

# Διπλωματική Εργασία

---

## Ανάπτυξη εφαρμογής επιλογής ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων



## Development of an application for the selection of entertainment activities

---

Δημόπουλος Παναγιώτης

Επιβλέπων Καθηγητής: Δούμπος Μιχάλης

Χανιά, 2020/2021

## Εξεταστική Επιτροπή

Μιχάλης Δούμπος

Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης

Ευαγγελία Κρασαδάκη

Καθηγητής

Καθηγητής

Μέλος Ε.ΔΙ.Π

## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μιχάλη Δούμπο, τόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όσο και για την αμεσότητα της επικοινωνίας μας. Επίσης, να ευχαριστήσω την κα. Ευαγγελία Κρασαδάκη, μέλος Ε.ΔΙ.Π, για τη βοήθειά της σε διάφορα τμήματα της εργασίας και τον καθηγητή, κ. Κωνσταντίνο Ζοπουνίδη για την συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αλκαίο Σακελλάρη, υποψήφιος Διδάκτωρ, για τη βοήθειά του με τη βιβλιοθήκη της UTASTAR. Επιπλέον, θα ήθελα να πω πολλά ευχαριστώ στον καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, κ. Ιωάννη Γκιάλα, για τη στήριξη και τη βοήθειά του όλα αυτά τα χρόνια.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω τον παιδικό μου φίλο, Στέφανο Καραγεωργίου, καθώς ήταν αυτός που με παρότρυνε να μάθω Python και να αναπτύξω την εφαρμογή στη συγκεκριμένη γλώσσα, με καθοδήγησε στα πρώτα μου βήματα στον προγραμματισμό και ήταν πάντα πρόθυμος να με βοηθήσει να ξεπεράσω τις δυσκολίες που συναντούσα.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω ξεχωριστά από την υπόλοιπη οικογένεια μου τον αδερφό μου, Αλέξη, για τις συμβουλές του γύρω από τη συγγραφή επιστημονικών κειμένων. Ακόμα, ευχαριστώ την κοπέλα μου, Αθηνά, για την στήριξη της από το πρώτο έτος μέχρι και σήμερα.

Τέλος, οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου, οι οποίοι ήταν πάντα δίπλα μου όποτε τους χρειαζόμουν όλα αυτά τα χρόνια. Χωρίς αυτούς δεν θα τα είχα καταφέρει.

Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στον καθηγητή του Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κ. Βρασίδα Λεώπουλο, ο οποίος έφυγε πρόσφατα από τη ζωή. Ήταν ένας υπέροχος άνθρωπος που πάντα προσπαθούσε να βοηθήσει τους γύρω του. Ανάμεσα σε αυτούς είμαι και εγώ,

αφού από την πρώτη μέρα των σπουδών μου μέχρι και την επιλογή της διπλωματικής μου εργασίας με συμβούλευε και με καθοδηγούσε.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	7
----------------	---

### Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή

1.1) Περιγραφή της ιδέας .....	9
1.2) Σκοπός της εργασίας .....	11
1.3) Μεθοδολογίες και υλοποίηση .....	12

### Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Προϋπάρχουσες πρακτικές και σημεία διαφοροποίησης 6Qu

2.1) Συστήματα συστάσεων .....	14
2.2) Η εφαρμογή “Entree” .....	15
2.3) Το σύστημα S.P.E.T.A. ....	19
2.4) Άλλες εφαρμογές και σημεία διαφοροποίησης του 6Qu .....	20

### Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Η εφαρμογή 6Qu

3.1) Αρχιτεκτονική της εφαρμογής .....	23
3.2) Περιβάλλον υλοποίησης και βιβλιοθήκες .....	25
3.3) Βάσεις Δεδομένων .....	26
3.4) Εισαγωγή στην εφαρμογή .....	30
3.5) Δημιουργία νέου χρήστη .....	32
3.6) Θεωρητικό υπόβαθρο της UTASTAR .....	36
3.7) Εφαρμογή της UTASTAR στο πρόβλημα .....	47
3.8) Αυθεντικοποίηση και σύστημα προτάσεων του 6Qu .....	54

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Έλεγχος αποτελεσμάτων**

4.1) Εισαγωγή & Στάδια Conjoint Analysis.....	57
4.2) Μαθηματική μοντελοποίηση της CA .....	58
4.3) Εφαρμογή της CA στο πρόβλημα .....	59
4.4) Συμπεράσματα ελέγχου.....	68

## **Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Προοπτικές ανάπτυξης και Συμπεράσματα**

5.1) Εισαγωγή .....	69
5.2) Χρήστες και αλληλεπίδραση.....	69
5.3) Αλγόριθμος προτάσεων και βελτιώσεις .....	70
5.4) Έκδοση για επαγγελματίες .....	71
5.5) Συμπεράσματα .....	72
Βιβλιογραφία .....	74

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία περιγράφει τον σχεδιασμό και υλοποίηση ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων με σκοπό να βοηθάει τους χρήστες να επιλέγουν την ιδανικότερη ψυχαγωγική δραστηριότητα στην πόλη των Χανίων. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε μία εφαρμογή για Windows σε γλώσσα Python, η οποία με τη χρήση μίας πολυκριτήριας μεθόδου λήψης αποφάσεων, της UTASTAR, αλλά και με μία σειρά ερωτήσεων που δρουν ως φίλτρα, προτείνει τις βέλτιστες επιλογές δραστηριότητας ανάλογα με τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη. Στο τέλος της εργασίας γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων με χρήση της μεθοδολογίας Conjoint Analysis (CA), μέσω του λογισμικού PASW Statistics (SPSS), και παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη της εφαρμογής.





# 1. Εισαγωγή

---

## 1.1 Περιγραφή της ιδέας

Τα τελευταία χρόνια όλα γύρω μας εξελίσσονται με εκθετικά μεγαλύτερους ρυθμούς από ό,τι στο παρελθόν, τόσο τεχνολογικά όσο και κοινωνικά. Η ψυχαγωγία όντας ανέκαθεν τρόπος κοινωνικοποίησης αλλά και πνευματικής και ψυχικής διαπαιδαγώγησης δεν θα μπορούσε να μην ακολουθήσει αυτήν τη ραγδαία εξέλιξη. Σήμερα υπάρχουν αμέτρητες επιλογές για ψυχαγωγία, τόσες πολλές που φαντάζει δύσκολο να βρεθεί η ιδανική επιλογή ανάλογα με τις προτιμήσεις του καθενός. Εστίαση, τέχνες, άθληση, κάθε τομέας έχει άπειρες εναλλακτικές για κάθε διαφορετικό άνθρωπο. Έτσι λοιπόν, λόγω της τεράστιας ποικιλίας των ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων, αυξάνονται τα κριτήρια επιλογής των διάφορων εναλλακτικών. Εάν για παράδειγμα, υπήρχε μόνο ένας κινηματογράφος, τότε το μόνο ερώτημα που θα είχε να απαντήσει κάποιος θα ήταν εάν θέλει ή όχι να παρακολουθήσει ταινία. Εάν όμως υπήρχαν δύο ή τρεις, θα έπρεπε να απαντήσει και άλλα ερωτήματα όπως πόσο μακριά είναι ο κάθε ένας ή πόσο κοστίζει. Στους πενήντα κινηματογράφους, το να διαλέξει κάποιος τον ιδανικό είναι αρκετά δύσκολο. Έτσι, ο όγκος των πιθανών επιλογών γέννησε την ανάγκη ομαδοποίησης και ταξινόμησής τους σε διάφορες εφαρμογές, με βάση ποικίλα κριτήρια όπως το κόστος, οι βαθμολογίες άλλων χρηστών, η τοποθεσία, η άνεση και άλλα.

Το βασικό πρόβλημα των εφαρμογών αυτών είναι ότι είναι τελείως απρόσωπες και βασίζουν την εκάστοτε πρότασή τους περισσότερο στο πλήθος των χρηστών που βαθμολόγησαν τη συγκεκριμένη επιλογή, παρά στις προτιμήσεις του ίδιου του χρήστη. Συνεπώς, συχνά μια επιλογή που στην πραγματικότητα δεν είναι ιδανική για τον χρήστη

μπορεί να εμφανίζεται πρώτη απλά και μόνο επειδή την επέλεξαν πολλοί άλλοι χρήστες. Επιπλέον, η λίστα των καταστημάτων συχνά είναι τόσο μακροσκελής, που ο χρήστης χάνεται στις δεκάδες αν όχι εκατοντάδες επιλογές.

Ζούμε στην εποχή που η έννοια της διαφορετικότητας (Diversity) δεσπόζει στις κοινωνίες μας και προφανώς το φαινόμενο αυτό αποτυπώνεται και στο πεδίο της ψυχαγωγίας. Οι άνθρωποι του σήμερα έχουν τη δυνατότητα και την ελευθερία να διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από ποτέ, συνεπώς οι διαφορετικοί άνθρωποι έχουν διαφορετικά κριτήρια τα οποία οδηγούν σε διαφορετικές προτιμήσεις και στο κομμάτι της διασκέδασης. Επιπλέον, η τεχνολογία και η επαφή μέσω αυτής των διάφορων πολιτισμών αύξησε εκθετικά τον αριθμό των διαθέσιμων επιλογών, αφού στο παρελθόν για να βιώσει κάποιος μια ψυχαγωγική εμπειρία μίας άλλης χώρας έπρεπε να την επισκεφτεί. Το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό με κάποια παραδείγματα. Ένα άτομο που έζησε το 1960 στην Αθήνα και ήθελε να βγει για φαγητό είχε σαν μόνες επιλογές Ελληνικές ταβέρνες. Ένα άτομο που ζει το 2020 στην Αθήνα και σε οποιαδήποτε μεγάλη πόλη μπορεί να πάει για Ιταλικό, για Μεξικάνικο, για Κινέζικο, για Ταϊλανδέζικο και γενικά για οποιαδήποτε κουζίνα του κόσμου επιθυμεί. Το ίδιο ισχύει και για τη νυχτερινή διασκέδαση, οι επιλογές προέρχονται από όλα τα μέρη του κόσμου. Ακόμα και στο κομμάτι της άθλησης τα διαφορετικά σπορ ή οι διαφορετικοί τρόποι άθλησης του σήμερα είναι περισσότερα από ποτέ. Τα παραπάνω παραδείγματα οδηγούν στο λογικό συμπέρασμα ότι εφόσον οι διαθέσιμες επιλογές είναι αμέτρητες, τα κριτήρια επιλογής ψυχαγωγικής δραστηριότητας γίνονται πολύ πιο σύνθετα από ό,τι στο παρελθόν, με αποτέλεσμα το πρόβλημα επιλογής να γίνεται πιο πολύπλοκο και να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις προτιμήσεις του κάθε ατόμου. Συνεπώς, πρακτικές μάρκετινγκ που ομαδοποιούν τους χρήστες χωρίς να λαμβάνουν καθόλου υπ' όψιν τις προσωπικές προτιμήσεις τους, αλλά μόνο τα δημογραφικά

δεδομένα τους, όπως είναι η ηλικία, το φύλο και το μορφωτικό επίπεδο, οδηγούνται σε λάθος συμπεράσματα.

Έτσι, γεννήθηκε η ανάγκη για μια εφαρμογή στην οποία οι προτιμήσεις του χρήστη μοντελοποιούνται με ορθό τρόπο και χρησιμοποιούνται στο πρόβλημα επιλογής ψυχαγωγικής δραστηριότητας.

Η ιδέα αρχικά ξεκίνησε το 2016 για τις ανάγκες εκπόνησης μίας εργασίας στο μάθημα «Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις και Καινοτομία». Στη συνέχεια, για τις ανάγκες του μαθήματος «Μάρκετινγκ», πραγματοποιήθηκε μία έρευνα με θέμα ποιοι είναι οι παράγοντες και πόσο επηρεάζουν την απόφαση για το ποια δραστηριότητα θα επιλεγεί.

Η παρούσα εργασία είναι ουσιαστικά η υλοποίηση και η περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης της ιδέας σε μία εφαρμογή για Windows σε γλώσσα Python (με όνομα “6Qu”), η παρουσίαση και ο έλεγχος των αποτελεσμάτων για πραγματικούς χρήστες.

## 1.2 Σκοπός της εργασίας

Σε επίπεδο χρησιμότητας, ο σκοπός της εφαρμογής είναι να υποβοηθάει τους χρήστες να επιλέξουν ψυχαγωγική δραστηριότητα στην πόλη των Χανίων. Οι χρήστες μπορεί να είναι τουρίστες, φοιτητές, είτε ακόμα και μόνιμοι κάτοικοι Χανίων. Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε υπάρχουν περισσότερες από πενήντα επιλογές δραστηριοτήτων (εστιατόρια, καφέ, μπαρ, θέατρα, κινηματογράφοι, αξιοθέατα κ.ά.) στις οποίες μπορεί να καταλήξει ο χρήστης ανάλογα με τις απαντήσεις που θα δώσει.

Σε επίπεδο έρευνας, μέσω της εργασίας θα διαπιστωθεί εάν, εντάσσοντας τις προτιμήσεις του χρήστη στο πρόβλημα επιλογής δραστηριότητας, οι προτεινόμενες επιλογές

είναι οι ιδανικές για τον εκάστοτε χρήστη, καθώς και αν και τότε οι δύο μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν (θα αναλυθούν στη συνέχεια) συμφωνούν σε επίπεδο αποτελεσμάτων.

Τέλος, σε επίπεδο επιχειρηματικότητας-καινοτομίας, σκοπός της εργασίας είναι να αναδείξει ένα διαφορετικό και ίσως πιο ορθολογικό σύστημα προτάσεων στον ψυχαγωγικό τομέα, που ενδεχομένως να αποτελέσει έμπνευση για κάποιον μελλοντικό αναγνώστη ώστε να υλοποιήσει κάτι παρόμοιο σε πραγματικές συνθήκες.

### 1.3 Μεθοδολογίες και υλοποίηση της ιδέας

Κατά την εγγραφή εκτός από τις γενικές πληροφορίες (όνομα, ηλεκτρονική διεύθυνση, ημερομηνία γέννησης κλπ) ο χρήστης θα καλείται να ταξινομήσει μία σειρά φανταστικών επιλογών και στη συνέχεια με χρήση μίας πολυκριτήριας μεθόδου ανάλυσης αποφάσεων, θα παράγονται και θα αποθηκεύονται τα βάρη των κριτηρίων για τον εκάστοτε χρήστη μαζί με τις υπόλοιπες πληροφορίες του. Ουσιαστικά μαζί με τα δημογραφικά δεδομένα του χρήστη θα αποθηκεύονται και οι προτιμήσεις του.

Η μέθοδος αυτή είναι η UTASTAR της οικογένειας UTA (Jacquet-Lagrèze and Siskos, 1982; Siskos and Yannacopoulos, 1985; Grigoroudis and Matsatsinis, 2005), η οποία είναι μια πολυκριτήρια μέθοδος λήψης αποφάσεων που βασίζεται στη μονότονη παλινδρόμηση για την ανάλυση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα.

Στο τέλος της εργασίας, και αφού συμπληρωθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός χρηστών, θα γίνει έλεγχος των αποτελεσμάτων με χρήση της μεθόδου Conjoint Analysis (Green and Wind, 1975), η οποία είναι μία πολυμεταβλητή στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για την μελέτη των προτιμήσεων των καταναλωτών σε προϊόντα, υπηρεσίες

ή άλλου τύπου δεδομένα προς έρευνα. Ουσιαστικά, η CA αποτελεί ένα πρόβλημα πολλαπλής παλινδρόμησης.

Τελικά, αφού ο χρήστης απαντήσει κάποιες σύντομες ερωτήσεις (όπως για παράδειγμα τι είδος δραστηριότητας θέλει να πραγματοποιήσει, πόσα χρήματα διαθέτει κ.ά.), για τη δημιουργία μίας πρώτης λίστας δραστηριοτήτων, θα συνδυάζονται κατάλληλα τα αποθηκευμένα βάρη ή αλλιώς οι προτιμήσεις του με τις επιλογές της λίστας που προέκυψε από τις ερωτήσεις. Έτσι, θα προκύπτει μία νέα λίστα στην οποία οι εναπομείνουσες επιλογές θα είναι ταξινομημένες με βάση τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη, σύμφωνα με την UTASTAR, η οποία εκτός από το συνολικό score της κάθε επιλογής θα περιλαμβάνει και άλλες πληροφορίες όπως το κόστος, την απόσταση και το ωράριο των δραστηριοτήτων. Έτσι, τα βασικά προβλήματα των ήδη υπαρχόντων εφαρμογών που αναφέρθηκαν πιο πάνω αντιμετωπίζονται, αφού η λίστα που προκύπτει λαμβάνει υπ' όψιν τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη ξεχωριστά.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναλυθούν ήδη υπάρχουσες πρακτικές και μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στον τομέα των προτάσεων για ψυχαγωγική δραστηριότητα, θα αναφερθούν κάποια παραδείγματα άλλων εφαρμογών καθώς και τα σημεία που διαφέρει η εφαρμογή 6Qu.

## 2. Προϋπάρχουσες πρακτικές και σημεία διαφοροποίησης του 6Qu

---

### 2.1 Συστήματα Συστάσεων

Το βασικό πεδίο εφαρμογής των συστημάτων συστάσεων (recommendation systems) είναι στην ανάπτυξη λογισμικών που υποστηρίζουν τους χρήστες στη λήψη αποφάσεων και στην παροχή εύκολα προσβάσιμης, υψηλής ποιότητας πληροφορίας σε μία μεγάλη κοινότητα χρηστών. Ανάλογα τη φύση της πληροφορίας και του αλγορίθμου που χρησιμοποιούν, τα συστήματα συστάσεων χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες. Οι σημαντικότερες από αυτές, μαζί με πληροφορίες για την κάθε μία, ακολουθούν παρακάτω.

- Content - Based: Συστήνει στοιχεία που είναι παρόμοια με άλλα είδη που άρεσαν στον χρήστη στο παρελθόν.
- Collaborative recommendation: Συστήνει στοιχεία που άρεσαν σε άλλους χρήστες με παρόμοια χαρακτηριστικά.
- Knowledge - Based: Συστήνει είδη με βάση ένα πεδίο γνώσεων το οποίο απαντάει στο ερώτημα γιατί το προϊόν αυτό ανταποκρίνεται στις ανάγκες του χρήστη.
- Demographic: Βασίζει την πρόταση σε δημογραφικά χαρακτηριστικά του χρήστη όπως ηλικία, μορφωτικό επίπεδο κ.ά.
- Hybrid recommender systems: Πιο εξελιγμένα συστήματα προτάσεων, συνδυασμός δύο ή παραπάνω μεθόδων, συνήθως των δύο πρώτων.

Μερικοί από τους πιο γνωστούς αλγορίθμους που χρησιμοποιούν τα συστήματα συστάσεων είναι οι :

- Συσχέτιση Pearson.

- Ο αλγόριθμος K-means.
- SVD (Singular Value Decomposition).
- Δίκτυα αφοσίωσης του Bayes.
- Αλυσίδες Markov.


Στην επόμενη ενότητα, παρατίθενται δύο παραδείγματα εφαρμογών που χρησιμοποιούν στοιχεία και αλγορίθμους συστημάτων προτάσεων και στη συνέχεια ακολουθεί σύγκρισή τους με την εφαρμογή 6Qu.

Όλες οι πληροφορίες για τη συγκεκριμένη ενότητα, καθώς και για την ενότητα που ακολουθεί, αντλήθηκαν από το βιβλίο «An introduction to recommender systems» (Dietmar Jannach et al., 2011), στο οποίο βρίσκονται λεπτομέρειες για τις κατηγορίες και τους αλγόριθμους που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

## 2.2 Η εφαρμογή Entree

Η εφαρμογή “Entree” (Burke, Hammond & Cooper, 1996; Burke, Hammond & Young, 1997) αποτελεί ένα τυπικό παράδειγμα χρήσης των συστημάτων συστάσεων και πιο συγκεκριμένα της τεχνικής Knowledge - Based. Αναπτύχθηκε αρχικά, με σκοπό να βοηθάει τους συμμετέχοντες στο “Democratic National Convention” (Σικάγο, 1996) να βρουν εστιατόρια στην περιοχή, αλλά η μεγάλη του επιτυχία παρέτεινε τη χρήση του για αρκετά χρόνια.

Ανοίγοντας την εφαρμογή, ο χρήστης έχει δύο επιλογές αλληλεπίδρασης με το σύστημα, οι οποίες είναι είτε να επιλέξει ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό, είτε να επιλέξει ένα κατάσταση σε άλλη περιοχή και το Entree να του επιστρέψει ένα με παρόμοια χαρακτηριστικά στο Σικάγο.



*I would like to eat at a restaurant that has:*

Cuisine  Price

Style  Atmosphere  Occasion

---

*I would like to eat at a restaurant just like:*

Chinois on Main  Los Angeles

---

Εικόνα 1 - Αρχική σελίδα του Entree.

Στην πρώτη περίπτωση η πρόταση βασίζεται στις σχέσεις ομοιότητας που έχουν τα καταστήματα ως προς τα χαρακτηριστικά που επέλεξε ο χρήστης. Τα πέντε χαρακτηριστικά που χρησιμοποιεί η εφαρμογή είναι τα: κουζίνα, τιμή, είδος, ατμόσφαιρα και περίσταση. Κάθε ένα χαρακτηριστικό χρησιμοποιείται από τον αλγόριθμο για να σπάσει τις ισοπαλίες μεταξύ των καταστημάτων σε ένα άλλο χαρακτηριστικό. Έστω ότι δύο καταστήματα έχουν



στο χαρακτηριστικό «κουζίνα» την ίδια επιλογή (αυτή που επέλεξε ο χρήστης). Το Entree συγκρίνει το επόμενο χαρακτηριστικό μέχρι να συγκρίνει όλα τα χαρακτηριστικά και να μείνουν όσο το δυνατόν λιγότερα εστιατόρια.

**Entree Results**

For a cheaper restaurant than:

<b>Yoshi's Cafe</b>	
3257 N. Halsted St. (Belmont Ave.), Chicago, 312-248-6160	
Asian, Japanese, French (New)	\$30-\$50

We recommend:

<b>Lulu's</b> <a href="#">(map)</a>	
626 Davis St. (bet. Chicago & Orrington Aves.), Evanston, 708-869-4343	
Japanese, Asian	below \$15

Good Decor, Excellent Service, Excellent Food, Creative, No Reservations, Weekend Brunch, Wheelchair Access, Long Drive

*less \$\$   nicer   cuisine*


*traditional   creative   livelier   quieter*

For other suggestions, select:

<a href="#">Lulu's</a>	<a href="#">Penny's Noodle Shop</a>	<a href="#">Sanko</a>
<a href="#">Noodle Noodle</a>	<a href="#">Benihana of Tokyo</a>	<a href="#">Honda</a>
<a href="#">New Japan</a>	<a href="#">Hatsuana</a>	<a href="#">Daruma</a>
<a href="#">Kampai</a>	<a href="#">Akai Hana</a>	

Εικόνα 2 - Προτάσεις με βάση την ομοιότητα των χαρακτηριστικών που επέλεξε ο χρήστης.

Στη δεύτερη περίπτωση ο χρήστης επιλέγει ένα άλλο κατάστημα, που προφανώς είχε επισκεφτεί και του άρεσε στο παρελθόν, και η εφαρμογή του επιστέφει ένα με αντίστοιχα χαρακτηριστικά στο Σικάγο. Για να συμβεί αυτό, μία ομάδα από υποψήφια καταστήματα ταξινομούνται με βάση την ομοιότητά τους με αυτό που επέλεξε ο χρήστης και επιστρέφονται σε αυτόν τα μαγαζιά που βρίσκονται υψηλότερα στη λίστα.



The Los Angeles restaurant you chose is:

<b>Chinois On Main</b>	
2709 Main St. (bet. Rose Ave. & Ocean Park Blvd.), Santa Monica, 310-392-9025	
Pacific New Wave	\$30-\$50
Extraordinary Decor, Extraordinary Service, Near-perfect Food, Hip Place To Be, On the Beach, Great for People Watching, Parties and Occasions, Weekend Brunch, Weekend Lunch, Fabulous Wine Lists	

We recommend:

<b>Yoshi's Cafe</b>	
3257 N. Halsted St. (Belmont Ave.), Chicago, 312-248-6160	
Asian, Japanese, French (New)	\$30-\$50
Extraordinary Decor, Extraordinary Service, Near-perfect Food, Need To Dress, Prix Fixe Menus, Quiet for Conversation, Very Busy - Reservations a Must, Romantic, Good Out of Town Business, Fabulous Wine Lists, Game, Parking/Valet	

*less \$\$*

*nicer*

*cuisine*

*traditional*

*creative*

*livelier*

*quieter*

*For other suggestions, select:*

Yoshi's Cafe

Penny's Noodle Shop

Emilio's Tapas Bar & Restaurant

Emilio's Granada

302 West

Anna's

Nick's Fishmarket

Lulu's

Trio

Bossa Nova

Εικόνα 3 - Προτάσεις με βάση την ομοιότητα με το κατάστημα που επέλεξε ο χρήστης.

Δύο από τα βασικά μειονεκτήματα της εφαρμογής Entree είναι αφενός οι ανεπαρκείς συγκρίσεις μεταξύ των καταστημάτων που οδηγούν σε αρκετές ισοπαλίες, με αποτέλεσμα πολλές επιλογές που είναι καλές για τον χρήστη να μην του εμφανίζονται και αφετέρου, η έλλειψη δυνατότητας δημιουργίας λογαριασμού, χωρίς έτσι να υπάρχει κάποιο σύστημα μνήμης το οποίο να λαμβάνει υπόψη τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του χρήστη, τις προτιμήσεις του, ή ακόμα και παλιότερες επιλογές που έχει προτείνει η εφαρμογή.

## 2.3 Το σύστημα SPETA (Social pervasive e-Tourism advisor)

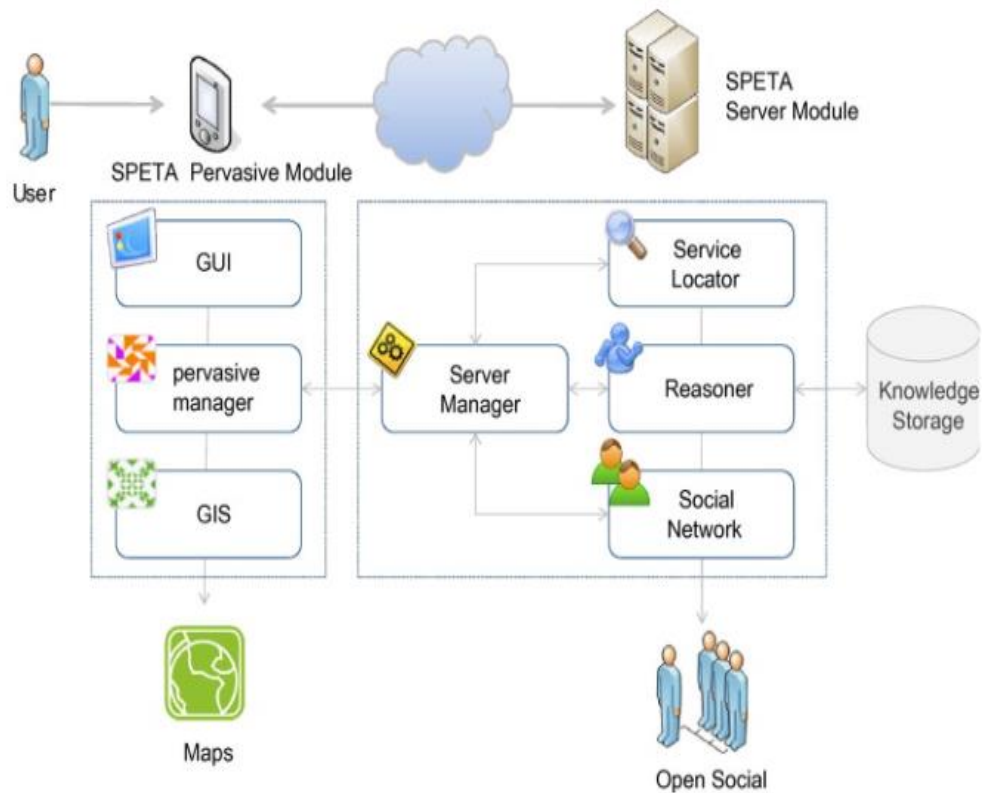
Το σύστημα S.P.E.T.A. (Garcia-Crespo et al., 2009) αποτελείται από ένα σύνολο σύνθετων εργαλείων και λειτουργιών με σκοπό να βοηθήσει ένα άτομο-χρήστη να βρει την ιδανική δραστηριότητα σε ένα άγνωστο για αυτόν μέρος. Χρησιμοποιεί τεχνικές Semantic Web (σημασιολογικού Ιστού), πληροφορίες από κοινωνικά δίκτυα καθώς και υπηρεσίες GIS για να διαμορφώσει τις προτάσεις του. (Dietmar Jannach et al., 2011)

Ο αλγόριθμος είναι αρκετά σύνθετος και ουσιαστικά πρόκειται για ένα υβριδικό σύστημα συστάσεων το οποίο χρησιμοποιεί τεχνικές των τριών πιο δημοφιλών πρακτικών των συστημάτων συστάσεων (Content-Based, Collaborative και Knowledge-Based) ώστε να καταλήξει στην ιδανική πρόταση. Πιο συγκεκριμένα, το λογισμικό χρησιμοποιεί έξι χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα εξής:

- Η τοποθεσία του χρήστη.
- Οι μετεωρολογικές συνθήκες.
- Ο χρόνος.
- Οι προτιμήσεις του χρήστη.
- Οι προτάσεις φίλων.
- Το ιστορικό του χρήστη.

Οι προτιμήσεις του χρήστη διαμορφώνονται με δύο τρόπους. Ο πρώτος απαιτεί την αλληλεπίδραση του συστήματος με τον χρήστη ζητώντας του να ορίσει κάποια ενδιαφέροντα και ποια μέρη του αρέσει να επισκέπτεται, καθώς και να βαθμολογήσει κάποιες δραστηριότητες. Ο δεύτερος τρόπος είναι η απόσπαση πληροφοριών από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως σελίδες, καλλιτέχνες ή δραστηριότητες που έχει δηλώσει ο χρήστης ότι του

αρέσουν. Όλες οι παραπάνω πληροφορίες βρίσκονται αποθηκευμένες σε ένα κοινωνικό δίκτυο στο οποίο καταχωρούνται όλα τα δεδομένα.



Εικόνα 4 - Αρχιτεκτονική S.P.E.T.A.

Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι το σύστημα S.P.E.T.A. είναι ένα πολύπλοκο σύστημα με αρκετές και σύνθετες λειτουργίες, το οποίο βασίζει την πρότασή του σε διάφορα χαρακτηριστικά που αφορούν τόσο τον χρήστη όσο και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

## 2.4 Άλλες εφαρμογές με συστήματα συστάσεων και πλεονεκτήματα του 6Qu

Σήμερα, οι πρακτικές εξόρυξης δεδομένων, τα νευρωνικά δίκτυα και η τεχνητή νοημοσύνη έχουν εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό που επιτρέπουν την ανάπτυξη ανώτερων

συστημάτων προτάσεων με εκατοντάδες χαρακτηριστικά και χιλιάδες δεδομένα για κάθε χρήστη.

Ενδεικτικά, μερικές από τις πιο γνωστές εφαρμογές που χρησιμοποιούν συστήματα προτάσεων είναι οι εξής:

- Amazon.com: Χρησιμοποιεί Collaborative Filtering πρακτικές και σύμφωνα με την εταιρία McKinsey το 35% των πωλήσεων της Amazon οφείλεται στην αποδοτικότητα των συστημάτων συστάσεων που χρησιμοποιούν.
- Netflix: Η συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιεί ίσως το πιο ισχυρό και ακριβές σύστημα προτάσεων που υπάρχει μέχρι σήμερα.
- Spotify: Η εταιρία Echo Nest, η οποία δραστηριοποιείται στην τεχνητή νοημοσύνη στο πεδίο της μουσικής και στην ανάλυση δεδομένων, ανέπτυξε ένα σύστημα μουσικών προτάσεων για το Spotify που συνδυάζει τρεις πρακτικές συστημάτων προτάσεων, την Collaborative Filtering, την Natural language processing (αναζητεί λέξεις κλειδιά στο διαδίκτυο) και την Audio file analysis (βρίσκει χαρακτηριστικά σε αρχεία ήχου όπως το τέμπο, η ένταση κ.α.).

Το 6Qu έχει μερικά πλεονεκτήματα αλλά και κάποια μειονεκτήματα σε σχέση με τις εφαρμογές που αναφέρθηκαν προηγουμένως, τα οποία αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω.

Πλεονεκτήματα:

- 1) Το 6Qu δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας λογαριασμού στον χρήστη, συνεπώς αποθηκεύει δημογραφικές πληροφορίες.
- 2) Έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης των προτιμήσεων του χρήστη οι οποίες παράγονται από έναν αρκετά σύνθετο και ισχυρό αλγόριθμο, αυτόν της UTASTAR.

- 3) Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι εύκολο, για κάποιον που έχει βασικές γνώσεις προγραμματισμού, να αλλάξει τα χαρακτηριστικά και τις παραμέτρους του προβλήματος, συνεπώς έχει μεγάλη δυνατότητα ανάπτυξης.

#### Μειονεκτήματα:

- 1) Δεν έχει τη δυνατότητα άντλησης πληροφοριών από το διαδίκτυο ή από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τόσο για τις δραστηριότητες όσο και για τον χρήστη.
- 2) Δεν έχει αναπτυχθεί βάση δεδομένων που να αφορά το ιστορικό των χρηστών, όπως παλαιότερες προτάσεις του 6Qu ή δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν.

Στο επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση του συστήματος 6Qu και των λειτουργιών του.

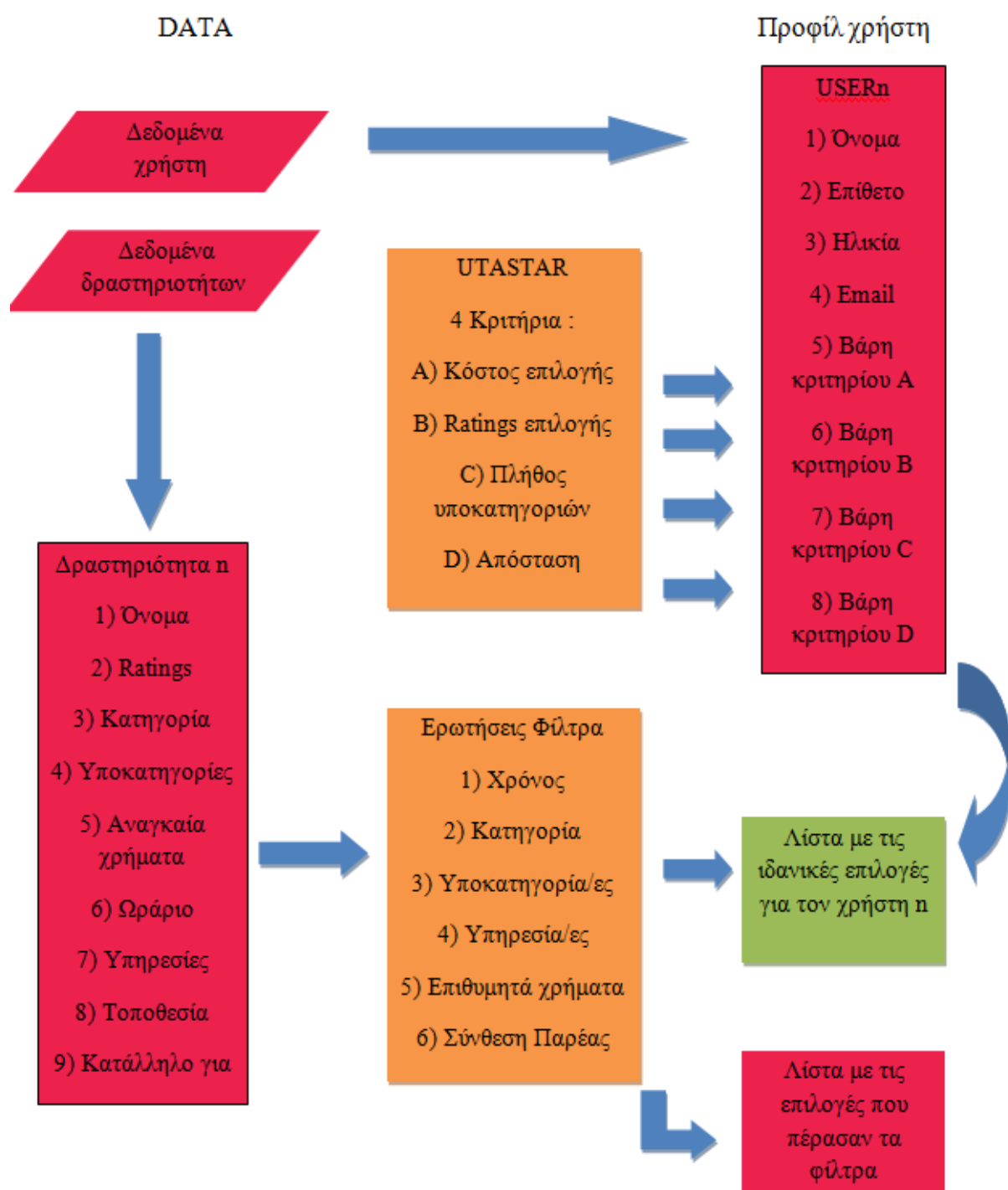
### 3. Η εφαρμογή “6Qu”

---

#### 3.1 Αρχιτεκτονική της εφαρμογής

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, το σύστημα 6Qu είναι μία εφαρμογή η οποία προτείνει εξατομικευμένες προτάσεις ψυχαγωγίας ανάλογα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη. Για να συμβεί αυτό συνδυάζονται κατάλληλα δεδομένα δραστηριοτήτων και δεδομένα χρηστών με τις μοντελοποιημένες μαθηματικά προτιμήσεις του χρήστη, οι οποίες παράγονται με χρήση κατάλληλης μεθόδου που θα αναλυθεί στη συνέχεια. Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής, συνοψίζεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα. Οι βάσεις δεδομένων καθώς και όλες οι λειτουργίες παρουσιάζονται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες.

## Αρχιτεκτονική της εφαρμογής



Εικόνα 5 – Αρχιτεκτονική 6Qu.



### 3.2 Περιβάλλον υλοποίησης και βιβλιοθήκες

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία των δεδομένων, για τις λειτουργίες αλλά και για το interface της εφαρμογής είναι η Python 3.7 και τα περιβάλλοντα Anaconda και Spyder. Η Python είναι μια διερμηνεύμενη, υψηλού επιπέδου γλώσσα με δυναμική σημασιολογία (semantics). Η φιλοσοφία της ενθαρρύνει την εύκολη ανάγνωση του κώδικα και έχει μια αρκετά μεγάλη κύρια βιβλιοθήκη (standard library). Υποστηρίζει πολλά προγραμματιστικά υποδείγματα όπως αντικειμενοστραφή και συναρτησιακό, αυτόματη διαχείριση μνήμης και τον τύπο δεδομένων Dataframes (<http://www.python.org>). Τα Dataframes είναι δισδιάστατες δομές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαχείριση και την αποθήκευση των δεδομένων των δραστηριοτήτων και των χρηστών.

Ενδεικτικά μερικές από τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και η χρησιμότητά τους, αναφέρονται παρακάτω:

- Pandas και Numpy, όπου χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των δεδομένων αλλά και σε συναρτήσεις όπου χρειάστηκαν πίνακες.
- Csv, για την ανάγνωση και αποθήκευση αρχείων .csv και .txt αρχείων.
- Datetime, geocoder και geopy για πρόσβαση σε πληροφορίες όπως ημερομηνία, ώρα και τοποθεσία χρήστη, μέσω του IP address του και του υπολογισμού της απόστασης χρήστη-δραστηριότητας αντίστοιχα.
- Tkinter, Pillow και Pandastable για τη δημιουργία του interface της εφαρμογής “6Qu”.

Η εφαρμογή 6Qu αποτελείται από δύο επιμέρους προγράμματα. Το ένα είναι το κύριο πρόγραμμα και το άλλο είναι το πρόγραμμα καταχώρησης νέας δραστηριότητας στη βάση δεδομένων. Είναι προφανές ότι το κύριο πρόγραμμα απευθύνεται στους χρήστες της εφαρμογής ενώ το δεύτερο στον χειριστή (admin).

### 3.3 Βάσεις Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, το 6Qu λειτουργεί με δύο βάσεις δεδομένων, οι οποίες αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες της εργασίας. Η λογική που υιοθετήθηκε για τη δημιουργία των βάσεων είναι να μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν ώστε ένας μελλοντικός χειριστής να έχει την δυνατότητα να αφαιρέσει και να προσθέσει τόσο δραστηριότητες και χρήστες, όσο και νέες πληροφορίες για τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα.

Η πρώτη βάση είναι αυτή που περιέχει τα δεδομένα για τις διαθέσιμες δραστηριότητες στην πόλη των Χανίων, όπως φαίνεται και στην εικόνα 6. Πιο συγκεκριμένα, η βάση δεδομένων περιέχει πληροφορίες για έναν μεγάλο αριθμό επιλογών, κυρίως στην πόλη των Χανίων, μέσα στις οποίες είναι καταστήματα για φαγητό, για ποτό, για καφέ και πρωινό, κινηματογράφοι, θέατρα, αθλητικές δραστηριότητες και αξιοθέατα. Η γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της είναι η Python σε περιβάλλον Anaconda. Στην εικόνα 7 φαίνεται το «λεξικό» που χρησιμοποιήθηκε για την κωδικοποίηση των δεδομένων. Αφού ο χειριστής τρέξει το πρόγραμμα, οι πληροφορίες των επιλογών μαζί με τυχόν νέες πληροφορίες (είτε νέες δραστηριότητες είτε νέα χαρακτηριστικά) αποθηκεύονται σε ένα αρχείο .csv με τίτλο “DataOfActivities” (εικόνα 8) .

	Name	Ratings	Activities	Subcategory	Money	Opening_time	Closing_time	Services	Latitude	Longitude	Good_for	Seaview
0	PALLAS	8.7	(1, 2, 3, 4)	(1, 2, 3, 4, 6, 9, 11, 13)	2	12:00	24:00	(1, 3)	35.5184	24.0186	(2, 3, 4, 5)	1
1	MITOSOS BBQ	8.9	1	(2, 3, 8)	2	17:00	01:00	(1, 3)	35.5326	24.0766	(1, 2, 3, 5)	2
2	Palazzo Al Mare	7.9	1	(1, 2, 3, 6, 19)	2	10:00	03:00	3	35.5179	24.0183	(1, 2, 3, 4, 5)	1
3	Funkys1	8.9	(1, 3)	(5, 7, 18)	1	00:00	24:00	(1, 2)	35.5139	24.0177	(2, 5)	2
4	Senso	6.4	2	10	1	23:00	07:00	3	35.514	24.0167	(2, 5)	2
5	KROSS COFFEE	8.8	(3, 4)	16	1	08:00	15:30	(1, 3)	35.5151	24.0211	(2, 3, 4, 5)	2
6	KOUKOUVAYA	9.3	(3, 4)	16	2	10:00	02:00	(1, 3)	35.5257	24.0559	(1, 2, 3, 4, 5)	1
7	Lighthouse	9.4	5	17	0	00:00	24:00	4	35.5195	24.0167	(1, 2, 3, 5)	1
8	Maritime museum of Crete	6.8	5	17	1	09:00	17:00	4	35.5181	24.016	(1, 2, 3, 5)	2
9	The Italian Job	8.5	1	(5, 6, 7)	1	09:00	24:45	(1, 3)	35.5137	24.0229	(1, 2, 5)	2
10	La Bodega	8.7	(1, 2)	(5, 6, 13)	2	10:00	02:00	3	35.5178	24.0161	(2, 3, 4, 5)	1
11	Megaplace Ster Cinemas	6.3	5	14	2	10:00	02:30	3	35.5024	24.0531	(1, 2, 3, 5)	2
12	Ta Chalkina	8.1	1	(2, 6, 8)	2	12:00	03:00	3	35.5186	24.0195	(1, 2, 3, 5)	1
13	CARTE POSTALE	7.9	(1, 2, 3, 4, 19)	(3, 6, 11)	2	09:00	02:00	3	35.5234	24.0566	(1, 2, 3, 4, 5)	1
14	Patrelantonis	8.6	1	(1, 2, 8)	2	10:00	03:00	3	35.5049	24.1736	(1, 2, 3, 5)	1
15	Zachari&Alati	8.9	(1, 3, 4)	(7, 18)	1	00:00	24:00	(1, 3)	35.5113	24.011	(2, 5)	2

Εικόνα 6 - Το Dataframe των Δραστηριοτήτων.

## Mapping Dictionaries

```

ratings_activities = float

activities_dic = {'food': 1,
                 'drinks': 2,
                 'coffee': 3,
                 'breakfast': 4,
                 'other activity': 5}

subcategories_dic = { 'seafood':1,
                     'traditional greek food':2,
                     'Steakhouse':3,
                     'Asian':4,
                     'Italian':5,
                     'Vegeterian friendly':6,
                     'FastFood':7,
                     'Tavern':8,
                     'Bar':9,
                     'Nightclub':10,
                     'Cocktails':11,
                     'Beers':12,
                     'Wine bar':13,
                     'Cinema':14,
                     'Theatre':15,
                     'Coffee':16,
                     'Sight':17,
                     'Crepes':18,
                     'European':19,
                     'Sports':20}

money_dic = { 'free of charge':0,
              '$': 1,
              '$$': 2,
              '$$$': 3}

services_dic = { 'take-out': 1,
                 'delivery': 2,
                 'table service': 3,
                 'no services':4}

good_for_dic = { 'family': 1,
                 'friends': 2,
                 'couples': 3,
                 'business': 4,
                 'mixed': 5}

seaview_dic = { 'yes':1,
                'no':2}

```

Εικόνα 7 - Dictionary για το παραπάνω Dataframe.

Microsoft Excel - DataOfActivities

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Name	Ratings	Activities	Subcategory	Money	Opening_	Closing_	ti	Services	Latitude	Longitude	Good_for
2	PALLAS	8.7	(1, 2, 3, 4)	(1, 2, 3, 4,	2	12:00	24:00:00	(1, 3)	35.51839	24.0186	(2, 3, 4, 5)	1
3	MITOSOS B	8.9	1	(2, 3, 8)	2	17:00	1:00	(1, 3)	35.53258	24.07664	(1, 2, 3, 5)	2
4	Palazzo Al	7.9	1	(1, 2, 3, 6,	2	10:00	3:00	3	35.51788	24.01829	(1, 2, 3, 4,	1
5	Funkys1	8.9	(1, 3)	(5, 7, 18)	1	0:00	24:00:00	(1, 2)	35.51385	24.01765	(2, 5)	2
6	Senso	6.4	2	10	1	23:00	7:00	3	35.514	24.01669	(2, 5)	2
7	KROSS CO	8.8	(3, 4)	16	1	8:00	15:30	(1, 3)	35.51514	24.02112	(2, 3, 4, 5)	2
8	KOUKOUV	9.3	(3, 4)	16	2	10:00	2:00	(1, 3)	35.5257	24.05594	(1, 2, 3, 4,	1
9	Lighthous	9.4	5	17	0	0:00	24:00:00	4	35.5195	24.01674	(1, 2, 3, 5)	1
10	Maritime	6.8	5	17	1	9:00	17:00	4	35.51815	24.016	(1, 2, 3, 5)	2
11	The Italiar	8.5	1	(5, 6, 7)	1	9:00	24:45:00	(1, 3)	35.51367	24.02287	(1, 2, 5)	2
12	La Bodega	8.7	(1, 2)	(5, 6, 13)	2	10:00	2:00	3	35.5178	24.01609	(2, 3, 4, 5)	1
13	Megapla	6.3	5	14	2	10:00	2:30	3	35.5024	24.05311	(1, 2, 3, 5)	2
14	Ta Chalkir	8.1	1	(2, 6, 8)	2	12:00	3:00	3	35.51858	24.01949	(1, 2, 3, 5)	1
15	CARTE PO	7.9	(1, 2, 3, 4,	(3, 6, 11)	2	9:00	2:00	3	35.52343	24.05662	(1, 2, 3, 4,	1
16	Patrelant	8.6	1	(1, 2, 8)	2	10:00	3:00	3	35.50486	24.17357	(1, 2, 3, 5)	1
17	Zachari&A	8.9	(1, 3, 4)	(7, 18)	1	0:00	24:00:00	(1, 3)	35.51127	24.01104	(2, 5)	2
18	Pizza Fan	7	1	(5, 7)	1	12:00	0:30	(1, 2)	35.5131	24.01434	(2, 5)	2
19	DEBONAIF	9	(2, 3)	(9, 13, 16)	1	9:00	1:00	3	35.51623	24.02585	(2, 3, 4, 5)	1
20	Feidias	9	(1, 2, 3, 4)	(6, 11, 13,	1	7:00	4:00	(1, 3)	35.51045	24.03008	(1, 2, 3, 4,	2
21	Avalon Ro	7.5	2	(9, 10, 12)	2	12:00	3:00	3	35.51648	24.0176	(2, 3)	1
22	National S	9	5	20	0	9:00	17:45	4	35.51241	24.02558	(1, 2, 3, 5)	2
23	Kariatis	7.8	1	(5, 6, 19)	3	18:00	23:00	3	35.51794	24.0203	(1, 2, 3, 4,	2
24	Nama	8.5	(1, 2, 3, 4)	(1, 2, 3, 6,	2	8:00	3:00	3	35.51857	24.01899	(2, 3, 4, 5)	1
25	Barbaross	5.7	(2, 3, 4)	(9, 11, 12,	2	9:00	7:00	(1, 3)	35.51856	24.01877	(2, 3, 5)	1
26	Elliniko	7.4	(3, 4)	16	1	8:00	24:00:00	(1, 3)	35.51688	24.02506	(2, 3, 5)	1

Εικόνα 8 - Το αρχείο csv των Δραστηριοτήτων.

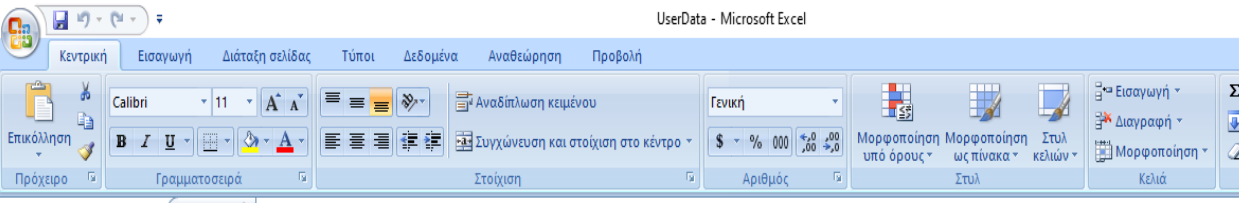
Όπως φαίνεται και στις παραπάνω εικόνες η βάση δεδομένων οργανώθηκε σε δώδεκα επιμέρους στήλες, κάθε μία από τις οποίες περιέχει μια πληροφορία για την εκάστοτε δραστηριότητα. Οι πληροφορίες για το όνομα, τις βαθμολογίες, τις κατηγορίες και υποκατηγορίες, τα χρήματα αλλά και για τις στήλες «Καλό για» και «Θέα στην θάλασσα» βρέθηκαν από τις εφαρμογές “Tripadvisor” και “Foursquare”, ενώ οι πληροφορίες για την

τοποθεσία, το ωράριο και τις υπηρεσίες διανομής βρέθηκαν από το Google. Όλα τα δεδομένα για τις επιλογές έχουν, όπως θα φανεί και στη συνέχεια, πολύ σημαντικό ρόλο στην κατάταξη των τελικών δραστηριοτήτων που προτείνονται στον χρήστη. Ενδεικτικά, ο χρήστης για παράδειγμα έχει τη δυνατότητα να δηλώσει ότι θέλει να πραγματοποιήσει μια δραστηριότητα τώρα ή απλά να ψάξει κάτι για το μέλλον, οπότε στην πρώτη περίπτωση η εφαρμογή “διαβάζει” το ωράριο από τη βάση και δεν του εμφανίζει τα κλειστά καταστήματα, ενώ στη δεύτερη εμφανίζονται όλες οι δραστηριότητες ανεξαρτήτως ωραρίου. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι συντεταγμένες, που εκτός ότι χρησιμεύουν στην αποθήκευση της τοποθεσίας της κάθε δραστηριότητας, στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ώστε να υπολογιστεί με βάση το IP address η απόσταση δραστηριότητας-χρήστη.

Η δεύτερη βάση δεδομένων περιέχει πληροφορίες για τους χρήστες και είναι δυναμική, με την έννοια ότι μεγαλώνει όσο εγγράφονται στην εφαρμογή νέοι χρήστες. Και πάλι η γλώσσα και το περιβάλλον είναι η Python και το Anaconda αντίστοιχα και ουσιαστικά η διαδικασία που έγινε είναι η εξής: Αρχικά δημιουργήθηκε ένα πρώτο Dataframe με τον πρώτο χρήστη και αποθηκεύτηκε σε ένα csv αρχείο με τίτλο “UserData”. Στη συνέχεια, αυτό που κάνει η εφαρμογή κάθε φορά που δημιουργείται νέος λογαριασμός, είναι να φορτώνει το συγκεκριμένο αρχείο, να προσθέτει τον νέο χρήστη και κατά την έξοδο να αποθηκεύει τις αλλαγές στο ίδιο csv. Περιέχει δημογραφικές πληροφορίες όπως όνομα, επίθετο, ημερομηνία γέννησης καθώς και το email, όπου και αποτελεί το username του χρήστη, όπως επίσης και τον κωδικό πρόσβασης.

Έκτος από τις παραπάνω πληροφορίες, το αρχείο αυτό περιέχει και κάποια άλλου τύπου δεδομένα τα οποία είναι πολύ σημαντικά για τη λειτουργία της εφαρμογής. Αυτά είναι οι προτιμήσεις του χρήστη, μοντελοποιημένες μαθηματικά, με τη χρήση μια πολυκριτήριας μεθόδου, της UTASTAR, η οποία θα αναλυθεί στη συνέχεια. Οι πληροφορίες για τις

προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη παράγονται κατά τη διαδικασία εγγραφής στην εφαρμογή μέσω της μεθόδου που αναφέρθηκε.



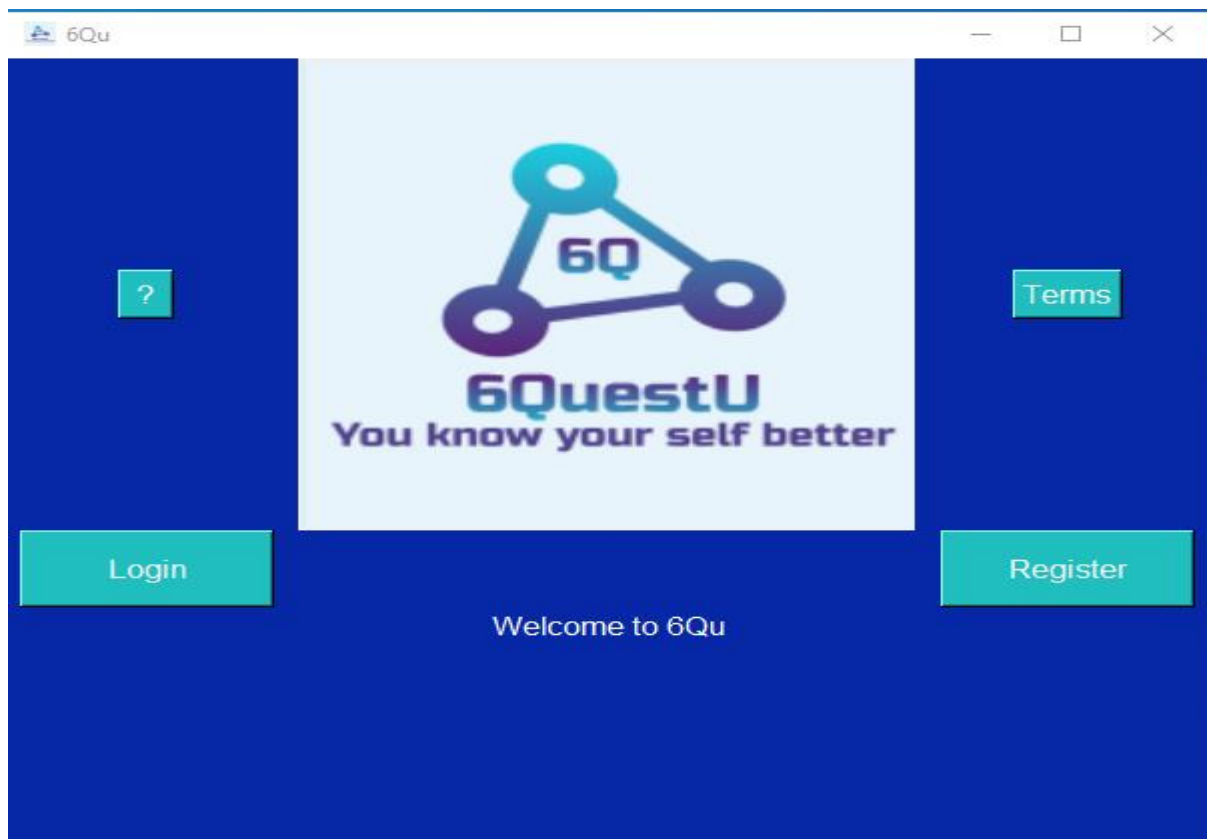
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'UserData - Microsoft Excel'. The ribbon includes 'Κεντρική', 'Εισαγωγή', 'Διάταξη σελίδας', 'Τύποι', 'Δεδομένα', 'Αναθεώρηση', and 'Προβολή'. The 'Εισαγωγή' ribbon is active, showing options for font, paragraph, and styles. The spreadsheet contains a table with 13 rows of user data. The columns are labeled as follows: A: FirstName, B: LastName, C: DateofBirth, D: Email, E: Password, F: Upricew3, G: Upricew2, H: Upricew1, I: Upricew0, J: Uplisw0, K: Uplisw1, L: Uplisw2, M: Udistw10, N: Udistw5, O: Udistw0, P: Uratw5, Q: Uratw7, R: Uratw10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	FirstName	LastName	DateofBirth	Email	Password	Upricew3	Upricew2	Upricew1	Upricew0	Uplisw0	Uplisw1	Uplisw2	Udistw10	Udistw5	Udistw0	Uratw5	Uratw7	Uratw10
2	panos	dimopoul	8/4/1994	Padimopc	panos4re	0	0.069049	0.092449	0.1595	0	0.190267	0.204899	0	0.058073	0.150778	0	0.126162	0.484824
3	alexis	dimopoul	4/1/1999	alexisdim	appleone	0	0.047677	0.083585	0.148414	0	0.221777	0.254166	0	0.066676	0.201937	0	0.157799	0.395483
4	maria	betsa	19/01/196	maria.bet	mariamari	0	0	0	0.333678	0	0.001121	0.004058	0	0.416899	0.417033	0	0	0.245231
5	vasilis	dimopoul	14/01/196	vasilisdim	gate7	0	0.056154	0.065643	0.150142	0	0.144475	0.258112	0	0.11673	0.222318	0	0.117984	0.369428
6	orestis	gardikis	28/01/199	orestisgar	draccusun	0	0.056154	0.065643	0.150142	0	0.144475	0.258112	0	0.11673	0.222318	0	0.117984	0.369428
7	steve	alexio	2/2/1994	stevealex	kiranakis	0	0.071513	0.071513	0.201569	0	0.133478	0.210387	0	0.153571	0.250439	0	0.222206	0.337605
8	athina	politi	19/01/199	athinaathi	athensp	0	0.034211	0.062714	0.215687	0	0.083941	0.125095	0	0.183327	0.224023	0	0.125176	0.435196
9	stathis	vasiliadis	25/01/199	stathisbas	kennai	0	0	0.007862	0.045235	0	0.128551	0.329074	0	0.119307	0.243341	0	0.039651	0.38235
10	Nikos	Politis	22/09/200	nickozz@	xnick	0	0	0	0.174308	0	0.010572	0.229477	0	0.21705	0.227579	0	0	0.368635
11	stavros	tzivakos	14/01/199	tzivakos@	tziva	0	0.056154	0.065643	0.150142	0	0.144475	0.258112	0	0.11673	0.222318	0	0.117984	0.369428
12	dimitris	tsamardin	19/12/199	tsam1994	tsam	0	0	0	2.54E-05	0	0.000439	0.16642	0	0.829563	0.831213	0	0	0.002341
13	orfeas	georgiou	22/11/199	orfeasgeo	aek21	0	0.014258	0.015027	0.12687	0	0.135107	0.315155	0	0.041938	0.200644	0	0.140218	0.357331

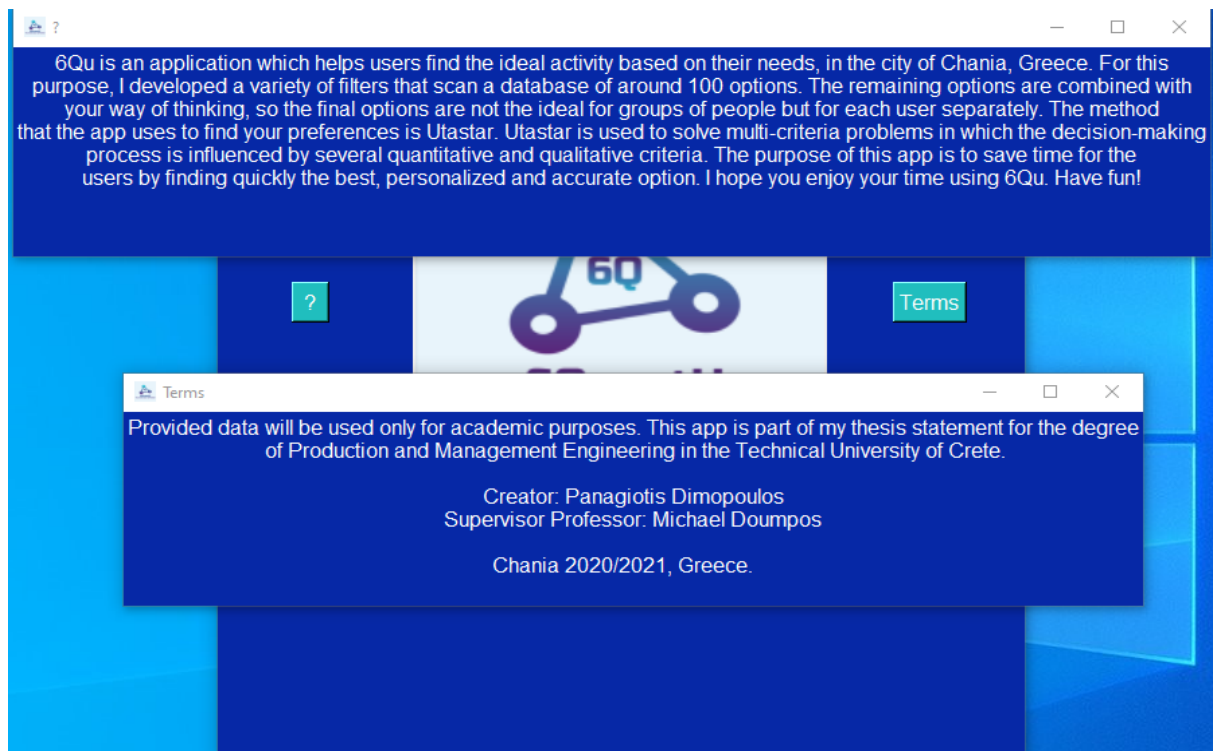
Εικόνα 9 - Η βάση δεδομένων για τους χρήστες του 6Qu

### 3.4 Εισαγωγή στην εφαρμογή 6Qu

Η εφαρμογή 6Qu αποτελείται από ένα βασικό πρόγραμμα .exe(executable) για Windows, το οποίο βρίσκεται σε έναν φάκελο μαζί με άλλα βοηθητικά αρχεία. Η εφαρμογή ξεκινάει κάνοντας διπλό κλικ στο εικονίδιο “6Qu” όπου ο χρήστης βλέπει την αρχική σελίδα με τέσσερις επιλογές-κουμπιά. Τα δύο ανοίγουν παράθυρα με πληροφορίες για τη λειτουργία της εφαρμογής και για τη διαχείριση των δεδομένων των χρηστών, ενώ τα άλλα δύο είναι υπεύθυνα για την εγγραφή νέου χρήστη και για την αυθεντικοποίηση ήδη εγγεγραμμένων χρηστών.



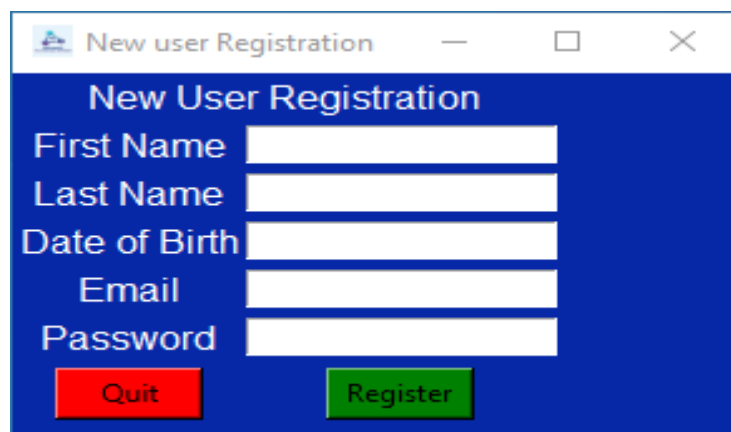
Εικόνα 10 - Κεντρικό μενού 6Qu.



Εικόνα 11 - Τα κουμπιά "?" και "Terms".

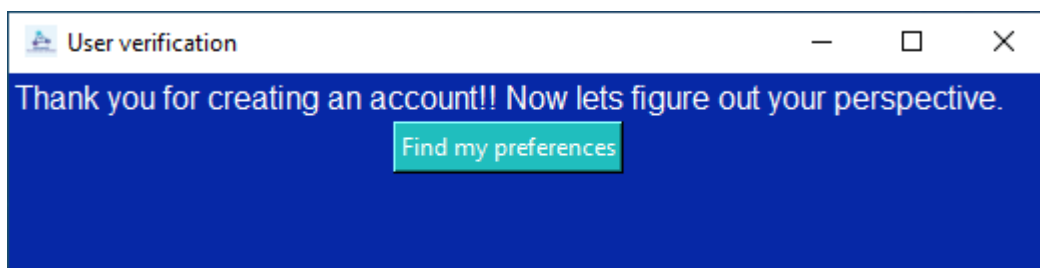
### 3.5 Δημιουργία νέου χρήστη

Πατώντας το κουμπί “Register” στο αρχικό μενού της εφαρμογής ανοίγει ένα νέο παράθυρο το οποίο ζητάει από τον χρήστη κάποιες βασικές πληροφορίες για τη δημιουργία νέου λογαριασμού, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 12 - Πεδία εισαγωγής δεδομένων χρηστών.

Αφού ο χρήστης συμπληρώσει τα στοιχεία του, ορίσει έναν κωδικό της αρεσκείας του και πατήσει το πράσινο κουμπί “Register”, ανοίγει ένα νέο παράθυρο το οποίο τον οδηγεί στην διαδικασία με την οποία θα γίνει μοντελοποίηση των προτιμήσεών του.




Εικόνα 13 - Βοηθητικό παράθυρο.



Πατώντας το κουμπί “Find my preferences”, ο χρήστης οδηγείται σε ένα νέο περιβάλλον στο οποίο καλείται να ταξινομήσει εννέα επιλογές δραστηριότητας, από την πιο επιθυμητή στη λιγότερο προτιμητέα. Οι συγκεκριμένες δραστηριότητες είναι φανταστικές και δημιουργήθηκαν με χρήση του λογισμικού PASW Statistics 18 μέσω μίας διαδικασίας παραγωγής ενός ορθογώνιου πίνακα. Περισσότερες πληροφορίες για το πώς δημιουργήθηκε ο πίνακας με τις δραστηριότητες καθώς και γιατί χρησιμοποιήθηκε η συγκεκριμένη τεχνική μπορούν να βρεθούν στο Κεφάλαιο 4. Η ταξινόμηση γίνεται με βάση τέσσερα κριτήρια, τα οποία είναι τα απαραίτητα χρήματα της δραστηριότητας, η απόστασή της σε χιλιόμετρα, η βαθμολογία της και τέλος το πλήθος των υποκατηγοριών που έχει επιλέξει ο χρήστης και περιλαμβάνει η δραστηριότητα. Το τελευταίο μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό με ένα παράδειγμα. Κατά τη διαδικασία επιλογής δραστηριότητας ο χρήστης καλείται να επιλέξει μία κύρια κατηγορία, π.χ. φαγητό, και δύο υποκατηγορίες, π.χ. ιταλικό και vegan. Όταν μία δραστηριότητα έχει την τιμή 2 στο κριτήριο “PliS”, σημαίνει ότι η συγκεκριμένη επιλογή έχει και τις δύο υποκατηγορίες που διάλεξε ο χρήστης, όταν έχει την τιμή 1 έχει μία από τις δύο και 0 δεν έχει καμία από τις δύο.

Αφού ο χρήστης ολοκληρώσει την κατάταξη των εννέα επιλογών, κάνοντας κλικ στο κουμπί “Confirm”, παράγονται και αποθηκεύονται τα βάρη των τεσσάρων κριτηρίων μαζί με τις υπόλοιπες πληροφορίες του μέσω της μεθόδου UTASTAR. Επιπλέον, εμφανίζεται ένα μήνυμα το οποίο ενημερώνει τον χρήστη ότι η εγγραφή του στο 6Qu ολοκληρώθηκε με επιτυχία και ότι κάνοντας επανεκκίνηση την εφαρμογή είναι πλέον έτοιμος να βρει τη δραστηριότητα που επιθυμεί. Το θεωρητικό υπόβαθρο της UTASTAR, όπως επίσης και η εφαρμογή της στο συγκεκριμένο πρόβλημα, θα αναλυθούν εκτενώς στην ενότητα που ακολουθεί.


Setting up your account...
—
□
×

Rank the 9 options by writing the name of each option, from most favorite to least. You can see the stats of each option by clicking the button 'Show me the options'.

Favorite Option:	<input type="text"/>
Second Option	<input type="text"/>
Third Option	<input type="text"/>
Forth Option	<input type="text"/>
Fifth Option	<input type="text"/>
Sixth Option	<input type="text"/>
Seventh Option	<input type="text"/>
Eighth Option	<input type="text"/>
Worst Option	<input type="text"/>

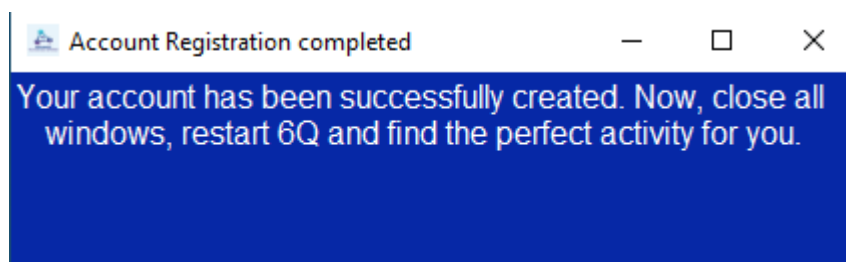
Show me the options
Confirm

Price	0→0€ 1→0-10€ 2→10-30€ 3→Over 30€
Distance	In kilometers
Rating	From 5.0 to 10
Plis	This is a ratio of how many subcategories of your choice are contained into each option

Εικόνα 14 - Κατάταξη επιλογών.

Options information						
	Alt/crī	Price	Dist	Rating	PlīS	
1	Option8	1	6.0	8.5	2	
2	Option1	3	0.1	9.0	1	
3	Option3	2	1.0	7.0	2	
4	Option9	2	8.0	10	0	
5	Option5	0	9.0	7.2	1	
6	Option6	2	5.0	6.0	1	
7	Option7	1	0.5	6.5	0	
8	Option4	3	10	5.0	2	
9	Option2	3	4.0	7.5	0	

Εικόνα 15 - Οι τιμές των κριτηρίων των εννέα επιλογών.



Εικόνα 16 - Βοηθητικό παράθυρο.

### 3.6 Θεωρητικό υπόβαθρο της UTASTAR

Γενικότερα, «ως απόφαση θεωρούνται όλες εκείνες οι ενέργειες που γίνονται από έναν ή περισσότερους ανθρώπους με στόχο την επιλογή ενός τρόπου ενέργειας-δράσης μέσα από ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών. Απόφαση έχουμε όταν ο αποφασίζων έχει την δυνατότητα επιλογής μεταξύ τουλάχιστον δύο διαφορετικών εναλλακτικών ενεργειών» (Νικόλας Φ. Ματσατσίνης, 2010. Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, σελ.78).

Η πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων (MultiCriteria Decision Making–MCDM), δέχεται την ύπαρξη ενός συστήματος αξιών που αντιπροσωπεύει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα σε ένα σύνολο εναλλακτικών ενεργειών και έχει ως κύριους εκφραστές τους Fishbur (1970), Keeney and Raifa (1976), Saaty (1990), Keeney (1992), French (1993) και von Winterfeldt and Edwards (1993). Το σύστημα αξιών αφορά τη διαμόρφωση μίας συνάρτησης χρησιμότητας και των σχετικών βαρών των προτεραιοτήτων.

Υπάρχουν τέσσερα κύρια θεωρητικά ρεύματα στην πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων τα οποία είναι τα εξής:

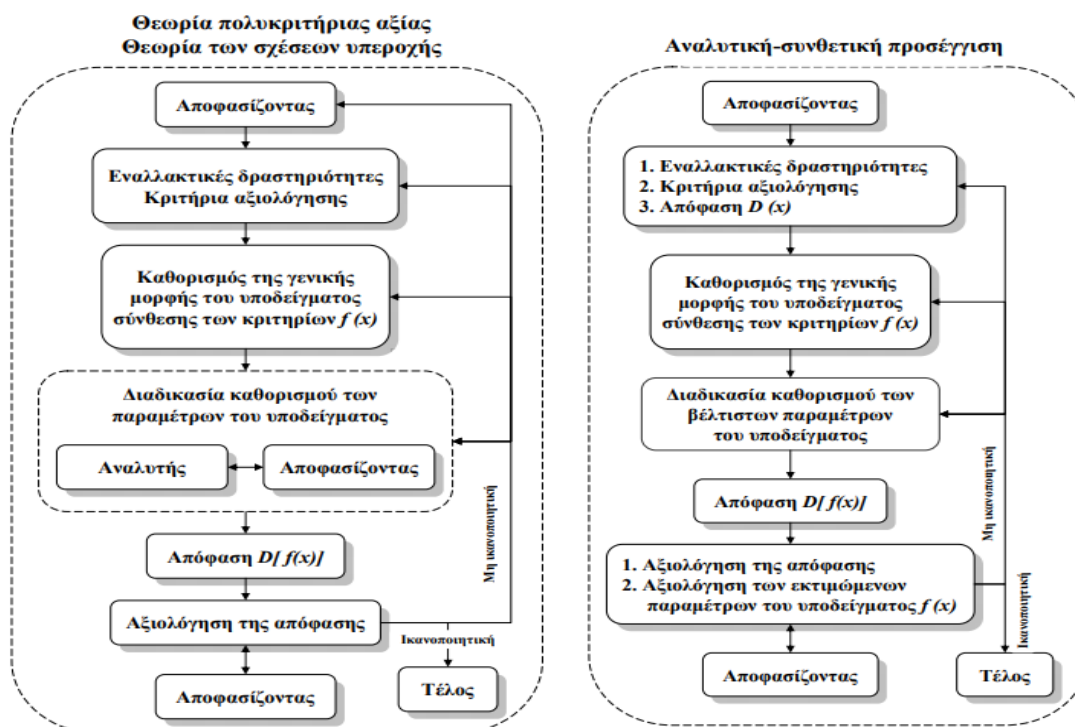
- Πολυκριτήριος ή πολυστοχικός μαθηματικός προγραμματισμός
- Θεωρία πολυκριτήριας χρησιμότητας
- Θεωρία των σχέσεων υπεροχής
- Αναλυτική-Συνθετική προσέγγιση

Στην τελευταία κατηγορία ανήκει και η μέθοδος UTASTAR της οικογένειας UTA, η οποία θα αναλυθεί στη συνέχεια.

Η Αναλυτική – Συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach) (Jacquet-Lagrece and Siskos, 1982, 2001) προσανατολίζεται στην ανάπτυξη ενός γενικού

μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των αποφάσεων που λαμβάνει ο συμμετέχων στην έρευνα, έτσι ώστε να καθοριστεί το κατάλληλο υπόδειγμα σύνθεσης των κριτηρίων το οποίο ανταποκρίνεται στο σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος.

Ουσιαστικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση αντιμετωπίζει τα προβλήματα λήψης αποφάσεων μέσω μιας ακριβώς αντίθετης διαδικασίας σε σχέση με αυτήν που ακολουθείται από την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας και τη θεωρία των σχέσεων υπεροχής.



Πηγή: Λούμπας (2000)

Εικόνα 17 - Η διαδικασία της Αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης έναντι των διαδικασιών της πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας και της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής.

## Η μέθοδος UTA

Η μέθοδος UTA (Jacquet-Lagrange, E. & Siskos, J. , 1982) είναι από τις πιο γνωστές πολυκριτήριες μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων και θέτει τις βάσεις της σύγχρονης Αναλυτικής - Συνθετικής προσέγγισης. Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στην ανάπτυξη μιας ή περισσότερων προσθετικών συναρτήσεων αξιών, δεδομένου ενός συνόλου εναλλακτικών οι οποίες έχουν μια δοσμένη προδιάταξη από τον αποφασίζοντα. Χρησιμοποιεί ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για να υπολογίσει τις συναρτήσεις αυτές, έτσι ώστε η κατάταξη που προκύπτει από αυτές να είναι όσο το δυνατόν πιο σύμφωνη με την ορισμένη προδιάταξη.

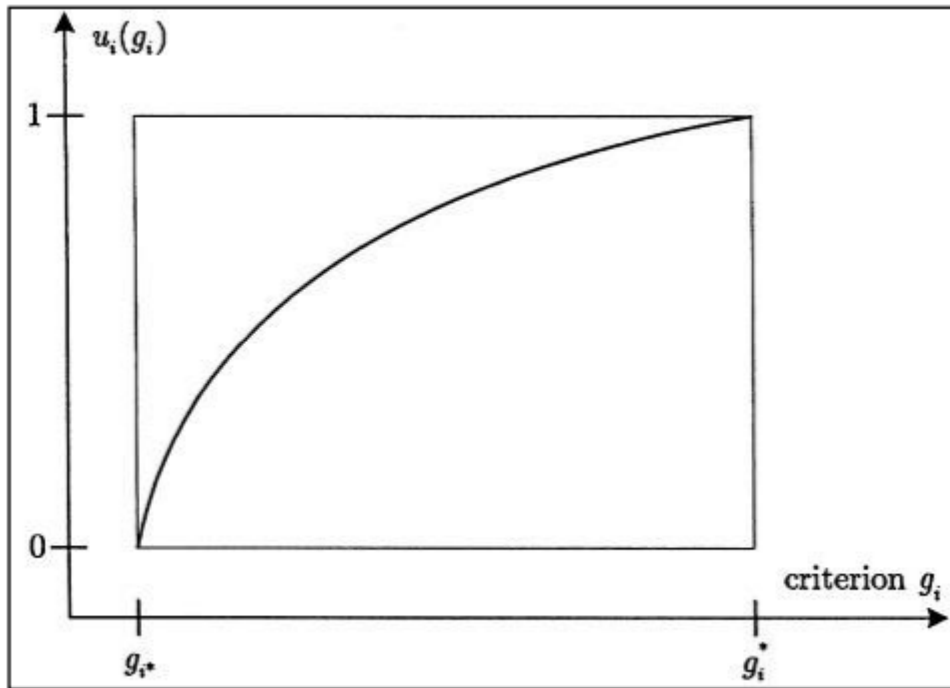
Έστω,  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  το σύνολο αναφοράς των εναλλακτικών, οι οποίες εκτιμώνται από μια οικογένεια κριτηρίων  $\mathbf{g} = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ . Το μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων στη UTA θεωρείται ως μία προσθετική συνάρτηση αξίας της ακόλουθης μορφής :

$$U(g) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i) \quad (3.6.1)$$

Υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

$$U(g) = \sum_{i=1}^n p_i = 1 \text{ και } u_i(g_{i*}) = 0, u_i(g_i^*) = 1, \forall i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.6.2)$$

Όπου  $u_i, i = 1, 2, \dots, n$  είναι οι μερικές συναρτήσεις αξίας ή χρησιμότητας κανονικοποιημένες στο διάστημα  $[0, 1]$  και  $p_i$  είναι τα βάρη των  $u_i$ .



Εικόνα 17 - Η μερική συνάρτηση αξίας του κριτηρίου  $i$  (Siskos, Y., Grigoroudis, E., & Matsatsinis, N. F. , 2016).

Οι ολικές και οι μερικές συναρτήσεις αξίας-χρησιμότητας είναι μονότονες με μονοτονία ίδια με αυτή του κριτηρίου που αντιπροσωπεύουν. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της συνάρτησης ολικής αξίας ισχύουν οι παρακάτω ιδιότητες :

$$U(\mathbf{g}(a)) > U(\mathbf{g}(b)) \Leftrightarrow a > b \quad (3.6.3)$$

$$U(\mathbf{g}(a)) = U(\mathbf{g}(b)) \Leftrightarrow a \sim b \quad (3.6.4)$$

Η μέθοδος UTA θεωρεί μία μορφή της προσθετικής συνάρτησης αξίας χωρίς βάρη, ισοδύναμη της μορφής των σχέσεων (3.6.1) και (3.6.2) :

$$U(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) \quad (3.6.5)$$

Υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1 \text{ και } u_i(g_{i*}) = 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.6.6)$$

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η ύπαρξη ενός τέτοιου μοντέλου προϋποθέτει την προτιμησιακή ανεξαρτησία των κριτηρίων για τον αποφασίζοντα (Keeney, R. L. et al., 1979), καθώς και άλλες συνθήκες προκειμένου να ισχύει η προσθετική μορφή σύμφωνα με τον P. C. Fishburn (1966) . Στη βάση του προσθετικού μοντέλου (3.6.5)-(3.6.6), και λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες (3.6.3)-(3.6.4), η αξία κάθε εναλλακτικής  $a \in A$ , μπορεί να γραφτεί ως:

$$U'(g(a)) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i(a)) + \sigma(a) \quad \forall a \in A \quad (3.6.7)$$

όπου  $\sigma(a)$  είναι ένα πιθανό σφάλμα σε σχέση με την  $U'(g(a))$

Επιπλέον, για την εκτίμηση των συναρτήσεων μερικών αξιών με τη μορφή κατά τμήματα γραμμικών συναρτήσεων, προτείνεται η χρήση γραμμικής παρεμβολής. Για κάθε κριτήριο, το διάστημα  $[g_{i*}, g_i^*]$  χωρίζεται σε  $(a_i - 1)$  ίσα υποδιαστήματα, και ως εκ τούτου το τελικό σημείο  $g_i^j$  κάθε υποδιαστήματος δίνεται από τον τύπο:

$$g_i^j = g_{i*} + \frac{j-1}{a_i-1} (g_i^* - g_{i*}) \quad \forall j = 1, 2, \dots, a_i \quad (3.6.8)$$

Η μερική αξία κάθε εναλλακτικής  $a$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της γραμμικής παρεμβολής και έτσι, για  $g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$ :

$$u_i(g_i(a)) = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} (u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)) \quad (3.6.9)$$

Το σύνολο αναφοράς των εναλλακτικών  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  αναδιατάσσεται έτσι ώστε η εναλλακτική  $a_1$  να είναι η κεφαλή της κατάταξης και η εναλλακτική  $a_m$ , η ουρά αυτής. Εφόσον η κατάταξη αυτή έχει τη μορφή μίας προδιάταξης  $R$ , για το κάθε ζευγάρι διαδοχικών εναλλακτικών  $(a_k, a_{k+1})$  ισχύει:

$$a_k > a_{k+1} \text{ (προτίμηση)}$$



ή

$$a_k \sim a_{k+1} \text{ (αδιαφορία)}$$

Έτσι, εάν τεθεί

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = U'(g(a_k)) - U'(g(a_{k+1})) \quad (3.6.10)$$

Τότε ισχύει μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \text{ εάν } a_k > a_{k+1} \quad (3.6.11)$$

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \text{ εάν } a_k \sim a_{k+1} \quad (3.6.12)$$

Όπου  $\delta$  είναι ένας μικρός θετικός αριθμός που διαχωρίζει σημαντικά δύο διαδοχικές κλάσεις ισοδυναμίας της R.

Στη συνέχεια, και λαμβάνοντας υπ' όψιν την υπόθεση σχετικά με την μονοτονία των προτιμήσεων, οι περιθώριες αξίες  $u_i(g_i)$  πρέπει να ικανοποιούν το σύνολο των ακόλουθων περιορισμών:

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i, \forall j = 1, 2, \dots, a_{i-1}, \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (3.6.13)$$

όπου  $s_i \geq 0$  είναι τα κατώφλια αδιαφορίας που ορίζονται για κάθε κριτήριο  $g_i$ . Τα κατώφλια αυτά δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου UTA, αλλά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την αποφυγή φαινομένων όπου για τις μερικές χρησιμότητες έχουμε  $u_i(g_i^{j+1}) = u_i(g_i^j)$  όταν  $g_i^{j+1} > g_i^j$ .

Οι περιθώριες συναρτήσεις αξίας υπολογίζονται τελικά μέσω του ακόλουθου γραμμικού προγράμματος (γ.π.), όπου ως περιορισμοί χρησιμοποιούνται οι σχέσεις (3.6.5), (3.6.6), (3.6.11), (3.6.12), ενώ η αντικειμενική συνάρτηση είναι το συνολικό προκαλούμενο σφάλμα :

$$[min]F = \sum_{a \in A} \sigma(a)$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \text{ εάν } a_k > a_{k+1} \forall k$$

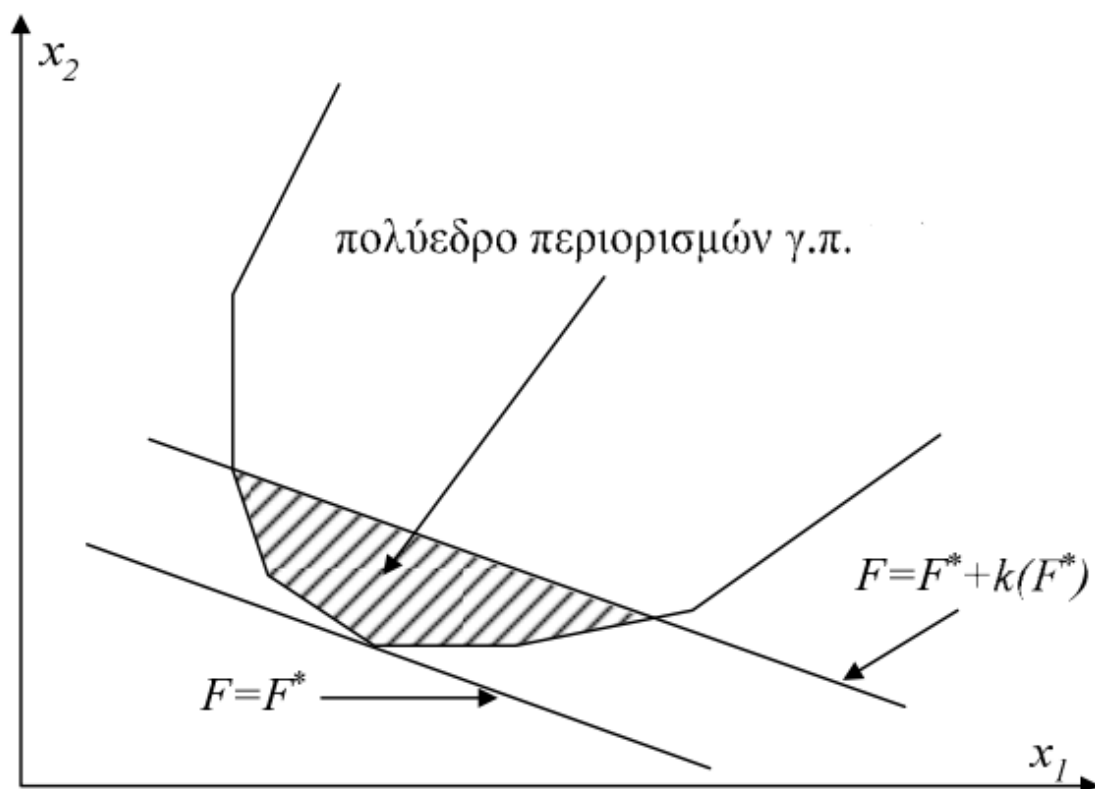
$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \text{ εάν } a_k \sim a_{k+1} \forall k$$

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \forall i, j$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1$$

$$u_i(g_{i*}) = 0, u_i(g_i^j) \geq 0, \sigma(a) \geq 0 \forall a \in A, \forall i, j \quad (3.6.14)$$

Η ανάλυση ευστάθειας των αποτελεσμάτων του γ.π. (3.6.15) αντιμετωπίζεται ως ένα πρόβλημα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης. Πράγματι, αν η βέλτιστη λύση δώσει  $F^* = 0$ , τότε το υπερπολύεδρο των αποδεκτών λύσεων για τα  $u_i(g_i)$  δεν είναι κενό, αλλά υπάρχουν πολλαπλές συναρτήσεις αξίας που είναι απόλυτα συνεπείς με την προδιάταξη  $R$ . Ακόμη και στην περίπτωση που η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης είναι μη μηδενική, υπάρχουν άλλες λύσεις, λιγότερο καλές για την  $F$ , που είναι σε θέση να βελτιώσουν άλλα εναλλακτικά κριτήρια βελτιστοποίησης (π.χ. τον συντελεστή συσχέτισης  $\tau$  του Kendall).



Εικόνα 18 - Ανάλυση ευστάθειας στη μεθοδο UTA (Σίσκος , 2008)

Όπως φαίνεται στην εικόνα 18 , ο χώρος των μεταβέλιτων λύσεων καθορίζεται από το υπερπολύεδρο:

$$F \leq F^* + k(F^*) \text{ και από όλους τους περιορισμούς του γ.π. (3.6.14) } \quad (3.6.15)$$

όπου  $k(F^*)$  είναι ένα θετικό (ή μηδέν) κατώφλι, το οποίο καθορίζεται ως ένα μικρό ποσοστό του σφάλματος  $F^*$ .

Οι Jacquet-Lagrèze & Siskos, στην αρχική μορφή της μεθόδου UTA, προτείνουν τη διερεύνηση του πολύεδρου (3.6.15), μέσω μίας ευρετικής μεθόδου αναζήτησης (ημι)βέλιτων λύσεων, επιλύοντας τα ακόλουθα γ.π.:

$$[min]u_i(g_i^*)$$

$$[max]u_i(g_i^*)$$

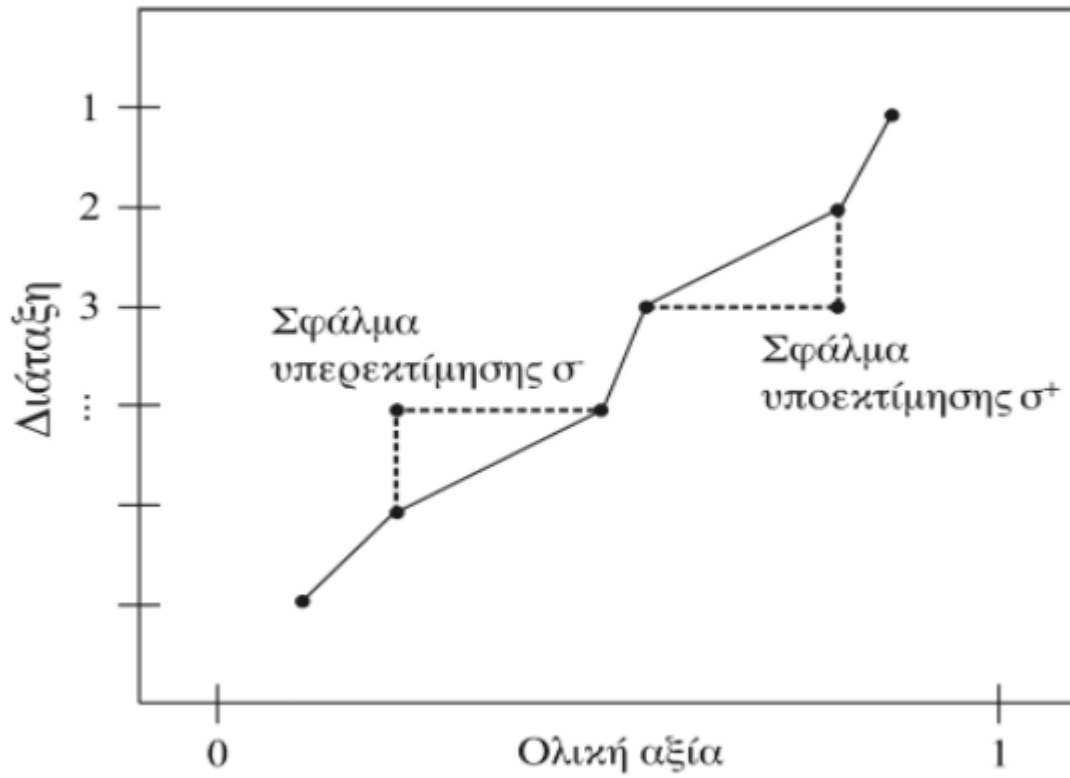
Στο πολύεδρο (3.6.15)

Στο πολύεδρο (3.6.15) (3.6.16)

Ως τελική λύση του προβλήματος, υπολογίζεται η μέση τιμή των λύσεων των προηγούμενων γ.π., που είναι και αυτή (ημι)βέλτιστη, λόγω της κυρτότητας του υπερπολύεδρου. Σε περίπτωση αστάθειας, οι λύσεις των γ.π. (3.6.16) εμφανίζουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους και η εκτιμώμενη μέση λύση είναι λιγότερο αντιπροσωπευτική. Σε κάθε περίπτωση, οι επιμέρους αυτές λύσεις υποδεικνύουν τη διακύμανση των βαρών των κριτηρίων  $g_i$  και συνεπώς δίνουν μια ιδέα της σημαντικότητας αυτών των κριτηρίων στο σύστημα προτιμήσεων του αποφασίζοντος.

## Η μέθοδος UTASTAR

Η μέθοδος UTASTAR προτάθηκε από τους Siskos & Yannacopoulos (1985) και αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση της πρωτότυπης μεθόδου UTA. Στην αρχική έκδοση της μεθόδου UTA, για καθεμία δράση  $a \in A_R$  ορίζεται ένα μοναδικό σφάλμα  $\sigma(a)$ . Αυτή η συνάρτηση σφάλματος δεν είναι επαρκής για την ελαχιστοποίηση της ολικής διασποράς των σημείων στη μονότονη καμπύλη της εικόνας 21 που ακολουθεί. Το πρόβλημα αφορά τα σημεία που βρίσκονται δεξιά της καμπύλης, από τα οποία θα ήταν προτιμότερο να αφαιρεθεί μια ποσότητα αξίας χωρίς να αυξηθούν οι αξίες των άλλων.



Εικόνα 19 - Καμπύλη ποιοτικής παλινδρόμησης (Σίσκος, 2008)

Στην UTASTAR, εισάγεται μια διπλή θετική συνάρτηση σφάλματος και έτσι η σχέση (3.6.1) γίνεται :

$$U'(g(a)) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i(a)) - \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad \forall a \in A_R \quad (3.6.17)$$

όπου  $\sigma^+$  και  $\sigma^-$  είναι σφάλματα υποεκτίμησης υπερεκτίμησης αντίστοιχα.

Επιπλέον, τροποποιούνται οι περιορισμοί μονοτονίας των κριτηρίων, οι οποίοι μοντελοποιούνται με τη βοήθεια των ακόλουθων μετασχηματισμών των μεταβλητών :

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \text{ και } j = 1, 2, \dots, a_i - 1 \quad (3.6.17)$$

Με τον τρόπο αυτό, οι συνθήκες μονοτονίας (3.6.13) μπορούν να αντικατασταθούν από περιορισμούς μη αρνητικότητας των μεταβλητών  $w_{ij}$ . Συνεπώς, ο αλγόριθμος της UTASTAR συνοψίζεται στα ακόλουθα βήματα:

**Βήμα 1:** Η ολική αξία των εναλλακτικών  $U(g(a_k)), k = 1, 2, \dots, m$ , εκφράζεται αρχικά ως συνάρτηση των περιθώριων αξιών  $u_i(g_i)$  και στη συνέχεια των μεταβλητών  $w_{ij}$ , σύμφωνα με την εξίσωση (3.6.17), μέσω των ακόλουθων σχέσεων:

$$u_i(g_i^1) = 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (3.6.18)$$

$$u_i(g_i^1) = \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \text{ και } j = 2, 3, \dots, a_i - 1 \quad (3.6.19)$$

**Βήμα 2:** Εισάγονται δύο συναρτήσεις σφάλματος  $\sigma^+$  και  $\sigma^-$  στο  $A_R$ , γράφοντας για κάθε ζεύγος διαδοχικών δράσεων στην προδιάταξη τις αναλυτικές εκφράσεις:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = u(g(a_k)) - \sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k) - u(g(a_{k+1})) + \sigma^+(a_{k+1}) - \sigma^-(a_{k+1}) \quad (3.6.20)$$

**Βήμα 3:** Επιλύεται το ακόλουθο γ.π.:

$$[min]z = \sum_{k=1}^m (\sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k))$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \text{ αν } a_k > a_{k+1} \quad \forall k$$

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \text{ αν } a_k \sim a_{k+1} \quad \forall k$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} = 1$$

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+(a_k) \geq 0, \sigma^-(a_k) \geq 0 \quad \forall i, j \text{ και } k \quad (3.6.21)$$

**Βήμα 4:** Ελέγχεται η ύπαρξη πολλαπλών βέλτιστων ή ημιβέλτιστων λύσεων στο γ.π. (3.6.21), υπολογίζοντας το βαρύκεντρο των προσθετικών συναρτήσεων αξίας που μεγιστοποιούν τις ακόλουθες αντικειμενικές συναρτήσεις:

$$u_i(g_i^*) = \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (3.6.22)$$

στο υπερπολύεδρο των περιορισμών του γ.π. (3.6.21) που περιορίζεται από τον επόμενο νέο περιορισμό :

$$\sum_{k=1}^m (\sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k)) \leq z^* + \varepsilon \quad (3.6.23)$$

όπου  $z^*$  είναι η βέλτιστη τιμή (σφάλμα) του γ.π. του βήματος 3 και  $\varepsilon$  ένας πολύ μικρός θετικός αριθμός ή μηδέν.

### 3.7 Εφαρμογή της UTASTAR στο πρόβλημα

Στο συγκεκριμένο πρόβλημα επιλέχτηκαν τέσσερα κριτήρια, δύο ποσοτικά και δύο ποιοτικά, τα οποία είναι η απόσταση και οι βαθμολογίες, και τα χρήματα και το πλήθος υποκατηγοριών αντίστοιχα. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για τα χρήματα είναι η:

0	0€
1	0€-10€
2	10-30€
3	>30€

Η απόσταση μετρείται σε χιλιόμετρα και είναι συνεχής στο [0.1-10], ενώ οι βαθμολογίες (ratings) είναι συνεχείς στο [5.0-10.0]. Στις παρακάτω εικόνες ακολουθούν

αναλυτικές πληροφορίες για τα κριτήρια και τη διαδικασία παραγωγής και αποθήκευσης των προτιμήσεων ενός τυχαίου χρήστη.

- Ο πολυκριτήριος πίνακας με τις επιλογές που καλείται να ταξινομήσει ο χρήστης και η κατάταξη που επέλεξε

	Alt/cri	Price	Dist	Rating	PlIS	Ranking
0	Option1	3	0.1	9.0	1	1
1	Option8	1	6.0	8.5	2	2
2	Option9	2	8.0	10.0	0	3
3	Option3	2	1.0	7.0	2	4
4	Option6	2	5.0	6.0	1	5
5	Option5	0	9.0	7.2	1	6
6	Option7	1	0.5	6.5	0	7
7	Option4	3	10.0	5.0	2	8
8	Option2	3	4.0	7.5	0	9

- Περιγραφικές πληροφορίες για τα κριτήρια

	Cri/atributes	Monotonicity	Type	Worst	Best	a
0	Price	1	1	3.0	0.0	4
1	Dist	1	0	10.0	0.1	3
2	Rating	0	0	5.0	10.0	3
3	PlIS	0	1	0.0	2.0	3

Όπου η μονοτονία δηλώνει εάν το κριτήριο είναι αύξων ή φθίνων, ο τύπος εάν είναι διακριτό ή συνεχές, η χειρότερη και η καλύτερη τιμή του κριτηρίου και a ο αριθμός των ισαπέχοντων διαστημάτων.



Έπειτα ακολουθεί το πρώτο βήμα της UTASTAR που είναι η κατασκευή των χρησιμοτήτων των εννέα εναλλακτικών. Για τον λόγο αυτό δημιουργούνται οι εξής κλίμακες:

$$[g_{1*}, g_1^*] = [3, 2, 1, 0]$$

$$[g_{2*}, g_2^*] = [10.0, 5.05, 0.1]$$

$$[g_{3*}, g_3^*] = [5.0, 7.5, 10.0]$$

$$[g_{4*}, g_4^*] = [0, 1, 2]$$

ή

	0	1	2	3
Price	3.0	2.00	1.0	0.0
Dist	10.0	5.05	0.1	NaN
Rating	5.0	7.50	10.0	NaN
PLiS	0.0	1.00	2.0	NaN

- Οι προσθετικές χρησιμότητες κάθε εναλλακτικής επιλογής μετά από γραμμικές παρεμβολές εκφράζονται με την μορφή πίνακα ως εξής:

	Price				Dist			Rating			PLiS		
	3.00	2.00	1.00	0.00	10.00	5.05	0.10	5.00	7.50	10.00	0.00	1.00	2.00
Option1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	7.289343e-17	1.000000	0.00	0.40	0.6	0.0	1.0	0.0
Option8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.191919	8.080808e-01	0.000000	0.00	0.60	0.4	0.0	0.0	1.0
Option9	0.0	1.0	0.0	0.0	0.595960	4.040404e-01	0.000000	0.00	0.00	1.0	1.0	0.0	0.0
Option3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.000000	1.818182e-01	0.818182	0.20	0.80	0.0	0.0	0.0	1.0
Option6	0.0	1.0	0.0	0.0	0.000000	9.898990e-01	0.010101	0.60	0.40	0.0	0.0	1.0	0.0
Option5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.797980	2.020202e-01	0.000000	0.12	0.88	0.0	0.0	1.0	0.0
Option7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.000000	8.080808e-02	0.919192	0.40	0.60	0.0	1.0	0.0	0.0
Option4	1.0	0.0	0.0	0.0	1.000000	0.000000e+00	0.000000	1.00	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
Option2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	7.878788e-01	0.212121	0.00	1.00	0.0	1.0	0.0	0.0

Και επειδή  $u(g_{i*}) = 0$  ισχύει ότι  $u_1(3) = u_2(10.0) = u_3(5.0) = u_4(0) = 0$ . Άρα

ο παραπάνω πίνακας μετασχηματίζεται:

	Price			Dist		Rating		PLIS	
	2.00	1.00	0.00	5.05	0.10	7.50	10.00	1.00	2.00
Option1	0.0	0.0	0.0	7.289343e-17	1.000000	0.40	0.6	1.0	0.0
Option8	0.0	1.0	0.0	8.080808e-01	0.000000	0.60	0.4	0.0	1.0
Option9	1.0	0.0	0.0	4.040404e-01	0.000000	0.00	1.0	0.0	0.0
Option3	1.0	0.0	0.0	1.818182e-01	0.818182	0.80	0.0	0.0	1.0
Option6	1.0	0.0	0.0	9.898990e-01	0.010101	0.40	0.0	1.0	0.0
Option5	0.0	0.0	1.0	2.020202e-01	0.000000	0.88	0.0	1.0	0.0
Option7	0.0	1.0	0.0	8.080808e-02	0.919192	0.60	0.0	0.0	0.0
Option4	0.0	0.0	0.0	0.000000e+00	0.000000	0.00	0.0	0.0	1.0
Option2	0.0	0.0	0.0	7.878788e-01	0.212121	1.00	0.0	0.0	0.0

Στη συνέχεια εφαρμόζεται το δεύτερο βήμα το οποίο είναι η σύγκριση των εναλλακτικών ανά ζεύγος και για  $\delta = 0,005$  διαμορφώνεται το ακόλουθο γραμμικό πρόβλημα

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0	1.0	1.0	-0.0	-0.191919	-1.000000	-0.00	-0.2	-0.0	1.0	1.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
1	-0.0	-1.0	-0.0	-0.404040	-0.000000	-0.00	0.6	-1.0	-1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
2	-0.0	-0.0	-0.0	0.595960	0.818182	-0.20	-1.0	1.0	1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.000000	-0.808081	-0.40	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0	...	-1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
4	-0.0	1.0	1.0	-0.797980	-0.010101	0.48	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	...	1.0	-1.0	-1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
5	-0.0	-0.0	-1.0	0.797980	0.919192	-0.28	-0.0	-1.0	-0.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
6	-1.0	-1.0	-0.0	-1.000000	-0.919192	-0.60	-0.0	1.0	1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0	-0.0	-0.0
7	-0.0	-0.0	-0.0	1.000000	0.212121	1.00	-0.0	-1.0	-1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0

8 rows × 27 columns

Ακολουθεί το τρίτο βήμα που είναι η επίλυση του παραπάνω γραμμικού προβλήματος με τη βοήθεια της linprog και οι μερικές χρησιμότητες που έδωσε.

```
con: array([1.11022302e-16])
fun: 0.0
message: 'Optimization terminated successfully.'
nit: 13
slack: array([8.67361738e-19, 2.27335587e-01, 9.10729825e-17, 4.47538341e-02,
2.86229374e-17, 2.86229374e-17, 1.94073904e-01, 1.73472348e-18])
status: 0
success: True
x: array([0.          , 0.15974888, 0.          , 0.2007945 , 0.05137396,
0.          , 0.37539065, 0.20845248, 0.00423952, 0.          ,
0.          , 0.          , 0.          , 0.          , 0.          ,
0.          , 0.          , 0.          , 0.          , 0.          ,
0.          , 0.          , 0.          , 0.          , 0.          ,
0.          , 0.          ])
```

	Price	Dist	Rating	Plis
0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1	0.000000	0.200794	0.000000	0.208452
2	0.159749	0.252168	0.375391	0.212692
3	0.159749	NaN	NaN	NaN

Τέλος, εφαρμόζεται το τέταρτο βήμα, όπου ελέγχεται η ύπαρξη πολλαπλών ημι-βέλτιστων ή βέλτιστων λύσεων για  $\epsilon = 0,0001$  και επιλύεται το ακόλουθο γ.π.:

```
]:
```

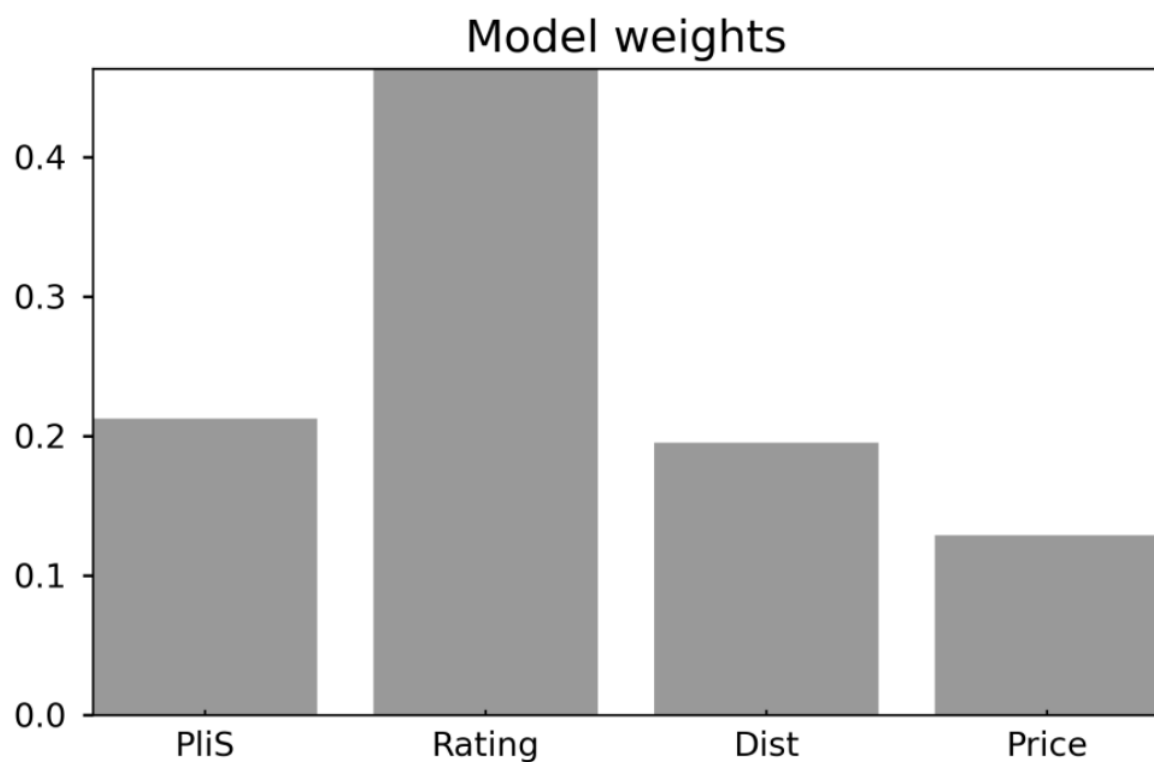
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0	1.0	1.0	-0.0	-0.191919	-1.000000	-0.00	-0.2	-0.0	1.0	1.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
1	-0.0	-1.0	-0.0	-0.404040	-0.000000	-0.00	0.6	-1.0	-1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
2	-0.0	-0.0	-0.0	0.595960	0.818182	-0.20	-1.0	1.0	1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.000000	-0.808081	-0.40	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0	...	-1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
4	-0.0	1.0	1.0	-0.797980	-0.010101	0.48	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	...	1.0	-1.0	-1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
5	-0.0	-0.0	-1.0	0.797980	0.919192	-0.28	-0.0	-1.0	-0.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
6	-1.0	-1.0	-0.0	-1.000000	-0.919192	-0.60	-0.0	1.0	1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0	-0.0	-0.0
7	-0.0	-0.0	-0.0	1.000000	0.212121	1.00	-0.0	-1.0	-1.0	-0.0	...	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
8	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.000000	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0	...	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

9 rows × 27 columns



	Price	Dist	Rating	PlIS
0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1	0.073570	0.123125	0.070087	0.192193
2	0.084337	0.195145	0.463445	0.212621
3	0.128789	NaN	NaN	NaN

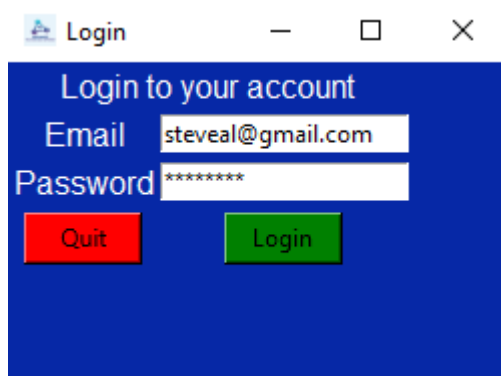
Global utilities	
Option1	0.693440
Option8	0.623883
Option9	0.586762
Option3	0.524311
Option6	0.417650
Option5	0.407533
Option7	0.315714
Option4	0.212621
Option2	0.208489



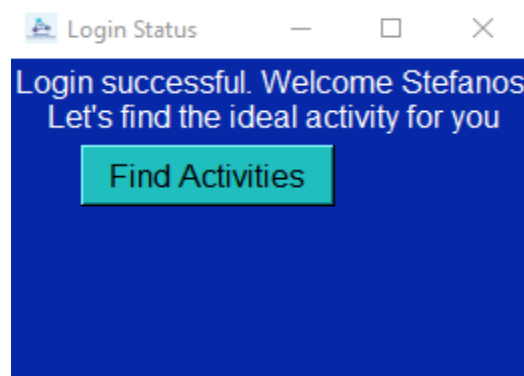
Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα, το βασικό κριτήριο απόφασης του συγκεκριμένου χρήστη είναι οι βαθμολογίες. Συνεπώς, έχοντας αποθηκεύσει αυτό δεδομένο, το 6Qu θα το χρησιμοποιήσει ώστε να προτείνει την ιδανικότερη επιλογή.

### 3.8 Αυθεντικοποίηση και σύστημα προτάσεων του 6Qu

Μετά τη δημιουργία λογαριασμού και την επανεκκίνηση της εφαρμογής, ο χρήστης καλείται πατώντας το κουμπί “Login” να συμπληρώσει το email του, καθώς επίσης και τον κωδικό πρόσβασης που επέλεξε κατά την εγγραφή, ώστε να εισέλθει στον λογαριασμό του. Επιπλέον, το 6Qu αναγνωρίζει εάν ο χρήστης έβαλε κάποια λάθος καταχώρηση σε κάποιο/α πεδίο/α και τον ενημερώνει με το αντίστοιχο μήνυμα. Εφόσον ο χρήστης συμπληρώσει σωστά τα email και κωδικό, εμφανίζεται ένα νέο βοηθητικό παράθυρο το οποίο τον οδηγεί στην επιλογή των φίλτρων.



Εικόνα 20 – Αυθεντικοποίηση



Εικόνα 21 - Βοηθητικό παράθυρο

Πιέζοντας το κουμπί “Find Activities” ο χρήστης οδηγείται σε ένα νέο περιβάλλον στο οποίο καλείται να επιλέξει έξι φίλτρα, τα οποία αφορούν το πότε θέλει να πραγματοποιήσει την δραστηριότητα, πόσα χρήματα διαθέτει, ποια είναι η διάταξη της παρέας και εάν προτιμάει παραλαβή, διανομή ή υπηρεσίες τραπεζιού. Επιπλέον, ζητείται το είδος της δραστηριότητας που επιθυμεί ο χρήστης καθώς και μία ή δύο υποκατηγορίες που τον ενδιαφέρουν.

6Qu

Filters Time!

Are you looking for an activity to do right now or just planning?

What do you feel like doing today?

Select max 2 subcategories

Would you prefer :

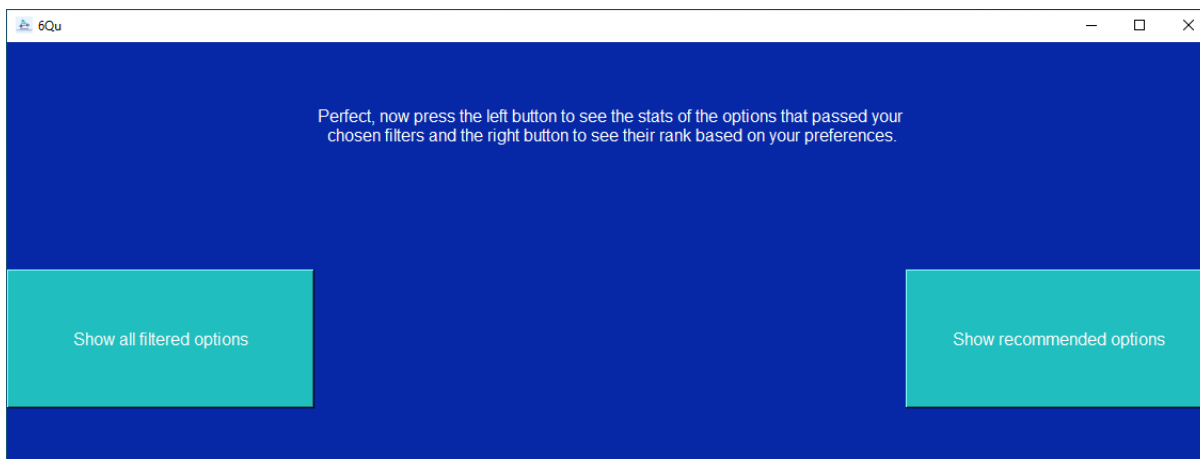
How much money do you want to spend in this activity?

Which will be your company today?

Confirm

Εικόνα 22 - Παράθυρο επιλογής φίλτρων

Τελικά, αφού ο χρήστης επιβεβαιώσει τις επιλογές του, το 6Qu συνδυάζοντας τα παραπάνω φίλτρα με τις προτιμήσεις του, οι οποίες βρίσκονται αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων των χρηστών, είναι σε θέση να προτείνει τη βέλτιστη δραστηριότητα. Έτσι, ο χρήστης οδηγείται στο τελικό παράθυρο όπου έχει δύο επιλογές-κουμπιά. Το ένα εμφανίζει όλες τις δραστηριότητες που πέρασαν τα παραπάνω φίλτρα, ενώ το δεύτερο τις ταξινομεί από την καλύτερη στη χειρότερη με άριστα το «1», βάσει των προτιμήσεων του χρήστη που παράχθηκαν μέσω της UTASTAR. Η κατάσταση των δραστηριοτήτων (ανοιχτό/κλειστό/κλείνει σύντομα/ανοίγει σύντομα) είναι σε πραγματικό χρόνο, όπως και η μέτρηση της απόστασης. Το αποτέλεσμα είναι οι δραστηριότητες που προτείνονται να είναι οι ιδανικότερες διαθέσιμες για τον συγκεκριμένο χρήστη.



Εικόνα 23 - Τελικό παράθυρο

All activities

	Name	Ratings	Money	Distance	SubCount	Status
1	PALLAS	8.7	2	253.158	2	Open
2	MITOSOS BBQ	8.9	2	252.573	2	Closed
3	Palazzo Al Mare	7.9	2	253.206	2	Open
4	The Italian Job	8.5	1	253.692	0	Open
5	La Bodega	8.7	2	253.186	0	Open
6	Ta Chalkina	8.1	2	253.151	1	Open
7	CARTE POSTALE	7.9	2	253.184	1	Open
8	Patrelantonis	8.6	2	257.113	1	Open
9	Zachari&Alati	8.9	1	253.78	0	Open
10	Feidias	9.0	1	254.114	0	Open
11	Kariatiss	7.8	3	253.227	0	Closed
12	Nama	8.5	2	253.146	2	Open
13	Mirai Sushi&Cocktails	6.8	2	253.516	0	Closed

Εικόνα 24 - Οι δραστηριότητες που "πέρασαν" τα φίλτρα

Sorted Activities

	Name	Ratings	Money	Distance	SubCounter	Status	finalscore
1	MITOSOS BBQ	0.3270123533600001	0.069048832	0.0	0.204899286	Closed	0.6
2	PALLAS	0.2983194108799999	0.069048832	0.0	0.204899286	Open	0.57
3	Nama	0.26962646840000004	0.069048832	0.0	0.204899286	Open	0.54
4	Patrelantonis	0.2839729396399999	0.069048832	0.0	0.190267061	Open	0.54
5	Ta Chalkina	0.21224058343999996	0.069048832	0.0	0.190267061	Open	0.47
6	Palazzo Al Mare	0.1835476409600001	0.069048832	0.0	0.204899286	Open	0.46
7	CARTE POSTALE	0.1835476409600001	0.069048832	0.0	0.190267061	Open	0.44
8	Feidias	0.3413588246	0.092449255	0.0	0.0	Open	0.43
9	Zachari&Alati	0.3270123533600001	0.092449255	0.0	0.0	Open	0.42
10	La Bodega	0.2983194108799999	0.069048832	0.0	0.0	Open	0.37
11	The Italian Job	0.26962646840000004	0.092449255	0.0	0.0	Open	0.36
12	Kariatiss	0.16920116972	0.0	0.0	0.0	Closed	0.17
13	Mirai Sushi&Cocktails	0.09083646432	0.069048832	0.0	0.0	Closed	0.16

Εικόνα 25 – Η κατάταξη των δραστηριοτήτων για έναν τυχαίο χρήστη



## 4. Έλεγχος Αποτελεσμάτων

---

### 4.1 Εισαγωγή & Στάδια Conjoint Analysis

Η Ανάλυση Συζυγιών ή Conjoint Analysis (CA) είναι μία πολυμεταβλητή στατιστική μέθοδος η οποία προτάθηκε το 1975 από τους Green & Wind. Χρησιμοποιείται ευρέως για τη μελέτη των προτιμήσεων των καταναλωτών σε διαφόρου τύπου δεδομένα. Η CA αναπαριστά ένα προϊόν ή μία υπηρεσία ως ένα σύνολο ιδιοτήτων, τα χαρακτηριστικά, όπου κάθε ένα μπορεί να λάβει διάφορες τιμές, τα επίπεδα, και βασίζεται στην υπόθεση ότι οι καταναλωτές αξιολογούν τη συνολική αξία ενός προϊόντος συνδυάζοντας τις επιμέρους αξίες των χαρακτηριστικών που αποτελούν το προϊόν.

Ο αλγόριθμος της παραδοσιακής Conjoint αποτελεί ένα πρόβλημα πολλαπλής παλινδρόμησης, το οποίο επιλύεται μέσω της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων και τελικά υπολογίζει τις μερικές αξίες των επιπέδων των χαρακτηριστικών αλλά και την ολική αξία ενός προϊόντος. Η διαδικασία της CA μπορεί να περιγραφεί με τα εξής **3 στάδια** :

Στάδιο 1 – Σχεδιασμός της έρευνας

1.1 - Επιλογή χαρακτηριστικών σχετικών με την κατηγορία του προϊόντος

1.2 - Επιλογή των επιπέδων για κάθε χαρακτηριστικό

1.3 - Δημιουργία προφίλ προϊόντων προς αξιολόγηση

Στάδιο 2 – Συλλογή δεδομένων από τους καταναλωτές

2.1 - Σχεδιασμός διαδικασίας συλλογής δεδομένων

2.2 - Επιλογή μεθόδου εκτίμησης των part worths

Στάδιο 3 – Αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

3.1 - Τμηματοποίηση καταναλωτών με βάση τα βάρη των χαρακτηριστικών

3.2 - Προσομοίωση αγοράς

3.3 - Βελτιστοποίηση προϊόντος

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι παρουσίασης των σεναρίων προφίλ προϊόντων στους ερωτώμενους είναι η μέθοδος της trade off matrix, η μέθοδος της pair wise comparison και η full profile method, ενώ οι συνηθέστεροι τρόποι δήλωσης προτίμησης των καταναλωτών είναι η κατάταξη, η επιλογή και η βαθμολόγηση. Όπως θα φανεί και στις επόμενες ενότητες, ο τρόπος παρουσίασης που επιλέχθηκε για αυτήν την έρευνα είναι η full profile method, ενώ ο τρόπος δήλωσης προτίμησης είναι με κατάταξη (από το πιο προτιμητέο στο λιγότερο), έτσι ώστε να συμφωνεί με την UTASTAR η οποία ζητάει και αυτή κατάταξη επιλογών από τον χρήστη.

## 4.2 Μαθηματική μοντελοποίηση της CA

Η γενική μορφή της εξίσωσης πολλαπλής παλινδρόμησης είναι η εξής:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + e \quad (4.2.1)$$

Όπου  $b_0$  μία σταθερά και  $e$  το σφάλμα.

Το προσθετικό μοντέλο της Conjoint Analysis είναι ως εξής:

$$y_k = \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^{M_j} b_{jm} x_{jm} \quad (4.2.2)$$

Όπου

$y_k$ : Η συνολική εκτιμηθείσα αξία της  $k$  επιλογής

$b_{jm}$ : Η μερική αξία για το επίπεδο  $m$  του  $j$  κριτηρίου/χαρακτηριστικού

$x_{jm} = 1$ , εάν η επιλογή  $k$  διαθέτει το  $m$  επίπεδο για το  $j$  χαρακτηριστικό

$x_{jm} = 0$ , διαφορετικά

Στόχος της CA είναι να υπολογισθούν όλοι οι συντελεστές παλινδρόμησης  $b$  ή αλλιώς οι μερικές αξίες των επιπέδων κάθε χαρακτηριστικού. Επίσης, υπάρχουν αρκετά δεδομένα ακόμα, τα οποία προκύπτουν εφαρμόζοντας τη μέθοδο αυτή, όπως για παράδειγμα η πιο επιθυμητή δραστηριότητα, πίνακες που χρησιμοποιούνται για ομαδοποιήσεις κ.ά., τα οποία δεν συμπεριλήφθηκαν αφού δεν χρησιμεύουν στη διαδικασία ελέγχου.

### 4.3 Εφαρμογή της CA στο πρόβλημα

Ο πολυκριτήριος πίνακας που παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.7 αρχικά δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού PASW Statistics 18 και αποτελεί έναν ορθογώνιο πίνακα, προφανώς με εννέα φανταστικές δραστηριότητες, τον οποίο υποθετικά θα καλούνταν να κατατάξουν οι συμμετέχοντες από τον καλύτερο στον χειρότερο. Κατά τη διαδικασία της εγγραφής αποθηκεύτηκε η σειρά με την οποία κατέταξε τις δραστηριότητες ο χρήστης. Στη συνέχεια, η κατάταξη του κάθε χρήστη περάστηκε στο PASW σαν είσοδο για να τρέξει η Conjoint η οποία με την σειρά της επέστρεψε τις μερικές αξίες ( $b$ ) για κάθε χρήστη. Έπειτα

ζητήθηκε από τρεις τυχαίους χρήστες να δοκιμάσουν την εφαρμογή και καταγράφηκαν οι δύο πίνακες που προκύπτουν στο τελευταίο στάδιο του 6Qu (σελίδα 55) για κάθε χρήστη. Οι επιλογές του πρώτου πίνακα κατατάχθηκαν μέσω της CA και τη χρήση της εξίσωσης (4.2.2) και συγκρίθηκε η συμφωνία με την κατάταξη που προέκυψε από την UTASTAR που χρησιμοποιεί το 6Qu. Ο ορθογώνιος πίνακας, κάποια διαγράμματα της Conjoint καθώς και τα αποτελέσματα του ελέγχου παρουσιάζονται και σχολιάζονται στις εικόνες που ακολουθούν.

	money	distance	ratings	plithossub	STATUS_	CARD_
1	3.00	1.00	3.00	1.00	0	1
2	3.00	2.00	2.00	.0	0	2
3	2.00	1.00	2.00	2.00	0	3
4	3.00	3.00	1.00	2.00	0	4
5	1.00	3.00	2.00	1.00	0	5
6	2.00	2.00	1.00	1.00	0	6
7	1.00	1.00	1.00	.0	0	7
8	1.00	2.00	3.00	2.00	0	8
9	2.00	3.00	3.00	.0	0	9

Εικόνα 26 - Ορθογώνιος Πίνακας των φανταστικών δραστηριοτήτων

	ID	PREF1	PREF2	PREF3	PREF4	PREF5	PREF6	PREF7	PREF8	PREF9
1	1	8	3	1	5	9	7	6	2	4
2	2	3	8	1	9	2	4	6	5	7
3	3	3	5	7	1	2	6	8	9	4
4	4	8	3	5	1	6	7	9	2	4
5	5	1	8	3	9	5	7	6	2	4
6	6	8	3	6	9	5	1	7	4	2
7	7	8	3	9	5	7	1	6	4	2
8	8	8	3	9	7	1	5	6	2	4
9	9	3	1	8	2	5	4	9	6	7
10	10	9	1	8	2	5	3	7	6	4
11	11	8	3	5	6	4	1	9	7	2
12	12	5	8	7	3	9	6	1	2	4
13	13	1	9	8	3	5	2	7	6	4
14	14	7	8	3	5	6	9	1	2	4
15	15	8	1	3	9	5	4	6	7	2

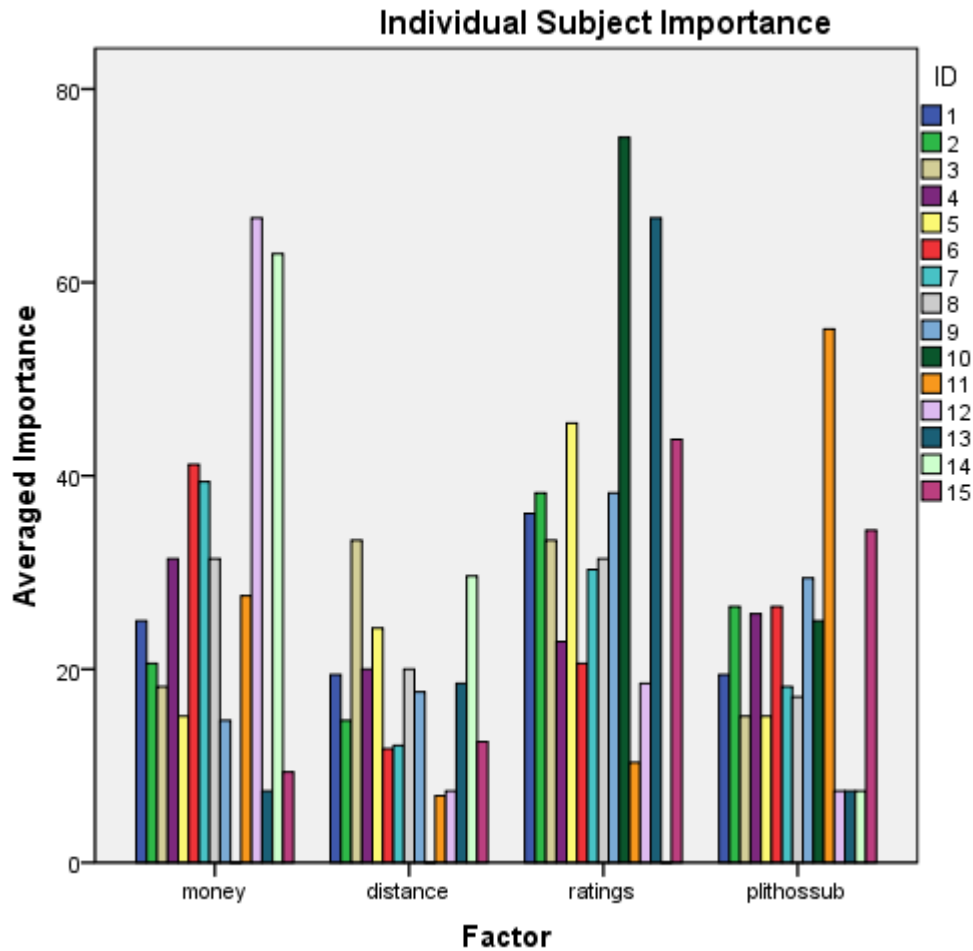
Εικόνα 27 - Η κατάταξη που επέλεξαν δεκαπέντε χρήστες κατά την εγγραφή τους στο 6Qu

Ένα συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από τις παρακάτω εικόνες είναι ότι για τον μέσο χρήστη το σημαντικότερο κριτήριο απόφασης είναι οι βαθμολογίες. Ακολουθούν τα χρήματα και το πλήθος υποκατηγοριών, ενώ τελευταία έρχεται η απόσταση.

<b>Utilities</b>		Utility Estimate	Std. Error
money	0-10 evro	.889	.
	10-30 evro	.489	.
	>30 evro	-1.378	.
distance	0-3 kms	.867	.
	3-6 kms	-.200	.
	>6 kms	-.667	.
ratings	5-6.5	-1.756	.
	6.5-8	.311	.
	8-10	1.444	.
plithossub	0	-.933	.
	1	.133	.
	2	.800	.
(Constant)		5.000	.

<b>Importance Values</b>	
money	27.404
distance	16.547
ratings	34.055
plithossub	21.994
Averaged Importance Score	

Εικόνα 28 - Τμήμα των Overall Statistics της Conjoint



Εικόνα 29 - Διάγραμμα μέσης σημαντικότητας ανά κριτήριο για κάθε χρήστη

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τρεις πίνακες, ένας για κάθε χρήστη, στους οποίους η πρώτη στήλη περιέχει τις δραστηριότητες που πέρασαν τα φίλτρα, η δεύτερη την κατάταξη που έδωσε το 6Qu και η τρίτη την κατάταξη που προέκυψε από το προσθετικό μοντέλο της CA. Ο τρόπος υπολογισμού της συνολικής εκτιμηθείσας αξίας κάθε δραστηριότητας φαίνεται αναλυτικά για τον πρώτο χρήστη, ενώ για τους υπόλοιπους παρουσιάζονται απευθείας τα αποτελέσματα.

- Χρήστης 2

## Subject 2: 2

**Utilities**

		Utility Estimate	Std. Error
money	0-10 evro	-1.333	.
	10-30 evro	1.000	.
	>30 evro	.333	.
distance	0-3 kms	.667	.
	3-6 kms	.333	.
	>6 kms	-1.000	.
ratings	5-6.5	-2.333	.
	6.5-8	.333	.
	8-10	2.000	.
plithossub	0	-1.000	.
	1	-1.000	.
	2	2.000	.
(Constant)		5.000	.

**Importance Values**

money	20.588
distance	14.706
ratings	38.235
plithossub	26.471

<b>Δραστηριότητες</b>	<b>Κατάταξη 6Qu</b>	<b>Κατάταξη Conjoint</b>
A) Pallas	1) Pallas (0,6)	1) Pallas
B) Palazzo Al Mare	2) Nama (0,59)	1) Nama
Γ) The Italian Job	3) Palazzo Al Mare (0,56)	2) Palazzo Al Mare
Δ) La Bodega	4) Patrelantonis (0,32)	3) Patrelantonis
E) Ta Chalkika	5) Ta Chalkina (0,29)	3) Ta Chalkina
Z) Carte Postale	6) Carte Postale (0,28)	3) La Bodega

H) Patrelantonis	7) Feidias (0,25)	4) Carte Postale
Θ) Zachari&Alati	7) Zachari&Alati (0,25)	5) Zachari&Alati
I) Feidias	8) La Bodega (0,24)	5) Feidias
K) Nama	9) The Italian Job (0,23)	5)The Italian Job

Υπολογισμός συνολικής αξίας των 10 καταστημάτων για τον χρήστη2:

$$Y_A = 5 + 2 + 1 + 2 - 1 = 9$$

$$Y_B = 5 + 0,33 + 1 + 2 - 1 = 7,33$$

$$Y_G = 5 + 2 - 1,33 - 1 - 1 = 3,67$$

$$Y_A = 5 + 2 + 1 - 1 - 1 = 6$$

$$Y_E = 5 + 2 + 1 - 1 - 1 = 6$$

$$Y_Z = 5 + 0,33 + 1 - 1 - 1 = 4,33$$

$$Y_H = 5 + 2 + 1 - 1 - 1 = 6$$

$$Y_\Theta = 5 + 2 - 1,33 - 1 - 1 = 3,67$$

$$Y_I = 5 + 2 - 1,33 - 1 - 1 = 3,67$$

$$Y_K = 5 + 2 + 1 + 2 - 1 = 9$$

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, για τον συγκεκριμένο χρήστη υπάρχει ικανοποιητική συμφωνία μεταξύ των δύο μεθόδων, αφού οι επτά από τις δέκα δραστηριότητες έχουν την ίδια κατάταξη. Επίσης, η Conjoint Analysis έδωσε αρκετές ισοπαλίες (πέντε), ενώ η UTASTAR μόλις μία. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες: πρώτον, η UTASTAR αντιμετωπίζει τα κριτήρια βαθμολογίες και απόσταση σαν γραμμικές



μεταβλητές σε συγκεκριμένα διαστήματα, ενώ στη Conjoint έχουν χωριστεί σε κατηγορίες όπως φαίνεται στην εικόνα 28. Δεύτερον, ο Χρήστης 2 βρίσκεται στην Αθήνα τη στιγμή που χρησιμοποιεί την εφαρμογή, οπότε στο κριτήριο απόσταση όλες οι επιλογές έχουν την ίδια τιμή, 0 για την UTASTAR και -1 για την Conjoint.

- Χρήστης 6

### Subject 6: 6

**Utilities**

		Utility Estimate	Std. Error
money	0-10 evro	.667	.
	10-30 evro	2.000	.
	>30 evro	-2.667	.
distance	0-3 kms	.000	.
	3-6 kms	.667	.
	>6 kms	-.667	.
ratings	5-6.5	-1.000	.
	6.5-8	-.333	.
	8-10	1.333	.
plithossub	0	-1.667	.
	1	.333	.
	2	1.333	.
(Constant)		5.000	.

**Importance Values**

money	41.176
distance	11.765
ratings	20.588
plithossub	26.471

Δραστηριότητες	Κατάταξη 6Qu	Κατάταξη Conjoint
A) Pallas	1) Feidias (0,73)	1) Nama (8,66)
B) Senso	2) Pallas (0,71)	1) Pallas (8,66)
Γ) La Bodega	3) Nama (0,7)	2) Carte Postale (7,66)
Δ) Carte Postale	4) Carte Postale (0,65)	3) Feidias (7,33)
E) Debonair Café Bistrot	4) Barbarossa (0,65)	3) Barbarossa (7,33)
Z) Feidias	5) Debonair Café Bistrot (0,57)	4) Mirai Sushi&Cocktails (7)
H) Nama	6) La Bodega (0,55)	5) La Botega (6,66)
Θ) Barbarossa	7) Mirai Sushi&Cocktails (0,49)	6) Debonair Café Bistrot (5,33)
I) Mirai Sushi&Cocktails	8) Garage Bar (0,39)	7) Garage Bar (5)
K) Garage Bar	9) Senso (0,35)	8) Senso (3)

Για τον Χρήστη 6 παρατηρείται μέτρια συμφωνία μεταξύ των μεθόδων (πέντε στα δέκα). Ωστόσο, ένα θετικό στοιχείο είναι ότι τα πέντε πρώτα καταστήματα είναι κοινά με διαφορετική κατάταξη μεταξύ τους και τα δύο τελευταία είναι ίδια. Επίσης, ο συγκεκριμένος χρήστης βρίσκεται στην παλαιά αγορά των Χανίων, για αυτό και υπάρχουν λιγότερες ισοπαλίες σε σχέση με τον προηγούμενο χρήστη (μόλις δύο έναντι πέντε).

- Χρήστης 8

Ο συγκεκριμένος χρήστης επέλεξε να πραγματοποιήσει μία εναλλακτική δραστηριότητα, δηλαδή μία που δεν ανήκει στις βασικές κατηγορίες «φαγητό», «ποτό», «καφές» ή «πρωινό». Επίσης βρίσκεται σε μία περιοχή των Χανίων η οποία ονομάζεται Δικαστήρια.

## Subject 8: 8

### Utilities

		Utility Estimate	Std. Error
money	0-10 evro	1.333	.
	10-30 evro	1.000	.
	>30 evro	-2.333	.
distance	0-3 kms	1.333	.
	3-6 kms	-.333	.
	>6 kms	-1.000	.
ratings	5-6.5	-1.667	.
	6.5-8	-.333	.
	8-10	2.000	.
plithossub	0	.000	.
	1	-1.000	.
	2	1.000	.
(Constant)		5.000	.

### Importance Values

money	31.429
distance	20.000
ratings	31.429
plithossub	17.143

Δραστηριότητες	Κατάταξη 6Qu	Κατάταξη Conjoint
A) Lighthouse	1) Old Venetian Harbor (0,86)	1) Old Venetian Harbor (10,66)
B) Maritime Museum	2) Lighthouse (0,85)	1) Lighthouse (10,66)
Γ) National Sportcenter	3) National Sportcenter (0,84)	1) National Sportcenter (10,66)
Δ) Venizelos Graves	4) Venizelos Graves (0,8)	2) Venizelos Graves (9)
E) Old Venetian Harbor	5) Maritime Museum (0,57)	3) Maritime Museum (8)
Z) Diving Center	6) Diving Center (0,52)	4) Diving Center (7)

Στην περίπτωση αυτή, παρατηρείται απόλυτη συμφωνία των μεθόδων (έξι στα έξι), με το μειονέκτημα ότι πάλι υπάρχουν αρκετές ισοπαλίες (τρεις), αφού οι τρεις καλύτερες δραστηριότητες έχουν σχεδόν ταυτόσημες τιμές στα χαρακτηριστικά τους, όπως φαίνεται και από τις βαθμολογίες που τους έδωσε η UTASTAR (0.86, 0.85 και 0.84 αντίστοιχα).

#### 4.4 Συμπεράσματα ελέγχου

Η συγκεκριμένη διαδικασία που περιγράφηκε στις προηγούμενες ενότητες είχε δύο κύριους στόχους. Ο πρώτος και βασικότερος ήταν να διαπιστωθεί εάν λειτουργεί σωστά το σύστημα προτάσεων του 6Qu, το οποίο βασίζεται στην UTASTAR. Για να ελεγχθεί το παραπάνω, η εφαρμογή είχε σχεδιαστεί από την αρχή με τρόπο τέτοιο ώστε η είσοδος της UTASTAR να μπορεί να είναι η ίδια με την είσοδο της Conjoint. Έτσι, μπόρεσε να ελεγχθεί η συμφωνία των δύο μεθόδων σε επίπεδο προτάσεων, για τρεις τυχαίους χρήστες, όπου και διαπιστώθηκε συνολική μέση συμφωνία 73%. Ο δεύτερος στόχος ήταν να διαπιστωθεί εάν, εντάσσοντας έναν δεύτερο αλγόριθμο στο πρόβλημα, υπάρχει περιθώριο βελτίωσης των αποτελεσμάτων. Σε επίπεδο ακρίβειας, η Conjoint δεν βοήθησε στο πρόβλημα αφού οι ισοπαλίες μεταξύ των δραστηριοτήτων ήταν σημαντικά περισσότερες με την CA από αυτές που προέκυψαν με την UTASTAR. Ανεξάρτητα από το γεγονός αυτό, είναι βέβαιο ότι εντάσσοντας όλο και περισσότερους αλγόριθμους στο πρόβλημα τα αποτελέσματα μπορούν να βελτιωθούν με τρόπο που αναφέρεται στο επόμενο κεφάλαιο.

## 5. Προοπτικές Ανάπτυξης και Συμπεράσματα

---

### 5.1 Εισαγωγή

Το 6Qu αναπτύχθηκε σε ακαδημαϊκό επίπεδο, με σκοπό την ανάδειξη ενός καινοτόμου συστήματος προτάσεων αλλά και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων που αναφέρθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια για αληθινούς χρήστες. Είναι προφανές ότι χρειάζεται διάφορες επεμβάσεις και βελτιώσεις, ώστε να μπορεί να είναι ανταγωνιστικό σε μία πραγματική αγορά.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη καθώς επίσης και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη χρήση της εφαρμογής.

### 5.2 Χρήστες και αλληλεπίδραση

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το 6Qu ,ενώ έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης δημογραφικών δεδομένων και προτιμήσεων των χρηστών, δεν έχει ενσωματωμένη στο σύστημά του μία βάση δεδομένων στην οποία να αποθηκεύονται οι προτάσεις της εφαρμογής ή/και αν ο χρήστης επισκέφτηκε τελικά την δραστηριότητα που του προτάθηκε.

Εκτός από την ανάπτυξη της συγκεκριμένης βάσης, θα ήταν χρήσιμο και ένα σύστημα αξιολόγησης των προτάσεων από τους χρήστες, είτε με τη μορφή βαθμολόγησης της πρότασης είτε με ένα ερώτημα τύπου «θα ήθελα περισσότερο/λιγότερο + κριτήριο», ώστε να υπάρχει σαν δεδομένο και η ικανοποίησή τους από τη χρήση του 6Qu. Με βάση το

συγκεκριμένο δεδομένο θα μπορούσαν να εντοπισθούν τα αδύναμα σημεία του συστήματος και να βελτιωθούν.

Επιπλέον σε πραγματικές συνθήκες, η εφαρμογή θα μπορούσε να αυξήσει τις διαθέσιμες πληροφορίες για τους χρήστες αντλώντας δεδομένα από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως στο σύστημα S.P.E.T.A. που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 2.

Ένας άλλος τρόπος ώστε η εφαρμογή να γίνει πιο ελκυστική για τους χρήστες, συνεπώς και πιο κερδοφόρα, θα ήταν η δημιουργία ενός μικρού κοινωνικού δικτύου μέσα στο σύστημα. Κάνοντας το προφίλ του χρήστη πιο διαδραστικό μέσω βασικών λειτουργιών των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, όπως τη δυνατότητα ο χρήστης να ανεβάσει μια φωτογραφία προφίλ, να δηλώσει ενδιαφέροντα, να βλέπει πληροφορίες για τις δραστηριότητες που επέλεξαν οι φίλοι του κ.ά. Έτσι, η εφαρμογή θα γίνει πιο διασκεδαστική με αποτέλεσμα όχι μόνο να προσελκύσει νέους χρήστες, αλλά και να αντλεί ακόμα περισσότερες πληροφορίες για τους ήδη εγγεγραμμένους στο 6Qu.

### 5.3 Αλγόριθμος προτάσεων και βελτιώσεις

Η εφαρμογή 6Qu βασίζει τις προτάσεις της στις μοντελοποιημένες από τον αλγόριθμο της UTASTAR προτιμήσεις του χρήστη και στα φίλτρα τα οποία ο ίδιος επιλέγει. Αυτό που θα μπορούσε να γίνει είναι να ενταχθούν και άλλοι αλγόριθμοι στο σύστημα, σαν αυτόν της Conjoint που χρησιμοποιήθηκε στον έλεγχο αποτελεσμάτων, και να προτείνεται στον χρήστη η δραστηριότητα με τη μεγαλύτερη συμφωνία, δηλαδή αυτή που κατατάχθηκε ως βέλτιστη από τους περισσότερους αλγόριθμους.

Επιπλέον, θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο σύστημα αλγόριθμοι ομαδοποίησης-συσταδοποίησης, όπως ο K-means, ώστε να δημιουργηθούν ομάδες από χρήστες ή από

δραστηριότητες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, μία πρακτική που χρησιμοποιείται ευρέως στα συστήματα συστάσεων σήμερα.

## 5.4 Έκδοση για επαγγελματίες

Σε ένα πραγματικό περιβάλλον, είναι αναγκαίο, για την επιβίωση και ανάπτυξη του 6Qu, μία πηγή εσόδων. Οι κυριότερες πηγές χρηματικών εισροών που χρησιμοποιούν άλλες εφαρμογές, που δραστηριοποιούνται σε αυτόν τον τομέα, είναι οι διαφημίσεις και τα δεδομένα. Σε κανέναν χρήστη δεν αρέσει να βομβαρδίζεται με διαφημίσεις, γεγονός που συχνά αποτελεί λόγο για διακοπή χρήσης της εκάστοτε εφαρμογής. Για να αποφευχθεί το παραπάνω φαινόμενο, προτείνεται ένας εναλλακτικός τρόπος παραγωγής εσόδων ώστε να μην υπάρχουν διαφημίσεις και έτσι η εφαρμογή να είναι πιο προσιτή.

Ο τρόπος αυτός είναι η ανάπτυξη ενός στατιστικού εργαλείου για επαγγελματίες, το οποίο θα περιέχει ανώνυμες πληροφορίες για τους χρήστες της εφαρμογής που τους επισκέφτηκαν. Επιπλέον, θα περιλαμβάνει και μία σειρά αυτοματοποιημένων συμβουλών στους καταστηματάρχες ώστε να βελτιώσουν τις υπηρεσίες που παρέχουν και κατ' επέκταση το κέρδος τους. Ενδεικτικά, θα μπορούσε να περιλαμβάνει πληροφορίες της μορφής:

- Ωρες αιχμής.
- Ποσοστό αντρών/γυναικών.
- Ποσοστό νέων/μεγαλύτερων ατόμων.
- Κατηγορία/ες και Υποκατηγορία/ες μέσω της/των οποίας/ων ο χρήστης οδηγήθηκε στο κατάστημα.
- Οι προτιμήσεις των χρηστών που επέλεξαν το κατάστημα.

Εκτός από τις παραπάνω στατιστικές πληροφορίες, το σύστημα θα εντοπίζει τα αδύναμα σημεία της δραστηριότητας, για παράδειγμα ποιες ώρες είχε μικρή επισκεψιμότητα ή εάν κάποιο φύλο ή ηλικία έχει μικρά ποσοστά κ.ά., και θα προτείνει λύσεις στον καταστηματάρχη ώστε να τα βελτιώσει.

Η έκδοση του 6Qu για επαγγελματίες, ουσιαστικά, θα αποτελεί ένα αυτοματοποιημένο στατιστικό-συμβουλευτικό σύστημα το οποίο θα εξασφαλίζει τα δεδομένα του μέσω των χρηστών της κανονικής εφαρμογής και θα είναι διαθέσιμο με μηνιαία συνδρομή έναντι ενός μικρού ποσού που θα καταβάλει το κατάστημα. Έτσι, η εφαρμογή που απευθύνεται στους χρήστες μπορεί να είναι διαθέσιμη εντελώς δωρεάν και χωρίς διαφημίσεις, ενώ ταυτόχρονα θα εξασφαλίζονται και τα έσοδα για τη λειτουργία και την ανάπτυξη του συστήματος.

## 5.5 Συμπεράσματα

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η ανάπτυξη και η παρουσίαση ενός ολοκληρωμένου συστήματος προτάσεων ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων στην πόλη των Χανίων. Τα στάδια της διαδικασίας αυτής ήταν, αρχικά, η σύλληψη της ιδέας και η παρουσίασή της και στη συνέχεια η περιγραφή άλλων εφαρμογών και η σύγκρισή τους με το 6Qu. Έπειτα, αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα με τις λειτουργίες της εφαρμογής όπως επίσης και το περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη όπου παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3. Τέλος, ελέγχθηκαν τα αποτελέσματα μέσω συγκρίσεων με χρήση διαφορετικού αλγορίθμου και παρουσιάστηκαν προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη του 6Qu.

Ένα αρκετά ενδιαφέρον συμπέρασμα για την ανάπτυξη μελλοντικών εφαρμογών συστημάτων προτάσεων είναι ότι με κατάλληλο σχεδιασμό μπορούν παραπάνω του ενός



αλγόριθμου να χρησιμοποιούν την ίδια είσοδο όπως έγινε με την UTASTAR και την Conjoint. Έτσι, μειώνεται η πολυπλοκότητα σε επίπεδο κώδικα και κατ'επέκταση ο προγραμματιστικός φόρτος, ενώ διασφαλίζεται και η ποιότητα των αποτελεσμάτων του ελέγχου, με την έννοια ότι εφόσον δύο ή περισσότεροι αλγόριθμοι υπολογίζουν το ίδιο μέγεθος και δέχονται την ίδια είσοδο, είναι αναμενόμενο η έξοδος να είναι παρόμοια.

Κλείνοντας, οι περισσότεροι χρήστες που δοκίμασαν την εφαρμογή δήλωσαν ότι τους φάνηκε χρήσιμη και διασκεδαστική, καθώς επίσης και ότι θα την κατέβαζαν στα κινητά τους. Πράγματι, η συγκεκριμένη εφαρμογή με τις κατάλληλες βελτιώσεις και προσθήκες ενδεχομένως να μπορούσε να σταθεί επάξια δίπλα σε άλλες εφαρμογές του ίδιου τομέα σε πραγματικές συνθήκες.

## Βιβλιογραφία

1. Burke, R. (2000). Knowledge-based recommender systems. *Encyclopedia of library and information systems*, 69(Supplement 32), 175-186.
2. García-Crespo, A., Chamizo, J., Rivera, I., Mencke, M., Colomo-Palacios, R., & Gómez-Berbís, J. M. (2009). SPETA: Social pervasive e-Tourism advisor. *Telematics and informatics*, 26(3), 306-315.
3. Green, P. E., & Srinivasan, V. (1978). Conjoint analysis in consumer research: issues and outlook. *Journal of consumer research*, 5(2), 103-123.
4. Jacquet-Lagrange, E., & Siskos, J. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European journal of operational research*, 10(2), 151-164.
5. Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A., & Friedrich, G. (2010). *Recommender systems: an introduction*. Cambridge University Press.
6. Keeney, R. L., Raiffa, H., & Meyer, R. F. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge university press.
7. Ματσατσίνης, Ν. (2010). Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων. *Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών*. Αθήνα.
8. Matsatsinis, N. F., & Siskos, Y. (2003). Decision analysis and support. In *Intelligent Support Systems for Marketing Decisions* (pp. 3-20). Springer, Boston, MA.
9. P. C. Fishburn, "A Note on Recent Developments in Additive Utility Theories for MultipleFactor Situations," *Oper. Res.*, vol. 14, no. 6, pp. 1143–1148, Dec. 1966.
10. Σίσκος, Γ., Έρευνας, Μ. Α. Μ. Ε., & Ανάλυσης, Θ. Π. (2008). *Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς*.
11. <http://www.python.org>

12. Siskos, Y., Grigoroudis, E., & Matsatsinis, N. F. (2016). UTA methods. In Multiple criteria decision analysis (pp. 315-362). Springer, New York, NY.
13. Siskos, Y., & Yannacopoulos, D. (1985). UTASTAR: An ordinal regression method for building additive value functions. *Investigação Operacional*, 5(1), 39-53.