



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ένα εργαλείο συστάσεων μαζικών ανοιχτών διαδικτυακών
μαθημάτων**

Τσικνή Παρασκευή
A.M. 711171108

Εισηγητής: Χρήστος Τρούσσας, Επίκουρος Καθηγητής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ένα εργαλείο συστάσεων μαζικών ανοιχτών διαδικτυακών μαθημάτων

**Τσικνή Παρασκευή
Α.Μ. 711171108**

Εισηγητής:

Χρήστος Τρούσσας, Επίκουρος Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Χρήστος Τρούσσας

Παναγιώτα Τσελέντη


Γιώργος Μελετίου

Ημερομηνία εξέτασης 10/10/2022

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Η Δηλούσα



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, τα συστήματα συστάσεων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Χρήστο Τρούσσα, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αλλά και για τις γνώσεις και τις ιδέες που μου πρόσφερε απλόχερα καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, η οποία με ενθαρρύνει σε κάθε βήμα και επιλογή μου όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται μελέτη που αφορά στα συστήματα συστάσεων. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα εργαλείο όπου προτείνει στους χρήστες προσωποποιημένα ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα που ενδεχομένως θα τους ενδιέφερε να παρακολουθήσουν. Πιο συγκεκριμένα, οι εγγεγραμμένοι χρήστες μπορούν είτε να δημιουργήσουν οι ίδιοι είτε να παρακολουθήσουν μια πληθώρα ανοιχτών διαδικτυακών μαθημάτων, βάσει των προτιμήσεών τους. Στόχος του εργαλείου αυτού, είναι να προβλέπει μαθήματα τα οποία βρίσκονται στο φάσμα της αρέσκειας των χρηστών και να προτείνει τα πιο πιθανά για παρακολούθηση.

Στα πλαίσια αυτής της υλοποίησης, χρησιμοποιήθηκε Php και Python για την υλοποίηση των αλγορίθμων, καθώς και JavaScript για την ανταποκρισιμότητα. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται ανάλυση της δομής της εφαρμογής αναφορικά με την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και την υλοποίηση από κοινού με τις αλγοριθμικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν. Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα μαζί με ορισμένες προτάσεις για μελλοντική επέκταση του προγράμματος και των λειτουργιών του.

Τα αποτελέσματα της μελέτης προσέφεραν την πλήρη κατανόηση των συστημάτων συστάσεων και την σωστή εφαρμογή τους σε πλατφόρμες που έχουν ως στόχο την προσωποποιημένη προώθηση στους χρήστες της. Με βάση τα παραπάνω, μελετήθηκε εκτενώς η βιβλιογραφία πάνω σε αυτό το θέμα και χρησιμοποιήθηκαν αρκετές τεχνικές που έχουν προδιαγραφές για βελτιστοποίηση στην πλατφόρμα που υλοποιήθηκε για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Συστήματα συστάσεων

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Συστήματα συστάσεων, μαζικά ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα, σύστημα διαδικτυακής εκμάθησης, διαδικτυακή πλατφόρμα

ABSTRACT

This thesis studies recommender systems. Thus, a program was created that suggests to registered users personalized open online courses that they may be interested in attending. More specifically, users of the platform can either create or attend a variety of online courses based on their profile preferences. The aim of this program is to determine which courses are in line with the user's preferences and then recommend those that are most likely to meet their preferences.

In order to run this program, Php and Python were used to execute the algorithms, as well as JavaScript for responsiveness purposes. In the next part of this work, an analysis of the methodology of the application structure is carried out, followed by the implementation along with the algorithmic techniques. In the final part of this paper, a concluding discussion is made along with some suggestions for future development of the program and its aspects.

The results of the study offered the complete understanding of recommendation systems and their correct application in platforms that aim at personalized promotion to its users. Based on the above, the references on this topic were extensively studied and several techniques were used that have the ability for future optimization in the platform implemented for the purposes of this thesis.

SCIENTIFIC AREA: Recommender systems

KEYWORDS: Massive open online courses, learning management system, recommender systems, online platform

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας.....	16
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	17
1.3 Οργάνωση της διπλωματικής εργασίας	19
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ & ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	21
2.1 Συστήματα συστάσεων	21
2.1.1 Ορισμός	21
2.1.2 Διαδικασία σύστασης	21
2.2 Κατηγορίες συστημάτων συστάσεων	23
2.2.1 Σύστημα με βάση το περιεχόμενο (Content Based).....	23
2.2.2 Σύστημα με βάση τη συνεργασία (Collaborative Systems)	24
2.2.3 Σύστημα με βάση τη γνώση (Knowledge Based).....	26
2.2.4 Υβριδικά συστήματα (Hybrid Systems).....	27
2.3 Προβλήματα Συστημάτων Συστάσεων	28
2.4 Αξιολόγηση συστημάτων συστάσεων	29
2.5 Τα συστήματα συστάσεων από μια άλλη οπτική γωνία	30
2.6 Οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν συστήματα συστάσεων	31
2.7 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	33
2.7.1 Ερευνητικά άρθρα	33
2.7.2 Παρόμοιες διπλωματικές & πτυχιακές εργασίες	35
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	37
3.1 Μεθοδολογία.....	37
3.2 Δυσκολίες στην σχεδίαση αλγορίθμου	39
4. ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	41

4.1 Χρήση αλγορίθμων	41
4.2 Χρήση αλγορίθμου με βάση το περιεχόμενο	41
4.3 Χρήση συνεργατικού αλγορίθμου	44
5. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	47
5.1 Ανάλυση πλατφόρμας	47
5.2 Επίσκεψη μη συνδεδεμένου χρήστη στην εφαρμογή.....	48
5.3 Πλοήγηση εκπαιδευτικού	51
5.3.1 Δημιουργία και επεξεργασία μαθήματος.....	53
5.4 Πλοήγηση εκπαιδευόμενου	56
5.4.1 Προβολή και αγορά μαθήματος.....	58
5.4.2 Παρακολούθηση μαθήματος	61
5.4.3 Πραγματοποίηση τεστ	61
5.4.4 Επικοινωνία με εκπαιδευτικό.....	63
6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	64
6.1 Μεθοδολογία έρευνας.....	64
6.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	64
6.3 Αποτελέσματα έρευνας	66
6.3.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου	71
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	73
7.1 Συμπεράσματα σχετικά με τα συστήματα συστάσεων	73
7.2 Μελλοντικές επεκτάσεις στην πλατφόρμα.....	74
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1: Περιγραφή συστήματος βασισμένο στο περιεχόμενο	24
Εικόνα 2.2: Περιγραφή συστήματος βασισμένο στην συνεργασία	25
Εικόνα 2.3: Περιγραφή συστήματος βασισμένο στην γνώση	27
Εικόνα 2.4: Περιγραφή υβριδικών συστημάτων	28
Εικόνα 2.5 : Η αρχική σελίδα του διαγωνισμού για το βραβείο Netflix.....	31
Εικόνα 3.1 : Στιγμιότυπο αποτελέσματος της χρήσης των συστημάτων συστάσεων στην πλατφόρμα Udemy	38
Εικόνα 3.2 : Στιγμιότυπο αποτελέσματος της χρήσης των συστημάτων συστάσεων στην πλατφόρμα Udemy	38
Εικόνα 4.1: Στιγμιότυπο βάσης δεδομένων του πίνακα "μαθήματα"	41
Εικόνα 4.2: Αλγόριθμος συστάσεων με βάση το περιεχόμενο βήμα 1	42
Εικόνα 4.3: Αλγόριθμος συστάσεων με βάση το περιεχόμενο βήμα 2	42
Εικόνα 4.4: Συνάρτηση recommend	43
Εικόνα 4.5: Αποτέλεσμα αλγορίθμου	43
Εικόνα 4.6: Στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων με πληροφορίες σχετικά με τους χρήστες και τα μαθήματα που έχουν αγοράσει	44
Εικόνα 4.7: Συνεργατικός αλγόριθμος βήμα 1	45
Εικόνα 4.8: Συνεργατικός αλγόριθμος βήμα 1	46
Εικόνα 5.1: Το index της εφαρμογής.....	48
Εικόνα 5.2: Διάσημα μαθήματα που εμφανίζονται στο index.....	49
Εικόνα 5.3: About us στο index.....	49
Εικόνα 5.4: Καθηγητές που εμφανίζονται στο index.....	49
Εικόνα 5.5: Σελίδα σύνδεσης / εγγραφής	50
Εικόνα 5.6 : Η σελίδα που εμφανίζεται κατά την εγγραφή του χρήστη ως μαθητής.....	51
Εικόνα 5.7: Η σελίδα που εμφανίζεται κατά την εγγραφή του χρήστη ως καθηγητής	51
Εικόνα 5.8: Πίνακας ελέγχου καθηγητών (Μόλις δημιουργήσουν το προφίλ τους)	52
Εικόνα 5.9: Προφίλ εκπαιδευτικού	53
Εικόνα 5.10: Διαδικασία δημιουργία μαθήματος	54
Εικόνα 5.11: Δημιουργία μαθήματος.....	55

Εικόνα 5.12: Δημιουργία διαλέξεων	55
Εικόνα 5.13: Δημιουργία / επεξεργασία τεστ	56
Εικόνα 5.14: Προφίλ μαθητών που έχουν αγοράσει τα μαθήματα	56
Εικόνα 3.15: Πίνακας ελέγχου μαθητών (Μόλις δημιουργήσουν το προφίλ τους)	57
Εικόνα 5.16: Προφίλ εκπαιδευόμενου	57
Εικόνα 5.17: Σύσταση μαθήματος	58
Εικόνα 5.18: Προτάσεις για μελλοντικές αγορές.....	58
Εικόνα 5.19: Λεπτομέρειες προβολής μαθήματος	59
Εικόνα 5.20: Λειτουργία αλγορίθμου σύστασης (εμφάνιση παρόμοιων μαθημάτων)	59
Εικόνα 5.21: Προβολή καλαθιού	60
Εικόνα 5.22: Στοιχεία πληρωμής	60
Εικόνα 5.23: Προβολή παρακολούθησης μαθήματος	61
Εικόνα 5.24: Διενέργεια τεστ	62
Εικόνα 5.25: Αποτελέσματα τεστ	62
Εικόνα 5.26: Επικοινωνία με εκπαιδευτικό	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1 : Ποιο είναι το φύλο σας;	66
Γράφημα 2 : Ποια είναι η ηλικία σας;	66
Γράφημα 3 : Από ποια συσκευή συνδεθήκατε;.....	67
Γράφημα 4 : Έχετε χρησιμοποιήσει κάποια άλλη πλατφόρμα για να παρακολουθήσετε δωρεάν διαδικτυακό μάθημα;	67
Γράφημα 5 : Πως σας φάνηκε η παρακολούθηση μαθήματος;.....	68
Γράφημα 6 : Με βάση ποια μέθοδο θα επιθυμούσατε να σας γίνεται πρόταση για καινούργια μαθήματα;.....	68
Γράφημα 7 : Προτίμηση σχετικά με τα τεστ.....	69
Γράφημα 8 : Προτιμάτε τα τεστ να είναι.....	69
Γράφημα 9 : Προτίμηση σχετικά με την επικοινωνία με τους καθηγητές	70
Γράφημα 10 : Προτίμηση μάθησης.....	70
Γράφημα 11 : Θα επιθυμούσατε να σας αποδίδεται πιστοποιητικό παρακολούθησης κατά την ολοκλήρωση του μαθήματος;	71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας και γίνεται μια ιστορική αναδρομή γύρω από τις μεθόδους που έχουν παρουσιαστεί σε αυτήν την περιοχή.

1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη των συστημάτων συστάσεων μέσω της υλοποίησης ενός εργαλείου που προτείνει στους χρήστες ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα με βάση τις προτιμήσεις τους.

Τα συστήματα συστάσεων είναι εργαλεία τα οποία έχουν σχεδιαστεί με ειδικούς αλγορίθμους έτσι ώστε να προβλέψουν τις προτιμήσεις των χρηστών. Στόχος τους είναι να παρέχουν προσαρμοσμένες προτάσεις στον κάθε χρήστη με βάση τα ενδιαφέροντα του καθενός. Έτσι καταφέρνουν να περνούν από φίλτρο τις διαθέσιμες ψηφιακές πληροφορίες έχοντας ως αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα εμπειρίας του χρήστη.

Το εργαλείο που υλοποιήθηκε ασχολείται με τα συστήματα συστάσεων και την ανάλυση αυτών. Ουσιαστικά σκοπός του είναι να προβλέψει και να προτείνει ποια μαθήματα βρίσκονται στο φάσμα της αρέσκειας του εκάστοτε χρήστη και να προτείνει τα πιο πιθανά. Ο κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να περιηγηθεί στην εφαρμογή, να τροποποιήσει το προφίλ του και να αναζητήσει τα μαθήματα χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά.

Εξαιτίας της ραγδαίας εξέλιξης του Παγκόσμιου Ιστού, το πλήθος των διαθέσιμων ψηφιακών πληροφοριών αυξάνεται καθημερινά με ταχύτατο ρυθμό. Ταυτοχρόνως, οι απαιτήσεις των χρηστών πληθαίνουν και γίνονται όλο και πιο απαιτητικές, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του Διαδικτύου κατά την διαδικασία αναζήτησης. Για αυτό τον λόγο, η απαίτηση για συστήματα συστάσεων ή αλλιώς Recommender Systems είναι πιο μεγάλη από ποτέ.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Οι βασικές αρχές των συστημάτων συστάσεων ιδρύθηκαν από έρευνες σχετικά με την επιστήμη της γνώσης και την ανάκτηση της πληροφορίας. Συγκεκριμένα, μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1970, δημιουργήθηκε το σύστημα επικοινωνίας Usenet μέσω του πανεπιστημίου Duke, το οποίο έδινε την δυνατότητα στους χρήστες να μοιράζονται περιεχόμενο κειμένου μεταξύ τους. Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούσε είναι να κατηγοριοποιεί ομάδες συζητήσεις και υποομάδες για ευκολότερη αναζήτηση, ωστόσο, δεν στόχευαν στις προτιμήσεις των χρηστών.

Το πρώτο εργαλείο γνωστό ως σύστημα συστάσεων ήταν ο βιβλιοθηκάριος υπολογιστών Grundy, θεωρήθηκε ως παράδειγμα για τις αυτοματοποιημένες υπηρεσίες καθώς ήταν εξατομικευμένη. Ο Grundy είχε ως σκοπό να προτείνει βιβλία με βάση τις πληροφορίες των προτιμήσεων που είχαν δώσει οι χρήστες. Οι πληροφορίες που σύλλεγε το σύστημα βοηθούσαν να καταταγεί ο χρήστης σε μία ομάδα έτσι ώστε να συσταθούν τα ίδια βιβλία σε όλα τα μέλη της ομάδας.

Με την πάροδο του χρόνου εξελίχθηκαν δύο πολύ διαφορετικές κατευθύνσεις γύρω από τα συστήματα συστάσεων, το συνεργατικό φιλτράρισμα και το φιλτράρισμα βάσει περιεχομένου. Το πρώτο χαρτογραφεί το περιεχόμενο που άρεσε στους χρήστες και τους προτείνει περιεχόμενο που άρεσε σε άλλους χρήστες με τις ίδιες προτιμήσεις. Το δεύτερο αφορά τα χαρακτηριστικά για την οντότητα που προτείνεται και τις προτιμήσεις του χρήστη για σχετικά με αυτά τα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, ένα σύστημα συστάσεων για βιβλία μπορεί να λάβει υπόψιν του τον συγγραφέα, το θέμα κ.λπ. Με αυτό τον τρόπο, κάθε φορά που ο χρήστης διαβάζει ένα βιβλίο, το σύστημα προσθέτει τις νέες πληροφορίες στο προφίλ του εκάστοτε χρήστη.

Το πρώτο παράδειγμα συνεργατικού φιλτραρίσματος ήταν το σύστημα Tapestry, το οποίο επέτρεπε στους χρήστες να κρατούν σημειώσεις και να σχολιάζουν τα έγγραφα που διάβαζαν. Εκτός αυτού, οι χρήστες όχι μόνο μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το περιεχόμενο των εγγράφων για να περιορίσουν χειροκίνητα την αναζήτηση τους αλλά είχαν την δυνατότητα να ταξινομήσουν αρκετά καλά τα θεματικά έγγραφα βάση της συνάφειας και της χρησιμότητας τους με βάση τις σημειώσεις των υπολοίπων χρηστών. Έπειτα, το 1992, το GroupLens μπορούσε να κάνει αυτοματοποιημένες συστάσεις για άρθρα του Usenet εάν ο

χρήστης είχε ήδη αξιολογήσει ορισμένα άρθρα στο σύστημα. Αργότερα, αναπτύχθηκαν ποικίλοι θεματικοί ιστότοποι συστάσεων όπως ο Ringo από το MIT, οι σελίδες προτάσεων μουσικής Firefly και το σύστημα προτάσεων ταινιών BellCore. Η πρώτη λύση ήταν το Yahoo!, με άλλο όνομα τότε, όπου 2 φοιτητές του Stanford δημιούργησαν έναν θεματικό κατάλογο ιστότοπων με ευρετηριασμένες σελίδες.

Σχετικά με το φιλτράρισμα βάση περιεχομένου, η πρώτη τεκμηριωμένη λύση προήλθε το 1920 από τον Emanuel Goldberg με μια «στατιστική μηχανή» που προσπαθούσε να βρει αυτόματα έγγραφα που ήταν αποθηκευμένα σε κασέτες αναζητώντας μοτίβα. Κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1960, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο για αυτόματη ευρετηρίαση κειμένων το οποίο αποτελεί τη βάση των διαδικασιών εξόρυξης κειμένου που γνωρίζουμε σήμερα. Ο τρόπος λειτουργίας ήταν αρκετά εύκολος, ουσιαστικά τα έγγραφα ταξινομούνται σύμφωνα με ορισμένα προκαθορισμένα κριτήρια που συλλέγονται σε ένα διάγραμμα ως δείκτες. Όσο πιο όμοια είναι δύο έγγραφα μεταξύ τους, τόσο μικρότερη είναι η γωνία των διανυσμάτων που τα περιγράφουν. Το επόμενο ορόσημο αναπτύχθηκε το 1979 από τον Tamás Doszko, ήταν το σύστημα διαδικτυακών καταλόγων CITE. Το συγκεκριμένο σύστημα επέτρεπε στους χρήστες να αναζητούν βιβλία ανά κατηγορία και να τα ταξινομούν κατά συνάφεια με βάση τους όρους αναζήτησης.

Το φιλτράρισμα με βάση το περιεχόμενο άργησε να αποκτήσει λόγο ύπαρξης επειδή η δημιουργία ενός εύρυθμου τέτοιου συστήματος ήταν μια τεράστια πρόκληση. Η πρώτη επιτυχημένη έρευνα ήταν το Music Genome Project, το 1999, το οποίο είχε ως στόχο να κατανοήσει και να αποτυπώσει την μουσική μέσω των ιδιοτήτων του. Για αυτό το σκοπό αποκαλύφθηκαν πάνω από 450 ιδιότητες και οι σχέσεις περιεγράφηκαν χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο. Ο τρόπος λειτουργίας είναι ότι όταν ο χρήστης δηλώνει πως του αρέσει ένα τραγούδι αποδίδονται θετικές τιμές σε κάποιες ιδιότητες όπως είναι το στυλ και ο καλλιτέχνης. Έτσι, θα του προωθηθούν τραγούδια με παρόμοιες ιδιότητες στην λίστα προτιμήσεων του χρήστη για να τα λάβει υπόψη του.

Η πρώτη φορά που συνδυάστηκαν τα 2 διαφορετικά είδη συστημάτων συστάσεων ήταν το 1994, στο σύστημα Fab το οποίο αναπτύχθηκε από φοιτητές του Stanford. Σκοπός ήταν με το υβριδικό σύστημα να εξαλείψουν τα μειονεκτήματα των δύο διαδικασιών που καταγράφηκαν με την πάροδο του χρόνου. Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτελείται από δύο

βασικές διαδικασίες, πρώτα γίνεται η συλλογή του περιεχομένου για συγκεκριμένα θέματα, έπειτα για κάθε χρήστη γίνεται η επιλογή των στοιχείων που συλλέχθηκαν για συγκεκριμένα θέματα και είναι πιθανό να τους ενδιαφέρει, τέλος αυτά τα περιεχόμενα φτάνουν στον χρήστη.

Ο συνδυασμός των δυο προσεγγίσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, μια από αυτές είναι να γίνει ενσωμάτωση της μιας διαδικασίας στην άλλη όπως στο σύστημα του Fab ενώ μια άλλη είναι να δοθεί μια κοινή σύσταση ως αποτέλεσμα των δύο διαδικασιών όπως είναι ο αλγόριθμος του Netflix ο οποίος σύστηνε online ταινίες για πωλήσεις. Ένα άλλο μεγάλο παράδειγμα διαδικτυακών συστημάτων συστάσεων είναι το amazon.com, το οποίο προτείνει προϊόντα στον χρήστη με βάση μια τεχνική συνεργατικού φιλτραρίσματος, λαμβάνει υπόψη τα προϊόντα που ο χρήστης έχει περιηγηθεί και αγοράσει προηγουμένως και αυτά που βλέπει αυτήν τη στιγμή.

Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται πλέον από πολλά ηλεκτρονικά καταστήματα έτσι ώστε να βελτιώσουν τις πωλήσεις τους, σκοπός είναι να προσαρμόσουν τη ηλεκτρονική τους βιτρίνα σύμφωνα με το τρέχον γούστο και τις ανάγκες των πελατών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα ασυναγώνιστο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για τα ηλεκτρονικά καταστήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές αγορές καταστημάτων, αφού το μόνο πλεονέκτημα της παραδοσιακής αγοράς είναι ότι ο πελάτης μπορεί να αγγίξει το προϊόν με το χέρι και να το δοκιμάσει. Βέβαια στις μέρες μας, αρκετοί δοκιμάζουν το προϊόν σε φυσικό κατάστημα και το παραγγέλνουν ηλεκτρονικά όπου η τιμή είναι πιο χαμηλή ή ακόμα χρησιμοποιούν την επιλογή για επιστροφή του προϊόντος ή χρημάτων εάν δεν μείνουν ευχαριστημένοι. (Sándor Apáthy)

1.3 Οργάνωση της διπλωματικής εργασίας

Όσο αφορά τη δομή της εργασίας σημειώνονται τα εξής:

- Στο κεφάλαιο 1, αναλύεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας και γίνεται μια ιστορική αναδρομή γύρω από τις μεθόδους που έχουν παρουσιαστεί σε αυτήν την περιοχή.
- Στο κεφάλαιο 2, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο γύρω από τα συστήματα συστάσεων και πραγματοποιείται μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.

- Στο κεφάλαιο 3, επεξηγείται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε γύρω από την έρευνα, σχετικά με την εύρεση του θέματος και το σχέδιο που υλοποιήθηκε.
- Στο κεφάλαιο 4, διευκρινίζονται οι αλγοριθμικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν γύρω από τους αλγόριθμους συστάσεων της εφαρμογής που υλοποιήθηκε.
- Στο κεφάλαιο 5, προβάλλεται η υλοποίηση του εργαλείου και σχετικά screenshots για το πως λειτουργεί.
- Στο κεφάλαιο 6, αποτυπώνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της εφαρμογής από τους χρήστες.
- Στο κεφάλαιο 7, αναφέρονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας αλλά και οι μελλοντικές επεκτάσεις που μπορούν να υλοποιηθούν γύρω από την συγκεκριμένη εφαρμογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ & ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο γύρω από τα συστήματα συστάσεων, και πραγματοποιείται μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.

2.1 Συστήματα συστάσεων

2.1.1 Ορισμός

Με την συνεχή ανάπτυξη του διαδικτύου, το μέγεθος της πληροφορίας που είναι διαθέσιμο αυξάνεται καθημερινά με ραγδαίους ρυθμούς έχοντας ως αποτέλεσμα οι χρήστες να δυσκολεύονται να την χρησιμοποιήσουν. Για αυτό το λόγο, δημιουργήθηκαν τα συστήματα φιλτραρίσματος τα οποία είναι αυτοματοποιημένες τεχνικές οι οποίες διαχωρίζουν τις περιττές πληροφορίες από τις χρήσιμες, έτσι ώστε να προσφέρουν στο χρήστη ότι ακριβώς επιθυμεί.

Αργότερα, τα συστήματα φιλτραρίσματος εξιδανικεύτηκαν και δημιουργήθηκαν τα συστήματα συστάσεων. Στόχος τους ήταν όχι μόνο να παρουσιάσουν χρήσιμες πληροφορίες στον χρήστη αλλά και να μπορέσουν να επιλύσουν κάποια βασικά προβλήματα τα οποία δημιουργήθηκαν από τον μεγάλο όγκο δεδομένων που υπάρχουν στο διαδίκτυο.

Ο ακριβής ορισμός, σύμφωνα με τον Resnick και Varian, είναι ο εξής: Ως συστήματα συστάσεων ορίζονται τα συστήματα όπου οι άνθρωποι παρέχουν προτάσεις ως εισόδους οι οποίες έπειτα συγκεντρώνονται και κατευθύνονται σε συγκεκριμένους παραλήπτες.

2.1.2 Διαδικασία σύστασης

Όλα τα συστήματα συστάσεων λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, δέχονται μια είσοδο, γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων και παράγονται κάποια αποτελέσματα. Η είσοδος που δέχεται ένα σύστημα προέρχονται από διάφορα στοιχεία τα οποία είναι δεδομένα είτε του χρήστη είτε του αντικειμένου.

Ο κάθε ένας χρήστης έχει ένα προφίλ το οποίο περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία που βοηθούν στο να του παρέχονται καλύτερα αποτελέσματα από το σύστημα συστάσεων. Αυτά τα

στοιχεία μπορούν είτε να εισαχθούν από τον ίδιο τον χρήστη βάζοντας στο σύστημα προσωπικά δεδομένα και πληροφορίες για τα ενδιαφέροντά του είτε το ίδιο το σύστημα να αντλήσει τις πληροφορίες για τον χρήστη μέσω του ιστορικού των αγορών του ή ακόμα και μέσω του προσωπικού κινητού τηλεφώνου. Κατά το ίδιο σκεπτικό, το κάθε ένα αντικείμενο έχει ένα προφίλ με όλα τα χαρακτηριστικά του, το οποίο χρησιμοποιείται για να γίνει η αντιστοίχιση από το σύστημα συστάσεων.

Υπάρχουν ποικίλοι τρόποι όπου ο χρήστης μπορεί να αλληλοεπιδράσει με το αντικείμενο. Ο πιο σύνηθες είναι το σύστημα να ζητήσει από τον χρήστη να βαθμολογήσει το πόσο χρήσιμο ήταν το αντικείμενο για τον ίδιο. Η βαθμολόγηση μπορεί να γίνει είτε απαντώντας με ένα ναι ή με ένα όχι, είτε δίνοντας στο αντικείμενο μια τιμή από μια κλίμακα τιμών, είτε γράφοντας ένα κείμενο για το πως του φάνηκε το συγκεκριμένο αντικείμενο. Σχεδόν πάντα επιλέγονται οι μορφές αξιολόγησης που απαιτούν λιγότερο χρόνο έτσι ώστε οι χρήστες να βαθμολογήσουν τα αντικείμενα.

Όταν ολοκληρωθεί η εισαγωγή των στοιχείων του κάθε χρήστη τότε αρχίζει η επεξεργασία των δεδομένων και η παρουσίαση τους είτε σε όλους τους χρήστες είτε σε αυτούς που ζήτησαν να μάθουν τα αποτελέσματα. Υπάρχουν διάφορες μορφές που μπορεί να ολοκληρωθεί η διαδικασία σύστασης, μια από αυτές είναι όταν ένας χρήστης απευθύνεται σε έναν άλλον χρήστη. Για παράδειγμα, όταν ένας χρήστης έχει χρησιμοποιήσει ένα προϊόν και το προτείνει σε έναν άλλον χρήστη. Η ηλεκτρονική μορφή σύστασης δίνει μια επιπλέον δυνατότητα, αυτή του να κάνουμε μια σύσταση στον ίδιο τον εαυτό μας έτσι ώστε να μην ξεχάσουμε να αγοράσουμε ή να δοκιμάσουμε ένα αντικείμενο.

Η επόμενη μορφή σύστασης λειτουργεί όταν πολλοί χρήστες απευθύνονται σε πολλούς χρήστες. Δηλαδή, πολλοί χρήστες αξιολογούν μαζικά ένα αντικείμενο, έτσι ώστε, οι ενδιαφερόμενοι χρήστες να έχουν πρόσβαση σε αυτή την αξιολόγηση. Στην προκειμένη περίπτωση πρέπει να κρίνει ο ενδιαφερόμενος αν το προϊόν θα του είναι χρήσιμο ή όχι.

Μια άλλη μορφή σύστασης είναι όταν οι αξιολογήσεις πολλών χρηστών απευθύνονται μόνο για έναν χρήστη. Για την συγκεκριμένη μορφή σύστασης αναπτύχθηκε η διαδικασία του συνεργατικού φιλτραρίσματος η οποία λειτουργεί ως εξής: χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι οι οποίοι συγκεντρώνουν στοιχεία για τον κάθε ένα χρήστη, στην συνέχεια, προτείνει στον

ενδιαφερόμενο χρήστη τα αντικείμενα που έχουν αξιολογήσει χρήστες που έχουν τα ίδια ενδιαφέροντα με τον ίδιο.

Η τελευταία μορφή σύστασης είναι όταν ένας ειδικός σε κάποιο τομέα κάνει μια κριτική και επηρεάζει πολύ κόσμο, για παράδειγμα, όταν ένας κριτικός φαγητού επισκεφθεί κάποιο εστιατόριο και μοιραστεί τις κριτικές του σχετικά με κάποια πιάτα μέσω του διαδικτύου όπου θα το δουν αρκετά άτομα. Τα τελευταία χρόνια αυτού του είδους η μορφή έχει γίνει αρκετά δημοφιλής αφού όλο και περισσότεροι άνθρωποι προτιμούν να συμβουλευτούν τις κριτικές των ειδικών μέσα από σελίδες κοινωνικής δικτύωσης. (Ricci, Francesco & Rokach, Lior & Shapira, Bracha)

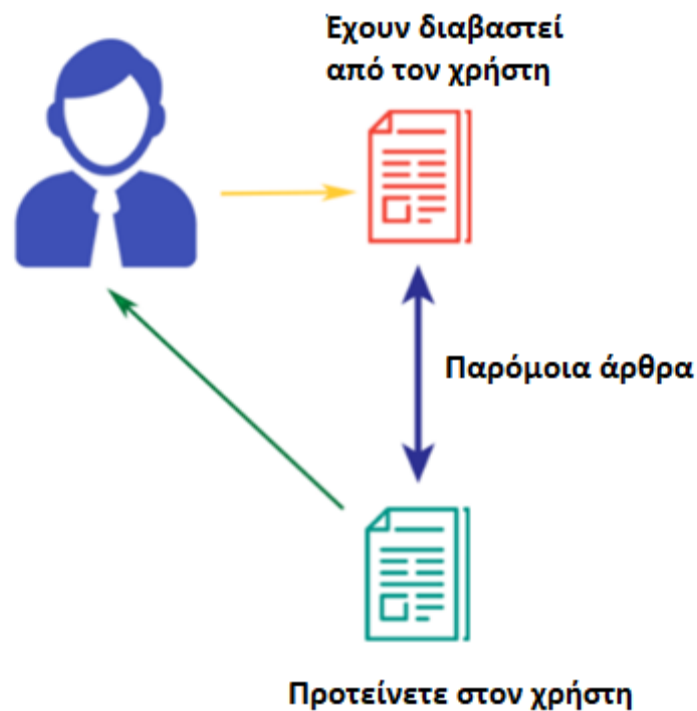
2.2 Κατηγορίες συστημάτων συστάσεων

Τα συστήματα συστάσεων κάνουν χρήση ειδικών αλγορίθμων για συστάσεις και με βάση την λογική του κάθε αλγορίθμου χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες. (Badreesh Shetty)

2.2.1 Σύστημα με βάση το περιεχόμενο (Content Based)

Η πρώτη είναι το φιλτράρισμα με βάση το περιεχόμενο (Content Based). Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος επικεντρώνεται στην ανάλυση των χαρακτηριστικών των αντικειμένων, δηλαδή, έχοντας ως πρότυπο τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που έχει προτιμήσει ο χρήστης στο παρελθόν προσπαθεί να βρει ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των αντικειμένων. Στην συγκεκριμένη προσέγγιση δεν δίνεται βάση στους χρήστες που έχουν επιλέξει αυτά τα αντικείμενα ή στις ομοιότητες του χρήστη με άλλους. Έτσι για να είναι πιο αποτελεσματικό το σύστημα πρέπει ο χρήστης να έχει αξιολογήσει ένα μεγάλο αριθμό αντικειμένων, να γίνει μια λεπτομερής περιγραφή των αντικειμένων και των δεδομένων που σχετίζονται με τις προτιμήσεις του χρήστη.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του φιλτραρίσματος με βάση το περιεχόμενο είναι ότι προτείνει προϊόντα με χαμηλότερη δημοτικότητα που ταιριάζουν στις ανάγκες του χρήστη, αυτό συμβαίνει γιατί δεν λαμβάνει υπόψιν τις προτιμήσεις των υπόλοιπων χρηστών. Ωστόσο, η συγκεκριμένη τεχνική έχει περιορισμένη ικανότητα επέκτασης των ενδιαφερόντων των χρηστών διότι οι προτάσεις πραγματοποιούνται μόνο με βάση τα υπάρχοντα ενδιαφέροντα και τα χαρακτηριστικά που έχει εισάγει ο χρήστης. Αυτό σημαίνει ότι οι νέοι χρήστες οι οποίοι δεν έχουν αρκετά στοιχεία στο προφίλ του είναι αρκετά πιθανό να μην τους εμφανίζονται αξιόπιστα αποτελέσματα.



Εικόνα 2.1: Περιγραφή συστήματος βασισμένο στο περιεχόμενο

2.2.2 Σύστημα με βάση τη συνεργασία (Collaborative Systems)

Η δεύτερη κατηγορία είναι το συνεργατικό φιλτράρισμα (Collaborative Filtering), είναι η δημοφιλέστερη και η πιο κυρίαρχη μέθοδος συστάσεων. Η προκειμένη μέθοδος έχει ως στόχο την εύρεση ομοιοτήτων μεταξύ των χρηστών δηλαδή ψάχνει να εντοπίσει τους χρήστες που έχουν ίδιες προτιμήσεις, οι προτιμήσεις προκύπτουν από τις αξιολογήσεις που έχουν πραγματοποιήσει σε ποικίλα αντικείμενα. Στην περίπτωση που υπάρχουν κοινές προτιμήσεις τότε παίρνουμε ως δεδομένο ότι έχουν ίδια άποψη άρα είναι αρκετά πιθανό να τους αρέσουν τα ίδια αντικείμενα.

Το συνεργατικό φιλτράρισμα, σε σχέση με το φιλτράρισμα βάση του περιεχομένου, απασχολεί λιγότερους υπολογιστικούς πόρους επειδή δεν έχει ανάγκη ένα οργανωμένο προφίλ προτιμήσεων του χρήστη ούτε λεπτομερείς περιγραφές των αντικειμένων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται πιο απλή και γρήγορη η διαδικασία δημιουργίας ενός τέτοιου συστήματος, διότι το μόνο που χρειάζεται το σύστημα για να κάνει σωστές συστάσεις είναι

οι αξιολογήσεις των υπολοίπων χρηστών για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Ωστόσο, πρέπει να γίνει αρχικοποίηση ενός μεγάλου αριθμού δεδομένων έτσι ώστε οι προβλέψεις να είναι αρκετά εύστοχες.

Η συγκριμένη τεχνική είναι αρκετά βοηθητική στις περιπτώσεις που ο χρήστης επιθυμεί να μάθει τι είναι δημοφιλές και τι προτιμούν οι υπόλοιποι χρήστες που έχουν όμοια ενδιαφέροντα με εκείνον. Μερικές εμπορικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν αυτό το είδος φιλτραρίσματος είναι το Netflix, eBay, iTunes και Google News. (Jonathan L. Herlocker, Joseph A. Konstan, Loren G. Terveen, and John T. Riedl)



Εικόνα 2.2: Περιγραφή συστήματος βασισμένο στην συνεργασία

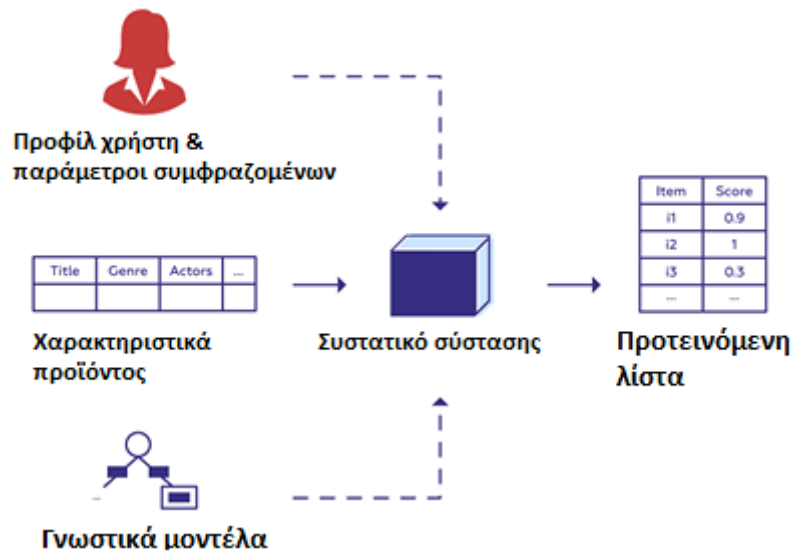
2.2.3 Σύστημα με βάση τη γνώση (Knowledge Based)

Η τρίτη κατηγορία είναι το φιλτράρισμα με βάση την γνώση (Knowledge Based). Ο τρόπος που λειτουργεί είναι η συλλογή πληροφοριών για τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων και των χρηστών έτσι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες που δημιουργούνται. Για παράδειγμα, όταν ένας χρήστης αγοράσει μια συσκευή smartphone το σύστημα είναι πιθανό να του προτείνει να αγοράσει μια προστατευτική θήκη ή ένα τζάμι για την οθόνη.

Τα συστήματα πρέπει να διαθέτουν γνώση για τα αντικείμενα, για τους χρήστες αλλά και για τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες. Ειδικότερα, το σύστημα πρέπει να γνωρίζει αρκετές λεπτομέρειες για τα αντικείμενα για να μπορέσει να γίνει η απαραίτητη σύγκριση και σύσταση των προϊόντων. Έπειτα, είναι απαραίτητο το σύστημα να γνωρίζει κάποια χαρακτηριστικά για τον κάθε χρήστη έτσι ώστε να μπορέσει να δημιουργήσει ένα προφίλ το οποίο θα βοηθήσει κατά την διάρκεια των συστάσεων. Τέλος, είναι αναγκαίο το σύστημα να γνωρίζει ποια προϊόντα καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών για να είναι δυνατό να γίνει η σωστή αντιστοίχιση με τα διαθέσιμα προϊόντα που υπάρχουν.

Ένα βασικό πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι ότι προσαρμόζονται γρήγορα όταν οι χρήστες αλλάζουν προτιμήσεις γιατί αντλούν πληροφορίες για τους χρήστες συνεχώς είτε άμεσα είτε έμμεσα. Ωστόσο, η προεργασία η απαιτείται για να δημιουργηθεί ένα σύστημα με βάση την γνώση είναι μακροχρόνια, διότι, όχι μόνο πρέπει να κατασκευαστεί ένα σύστημα το οποίο να μπορεί να αντιληφθεί τα βασικά χαρακτηριστικά και τις ανάγκες που υλοποιεί ένα προϊόν αλλά πρέπει να υλοποιηθεί και μια βάση δεδομένων η οποία θα περιέχει όλες αυτές τις πληροφορίες.

Αυτή η μέθοδος επιλέγεται αρκετές φορές όταν οι βάσεις έχουν μεγάλη πολυπλοκότητα χαρακτηριστικών ή χρησιμοποιείται μέχρι τα δεδομένα να είναι αρκετά και να μεταβεί σε κάποια από τις προαναφερθέντες μεθόδους.



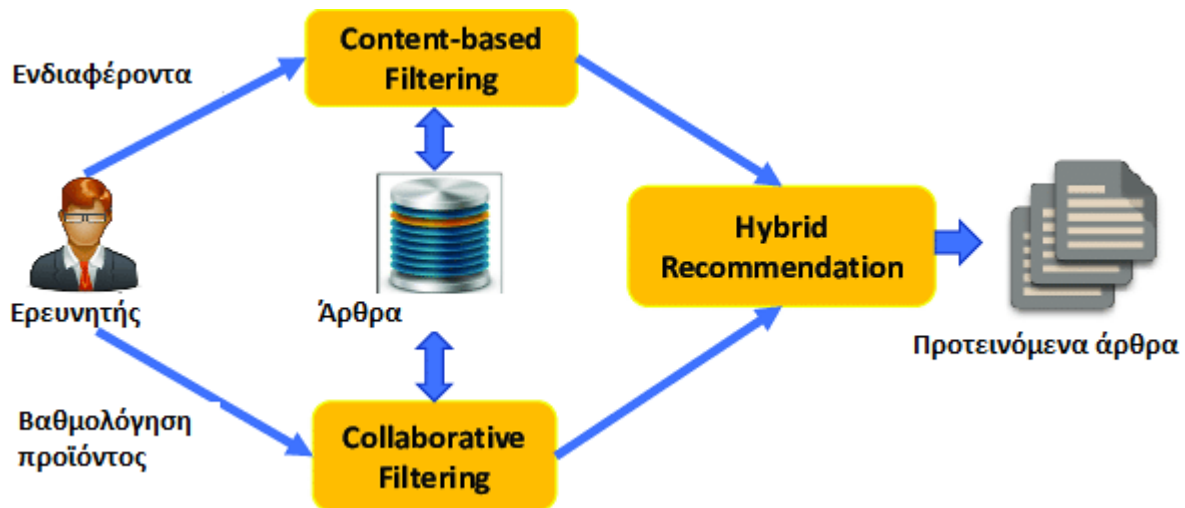
Εικόνα 2.3: Περιγραφή συστήματος βασισμένο στην γνώση

2.2.4 Υβριδικά συστήματα (Hybrid Systems)

Η τέταρτη, και τελευταία μέθοδος, είναι τα υβριδικά συστήματα συστάσεων (Hybrid Systems) τα οποία θεωρούνται ως μια μεμονωμένη κατηγορία. Πρακτικά, γίνεται συνδυασμός διαφόρων τεχνικών φιλτραρίσματος έτσι ώστε να κρατηθούν περισσότερα πλεονεκτήματα και λιγότερα μειονεκτήματα, έχοντας ως αποτέλεσμα να είναι πιο αξιόπιστα συγκριτικά με τα υπόλοιπα.

Η πρώτη κατηγορία ενός υβριδικού συστήματος είναι η σταθμισμένη (Weighted) όπου η βαθμολογία ενός προτεινόμενου στοιχείου υπολογίζεται από τα αποτελέσματα όλων των διαθέσιμων τεχνικών συστάσεων που υπάρχουν στο σύστημα. Η επόμενη κατηγορία είναι το εναλλασσόμενο (Switching) όπου υπάρχει η δυνατότητα εναλλαγής μεταξύ τεχνικών συστάσεων όταν αυτό θεωρηθεί απαραίτητο. Η τρίτη κατηγορία είναι τα ανάμεικτα (mixed) υβριδικά συστήματα χρησιμοποιείται όταν είναι πρακτικό να γίνει ταυτόχρονα μεγάλος αριθμός συστάσεων όπου οι συστάσεις από περισσότερες από μία τεχνικές παρουσιάζονται μαζί. Η τέταρτη κατηγορία είναι τα συστήματα που περιέχουν συνδυασμό των χαρακτηριστικών (feature combination), ο τρόπος που λειτουργούν είναι να θεωρούν τις πληροφορίες της συνεργατικής μεθοδολογίας ως έξτρα δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων και να χρησιμοποιούν την τεχνική του φιλτραρίσματος με βάση το περιεχόμενο στο ανανεωμένο σύνολο δεδομένων. Μια άλλη κατηγορία είναι τα υβριδικά συστήματα αλληλουχίας (Cascade) όπου η είσοδος της μιας τεχνικής φιλτραρίσματος είναι η έξοδος της

προηγούμενης. Επιπρόσθετα, υπάρχουν τα υβριδικά συστήματα τα οποία αποσκοπούν στην βελτίωση των χαρακτηριστικών (Feature Augmentation) στόχος των οποίων είναι να βαθμολογήσει και να ομαδοποιήσει τα αντικείμενα έτσι ώστε οι πληροφορίες αυτές να ενσωματωθούν στην εκτέλεση της επόμενης τεχνικής. Η τελευταία κατηγορία είναι η Meta-level κατά την οποία η μια τεχνική δημιουργεί ένα μοντέλο και μετά περνιέται σαν είσοδος στην επόμενη. (Burke, Robin)



Εικόνα 2.4: Περιγραφή υβριδικών συστημάτων

2.3 Προβλήματα Συστημάτων Συστάσεων

Η υλοποίηση ενός συστήματος συστάσεων είναι μια αρκετά σύνθετη διαδικασία, για αυτό τον λόγο αρκετές φορές εμφανίζονται κάποιοι περιορισμοί.

Ο πρώτος περιορισμός είναι το πρόβλημα των αραιών δεδομένων (Sparsity Problem), δηλαδή όταν εμφανίζεται ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, όταν ένας χρήστης που έχει κάνει αρκετές αξιολογήσεις θελήσει να αναζητήσει ένα αντικείμενο θα του εμφανιστούν αρκετά αντικείμενα τα οποία θα είναι υπερβολικά πολλά για να τα ψάξει.

Το δεύτερο πρόβλημα είναι αυτό της ψυχρής εκκίνησης (Cold start problem), το οποίο εμφανίζεται όταν προστίθενται καινούργιοι χρήστες και αντικείμενα στο σύστημα. Πρακτικά, μειώνεται η ακρίβεια της πρόβλεψης γιατί δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν οι προτιμήσεις των χρηστών αλλά και να αξιολογηθούν τα νέα προϊόντα.

Το τρίτο πρόβλημα είναι της κλιμάκωσης (Scalability Problem) και κάνει την εμφάνιση του όταν ένα σύστημα έχει αποκτήσει αρκετούς χρήστες και η βάση δεδομένων έχει μεγαλώσει εκθετικά. Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος πρέπει να γίνει χρήση αλγορίθμων που απλοποιούν την διαχείριση δεδομένων μεγάλης κλίμακας.

Έπειτα, εμφανίζεται το πρόβλημα της υπερειδίκευσης (Overspecialization Problem) στα συστήματα που βασίζονται στο περιεχόμενο. Δηλαδή, οι συστάσεις που γίνονται βασίζονται στα αντικείμενα που έχει αξιολογήσει παλιότερα ο χρήστης οπότε δεν υπάρχει μεγάλη ποικιλία στις συστάσεις αφού ότι προτείνετε είναι αντικείμενα που οι χρήστες είναι ήδη εξοικειωμένοι με αυτά.

Τέλος, υπάρχει το πρόβλημα της καθυστέρησης (Latency Problem) το οποίο κάνει την εμφάνιση του όταν προστίθενται καινούργια αντικείμενα στο σύστημα. Ουσιαστικά, ένα καινούργιο προϊόν θα αργήσει να προταθεί στους χρήστες μέχρι να λάβει αρκετά δεδομένα.

2.4 Αξιολόγηση συστημάτων συστάσεων

Όλες οι τεχνικές που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2 σχετικά με τα είδη των συστημάτων συστάσεων αξιολογούνται έτσι ώστε συνεχώς να βελτιώνονται κάθε φορά που υπάρχουν καινούργια δεδομένα.

Η πρώτη μέθοδος που ακολουθείται είναι το Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (Mean Absolute Error). Ο δείκτης του μέσου απόλυτου σφάλματος είναι ένα μέτρο σύγκρισης της απόλυτης διαφοράς που υπάρχει από την πραγματική βαθμολογία που έβαλε ο χρήστης σε ένα αντικείμενο και την βαθμολογία που προτάθηκε από το σύστημα. Όταν ελεγχθεί ο δείκτης αυτός στην συνέχεια τον χρησιμοποιεί ο χρήστης για να κάνει τις αλλαγές που θεωρεί πως πρέπει να γίνουν. Το μέσο απόλυτο σφάλμα δίνεται από τον τύπο:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \hat{x}|$$

x_i : η μέτρηση/βαθμολογία του χρήστη

\hat{x} : η πραγματική τιμή/βαθμολογία του χρήστη

n : το σύνολο των μετρήσεων

Η δεύτερη μέθοδος ονομάζεται ακρίβεια. Ο δείκτης ακρίβειας είναι ένας δείκτης ο οποίος υπολογίζει το κατά πόσο το αποτέλεσμα του αλγορίθμου σύστασης είναι ικανοποιητικό ή όχι. Υπολογίζει δηλαδή αν οι επιλογές που επέλεξε ο αλγόριθμος είναι ορθές ή όχι. Χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες οι δύο αφορούν την προτίμηση του χρήστη και οι άλλες δύο τα

αποτελέσματα του αλγορίθμου. Σχετικά με την προτίμηση του χρήστη, υπάρχουν οι σχετικές εναλλακτικές στις οποίες συμπεριλαμβάνονται όλες οι εναλλακτικές που ενδιαφέρουν τον χρήστη και στις μη σχετικές εναλλακτικές οι οποίες αφορούν όλες τις εναλλακτικές που δεν ενδιαφέρουν τον χρήστη. Ως αποτέλεσμα του αλγορίθμου υπάρχουν οι επιλεγμένες εναλλακτικές που περιέχουν όλες τις εναλλακτικές που ο αλγόριθμος θεωρεί πως ενδιαφέρουν τον χρήστη, και σαν αποτέλεσμα τις προτείνει σε αυτόν, και τις μη επιλεγμένες εναλλακτικές στις οποίες υπάρχουν όλες οι εναλλακτικές που εξετάστηκαν από τον αλγόριθμο και θεώρησε πως δεν ενδιαφέρουν τον χρήστη, ώστε να μην τις εμφανίσει ποτέ σε αυτόν. Με αυτό τον τρόπο αφού ορίστηκε ο δείκτης ακρίβειας μπορεί να υπολογιστεί ο δείκτης ακρίβειας μια εναλλακτικής η οποία επιλέχθηκε και είναι ταυτόχρονα και σχετική με την αναζήτηση του χρήστη από τον τύπο:

$$P = \frac{N_{rs}}{N_s}$$

Nrs: οι εναλλακτικές που έχουν επιλεγεί από τον αλγόριθμο
 Ns: το σύνολο των εναλλακτικών που έχουν επιλεγεί

Η τρίτη μέθοδος είναι ο δείκτης της ανάκλησης. Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι συμπληρωματικός του δείκτη ακρίβειας και χρησιμοποιείται για να συμβολίσει τον λόγο μεταξύ των επιλεγμένων σχετικών εναλλακτικών Nrs προς το σύνολο των εναλλακτικών που υπάρχουν και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$R = \frac{N_{rs}}{N_r}$$

2.5 Τα συστήματα συστάσεων από μια άλλη οπτική γωνία

Τα συστήματα συστάσεων δεν λειτουργούν πάντα με επιτυχία. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε αρκετές περιπτώσεις είναι πιο εύκολο στην χρήση ένα σύστημα που λειτουργεί με πρακτικό τρόπο μέχρι κάποιο βαθμό σε αντίθεση με τα συστήματα που προσπαθούν να αγγίξουν την τελειότητα. Γύρω από αυτή την άποψη, ο καθηγητής του πανεπιστημίου Wharton Kartik Hosanagar έχει αναπτύξει ορισμένες έρευνες σχετικά με τη λειτουργική ποιότητα των συστημάτων συστάσεων και έχει καταλήξει σε μερικά συμπεράσματα. Οι μελέτες του κατάφεραν να αποδείξουν ότι οι συστάσεις δεν βοηθούν πάντα τους χρήστες για να ανακαλύψουν εξειδικευμένα προϊόντα, γι' αυτό θα ήταν καλό να γίνουν κάποιες κατάλληλες τροποποιήσεις. Εκτός αυτού, ανακάλυψε μια αρκετά στενή σχέση μεταξύ των αξιολογήσεων και συστάσεων η οποία δεν λειτουργεί πάντα σωστά. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος χρήστης να αξιολογήσει θετικά ένα μάθημα το οποίο έχει θέμα την μαγειρική και να το

εμφανιστούν στην πορεία μαθήματα σχετικά με την μαγειρική ενώ δεν τον ενδιαφέρει η μαγειρική παρά μόνο ένα στοιχείο που παρατήρησε στο συγκεκριμένο μάθημα. Για αυτό στην επεκτασιμότητα των συστημάτων πρέπει να υπολογιστεί το γεγονός ότι ο άνθρωπος είναι απρόβλεπτος.

Άλλο ένα γεγονός το οποίο είναι άξιο αναφοράς είναι το βραβείο Netflix στο οποίο η πολυεθνική θα προσέφερε 1 εκατομμύριο δολάρια σε όσους έβρισκαν έναν καλύτερο συνεργατικό αλγόριθμο φίλτραρίσματος. Ο στόχος του συγκεκριμένου διαγωνισμού ήταν να μειωθεί η τιμή του σφάλματος ρίζας μέσου τετραγώνου, δηλαδή η τιμή που εκφράζει την απόκλιση μεταξύ αυτού που προβλέπει το σύστημα και αυτού που κάνουν οι χρήστες. Αν και αρκετές ομάδες προσπάθησαν πολύ και επένδυσαν αρκετό χρόνο μέσω της σκληρής δουλειάς τους, η λύση βρέθηκε το 2009 από την ομάδα BellKor's Pragmatic Chaos ωστόσο δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ διότι αποδείχθηκε για την σωστή και επαρκή λειτουργία ενός συστήματος δεν δικαιολογούνται μεγάλες προσπάθειες. (Dan Jackson)



Εικόνα 2.5 : Η αρχική σελίδα του διαγωνισμού για το βραβείο Netflix

2.6 Οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν συστήματα συστάσεων

Τα συστήματα συστάσεων επιτρέπουν στις επωνυμίες να εξατομικεύουν την εμπειρία των καταναλωτών και να κάνουν προτάσεις για τα στοιχεία που τους έχουν περισσότερο νόημα. Επίσης, μια μηχανή προτάσεων επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αναλύουν την τρέχουσα χρήση του πελάτη και το ιστορικό περιήγησης στο παρελθόν για να παρέχουν σχετικές προτάσεις υπηρεσιών και προϊόντων.

Αρκετές βιομηχανίες χρησιμοποιούν συστήματα συστάσεων για να χρησιμεύσουν ως η καλύτερη συμβουλή για έναν πιθανό αγοραστή. Η σύσταση βοηθά τις επιχειρήσεις να προτείνουν τα πιο σχετικά είδη για αγορά και να ενισχύσουν τα έσοδα της εταιρείας. Αυτές οι προτάσεις βασίζονται εξ ολοκλήρου στη συμπεριφορά και το ιστορικό των χρηστών, συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών σχετικά με τις προηγούμενες προτιμήσεις τους.

Μπορούν να αποκτήσουν τις πιο πολύτιμες γνώσεις για τα γούστα των καταναλωτών, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να προσαρμόσουν τις προσφορές τους και να τις εξατομικεύσουν για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των χρηστών.

Ως αποτέλεσμα, οι βιομηχανίες έχουν πολλά οφέλη από τα συστήματα συστάσεων, όπως:

- Αύξηση περισσότερης κίνησης στην πλατφόρμα
- Αύξηση της αφοσίωσης των πελατών
- Μετατρέψτε τους πιθανούς χρήστες σε ενεργούς πελάτες που πληρώνουν
- Ενισχύστε τη μέση τιμή παραγγελίας

Τώρα που αναφερθήκαμε στους λόγους που οι επιχειρήσεις πρέπει να ενσωματώνουν συστήματα συστάσεων με τις πλατφόρμες τους, ας προχωρήσουμε και στην ανακάλυψη μερικών βιομηχανιών που αξιοποιούν στο έπακρο τα συστήματα συστάσεων. Αν και οι βιομηχανίες είναι αρκετές, στην συγκεκριμένη εργασία θα αναφερθούμε σε τρεις συγκεκριμένες.

Η πρώτη βιομηχανία είναι η επιχείρηση των διαδικτυακών παιχνιδιών. Το σύστημα συστάσεων παρατηρεί τα παιχνίδια που παίζουν συχνά οι άνθρωποι. Εάν μια συγκεκριμένη ομάδα παικτών παίζει το ίδιο είδος παιχνιδιού, υπάρχει η πιθανότητα να παίξουν ένα άλλο παρόμοιο παιχνίδι. Το εργαλείο συστάσεων θα αναλύσει και θα προτείνει παρόμοια παιχνίδια σε αυτά τα άτομα. Ως αποτέλεσμα, η μηχανή συστάσεων έχει μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες ανακαλύπτουν παιχνίδια. Βοηθά τις επιχειρήσεις παιχνιδιών να βελτιώσουν τη δημιουργία εσόδων και να προσελκύσουν περισσότερους χρήστες να παίξουν το παιχνίδι από τη λίστα παιχνιδιών τους.

Η επόμενη βιομηχανία είναι του ηλεκτρονικού εμπορίου όπου πραγματοποιείται εξατομικευμένη προϊόντων. Με αυτό τον τρόπο βοηθούνται πολλές επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου να προτείνουν σχετικά προϊόντα στους τελικούς χρήστες τους σε

πολλά σημεία επαφής. Η ενσωμάτωση ενός συστήματος συστάσεων στις επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου ξεχωρίζει τα ηλεκτρονικά καταστήματα από τους ανταγωνιστές τους και φέρνει περισσότερες πωλήσεις.

Η τελευταία είναι οι επιχειρήσεις μέσω ροής η οποία αναπτύσσεται με ταχύτατους ρυθμούς. Η εξατομίκευση της εμπειρίας των χρηστών είναι μια κεντρική πτυχή για κάθε επιχείρηση μέσω ροής, προκειμένου να παρατηρηθεί τεράστια αύξηση στον αριθμό των συνδρομητών. Για αυτό τον λόγο η ενσωμάτωση του συστήματος συστάσεων αποφέρει δισεκατομμύρια έσοδα στις επιχειρήσεις ροής. Τέτοιου είδους πλατφόρμες πρέπει να χρησιμοποιούν ένα σύστημα συστάσεων επειδή βοηθά τους χρήστες τους να περιηγούνται αποτελεσματικά στον κατάλογο περιεχομένου. Σήμερα, δημοφιλείς πλατφόρμες όπως το Netflix και το Spotify χρησιμοποιούν συστήματα συστάσεων και αυτό βοηθά τις επιχειρήσεις να παρέχουν στους χρήστες καλύτερη αξία για αυτό που πληρώνουν.

2.7 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Κατά την διάρκεια της βιβλιογραφικής έρευνας συναντήθηκαν αρκετά ερευνητικά άρθρα τα οποία σχετιζόντουσαν με τα συστήματα συστάσεων. Εκτός αυτού βρέθηκαν αρκετές εργασίες μέσω συστημάτων όπως είναι το «Πολυνόη». Όλο αυτό το υλικό ήταν αρκετά χρήσιμο για την σφαιρική μελέτη πάνω στο αντικείμενο. Παρακάτω, αναφέρονται περιληπτικά μερικά αξιοσημείωτα ερευνητικά άρθρα και εργασίες.

2.7.1 Ερευνητικά άρθρα

Αρκετά ερευνητικά άρθρα αναφερόντουσαν στο πως τα συστήματα συστάσεων μπορούν να εφαρμοστούν σε μια πλατφόρμα θα προσφέρει διαδικτυακά μαθήματα. Τέτοιου είδους άρθρα βρέθηκαν αρκετά χρήσιμα διότι ήταν άμεσα συνδεδεμένα με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.

Ένα από τα ερευνητικά άρθρα που μελετήθηκαν είχε τίτλο «A Recommendation System for Online Courses», το οποίο είχε ως στόχο την δημιουργία ενός συστήματος που θα προτείνει διαδικτυακά μαθήματα με βάση το προφίλ των χρηστών και την ομοιότητα τους με άλλους χρήστες. Για το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά το content based, το collaborative filtering και το hybrid επειδή οι δημιουργοί θεώρησαν ότι θα προσφέρετε πιο ακριβείς συστάσεις και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα οι χρήστες να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν το σύστημα με επιτυχία. Οι συγγραφείς του άρθρου αναφέρονται εκτενώς

στις τεχνικές των συστημάτων συστάσεων, στους αλγόριθμους και στο πως δουλεύει ένα σύστημα για την σωστή σύσταση των μαθημάτων. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη έρευνα είναι ότι οι αλγόριθμοι συστάσεων είναι αρκετά απλοί και αυτό καθιστά εύκολη την εφαρμογή τους σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού. Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι παρουσιάστηκε ένα μειονέκτημα, όταν ένας χρήστης εγγραφεί για πρώτη φορά είναι δύσκολο να το προταθούν σωστά μαθήματα διότι δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες. (Estrela, David & Batista, Sergio & Martinho, Diogo & Marreiros, Goreti)

Το επόμενο ερευνητικό άρθρο που μελετήθηκε είχε γραφτεί από καθηγητές του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, ένας από τους οποίους είναι ο κύριος Τρούσσας ο οποίος είναι ο επιβλέπων καθηγητής της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Στο άρθρο έχει δοθεί ο τίτλος «Enhancing Human-Computer Interaction in Digital Repositories through a MCDA-Based Recommender System» και αντικείμενο της μελέτης του η παρουσίαση ενός συστήματος συστάσεων το οποίο είναι ενσωματωμένο σε ένα ψηφιακό αποθετήριο. Για το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση απόφασης πολλαπλών κριτηρίων (MCDA) και το μοντέλο σταθμισμένου αθροίσματος (WSM) έτσι ώστε να τελειοποιηθεί το περιεχόμενο που παραδίδεται στους χρήστες. Τα αποτελέσματα που δίνει το σύστημα εξάγονται με βάση τις προτιμήσεις του χρήστη και τα ενδιαφέροντα του. Είναι αρκετά ενδιαφέρον το γεγονός ότι το σύστημα αξιολογήθηκε από πραγματικούς χρήστες και τα αποτελέσματα δείχνουν υψηλό βαθμό ακρίβειας στο προτεινόμενο περιεχόμενο και ικανοποίηση από τους χρήστες. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι μελλοντικά θα ήθελαν να επεκτείνουν το σύστημα συνδυάζοντας τις τεχνικές της ηλεκτρονικής μάθησης με την τεχνική WSM για μια καλύτερη βελτίωση της διαδικασίας συστάσεων. (Christos Troussas, Akrivi Krouska, Cleo Sgouropoulou)

Ένα άλλο ερευνητικό άρθρο το οποίο βρέθηκε αρκετά χρήσιμο στην μελέτη των συστημάτων συστάσεων είχε τον τίτλο «Multi-algorithmic techniques and a hybrid model for increasing the efficiency of recommender systems». Στο προαναφερθέν άρθρο, ένας από τους συγγραφείς ήταν ο επιβλέπων καθηγητής της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Θέμα του άρθρου ήταν η παρουσίαση πολλαλγοριθμικών τεχνικών που αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των συστημάτων συστάσεων και η αναφορά ενός υβριδικού μοντέλου σύστασης που χρησιμοποιεί φιλτράρισμα με βάση το περιεχόμενο και την συνεργασία. Η παρουσίαση όλων αυτών των τεχνικών πραγματοποιήθηκε με την δημιουργία ενός συστήματος το οποίο

λάμβανε ως είσοδο πληροφορίες για τους χρήστες από τα προφίλ τους στην πλατφόρμα του Facebook και τους πρότεινε κινηματογραφικές ταινίες. Οι συγγραφείς του άρθρου κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι πολυαλγοριθμικές τεχνικές μαζί με το υβριδικό μοντέλο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαφορετικά είδη λογισμικού, όπως η ηλεκτρονική μάθηση. (Troussas, Christos & Krouska, Akrivi & Virvou, Maria)

Στην συνέχεια, μελετήθηκε το άρθρο «Recommender Systems Challenges an Solutions Survey» το οποίο είχε βασικό ρόλο για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφού παρουσίαζε εκτενώς την ιδέα πίσω από τα συστήματα συστάσεων, τις τέσσερις τεχνικές των συστημάτων συστάσεων, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προσφέρει η εφαρμογή τους αλλά και διάφορες προκλήσεις όπως είναι η ψυχρή εκκίνηση. Όλα αυτά έχουν αναφερθεί προηγουμένως στο κεφάλαιο 2. (Mohamed, Marwa & Khafagy, Mohamed & Ibrahim, Mohamed)

Άλλο ένα άρθρο με παρόμοιο περιεχόμενο που βρέθηκε είναι το «Recommender Systems in E-learning». Γίνεται αναφορά στα τεχνικές που χρησιμοποιούν που βασίζονται στο περιεχόμενο, στην συνεργασία και στην γνώση. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται ο βασικός μηχανισμός αυτών των τεχνικών και ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική μάθηση. Οι άνθρωποι που έγραψαν το συγκεκριμένο άρθρο, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη μέθοδος ήταν το συνεργατικό φιλτράρισμα διότι ήταν πιο εύκολο στην εφαρμογή και χρησιμοποιεί συλλογική νοημοσύνη. (Zhang, Qian & Lu, Jie & Zhang, Guangquan)

2.7.2 Παρόμοιες διπλωματικές & πτυχιακές εργασίες

Η πρώτη εργασία που βρέθηκε να μελετά τα συστήματα συστάσεων ήταν μεταπτυχιακού επιπέδου από το Πανεπιστήμιο του Πειραιά με τίτλο «Γραφοθεωρητικές μεθοδολογίες για την δημιουργία συστημάτων σύστασης». Στόχος της εργασίας ήταν η πλήρης μελέτη των συστημάτων συστάσεων, η συγγραφέας ξεκινάει από τον ορισμό των συστημάτων, συνεχίζει με τον διαχωρισμό τους σε είδη και τελειώνει με την αναλυτική περιγραφή της κάθε κατηγορίας. Η συγκεκριμένη εργασία ήταν αρκετά χρήσιμη διότι η συγγραφέας είχε παραθέσει όλη την βιβλιογραφία που είχε μελετήσει και βοήθησε αρκετά για την μελέτη τους και την συγγραφή του παρόν εγγράφου. (Μπλάτση Βασιλική)

Μια ακόμη σημαντική εργασία μεταπτυχιακού επιπέδου που μελετήθηκε είναι από το Πανεπιστήμιο της Πάτρας με τίτλο «Συστήματα συστάσεων: Σύγχρονες προσεγγίσεις και προτάσεις επέκτασή τους». Συναντάμε πάλι θεωρητική παρουσίαση των συστημάτων συστάσεων και εκτενή ανάλυση των προβλημάτων που παρουσιάζουν. Σχετικά με το πρόβλημα προτείνονται λύσεις σε συστήματα που υπάρχουν ήδη και πιθανοί τρόποι για βελτίωση των συστημάτων αυτών. Η εργασία που περιγράφεται τώρα βοήθησε στην θεωρητική μελέτη των συστημάτων αλλά και στην μελέτη των προβλημάτων που υπάρχουν στα συστήματα που μελέτησε ο συγγραφέας. Έτσι ήταν πιο εύκολο να αποφευχθούν τα ίδια προβλήματα στο σύστημα που δημιουργήθηκε για την σύσταση διαδικτυακών μαθημάτων. (Μιχελής Μάριος)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο επεξηγείται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε γύρω από την έρευνα, σχετικά με την εύρεση του θέματος και το σχέδιο που υλοποιήθηκε.

3.1 Μεθοδολογία

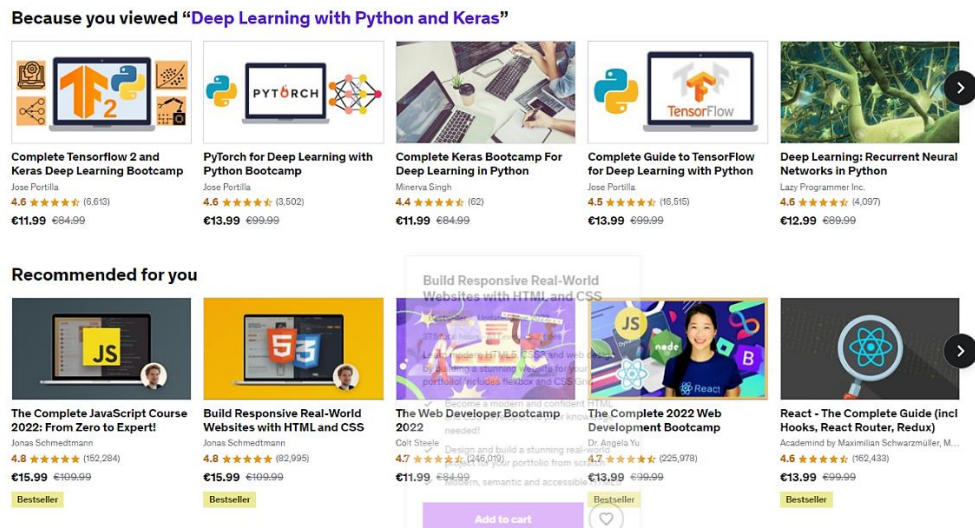
Τα συστήματα συστάσεων είναι αρκετά χρήσιμα για όλους τους χρήστες του διαδικτύου. Για αυτό αποφάσισα να τα μελετήσω εφαρμόζοντας τα σε μια πλατφόρμα. Η πλατφόρμα που δημιουργήθηκε είναι για την παροχή ανοιχτών διαδικτυακών μαθημάτων. Αποφασίστηκε αυτού του είδους η πλατφόρμα διότι τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού αυξήθηκε ραγδαία ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιεί το διαδίκτυο για να εκπαιδευτεί.

Αρχικά, έπρεπε να αποφασιστεί ο τρόπος λειτουργίας της συγκεκριμένης πλατφόρμας δηλαδή τι λειτουργίες θα προφέρει στους χρήστες της. Ουσιαστικά, δημιουργήθηκε μια πλατφόρμα η έχει ως στόχο να δώσει την ευκαιρία σε εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν μαθήματα στην πλατφόρμα και να είναι προσβάσιμη σε όλους τους χρήστες του διαδικτύου για να παρακολουθήσουν μαθήματα διάφορων θεμάτων.

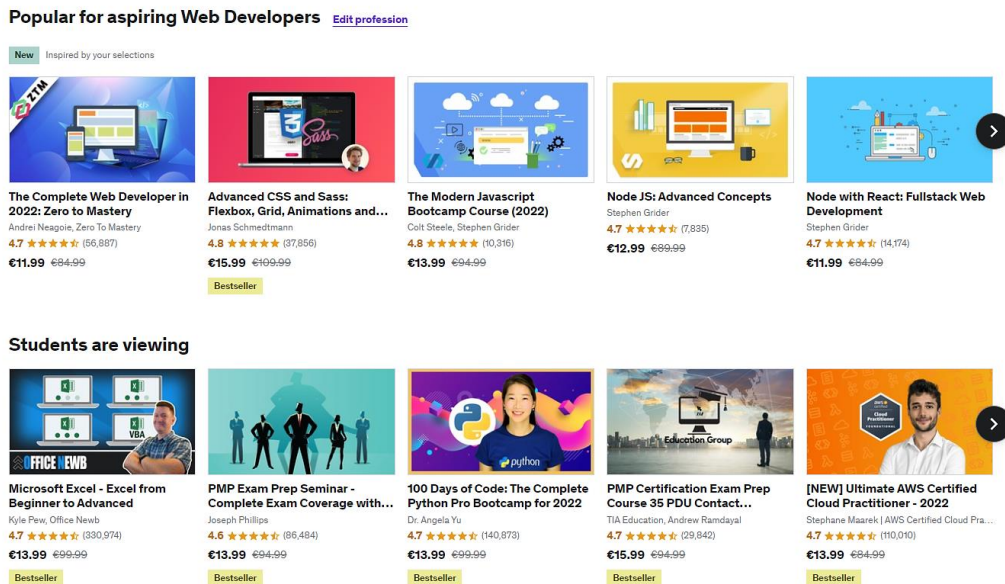
Στην συνέχεια, μελετήθηκαν οι γλώσσες προγραμματισμού και ποιες θα ήταν εύκολες στην χρήση τους για την υλοποίηση μιας τέτοιου είδους πλατφόρμας. Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι Html, Php, JavaScript, Python, MySQL (για την διατήρηση της βάσης δεδομένων) και CSS (για την μορφοποίηση του περιεχομένου της Html).

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε μια εκτενής έρευνα γύρω από τα συστήματα συστάσεων και συγκεκριμένα σχετικά με την λειτουργία τους και με τον τρόπο εφαρμογής τους στις πλατφόρμες. Βρέθηκε αρκετά χρήσιμο το γεγονός ότι υπήρχε η δυνατότητα μέσω του διαδικτύου να μελετηθούν παρόμοιες εργασίες που είχαν δημιουργηθεί παλιότερα από φοιτητές.

Ύστερα, ξεκίνησε η σχεδίαση του αλγορίθμου και η δημιουργία του κώδικα γύρω από τα συστήματα συστάσεων. Εκεί βρέθηκα αντιμέτωπη με αρκετές δυσκολίες οι οποίες αναλύονται παρακάτω στο υποκεφάλαιο 3.2. Η λογική πίσω από τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων συστάσεων που έπρεπε να υλοποιηθεί στην πλατφόρμα είναι παρόμοια όπως της πλατφόρμας του Udemy, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 3.1 : Στιγμιότυπο αποτελέσματος της χρήσης των συστημάτων συστάσεων στην πλατφόρμα Udemy



Εικόνα 3.2 : Στιγμιότυπο αποτελέσματος της χρήσης των συστημάτων συστάσεων στην πλατφόρμα Udemy

Στις παραπάνω εικόνες φαίνονται τέσσερις διαφορετικοί τύποι προτάσεων που χωρίζονται με τα εξής λεκτικά: επειδή είδατε ένα συγκεκριμένο μάθημα, προτεινόμενα για εσάς, διάσημα μαθήματα για τους Web developers (επειδή στο προφίλ έχει δοθεί ο συγκεκριμένος τίτλος ως ιδιότητα του χρήστη) και άλλοι μαθητές παρακολουθούν τα μαθήματα. Παρατηρούμε ότι στην συγκεκριμένη πλατφόρμα γίνεται εφαρμογή συνδυαστικών τεχνικών για ένα καλύτερο αποτέλεσμα. Η πλατφόρμα που δημιουργήθηκε για τους σκοπούς της διπλωματικής είχε ως στόχο να χρησιμοποιήσει την ίδια φιλοσοφία.

Το επόμενο βήμα που εφαρμόστηκε ήταν η έναρξη της υλοποίησης της πλατφόρμας ως προς το προγραμματιστικό μέρος. Χρειάστηκε αρκετές φορές να διορθωθεί ο κώδικας και να ξανά εκτελεστεί έτσι ώστε να λειτουργήσουν όλα άρτια.

Αφού υλοποιήθηκε η πλατφόρμα και προστέθηκε επαρκής πληροφορία στην βάση δεδομένων υλοποιήθηκαν οι αλγόριθμοι συστάσεων οι οποίοι έχουν την φιλοσοφία που αναφέρθηκε παραπάνω, ωστόσο υπήρξαν κάποιες μικρές διαφορές ως προς την χρήση των τεχνικών σύστασης.

Τέλος, ολοκληρώθηκε η υλοποίηση της εφαρμογής και μελετήθηκαν επεκτάσεις οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν μελλοντικά για την πιο άρτια λειτουργία των συστημάτων συστάσεων.

3.2 Δυσκολίες στην σχεδίαση αλγορίθμου

Για την υλοποίηση της πλατφόρμας έχουν χρησιμοποιηθεί δύο είδη αλγορίθμων συστάσεων, το content based και το collaborative filtering. Δυστυχώς, κατά την λειτουργία της πλατφόρμας εμφανίζονται τα μειονεκτήματα και των δύο αλγορίθμων εξαιτίας της βάσης δεδομένων η οποία είναι αρκετά μικρή.

Σχετικά με τον αλγόριθμο με βάση το περιεχόμενο είναι αρκετά δύσκολο να παραχθεί ένας ολοκληρωμένος αλγόριθμος ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ένα μικρό εύρος πληροφορίας αποτελεσματικά. Αυτό έχει ως συνέπεια, ο αλγόριθμος να λειτουργεί με καθυστέρηση καθώς πρέπει να πραγματοποιεί σύγκριση ενός μικρού εύρους πληροφορίας για να παραχθεί η απόφαση, η οποία πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο κοντινή σε αυτό που ζητείται. Επιπρόσθετα, ο συγκεκριμένος αλγόριθμος είναι αποκλειστικά εξαρτώμενος από τις

πληροφορίες που έχουν εκχωρηθεί στο σύστημα και κάθε καινούργια εγγραφή που πραγματοποιείται κρύβει τον κίνδυνο να κάνει τον αλγόριθμο ακόμα πιο αργό.

Όσο αφορά τον αλγόριθμο με βάση την συνεργασία, παρουσιάζεται το πρόβλημα της «κρύας εκκίνησης». Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος βασίζεται στα δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης για να βρει όμοιους χρήστες, ωστόσο, ερευνά τα μαθήματα που έχουν αγοράσει οι χρήστες ώστε να μπορέσει να προτείνει ένα καινούργιο μάθημα με βάση τις προηγούμενες αγορές. Ο αλγόριθμος αποτυγχάνει να προτείνει κάποιο μάθημα για αγορά όταν το σύνολο των δεδομένων για τα μαθήματα που έχουν αγοράσει οι χρήστες είναι πολύ μικρό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Στο παρακάτω κεφάλαιο διευκρινίζονται οι αλγοριθμικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν γύρω από τους αλγόριθμους συστάσεων της εφαρμογής που υλοποιήθηκε.

4.1 Χρήση αλγορίθμων

Όπως προαναφέρθηκε για την εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι με βάση το περιεχόμενο αλλά και συνεργατικό φιλτράρισμα.

4.2 Χρήση αλγορίθμου με βάση το περιεχόμενο

Ο αλγόριθμος με βάση το περιεχόμενο λειτουργεί για να προτείνει μαθήματα που έχουν παρόμοιο περιεχόμενο. Για να αιτιολογήσουμε την λειτουργία του αλγορίθμου πρέπει να δούμε ποια είναι η πληροφορία που αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων για κάθε μάθημα.



course_id	teacher_id	name	description	learn	field	price	keywords	photo	count_r	average_rating
1	2	Master Wix - Create a Wix Website in 1 hour	In this course, I will be providing you with a ste...	Create Responsive Wix Websites Master Wix Website ...	No-Code Development	0	wix, free, website, development, beginner, templat...	[BLOB - 26.7 KiB]	89	4.8
2	2	Java Spring Security	Java Spring Security allows you to add a layer of ...	Add a layer of authentication to their web applica...	Software Testing	12	java, security, software testing, spring security	[BLOB - 26.7 KiB]	223	4
5	2	1 Hour CSS	In this tutorial series you get to learn about CSS...	Learn how to design websites Learn how to become ...	Web Development	10	CSS, web customization, web development, beginner	[BLOB - 26.7 KiB]	97	5
6	2	WordPress: Create Stunning Wordpress Websites for ...	STUDENT REVIEWS For "WordPress: Create Stunning Wo...	Build a professional nice looking website for you ...	No-Code Development	50	WordPress, Web Development, No Code, Business	[BLOB - 26.7 KiB]	300	4.9
8	1	Javal/Apache Maven	For Java, why do we need a Build Tool like Maven, ...	Set up your development environment for Java and M...	Software Testing	35	Java, Programming, Software, Apache	[BLOB - 26.7 KiB]	59	4.2
9	2	The Ultimate MySQL Bootcamp: Go from Beginner to E...	If you want to learn how to gain insights from dat...	Create your own database or interact with existing ...	Database Design & Development	90	MySQL, Database, Datasets, Web Apps, Data	[BLOB - 26.7 KiB]	89	5
10	1	Fundamentals of Database Engineering	Database Engineering is a very interesting sector ...	Learn and understand ACID Properties Database Ind...	Database Design & Development	60	Database, Engineering, Security, MySQL, System Des...	[BLOB - 26.7 KiB]	67	3.9
11	1	Python on the Backend	Do you know Python and want to take it to the next...	Build cool web applications and APIs for other cli...	Web Development	30	Python, Website, Web Development	[BLOB - 26.7 KiB]	25	5
12	4	Core A Web App Reference Guide for Django, Python...	This course is designed as a compliment to all Cod...	Learn Django & Python Fundamentals Learn JQuery F...	Web Development	25	Django, Python, JQuery, Web Apps	[BLOB - 26.7 KiB]	89	4.3
13	4	Django with Chart.js	Learn how to create beautiful projects with the us...	How to install Django Debug Toolbar Add dynamic C...	Web Development	19	Python, Django, JS, Script, Web	[BLOB - 26.7 KiB]	25	4.3
14	1	Data Modeling and Relational Database Design	The data model is the one place where you can stor...	Create Entity Relationship Diagrams by Identifying ...	Database Design & Development	50	Databases, Data Modelling, Design, Relational Data...	[BLOB - 26.7 KiB]	0	0
15	5	Build Responsive Real-World Websites with HTML and...	Open a new browser tab, type in www.omnifood.dev, ...	Become a modern and confident HTML and CSS develop...	Web Development	70	HTML, CSS, Responsive Websites, Websites	[BLOB - 26.7 KiB]	0	0
16	6	Ultimate CSS Grid Course: From Beginner to Advance...	In this course, you'll... Learn how to use all...	Learn how to use all CSS properties defined in the...	Web Development	85	CSS, Beginner, From Beginner To expert, Web Stylin...	[BLOB - 26.7 KiB]	0	0
17	7	Swift for Intermediate and Advanced iOS Developers	Swift language was introduced in 2014 and now it h...	Intermediate and advanced techniques in Swift lang...	Mobile Development	85	Swift Language, Backend, Frontend, Mobile Apps, Mo...	[BLOB - 26.7 KiB]	0	0
18	8	Android Java Masterclass - Become an App Developer	There's no getting around it...	You're taught step by step HOW to build Android 7...	Mobile Development	100	Android, Mobile Development, Mobile Apps	[BLOB - 26.7 KiB]	0	0

Εικόνα 4.1: Στιγμιότυπο βάσης δεδομένων του πίνακα "μαθήματα"

Όπως παρατηρούμε στην παραπάνω εικόνα, για κάθε μάθημα αποθηκεύουμε τις εξής πληροφορίες: την ονομασία, την περιγραφή, την ενότητα για το τι θα μάθει ο μαθητής, το πεδίο στο οποίο κατηγοριοποιείται, μερικές λέξεις κλειδιά, την τιμή, μια φωτογραφία, τον μετρητή των αξιολογήσεων και τον μέσο όρο των αξιολογήσεων με άριστα το 5.

Για τον αλγόριθμο τον οποίο έχουμε υλοποιήσει χρησιμοποιούμε την ονομασία, την περιγραφή, την ενότητα για το τι θα μάθει ο μαθητής και την κατηγορία του μαθήματος.

```
data = pd.read_csv("C:\\xampp\\htdocs\\myCourseBuddy\\algorithms\\courses.csv", encoding='latin')
#####
#data.head(6)
#data.shape
#data.info()
#print(data.isnull().sum())
#print("-----")
#print (data['field'].value_counts())
#print("-----")
#print(data['average_rating'].value_counts())
#print("-----")
#####
#what will we need...
data = data[['name','field','description','keywords']]
#print(data.head(5))
data['name'] = data['name'].str.replace(' ','')
data['name'] = data['name'].str.replace(',','')
data['name'] = data['name'].str.replace(';','')
data['description'] = data['description'].str.replace(' ','')
data['description'] = data['description'].str.replace(',','')
data['description'] = data['description'].str.replace('_','')
data['description'] = data['description'].str.replace(':','')
data['description'] = data['description'].str.replace('(','')
data['description'] = data['description'].str.replace(')','')
data['field'] = data['field'].str.replace(' ','')
```

Εικόνα 4.2: Αλγόριθμος συστάσεων με βάση το περιεχόμενο βήμα 1

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι ο κώδικας διαβάζει τα πεδία τα οποία είναι απαραίτητα αλλά πρέπει πραγματοποιηθεί επεξεργασία πριν προβούμε σε περαιτέρω ενέργειες για την εύρεση παρόμοιων μαθημάτων. Για τα πεδία ονομασία, περιγραφή και κατηγορία αφαιρούνται οι ειδικοί χαρακτήρες που φαίνονται και αντικαθίστανται είτε από κενά είτε από κόμμα, αυτό γίνεται για να εντοπίσουμε καλύτερα ποιες είναι οι λέξεις οι οποίες υπάρχουν στα πεδία αυτά.

```
data['tags'] = data['name'] + data['field'] + data['description'] + data['keywords']
#print(data['tags'].iloc[1])
new_df = data[['name','tags']]
#print(new_df.head(5))
new_df['tags'] = data['tags'].str.replace(' ','')
new_df['name'] = data['name'].str.replace(' ','')
new_df.rename(columns = {'name':'course_name'}, inplace = True)
new_df['tags'] = new_df['tags'].apply(lambda x:x.lower())
#print(new_df.shape)
cv = CountVectorizer(max_features=9000,stop_words='english')
vectors = cv.fit_transform(new_df['tags']).toarray()
ps = PorterStemmer()
new_df['tags'] = new_df['tags'].apply(stem)
similarity = cosine_similarity(vectors)

search_query = sys.argv[1]
#recommend('1 Hour CSS')
recommend(search_query)
```

Εικόνα 4.3: Αλγόριθμος συστάσεων με βάση το περιεχόμενο βήμα 2

Πλέον περνάμε στην δημιουργία ενός πίνακα λέξεων ο οποίος κατηγοριοποιεί τις λέξεις και πόσο συχνά εμφανίζονται αυτές για κάθε μάθημα, λαμβάνοντας υπόψη τα σημεία στίξης

ώστε να μην σημειωθούν ως λέξεις αλλά να αφαιρεθούν. Έπειτα, χρησιμοποιείται η τεχνική Stemming όπου είναι η διαδικασία αναγωγής μιας λέξης στο στέλεχος της λέξης που προσαρτάται σε επιθήματα και προθέματα ή στις ρίζες λέξεων που είναι γνωστές ως λήμμα. Για παράδειγμα: λέξεις όπως "Μου αρέσει", "αρέσουν", "πιθανόν" και "Μου αρέσει" θα μειωθούν σε "Μου αρέσει" μετά την κατάληξη. Τέλος, για να βρούμε ποια μαθήματα είναι κοινά χρησιμοποιούμε την ομοιότητα συνημίτονων όπου περνάμε το πλέον καθαρισμένο πίνακα μας την συνάρτηση recommend η οποία υπολογίζει την ομοιότητα συνημίτονων και επιστρέφει τα τρία πλησιέστερα αποτελέσματα.

```
def recommend(course):
    course_index = new_df[new_df['course_name'] == course].index[0]
    distances = similarity[course_index]
    course_list = sorted(list(enumerate(distances)), reverse=True, key=lambda x:x[1])[1:4]
    x1 = []
    for i in course_list:
        #print(new_df.iloc[i[0]].course_name)
        x1.append(new_df.iloc[i[0]].course_name)
    print(json.dumps(x1))
    #print(sys.argv[0])
```

Εικόνα 4.4: Συνάρτηση recommend

Στην επόμενη εικόνα, παρατηρούμε το αποτέλεσμα του αλγορίθμου.

The screenshot shows a course recommendation interface. At the top, the main course is "1 Hour CSS" with a price of 10€. Below this, there are three recommended courses:


- Ultimate CSS Grid Course: From Beginner to Advanced** (85€)
- Unreal Engine 5: The Complete Beginner's Course** (60€)
- Build Responsive Real-World Websites with HTML and CSS** (70€)

Εικόνα 4.5: Αποτέλεσμα αλγορίθμου

Επίσης, έχει δημιουργηθεί παραλλαγή του αλγορίθμου έτσι ώστε κατά την επίσκεψη ενός προφίλ εκπαιδευτικού από έναν εκπαιδευόμενο να προτείνει εκπαιδευόμενους με παρόμοια χαρακτηριστικά.

4.3 Χρήση συνεργατικού αλγορίθμου

Ο συνεργατικός αλγόριθμος λειτουργεί με βάση το περιεχόμενο των μαθημάτων, αλλά για να προτείνει σε έναν μαθητή να αγοράσει ένα μάθημα χρειάζεται να βρει τις ομοιότητες μεταξύ των χρηστών, δηλαδή ψάχνει να εντοπίσει τους χρήστες που έχουν ίδιες προτιμήσεις, οι προτιμήσεις προκύπτουν από τους συνδυασμούς αγορών μαθημάτων που έχουν πραγματοποιήσει οι εκπαιδευόμενοι. Αμέσως γίνεται αντιληπτό το πρόβλημα του αλγορίθμου δηλαδή όταν ένας εκπαιδευόμενος δεν έχει αγοράσει έστω ένα μάθημα ο αλγόριθμος δεν μπορεί να εξάγει κάποιο αποτέλεσμα γιατί δεν υπάρχει αρκετή πληροφορία για τον χρήστη. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος έχει παραμετροποιηθεί έτσι ώστε να δέχεται τυχαία ένα από τα μαθήματα του χρήστη σαν είσοδο και να το εντοπίζει στην βάση δεδομένων.



Options				id	student_id	course_id	date
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	1	3	8	2022-06-01
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2	3	11	2022-07-04
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	3	1	10	2022-07-01
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	4	1	1	2022-05-24
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	5	1	2	2021-12-14
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	6	3	5	2022-04-04
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	7	4	6	2022-06-07
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	8	5	8	2022-08-03
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	9	5	9	2022-06-03
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	10	5	10	2022-06-02
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	11	6	11	2022-08-01
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	12	7	12	2022-07-04
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	13	13	13	2022-08-03
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	16	3	9	0000-00-00
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	17	3	2	0000-00-00
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	18	4	23	0000-00-00
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	19	3	12	0000-00-00
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	20	18	13	2022-09-05
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	21	17	12	2022-09-01
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	22	18	47	2022-08-02
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	23	16	46	2022-07-20

Εικόνα 4.6: Στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων με πληροφορίες σχετικά με τους χρήστες και τα μαθήματα που έχουν αγοράσει

Στο παρακάτω στιγμιότυπο, παρατηρούμε την αρχική λειτουργία του αλγόριθμου η οποία είναι να διαβάσει τα δεδομένα που χρειαζόμαστε και να τα συγχωνεύσει. Αμέσως μετά ακολουθείται η τεχνική SVD (Αποσύνθεση μοναδικής τιμής).

```
# Read in data
st_courses = pd.read_csv("C:\\xampp\\htdocs\\myCourseBuddy\\algorithms\\student_courses.csv", encoding='latin')
courses = pd.read_csv("C:\\xampp\\htdocs\\myCourseBuddy\\algorithms\\courses.csv", encoding='latin')

combined_data = pd.merge(courses, st_courses, on='course_id')
#print(combined_data.head())

#rating_crosstab = combined_movies_data.pivot_table(values='rating', index='user_id', columns='movie title', fill_value=0)
#rating_crosstab.head()

has_bought = combined_data.pivot_table(values='course_id', index='student_id', columns='name', fill_value=0 )
#print(has_bought.head())
X = has_bought.T
SVD = TruncatedSVD(n_components=9, random_state=5)
```

Εικόνα 4.7: Συνεργατικός αλγόριθμος βήμα 1

Η αποσύνθεση μοναδικής τιμής είναι μια τεχνική η οποία χρησιμοποιείται για την παραγοντοποίηση πινάκων σε διακριτά συστατικά. Η τεχνική SVD διαφέρει από άλλες τεχνικές διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο σε τετραγωνικούς πίνακες αλλά σε πίνακες ανεξαρτήτου μεγέθους. Αυτή η σημαντική δυνατότητα είναι που την κάνει πολύ χρήσιμη μέθοδο για την επεξεργασία πινάκων. Στην πραγματικότητα έχουμε δημιουργήσει ένα συγχωνευμένο πίνακα ο οποίος περιέχει ως τιμές τον μοναδικό σειριακό αριθμό των μαθημάτων και δείκτες τους μαθητές. Δηλαδή, έχει γίνει αντιστοιχία μεταξύ μαθητών και μαθημάτων και στα σημεία που δεν υπάρχουν μαθήματα για τους μαθητές μπαίνει η τιμή μηδέν. (Recommendation Algorithm with SVD)

Το επόμενο βήμα του αλγορίθμου για να γίνει πρόταση μαθήματος στον μαθητή ονομάζεται Pearson Correlation ή αλλιώς Pearson Coefficient. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson είναι ένας συντελεστής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών και λαμβάνει τιμές από -1 έως 1. Στην περίπτωση που η τιμή είναι 1 έχουμε θετική συσχέτιση (υπάρχει ομοιότητα) ενώ εάν είναι -1 υπάρχει αρνητική συσχέτιση (δηλαδή δεν υπάρχει ομοιότητα).

```

corr_mat = np.corrcoef(resultant_matrix)
print(corr_mat.shape)

query = sys.argv[1]

col_idx = has_bought.columns.get_loc(query)
corr_specific = corr_mat[col_idx]
rec = pd.DataFrame({'corr_specific':corr_specific, 'courses': has_bought.columns})\
    .sort_values('corr_specific', ascending=False)\
    .head(10)

recommendations = rec.get('courses')

```

Εικόνα 4.8: Συνεργατικός αλγόριθμος βήμα 1

Τέλος, στην συγκεκριμένη τεχνική ο όρος που δίνουμε προς αναζήτηση υπάρχει μέσα στον πίνακα πληροφοριών συνεπώς υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του όρου αναζήτησης και του διπλότυπου μέσα στο σετ πληροφορίας οπότε συνεπάγεται πλήρη συσχέτιση δηλαδή θα είναι τα ίδια για αυτό πρέπει να δοθεί αρκετή προσοχή την ώρα των αποτελεσμάτων έτσι ώστε ο δείκτης στην λίστα που επιστρέφεται να είναι ο αμέσως επόμενος από τον πρώτο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στο αυτό το κεφάλαιο προβάλλεται η υλοποίηση του εργαλείου και σχετικά screenshots για το πως λειτουργεί.

5.1 Ανάλυση πλατφόρμας

Η πλατφόρμα που υλοποιήθηκε είναι μια εφαρμογή βασισμένη στο διαδίκτυο (Web development). Η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι βασισμένη στα πρότυπα MOOC (Massive Online Open Courses) και υλοποιήθηκε με την χρήση των γλωσσών Html, Php, JavaScript, Python, MySQL (για την διατήρηση της βάσης δεδομένων) και CSS (για την μορφοποίηση του περιεχομένου της Html). Η πλατφόρμα είναι Web based δηλαδή μπορεί να τρέξει σε οποιονδήποτε σύγχρονο browser. Όποιος επιθυμεί να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα το μόνο που πρέπει να έχει είναι μια καλή σύνδεση στο διαδίκτυο έτσι ώστε να έχει πρόσβαση μέσω των φυλλομετρητών (Chrome, Safari κτλ). Για την συμβατότητα σε εφαρμογές με μικρή οθόνη όπως είναι το tablet και το smartphone έχει χρησιμοποιηθεί Bootstrap για την διαμόρφωση του περιεχομένου. Ο στόχος της είναι να δώσει την ευκαιρία σε εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν μαθήματα και να τα ανεβάσουν στην πλατφόρμα. Από την άλλη προσφέρει την δυνατότητα σε χρήστες του διαδικτύου να παρακολουθήσουν μαθήματα ποικίλων θεμάτων είτε επί πληρωμή είτε δωρεάν.

Στην πλατφόρμα οι καθηγητές μπορούν να ανεβάζουν οπτικοακουστικό υλικό και αρχεία pdf για τα μαθήματά τους. Σε κάθε μάθημα οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργήσουν ένα σετ ασκήσεων το οποίο αποτελείται από ερωτήσεις είτε σωστού λάθους είτε πολλαπλής επιλογής, οι απαντήσεις αναρτώνται στην βάση δεδομένων. Επίσης, έχουν στην ευχέρεια τους πρόσβαση σε έναν πίνακα ελέγχου όπου βλέπουν αρκετές πληροφορίες όπως πόσοι μαθητές είναι συνολικά εγγεγραμμένοι στα μαθήματά τους, πόσα μαθήματα έχουν δημιουργήσει στο σύνολο και ποια είναι η συνολική αξιολόγηση των μαθημάτων τους (user feedback). Από την άλλη πλευρά, ο πίνακας ελέγχου των εκπαιδευόμενων τους δείχνει άλλα στοιχεία όπως είναι πόσα και σε ποια μαθήματα είναι εγγεγραμμένοι, πόσα μαθήματα είναι τα αγαπημένα τους και ποια είναι η συνολική απόδοση στα τεστ που έχουν ολοκληρώσει.

Έπειτα, οι μαθητές μπορούν να επικοινωνήσουν με τους εκπαιδευτικούς μέσω email, το οποίο δίνεται στο προφίλ του καθενός καθηγητή. Τέλος, η εφαρμογή προσφέρει αλγόριθμο συστάσεων προς τους μαθητές έχοντας ως αποτέλεσμα να είναι πιο εύκολη η εύρεση παρόμοιων μαθημάτων με αυτά που έχουν ήδη παρακολουθήσει.

5.2 Επίσκεψη μη συνδεδεμένου χρήστη στην εφαρμογή

Με το που επισκεφθεί ο χρήστης την πλατφόρμα βλέπει το index της ιστοσελίδας, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.



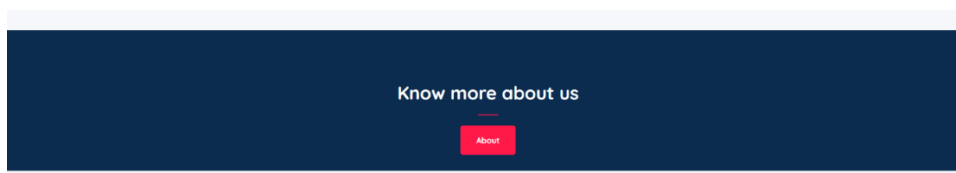
Εικόνα 5.1: Το index της εφαρμογής

Όπως παρατηρούμε στο επόμενο στιγμιότυπο, εμφανίζονται στους επισκέπτες της σελίδας μερικά από τα διάσημα μαθήματα. Η ταξινόμηση των μαθημάτων γίνεται με βάση το μέσο όρο της αξιολόγησης.



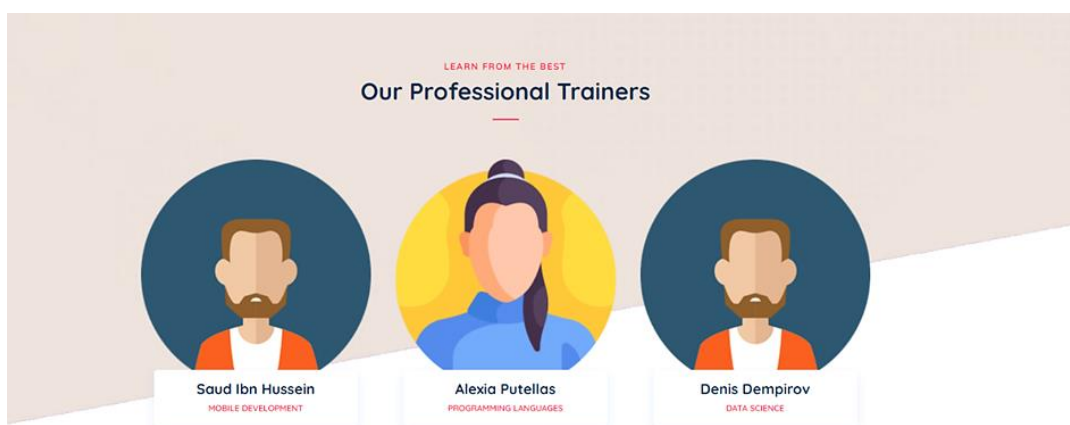
Εικόνα 5.2: Διάσημα μαθήματα που εμφανίζονται στο index

Επίσης, ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στο about us όπου υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τους δημιουργούς της πλατφόρμας.



Εικόνα 5.3: About us στο index

Στην συνέχεια, εμφανίζονται με τυχαία σειρά μερικά από τα προφίλ των καθηγητών.



Εικόνα 5.4: Καθηγητές που εμφανίζονται στο index

Όταν ο χρήστης πατήσει το εικονίδιο με το ανθρωπάκι που βρίσκεται πάνω δεξιά στην σελίδα, μεταφέρεται σε μια καινούργια σελίδα όπου του ζητείται να βάλει τα στοιχεία του είτε για να κάνει εγγραφή είτε για να συνδεθεί.

The screenshot shows the top navigation bar of the Course Buddy website. It includes the logo on the left, navigation links for 'Home', 'About Us', and 'Courses', a search bar with the placeholder text 'Search course...', and a user profile icon on the right. Below the navigation bar, there are two main sections: 'Login' and 'Register'. The 'Login' section contains a text input field for 'Username or email address', a password input field, a 'Log In' button, and a link for 'Lost your password?'. The 'Register' section contains a 'User Name' input field, an 'Email address' input field, a 'Password' input field, radio buttons for 'Student' (selected) and 'Teacher', and a 'Register' button.

Εικόνα 5.5: Σελίδα σύνδεσης / εγγραφής

Στην πλατφόρμα οι χρήστες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στους εκπαιδευτικούς και στους εκπαιδευόμενους. Κατά την εγγραφή τους ζητείται η ολοκλήρωση του προφίλ τους η οποία είναι απαραίτητη. Τα στοιχεία που πρέπει να συμπληρώσουν οι χρήστες, σε οποιαδήποτε κατηγορία και αν θέλουν να εγγραφούν είναι το ονοματεπώνυμο, η ημερομηνία γέννησης, οι σπουδές, λίγες πληροφορίες για τα ενδιαφέροντα τους και για τον εαυτό τους. Στην περίπτωση που γίνεται εγγραφή κάποιου εκπαιδευτικού ζητείται να εισάγει τα χρόνια εμπειρίας στον κλάδο που έχει εξειδίκευση. Στις επόμενες φωτογραφίες φαίνονται μέσω screenshots τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω κατά την δημιουργία προφίλ.

Set profile picture :

First Name

Last Name

Birthdate

Your Studies

Tell us about your interests

Tell us about you

Εικόνα 5.6 : Η σελίδα που εμφανίζεται κατά την εγγραφή του χρήστη ως μαθητής

Set profile picture :

First Name

Last Name

Birthdate

Your Studies

Years of experience in your field

Tell us about your interests

Tell us about you

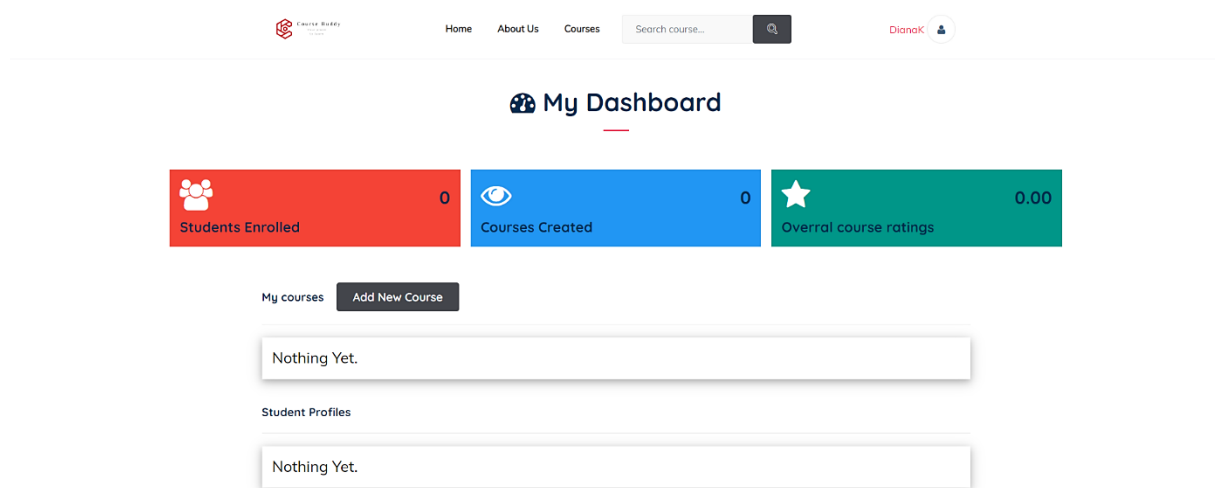
Εικόνα 5.7: Η σελίδα που εμφανίζεται κατά την εγγραφή του χρήστη ως καθηγητής

Σχετικά με τους αλγορίθμους συστάσεων τα πεδία που αναφέρονται στην περιοχή για «εμένα» και «τα ενδιαφέροντα μου» είναι πολύ σημαντικά να συμπληρωθούν διότι από εκεί αποκτάτε απαραίτητη πληροφορία η οποία είναι χρήσιμη στην εξαγωγή αποτελέσματος για τους αλγόριθμους.

5.3 Πλοήγηση εκπαιδευτικού

Με την ολοκλήρωση του προφίλ οι εκπαιδευτικοί μεταφέρονται στην σελίδα «Προβολή προφίλ» και μπορούν να δουν τα στοιχεία που εισήγαγαν κατά την δημιουργία του προφίλ.

Εκεί έχουν την δυνατότητα να κάνουν ενημέρωση των στοιχείων και τους ενεργοποιείται η επιλογή για την δημιουργία κάποιου μαθήματος. Ωστόσο, αν μεταφερθούν στον πίνακα ελέγχου θα δουν ότι τα στατιστικά τους είναι μηδενικά γιατί μόλις δημιούργησαν το προφίλ και οι καρτέλες με τα μαθήματα είναι κενές όπως και η καρτέλα με τους μαθητές που είναι εγγεγραμμένοι στα μαθήματα τους.



Εικόνα 5.8: Πίνακας ελέγχου καθηγητών (Μόλις δημιουργήσουν το προφίλ τους)

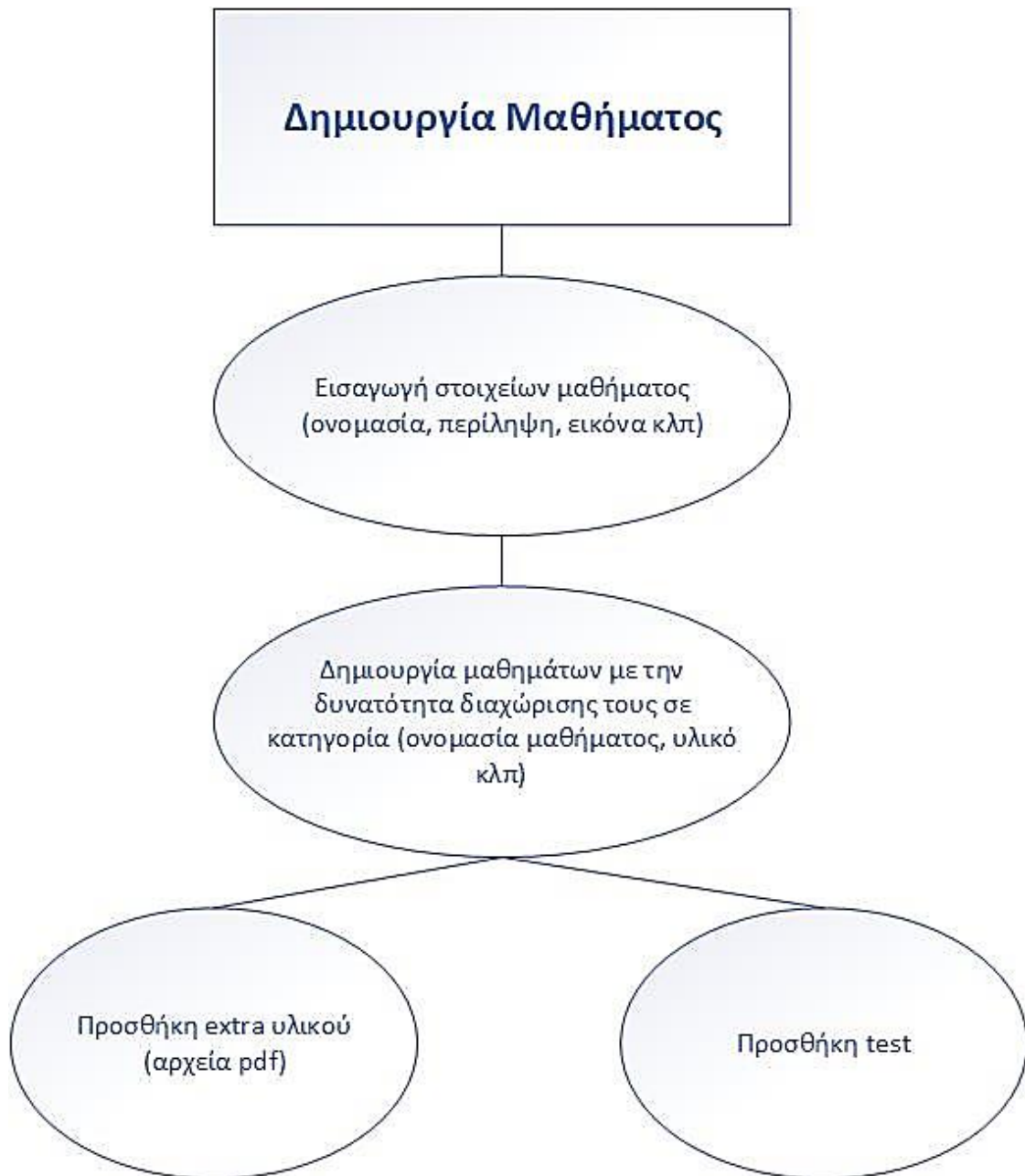
Με την είσοδο στην πλατφόρμα ένας εκπαιδευτικός μεταφέρεται στην αντίστοιχη σελίδα που εμφανίζεται το προφίλ του. Εκεί έχει πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες που έχει δηλώσει στο σύστημα, στα μαθήματα που έχει προσθέσει στο σύστημα (στα οποία μπορεί να τα επεξεργαστεί τις πληροφορίες) και έχει την επιλογή να δημιουργήσει καινούργια μαθήματα.

The screenshot displays a user profile for Jim Christopoulos. The profile includes a circular avatar, a name, and a bio. The bio states: "Studies : Informatics & Computer Engineering, Years Of Experience : 3, Age : 23, Date Of Join : 10-10-2021". Below the bio is an "Update Profile Details" button. The "Skills" section lists: "Web Development, Java, MySQL, Software Development, Python, Photoshop, Troubleshooting, Hardware Installation, C". The "About Me" section states: "Master's of Science degree in Information Technology with a specialization in Information Assurance, a Master's of Arts and Religion in Pastoral Counseling, and a Bachelor's of Science in Human Resources Management. He lives in Puerto Rico with his wife and two children." Below the profile is a "My Courses" section. It shows "SHOWING 5 RESULTS" and an "Add New Course" button. A search bar for courses is present. Filter tabs include "ALL", "NO-CODE DEVELOPMENT", "SOFTWARE TESTING", "WEB DEVELOPMENT", and "DATABASE DESIGN & DEVELOPMENT". Three course cards are visible: "Master Wix - Create a Wix Website in 1 hour" (4.8 stars, 16 Lessons, FREE), "Java Spring Security" (4 stars, 16 Lessons, 12€), and "1 Hour CSS" (5 stars, 16 Lessons, 10€). Each card has a "Details" button. A red arrow icon is visible in the bottom right corner of the page.

Εικόνα 5.9: Προφίλ εκπαιδευτικού

5.3.1 Δημιουργία και επεξεργασία μαθήματος

Για να δημιουργήσει μάθημα ο καθηγητής ακολουθείται η διαδικασία που φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



Εικόνα 5.10: Διαδικασία δημιουργία μαθήματος

Για την δημιουργία ενός μαθήματος, ο εκπαιδευτικός πρέπει είτε να πάει στην σελίδα με το προφίλ του είτε στον πίνακα ελέγχου για να πατήσει το κουμπί «Add new course».

New Course

Title :

Description :
Description of your course...

Category :
Web Development

Price (0 for free course) :
0

Keywords :
Write some keywords to help this course become easily discoverable...

What students will learn :
Divide them with a new line..

Photo :
Choose File No file chosen

Create Course

Εικόνα 5.11: Δημιουργία μαθήματος

Στην συνέχεια, μεταφέρεται στην δημιουργία διαλέξεων για το μάθημα που δημιούργησε. Εκεί μπορεί να προσθέσει πληροφορίες όπως τίτλο, κατηγορία, link για το βίντεο που επιθυμεί να ανεβάσει και pdf αρχείο. Όταν ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να προβεί σε οποιαδήποτε αλλαγή ή ακόμα και διαγραφή σχετικά με το μάθημα.

Lessons

Add Lesson

No #	Title	Section	Link	PDF File	Edit	Delete
No Data Found						

Εικόνα 5.12: Δημιουργία διαλέξεων

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα για δημιουργία τεστ για την σειρά των μαθημάτων. Οι ερωτήσεις μπορεί να είναι είτε πολλαπλής επιλογής είτε σωστού/ λάθους.

Add New

Multiple Choice Tests





Question	Choice #1	Choice #2	Choice #3	Choice #4	Answer	Edit	Delete
What CSS stands for?	Cross Site Service	Cascading Style Sheet	Computer Software Scripting	Community Support Sheet	Cascading Style Sheet	Edit	Delete
Where in an HTML document is the correct place to refer to an external style sheet?	In the <head> section!	In the <body> section!	At the end of the document!	Inside a class section	In the <head> section!	Edit	Delete

True / False Tests

Question	Answer	Edit	Delete
body {color: black;} - Is a correct CSS syntax	True	Edit	Delete
Property "text-size" is used to control the text size	False	Edit	Delete

Εικόνα 5.13: Δημιουργία / επεξεργασία τεστ

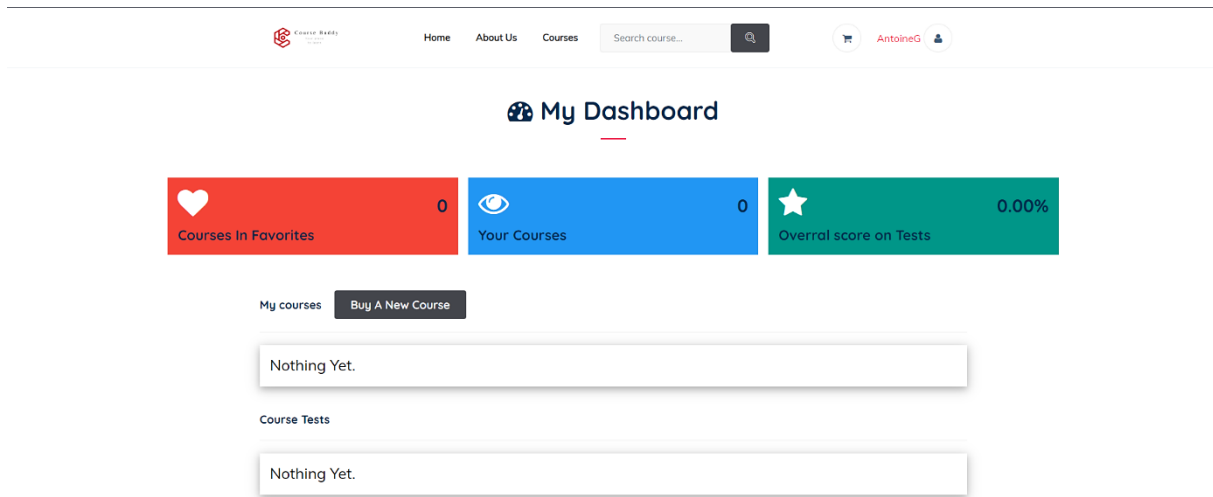
Τέλος, ο εκπαιδευτικός μέσα από τον πίνακα ελέγχου μπορεί να δει τα προφίλ όσων έχουν αγοράσει τα μαθήματα του.

Student Profiles	
	Spyros Tsitzilonis
	Test Testopoulou
	Chris Tsailakopoulos
	Tom Searle

Εικόνα 5.14: Προφίλ μαθητών που έχουν αγοράσει τα μαθήματα

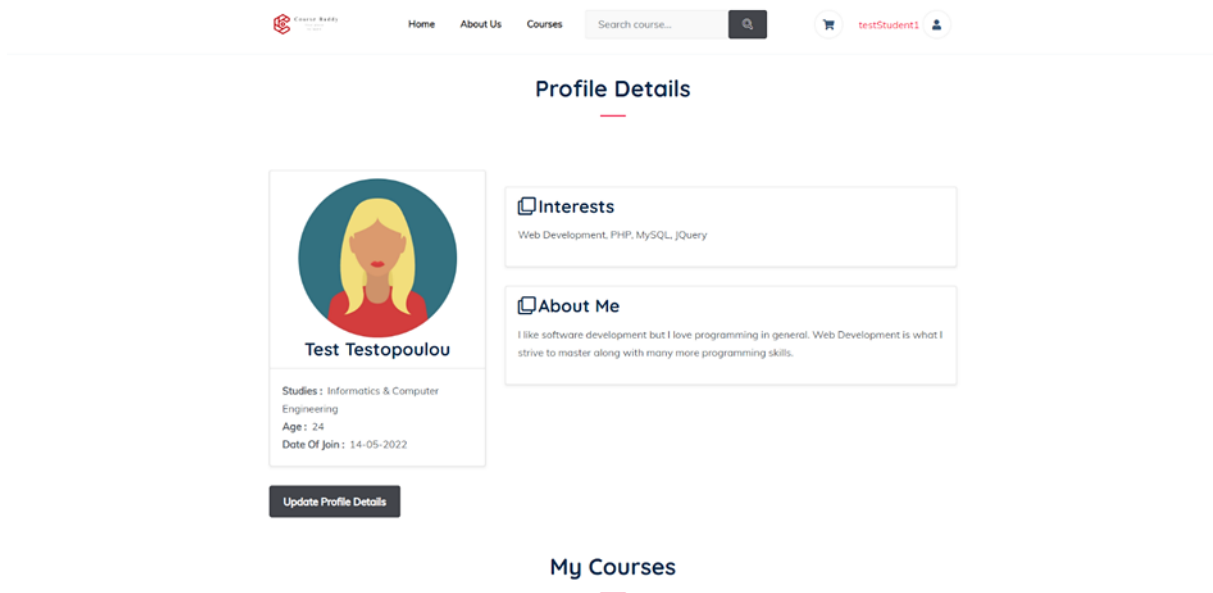
5.4 Πλοήγηση εκπαιδευόμενου

Με την ολοκλήρωση του προφίλ του, οι εκπαιδευόμενοι μεταφέρονται στην σελίδα του «Προβολή του προφίλ» τους και μπορούν να αλλάξουν στοιχεία στην περίπτωση που είναι λάθος. Όπως και στην κατηγορία των εκπαιδευτικών, στην περίπτωση που μεταφερθούν στον πίνακα ελέγχου τα στατιστικά τους στοιχεία εμφανίζονται μηδενικά.



Εικόνα 3.15: Πίνακας ελέγχου μαθητών (Μόλις δημιουργήσουν το προφίλ τους)

Με την είσοδο στην πλατφόρμα ένας εκπαιδευόμενος μεταφέρεται στην αντίστοιχη σελίδα που εμφανίζεται το προφίλ του. Εκεί έχει πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες που έχει δηλώσει στο σύστημα, όχι μόνο μπορεί να τις δει αλλά και να τις επεξεργαστεί σε περίπτωση που το επιθυμεί.



Εικόνα 5.16: Προφίλ εκπαιδευόμενου

Επιπρόσθετα, αν περιηγηθεί προς τα κάτω του εμφανίζονται τα μαθήματα τα οποία έχει αγοράσει και του γίνεται πρόταση για ένα μάθημα το οποίο μπορεί να τον ενδιαφέρει.

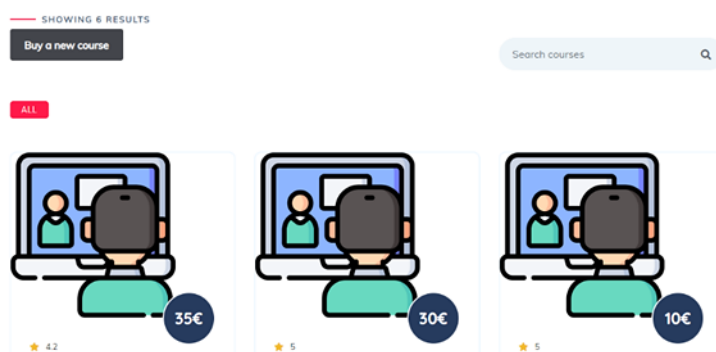
Students Have Also Bought



Εικόνα 5.17: Σύσταση μαθήματος

Εάν ο εκπαιδευόμενος δεν έχει αγοράσει κάποιο μάθημα τότε του εμφανίζεται ένα μήνυμα που τον ενημερώνει ότι δεν έχει προβεί σε κάποια αγορά μαθήματος και τον παροτρύνει να ξεκινήσει τις αγορές.

My Courses



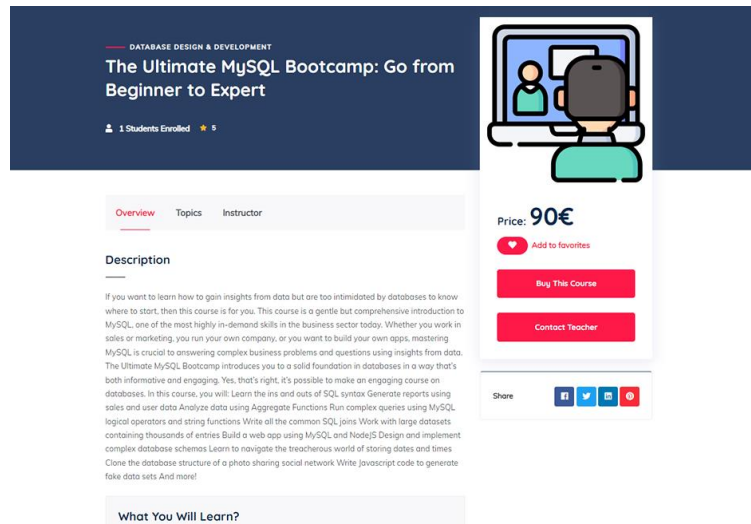
Εικόνα 5.18: Προτάσεις για μελλοντικές αγορές

Να σημειωθεί ότι ο εκπαιδευόμενος έχει την δυνατότητα να προηγηθεί στον πίνακα ελέγχου όπως προαναφέραμε στο υποκεφάλαιο 3.3.2.

5.4.1 Προβολή και αγορά μαθήματος

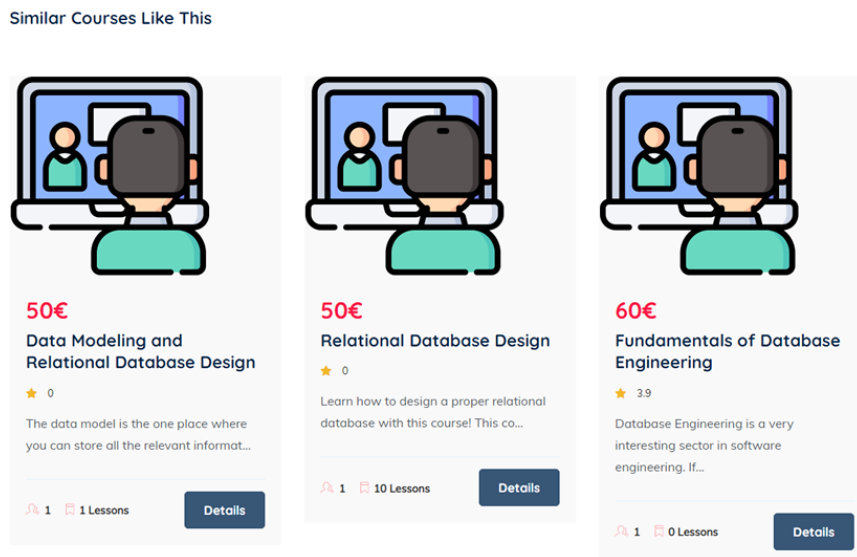
Οι μαθητές έχουν την δυνατότητα αναζήτησης μαθημάτων και με την προβολή του εκάστοτε μαθήματος βλέπουν διάφορες λεπτομέρειες για το μάθημα όπως είναι η περιγραφή του μαθήματος, οι κατηγορίες θεμάτων, η τιμή κτλ. Στην προβολή του μαθήματος εμφανίζονται

όλες οι πληροφορίες του μαθήματος, ο εκπαιδευόμενος μπορεί να το προσθέσει στα αγαπημένα του, να το αγοράσει αλλά και να επικοινωνήσει με τον καθηγητή που το διδάσκει πριν προβεί στην αγορά του.



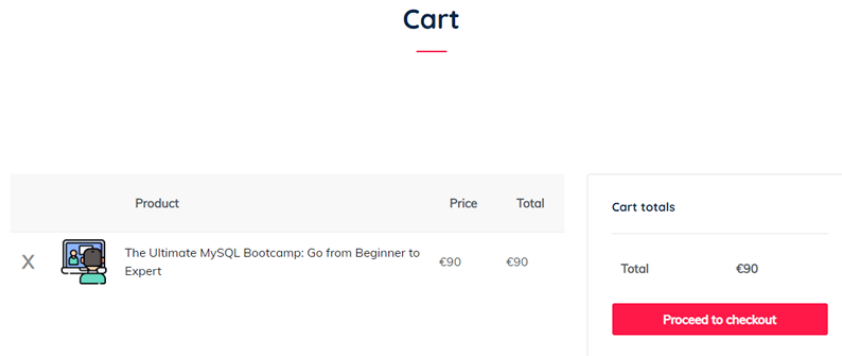
Εικόνα 5.19: Λεπτομέρειες προβολής μαθήματος

Επιπρόσθετα, στην ίδια σελίδα εμφανίζονται παρόμοια μαθήματα με αυτό που προβάλλεται χάρη στον αλγόριθμο σύστασης που χρησιμοποιείται.



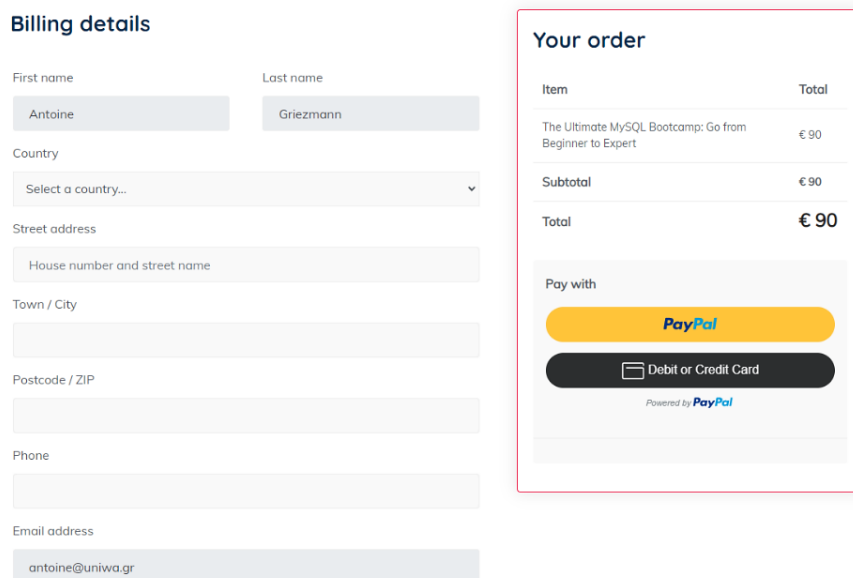
Εικόνα 5.20: Λειτουργία αλγορίθμου σύστασης (εμφάνιση παρόμοιων μαθημάτων)

Σχετικά με την αγορά του μαθήματος, στην περίπτωση που ο εκπαιδευόμενος πατήσει το κουμπί «Buy this course» τότε το προσθέτει στο καλάθι του. Με αυτή την διαδικασία μπορεί να προσθέσει όσα μαθήματα θέλει και να τα αγοράσει απευθείας όλα μαζί.



Εικόνα 5.21: Προβολή καλαθιού

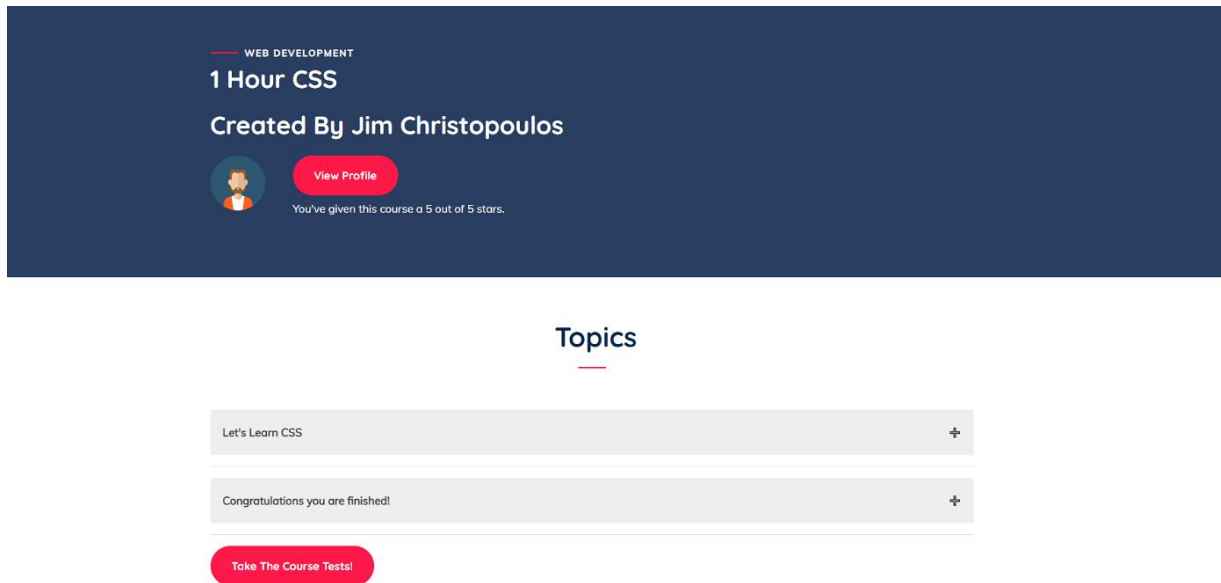
Για την πληρωμή της παραγγελίας χρησιμοποιείται η λειτουργία Sandbox της PayPal για την προσομοίωση της αγοράς. Η συγκεκριμένη λειτουργία προσφέρεται μέσω του developer.paypal.com όπου από εκεί μπορούμε να αποκτήσουμε ένα API για να προσομοιώνουμε σε αντίστοιχες συναλλαγές.



Εικόνα 5.22: Στοιχεία πληρωμής

5.4.2 Παρακολούθηση μαθήματος

Εφόσον αγοράσουν το επιθυμητό μάθημα τότε κατά την επίσκεψή τους στην σελίδα του μαθήματος μπορούν πλέον να δουν όλο το υλικό που προσφέρεται και να ξεκινήσουν την εκμάθηση. Όταν ο εκπαιδευόμενος επιλέγει να παρακολουθήσει μια από τις σειρές των μαθημάτων που έχει αγοράσει τότε του εμφανίζεται η σελίδα παρακολούθησης του μαθήματος.

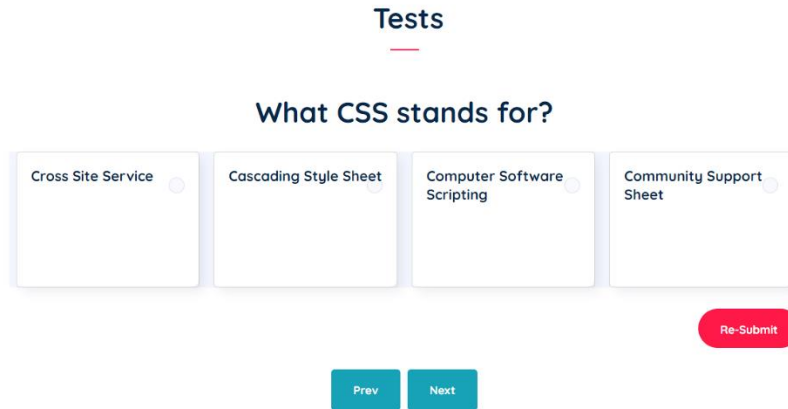


Εικόνα 5.23: Προβολή παρακολούθησης μαθήματος

Τα μαθήματα είναι ομαδοποιημένα σε κατηγορίες μάθησης και ο εκπαιδευόμενος είναι ελεύθερος να παρακολουθήσει τα μαθήματα με όποια σειρά θέλει εφόσον επιλέξει την κατηγορία και του εμφανιστούν οι λίστες με τις ονομασίες των μαθημάτων όπου επιλέγει το επιθυμητό μάθημα για να του εμφανιστεί και το αντίστοιχο βίντεο. Στην περίπτωση που υπάρχει γραπτό υλικό του εμφανίζεται και ένα κουμπί που τον παραπέμπει στην εμφάνιση του. Τέλος, εφόσον το μάθημα είναι αγορασμένο από τον εκπαιδευόμενο του δίνεται πλέον η δυνατότητα να το αξιολογήσει.

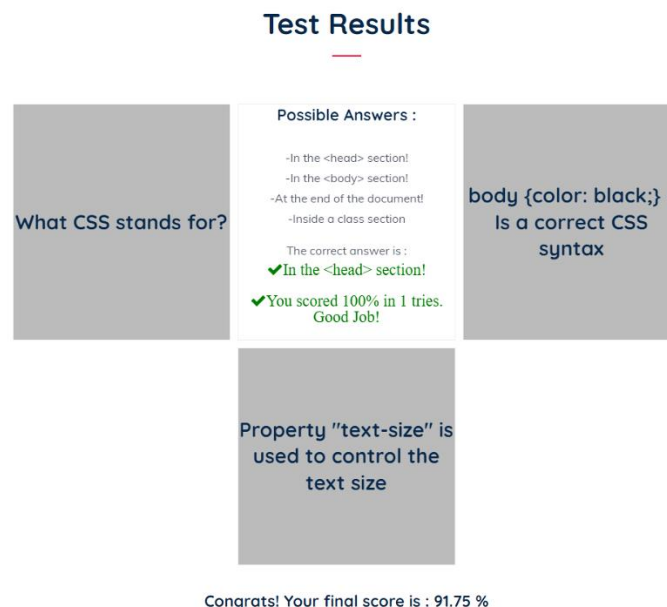
5.4.3 Πραγματοποίηση τεστ

Όπως φαίνεται στο 5.4.2, ο εκπαιδευόμενος μπορεί να πατήσει το κουμπί «Take the course test» και να μεταφερθεί στην αντίστοιχη σελίδα για την πραγματοποίηση του τεστ. Έχουν την δυνατότητα να απαντήσουν τα τεστ του μαθήματος χωρίς να πληρείται κάποιο κριτήριο παρακολούθησης.



Εικόνα 5.24: Διενέργεια τεστ

Κατά την διάρκεια του τεστ, ο εξεταζόμενος μπορεί να απαντήσει σε μια συγκεκριμένη ερώτηση πάνω από μια φορές και να προηγηθεί σε όλες τις ερωτήσεις. Οι μαθητές έχουν πάντα την επιλογή να ξανά εισάγουν τις απαντήσεις τους με μειωμένο ποσοστό επιτυχίας, εκτός εάν πατήσουν το κουμπί που διαγράφει όλες τις προσπάθειες και ξεκινήσουν εκ νέου την συμπλήρωση του τεστ. Σκοπός της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο μαθητής να έχει άπειρες προσπάθειες μέχρι να απαντήσει σωστά σε όλα τα ερωτήματα. Όταν το ολοκληρώσει του εμφανίζεται η επιλογή «View results» όπου μπορεί να δει τα αποτελέσματα.



Εικόνα 5.25: Αποτελέσματα τεστ

5.4.4 Επικοινωνία με εκπαιδευτικό

Υπάρχει η δυνατότητα για επικοινωνία με τον εκπαιδευτικό μέσω email, πρακτικά επικοινωνούν τα δύο email (αποστολέα και παραλήπτη) μέσω της πλατφόρμας. Κάνοντας μια επίσκεψη στο προφίλ του καθηγητή μπορούν να επικοινωνήσουν μαζί του μέσω email πριν προβούν στην αγορά του μαθήματος είτε και ύστερα δηλαδή όταν παρακολουθούν τα μαθήματα στην περίπτωση που έχουν κάποια απορία.

CONTACT MARIA ARVANITI

Have any query?

Your Message

Εικόνα 5.26: Επικοινωνία με εκπαιδευτικό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στο κεφάλαιο 6, αποτυπώνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της εφαρμογής από τους χρήστες.

6.1 Μεθοδολογία έρευνας

Αρχικά, δημιουργήθηκε το ερωτηματολόγιο και περιλαμβάνει τις ερωτήσεις που αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 6.2 . Στην συνέχεια, προσδιορίστηκε το δείγμα της έρευνας το οποίο ήταν οι χρήστες που είχαν ήθελαν να παρακολουθήσουν κάποιο μάθημα. Στο τέλος, έγινε αναπαράσταση των αποτελεσμάτων σε σχεδιαγράμματα.

6.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο δόθηκε σε 10 άτομα και περιλαμβάνει τις παρακάτω ερωτήσεις.

Ερωτήσεις και επιλογές απαντήσεων

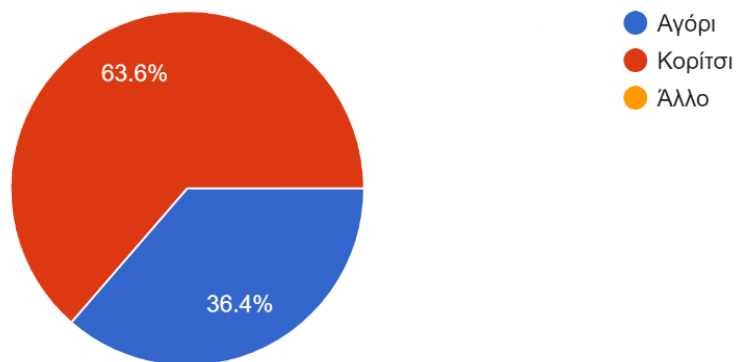
1. Ποιο είναι το φύλο σας;
 - A) Αγόρι
 - B) Κορίτσι
 - Γ) Άλλο
2. Ποια είναι η ηλικία σας;
 - A) Μέχρι 20
 - B) Μέχρι 40
 - Γ) Πάνω από 40
3. Από ποια συσκευή συνδεθήκατε;
 - A) Υπολογιστή
 - B) Tablet
 - Γ) Κινητό
 - Δ) Άλλο

4. Έχετε χρησιμοποιήσει κάποια άλλη πλατφόρμα για να παρακολουθήσετε δωρεάν διαδικτυακό μάθημα;
 - A) Ναι
 - B) Όχι
5. Πως σας φάνηκε η δημιουργία προφίλ;
 - A) Εύκολη
 - B) Απαιτητική
 - Γ) Δύσκολη
6. Με βάση ποια μέθοδο θα επιθυμούσατε να σας γίνεται πρόταση για καινούργια μαθήματα;
 - A) Με βάση το περιεχόμενο των μαθημάτων
 - B) Με βάση τις δικές σας προτιμήσεις
 - Γ) Και τα 2
7. Προτίμηση σχετικά με τα τεστ
 - A) Διενέργεια τεστ μια φορά
 - B) Διενέργεια τεστ απεριόριστες φορές
 - Γ) Διενέργεια τεστ απεριόριστες φορές με μηδενισμό φερών αποτυχίας
8. Προτιμάτε τα τεστ να είναι
 - A) Ανά μάθημα
 - B) Ανά κεφάλαιο
 - Γ) Κατά την ολοκλήρωση του μαθήματος
9. Προτίμηση σχετικά με την επικοινωνία με τους καθηγητές
 - A) Άμεση (τύπου chat box)
 - B) Έμμεση (email)
10. Προτίμηση μάθησης
 - A) Οπτικοακουστικό υλικό
 - B) Αρχεία κειμένου
11. Θα επιθυμούσατε να σας αποδίδεται πιστοποιητικό παρακολούθησης κατά την ολοκλήρωση του μαθήματος;
 - A) Ναι
 - B) Όχι

6.3 Αποτελέσματα έρευνας

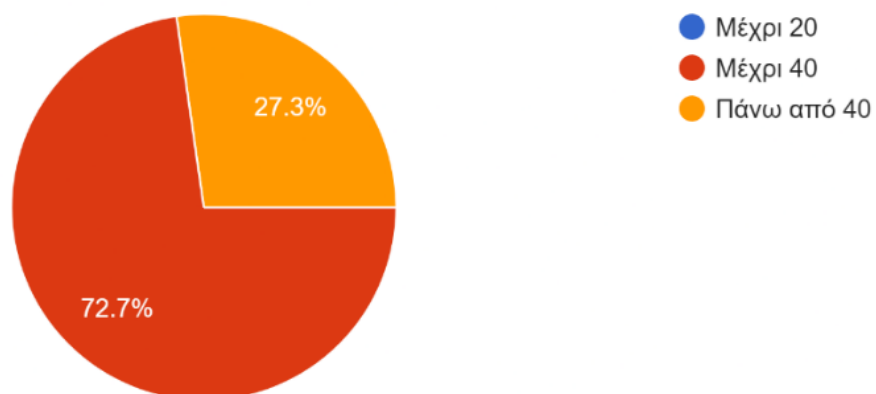
Στην συνέχεια, αναπαρίστανται με την μορφή γραφήματος τα αποτελέσματα της έρευνας. Στο υποκεφάλαιο 6.3.1 σχολιάζονται τα αποτελέσματα.

Το ερωτηματολόγιο το πραγματοποίησαν περισσότερες γυναίκες απ' ότι άντρες.



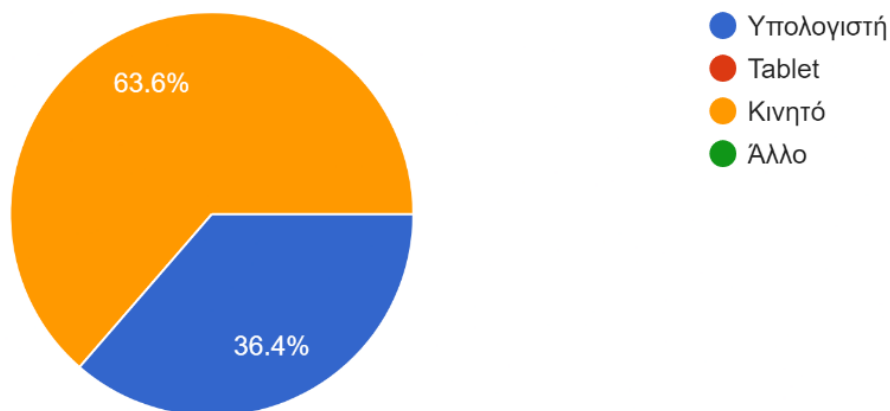
Γράφημα 1 : Ποιο είναι το φύλο σας;

Οι περισσότεροι ήταν μέχρι 40 ετών ενώ υπήρξε και ένα μικρό δείγμα άνω των 40 ετών.



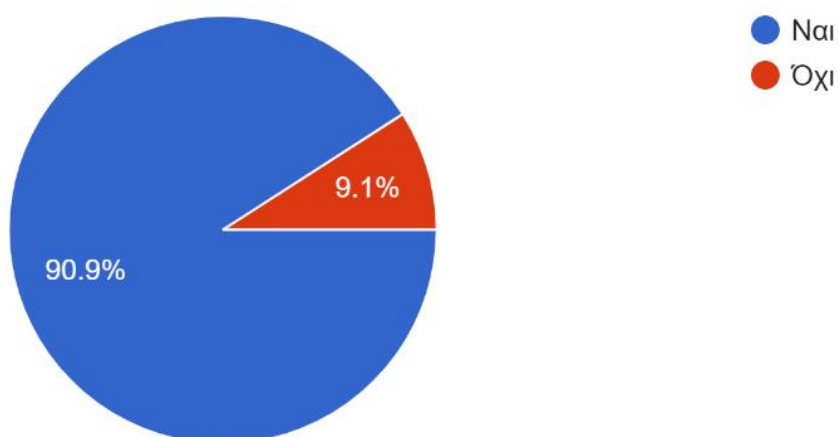
Γράφημα 2 : Ποια είναι η ηλικία σας;

Παρατηρώντας το επόμενο γράφημα βλέπουμε ότι οι περισσότεροι προτίμησαν να συνδεθούν από το κινητό.



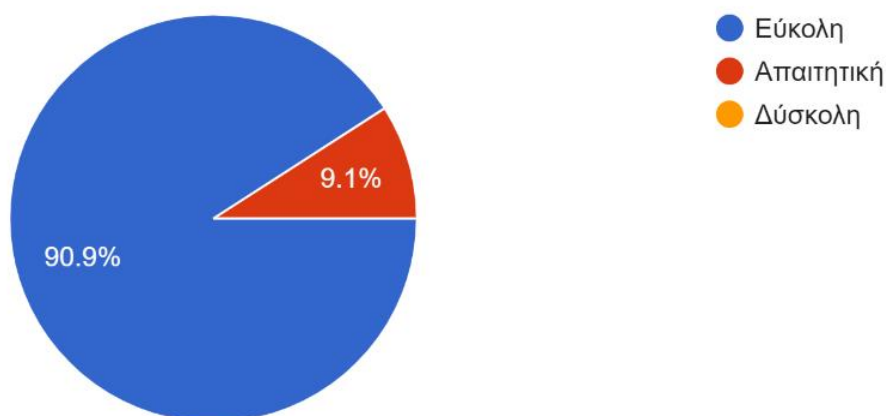
Γράφημα 3 : Από ποια συσκευή συνδεθήκατε;

Η πλειονότητα των ανθρώπων έχουν χρησιμοποιήσει κάποια άλλη πλατφόρμα στο παρελθόν για να παρακολουθήσουν δωρεάν online μάθημα.



Γράφημα 4 : Έχετε χρησιμοποιήσει κάποια άλλη πλατφόρμα για να παρακολουθήσετε δωρεάν διαδικτυακό μάθημα;

Το ίδιο ποσοστό ψήφισε ότι η παρακολούθηση του μαθήματος στην συγκεκριμένη πλατφόρμα ήταν εύκολη και μόνο ένας στους δέκα την αξιολόγησε ως απαιτητική.



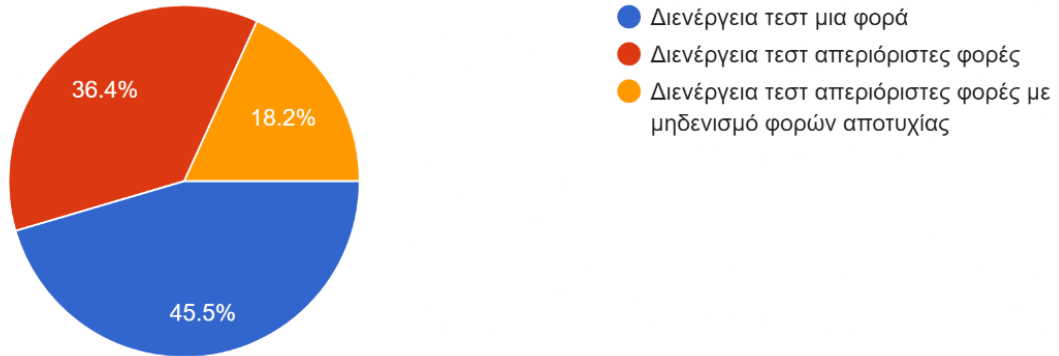
Γράφημα 5 : Πως σας φάνηκε η παρακολούθηση μαθήματος;

Στην συγκεκριμένη ερώτηση, οι περισσότεροι θα ήθελαν η πρόταση για καινούργια μαθήματα να γίνεται με συνδυαστική μέθοδο.



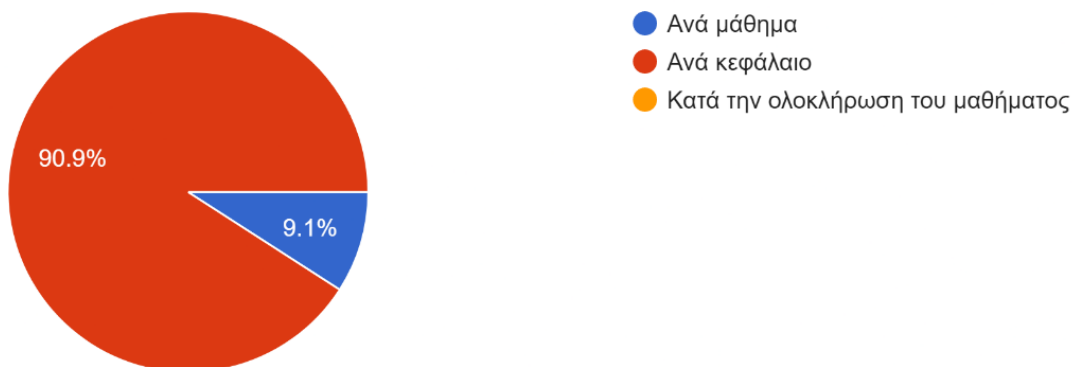
Γράφημα 6 : Με βάση ποια μέθοδο θα επιθυμούσατε να σας γίνεται πρόταση για καινούργια μαθήματα;

Οι περισσότεροι προτιμούν να πραγματοποιούν το τεστ μόνο μια φορά.



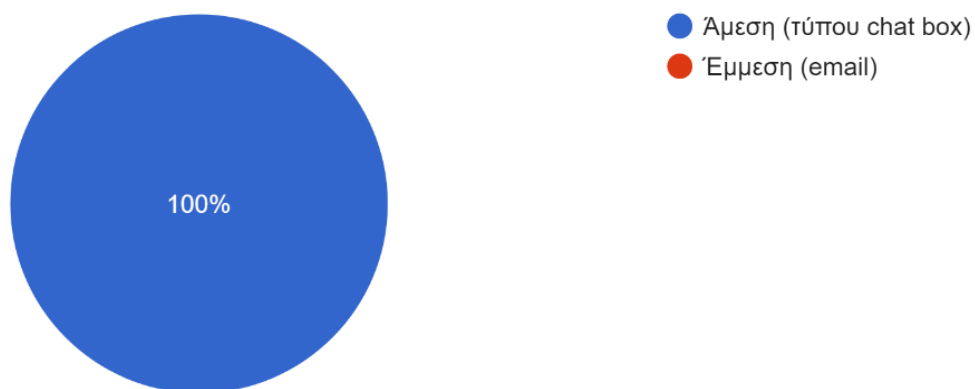
Γράφημα 7 : Προτίμηση σχετικά με τα τεστ

Σχεδόν όλοι ψήφισαν ότι τα τεστ θα έπρεπε να πραγματοποιούνται ανά κεφάλαιο.



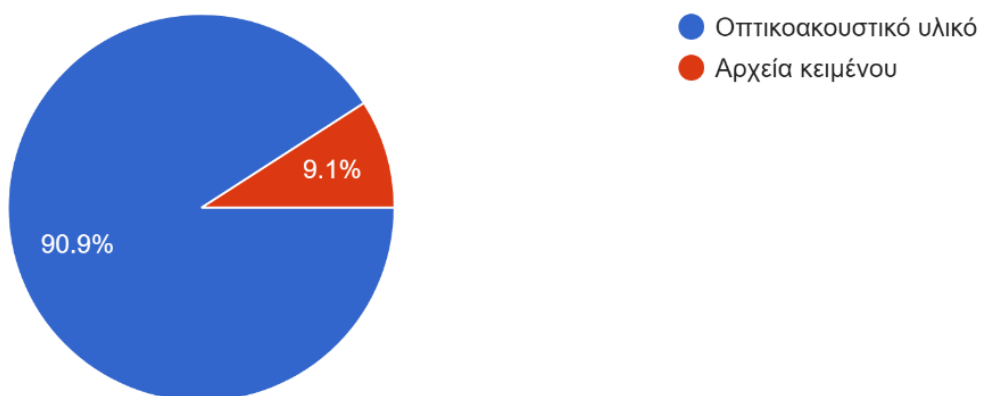
Γράφημα 8 : Προτιμάτε τα τεστ να είναι

Παρατηρείται ότι όλο το δείγμα ψήφισε καταφατικά ότι προτιμούν την άμεση επικοινωνία με τους καθηγητές.



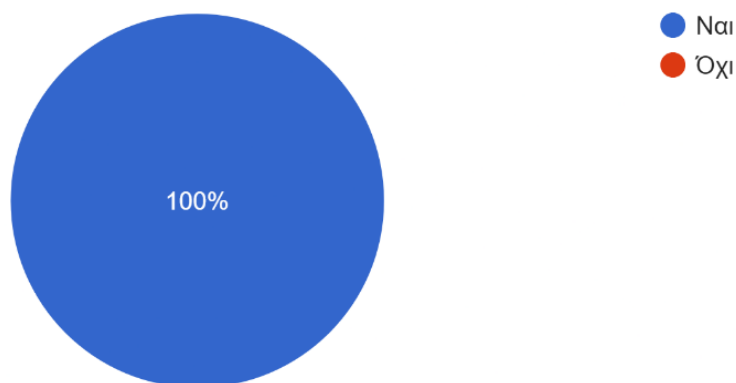
Γράφημα 9 : Προτίμηση σχετικά με την επικοινωνία με τους καθηγητές

Μόνο ένα μικρό ποσοστό δήλωσε προτίμηση για την εκμάθηση μέσω αρχείων κειμένου.



Γράφημα 10 : Προτίμηση μάθησης

Όλο το δείγμα ψήφισε ομόφωνα ότι τέτοιου είδους πλατφόρμες θα πρέπει να δίνουν πιστοποιητικά όταν ολοκληρώνουν τα μαθήματα.



Γράφημα 11 : Θα επιθυμούσατε να σας αποδίδεται πιστοποιητικό παρακολούθησης κατά την ολοκλήρωση του μαθήματος;

6.3.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου

Ο στόχος του ερωτηματολογίου ήταν η αξιολόγηση της πλατφόρμας που δημιουργήθηκε και ταυτόχρονα η λήψη καινούργιων προτάσεων σχετικά με πλατφόρμες που προσφέρουν διαδικτυακά μαθήματα από την οπτική του εκπαιδευόμενου.

Οι τρεις πρώτες ερωτήσεις ήταν γενικού τύπου έτσι ώστε να έχουμε μια καλύτερη εικόνα σχετικά με το δείγμα που πραγματοποίησε το ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το μεγαλύτερο πλήθος που απάντησαν ήταν γυναίκες, συγκεκριμένα μεταξύ των ηλικιών 20 – 40 χρονών και προτίμησαν να συνδεθούν μέσω κινητού.

Το μεγαλύτερο πλήθος του δείγματος είχε παρακολουθήσει στο παρελθόν μάθημα μέσω μιας διαδικτυακής πλατφόρμας και αξιολόγησε ως αρκετά εύκολη την διαδικασία που ακολούθησε μέσα στην πλατφόρμα για να παρακολουθήσει το μάθημα. Να σημειωθεί ότι το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης ερώτησης ήταν αρκετά θετικό για την διαδικτυακή πλατφόρμα γιατί σημαίνει ότι οι χρήστες την αξιολόγησαν ως εύκολη διαδικασία συγκριτικά με τις προηγούμενες πλατφόρμες που είχαν επισκεφθεί.

Η πλειονότητα των ατόμων ψήφισε η πρόταση για καινούργια μαθήματα να γίνεται συνδυαστικά με βάση το περιεχόμενο των μαθημάτων αλλά και με βάση τις προτιμήσεις

τους. Πιθανότατα να ψήφισαν τον συνδυασμό των δύο τεχνικών διότι ίσως θεώρησαν ότι υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό να παρακολουθήσουν τα μαθήματα που θα λάμβαναν ως προτεινόμενα.

Όσο αφορά τα τεστ σχεδόν όλοι ψήφισαν να πραγματοποιούνται ανά κεφάλαιο. Ωστόσο οι απόψεις δίστανται σχετικά με την διενέργεια τους αφού ήταν μικρή η διαφορά των ατόμων που ψήφισαν ότι θα πρέπει να γίνεται μια φορά με τα άτομα που ψήφισαν ότι θα πρέπει να γίνεται απεριόριστες φορές.

Όλοι όσοι απάντησαν το ερωτηματολόγιο ψήφισαν ότι θα ήθελαν η επικοινωνία με τον καθηγητή να είναι άμεση. Ήταν μια αρκετά αναμενόμενη απάντηση διότι η άμεση επικοινωνία με τον καθηγητή καθιστά την επίλυση των αποριών πιο εύκολη και άμεση αφού ο μαθητής θα μπορεί να προχωρήσει παρακάτω χωρίς να έχει μαθησιακά κενά.

Έπειτα παρατηρήσαμε ότι το μεγαλύτερο δείγμα προτιμάει το οπτικό ακουστικό υλικό ως τρόπο μάθησης. Έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το δείγμα μας αποτελείται από άτομα που έχουν παρατηρήσει ότι βλέποντας ή ακούγοντας το μάθημα είναι πιο εύκολο να το κατανοήσουν και να το απομνημονεύσουν σε σχέση με το να διάβαζαν ένα αρχείο κειμένου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας αλλά και οι μελλοντικές επεκτάσεις που μπορούν να υλοποιηθούν γύρω από την συγκεκριμένη εφαρμογή.

7.1 Συμπεράσματα σχετικά με τα συστήματα συστάσεων

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας παρουσιάστηκαν θεωρητικά τα συστήματα συστάσεων με λεπτομερή ανάλυση στα συστήματα που έχουν δημιουργηθεί με βάση το περιεχόμενο, την συνεργασία, την γνώση και τα υβριδικά συστήματα.

Τα συστήματα συστάσεων εμφανίστηκαν για πρώτη φορά ως εργαλεία φιλτραρίσματος, κυρίως σχεδιάστηκαν για την απόρριψη αντικειμένων σε μεγάλες βάσεις δεδομένων προϊόντων και υπηρεσιών που δεν ήταν κατάλληλα για τις ανάγκες του χρήστη. Αυτή η ανάγκη προκύπτει εξαιτίας του προβλήματος της υπερφόρτωσης πληροφοριών, το οποίο εμφανίστηκε τα τελευταία χρόνια, γιατί οι άνθρωποι παράγουν μεγάλες ποσότητες πληροφοριών αλλά αυτός ο όγκος πληροφοριών δεν διαχειρίζεται σωστά. Τώρα, μέσω της έρευνας σχετικά με συστήματα συστάσεων, φαίνεται ότι οι εργασίες και οι λειτουργίες του χρήστη που υποστηρίζονται από τέτοια συστήματα ποικίλλουν.

Τα συστήματα συστάσεων πρέπει να διαχειρίζονται προσεκτικά τον διάλογο ανθρώπου-μηχανής έτσι ώστε ακόμη και άπειροι χρήστες να μπορούν να χρησιμοποιήσουν το σύστημα αποτελεσματικά. Από τη βιβλιογραφία και όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, τα συστήματα συστάσεων επικεντρώνονται σε ανθρώπους και όχι σε μηχανές. Η απόλυτη αποτελεσματικότητα των συστημάτων συστάσεων βασίζεται στους αλγόριθμους και στην ικανότητά τους να εξάγουν χρήσιμα και νέα προϊόντα και υπηρεσίες από τον διαθέσιμο κατάλογο. Ωστόσο, ακόμα κι αν οι συμβουλές είναι χρήσιμες, οι χρήστες μπορεί να αντιμετωπίσουν δυσκολίες εάν το σύστημα δεν είναι εύκολο στη διαχείριση, η περιγραφή του στοιχείου είναι πολύ σύντομη ή η πλοήγηση του ιστότοπου προκαλεί σύγχυση. Η χρηστικότητα του συστήματος είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα και ακόμη και μια άχρηστη

αλλά σωστή πρόταση (π.χ. ένα μάθημα που έχει ήδη ολοκληρώσει ο χρήστης) μπορεί να αυξήσει την εμπιστοσύνη του χρήστη στο σύστημα.

Η παροχή συστάσεων και η εξατομίκευση πληροφοριών είναι ένας βασικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητα ενός ιστότοπου συναλλαγών: η ικανότητα «κατανόησης» των αναγκών κάθε χρήστη, η προσαρμογή των πόρων του για την καλύτερη κάλυψη των αναγκών του. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσουν τα σύγχρονα συστήματα συστάσεων, δηλαδή την προστασία του απορρήτου των χρηστών και την εύρεση κατάλληλων τρόπων για την εκμετάλλευση των συλλεγόμενων δεδομένων που συλλέγονται μέσω των κοινωνικών δικτύων.

7.2 Μελλοντικές επεκτάσεις στην πλατφόρμα

Υπάρχουν αρκετές επεκτάσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στο σύστημα. Για την καλύτερη διευκόλυνση και κατανόηση θα τις χωρίσουμε σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη είναι οι επεκτάσεις οι οποίες μπορούν να γίνουν στο σύστημα συστάσεων, η δεύτερη κατηγορία είναι οι επεκτάσεις που αφορούν το λειτουργικό κομμάτι της πλατφόρμας και η τρίτη αναφέρεται στις επεκτάσεις που μπορούν να υλοποιηθούν στην πλατφόρμα για να προσφέρει περισσότερες δυνατότητες και λειτουργίες στους χρήστες που είναι εγγεγραμμένοι ως εκπαιδευόμενοι.

Από την πλευρά των συστημάτων συστάσεων θα μπορούσε να διερευνηθεί πόσο γρήγορο θα γινόταν το σύστημα εάν ο υπολογισμός της συνάρτησης ομοιότητας χρήστη και της πρόβλεψης προτιμήσεων εκτελούνταν σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή και όχι στον τοπικό πελάτη. Μια άλλη ιδέα είναι η εφαρμογή ενός συστήματος συστάσεων που θα προτείνει στον σχεδιαστή ενός τέτοιου συστήματος την ιδανική του επιλογή με βάση παραμέτρους όπως το μέγεθος των δεδομένων εισόδου.

Μια μελλοντική επέκταση αυτής της πειραματικής μελέτης πρόκειται να εφαρμοστεί σε ένα περιβάλλον όπου τα δεδομένα κάθε χρήστη θα βρίσκονται σε ξεχωριστή συσκευή. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατή η παράλληλη εκπαίδευση τοπικών μοντέλων και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με πιθανές διαφορές στο χρόνο εκτέλεσης. Επίσης, μπορούν να επεκταθούν οι πληροφορίες που αποθηκεύει το σύστημα έτσι ώστε να υλοποιηθούν καλύτερα οι αλγόριθμοι συστάσεων, αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με την μελέτη της αλληλεπίδρασης των χρηστών με την πλατφόρμα. Μια άλλη μελλοντική επέκταση αυτής της

εργασίας είναι η μελέτη του τρόπου αντιμετώπισης της κατάστασης των κακόβουλων χρηστών στο πλαίσιο των συστημάτων συνεργατικής μάθησης.

Από την μεριά των δυνατοτήτων που προσφέρει η πλατφόρμα στους χρήστες υπάρχουν ποικίλες ιδέες για επεκτάσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν. Αρχικά, θα μπορούσε να υπάρχει μεγαλύτερη προσθήκη στοιχείων κατά την διάρκεια της εγγραφής έτσι ώστε να υλοποιηθεί ένα πιο έξυπνο σύστημα συστάσεων που θα ομαδοποιεί τους χρήστες σε ομάδες με κοινά χαρακτηριστικά και θα τους προτείνει μαθήματα που έχουν παρακολουθήσει και βαθμολογήσει τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Έπειτα, με τις σωστές τροποποιήσεις μπορεί να δοθεί η επιλογή στους χρήστες να έχουν ταυτόχρονα δύο ρόλους, δηλαδή να είναι εγγεγραμμένοι ως καθηγητές αλλά να μπορούν να παρακολουθήσουν μάθημα κάποιου άλλου εκπαιδευτικού. Επιπρόσθετα, μπορεί να υλοποιηθεί ένα εργαλείο άμεσης επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών είτε είναι εκπαιδευτικοί είτε εκπαιδευόμενοι. Αυτό θα βοηθήσει στην άμεση επίλυση αποριών που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης. Επίσης, πρέπει να προστεθούν περισσότερες κατηγορίες μαθημάτων έτσι ώστε να προσελκύσει περισσότερους χρήστες. Τέλος, μια επέκταση του προγράμματος θα μπορούσε να είναι η τηλεδιάσκεψη εκπαιδευτή με εκπαιδευόμενο κατά την οποία ο καθηγητής θα εξετάζει τον μαθητή με σκοπό να του δώσει την αντίστοιχη πιστοποίηση.

Ας ελπίσουμε ότι στο μέλλον θα δοθεί η δυνατότητα για την υλοποίηση των παραπάνω επεκτάσεων, υλοποιώντας μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα που θα προσφέρει ένα πιο έξυπνο σύστημα συστάσεων, με νέες δυνατότητες και λειτουργίες για να καλυφθούν όλες οι απαιτήσεις των χρηστών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. History of recommender systems, Sándor Apáthy, <https://bit.ly/3PWRcaZ> , 01/08/2022
2. An In-Depth Guide to How Recommender Systems Work, Badreesh Shetty, 24/07/2019, <https://bit.ly/3QQyS48>, 13/09/2022
3. Recommendation Algorithm with SVD, Jake Tae, 09/12/2019, <https://bit.ly/3LeAdQL>, 20/09/22
4. The Netflix Prize: How a \$1 Million Contest Changed Binge-Watching Forever, Dan Jackson, 07/07/2017, <https://bit.ly/2AUttqL>, 30/09/2022
5. Paul Resnick and Hal R. Varian. 1997. Recommender systems. *Commun. ACM* 40, 3 (March 1997), 56–58. <https://doi.org/10.1145/245108.245121>
6. Burke, Robin. (2002). Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 12. 10.1023/A:1021240730564.
7. Jonathan L. Herlocker, Joseph A. Konstan, Loren G. Terveen, and John T. Riedl. 2004. Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Trans. Inf. Syst.* 22, 1 (January 2004), 5–53. <https://doi.org/10.1145/963770.963772>
8. Ricci, Francesco & Rokach, Lior & Shapira, Bracha. (2010). *Recommender Systems Handbook*. 10.1007/978-0-387-85820-3_1.
9. Estrela, David & Batista, Sergio & Martinho, Diogo & Marreiros, Goreti. (2017). A Recommendation System for Online Courses. 195-204. 10.1007/978-3-319-56535-4_20.
10. Troussas, Christos & Krouska, Akrivi & Virvou, Maria. (2018). Multi-Algorithmic Techniques and a Hybrid Model for Increasing the Efficiency of Recommender Systems. 184-188. 10.1109/ICTAI.2018.00037.
11. Mohamed, Marwa & Khafagy, Mohamed & Ibrahim, Mohamed. (2019). Recommender Systems Challenges and Solutions Survey. 10.1109/ITCE.2019.8646645.
12. Zhang, Qian & Lu, Jie & Zhang, Guangquan. (2021). Recommender Systems in E-learning. *Journal of Smart Environments and Green Computing*. 1. 10.20517/jsegc.2020.06.
13. Christos Troussas, Akrivi Krouska, Cleo Sgouropoulou, "Enhancing Human-Computer Interaction in Digital Repositories through a MCDA-Based Recommender System", *Advances in Human-Computer Interaction*, vol. 2021, Article ID 7213246, 7 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/7213246>
14. Udemy, <https://bit.ly/3xOROCa> , 10/08/22

15. Mallari Vijay Kumar, P.N.V.S. Pavan Kumar, «A Study on Different Phases and Various Recommendation System Techniques», 2019, <https://bit.ly/3LFHVUp>
16. Μπλάτζη Βασιλική, «Γραφοθεωρητικές μεθοδολογίες για την δημιουργία συστημάτων σύστασης», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά, 2015, <https://bit.ly/3LXHLYt>
17. Μιχελής Μάριος, «Συστήματα συστάσεων : σύγχρονες προσεγγίσεις και προτάσεις επέκτασής τους», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής (ΜΔΕ), Πανεπιστήμιο Πατρών, 2020, <https://bit.ly/3RplJz5>
18. Kanetaki, Z., Stergiou, C., Bekas, G., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2021). Analysis of Engineering Student Data in Online Higher Education During the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 11(6), pp. 27– 49. <https://doi.org/10.3991/ijep.v11i6.23259>.
19. Kanetaki, Z., Stergiou, C., Bekas, G., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2021). Creating a Metamodel for Predicting Learners' Satisfaction by Utilizing an Educational Information System During COVID-19 Pandemic. In *Novelties in Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 1st International Conference (NIDS 2021)*, Athens, Greece, September 30-October 1, 2021 (Vol. 338, p. 127-136). IOS Press. doi:10.3233/FAIA210085.
20. Kanetaki, Z., Stergiou, C., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2021). Development of an Innovative Learning Methodology Aiming to Optimize Learners' Spatial Conception in an Online Mechanical CAD Module During COVID-19 Pandemic. In *Novelties in Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 1st International Conference (NIDS 2021)*, Athens, Greece, September 30-October 1, 2021 (Vol. 338, p. 31-39). IOS Press. doi:10.3233/FAIA210072.
21. Kanetaki, Z., Stergiou, C., Bekas, G., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2021). Data Mining for Improving Online Higher Education Amidst COVID-19 Pandemic: A Case Study in the Assessment of Engineering Students. *Novelties in Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 1st International Conference (NIDS 2021)*, Athens, Greece, September 30-October 1, 2021 (Vol. 338, p. 157-165). doi:10.3233/FAIA210088.
22. Kapetanaki, A., Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2021). A Novel Framework Incorporating Augmented Reality and Pedagogy for Improving Reading Comprehension in Special Education. In *Novelties in Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 1st*

International Conference (NIDS 2021), Athens, Greece, September 30-October 1, 2021 (Vol. 338, p. 105-110). IOS Press. doi:10.3233/FAIA210081.

23. Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M., (2019). "Social networks as a learning environment: Developed applications and comparative analysis," 2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/IISA.2017.8316430.
24. Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M., (2019). A literature review of social networking-based learning systems using a novel ISO-based framework, *Intelligent Decision Technologies*, vol. 13, no. 1, pp. 23–39, 2019. DOI: 10.3233/IDT-190362.
25. Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2019). SN-learning: An exploratory study beyond e-learning and evaluation of its applications using EV-SNL framework. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35, 168–177. <https://doi.org/10.1111/jcal.12330>.
26. Krouska, A., Troussas, C., Virvou, M. (2019). Computerized Adaptive Assessment Using Accumulative Learning Activities Based on Revised Bloom’s Taxonomy. In: Virvou, M., Kumeno, F., Oikonomou, K. (eds) *Knowledge-Based Software Engineering: 2018. JCKBSE 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 108. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97679-2_26.
27. Krouska, A., Troussas, C., Sgouropoulou, C. (2020). Applying Genetic Algorithms for Recommending Adequate Competitors in Mobile Game-Based Learning Environments. In: Kumar, V., Troussas, C. (eds) *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12149. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49663-0_23.
28. Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2020). Usability and Educational Affordance of Web 2.0 tools from Instructors’ Perspective. In *Proceedings of the 24th Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI 2020)* (pp. 107-110). ACM, <https://doi.org/10.1145/3437120.3437286>
29. Krouska A, Troussas C, Sgouropoulou C., (2021). A Cognitive Diagnostic Module Based on the Repair Theory for a Personalized User Experience in E-Learning Software. *Computers*. 2021; 10(11):140. <https://doi.org/10.3390/computers10110140>.
30. Krouska, A., Troussas, C. & Sgouropoulou, C., (2022). Mobile game-based learning as a solution in COVID-19 era: Modeling the pedagogical affordance and student interactions. *Educ Inf Technol* 27, 229–241 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10672-3>

31. Maroungkas, A., Troussas, C., Krouska, A., Sgouropoulou C. (2021). A Framework for Personalized Fully Immersive Virtual Reality Learning Environments with Gamified Design in Education. In *Novelties in Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 1st International Conference (NIDS 2021)*, Athens, Greece, September 30- October 1, 2021 (Vol. 338, p. 95-104). IOS Press. doi:10.3233/FAIA210080.
32. Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Measuring User Experience, Usability and Interactivity of a Personalized Mobile Augmented Reality Training System. *Sensors*, 21(11), 3888, <https://doi.org/10.3390/s21113888>
33. Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). User acceptance of augmented reality welding simulator in engineering training. *Educ Inf Technol.*, <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10418-7>
34. Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Exploration of Augmented Reality in Spatial Abilities Training: A Systematic Literature Review for the Last Decade. *Informatics in Education*, 20(1), 107-130, <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.06>
35. Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). On the development of a personalized augmented reality spatial ability training mobile application. *Novelties in intelligent digital systems: Proceedings of the 1st International Conference (NIDS 2021)*, Athens, Greece, September 30–October 1, 2021, pp. 75–83. <https://doi.org/10.3233/FAIA210078>.
36. Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A. (2022) User acceptance of augmented reality welding simulator in engineering training. *Educ Inf Technol* 27, 791–817 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10418-7>
37. Troussas, C., Virvou, M. & Alepis, E., (2013). Comulang: towards a collaborative elearning system that supports student group modeling. *SpringerPlus* 2, 387 (2013). <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-387>.
38. Troussas, C., Virvou, M., Caro, J., & Espinosa, K. J. (2013). Language Learning Assisted by Group Profiling in Social Networks. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 8(3), pp. 35–38. <https://doi.org/10.3991/ijet.v8i3.2684>.
39. Troussas, C., Virvou, M., & Espinosa, K. J. (2015). Using Visualization Algorithms for Discovering Patterns in Groups of Users for Tutoring Multiple Languages through Social Networking. *J. Networks*, 10(12), 668-674.

40. Troussas, C., Krouska, A., and Virvou, M., (2016) "Evaluation of ensemble-based sentiment classifiers for Twitter data," 2016 7th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/IISA.2016.7785380.
41. Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2019). Adaptive e-learning interactions using dynamic clustering of learners' characteristics. In 2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2019) (pp. 1-7). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2019.8900722>
42. Troussas C., Krouska A., & Sgouropoulou C. (2020). Dynamic Detection of Learning Modalities Using Fuzzy Logic in Students' Interaction Activities. In: Kumar V., Troussas C. (eds) Intelligent Tutoring Systems. ITS 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12149. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-49663-0_24
43. Troussas C., Krouska A., Sgouropoulou C. (2020). Towards a Reference Model to Ensure the Quality of Massive Open Online Courses and E-Learning. In: Frasson C., Bamidis P., Vlamos P. (eds) Brain Function Assessment in Learning. BFAL 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12462. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60735-7_18.
44. Troussas, C., Krouska, A., Alepis E., & Virvou M., (2020). Intelligent and adaptive tutoring through a social network for higher education, *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 26:3-4, 138-167, doi: 10.1080/13614568.2021.1908436.
45. Troussas, C., Krouska, A., Sgouropoulou C., (2020) Collaboration and fuzzy modeled personalization for mobile game-based learning in higher education, *Computers & Education*, Volume 144, 2020, 103698. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698>.
46. Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). A Novel Teaching Strategy through Adaptive Learning Activities for Computer Programming. *IEEE Transactions on Education*, <https://doi.org/10.1109/TE.2020.3012744>
47. Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2020). Using a Multi Module Model for Learning Analytics to Predict Learners' Cognitive States and Provide Tailored Learning Pathways and Assessment. In Virvou M., Alepis E., Tsihrintzis G., Jain L. (eds) *Machine Learning Paradigms. Intelligent Systems Reference Library*, vol 158. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13743-4_2
48. Troussas, C., Krouska, A., Sgouropoulou, C., (2021) Enhancing Human-Computer Interaction in Digital Repositories through a MCDA-Based Recommender System,

Advances in Human-Computer Interaction, vol. 2021, Article ID 7213246, 7 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/7213246> 47.

49. Troussas C., Krouska A., Sgouropoulou C. (2021) Improving Learner-Computer Interaction through Intelligent Learning Material Delivery Using Instructional Design Modeling. *Entropy*. 2021; 23(6):668. <https://doi.org/10.3390/e23060668>.
50. Troussas, C., Krouska, A. & Sgouropoulou, C. (2021). Impact of social networking for advancing learners' knowledge in E-learning environments. *Educ Inf Technol* 26, 4285–4305 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10483-6>.
51. Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2022). Enriching Mobile Learning Software with Interactive Activities and Motivational Feedback for Advancing Users' High-Level Cognitive Skills. *Computers*, 11(2), 18.
52. Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C., (2021). "A Novel Teaching Strategy Through Adaptive Learning Activities for Computer Programming," in *IEEE Transactions on Education*, vol. 64, no. 2, pp. 103-109, May 2021, doi: 10.1109/TE.2020.3012744.
53. M. Virvou and C. Troussas, "Web-based student modeling for learning multiple languages," *International Conference on Information Society (i-Society 2011)*, 2011, pp. 423-428, doi: 10.1109/i-Society18435.2011.5978484.
54. Virvou, M., Troussas, C., Caro, J., Espinosa, K.J. (2012). User Modeling for Language Learning in Facebook. In: Sojka, P., Horák, A., Kopeček, I., Pala, K. (eds) *Text, Speech and Dialogue. TSD 2012. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7499. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32790-2_42
55. Coulianos, N., Sapidou, A., Krouska, A., Troussas, C., Sgouropoulou, C. (2023). Evaluating E-Learning Process on Virtual Classroom Systems Using an ISO-Based Model. In: Krouska, A., Troussas, C., Caro, J. (eds) *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 2nd International Conference (NiDS 2022)*. NiDS 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 556. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_4
56. Krouska, A., Troussas, C., Sgouropoulou, C. (2023). Extended Technology Acceptance Models for Digital Learning: Review of External Factors. In: Krouska, A., Troussas, C., Caro, J. (eds) *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 2nd International Conference (NiDS 2022)*. NiDS 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 556. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_6

- 57.** Kanetaki, Z., Stergiou, C., Troussas, C., Sgouropoulou, C. (2023). Developing Novel Learning Spaces Through Social Media Channels for Sustainable CAD Engineering Education. In: Krouska, A., Troussas, C., Caro, J. (eds) *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 2nd International Conference (NiDS 2022)*. NiDS 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 556. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_35
- 58.** Troussas, C., Krouska, A., Sgouropoulou, C. (2023). Employing FFNN and Learning Styles to Improve Knowledge Acquisition in Educational Digital Games. In: Krouska, A., Troussas, C., Caro, J. (eds) *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 2nd International Conference (NiDS 2022)*. NiDS 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 556. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_10
- 59.** Papakostas C, Troussas C, Krouska A, Sgouropoulou C. Personalization of the Learning Path within an Augmented Reality Spatial Ability Training Application Based on Fuzzy Weights. *Sensors*. 2022; 22(18):7059. <https://doi.org/10.3390/s22187059>
- 60.** M. Virvou, C. Troussas and E. Alepis, "Machine learning for user modeling in a multilingual learning system," *International Conference on Information Society (i-Society 2012)*, 2012, pp. 292-297.
- 61.** Krouska, A., Troussas, C. and Sgouropoulou, C. 2019. Fuzzy Logic for Refining the Evaluation of Learners' Performance in Online Engineering Education. *European Journal of Engineering and Technology Research*. 4, 6 (Jun. 2019), 50–56. DOI: <https://doi.org/10.24018/ejeng.2019.4.6.1369>.
- 62.** Krouska, A., Troussas, C., Sgouropoulou, C. (2020). A Personalized Brain-Based Quiz Game for Improving Students' Cognitive Functions. In: Frasson, C., Bamidis, P., Vlamos, P. (eds) *Brain Function Assessment in Learning. BFAL 2020*. *Lecture Notes in Computer Science()*, vol 12462. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60735-7_11
- 63.** Troussas, C., Chrysafiadi, K., Virvou, M. (2018). Machine Learning and Fuzzy Logic Techniques for Personalized Tutoring of Foreign Languages. In: , et al. *Artificial Intelligence in Education. AIED 2018*. *Lecture Notes in Computer Science()*, vol 10948. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93846-2_67
- 64.** Troussas, C., Virvou, M. & Alepis, E. Comulang: towards a collaborative e-learning system that supports student group modeling. *SpringerPlus* 2, 387 (2013). <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-387>

- 65.** K. Chrysafiadi, C. Troussas and M. Virvou, "A Framework for Creating Automated Online Adaptive Tests Using Multiple-Criteria Decision Analysis," 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2018, pp. 226-231, doi: 10.1109/SMC.2018.00049.
- 66.** A. Krouska, C. Troussas, A. Voulodimos, C. Sgouropoulou, A 2-tier fuzzy control system for grade adjustment based on students' social interactions, *Expert Systems with Applications*, Volume 203, 2022, 117503, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117503>.
- 67.** Kanetaki Z, Stergiou C, Bekas G, Jacques S, Troussas C, Sgouropoulou C, Ouahabi A. Acquiring, Analyzing and Interpreting Knowledge Data for Sustainable Engineering Education: An Experimental Study Using YouTube. *Electronics*. 2022; 11(14):2210. <https://doi.org/10.3390/electronics11142210>