιλύεται και το δύσκολο πρόβλημα του διαχωρισμού του χρόνου ενός πράκτορα μεταξύ διαφορετικών τμημάτων μιας εργασίας. Με αυτό τον τρόπο, αρκετές φορές, η επιλογή πολυπρακτορικών συστημάτων σε σχέση με την επιλογή συστήματος μοναδικού πράκτορα κρίνεται και η βέλτιστη. Φυσικά σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η παράλληλη επεξεργασία και δεν υπάρχει η αβεβαιότητα δράσης προτιμώνται συστήματα μοναδικού πράκτορα.

Σύμφωνα με τους Stone και Veloso [43] τα πολυπρακτορικά συστήματα θεωρούνται ότι μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν στην αποσαφήνιση των θεμελιωδών κοινωνικών και βιοεπιστημονικών προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένης και της ίδιας της νοημοσύνης. Όπως το έθεσε ο Weib: «Η νοημοσύνη συνδέεται βαθιά και αναπόφευκτα με την αλληλεπίδραση». Στην πραγματικότητα, έχει προταθεί ότι ο καλύτερος τρόπος να αναπτυχθούν ευφυείς μηχανές είναι με την εκκίνηση της δημιουργίας «κοινωνικών» μηχανών. Αυτή η θεωρία βασίζεται στην κοινωνικο-βιολογική θεωρία, με άλλα λόγια ότι η πρωτεύουσα νοημοσύνη εξελίχθηκε για πρώτη φορά λόγω της ανάγκης αντιμετώπισης των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

Συνοψίζοντας αναφέρονται παρακάτω οι κυριότεροι λόγοι χρήσης των πολυπρακτορικών συστημάτων [43]:

- Απαιτείται η χρήση τους από ορισμένους τομείς
- Παραλληλισμός
- Ευρωστία
- Επεκτασιμότητα
- Απλούστερος προγραμματισμός
- Δυνατότητα μελέτης νοημοσύνης

- Γεωγραφική κατανομή
- Αποτελεσματικότητα κόστους

4.2.3 Οργάνωση Πολυπρακτορικών Συστημάτων

Τα συνηθέστερα μοντέλα οργάνωσης που συναντώνται σε πολυπρακτορικά συστήματα είναι τα παρακάτω [44]:

Ιεραρχικό: σε αυτό το μοντέλο οργάνωσης ακολουθείται μία ιεραρχική δομή επικοινωνίας των πρακτόρων. Για το λόγο αυτό και δεν υφίσταται κάποιος μηχανισμός εντοπισμού πρακτόρων. Στο ιεραρχικό μοντέλο οργάνωσης υπάρχει ένα επίπεδο πρακτόρων, που είναι οι λεγόμενοι διαμεσολαβητές στα ανώτερα στρώματα της ιεραρχίας από τους οποίους αναλαμβάνεται η λήψη και η αποστολή μηνυμάτων μεταξύ των πρακτόρων. Έτσι τα χαμηλότερα επίπεδα εξαρτώνται από τα υψηλότερα επίπεδα και η επικοινωνία μειώνεται σημαντικά.

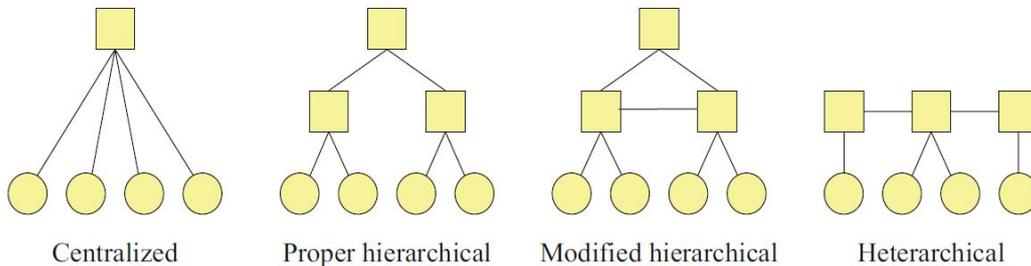
Επίπεδο ή Δημοκρατικό: σε αυτό το μοντέλο οργάνωσης δίδεται η δυνατότητα στους πράκτορες να επικοινωνούν μεταξύ τους απευθείας. Δεν υπάρχει κάποια σταθερή δομή σε αυτό το μοντέλο οργάνωσης και δημιουργούνται από τους πράκτορες οι δικές τους δομές, εάν κρίνουν ότι είναι απαραίτητο, προκειμένου να επιλυθεί κάποιο συγκεκριμένο έργο. Επιπλέον, δεν ελέγχεται κανένας πράκτορας από κάποιον άλλο. Η τοποθεσία του πράκτορα παρέχεται ως μέρος της υποδομής ή της πλατφόρμας ή του κλειστού συστήματος. Με άλλα λόγια, κάθε πράκτορας πρέπει να γνωρίζει για τους άλλους πράκτορες ανά πάσα στιγμή. Με αυτό το μοντέλο οργάνωσης ενδέχεται να υπάρξει υπερφόρτωση της επικοινωνίας.

Υπαγωγικό: αποτελεί ένα μοντέλο οργάνωσης στο οποίο οι πράκτορες (που υπάγονται σε αυτό) υπάρχει πιθανότητα να είναι συστατικά άλλων πρακτόρων (Container). Το υπαγωγικό μοντέλο οργάνωσης φέρει ομοιότητες με εκείνο του ιεραρχικού μοντέλου, εκτός από το ότι στην περίπτωση της υπαγωγής, όλος ο έλεγχος παραδίδεται από τους υποψήφιους πράκτορες στους πράκτορες των Container. Όπως συμβαίνει και με το ιεραρχικό μοντέλο οργάνωσης, η επικοινωνία επιβαρύνεται ελάχιστα.

Δομοστοιχειωτό (αρθρωτό): πρόκειται για ένα μοντέλο οργάνωσης, στο οποίο το Π.Π.Σ. αποτελείται από διάφορα δομοστοιχεία (αρθρώματα) και καθένα από αυτά μπορεί να εκλαμβάνεται ως αυτόνομο Π.Π.Σ. Το σύστημα διαχωρίζεται σε δομοστοιχεία συνήθως λαμβάνοντας υπόψη μέτρα όπως, η γεωγραφική γειτνίαση ή η ανάγκη για ακραία αλληλεπίδραση μεταξύ πρακτόρων και υπηρεσιών εντός του ίδιου δομοστοιχείου. Η αποτελεσματικότητα της εκτέλεσης εργασιών αυξάνεται λόγω της αρθρωτής μορφής και γενικά η επικοινωνία μειώνεται.

Εκτός από τα παραπάνω μοντέλα οργάνωσης καθίσταται δυνατή και η υβριδική μοντελοποίηση των παραπάνω μοντέλων με δυνατότητα δυναμικών αλλαγών μεταξύ τους. Γίνεται αντιληπτό μέσα από την παρατήρηση των μοντέλων οργάνωσης ότι η επικοινωνία διατηρεί έναν πρωτεύοντα ζωτικό ρόλο στον καθορισμό της αρχιτεκτονικής και του τρόπου λειτουργίας των πρακτόρων. (Στην επόμενη ενότητα γίνεται αναφορά στην επικοινωνία).

Μία άλλη προσέγγιση οργάνωσης και αρχιτεκτονικής ελέγχου των Π.Π.Σ. συναντάται στους Mes και Gerrits [45] όπου διακρίνονται τέσσερις τύποι: ο συγκεντρωτικός, ο κατάλληλος ιεραρχικός, ο τροποποιημένος ιεραρχικός και ο ετεροϊεραρχικός. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να αναζητηθούν στο κεφάλαιο 27, Multi-Agent Systems των Mes και Gerrits [45].



Εικόνα 8: Αρχιτεκτονικές ελέγχου (τετράγωνο: οντότητα λήψης αποφάσεων, κύκλος: μόνο εκτέλεση) [45].

Στη βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια, σημειώνεται μία μεγάλη ποικιλία αρχιτεκτονικής πρακτόρων. Στην περίπτωση των αρχιτεκτονικών Π.Π.Σ., αυτός ο αριθμός εμφανίζεται μειωμένος καθώς ένας πράκτορας που ενσωματώνεται σε ένα Π.Π.Σ. πρέπει να είναι εφοδιασμένος με ζωτικά στοιχεία (επικοινωνία, συντονισμός κ.λπ.), τα οποία του επιτρέπουν να αλληλοεπιδράσει σωστά με άλλους πράκτορες.

4.2.4 Η επικοινωνία στα πολυπρακτορικά συστήματα

Στα πολυπρακτορικά συστήματα οι ενέργειες των πρακτόρων συντονίζονται, προκειμένου να επιλύσουν κάποιο πρόβλημα. Κατά την εκτέλεση του σεναρίου αυτού, ο συντονισμός των ενεργειών των πρακτόρων, ο οποίος είναι ζωτικής σημασίας για την αλληλεπίδραση των πρακτόρων, πραγματοποιείται μέσω της επικοινωνίας των πρακτόρων. Με την επικοινωνία αυτή, διευκολύνεται όχι μόνο ο συντονισμός αλλά και η ανταλλαγή πληροφοριών και η συνεργασία.

Οι σύνδεσμοι επικοινωνίας που δημιουργούνται μεταξύ των πρακτόρων μπορεί να είναι [44]:

- Σημείο προς σημείο (Point to Point): οι πράκτορες επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους.
- Μετάδοση / Πολλαπλή μετάδοση (Broadcast / Multicast): από τους πράκτορες είναι δύναται να στέλνονται πληροφορίες σε ένα υποσύνολο του συνόλου των πρακτόρων. Εάν αυτό το υποσύνολο ισούται με το σύνολο των πρακτόρων τότε ο πράκτορας μεταδίδει. Διαφορετικά, είναι πολλαπλών μεταδόσεων.
- Μέσω Διαμεσολάβησης: η επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων διαμεσολαβείται από κάποιον τρίτο.

Στην περίπτωση που λαμβάνεται υπόψη η φύση του μέσου με το οποίο αποστέλλονται τα μηνύματα από έναν πράκτορα σε κάποιο άλλο, η επικοινωνία διακρίνεται ως:

Κεφάλαιο 4ο:

- Άμεση δρομολόγηση: Τα μηνύματα αποστέλλονται απευθείας σε άλλους πράκτορες χωρίς απώλεια σήματος.
- Δρομολόγηση διάδοσης σήματος: Ένα σήμα, του οποίου η ένταση μειώνεται καθώς αυξάνεται η απόσταση, στέλνεται από τους πράκτορες.
- Δρομολόγηση δημόσιας ειδοποίησης: χρησιμοποιούνται συστήματα μαυροπίνακα.

Δημιουργείται επικοινωνία με πράκτορες μέσω δύο επιλογών: των συστημάτων μαυροπίνακα και της άμεσης μετάδοσης μηνυμάτων.

Ένα σύστημα μαυροπίνακα αντιπροσωπεύει έναν κοινό, κοινόχρηστο χώρο, στον οποίο από κάθε πράκτορα τοποθετούνται δεδομένα, πληροφορίες και γνώσεις που κατέχει. Σε κάθε πράκτορα δίνεται η δυνατότητα εγγραφής και ανάγνωσης από τον πίνακα, ανά πάσα στιγμή. Στο κεντρικό αυτό σύστημα δε δύναται η άμεση επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων. Ο πίνακας ενεργεί επίσης ως διεκπεραιωτής, χειριστής των αιτημάτων των πρακτόρων και των δεδομένων του κοινού προβλήματος, της τρέχουσας κατάστασης της λύσης, της τρέχουσας εργασίας κάθε πράκτορα και ούτω καθεξής. Δεδομένου ότι το σύστημα μαυροπίνακα αποτελείται από έναν κοινόχρηστο πόρο, κρίνεται αναγκαίο να διακρίνονται και να κατέχονται όλα τα ταυτόχρονα ζητήματα που μπορεί να προκύψουν σε ένα τέτοιο μοντέλο (διάφοροι πράκτορες προσπαθούν να έχουν πρόσβαση στις ίδιες πληροφορίες, πράκτορες που χρησιμοποιούν μερικά, μη ενημερωμένα δεδομένα που έχουν γραφτεί από άλλους πράκτορες κ.λπ.).

Εναλλακτικά, στην επιλογή της μετάδοσης μηνυμάτων, οι πληροφορίες διαβιβάζονται από έναν πράκτορα (αποστολέα) σε έναν άλλο (παραλήπτη). Η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων σημαίνει κάτι περισσότερο από την επικοινωνία σε καταναμημένα συστήματα. Συνεπώς, υποστηρίζεται ότι πρόκειται για αλληλεπίδραση αντί για επικοινωνία. Στην επικοινωνία, εκτελούνται περισσότερα από μια ανταλλαγή μηνυμάτων με συγκεκριμένη σύνταξη και ένα δεδομένο πρωτόκολλο, όπως στα καταναμημένα συστήματα.

Συνεπώς, ένας πιο περίπλοκος τύπος επικοινωνίας που τείνει να είναι συγκεκριμένος για τα Π.Π.Σ., είναι η επικοινωνία που βασίζεται στη Θεωρία Πράξης Ομιλίας (Speech Act Theory) σύμφωνα με τους Searle και Vanderveken, μέσω της οποίας περιγράφεται βελτιωμένα η εναλλακτική μετάδοση μηνυμάτων για την καθιέρωση της επικοινωνίας με πράκτορες.

Σημειώνεται εδώ ότι οι θεωρίες επικοινωνιακής πράξης είναι θεωρίες της χρήσης της γλώσσας, οι οποίες προσπαθούν να εξηγήσουν πώς η γλώσσα χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους κάθε ημέρα για να επιτύχουν τους στόχους και τις προθέσεις τους. Η προέλευση της θεωρίας Πράξης Ομιλίας πρωτοεμφανίστηκε το 1962 στο βιβλίο του John Austin “How to Do Things with Words”.

4.2.5 Γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων (Agent Communication Languages, ACL)

4.2.5.1 KQML, Knowledge Query and Manipulation Language

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των πρακτόρων για την επίλυση ενός προβλήματος, το συντονισμό και την ανταλλαγή πληροφοριών κρίνεται ζωτικής σημασίας για τη βέλτιστη λειτουργία του συστήματος. Για το λόγο αυτό, αν και στα πρώτα χρόνια δεν υπήρχαν τυπικές γλώσσες, αναπτύσσεται από τις αρχές του 1990 η Γλώσσα ερωτήματος γνώσης και χειρισμού, κοινώς γνωστή ως KQML (Knowledge Query and Manipulation Language) [46]. Ανέρχεται ως μέρος της προσπάθειας για την ανταλλαγή γνώσεων DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) και αποσκοπεί στην ανάπτυξη τεχνικών, έτσι ώστε να οικοδομηθεί μία βάση γνώσης, ευρείας κλίμακας, που θα είναι κοινή και επαναχρησιμοποιήσιμη. Αρχικά σχεδιάζεται ως διεπαφή σε συστήματα βασισμένα στη γνώση. Αργότερα επανατοποθετείται ως γλώσσα επικοινωνίας πρακτόρων. Έτσι, με την KQML ορίζεται μια κοινή μορφή για μηνύματα [40]. Ένα μήνυμα της KQML θεωρείται κατά προσέγγιση ως αντικείμενο (υπό την έννοια του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού): κάθε μήνυμα έχει ένα επιτελεστικό (το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως η κλάση του μηνύματος) και έναν αριθμό παραμέτρων (χαρακτηριστικό / ζεύγος τιμών, τα οποία μπορεί να θεωρηθούν ως μεταβλητές στιγμιότυπου).

Η KQML αναπτύσσεται και υλοποιείται με εξαιρετική επιτυχία από την κοινότητα των πολυπρακτορικών συστημάτων. Παρά την επιτυχία της όμως δέχεται και αρνητική κριτική. Κάποιοι από τους λόγους για τους οποίους επικρίνεται η KQML αναφέρονται παρακάτω:

- Δεν παρέχεται η απαιτούμενη δια λειτουργικότητα από διάφορες εφαρμογές της.
- Δεν καθορίζεται αυστηρά η αυστηρότητα της σημασιολογίας της με αποτέλεσμα να μην είναι διακριτή η σωστή χρήση της γλώσσας.
- Η αλληλοεπίδραση και ο συντονισμός πρακτόρων εμποδίζεται από την έλλειψη μίας κλάσης με επιτελεστικά, σχετικά με τη δέσμευση των πρακτόρων.
- Η ad-hoc υποστήριξη της KQML λόγω του μεγέθους των επιτελεστικών δεν κρίνεται επαρκής.

Αποτέλεσμα των επικρίσεων αυτών είναι η ανάπτυξη μίας νέας αλλά στενά συνδεδεμένης γλώσσας με την KQML.

4.2.5.2 Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA)

Παρατηρώντας την ανάγκη για την ανάπτυξη μίας νέας γλώσσας για τα συστήματα πρακτόρων δημιουργείται από το Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) η ανάπτυξη προτύπων μίας γλώσσας επικοινωνίας πρακτόρων (Agent Communication Language, ACL). Η αρχή γίνεται το 1995 και το 1999 αναπτύσσεται μία επιφανειακά παρόμοια με την KQML γλώσσα, καθώς ορίζεται ως μία «εξωτερική» γλώσσα μηνυμάτων, η οποία διαθέτει 20 επιτελεστικά. Στοχεύει στον καθορισμό της ερμηνείας των μηνυμάτων και

δεν επιβάλλει κάποια συγκεκριμένη γλώσσα για το περιεχόμενο των μηνυμάτων. Η νέα αυτή γλώσσα, η FIPA ACL, εμφανίζει κοινά χαρακτηριστικά σύνταξης με την KQML.

Από τους συντάκτες της FIPA ACL δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στη σημασιολογία της γλώσσας. Αν επανεξεταστεί η επίκριση που δέχθηκε η KQML για τη χαλαρή σημασιολογία της, τότε θεωρείται αναπόφευκτο για την FIPA ACL να μην έχει ένα αυστηρό επίσημο σημασιολογικό πλαίσιο. Για την απόδοση της σημασιολογίας στη FIPA ACL χρησιμοποιούνται στοιχεία της γλώσσας SL (Semantic Language). Μέσω τη SL δίδεται η δυνατότητα να αντιπροσωπεύονται πεποιθήσεις, επιθυμίες και αβέβαιες πεποιθήσεις πρακτόρων καθώς και ενέργειες που πραγματοποιούνται από πράκτορες [40].

4.2.6 Συντονισμός και συνεργασία πρακτόρων λογισμικού

Στα πολυπρακτορικά συστήματα (Π.Π.Σ., αγγλική γλώσσα: Multi Agent Systems, MAS) οι λήψεις αποφάσεων σε ένα περιβάλλον όπου συνυπάρχουν και άλλοι πράκτορες, εκτελούνται από πράκτορες που είναι μέρη του συστήματος. Εάν δεν υπάρχουν συγκροτημένες ενέργειες και ο κάθε πράκτορας ενεργεί και συμπεριφέρεται κατά το δοκούν, δημιουργείται χάος. Για την αποφυγή χάους και προκειμένου να διασφαλιστεί στο περιβάλλον μία ορθολογική συμπεριφορά, απαιτείται οι στόχοι να επιτυγχάνονται από τους πράκτορες με συνοπτικό και λογικό τρόπο.

Το Π.Π.Σ. αξιολογείται με βάση δύο σημεία κριτηρίου: τη συνοχή και τον συντονισμό [44].

Η συνοχή αναφέρεται στο πόσο καλά συμπεριφέρεται το Π.Π.Σ. λαμβάνοντας υπόψη ορισμένα κριτήρια αξιολόγησης (ποιότητα λύσης, αποτελεσματικότητα στην εφαρμογή πόρων, λογική λήψη αποφάσεων και ούτω καθεξής).

Ο συντονισμός αναφέρεται στην ικανότητα των πρακτόρων να αποφεύγουν, μέσω συγχρονισμού, ακραίες δραστηριότητες στις οποίες θα μπορούσαν να εμπλέκονται δύο ή περισσότεροι πράκτορες. Με το συντονισμό επιτυγχάνεται η συνεκτική συμπεριφορά του Π.Π.Σ., και μπορεί να συνεπάγεται συνεργασία.

Συνεργασία καλείται ο συντονισμός μεταξύ μη ανταγωνιστικών πρακτόρων. Για την επιτυχία της συνεργασίας απαιτείται συνήθως ο πράκτορας να διατηρεί ένα μοντέλο των άλλων πρακτόρων. Επίσης χρειάζεται να αναπτύξει ένα μοντέλο μελλοντικών αλληλεπιδράσεων και αυτό συνεπάγεται κοινωνικότητα.

4.2.7 Διαπραγμάτευση πρακτόρων μέσω επικοινωνίας

Είναι ήδη γνωστό από τα προαναφερθέντα πως επιτελείται η επικοινωνία των πρακτόρων. Με την επικοινωνία των πρακτόρων μέσω πρωτοκόλλων, διακρίνεται και η επικοινωνία πρακτόρων μέσω πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης [47]. Στο πρωτόκολλο διαπραγμάτευσης δίνεται συνήθως η δυνατότητα στους πράκτορες να πραγματοποιούν συζητήσεις. Οι συζητήσεις αυτές αφορούν ακολουθίες ανταλλαγής μηνυμάτων που στόχο έχουν την επίτευξη της συνεργασίας των πρακτόρων. Χάρην παραδείγματος, αναφέρεται ότι, σε ένα πρωτόκολλο αλληλεπίδρασης μεταξύ πρακτόρων που ορίζεται για καταστάσεις διαπραγμάτευσης, προτείνεται από κάποιο πράκτορα μία ακολουθία ενεργειών σε κάποιο άλλο πράκτορα. Επακολουθεί η απάντηση του πράκτορα που δέχθηκε την πρόταση της

προτεινόμενης ακολουθίας, με μήνυμα αποδοχής, απόρριψης ή διαφωνίας κατόπιν αξιολογήσεως της πρότασης.

Οι υποθέσεις διαπραγματεύσεων διαχωρίζονται σε πολλαπλών ζητημάτων και απλού ζητήματος. Εμφανές είναι ότι, στις υποθέσεις πολλαπλών ζητημάτων οι τιμές των ιδιοτήτων οι οποίες πραγματεύονται οι πράκτορες είναι πολλαπλές και πιθανόν σχετίζονται μεταξύ τους. Αντίθετα, στις υποθέσεις απλού ζητήματος υπάρχει διαπραγμάτευση στην τιμή μίας μόνο ιδιότητας.

Γίνεται αντιληπτό ότι ένα πρωτόκολλο διαπραγματεύσεων πολλαπλών ζητημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή ευφύων συστάσεων, με την προϋπόθεση ότι το πλαίσιο των τιμών των προς διαπραγμάτευση ιδιοτήτων πρέπει να είναι σαφώς ορισμένο. Πρέπει με άλλα λόγια να είναι κατάλληλα ορισμένοι οι παράμετροι, η ανοχή τους ως προς την αύξηση ή την ελάττωση των τιμών και κατά πόσο, η συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων καθώς και το βάρος της κάθε ιδιότητας. Στην περίπτωση που οι ιδιότητες δεν παρέχουν αυτά τα χαρακτηριστικά, το σύστημα θα οδηγηθεί σε μία εκθετική αύξηση του χώρου των δυνατών συμφωνιών με αποτέλεσμα την κατάρρευσή του.

Κεφάλαιο 4ο:

Κεφάλαιο 5ο: Ευφυείς συστάσεις στον τουρισμό

5.1 Εισαγωγή

Με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια καθώς και την αύξηση των κινητών συσκευών δημιουργείται πληθώρα εφαρμογών που ομολογουμένως θεωρούνται εντυπωσιακές και ελκυστικές για τους χρήστες. Ακόμη, μέσω των κινητών συσκευών διατίθενται πλέον πλήθος ενσωματωμένων αισθητήρων, καθώς και αξιόλογες υπολογιστικές δυνατότητες και πρόσβαση στο Διαδίκτυο από οποιοδήποτε σημείο. Αυτά τα χαρακτηριστικά των κινητών συσκευών αποτελούν και τους πυλώνες κάθε συστήματος τουριστικής υποστήριξης, έτσι ώστε να παρέχονται εφαρμογές με επίγνωση του περιβάλλοντος προστιθέμενης αξίας. Συνιστάται πρόταση πλαισίου υλοποίησης τουριστικών εφαρμογών λόγω της επίγνωσης του περιβάλλοντος, σε συνδυασμό πάντα με τις υποστηρικτικές τεχνολογίες και έχοντας υπόψη ότι απαιτείται η απόκτηση γνώσης- καθώς και λόγω της αναπαράστασης γνώσης, της επεξεργασίας γνώσης και των υπηρεσιών που βασίζονται στη γνώση [48].

Η αναψυχή και η καλή υγεία προάγονται ως δραστηριότητα του τουρισμού. Η προοπτική ενός ταξιδιού επιφέρει αναζητήσεις τουριστικών προϊόντων μέσα από ένα αυξημένο πλήθος προσφορών. Η προσπάθεια επιλογής τουριστικών προϊόντων χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το προφίλ του χρήστη είναι σχεδόν αδύνατη, λόγω του πλήθους των προσφορών τουριστικών προϊόντων, καθώς επίσης της ετερογένειας των προϊόντων αλλά και της αλληλεξάρτησης των πόρων. Η αδυναμία επιλογής αντιμετωπίζεται στα συστήματα αυτά μέσω των συστάσεων. Προκειμένου οι συστάσεις να είναι βέλτιστες απαιτείται η δημιουργία προφίλ χρήστη. Για τη δημιουργία του προφίλ χρήστη αναλύονται προηγούμενες συναλλαγές του χρήστη, προτιμήσεις του, απόψεις του αλλά και αλληλεπιδράσεις του χρήστη με άλλους χρήστες ή υπηρεσίες [49]. Έτσι, από τα συστήματα τουριστικών συστάσεων εφαρμόζονται αρκετές φορές τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (TN, αγγλικά: Artificial Intelligence, AI) ή βασίζονται σε οντολογίες κ.α.

Γενικότερα υπάρχουν τέσσερις τύποι συστημάτων σύστασης, που ταξινομούνται με βάση το περιεχόμενο (Content Based), με εφαρμογή συνεργατικού φίλτρου (Collaborative Filtering), υβριδικοί (Hybrid) και βάσει γνώσεων (Knowledge Based). Σε κάθε έναν από τους προαναφερθέντες τύπους προτείνονται διαφορετικά δεδομένα εισόδου και εφαρμόζονται διαφορετικοί αλγόριθμοι συστάσεων. Τα εισαγόμενα δεδομένα κυρίως αποτελούνται από πληροφορίες για τον χρήστη (δημογραφικά στοιχεία), άλλα στοιχεία (περιγραφή, περιεχόμενο υπηρεσίας), στοιχεία περιβάλλοντος (τοποθεσία, ώρα, δραστηριότητα) και σχολιασμούς. Στην προσέγγιση βάσει περιεχομένου εφαρμόζεται αντιστοίχιση από το σύστημα προτάσεων που στηρίζεται στο προφίλ του χρήστη. Ωστόσο η εφαρμογή του συνεργατικού φιλτραρίσματος στηρίζεται σε ομαδοποιήσεις ανατροφοδοτήσεων, οι οποίες αποτελούν στοιχεία από εμπειρίες χρηστών [49].

Οι προτάσεις – συστάσεις προϊόντων μέσω των συστημάτων τουριστικών συστάσεων πλέον βασίζονται και στην επίγνωση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης, στις ανάγκες του και στα ενδιαφέροντά του καθώς μέσω αυτών προσφέρονται βελτιωμένες

συστάσεις. Οι κινητές συσκευές, ως προτιμώμενος εξοπλισμός του τελικού χρήστη, με τα προτερήματα που αναφέρονται παραπάνω, καθιστούν εύκολη την πρόσβαση του χρήστη στις υπηρεσίες αυτές, διαθέτοντας παράλληλα πληροφορίες στις εφαρμογές αυτές σχετικά με την τοποθεσία, την ώρα ή τον καιρό, έχοντας πάντα σκοπό τον εμπλουτισμό του προφίλ χρήστη και τον προσδιορισμό του περιβάλλοντος. Συνυπολογίζοντας και τις υπάρχουσες πλατφόρμες που υφίστανται, χάριν παραδείγματος TripAdvisor ή Booking, και οι οποίες περιέχουν μια εκτενή βάση δεδομένων σχετικά με τον τουρισμό, η λήψη απόφασης επηρεάζεται σημαντικά, καθώς οι χρήστες εμπιστεύονται την κρίση άλλων, που έχουν ήδη πραγματοποιήσει ταξίδια στους συγκεκριμένους προορισμούς και δίνουν πληροφορίες για τους τουριστικούς πόρους. Συνεπώς όσον αφορά στο πεδίο του τουρισμού, σημαντική παράμετρο αποτελεί το περιβάλλον το οποίο και θα πρέπει να αποτελεί το γνώμονα στις εφαρμογές τουρισμού.

5.2 Εφαρμογές κινητών συσκευών βάσει επίγνωσης του περιβάλλοντος

Η βιβλιογραφία για εφαρμογές κινητών συσκευών, οι οποίες βασίζονται στο πλαίσιο γνώσης του περιβάλλοντος, είναι αρκετές. Από τους Borrás et al. παρουσιάζεται μία έρευνα για εφαρμογές τουρισμού, και διαδικτυακές και κινητών συσκευών, και ομαδοποιούνται οι τεχνολογίες που προσφέρονται. Από τους Gavalas et al. περιγράφονται λεπτομερώς οι λειτουργίες υποστήριξης, οι οποίες προσφέρονται από τα πρότυπα συστήματα προτάσεων τουρισμού κινητών συσκευών. Για παλαιότερες εφαρμογές παρέχεται κριτική από τους Luz et al, όπως και από τους Chen και Kotz. Τέλος, μέρος της έρευνας στον τομέα αυτό συμπληρώνεται από τους Leal et al. [48].

5.3 Οντολογίες τουρισμού βάσει επίγνωσης του περιβάλλοντος στα συστήματα συστάσεων

Τα οφέλη που αποκομίζονται από τις οντολογίες, με άλλα λόγια η διαλειτουργικότητα, η επαναχρησιμοποίηση και η εφαρμογή σε οποιονδήποτε τομέα θεωρούνται δεδομένα και γνωστά σε όλους. Στον τομέα του τουρισμού η υιοθέτηση των οντολογιών για αναπαράσταση γνώσης, αποθήκευση και εξαγωγή συμπερασμάτων θεωρείται συχνή. Καθώς η αναζήτηση, ο χειρισμός και η αποθήκευση διευκολύνονται με την ύπαρξη οντολογίας, πολλές οντολογίες για τον τουρισμό αναπτύσσονται από αρκετές γενικές εφαρμογές τουρισμού.

Αρκετά συχνά οι οντολογίες χρησιμοποιούνται στον τουρισμό και ιδιαίτερα σε συστήματα τουριστικών προτάσεων με επίγνωση περιβάλλοντος, [50], [48] καθώς και βάσει άλλων προσεγγίσεων [51], [52].

5.4 Το πλαίσιο επίγνωσης περιβάλλοντος στις κινητές συσκευές για εφαρμογές συστάσεων

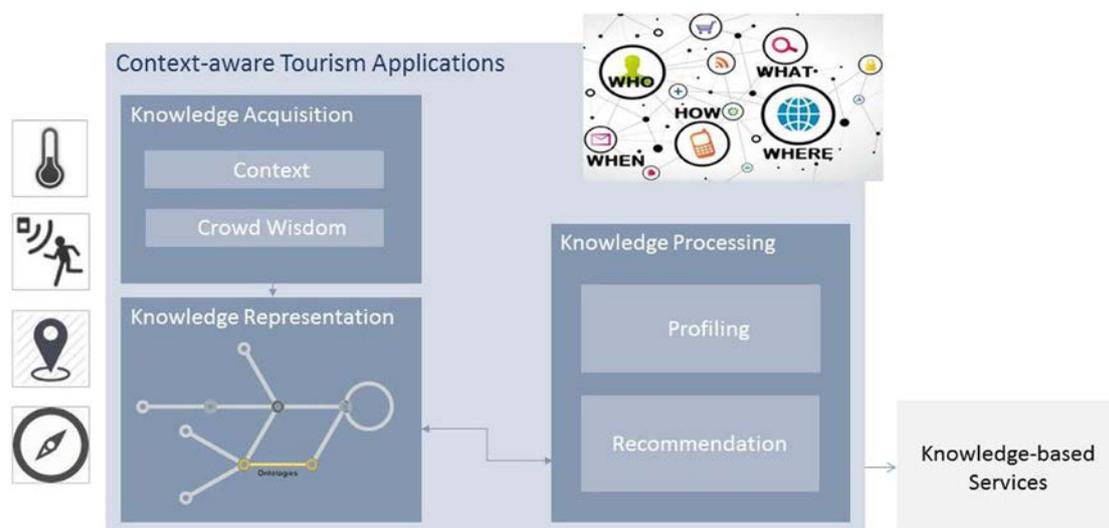
Οι κινητές συσκευές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής των ανθρώπων, καθώς είναι απαραίτητες για λόγους εργασίας αλλά και διασκέδασης. Πραγματοποιείται παράλληλα συλλογή και αποθήκευση προσωπικών πληροφοριών του χρήστη, καθώς και του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο κινείται, από την καθημερινή χρήση των συσκευών αυτών. Το πλαίσιο συνειδητοποίησης περιεχομένου περιλαμβάνεται στα διάφορα είδη δεδομένων, που συλλέγονται ως απόρροια των ιδιοτήτων των κινητών συσκευών. Ως εκ τούτου, μέσω

εφαρμογών κινητών συσκευών ανακαλύπτονται και παρέχονται πληροφορίες σχετικές με το περιβάλλον του χρήστη.

Όσον αφορά τον τομέα του τουρισμού, η σύλληψη του τουριστικού περιβάλλοντος και η παροχή ενός μέσου αλληλεπίδρασης με εξωτερικές υπηρεσίες βασιζόμενες στη αναγνώριση του περιβάλλοντος βοηθά στην εξατομίκευση των προσφερόμενων υπηρεσιών. Προκειμένου να προκύψουν τα οφέλη αυτά, θα πρέπει κατά την ανάπτυξη των συστημάτων, που θα προσφέρουν τις υπηρεσίες αυτές, να λαμβάνονται υπόψη διάφορες ενότητες, που παρέχουν λειτουργίες σε τέσσερις διαφορετικές διαστάσεις. Αυτές οι ενότητες είναι η απόκτηση γνώσης και η αναπαράστασή της, καθώς και η επεξεργασία της με σκοπό την παροχή υπηρεσιών, που βασίζονται στη γνώση αυτή και αποτελούν τη σύσταση τουριστικών πληροφοριών βάσει της επίγνωσης του περιβάλλοντος [48].

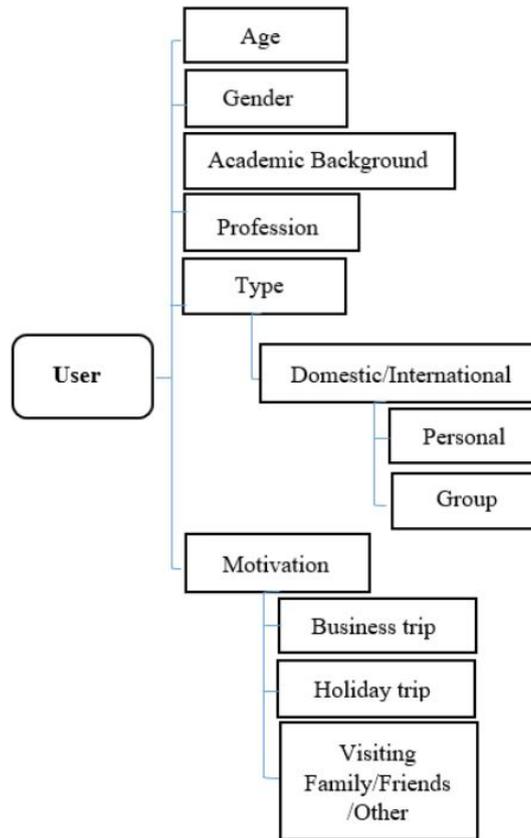
Αναλυτικότερα ένα σύστημα περιλαμβάνει,

- Απόκτηση γνώσεων: εξετάζονται δεδομένα σχετικά με τον χρήστη (περιβάλλον, συμπεριφορά, προφίλ κ.λπ.) και τον πόρο (πλαίσιο, χαρακτηριστικά κ.λπ.).
- Αναπαράσταση γνώσης: οργανώνονται οι πληροφορίες για την υποστήριξη της υπηρεσίας και απλοποιείται η υποδομή, ώστε να επιτρέπονται διαφορετικά επίπεδα εκτέλεσης.
- Επεξεργασία γνώσης: χρησιμοποιούνται τα προφίλ χρηστών και πόρων, καθώς και εκδίδονται εξατομικευμένες συστάσεις σχετικά με τους πόρους του τουρισμού.
- Υπηρεσίες βασισμένες στη γνώση: υποστηρίζονται όλες οι λειτουργίες front-end που προσφέρονται στους τουρίστες.

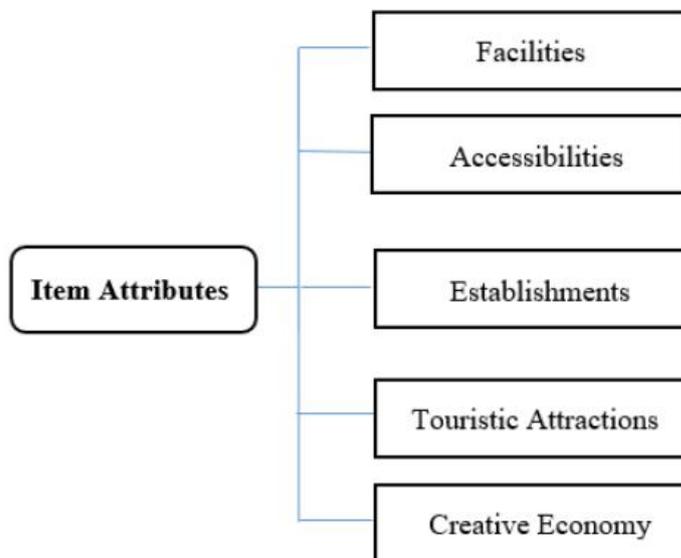


Εικόνα 9: Στοιχεία εφαρμογής τουρισμού με επίγνωση του περιβάλλοντος [48].

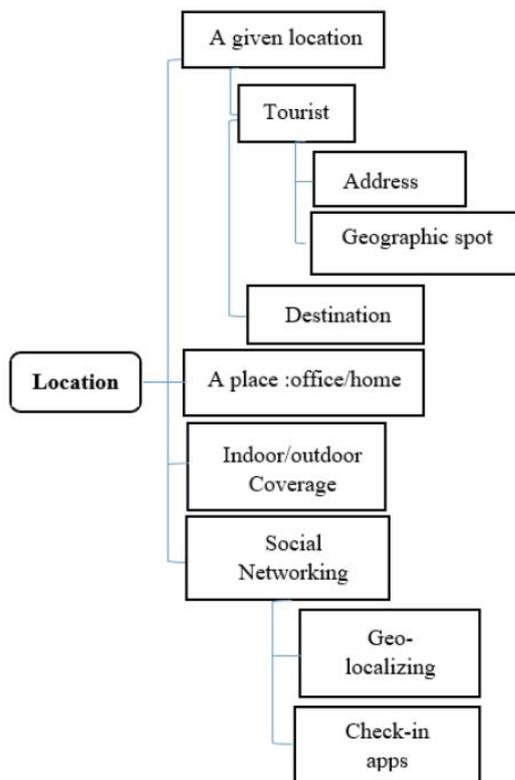
Στη διαδικασία του τουρισμού με βάση το περιεχόμενο περιλαμβάνονται κυρίως, ο χρήστης, ο προορισμός, ο χρόνος, η τοποθεσία, οι καιρικές συνθήκες και οι δραστηριότητες στα κοινωνικά δίκτυα. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των στοιχείων αυτών σε ταξινόμια περιεχομένων [49].



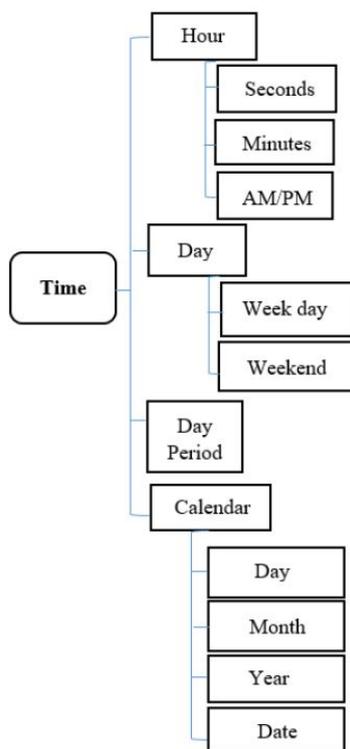
Εικόνα 10: Χαρακτηριστικά χρήστη [49].



Εικόνα 11: Χαρακτηριστικά προορισμού [49].



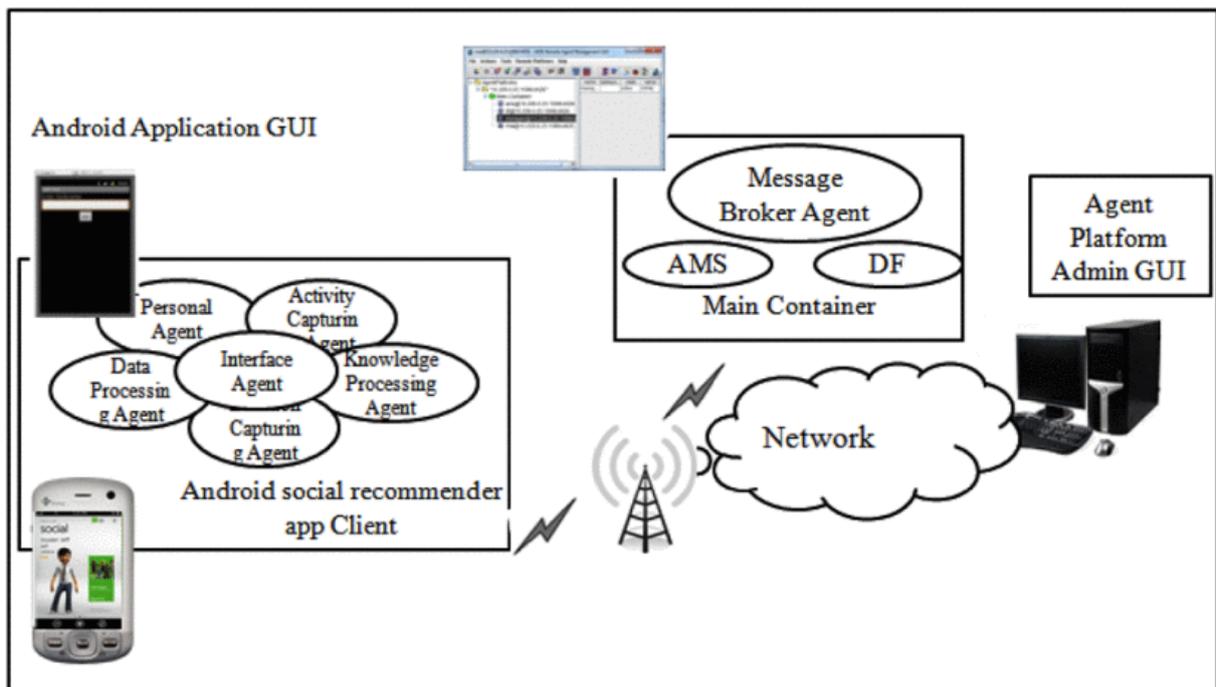
Εικόνα 12: Χαρακτηριστικά τοποθεσίας [49].



Εικόνα 13: Χαρακτηριστικά χρόνου [49].

5.5 Ευφυείς συστάσεις στα πολυπρακτορικά Συστήματα

Η χρήση πρακτόρων λογισμικού σε συστήματα συστάσεων προσήκει συνήθως, όταν οι πληροφορίες διανέμονται μέσω διαφορετικών πηγών και η χρήση πολυπρακτορικών συστημάτων επιβάλλεται για τη σωστή διαχείριση των πληροφοριών αυτών. Αυτό συμβαίνει, καθώς πραγματοποιείται από τους πράκτορες ανάκτηση, φιλτράρισμα και χρήση των πληροφοριών, που σχετίζονται με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σύστασης. Οι εργασίες που εφαρμόζονται από μοντέλα πολλαπλών πρακτόρων σε εφαρμογές σύστασης καθώς και ένα πολυπρακτορικό σύστημα συστάσεων, που βοηθά τους χρήστες στην αναζήτηση ταξιδιωτικών πακέτων, εξετάζονται στο [53]. Στις κινητές συσκευές, από τα συστήματα προτάσεων με χρήση πρακτόρων χρησιμοποιείται διαφορετική αρχιτεκτονική λόγω των περιορισμών των κινητών συσκευών. Συνήθως απαιτείται η χρήση ενός πράκτορα διασύνδεσης πελάτη, ο οποίος ευθύνεται για την επικοινωνία με το σύστημα συστάσεων [54]. Στο ακόλουθο σχήμα αποτυπώνεται η αρχιτεκτονική ενός τέτοιου συστήματος.



Εικόνα 14: Αρχιτεκτονική συστήματος συστάσεων σε κινητή συσκευή [54].

5.5.1 Ευφυείς συστάσεις με χρήση της πλατφόρμας JADE

Το JADE αναγνωρίζεται ως περιβάλλον ανάπτυξης συστημάτων προσανατολισμένο σε πράκτορες. Σε αυτό διατίθενται όλα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός «καλού» συστήματος πρακτόρων. Ωστόσο υπολείπονται μηχανισμοί νοημοσύνης, σχεδιασμού ή συλλογισμού. Αυτό υπερνικάται, καθώς έχει γραφεί σε JAVA και αλληλοεπιδρά σχετικά εύκολα με εφαρμογές JAVA, που παρέχουν αυτές τις δυνατότητες. Από την αρχική εμφάνιση έως σήμερα το JADE δέχεται πολλές επεκτάσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται από τις δημοφιλέστερες πλατφόρμες ανάπτυξης πρακτόρων [55]. Σκεπτόμενοι ότι σε κάθε εφαρμογή, η οποία αποτελείται από πράκτορες εμπεριέχεται και η αλληλοεπίδραση αυτών, με σκοπό την παροχή της προσδοκώμενης λειτουργίας, συνάγεται το συμπέρασμα ότι η αλληλοεπίδραση των πρακτόρων ρυθμίζεται μέσα από συμπεριφορές οι

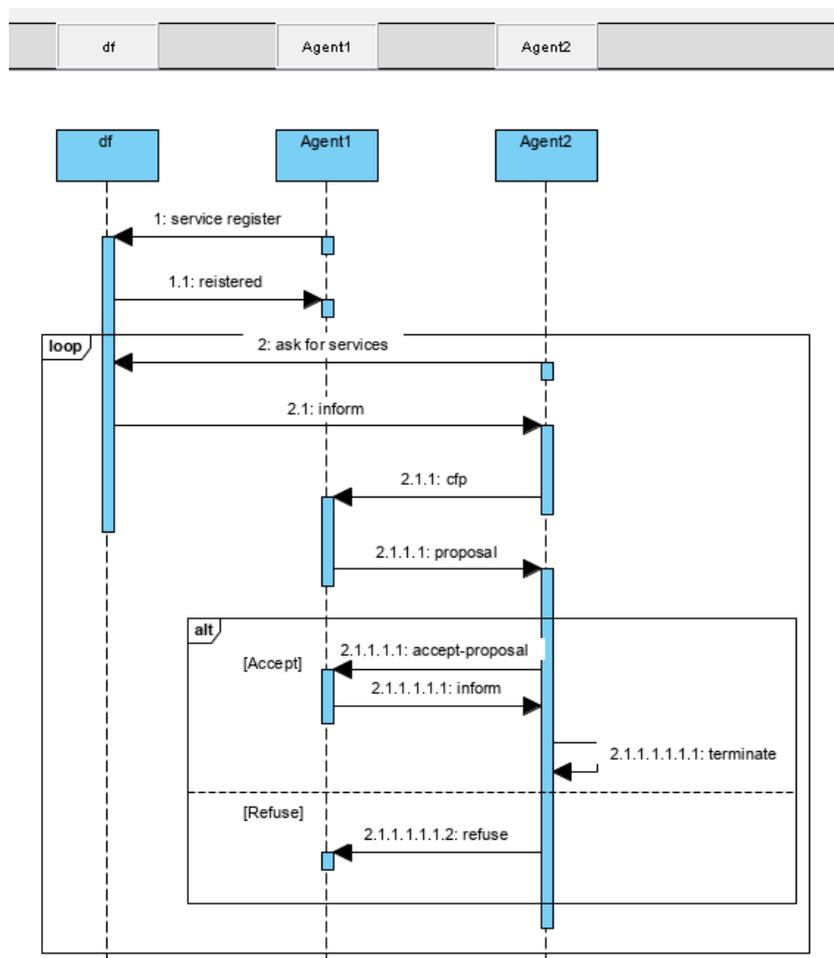
οποιές προφανώς εντοπίζονται στο σύστημα και οι οποίες καλούνται και εκτελούνται δυναμικά από τους πράκτορες.

5.5.1.1 Πρωτόκολλο αλληλεπίδρασης και συμπεριφορές πρακτόρων

Στην πλατφόρμα του πολυπρακτορικού συστήματος JADE, για να υπάρχει αλληλοεπίδραση μεταξύ των πρακτόρων, οι πράκτορες που δημιουργούνται εμπεριέχουν χαρακτηριστικά και ιδιότητες που εμπίπτουν στους περιορισμούς της πλατφόρμας.

Συγκεκριμένα από τους πράκτορες που δημιουργούνται, καταχωρείται το είδος της υπηρεσίας που παρέχουν, αιτούνται δεδομένα προς επεξεργασία, παρέχονται δεδομένα προς επεξεργασία, δέχονται δεδομένα προς επεξεργασία και τέλος επεξεργάζονται δεδομένα.

Η υπάρχουσα αλληλοεπίδραση που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των πρακτόρων αποτυπώνεται στο παρακάτω στιγμιότυπο:



Εικόνα 15: Διάγραμμα ακολουθίας αναζήτησης και επικύρωσης ουράς αναμονής

Στον Directory Facilitator καταχωρείται από τον πράκτορα η παρεχόμενη υπηρεσία του. Ο Directory Facilitator ενημερώνει για την επιτυχή εγγραφή της υπηρεσίας στους καταλόγους. Ο πράκτορας κάνει αναζήτηση υπηρεσιών στον Directory Facilitator. Ο Directory Facilitator ενημερώνει τον πράκτορα για τις υπηρεσίες που προσφέρονται και από ποιους πράκτορες. Ο πράκτορας στέλνει μήνυμα CallForProposals στους πράκτορες που

Κεφάλαιο 5ο:

τους ενδιαφέρουν οι υπηρεσίες του. Οι πράκτορες προτείνουν με μήνυμα. Ο πράκτορας μπορεί, είτε να δεχθεί την πρόταση στέλνοντας μήνυμα αποδοχής και να λάβουν απάντηση ικανοποίησης ώστε να τερματίσουν, είτε να μην αποδεχθούν. Στην περίπτωση μη αποδοχής επαναλαμβάνεται η διαδικασία.

Οι συμπεριφορές που αναπτύσσονται από τους πράκτορες προτείνεται να είναι:

- OneShotBehaviour, προστίθενται χαρακτηριστικά στον πράκτορα.
- OneShotBehaviour, εγγράφονται οι υπηρεσίες που προσφέρονται στον Directory Facilitator.
- OneShotBehaviour, διαγράφονται οι υπηρεσίες που προσφέρονται στον Directory Facilitator.
- CyclicBehaviour, αποστέλλεται απάντηση σε επικείμενο CallForProposal μήνυμα.
- CyclicBehaviour, αποστέλλεται απάντηση σε επικείμενο μήνυμα αποδοχής.
- CyclicBehaviour, αποστέλλεται απάντηση σε επικείμενο απόρριψης.
- TickerBehaviour, πραγματοποιείται αναζήτηση υπηρεσίας στον Directory Facilitator.
- Behaviour, αποστέλλεται μήνυμα CallForProposal και πραγματοποιείται επεξεργασία απαντήσεων.

5.5.1.2 Η κλάση behaviour της πλατφόρμας JADE

Η συμπεριφορά ενός πράκτορα θεωρείται μια αφηρημένη κλάση που εμπεριέχεται στη βιβλιοθήκη κλάσεων του JADE. Χρησιμοποιείται με σκοπό την μοντελοποίηση των εργασιών που εκτελούνται από έναν πράκτορα. Ανάλογα με τις ανάγκες και τις υποχρεώσεις κάθε πράκτορα καθίσταται εφικτό μέσω των συμπεριφορών, ο πράκτορας, να προγραμματίζεται και να εκτελείται.

Με το JADE παρέχονται πολλές και χρήσιμες συμπεριφορές, οι οποίες επεκτείνονται όταν απαιτείται, προκειμένου να μοντελοποιηθεί μία πολύπλοκη δραστηριότητα, η οποία είναι και χαρακτηριστικό των πρακτόρων. Υπάρχουν δύο είδη συμπεριφορών στο JADE, οι θεμελιακές (Primitive) και οι σύνθετες (Composite). Στις θεμελιακές ανήκουν οι απλές (Simple) και οι κυκλικές (Cyclic) συμπεριφορές. Στις σύνθετες ανήκουν αυτές, που αποτελούνται από ένα συνδυασμό τόσο απλών, κυκλικών όσο και σύνθετων συμπεριφορών, με σκοπό να εκτελούνται σε σειρά ή παράλληλα. Αναλυτικότερα,

Απλές ή κυκλικές συμπεριφορές

- SimpleBehaviour: βασική συμπεριφορά η οποία επεκτείνεται με διάφορους τρόπους και η οποία συχνά αποδεικνύεται η βέλτιστη λύση.
- CyclicBehaviour: χαρακτηριστικό αυτής της συμπεριφορά είναι ότι παραμένει ενεργή όσο ο πράκτορας της είναι ζωντανός και καλείται επανειλημμένα μετά από κάθε συμβάν. Η συγκεκριμένη συμπεριφορά χρησιμοποιείται κατά τη διαχείριση της λήψης μηνυμάτων.

- **TickerBehaviour**: περιοδικά προκαθορισμένος από το χρήστη κώδικας εκτελείται μέσω κυκλικής συμπεριφοράς.
- **OneShotBehaviour**: η συμπεριφορά αυτή εκτελείται μόνο μία φορά και μετά τερματίζει. Χρειάζεται προσοχή η χρήση της, καθώς ενδέχεται να ενεργοποιηθεί σε λάθος χρονική στιγμή.
- **WakerBehaviour**: εκτελείται κάποιος κώδικας χρήστη μία φορά σε συγκεκριμένη ώρα.
- **ReceiverBehaviour**: ενεργοποιείται, όταν λαμβάνεται ένας συγκεκριμένος τύπος μηνύματος (ή λήγει ένα χρονικό όριο).

Σημείωση: Οι **TickerBehaviour**, **WakerBehaviour** και **ReceiverBehaviour** θεωρούνται εννοιολογικά υποκατηγορίες **Cyclic** και **OneShot**. Ωστόσο εφαρμόζονται ως επεκτάσεις **Simplebehaviour** και **Behavior**

Σύνθετες συμπεριφορές

- **ParallelBehaviour**: στη συμπεριφορά αυτή ελέγχεται ένα σύνολο συμπεριφορών παιδιών που εκτελούνται παράλληλα. Σημαντικό στοιχείο στη συμπεριφορά αυτή θεωρείται η συνθήκη τερματισμού, η οποία καθορίζεται είτε όταν όλες οι συμπεριφορές - παιδιά τερματιστούν είτε οποιαδήποτε συμπεριφορά - παιδί τερματιστεί.
- **SequentialBehaviour**: στη συμπεριφορά αυτή εκτελείται η συμπεριφορά - παιδιών το ένα μετά το άλλο και τερματίζεται όταν τελειώσει η τελευταία συμπεριφορά - παιδί.

Οι συμπεριφορές που προστίθενται απευθείας στους πράκτορες λειτουργούν παράλληλα από προεπιλογή. Για το λόγο αυτό η χρήση της **ParallelBehaviour** απαιτείται μόνο, όταν θεωρείται αναγκαία η παράλληλη δραστηριότητα σε πιο πολύπλοκους σχεδιασμούς χάριν παραδείγματος διαδοχικών ή κυκλικών δραστηριοτήτων.

Στο **JADE** υφίστανται ακόμη οι συμπεριφορές **SimpleAchieveREInitiator**, **SimpleAchieveREResponder**, **FSMBehaviour**, οι οποίες αποτελούν περίπλοκες συμπεριφορές. Από αυτές, η συμπεριφορά **FSMBehaviour** αναλύεται παρακάτω, καθώς μπορεί να χρησιμοποιείται για τη λήψη αποφάσεων σε ντετερμινιστικά και μη ντετερμινιστικά περιβάλλοντα και κατά συνέπεια μοντελοποιείται κατάλληλα σε συστήματα συστάσεων.

Η **FSMBehaviour** αποτελεί μία σύνθετη συμπεριφορά για τον προγραμματισμό συμπεριφορών - παιδιών η οποία βασίζεται στη μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων (**Finite-State Machine, FSM**). Μέσω αυτής εκτελούνται, με άλλα λόγια συμπεριφορές - παιδιών οι οποίες βασίζονται σε μια **FSM**, που ορίζεται εκ των προτέρων από το χρήστη. Πιο συγκεκριμένα μία κατάσταση **FSM** αντιπροσωπεύεται από κάθε συμπεριφορά – παιδί. Από την κλάση που υλοποιεί την συμπεριφορά παρέχονται οι κατάλληλες μέθοδοι, έτσι ώστε να

Κεφάλαιο 5ο:

καταστεί εφικτή αυτή η αντιπροσώπευση – καταχώρηση καταστάσεων, καθώς και των μεταβάσεων από τη μία κατάσταση σε κάποια άλλη. Ακόμη στην κλάση διατίθενται μέθοδοι, για να πραγματοποιηθεί η λήψη της τρέχουσας κατάστασης ή το όνομα κάποιας κατάστασης κ.λπ.

Κεφάλαιο 6ο: Ευφυές Σύστημα Υποστήριξης Εναλλακτικού Τουρισμού με χρήση Πρακτόρων Λογισμικού και Επαυξημένης Πραγματικότητας

6.1 Εισαγωγή

Πλέον, η δυνατότητα παροχής πληροφοριών άμεσα, και σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόζοντας διάφορες τεχνολογίες προκειμένου να επιτύχουν μία πιο προσωποποιημένη πληροφόρηση, κρίνεται εφικτή. Ο χρήστης, απαντώντας σε πολύπλοκα πολλές φορές ερωτηματολόγια ή δίνοντας πρόσβαση σε κοινωνικά δίκτυα που συμμετέχει γίνεται προσπάθεια να έχει μία προσωποποιημένη πληροφόρηση προκειμένου η τουριστική εμπειρία να αποκτήσει αξία.

Αρκετές φορές στα συστήματα αυτά, αν και βασίζονται στην τεχνολογία πρακτόρων, ο σχεδιασμός τους είναι κεντρικοποιημένος, με αποτέλεσμα να περιορίζονται αρκετές δυνατότητες των πολυπρακτορικών συστημάτων όπως είναι χάριν παραδείγματος η πλήρης αυτονομία τους. Τέτοιου είδους συστήματα εμφανίζονται στις παρακάτω εργασίες [56], [57].

Τις περισσότερες φορές τα συστήματα που προσπαθούν να υποστηρίξουν είτε την προσωποποίηση των πληροφοριών, είτε την παροχή περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας (Ε.Π., αγγλική γλώσσα: Augmented Reality, AR) στον χρήστη δυσκολεύονται λόγω σχεδιασμού. Σχεδιάζονται τις περισσότερες φορές και βασίζονται σε κεντρικοποιημένα συστήματα με αρχιτεκτονική Client – Server. Συνεπώς, παρουσιάζεται έλλειψη σε ευελιξία, υπολογιστική απόδοση, αξιοπιστία, επεκτασιμότητα, δυνατότητα συντήρησης, απόκριση και επαναχρησιμοποίηση. Σε μη κεντρικοποιημένα συστήματα αρκετές φορές όπως βέβαια και στα κεντρικοποιημένα συστήματα, στον σχεδιασμό περιλαμβάνονται τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, που βασίζονται σε φόρμες, κοινωνικά δίκτυα, κ.α. Με άλλα λόγια, οποιαδήποτε αλληλοεπίδραση του χρήστη οποιαδήποτε στιγμή κι αν καταγράφεται, χρησιμοποιείται για την δημιουργία μιας πιο προσωποποιημένης πληροφόρησης.

Η καινοτομία της παρούσας προσέγγισης – λύσης που προτείνεται στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας, έγκειται στο ότι η προσωποποιημένη πληροφόρηση των χρηστών στηρίζεται σε ένα πρωτόκολλο διαπραγμάτευσης πολλαπλών ιδιοτήτων που σχετίζεται με τις επιθυμίες (παράμετροι) του χρήστη εκείνη τη στιγμή που πραγματοποιείται η αναζήτηση από το χρήστη. Στο χρονικό πλαίσιο που πραγματοποιείται η αναζήτηση από τον χρήστη, υπάρχουν συγκεκριμένα συναισθήματα, σκέψεις, επιθυμίες που μπορούν ενδεχομένως να αλλάξουν την επόμενη στιγμή.

Ακόμη, στην πρόταση που παρουσιάζεται, συνδυάζονται Πολυπρακτορικά Συστήματα και Επαυξημένη Πραγματικότητα, με σκοπό τη δημιουργία ενός ευφυούς συστήματος υποστήριξης εναλλακτικού τουρισμού για την απόκτηση της βέλτιστης εμπειρίας χρήστη. Σε ένα δυναμικό περιβάλλον, όπως αυτό του εναλλακτικού τουρισμού, η δυναμικότητα, η αυτονομία, η ευελιξία και η δυνατότητα κλιμάκωσης εξασφαλίζονται με τη χρήση πρακτόρων. Συνάμα, η εξατομίκευση των πληροφοριών που επιτυγχάνεται μέσα από ένα απλό ερωτηματολόγιο, συνδέεται με τη διάθεση, τις επιθυμίες, τις προσδοκίες του χρήστη οι

οποίες συνδυάζονται με τις πληροφορίες που προέρχονται από την κινητή συσκευή και χρησιμοποιούνται για τη χωρική τοποθέτησή του τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι σε ένα απλό, φιλικό και άμεσο περιβάλλον χρήστη να προβάλλονται άμεσα πληροφορίες σχετικά με τις τοποθεσίες που μπορεί να επισκεφτεί ο χρήστης. Σε κάθε περίπτωση ο φυσικός κόσμος μπορεί να ενισχύεται ηλεκτρονικά, δημιουργώντας άμεσους, αυτόματους και ενεργούς δεσμούς μεταξύ του φυσικού κόσμου και των διαθέσιμων ψηφιακών πληροφοριών μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας. Συνεπώς, η ενίσχυση του φυσικού κόσμου με τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας αποτελεί μία νέα οπτική του πραγματικού κόσμου στην αντίληψη του χρήστη.

6.2 Προσωποποιημένη πληροφόρηση

Πρωτεύουσα λειτουργία στην κατασκευή του συστήματος ήταν η εξατομικευμένη παροχή στο χρήστη Σημείων Ενδιαφέροντος (POI). Η προβολή των POI αλλά και οι πληροφορίες που εμπεριέχονται για αυτά, δημιουργούνται δυναμικά τη στιγμή που πραγματοποιείται αναζήτηση από τον χρήστη. Γίνεται αντιληπτό ότι σε οποιοδήποτε χωρικό σημείο και εάν βρίσκεται ο χρήστης, τα POI, τα οποία πιθανόν βρίσκονται στην ακτίνα ενδιαφέροντός του, είναι άφθονα. Για να πραγματοποιηθεί διάκριση και εξατομίκευση των πληροφοριών που προτείνονται στον χρήστη, χρησιμοποιούνται οι δυνατότητες που παρέχονται από τα πρωτόκολλα διαπραγμάτευσης πρακτόρων.

Η λήψη απόφασης για το εάν κάποιο από τα διαθέσιμα POI πρέπει να προταθεί ή όχι στον χρήστη, προέρχεται από την επεξεργασία απλού ερωτηματολογίου, το οποίο ενισχύεται με περαιτέρω στοιχεία, που προέρχονται και λαμβάνονται από την κινητή συσκευή του χρήστη.

Συγκεκριμένα, ο χρήστης μετά την επιτυχή του είσοδο στο σύστημα καλείται να συμπληρώσει ένα φιλικό, απλό και μικρό ερωτηματολόγιο στο οποίο περιέχονται ερωτήσεις σχετικά με την προσωπική του κατάσταση αλλά και ερωτήσεις που αφορούν τα ενδιαφέροντά του. Με τις απαντήσεις που εισάγει ο χρήστης ανιχνεύονται οι επιθυμίες και προσδοκίες του τη στιγμή που το συμπληρώνει.

Ταυτόχρονα, μέσω της κινητής συσκευής, πραγματοποιείται προσπάθεια ανίχνευσης των γεωγραφικών συντεταγμένων του σημείου που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή ο χρήστης. Οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου σε συνδυασμό με τα γεωγραφικά δεδομένα και την τοπική ώρα, ομαδοποιούνται και αποτελούν πλέον τις παραμέτρους βάσει των οποίων θα προκύψουν τα προτεινόμενα POI. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και ομαδοποιήθηκαν θα αποσταλούν, μέσω του πράκτορα της κινητής συσκευής, στους πράκτορες των σημείων ενδιαφέροντος.

Στην περίπτωση μας για να είναι εφικτή μια φιλική προς το χρήστη αλληλοεπίδραση, το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με τη βοήθεια των Σχεδιαστικών Προτύπων που παρέχεται από την Android. Οι παράμετροι που έχουν συμπεριληφθεί στο ερωτηματολόγιο είναι το φύλο, η ηλικία και η δραστηριότητα που επιθυμεί εκείνη τη στιγμή ο χρήστης. Οι παράμετροι αυτοί χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος και αποτελούν μέρος των παραμέτρων που θα προταθούν σε μελλοντική εργασία.

Πρωτεύων λόγο στις παραμέτρους και το μεγαλύτερο βάρος έχει η επιλεγμένη δραστηριότητα. Αμέσως μετά η τοποθεσία, κατόπιν η ώρα και τέλος η ηλικία και το φύλο. Η μόνη παράμετρος της οποίας το βάρος δεν μεταβάλλεται η τιμή της είναι της δραστηριότητας.

Στις υπόλοιπες παραμέτρους υπάρχει μία ανεκτικότητα προκειμένου να λειτουργήσει το πρωτόκολλο διαπραγμάτευσης.

Η λήψη αποφάσεων καθημερινά και όσο έχουμε επίγνωση του περιβάλλοντος είναι συνεχής. Οι αποφάσεις λαμβάνονται ανάλογα με το εάν ικανοποιούνται ή όχι κάποιες συνθήκες και σε ποιο βαθμό. Καθώς η λήψη απόφασης βασίζεται στα δεδομένα που υπάρχουν εκείνη τη συγκεκριμένη στιγμή και αξιολογείται η τιμή των παραμέτρων, σε πιθανή μεταβολή των τιμών των παραμέτρων απαιτείται επαναξιολόγηση. Το ίδιο συμβαίνει και στον προγραμματισμό. Η επιτυχής λήψη αποφάσεων και συνεπώς η σωστή δρομολόγηση του προγράμματος προκειμένου να εκτελεστούν οι κατάλληλες ακολουθίες ενεργειών ανάλογα την περίπτωση πραγματοποιείται με τη χρήση του πρωτοκόλλου διαπραγμάτευσης.

Κεφάλαιο 6ο:

Κεφάλαιο 7ο: Υλοποίηση πρωτότυπου λογισμικού

7.1 Εισαγωγή

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάζεται η ανάλυση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη του συστήματος και την ολοκλήρωσή του με την ανάπτυξη πρωτότυπου λογισμικού. Το πρωτότυπο αυτό λογισμικό, μέσα από διαδικασίες πειραματικών εκτελέσεων, κρίνεται ως προς την καταλληλότητά του για τον σκοπό που δημιουργήθηκε. Με την αξιολόγηση που επιχειρείται, δίδεται απάντηση στα ερωτήματα τα οποία τέθηκαν και εκτιμάται σε πιο βαθμό αυτά ικανοποιούνται.

Γίνεται γνωστό ότι το πρωτότυπο λογισμικό που αναπτύχθηκε αποτελείται μόνο από το βασικό κομμάτι του Ευφους Συστήματος Υποστήριξης Εναλλακτικού Τουρισμού με χρήση Πρακτόρων Λογισμικού και Επαυξημένης Πραγματικότητας. Η ανάπτυξη του συνόλου του προτεινόμενου συστήματος αποτελεί μία πρόκληση για μελλοντική εργασία.

7.2 Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν

Παρακάτω αναφέρονται τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού που χρησιμοποιούνται για την ολοκλήρωση του πρωτότυπου λογισμικού.

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται σε όλα τα τμήματα της εφαρμογής είναι η αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού Java (<https://el.wikipedia.org/wiki/Java>). Επιλέγεται καθώς, από τα βασικά της πλεονεκτήματα, σε σχέση με τις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού, είναι η ανεξαρτησία που παρέχει ως προς το λειτουργικό σύστημα και την πλατφόρμα που μπορεί να εκτελεστεί. Κάθε πρόγραμμα που είναι γραμμένο με τη γλώσσα προγραμματισμού Java εκτελείται ακριβώς το ίδιο, χωρίς να απαιτείται επανάληψη της μεταγλώττισης (compiling) ή αλλαγή του πηγαίου κώδικα ανάλογα με το λειτουργικό. Το πλεονέκτημα, αυτό, υλοποιείται από την Java με την ανάπτυξη μίας Εικονικής Μηχανής (Virtual Machine or VM).

Καθώς απαιτείται συγγραφή κώδικα για συσκευές Android αλλά και για περιβάλλοντα Windows η επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού Java θεωρείται αυτονόητη.

Η ανάπτυξη πρακτόρων πραγματοποιείται την τελευταία δεκαετία, ειδικά στην ακαδημαϊκή κοινότητα, με τη χρήση της πλατφόρμας JADE (Java Agent DEvelopment framework). Υπάρχουν και αρκετές άλλες πλατφόρμες ανάπτυξης πρακτόρων αλλά η συγκεκριμένη τυγχάνει της αποδοχής από το μεγαλύτερο πλήθος των προγραμματιστών, καθώς, ως λογισμικό ενδιάμεσου στρώματος (middleware) διευκολύνει την ανάπτυξη πολυπρακτορικών συστημάτων σύμφωνα με το σύστημα FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents). Για το λόγο αυτό, ετερογενείς και αλληλοεπιδρώντες παράγοντες και συστήματα που βασίζονται σε πράκτορες δύναται να υλοποιηθούν.

Από τα χαρακτηριστικά του JADE είναι η υποστήριξη και ανάπτυξη κατανεμημένων πολυπρακτορικών συστημάτων σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή του σε κάθε σύστημα που υποστηρίζει Java VM, μέσα από το πλήθος των βιβλιοθηκών για τη δημιουργία πρακτόρων με τη χρήση κληρονομικότητας αλλά και τον επαναπροσδιορισμό των συμπεριφορών καθώς και τη γραφική εργαλειοθήκη για την

Κεφάλαιο 7ο:

παρακολούθηση και διαχείριση των ευφυών πρακτόρων. Στην τελευταία έκδοση του JADE παρατηρείται η διαλειτουργικότητα που προσφέρει, καθώς σε προγενέστερες εκδόσεις υλοποιούνταν παράλληλα κάποια έργα για κινητές συσκευές.

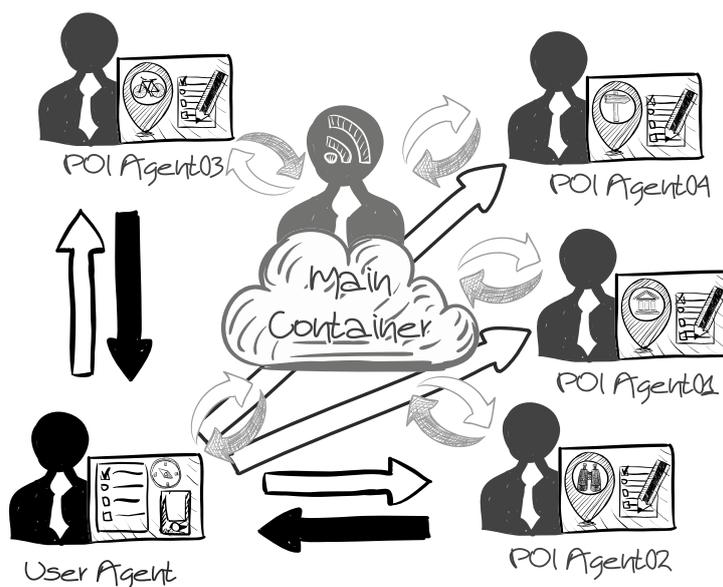
Για την ανάπτυξη της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality, AR) στη συσκευή Android χρησιμοποιείται το VISION SDK (Software Development Kit) της Marbox. Το VISION SDK της Marbox βρίσκεται αυτή τη στιγμή σε δοκιμαστική έκδοση ΒΕΤΑ και σε αυτό περιλαμβάνονται όλες οι νέες και σύγχρονες τεχνολογίες οι οποίες είναι διαθέσιμες αυτή τη στιγμή.

Τα χαρακτηριστικά που διατίθενται στην έκδοση είναι αρκετά. Συγκεκριμένα διατίθενται η αναλυτική πλοήγηση με τη χρήση προσαρμοσμένων αντικειμένων μέσω Επαυξημένης Πραγματικότητας, η ασφάλεια οδηγού με πραγματικού χρόνου ανάλυση και επεξεργασία του περιβάλλοντος βάσει ταξινόμησης, η ανίχνευση και τμηματοποίηση και τέλος, η χαρτογράφηση πραγματικού χρόνου, οπτικοποιώντας χαρακτηριστικά δρόμων, πινακίδων κ.λπ., καθώς και κρίσιμα γεγονότα που προσαρμόζονται σε χάρτη.

Ουσιαστικά το Marbox Vision AR είναι ένα υψηλού επιπέδου πλαίσιο (High-level Framework), που τοποθετείται στην κορυφή του Marbox Vision SDK. Το Vision AR διαχειρίζεται τη διαδρομή πλοήγησης «μεταφράζοντάς» την στην κεντρική βιβλιοθήκη και έτσι δημιουργείται μια διαδρομή πλοήγησης επαυξημένης πραγματικότητας σε ένα νέο επίπεδο. Το νέο αυτό επίπεδο τοποθετείται πάνω από αυτό της λήψης ροής βίντεο σε πραγματικό χρόνο της ενσωματωμένης κάμερας της κινητής συσκευής.

7.3 Αρχιτεκτονική συστήματος

Το σύστημα που υλοποιήθηκε αποτελείται από τρία τμήματα. Το πρώτο τμήμα, στο οποίο περιλαμβάνεται ο πράκτορας που διαχειρίζεται τις συνδέσεις – αποσυνδέσεις των υπόλοιπων πρακτόρων με το σύστημα έτσι ώστε να υπάρχει ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο. Στο δεύτερο και στο τρίτο τμήμα, περιλαμβάνονται όλοι οι υπόλοιποι πράκτορες που εκτελούνται είτε σε κινητές συσκευές είτε σε υπολογιστικά συστήματα των σημείων ενδιαφέροντος.



Εικόνα 16: Αρχιτεκτονική συστήματος.

Το πρώτο τμήμα αποτελεί και το Back-end του συστήματος. Σε αυτό το τμήμα εκτελείται και η κεντρική πλατφόρμα του JADE που περιέχει το γονικό container, στο οποίο δημιουργούνται οι ειδικοί πράκτορες με την ονομασία AMS (Agent Management System), DF (Directory Facilitator) και RMA (Remote Management Agent). Στο γονικό αυτό container δημιουργείται, όπως προαναφέρεται, ο πράκτορας που λειτουργεί ως διακομιστής παρουσίας, ενημερώνοντας κάθε συμμετέχοντα για τη συμμετοχή ή αποχώρηση άλλων συμμετεχόντων από το σύστημα.

Το δεύτερο και το τρίτο τμήμα του συστήματος αποτελούνται από το Front-end για τους χρήστες φορητής συσκευής Android και τα σημεία ενδιαφέροντος αντίστοιχα. Ο κύκλος ζωής των πρακτόρων σε αυτά τα τμήματα διαρκεί όσο και ο κύκλος ζωής της εφαρμογής που τους δημιουργεί. Για την επίτευξη της επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων αυτών και ακολουθώντας το πρότυπο FIPA-SL, χρησιμοποιείται κοινή οντολογία και λεξικό, καθώς και το ίδιο πρωτόκολλο. Επιτυγχάνεται έτσι η ανταλλαγή των μηνυμάτων μεταξύ των πρακτόρων να είναι αντικείμενα (objects) από προκαθορισμένες κλάσεις (classes) παρέχοντας συνάμα κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση με το πρότυπο FIPA-SL.

Στην περίπτωση της φορητής συσκευής Android και σύμφωνα με την αρχιτεκτονική Android, η εκτέλεση του JADE περικλείεται από μία υπηρεσία Android. Αναλύοντας περισσότερο τη λειτουργία του JADE στην αρχιτεκτονική Android παρατηρείται ότι στη βιβλιοθήκη jadeAndroid.jar περιλαμβάνονται δύο κλάσεις υπηρεσιών jade.android.RuntimeService και jade.android.MicroRuntimeService, που περικλείουν ένα full container και ένα split container αντίστοιχα. Αυτή είναι και η προτεινόμενη υλοποίηση, όταν πραγματοποιείται προγραμματισμός σε φορητές συσκευές.

Στην περίπτωση των σημείων ενδιαφέροντος, καθώς εκτελούνται σε προσωπικούς υπολογιστές, για τη εκτέλεση τους, δημιουργείται μία κύρια κλάση που επεκτείνει το Jade.MicroBoot και εκκινεί το JADE και τον αντίστοιχο πράκτορα σε ένα split container.

7.4 Αποφάσεις σχεδιασμού

Στην υλοποίηση που πραγματοποιείται, γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων, στο οποίο κάθε σημείο ενδιαφέροντος ενημερώνει τον κεντρικό πράκτορα για την παρουσία ή απουσία του στο σύστημα και αποστέλλονται πληροφορίες κατά απαίτηση σε πράκτορες κινητών τηλεφώνων Android. Οι πληροφορίες που αποστέλλονται αφορούν στα χαρακτηριστικά του σημείου ενδιαφέροντος και είναι απαραίτητα για τη δημιουργία αρχείου τύπου .geojson σύμφωνα με το πρότυπο GeoJSON, μιας μορφής κωδικοποίησης δηλαδή για μία ποικιλία δομής γεωγραφικών δεδομένων. Η συγκεκριμένη δομή είναι απαραίτητη στην εφαρμογή, καθώς με τη συνδρομή της υλοποιείται εύκολα η προβολή των σημείων ενδιαφέροντος στο χάρτη έτσι ώστε να επιλέξει κάποιο και να εμφανιστεί η προτεινόμενη διαδρομή. Στην προβολή σημείων ενδιαφέροντος κατά την πλοήγηση με επαυξημένη πραγματικότητα αρκούν μόνο το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του σημείου, καθώς και ο τύπος του. Εναλλακτικά, με τη χρήση του Mapbox Geocoding Api χρησιμοποιείται και η δομή GeoJSON ως απάντηση σε ένα Geocoding API ερώτημα.

Στην παρούσα υλοποίηση η παρουσία του πράκτορα του κινητού τηλεφώνου δηλώνεται από τον ίδιο και στη συνέχεια αιτείται πληροφοριών σημείων ενδιαφέροντος βάσει συγκεκριμένων επιλογών του χρήστη. Οι πράκτορες σημείων ενδιαφέροντος, που είναι ενεργοί τη συγκεκριμένη στιγμή και πληρούν τις προϋποθέσεις που έχουν απαιτηθεί, απαντούν με τα στοιχεία τους. Από τις απαντήσεις που δέχεται ο πράκτορας του κινητού τηλεφώνου, δημιουργείται ανάλογα αρχείο με δομή GeoJSON ή λίστα.

Σχετικά με την απαιτούμενη υποδομή δικτύωσης, ιδανικά, καθώς είναι ένα καταναμημένο σύστημα, πρέπει να θεωρείται απαραίτητη μια υποδομή δικτύου, που συνδέει όλες τις συμμετέχουσες συσκευές. Μια επιλογή είναι κάθε συσκευή να έχει τη δική της δημόσια IP, έτσι ώστε όλοι να «βλέπουν» όλους και να συνδέονται.

Ένας άλλος τρόπος εκτέλεσης του συστήματος είναι μέσω LAN. Συνεπώς ο κεντρικός υπολογιστής, ο υπολογιστής των σημείων ενδιαφέροντος και τα κινητά τερματικά πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο τμήμα δικτύου. Στην υλοποίηση αυτή χρησιμοποιείται ένας δρομολογητής με NAT και εκτελείται το σύστημα στο εσωτερικό δίκτυο. Αυτή η υλοποίηση χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη, καθώς δεν προσφέρεται στην ιδιοκτησία μας διακομιστής ιστού στο Διαδίκτυο που να μπορεί να εκτελεί το Main Container στην Java.

7.5 Ορισμός σεναρίου

Παρακάτω, παρουσιάζεται ένα τυπικό σενάριο, το οποίο λαμβάνει χώρα σε κάποιον τουριστικό προορισμό και εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες του συστήματός μας. Ο επισκέπτης-τουρίστας φτάνει στον προορισμό για ολιγοήμερες διακοπές. Έχει ήδη πραγματοποιηθεί κράτηση σε κατάλυμα και διαμένει σε αυτό. Είναι πλέον έτοιμος να εξερευνήσει τον τόπο διακοπών του. Με τη φορητή του συσκευή έχει πρόσβαση στο σύστημά μας. Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής ο χρήστης μεταφέρεται στην αρχική οθόνη, όπου από τον ίδιο εισάγεται το όνομα χρήστη και ελέγχονται οι ρυθμίσεις σύνδεσης. Μετά από μία επιτυχημένη σύνδεση, μεταφέρεται στην οθόνη επιλογών, όπου από τον χρήστη εισάγονται ορισμένα προσωπικά στοιχεία και οι προτιμήσεις του για εκείνη τη συγκεκριμένη στιγμή και επιλέγεται αποστολή. Οδηγείται έτσι στην επόμενη οθόνη, στην οποία εμφανίζεται η τρέχουσα θέση του, καθώς και τα σημεία ενδιαφέροντος τα οποία πληρούν τα κριτήρια βάσει των προτιμήσεων του χρήστη. Επιλέγοντας ο χρήστης κάποιο από αυτά, εμφανίζονται περισσότερες πληροφορίες. Επιλέγοντας την περιγραφή του σημείου ενδιαφέροντος, εμφανίζονται οδηγίες πλοήγησης προς το σημείο αυτό. Σε ενδεχόμενη επιλογή πλοήγησης προς το σημείο αυτό, ανοίγει η κάμερα του κινητού τηλεφώνου και εμφανίζονται οδηγίες πλοήγησης μέσω επαυξημένης πραγματικότητας. Στη διάρκεια της διαδρομής εμφανίζονται και τα υπόλοιπα σημεία ενδιαφέροντος, που δεν επιλέχθηκαν. Στην περίπτωση που οι προτιμήσεις του χρήστη αλλάζουν κατά τη διάρκεια της διαδρομής επιστρέφει στην οθόνη επιλογών και αλλάζει τις απαραίτητες επιλογές.

7.6 Εκκίνηση του συστήματος

7.6.1 Εκκίνηση του Back-end

Εικάζεται ότι ο χρήστης είναι εξοικειωμένος με τη λειτουργία του JADE για το λόγο αυτό δεν αναπτύσσονται λεπτομερώς κάποιες διαδικασίες γνωστές για τη λειτουργία τους.

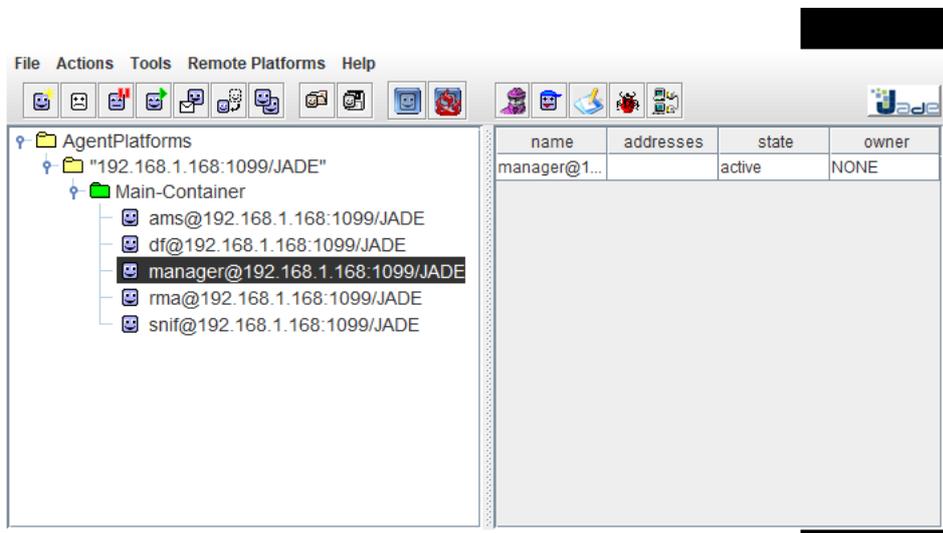
Για την εκκίνηση του περιβάλλοντος του JADE απαιτείται το κεντρικό container, το οποίο ονομάζεται Main Container. Στο Main Container περιέχονται οι πράκτορες ειδικού σκοπού

με τις ονομασίες AMS (Agent Management System), DF (Directory Facilitator) και RMA (Remote Management Agent). Για το λόγο αυτό απαραίτητη προϋπόθεση σε κάθε περιβάλλον JADE κρίνεται η εκκίνηση πρώτα του Main Container και στη συνέχεια οποιουδήποτε άλλου container.

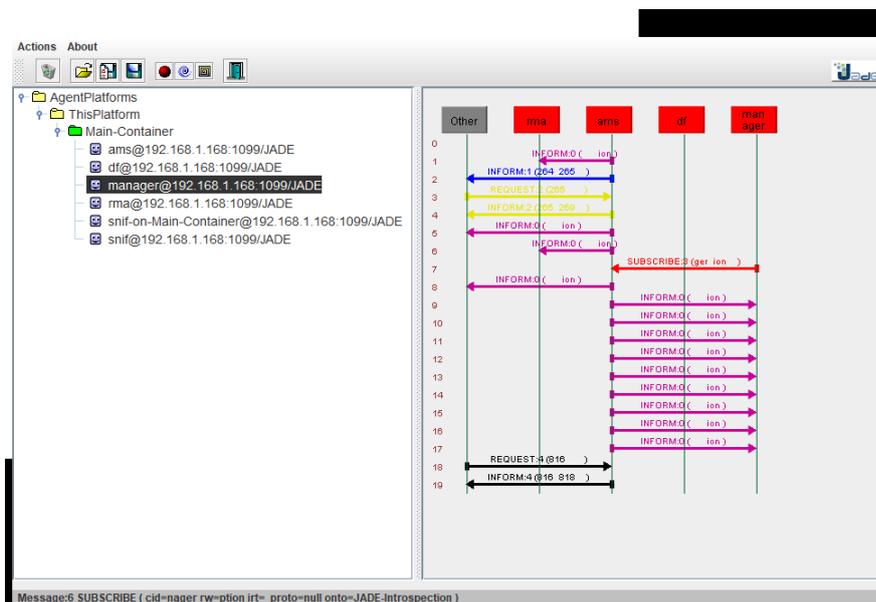
Η εκκίνηση του Main Container πραγματοποιείται είτε από γραμμή εντολών, είτε προγραμματιστικά. Στην περίπτωση μας πραγματοποιείται προγραμματιστικά από την κλάση LaunchJade.java, που βρίσκεται στο package GUI. Εναλλακτικά σε γραμμή εντολών θα εκτελούνταν η παρακάτω εντολή στον φάκελο της εφαρμογής.

```
CMD start JADE platform
java -cp lib\jade.jar;bin jade.Boot -gui -nomtp manager:agent.AgentAdmin
```

Με την επιτυχημένη εκκίνηση της πλατφόρμας του JADE εμφανίζονται τα παρακάτω παράθυρα.



Το γραφικό περιβάλλον της πλατφόρμας JADE



Κεφάλαιο 7ο:

Το παράθυρο Sniffer, όπως επισημαίνεται από το ίδιο το όνομα, είναι μια εφαρμογή Java που δημιουργήθηκε για την παρακολούθηση μηνυμάτων, που ανταλλάσσονται σε περιβάλλον με βάση το Jade.

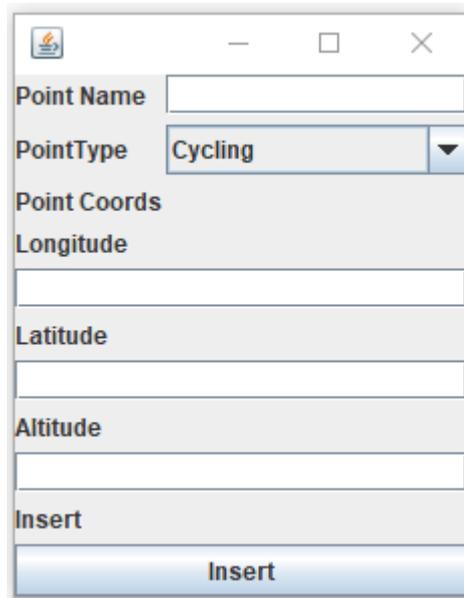
7.6.2 Εκκίνηση του Front-end

Γίνεται παρακάτω αναφορά πρώτα στην εκκίνηση του πράκτορα του σημείου ενδιαφέροντος και στη συνέχεια στην εκκίνηση του πράκτορα του κινητού τηλεφώνου.

7.6.2.1 Εκκίνηση πράκτορα σημείου ενδιαφέροντος

Και στην περίπτωση του πράκτορα σημείου ενδιαφέροντος η εκκίνησή του πραγματοποιείται προγραμματιστικά μέσα από την κλάση StartAgent.java.

Με την εκκίνηση εμφανίζεται παράθυρο, στο οποίο απαιτείται η εισαγωγή στοιχείων του σημείου ενδιαφέροντος (όνομα, γεωγραφικό μήκος και πλάτος, υψόμετρο) όπως φαίνεται και στο παρακάτω στιγμιότυπο. Σημειώνεται ότι, τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι ενδεικτικά για τη λειτουργία του συστήματος.



Παράθυρο εισαγωγής στοιχείων σημείου ενδιαφέροντος

Με την προσθήκη των στοιχείων του σημείου ενδιαφέροντος και επιλέγοντας το κουμπί εισαγωγή (insert), δημιουργείται ένα split-container, στο οποίο περιέχεται ο πράκτορας που δημιουργείται. Σημειώνεται εδώ πως το όνομα του πράκτορα πρέπει να είναι μοναδικό και στην περίπτωση που δεν είναι αποστέλλεται γραπτή ειδοποίηση για αυτό.

Point Name: Monument_01

PointType: Sightseeing

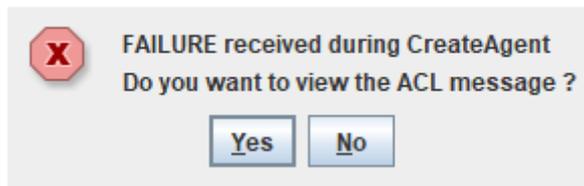
Point Coords

Longitude: 39.555422

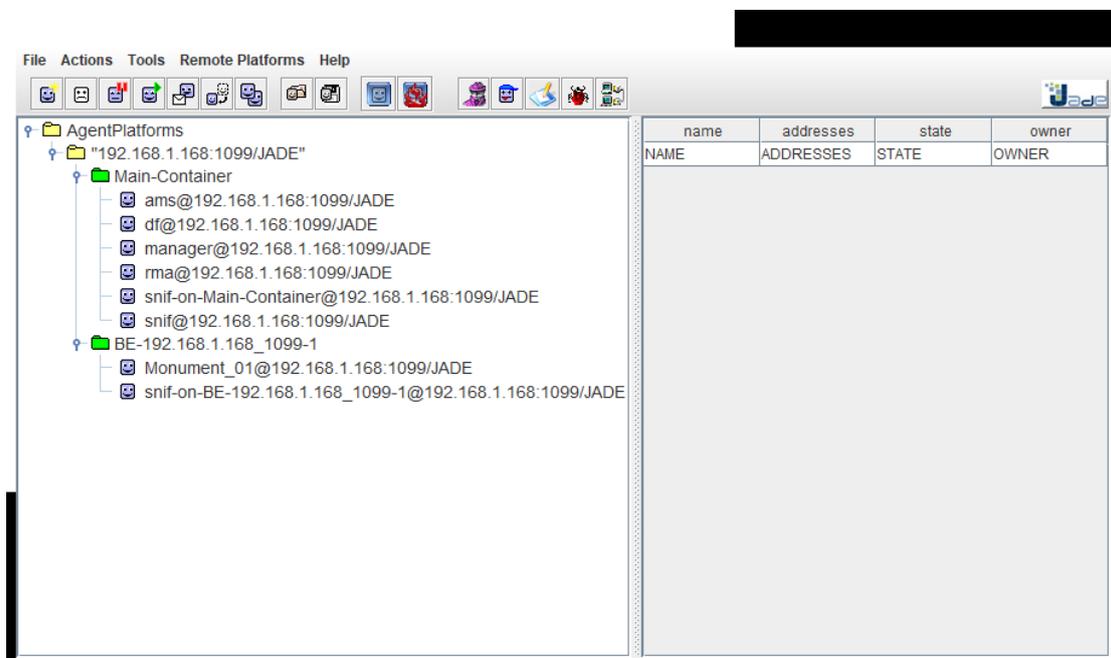
Latitude: 21.767693

Altitude: 10

Insert



Η μοναδικότητα του ονόματος εξασφαλίζεται από το JADE και δεν υφίσταται λόγος ανησυχίας.



Console message
INFO: IM-0 started
Apr 29, 2021 8:15:11 AM jade.imtp.leap.JICP.BIFEDispatcher connectInp

Κεφάλαιο 7ο:

```
INFO: Connecting to localhost:1099 0 (INP)
Apr 29, 2021 8:15:11 AM jade.imtp.leap.JICP.BIFEDispatcher connectInp
INFO: Connect OK (INP)
Apr 29, 2021 8:15:11 AM jade.core.FrontEndContainer start
INFO: -----
Agent container BE-192.168.1.168_1099-1 is ready.
-----
POI agent Monument_01@192.168.1.168:1099/JADE has coordinates: lon
39.555422, lat 21.767693, alt 10 it's type of point is Sightseeing
```

Η διαδικασία δημιουργίας νέων πρακτόρων σημείου ενδιαφέροντος είναι η ίδια με την προαναφερθείσα.

7.6.2.2 Εκκίνηση πράκτορα κινητού τηλεφώνου

Για την εκκίνηση του πράκτορα στο κινητό τηλέφωνο ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

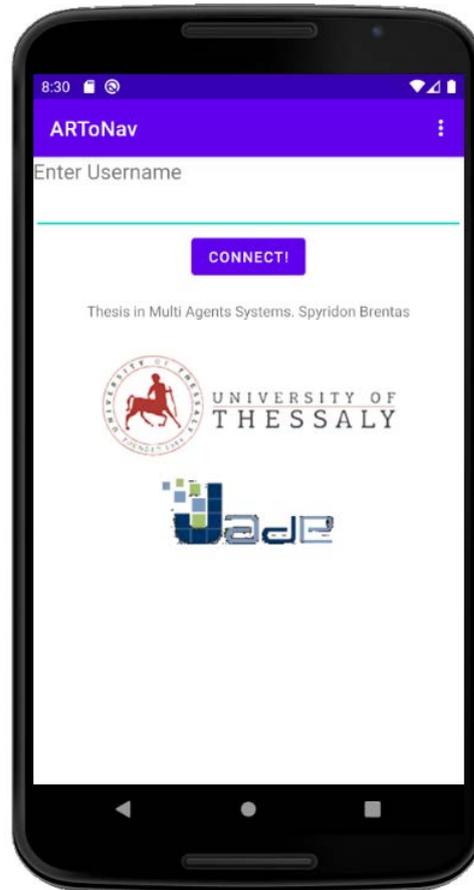
Ο χρήστης «μεταφέρεται» στις εφαρμογές της συσκευής



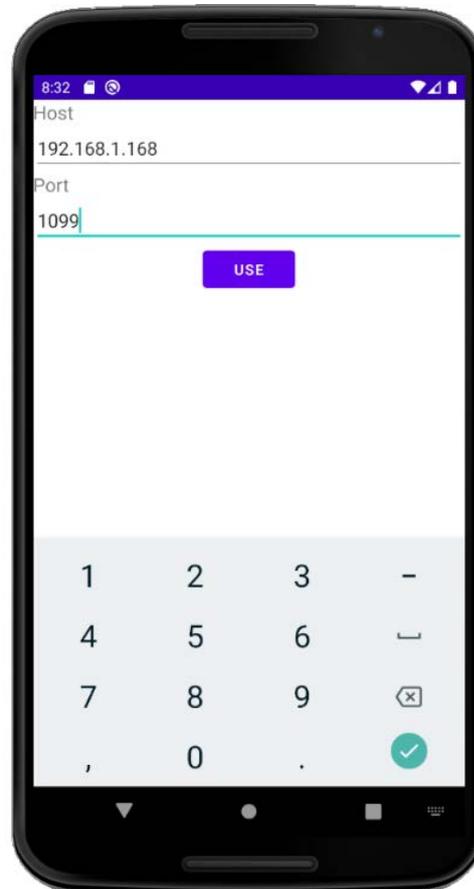
Επιλέγεται από τον χρήστη η εφαρμογή ARToNav και εμφανίζεται η κεντρική οθόνη.

Εισάγεται το επιθυμητό όνομα χρήστη και επιλέγεται το κουμπί σύνδεση (connect). Κατόπιν ο χρήστης μεταφέρεται στην επόμενη οθόνη.

Στην περίπτωση που απαιτείται ο χρήστης να μεταβεί στις ρυθμίσεις επιλέγεται από τον ίδιο η επάνω δεξιά πλευρά (τρεις κάθετες τελείες) και μεταφέρεται στην οθόνη ρυθμίσεων (settings).

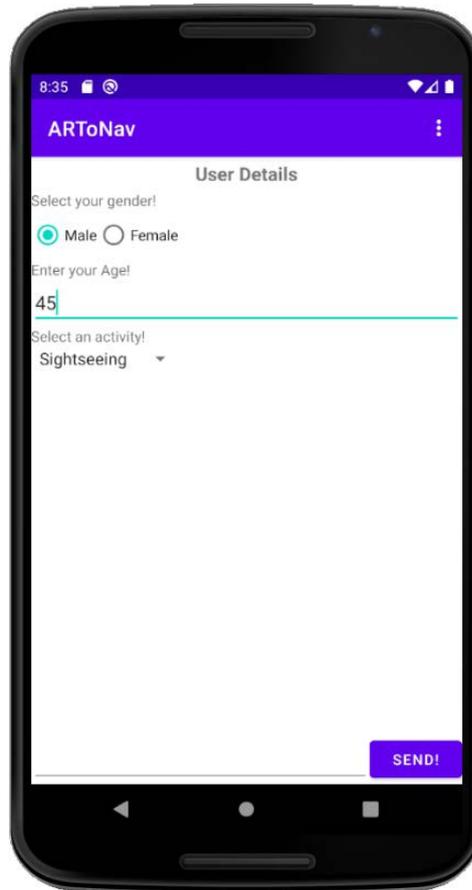


Στην περίπτωση επιλογής στο προηγούμενο βήμα της οθόνης Ρυθμίσεις, ελέγχονται από το χρήστη οι ρυθμίσεις σύνδεσης. Στην περίπτωση που δεν είναι οι επιθυμητές τροποποιούνται από το χρήστη. Στο τέλος επιλέγεται το κουμπί χρήση (use).



Κεφάλαιο 7ο:

Στην οθόνη, Λεπτομέρειες χρήστη, εισάγονται τα στοιχεία που απαιτούνται και επιλέγεται η δραστηριότητα που ενδιαφέρει τον χρήστη εκείνη τη στιγμή. Τέλος γίνεται επιλογή του κουμπιού αποστολή (send) και μεταφέρεται ο χρήστης στην επόμενη οθόνη.



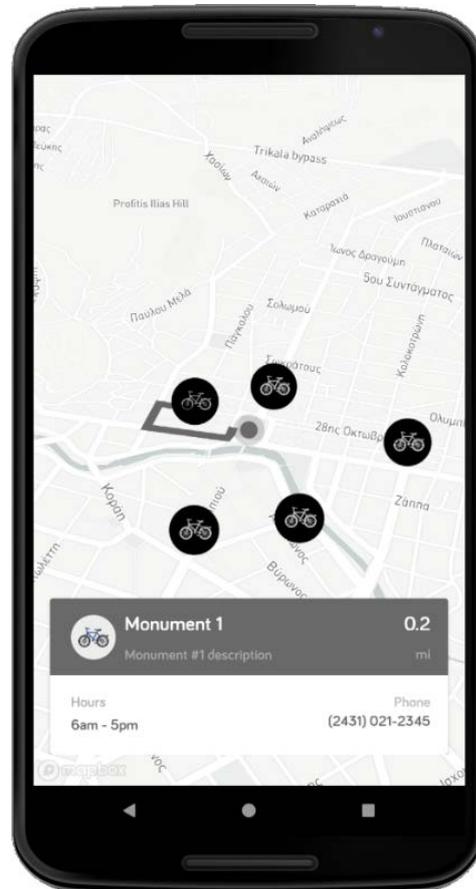
Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται τα σημεία ενδιαφέροντος βάσει των επιλογών του χρήστη.

Επιλέγοντας οποιοδήποτε σημείο ενδιαφέροντος, εμφανίζονται στο κάτω μέρος της οθόνης πληροφορίες σχετικά με το σημείο.

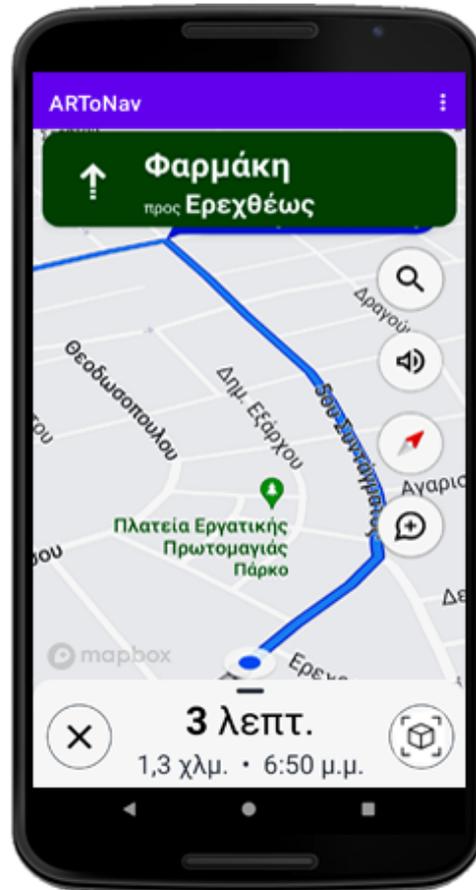
Ο χρήστης μετακινείται στα υπόλοιπα σημεία ενδιαφέροντος με κύλιση του σημείου της οθόνης, όπου προβάλλονται οι πληροφορίες σημείων ενδιαφέροντος, δεξιά ή αριστερά.

Επιλέγοντας τις πληροφορίες σημείου ενδιαφέροντος εμφανίζεται στο χάρτη η προτεινόμενη διαδρομή.

Με διπλό χτύπημα στις πληροφορίες του σημείου ενδιαφέροντος εκκινείτε η πλοήγηση με χάρτη.

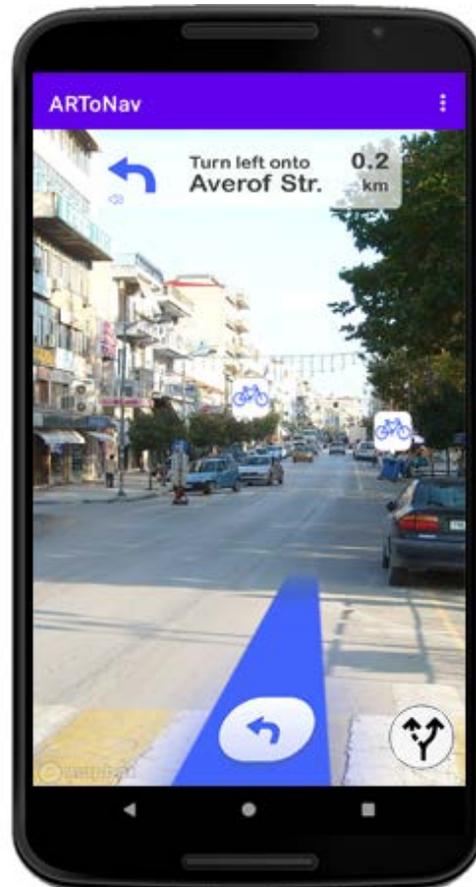


Η πλοήγηση με χάρτη φέρει αρκετά χαρακτηριστικά της πλοήγησης των χαρτών της Google. Στην κάτω δεξιά πλευρά παρέχεται εικονίδιο για την αλλαγή της πλοήγησης σε πλοήγηση Επαυξημένης Πραγματικότητας



Με τη μετάβαση σε πλοήγηση Επαυξημένης πραγματικότητας πραγματοποιείται εκκίνηση της κάμερας της κινητής συσκευής και υπέρθεση των δεδομένων. Σε εικονίδια τύπου σύννεφο εμφανίζονται κοντινά σημεία ενδιαφέροντος τα οποία δεν έχουν επιλεγεί για πλοήγηση.

Και σε αυτή την οθόνη παρέχεται στην κάτω δεξιά πλευρά εικονίδιο για την αλλαγή της πλοήγησης χάρτη.



Κεφάλαιο 7ο:

Κεφάλαιο 8ο: Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε σκοπό την μελέτη της Επαυξημένης Πραγματικότητας στον τομέα του Εναλλακτικού Τουρισμού. Βασικός στόχος ήταν ο προσδιορισμός, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός πλαισίου στο οποίο ένα πολυπρακτορικό σύστημα θα συνεργαζόταν αρμονικά με κινητές συσκευές και θα πρόσφερε ευφείς προτάσεις που θα απεικονίζονταν στο χρήστη με Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού πραγματοποιήθηκε μελέτη στην έννοια του Εναλλακτικού Τουρισμού και στην εμπειρία χρήστη με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Πραγματοποιήθηκε ακόμη ενδελεχής εξέταση του θεωρητικού υπόβαθρου της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Εξετάστηκαν τα πιο δημοφιλή και τα τελευταίες τεχνολογίας κτ ανάπτυξης λογισμικού Επαυξημένης Πραγματικότητας με σκοπό την απόκτηση γνώσης σχετικά με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρέχουν.

Για την υλοποίηση της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας σε κινητή συσκευή χρησιμοποιήθηκε το Android. Για το λόγο αυτό μελετήθηκε το Android ως προς την λειτουργία του και την υλοποίηση εφαρμογών κινητών συσκευών.

Προϋπόθεση για την υλοποίηση του πλαισίου ήταν η δημιουργία πολυπρακτορικού συστήματος με σκοπό την εκμετάλλευση των προτερημάτων των πολυπρακτορικών συστημάτων, όπως η αυτονομία. Για το λόγο αυτό μελετήθηκαν οι ευφείς πράκτορες και τα πολυπρακτορικά συστήματα, ειδικά σε κινητές συσκευές. Για την υλοποίηση του πολυπρακτορικού συστήματος χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα JADE καθώς υποστηρίζει την απαραίτητη επικοινωνία και πρωτόκολλα τα οποία απαιτούνταν. Η ευφείς συστάσεις που απαιτούνται για τη λειτουργία της εφαρμογής πραγματοποιήθηκαν μέσω πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης.

8.1 Μελλοντικές επεκτάσεις

Το πλαίσιο που παρουσιάστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία καθώς και η εφαρμογή που υλοποιήθηκε αποτελούν μέρος ενός μεγαλύτερου σχεδίου. Σε μελλοντική εργασία θα μπορούσαν να αναπτυχθούν εναλλακτικά οι ευφείς προτάσεις με τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης ή οντολογιών. Για την υλοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας θα πρέπει να γίνει συγγραφή κώδικα για την υλοποίησή της και να μην βασίζεται σε κτ ανάπτυξης λογισμικού. Τέλος η ανάπτυξη και σε κινητές συσκευές Apple αποτελεί μία καλή ευκαιρία προκειμένου να αποκτηθεί γνώση στο λειτουργικό IOS.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] M. Honey, *Ecotourism and sustainable development: who owns paradise?*, vol. 22, no. 2nd. Island Press, 2008.
- [2] The International Ecotourism Society, “What is Ecotourism? | The International Ecotourism Society,” *Www.Ecotourism.Org*, 2016. [Online]. Available: <https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/>. [Accessed: 27-Jun-2020].
- [3] “Alternative tourism - Wikipedia.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Alternative_tourism. [Accessed: 27-Jun-2020].
- [4] R. Butler, “Alternative Tourism: The Thin Edge of the Wedge,” in *Tourism alternatives : potentials and problems in the development of tourism*, 1992.
- [5] F. Ricci, “User preferences initialization and integration in critique-based mobile recommender systems,” *Proc. Artif. Intell. Mob. Syst. 2004, conjunction with UbiComp 2004*.
- [6] Y. ELALLIOUI and O. EL BEQQALI, “User profile Ontology for the Personalization approach,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 41, no. 4, pp. 31–40, Mar. 2012, doi: 10.5120/5531-7577.
- [7] “Σημαιολογικός Ιστός - Βικιπαίδεια.” [Online]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/Σημαιολογικός_Ιστός. [Accessed: 15-Sep-2020].
- [8] A. K.R.Ananthapadmanaban and S. K. Srivatsa, “Personalisation of User Profile: Creating User Profile Ontology for Tamilnadu Tourism,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 23, no. 8, pp. 42–47, Jun. 2011, doi: 10.5120/2903-3808.
- [9] Y. Huang and L. Bian, “A Bayesian network and analytic hierarchy process based personalized recommendations for tourist attractions over the Internet,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 1, pp. 933–943, Jan. 2009, doi: 10.1016/j.eswa.2007.10.019.
- [10] M. J. O’Grady and G. M. P. O’Hare, “Accessing Cultural Tourist Information Via a Context-Sensitive Tourist Guide,” *Inf. Technol. & Tour.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–47.
- [11] *The tourist gaze 3.0 (John Urry y Jonas Larsen)*, vol. 09, no. 02. 2014.
- [12] C. Emmanouilidis, R.-A. Koutsiamanis, and A. Tasidou, “Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 36, no. 1, pp. 103–125, Jan. 2013, doi: 10.1016/j.jnca.2012.04.007.
- [13] A. Hinze, A. Voisard, and G. Buchanan, “Tip: Personalizing Information Delivery in a Tourist Information System,” *Inf. Technol. & Tour.*, vol. 11, no. 3, pp. 247–264.
- [14] D.-I. Han, “Augmented Reality (AR) in Urban Heritage Tourism.” .
- [15] J. Dlacic, D. Loncaric, and A. K. Kavran, “AUGMENTED REALITY EXPERIENTIAL MARKETING IN TOURISM.” .
- [16] F. Fritz, A. Susperregui, and M. T. Linaza, “Enhancing Cultural Tourism

- experiences with Augmented Reality Technologies,” 2005.
- [17] V. Peel and A. Sørensen, *Exploring the Use and Impact of Travel Guidebooks*. Bristol, Blue Ridge Summit: Multilingual Matters, 2016.
- [18] S. Q. Cutler and B. A. Carmichael, “Chapter 1. The Dimensions of the Tourist Experience,” in *The Tourism and Leisure Experience*, Multilingual Matters, 2010, pp. 3–26.
- [19] Y. Stamboulis and P. Skayannis, “Innovation strategies and technology for experience-based tourism,” *Tour. Manag.*, vol. 24, no. 1, pp. 35–43, Feb. 2003, doi: 10.1016/S0261-5177(02)00047-X.
- [20] D. Wang, S. Park, and D. R. Fesenmaier, “The Role of Smartphones in Mediating the Touristic Experience,” *J. Travel Res.*, vol. 51, no. 4, pp. 371–387, Jul. 2012, doi: 10.1177/0047287511426341.
- [21] “Android - Βικιπαίδεια.” [Online]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/Android>. [Accessed: 29-May-2021].
- [22] “Application Fundamentals | Android Developers.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/components/fundamentals.html>. [Accessed: 29-May-2021].
- [23] D. K. Kim, “Development of mobile cloud applications using UML,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 596–604, Feb. 2018, doi: 10.11591/IJECE.V8I1.PP596-604.
- [24] “Augmented reality - Wikipedia.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality. [Accessed: 29-May-2021].
- [25] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, and F. Kishino, “<title>Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum</title>,” in *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, 1995, vol. 2351, pp. 282–292, doi: 10.1117/12.197321.
- [26] R. T. Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” 1997.
- [27] “Server-side object recognition and client-side object tracking for mobile augmented reality | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.” [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5543248>. [Accessed: 05-Jun-2021].
- [28] W. Li, A. Y. C. Nee, and S. K. Ong, “A state-of-the-art review of augmented reality in engineering analysis and simulation,” *Multimodal Technologies and Interaction*, vol. 1, no. 3. MDPI AG, p. 17, 01-Sep-2017, doi: 10.3390/mti1030017.
- [29] D.-I. Han, “The development of a quality function deployment (QFD) model for the implementation of a mobile augmented reality (AR) tourism application in the context of urban heritage tourism,” 2016.
- [30] “(PDF) Theory and applications of marker based augmented reality.” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/235741850_Theory_and_applications_of_marker_based_augmented_reality. [Accessed: 09-Jun-2021].
- [31] “5 Best Augmented Reality Development Tools [2021 Guide].” [Online]. Available: <https://program-ace.com/blog/augmented-reality-sdk/>. [Accessed: 12-Jun-2021].
- [32] “Best Augmented Reality SDK Software 2021: Compare Reviews on 30+ | G2.”

- [Online]. Available: <https://www.g2.com/categories/ar-sdk#grid>. [Accessed: 12-Jun-2021].
- [33] “Vision | Mapbox.” [Online]. Available: <https://www.mapbox.com/vision>. [Accessed: 12-Jun-2021].
- [34] E. E. Cranmer, M. C. tom Dieck, and P. Fountoulaki, “Exploring the value of augmented reality for tourism,” *Tour. Manag. Perspect.*, vol. 35, p. 100672, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.tmp.2020.100672.
- [35] F. Pereira, D. C. Silva, P. H. Abreu, and A. Pinho, “Augmented reality mobile tourism application,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2014, vol. 276 VOLUME 2, pp. 175–186, doi: 10.1007/978-3-319-05948-8_17.
- [36] T. H. Jung and M. C. tom Dieck, “Augmented reality, virtual reality and 3D printing for the co-creation of value for the visitor experience at cultural heritage places,” *J. Place Manag. Dev.*, vol. 10, no. 2, pp. 140–151, 2017, doi: 10.1108/JPMD-07-2016-0045.
- [37] J. M. Bradshaw and J. M. Bradshaw, “An Introduction to Software Agents,” 1997.
- [38] Z. Skolicki and T. Arciszewski, “Intelligent agents in design,” in *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*, 2003, vol. 3, pp. 765–774, doi: 10.1115/detc2003/dtm-48671.
- [39] S. Franklin and A. Graesser, “Is it an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 1193, pp. 21–35, 2015, doi: 10.1007/bfb0013570.
- [40] “An Introduction to MultiAgent Systems - Second Edition by Michael Wooldridge Published May 2009 by John Wiley & Sons ISBN-10: 0470519460 ISBN-13: 978-0470519462.” [Online]. Available: <http://www.cs.ox.ac.uk/people/michael.wooldridge/pubs/imas/IMAS2e.html>. [Accessed: 17-Jun-2021].
- [41] “Multi-agent system - Wikipedia.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent_system. [Accessed: 19-Jun-2021].
- [42] A. Kantamneni, L. E. Brown, G. Parker, and W. W. Weaver, “Survey of multi-agent systems for microgrid control,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 45, pp. 192–203, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.engappai.2015.07.005.
- [43] P. Stone and M. Veloso, “Multiagent systems: a survey from a machine learning perspective,” *Auton. Robots*, vol. 8, no. 3, pp. 345–383, Jun. 2000, doi: 10.1023/A:1008942012299.
- [44] A. Pérez Castaño, “Multi-Agent Systems,” in *Practical Artificial Intelligence*, Berkeley, CA: Apress, 2018, pp. 193–220.
- [45] M. Mes and B. Gerrits, “Multi-agent Systems,” in *Lecture Notes in Logistics*, Springer Science and Business Media B.V., 2019, pp. 611–636.
- [46] T. Finin, R. Fritzson, D. McKay, and R. McEntire, “KQML as an agent communication language,” 1994, pp. 456–463, doi: 10.1145/191246.191322.
- [47] J. S. Rosenschein and G. Zlotkin, “Rules of encounter : designing conventions for automated negotiation among computers,” p. 229, 1994.

- [48] F. Leal, B. Malheiro, and J. C. Burguillo, "Context-aware tourism technologies," *Knowl. Eng. Rev.*, vol. 33, 2018, doi: 10.1017/S0269888918000152.
- [49] A. Bentaleb, Y. El Bouzekri, A. A. Lahcen, and M. Boulmalf, "Context Aware Recommender Systems for Tourism: A Concise Review," *Colloq. Inf. Sci. Technol. Cist*, vol. 2018-October, pp. 149–154, Dec. 2018, doi: 10.1109/CIST.2018.8596469.
- [50] H. Khallouki, A. Abatal, and M. Bahaj, "An Ontology-based Context awareness for Smart Tourism Recommendation System," 2018, doi: 10.1145/3230905.3230935.
- [51] C. I. Lee, T. C. Hsia, H. C. Hsu, and J. Y. Lin, "Ontology-based tourism recommendation system," *2017 4th Int. Conf. Ind. Eng. Appl. ICIEA 2017*, pp. 376–379, Jun. 2017, doi: 10.1109/IEA.2017.7939242.
- [52] Z. Bahramiana and R. Ali Abbaspoura, "An ontology-based tourism recommender system based on Spreading Activation model," *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. - ISPRS Arch.*, vol. 40, no. 1W5, pp. 83–90, 2015, doi: 10.5194/ISPRSARCHIVES-XL-1-W5-83-2015.
- [53] F. Lorenzi, S. Loh, and M. Abel, "PersonalTour: A Recommender System for Travel Packages," in *2011 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, 2011, vol. 2, pp. 333–336, doi: 10.1109/WI-IAT.2011.69.
- [54] S. Moin, A. Muhamamd, and A. M. Martinez-Enriquez, "Agent based mobile recommender system," *2014 11th Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Autom. Control. CCE 2014*, 2014, doi: 10.1109/ICEEE.2014.6978332.
- [55] F. Bergenti, G. Caire, S. Monica, and A. Poggi, "The first twenty years of agent-based software development with JADE," *Auton. Agents Multi-Agent Syst.* 2020 342, vol. 34, no. 2, pp. 1–19, May 2020, doi: 10.1007/S10458-020-09460-Z.
- [56] M. Paprzycki, "Travel Support System - an Agent-Based Framework." .
- [57] M. Gordon and M. Paprzycki, "Designing agent based travel support system," *ISPDC 2005 4th Int. Symp. Parallel Distrib. Comput.*, vol. 2005, pp. 207–214, 2005, doi: 10.1109/ISPDC.2005.21.