



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση
προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της
πλατφόρμας Machine Learning ML.NET**

Πατρίκιος Διονύσιος

ΑΜ: 71344969

Εισηγητής: Δρ. Κοσμάτος Ευάγγελος

Πρεζεράκος Γεώργιος, Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2020

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML.NET

Προπτυχιακός Φοιτητής, Πατρίκιος Διονύσιος

AM: 71344969

Εισηγητής: Δρ. Κοσμάτος Ευάγγελος

Πρεζεράκος Γεώργιος, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Πρεζεράκος Γεώργιος (Επιβλέπον Κοσμάτος Ευάγγελος)

Ζάχαρης Νικόλαος

Μπόγρης Αντώνιος

Ημερομηνία εξέτασης: 16/11/2020

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Πατρίκιος Διονύσιος, του Γεράσιμου, με αριθμό μητρώου 71344969, φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή ολοκληρώθηκε με αρκετή προσπάθεια και υπό δύσκολες συνθήκες καθώς την περίοδο της συγγραφής της εργαζόμουν ως Front End Developer. Το γνωστικό αντικείμενο της εργασίας είναι ενδιαφέρον διότι ασχολείται με τον τομέα του Machine Learning και συγκεκριμένα με το Product Recommendation (πρόταση προϊόντων). Την ιδέα αυτή την σκεφτικά κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης καθώς παρατήρησα ότι υπήρχε η ανάγκη για την υλοποίηση ενός συστήματος προτάσεων προϊόντων.

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου Κ. Ευάγγελο Κοσμάτο ο οποίος μου έδωσε την δυνατότητα να υλοποιήσω αυτήν την ιδέα μου ως πτυχιακή εργασία και ήταν πάντα διαθέσιμος και πρόθυμος να με συμβουλευεί.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου οι οποίοι με στήριζαν και ήταν δίπλα μου από την αρχή μέχρι το τέλος της ακαδημαϊκής μου καριέρας στη προσπάθεια μου να ακολουθήσω και να σπουδάσω το αντικείμενο που αγαπώ. Τα χρωστάω όλα σε αυτούς.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την υλοποίηση ενός ηλεκτρονικού καταστήματος (E-Shop) το οποίο με τη χρήση του ML.NET framework της Microsoft προβλέπει και προωθεί στους χρήστες που το επισκέπτονται προϊόντα που τους ταιριάζουν. Η ικανότητα ενός ηλεκτρονικού καταστήματος να εμφανίζει και να διαφημίζει στους επισκέπτες της εκείνα τα συγκεκριμένα προϊόντα που πιθανότατα να τους ταιριάζουν με βάση την δημοσιότητα και τα χαρακτηριστικά τους αλλά και το ιστορικό και τις προτιμήσεις των πελατών, είναι σίγουρο ότι προσφέρει δυναμικότητα και κέρδη στο κατάστημα. Οι χρήστες της ιστοσελίδας έχουν τη δυνατότητα να βρίσκουν εύκολα και γρήγορα χωρίς ιδιαίτερο ψάξιμο προϊόντα τα οποία ταιριάζουν στο δικό τους προσωπικό προφίλ, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι είναι και πολύ πιθανό να τα αγοράσουν, να μείνουν ευχαριστημένοι και να επισκεφθούν ξανά το κατάστημα στο μέλλον.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Abstract

This dissertation deals with the implementation of an online store (E-Shop) which provides and suggests to users who visit it how much each product suits them. The ability of a website to display and advertise to visitors those specific products that most likely suit them based on the publicity and characteristics of the products but also the history and preferences of customers is sure to make the website dynamic and offer it profits. The users of the online store have the opportunity to easily and quickly without much searching, find those products that match their personal profile, which means that they are very likely to buy them, stay pleased and visit the website again in the future. for possible purchases.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Software Development

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΔΙΑ: εφαρμογή προτάσεων προϊόντων, ML.NET, ανάπτυξη ιστοσελίδας ηλεκτρονικού καταστήματος

KEYWORDS: product recommendation application, ML.NET , E-Shop development, backend development, front end development, C#, Sql, JavaScript,, jQuery, Bootstrap, Vue.js

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	8
Περίληψη.....	10
Abstract.....	12
Περιεχόμενα.....	14
Κατάλογος Εικόνων.....	15
1. Εισαγωγή.....	17
2. Παρουσίαση προβλήματος.....	18
2.1 Ορισμός του προβλήματος.....	18
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	18
3. Αρχιτεκτονική και τεχνολογίες συστήματος.....	20
3.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	20
3.2 Τεχνολογίες του συστήματος.....	25
4. Υλοποίηση συστήματος.....	28
4.1 Δημιουργία του μοντέλου προβλέψεων.....	28
4.1.1 Επιλογή του αλγορίθμου προβλέψεων.....	28
4.1.2 Δημιουργία και λειτουργία των κλάσεων εκπαίδευσης.....	29
4.1.3 Δημιουργία και εκπαίδευση των μοντέλων προβλέψεων.....	30
4.1.4 Αποθήκευση των εκπαιδευμένων μοντέλων.....	32
4.2 Υλοποίηση του ηλεκτρονικού καταστήματος wineshop.....	33
4.2.1 Το navigation menu.....	33
4.2.2 Σύνδεση εγγραφή και αποσύνδεση.....	34
4.2.3 Η κεντρική σελίδα.....	36
4.2.4 Σελίδα χαρακτηριστικών των προϊόντων.....	37
4.2.5 Σελίδα των πέντε πιο ταιριαστών κρασιών του χρήστη.....	39
4.2.6 Το ιστορικό.....	40
4.2.7 Το καλάθι αγορών.....	41
5. Σενάρια Εκτέλεσης.....	43
5.1 Οι δυνατότητες του site.....	43
5.2 Πλοήγηση στην κεντρική σελίδα.....	44
5.3 Πλοήγηση στη σελίδα εγγραφής χρήστη.....	46
5.4 Πλοήγηση στη σελίδα σύνδεσης χρήστη.....	49
5.5 Πλοήγηση στη σελίδα χαρακτηριστικών των προϊόντων.....	51
5.6 Πλοήγηση στη σελίδα των 5 πιο ταιριαστών προϊόντων.....	55
5.7 Πλοήγηση στο ιστορικό αγορών του χρήστη.....	57
5.8 Πλοήγηση στο καλάθι αγορών.....	59
6. Επίλογος και συμπεράσματα.....	63
7. Βιβλιογραφία.....	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Server-Client Relationship.....	21
Εικόνα 2: Component Diagram.....	21
Εικόνα 3: Entity Relationship Diagram.....	23
Εικόνα 4: Management Studio (SSMS).....	25
Εικόνα 5: Bootstrap.....	25
Εικόνα 6: jQuery.....	25
Εικόνα 7: Vue.js.....	26
Εικόνα 8: Back End Structure.....	26
Εικόνα 9: Back End Frameworks.....	27
Εικόνα 10: Training Queries.....	29
Εικόνα 11: WineModelData.....	31
Εικόνα 12: Training Pipelines.....	32
Εικόνα 13: Navigation Menu.....	33
Εικόνα 14: All Wines.....	36
Εικόνα 15: Use Case Diagram.....	43
Εικόνα 16: Home Page.....	44
Εικόνα 17: Εμφάνιση Περισσοτέρων Κρασιών.....	45
Εικόνα 18: Μενού Σύνδεση/Εγγραφή.....	45
Εικόνα 19: Σελίδα Εγγραφής Νέου Χρήστη.....	46
Εικόνα 20: Μήνυμα Απαραίτητης Συμπλήρωσης Πεδίου Εγγραφής.....	47
Εικόνα 21: Μήνυμα Κανόνων Συμπλήρωσης Πεδίων Εγγραφής.....	47
Εικόνα 22: Μήνυμα Ενημέρωσης Κατοχυρωμένου Ονόματος Χρήστη.....	48
Εικόνα 23: Μήνυμα Επιτυχής Εγγραφής.....	48
Εικόνα 24: Σελίδα Σύνδεσης Χρήστη.....	49
Εικόνα 25: Μήνυμα Συμπλήρωσης Πεδίων Σύνδεσης.....	49
Εικόνα 26: Μήνυμα λανθασμένων στοιχείων σύνδεσης.....	50
Εικόνα 27: Πλήρης Πρόσβαση Στις Σελίδες του Καταστήματος.....	50
Εικόνα 28: Σελίδα Χαρακτηριστικών Προϊόντος.....	51
Εικόνα 29: Μήνυμα Απαίτησης Σύνδεσης.....	52
Εικόνα 30: Προσθήκη προϊόντων στο καλάθι αγορών.....	52
Εικόνα 31: Αποτυχία Προσθήκης Προϊόντων Στο Καλάθι Αγορών.....	53
Εικόνα 32: Βαθμολογία Προϊόντος.....	53
Εικόνα 33: Τα έξι πιο ταιριαστά προτεινόμενα προϊόντα με το παρόν προϊόν.....	54
Εικόνα 34: Τα 5 πιο ταιριαστά προϊόντα.....	55
Εικόνα 35: Μήνυμα Απαραίτητης Βαθμολόγησης Προϊόντων.....	56
Εικόνα 36: Ιστορικό αγορών.....	57
Εικόνα 37: Κενό Ιστορικό.....	57
Εικόνα 38: Μήνυμα Τέλους Αποτελεσμάτων.....	58
Εικόνα 39: Βαθμολόγηση Προϊόντων.....	58
Εικόνα 40: Το Καλάθι Αγορών.....	60
Εικόνα 41: Τελικές Προβλέψεις.....	60
Εικόνα 42: Επιβεβαίωση Παραγγελίας.....	61
Εικόνα 43: Ολοκλήρωση Παραγγελίας.....	62

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Περιγραφή του αντικειμένου της πτυχιακής εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός συστήματος το οποίο έχει ως σκοπό τη δημιουργία προτάσεων προϊόντων στους χρήστες ενός ηλεκτρονικού καταστήματος οίνων μέσω της μηχανικής μάθησης (Machine Learning), καθώς επίσης και η δημιουργία ενός λειτουργικού E-Shop για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής και για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Για τη επίτευξη αυτού του στόχου, της πρόβλεψης δηλαδή των προτιμήσεων των επισκεπτών, έχει γίνει χρήση δεδομένων όπως τα διαφορά χαρακτηριστικά των προϊόντων του καταστήματος και το ιστορικό αγορών του κάθε πελάτη. Το κομμάτι της εργασίας που αφορά τις προβλέψεις έχει γίνει με την χρήση της βιβλιοθήκης ML.NET της Microsoft ενώ το κομμάτι το οποίο ασχολείται με το Front End και Back End Development του E-Shop έχει υλοποιηθεί σε γλώσσα HTML και C# αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Παρουσίαση προβλήματος

2.1 Ορισμός του προβλήματος

Την ιδέα για αυτήν την εργασία την σκέφτηκα καθώς πραγματοποιούσα την πρακτική μου άσκηση σε μια εταιρία προγραμματισμού η οποία ασχολούταν με τη δημιουργία ιστοσελίδων. Εκεί παρατήρησα ότι πρόκυπτε συχνά το ερώτημα για το αν θα μπορούσε με κάποιον τρόπο να εφαρμοστεί στις ιστοσελίδες της ένα σύστημα το οποίο θα είχε τη δυνατότητα να προτείνει και να προωθεί προϊόντα στους επισκέπτες των ιστοσελίδων βάση των προτιμήσεων τους ή βάση της δημοσιότητας των προϊόντων. Η βασική ιδέα είναι ότι ένας πελάτης θα είναι πολύ πιο πρόθυμος να αγοράσει από ένα τέτοιο κατάστημα το οποίο του δίνει τη μέγιστη βοήθεια για να βρει αυτό που ψάχνει όσο πιο γρήγορα και εύκολα γίνεται. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να υλοποιηθεί με την χρήση μηχανικής μάθησης (Machine Learning).

2.2 Ιστορική αναδρομή

Ο εγκέφαλος είναι ένα σύνθετο δίκτυο που περιέχει δισεκατομμύρια νευρώνες, όπου κάθε ένας από αυτούς επικοινωνεί ταυτόχρονα με χιλιάδες άλλους μέσω των συνάψεών τους. Ωστόσο, οι νευρώνες συγκεντρώνουν τα πολλά συνοπτικά εισερχόμενα σήματά τους μέσα από αρκετά εξαιρετικά μακρά διακλαδισμένα «άκρα», που ονομάζονται δενδριτικά δέντρα.

Εν μέρει, βάση της μηχανικής μάθησης αποτελεί το μοντέλο αλληλεπίδρασης εγκεφαλικών κυττάρων το οποίο δημιουργήθηκε το 1949 από τον ψυχολόγο Donald Hebb ο οποίος υποστήριζε ότι η εκμάθηση εκτυλίσσεται στον εγκέφαλο μεταβάλλοντας τη δύναμη των συνάψεων, ενώ οι νευρώνες λειτουργούν ως υπολογιστικά μέρη. Αυτή η κοινή υπόθεση ισχύει μέχρι και σήμερα.

Την δεκαετία του 1950 ο Arthur Lee Samuel, πρωτοπόρος στον τομέα των παιχνιδιών υπολογιστών, ανέπτυξε ένα παιχνίδι ντάμας στο οποίο ο υπολογιστής έπαιζε από μόνος του σαν να ήταν κανονικός παίκτης. Δεδομένου ότι το παιχνίδι είχε πολύ μικρή διαθέσιμη μνήμη, ο Samuel χρησιμοποίησε τον αλγόριθμο κλαδέματος άλφα-βήτα (alpha-beta pruning). Συγκεκριμένα είχε εφεύρει ένα σύστημα βαθμολογίας (χρησιμοποιώντας τις θέσεις των πιονιών) το οποίο προσπαθούσε να μετρήσει τις πιθανότητες νίκης της κάθε πλευράς. Στη συνέχεια δημιούργησε ένα πρόγραμμα το οποίο επέλεγε την επόμενη κίνηση του υπολογιστή χρησιμοποιώντας μια στρατηγική ελαχιστοποίησης η οποία τελικά εξελίχθηκε στον αλγόριθμο των ελάχιστων (minimax algorithm). Τέλος σε συνδυασμό με την χρήση της ενισχυτικής μάθησης (reinforcement learning), ο Samuel σχεδίασε ένα σύνολο μηχανισμών οι οποίοι επέτρεπαν στο πρόγραμμα του να βελτιώνετε συνεχώς καθώς κατέγραφε/“θυμόταν” όλες τις περιπτώσεις που είχε ήδη “δει” σε προηγούμενες παρτίδες. Έτσι το 1952 Arthur εφηύρε την φράση «Μηχανική Μάθηση».

Η μηχανική μάθηση είναι μια σημαντική πτυχή της σύγχρονης επιχείρησης και της έρευνας. Από τις αρχές κιόλας του 21ου αιώνα, πολλές επιχειρήσεις έχουν συνειδητοποιήσει ότι η μηχανική μάθηση μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στο κομμάτι του marketing των προϊόντων τους και να αυξήσει τις πωλήσεις τους.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Μηχανική μάθηση είναι μια εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης η οποία παρέχει σε ένα σύστημα τη δυνατότητα αυτόματης μάθησης και βελτίωσης μέσα από την εμπειρία που αποκτά μόνο του μέσω της εκπαίδευσης χωρίς να προγραμματίζεται ρητά η κάθε λειτουργία του. Η μηχανική μάθηση επικεντρώνεται στην ανάπτυξη προγραμμάτων υπολογιστών που έχουν πρόσβαση σε δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούν για να μάθουν από μόνοι τους.

Η διαδικασία της μάθησης ξεκινά με παρατηρήσεις ή δεδομένα όπως παραδείγματα ή οδηγίες προκειμένου να αναζητηθούν μοτίβα στα δεδομένα και να ληφθούν καλύτερες αποφάσεις στο μέλλον βάση των παραδειγμάτων που παρέχονται. Πρωταρχικός στόχος είναι να επιτρέπεται στους υπολογιστές να μαθαίνουν αυτόματα χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ή βοήθεια και να προσαρμόζουν τις ενέργειες τους ανάλογα με την κάθε περίπτωση που προκύπτει.

Υπάρχουν τρία ήδη μηχανικής μάθησης:

1. Μη επιτηρούμενη Μάθηση (Unsupervised Learning), κατά την οποία ο αλγόριθμος κατασκευάζει ένα μοντέλο για ένα σύνολο εισόδων χωρίς να γνωρίζει τις επιθυμητές εξόδους.
2. Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning), όπου ο αλγόριθμος μαθαίνει μια στρατηγική ενεργειών μέσω αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον.
3. Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning) κατά την οποία ο αλγόριθμος κατασκευάζει μια συνάρτηση που απεικονίζει παραδειγματικές εισόδους (σύνολο εκπαίδευσης) σε γνωστές επιθυμητές εξόδους, με απώτερο στόχο να μάθει έναν γενικό κανόνα προκειμένου να αντιστοιχίσει τις εισόδους με τα αποτελέσματα. Χρησιμοποιείται κυρίως σε προβλήματα ταξινόμησης (Classification) και προβλέψεων (Prediction)

Στην παρούσα πτυχιακή έχει γίνει χρήση του τρίτου είδους μηχανικής μάθησης, δηλαδή της επιβλεπόμενης μάθησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αρχιτεκτονική και τεχνολογίες συστήματος

3.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή σχετικά με το ποια είναι και πως επικοινωνούν μεταξύ τους τα διάφορα μέρη (components) του συστήματος για τη συνολική υλοποίησή του.

Το σύστημα της εργασίας λειτουργεί με web services τα οποία ακολουθούν τη δομή αρχιτεκτονικής REST API. REST (Representational State Transfer) είναι μια δομή αρχιτεκτονικής προγραμματισμού η οποία καθορίζει ένα σύνολο περιορισμών που πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία υπηρεσιών Web. Οι υπηρεσίες Web που ακολουθούν το αρχιτεκτονικό στυλ REST παρέχουν δια λειτουργικότητα μεταξύ συστημάτων υπολογιστών στο διαδίκτυο. Οι υπηρεσίες RESTful Web επιτρέπουν στα αιτούντα συστήματα να έχουν πρόσβαση και να χειρίζονται τις αναπαραστάσεις κειμένου των πόρων του διαδικτύου χρησιμοποιώντας ένα ομοιόμορφο και προκαθορισμένο σύνολο λειτουργιών χωρίς κατάσταση.

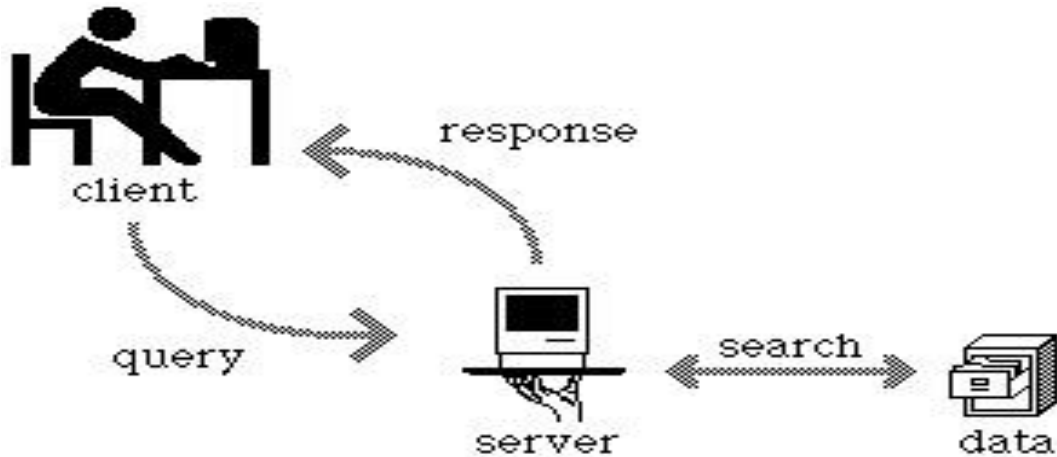
Το RESTful API είναι μια διασύνδεση προγραμματισμού εφαρμογών (API) που χρησιμοποιεί αιτήματα HTTP GET και POST για την ανάκτηση δεδομένων. Τα αιτήματα αυτά χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στην παρούσα εργασία. Με τη χρήση ενός αιτήματος GET μας δίνεται η δυνατότητα να ζητάμε δεδομένα από ένα server προσθέτοντας στο URL της ιστοσελίδας διάφορες παραμέτρους (οι οποίες όμως είναι φανερές) με σκοπό να τις χρησιμοποιήσει ο server. Αντίθετα με τη χρήση της μεθόδου POST πρώτα πραγματοποιείται επικοινωνία με το server χωρίς να υπάρχουν φανερά δεδομένα και στη συνέχεια επιστρέφονται ξεχωριστά τα αποτελέσματα τα οποία εμφανίζονται στη σελίδα με τη χρήση ενός AJAX Call.

Ασύγχρονη JavaScript και XML ή αλλιώς AJAX είναι ένα σύνολο διαφόρων τεχνικών ανάπτυξης ιστοσελίδων οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ασύγχρονων web εφαρμογών. Με τη χρήση αυτών των τεχνικών οι web εφαρμογές μπορούν να στέλνουν και να ανακτούν δεδομένα από ένα server ασύγχρονα τρέχοντας στο παρασκήνιο χωρίς να παρεμβαίνουν στην εμφάνιση και τη συμπεριφορά της σελίδας.

Ένα API για έναν ισότοπο είναι κώδικας ο οποίος επιτρέπει σε δύο προγράμματα να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένας Client ο οποίος είναι ένας υπολογιστής και είναι ο αιτών των υπηρεσιών. Ευθνή του Client είναι να δημιουργεί τις αιτήσεις για πληροφορίες και να τις στέλνει στο Server καθώς και να αποθηκεύει τις επιστρεφόμενες πληροφορίες.

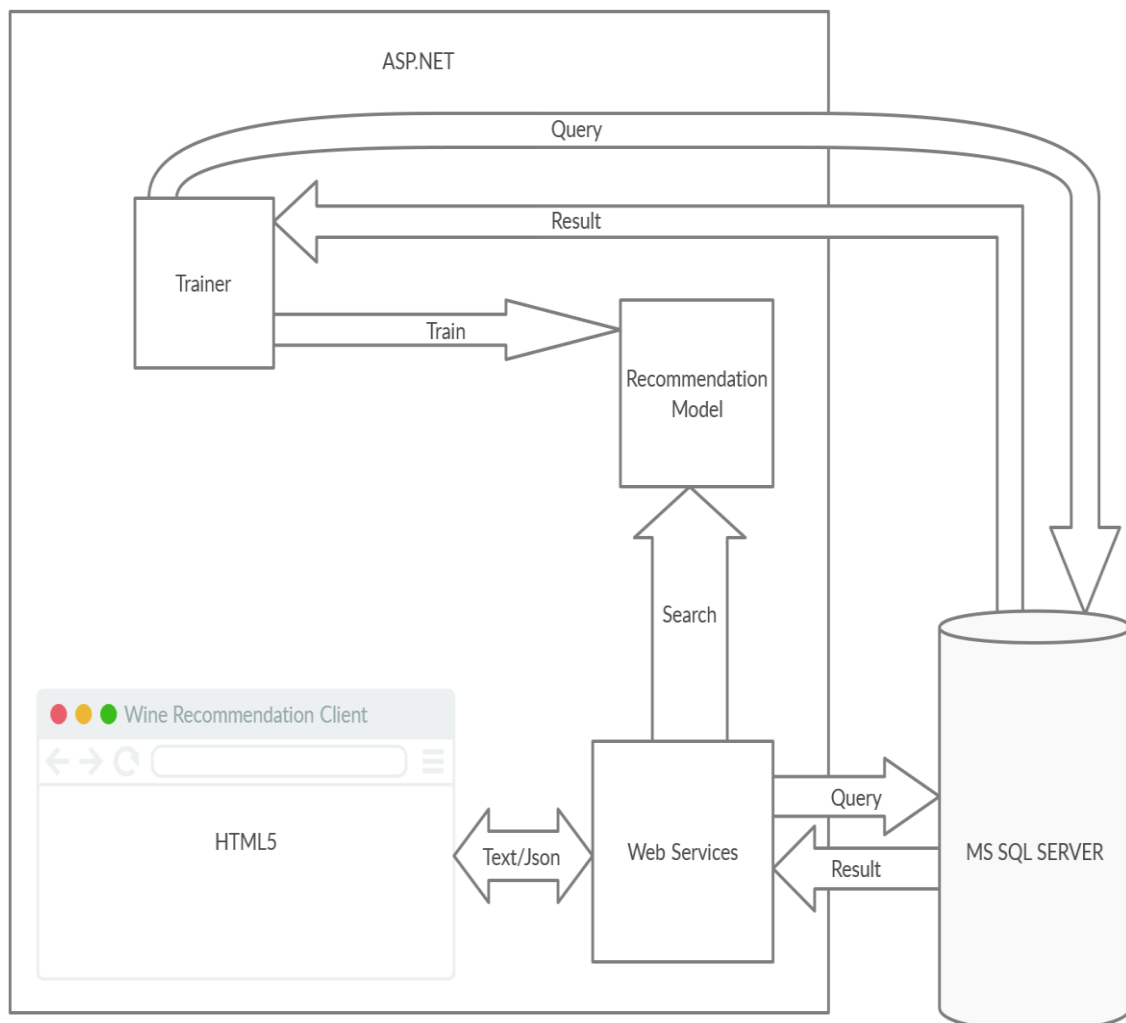
Στην εργασία αυτή ο κώδικας του Client είναι γραμμένος σε HTML, JavaScript και CSS. Από την άλλη ο Server δεν ξεκινάει τις επικοινωνίες αλλά περιμένει και απαντάει στις αιτήσεις που γίνονται από τον Client. Ευθνή του Server είναι να αποθηκεύει, να ανακτά και να διαχειρίζεται πληροφορίες με βάση τα αιτήματα του Client. Ο κώδικας του Server είναι γραμμένος σε C#.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



Εικόνα 1. Server-Client Relationship

Το Web API της εργασίας αποτελείται από το κομμάτι του Front End , του Back End και της βάσης δεδομένων. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται αναλυτικά τα διάφορα components του συστήματος και οι αλληλεπιδράσεις που έχουν μεταξύ τους.



Εικόνα 2. Component Diagram

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Αρχικά το πρώτο component που φαίνεται στην παραπάνω εικόνα είναι η βάση δεδομένων wineshop.dbο, ένα από τα σημαντικότερα components του συστήματος.

Η βάση αποτελείται από:

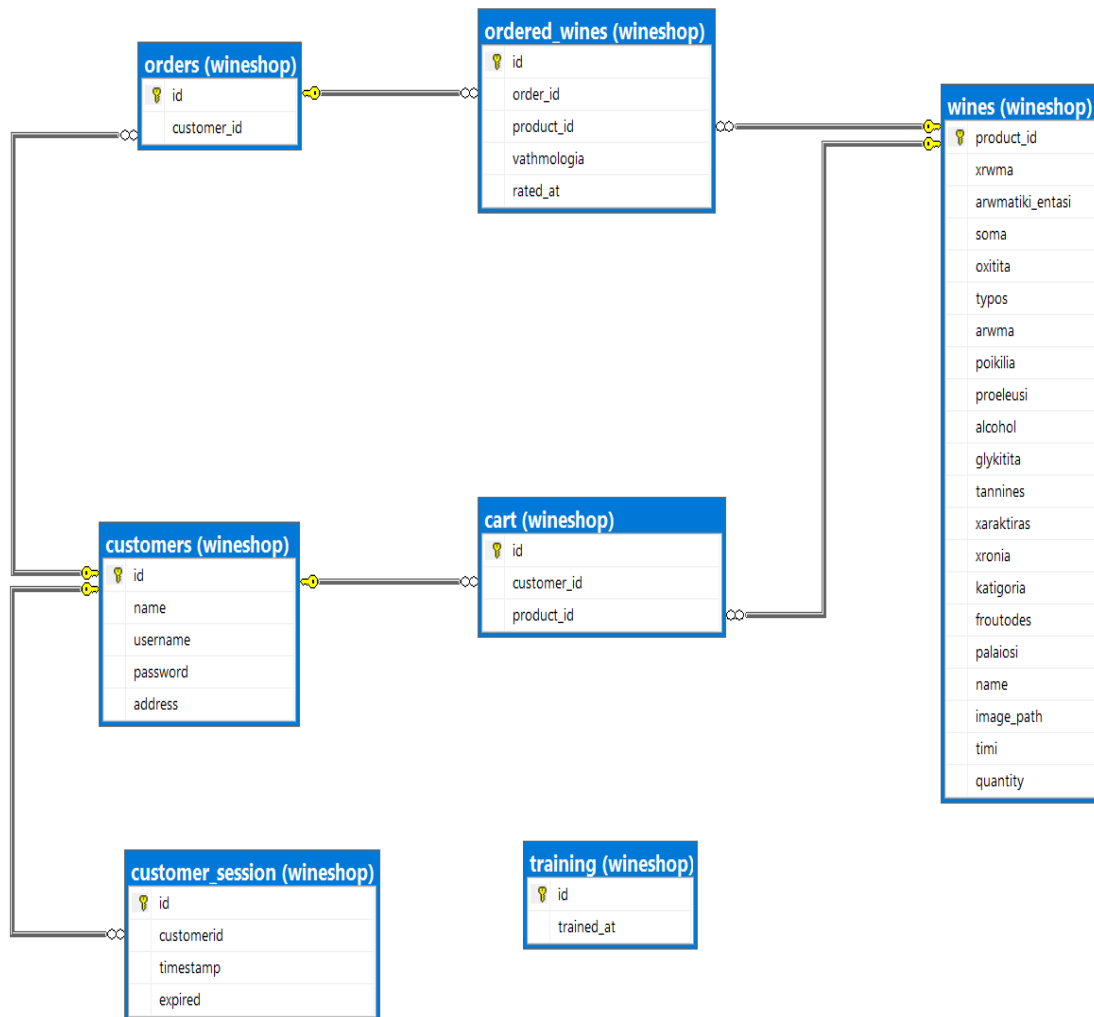
- Τον πίνακα wines ο οποίος περιέχει το όνομα, το μονοπάτι που είναι αποθηκευμένη η εικόνα κάθε προϊόντος, τη διαθέσιμη ποσότητα του, την τιμή του και τα χαρακτηριστικά του (χρώμα, αρωματική ένταση, σώμα, οξύτητα, τύπος, άρωμα, ποικιλία, προέλευση, ποσότητα αλκοόλ, γλυκύτητα, τανίνες, χαρακτήρας, χρονιά κατηγορία, φρουτώδες, παλαιώση).
- Τον πίνακα customers που περιέχει το ονοματεπώνυμο, το όνομα χρήστη, τον κωδικό πρόσβασης και τη διεύθυνση του κάθε πελάτη που είναι εγγεγραμμένος στο site.
- Τον πίνακα cart στον οποίο αποθηκεύονται τα προϊόντα που προσθέτει στο καλάθι αγορών του ο κάθε πελάτης.
- Τον πίνακα orders για την αποθήκευση των παραγγελιών που έχουν γίνει από κάθε πελάτη.
- Τον πίνακα ordered_wines ο οποίος περιέχει τα προϊόντα της κάθε παραγγελίας, τη βαθμολογία που έχει δώσει ο χρήστης σε κάθε προϊόν που έχει αγοράσει καθώς και το χρόνο που έχει κάνει την βαθμολόγηση.
- Τον πίνακα customer_session ο οποίος χρησιμοποιείται για την καταγραφή του χρόνου και της ημερομηνίας που συνδέετε ο κάθε χρήστης στο site καθώς και της πληροφορίας για το αν το session της σύνδεσης του κάθε χρήστη έχει λήξει ή όχι.
- Τον πίνακα training για την καταγραφή του χρόνου και της ημερομηνίας που έχει γίνει η τελευταία εκπαίδευση του μοντέλου του machine learning κάθε φορά.

Με εξαίρεση τον πίνακα training, κάθε πίνακας της βάσης έχει σχέση ένα προς πολλά με κάθε άλλο πίνακα. Αυτό καθιστά εύκολη και απλή την επικοινωνία μεταξύ τους καθώς μπορούμε με πολύ απλό τρόπο να δημιουργήσουμε ερωτήματα queries τα οποία περιέχουν παραμέτρους από διάφορους συνδυασμούς πινάκων.

Οι πίνακες έχουν συμπληρωθεί με τυχαίες τιμές για την ρεαλιστική αναπαράσταση ενός ηλεκτρονικού καταστήματος. Συνολικά η βάση περιέχει περίπου 5,000 κρασιά, 20,000 πελάτες και 100,000 παραγγελίες. Κάθε πελάτης έχει πραγματοποιήσει τουλάχιστον 5 παραγγελίες και κάθε παραγγελία περιέχει από 2 ως 5 προϊόντα.

Η αρχιτεκτονική δομή της βάσης δεδομένων φαίνεται στο παρακάτω Διάγραμμα Οντοτήτων Συσχετίσεων. (Entity Relationship Diagram):

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



Εικόνα 3. Entity Relationship Diagram

Ένα άλλο component του συστήματος είναι ο εκπαιδευτής (trainer) του μοντέλου προβλέψεων. Ο trainer συνδέεται με τη βάση δεδομένων και μέσω ενός ερωτήματος query αιτείται τα διάφορα δεδομένα που του είναι απαραίτητα για την εκπαίδευση του μοντέλου. Η βάση απαντά και επιστρέφει τα στοιχεία αυτά και ο trainer δημιουργεί, εκπαιδεύει και αποθηκεύει κάθε 24 ώρες το Recommendation model.

Το αμέσως επόμενο component αποτελείται από τα web services της εφαρμογής. Ως web service ορίζεται η τεχνολογία η οποία επιτρέπει σε υπολογιστές και εφαρμογές να επικοινωνούν μεταξύ τους ανεξαρτήτως πλατφόρμας και γλώσσας μέσω ενός δικτύου. Στην περίπτωση ενός E-Shop το δίκτυο αυτό είναι το διαδίκτυο. Στην εφαρμογή αυτή τα web services αποτελούνται από τους controllers wine και customer οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τις διάφορες λειτουργίες του E-Shop. Ο controller customer αιτείται με ένα query προς τη βάση τα δεδομένα σύνδεσης των χρηστών τα οποία διασταυρώνονται με τα δεδομένα τα οποία εισάγουν για να προσπαθήσουν να συνδεθούν στο site.

Το τελευταίο component το οποίο αποτελεί και το front end κομμάτι του συστήματος είναι το ηλεκτρονικό κατάστημα Wine Shop το οποίο αποτελείται από τα αρχεία HTML, CSS και JavaScript. Κατά την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ενός προγράμματος περιήγησης και ενός server, τα δεδομένα μπορούν να είναι μόνο κείμενο. JSON (JavaScript Object Notation) είναι μια ελαφριά, γρήγορη και εύκολη

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

μέθοδος αποθήκευσης και μεταφοράς δεδομένων η οποία χρησιμοποιείται συχνά όταν τα δεδομένα αποστέλλονται από ένα server σε μια ιστοσελίδα. Μπορούμε επίσης να μετατρέψουμε οποιοδήποτε JSON σε αντικείμενο JavaScript. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να εργαστούμε με τα δεδομένα ως αντικείμενα JavaScript, χωρίς περίπλοκες μετατροπές.

Ένας client ο οποίος περιηγείται στο ηλεκτρονικό κατάστημα επικοινωνεί και ανταλλάσσει κείμενο και αρχεία JSON με το server. Ο server με την σειρά του με τη χρήση του wine controller αναζητά το recommendation model που έχει δημιουργηθεί από τον trainer έτσι ώστε να υπολογίσει τα ποσοστά προβλέψεων των προϊόντων καθώς επίσης ζητάει από την βάση δεδομένων τα διάφορα στοιχεία που πρέπει να εμφανιστούν στις html σελίδες που αναζητά ο client.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

3.2 Τεχνολογίες του συστήματος

Για την υλοποίηση του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τεχνολογίες.

Αρχικά η βάση δεδομένων είναι γραμμένη σε γλώσσα SQL (Structured Query Language), μια πολύ διαδεδομένη γλώσσα που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία και τον προγραμματισμό βάσεων δεδομένων. Για την δημιουργία και την διαχείριση της βάσης έγινε χρήση του προγράμματος SQL Server Management Studio 18 (SSMS) της Microsoft.



Εικόνα 4. Management Studio (SSMS)

Το front end αποτελείται από HTML, CSS και JavaScript αρχεία. Η HTML (HyperText Markup Language) είναι η κύρια γλώσσα σήμανσης των ιστοσελίδων, και τα στοιχεία της είναι τα βασικά δομικά στοιχεία των ιστοσελίδων. Ο σκοπός ενός web περιηγητή (browser) είναι να διαβάζει τα αρχεία HTML και να τα συνθέτει σε σελίδες που μπορεί κανείς να διαβάσει. Η CSS (Cascading Style Sheets) είναι μια γλώσσα υπολογιστή που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της εμφάνισης ενός εγγράφου που έχει γραφτεί σε γλώσσα HTML. Για την συγγραφή των αρχείων HTML και CSS έγινε χρήση του εργαλείου Bootstrap. Το Bootstrap είναι ένα web design framework το οποίο βοηθάει στην δημιουργία μιας web εφαρμογής, ειδικά στο στάδιο της ανάπτυξης των αρχείων HTML. Το framework αυτό περιλαμβάνει εκατοντάδες στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια σελίδα, τα οποία είναι responsive , περιλαμβάνοντας grid system, buttons, forms, panels, navigation και πολλά άλλα.



Εικόνα 5. Bootstrap

Η JavaScript είναι μία γλώσσα προγραμματισμού υπολογιστών, για σενarioποίηση των διαδραστικών αποτελεσμάτων εντός των περιηγητών (browsers) του διαδικτύου. Επίσης για τη συγγραφή των αρχείων JavaScript έγινε χρήση της jQuery. Η jQuery είναι μια βιβλιοθήκη JavaScript σχεδιασμένη για να απλοποιήσει την υλοποίηση σεναρίων (scripting) της πλευράς του πελάτη (client-side) της HTML.



Εικόνα 6. JQuery

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Επιπρόσθετα έγινε χρήση του framework Vue.js το οποίο είναι ένα framework της JavaScript που εστιάζει στη δημιουργία διεπαφών χρήστη (user interfaces). Ο κύριος σκοπός του είναι να διευκολύνει την ανάπτυξη εφαρμογών ιστού μειώνοντας την πολυπλοκότητα του κώδικα. Η Vue δεσμεύετε μπλοκ κώδικα σε τμήματα HTML διευκολύνοντας έτσι περισσότερο την εισαγωγή διαδραστικότητας και δυναμικού περιεχομένου σε σχέση με τις απλές μορφές των HTML, CSS και JavaScript.



Εικόνα 7. Vue.js

Το back end της εφαρμογής είναι γραμμένο σε γλώσσα C# στο πρόγραμμα Microsoft Visual Studio σε περιβάλλον ASP.net. Η C# (C Sharp) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού Η/Υ η οποία δημιουργήθηκε από τη Microsoft μέσα από την πλατφόρμα .NET με κύριο σκοπό της να είναι μια απλή αντικειμενοστραφής γλώσσα για γενική χρήση. Το Visual Studio είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE). Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη προγραμμάτων υπολογιστών, ιστοσελίδων, εφαρμογών και υπηρεσιών. Το Asp.net είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον διαδικτυακού προγραμματισμού για τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων στο διαδίκτυο. Το Visual Studio χρησιμοποιεί πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού, όπως Windows API και Windows Forms. Το back end περιλαμβάνεται από αρχεία τύπου .cs (C# αρχεία) τα οποία περιέχουν controllers. Οι controllers ουσιαστικά είναι κλάσεις που χειρίζονται εισερχόμενα αιτήματα σε μια εφαρμογή, ανακτούν δεδομένα και στη συνέχεια καθορίζουν πρότυπα προβολής τα οποία επιστρέφουν στο τέλος μια απάντηση στον client. Τα αρχεία HTML είναι αυτόματα ρυθμισμένα από το Visual Studio να «τρέχουν» στον IIS Server. Ο Internet Information Server (IIS) είναι ένας ευέλικτος, διακομιστής διαδικτύου γενικής χρήσης που εκτελείται σε συστήματα Windows για την εξυπηρέτηση ζητούμενων σελίδων ή αρχείων HTML.



Εικόνα 8. Back End

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Τέλος για το back end έχουν χρησιμοποιηθεί οι βιβλιοθήκες: Nancy(ένα ελαφρύ web framework για την δρομολόγηση και τη μεταφορά παραμέτρων από τον client στο back end) , Newtonsoft.Json (ένα framework για την διαχείριση και μεταφορά αρχείων JSON), MySQL.Data και System.Data.SqlClient (για την διαχείριση και τη σύνδεση με τη βάση δεδομένων) και ML.NET (για την υλοποίηση της μεθόδου των προβλέψεων των βαθμολογιών). Το ML.NET είναι ένα framework ανοιχτού κώδικα το οποίο μας επιτρέπει να ενσωματώνουμε μεθόδους μηχανικής μάθησης στις εφαρμογές μας. Η χρήση του επιτρέπει τη δημιουργία προσαρμοσμένων μοντέλων machine learning σε γλώσσα C # ή F # εκμεταλλεύοντας όλες τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχει κάποιος προγραμματιστής καθώς και τον κώδικα και τις βιβλιοθήκες που παρέχει το περιβάλλον .NET.



Εικόνα 9. Back End Frameworks

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Υλοποίηση συστήματος

4.1 Δημιουργία του μοντέλου προβλέψεων

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η λογική και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση του component των προτάσεων προϊόντων.

4.1.1 Επιλογή του αλγορίθμου προβλέψεων

Ο στόχος του συγκεκριμένου προβλήματος είναι η υλοποίηση ενός συστήματος προτάσεων προϊόντων στους χρήστες ενός E-Shop. Σε κάθε χρήστη προωθούνται προϊόντα που ταιριάζουν στο προφίλ του μαζί με ένα ποσοστό το οποίο συμβολίζει το πόσο πολύ του ταιριάζουν. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση του ML.NET. Το πρώτο βήμα για την επίτευξη στόχου αυτού του ήταν η επιλογή του σωστού αλγορίθμου προβλέψεων. Το ML.NET, διαθέτει πολλούς αλγόριθμους εκπαίδευσης και το ποιον θα πρέπει να επιλέξει κανείς εξαρτάται από το πρόβλημα που προσπαθεί να επιλύσει, από τα χαρακτηριστικά των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει και από τους πόρους που έχει στη διάθεσή του.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση ασχολούμαστε με ένα ηλεκτρονικό κατάστημα. Αυτό σημαίνει πως οι πόροι που έχουμε στην διάθεση μας είναι τα προϊόντα του καταστήματος, το ιστορικό αγορών του κάθε πελάτη, το σύστημα βαθμολογιών με κλίμακα βαθμολογίας από το 1 ως το 5 το οποίο διαθέτει το site καθώς και τα χαρακτηριστικά του κάθε οίνου. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2011 από την Ασπασία Βλάχβη (καθηγήτρια μάρκετινγκ του τμήματος οικονομικών επιστημών του πανεπιστημίου δυτικής Μακεδονίας) η οποία εξέτασε τη συμπεριφορά κατανάλωσης κρασιού, διαπιστώθηκε ότι για τους Έλληνες καταναλωτές τα στοιχεία που τους ενδιαφέρουν περισσότερο σε ένα κρασί είναι η τιμή, το χρώμα, η ποικιλία και η προέλευση του. Επιπρόσθετος ο Larry Lockshin (καθηγητής μάρκετινγκ οίνων του πανεπιστημίου της νότιας Αυστραλίας) έπειτα από συνεντεύξεις που πραγματοποίησε σε καταναλωτές της Αυστραλίας σε έρευνα του το 2007 κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα ότι η τιμή, η επωνυμία, η περιοχή, και η ποικιλία παραμένουν οι σημαντικότεροι παράγοντες πρόθεσης αγοράς. Για τους παραπάνω λόγους για την εκπαίδευση των μοντέλων προβλέψεων, έχουν χρησιμοποιηθεί τα χαρακτηριστικά των κρασιών που διαπιστώθηκε ότι υπερτερούν στην Ελληνική αγορά. Ο καταλληλότερός αλγόριθμος που διαθέτει το ML.NET για προβλέψεις με χρήση τέτοιου είδους δεδομένων είναι ο Field Aware Factorization Machine Trainer καθώς είναι ο μοναδικός αλγόριθμος προτάσεων προϊόντων που μπορεί να δεχθεί ως εισόδους τόσα πολλά στοιχεία.

Επίσης ένα ακόμα στοιχείο το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί για την εκπαίδευση των μοντέλων των προβλέψεων στην περίπτωση ενός ηλεκτρονικού καταστήματος είναι η σχέση των συν-αγορών μεταξύ προϊόντων (δηλαδή ποια προϊόντα αγοράζονται συχνά μαζί στην ίδια παραγγελία από διάφορους πελάτες) με τη λογική ότι με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να προτείνουμε στους πελάτες διάφορους συνδυασμούς προϊόντων βάση του ιστορικού των αγορών των ίδιων των προϊόντων μεταξύ τους και όχι βάση του ιστορικού αγορών των πελατών. Για παράδειγμα αν ένα προϊόν A έχει αγοραστεί πολλές φορές σε κοινή παραγγελία με ένα προϊόν B τότε σε ένα βαθμό μπορούμε να πούμε ότι τα προϊόντα A και B ταιριάζουν μεταξύ τους ή τουλάχιστον ότι είναι πολύ πιθανό για κάποιον που απολαμβάνει το προϊόν A να απολαύσει και το προϊόν B, επόμενος ο αλγόριθμος του

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

το προτείνει. Για προβλέψεις με τέτοιου είδους δεδομένα χρησιμοποιείται κυρίως ο αλγόριθμος One Class Matrix Factorization Trainer.

Επόμενος έχουν χρησιμοποιηθεί δύο διαφορετικοί αλγόριθμοι οποίοι δημιουργούν δύο διαφορετικά μοντέλα προβλέψεων. Για την πρώτη περίπτωση έχει χρησιμοποιηθεί ο Field Aware Factorization Machine Trainer του οποίου οι προβλέψεις αφορούν τους χρήστες και τις προτιμήσεις τους. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναζητείται κάποιο προϊόν προκειμένου να προταθεί στους πελάτες αλλά η βαθμολογία σχετικά με το πόσο πολύ τους ταιριάζει ένα συγκεκριμένο προϊόν. Για την δεύτερη περίπτωση έχει χρησιμοποιηθεί ο Class Matrix Factorization Trainer όπου οι προβλέψεις του αφορούν τις σχέσεις μεταξύ των προϊόντων, δηλαδή το πόσο ταιριάζουν τα προϊόντα μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή ψάχνουμε κατά βάση ποιο προϊόν να προτείνουμε στους πελάτες και σε δεύτερη φάση μια βαθμολογία για το πόσο πολύ τους ταιριάζει.

4.1.2 Δημιουργία και λειτουργία των κλάσεων εκπαίδευσης

Εφόσον έχει γίνει η επιλογή των κατάλληλων αλγορίθμων εκπαίδευσης, Έχουν δημιουργηθεί και οι κατάλληλες κλάσεις για την υλοποίηση τους. Αρχικά δημιουργήθηκε η κλάση TrainerCall της οποίας δουλειά της είναι να καλεί ασύγχρονα την κλάση AsyncTraining. Η κλάση αυτή ορίζει σε κάθε πόσο χρόνο καλείται κάθε φορά η κλάση Trainer η οποία είναι υπεύθυνη για την εκπαίδευση των μοντέλων προβλέψεων. Στην περίπτωση του project αυτού επιλέχθηκε η κλάση trainer να καλείτε κάθε 24 ώρες.

Η κλάση Trainer αποτελείτε από μια συνάρτηση main και από πολλές μεθόδους τις οποίες η main καλεί για τα διάφορα στάδια εκπαίδευσης του μοντέλου προβλέψεων. Αρχικά μέσα στην main() δημιουργούμε ένα νέο ML Context, δηλαδή ένα κοινό πλαίσιο μέσα από το οποίο αποκτάμε πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες και τις δυνατότητες του ML.NET.

```
MLContext mlContext = new MLContext();
```

Στη συνέχεια δημιουργούμε τη μέθοδο LoadData η οποία είναι υπεύθυνη για την σύνδεση με την βάση δεδομένων. Αφού την καλέσουμε στη main() και της δώσουμε ως παράμετρο το mlContext που δημιουργήσαμε, πραγματοποιούμε μια σύνδεση με την βάση wineshop.dbo χρησιμοποιώντας την DBClass και με τα κατάλληλα queries ζητάμε από την βάση να μας επιστρέψει τις παρακάτω πληροφορίες:

```
string sqlCommand = "SELECT CAST(orders.customer_id AS VARCHAR) AS customer_id,CAST(ordered_wines.product_id as REAL) AS product_id, " +  
"CAST(CASE when ordered_wines.vathmologia >= 3 then 1 else 0 end as BIT) AS vathmologia,min(wines.timi) AS timi, min(wines.xrwma) AS xrwma, " +  
"min(wines.poikilia) AS poikilia,min(wines.proeleusi) AS proeleusi from wineshop.wines " +  
"INNER JOIN wineshop.ordered_wines ON wineshop.wines.product_id = wineshop.ordered_wines.product_id " +  
"INNER JOIN wineshop.orders ON wineshop.ordered_wines.order_id = wineshop.orders.id WHERE ordered_wines.vathmologia IS NOT NULL " +  
"GROUP BY orders.customer_id, ordered_wines.product_id, ordered_wines.vathmologia " +  
"ORDER BY orders.customer_id, ordered_wines.product_id, ordered_wines.vathmologia";  
  
string sqlCommand2 = "EXEC CO_PURCHASES";
```

Εικόνα 10. Training Queries

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Για την πρώτη περίπτωση όπου οι προβλέψεις αφορούν τους χρήστες, ζητάμε:

- Το customer ID κάθε πελάτη
- Το product ID κάθε προϊόντος.
- Τη βαθμολογία που έχει δώσει κάθε πελάτης στα προϊόντα που έχει αγοράσει.
- Την τιμή κάθε οίνου.
- Το χρώμα κάθε οίνου.
- Την προέλευση κάθε οίνου.

Στην ουσία σκοπός είναι να φορτώσουμε στο περιβάλλον mlContext για κάθε πελάτη του καταστήματος τη βαθμολογία που έχει δώσει σε κάθε προϊόν το οποίο έχει αγοράσει από το κατάστημα καθώς και τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Στην περίπτωση ενός κρασιού όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο **4.1.3** κεφάλαιο τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά είναι η τιμή, το χρώμα η ποικιλία και η προέλευση του.

Για τη δεύτερη περίπτωση που οι προβλέψεις αφορούν τις σχέσεις μεταξύ των προϊόντων καλούμε την procedure CO_PURCHASES η οποία επιστρέφει όλους τους συνδυασμούς των προϊόντων που έχουν αγοραστεί μαζί στην ίδια παραγγελία.

Τέλος χωρίζουμε τα δεδομένα που διαβάσαμε σε 80% δεδομένα για εκπαίδευση και 20% δεδομένα για επαλήθευση των αποτελεσμάτων (την παραπάνω λειτουργία την πραγματοποιεί αυτόματα το ML.NET για πιο ακριβή αποτελέσματα). Ορίζουμε το 80% των δεδομένων ως το σύνολο των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για τις προβλέψεις και το αποθηκεύουμε στην μεταβλητή trainingDataView η οποία και επιστρέφεται στη main().

4.1.3 Δημιουργία και εκπαίδευση των μοντέλων προβλέψεων

Στο σημείο αυτό δημιουργούμε τη μέθοδο BuildAndTrainModel η οποία έχει ως σκοπό την δημιουργία και την εκπαίδευση των μοντέλων προβλέψεων. Στη μέθοδο αυτή αφού την καλέσουμε περνώντας της ως παραμέτρους το mlContext και το trainingDataView, πρέπει να ορίσουμε με βάση ποια στοιχεία από αυτά που διαβάσαμε από την βάση θέλουμε να κάνουμε προβλέψεις. Στο ML.NET τα στοιχεία που τροφοδοτούμε στους αλγόριθμους εκπαίδευσης με βάση τα οποία θέλουμε να γίνουν οι προβλέψεις ονομάζονται Features. Το Feature με την μεγαλύτερη βαρύτητα στην διαδικασία εκπαίδευσης ονομάζεται Label και ουσιαστικά είναι και το στοιχείο εκείνο το οποίο θέλουμε να προβλέψουμε.

Επομένως για την περίπτωση που οι προβλέψεις αφορούν τους χρήστες, τα features είναι η βαθμολογία που έχει δώσει κάθε πελάτης στα προϊόντα που έχει αγοράσει, το customer id του, το product id των προϊόντων που έχει αγοράσει καθώς και η τιμή, το χρώμα και η προέλευση των προϊόντων αυτών. Το label είναι η βαθμολογία που θα έδινε στα προϊόντα που δεν έχει αγοράσει ακόμα βάση της οποίας γίνεται η εκτίμηση σχετικά με το αν θα πρέπει να του προταθεί κάποιο από αυτά τα προϊόντα ή όχι.

Στην περίπτωση που οι προβλέψεις αφορούν τις σχέσεις μεταξύ των προϊόντων τα features είναι το product_id του πρώτου προϊόντος και το product_id του δεύτερου προϊόντος (το οποίο αποκαλούμε coproduct_id από το co-purchased product) τα οποία έχουν αγοραστεί μαζί σε κοινές παραγγελίες. Στη συνέχεια ως label ορίζουμε το coproduct_id του προϊόντος εκείνου που ψάχνουμε να προτείνουμε στον πελάτη.

Αμέσως μετά έχει δημιουργηθεί το αρχείο WineModelData το οποίο περιέχει την κλάση WineData. Η κλάση αυτή περιγράφει ποια δεδομένα έχουν φορτωθεί από

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

τη βάση και έχουν χρησιμοποιηθεί για εκπαίδευση. Επίσης έχει δημιουργηθεί η κλάση WinePrediction η οποία περιγράφει τις εξόδους ή αλλιώς τις προβλέψεις των μοντέλων. Τα αποτελέσματα αυτά είναι το Score (δηλαδή η βαθμολογία που θέλουμε να προβλέψουμε) και το PredictedLabel το οποίο είναι μια μεταβλητή τύπου Boolean η που περιγράφει αν το μοντέλο έκρινε ότι ένα συγκεκριμένο προϊόν ταιριάζει στον πελάτη (0 για όχι και 1 για ναι). Το PredictedLabel χρησιμοποιείται κυρίως για εκτίμηση και επαλήθευση των αποτελεσμάτων.

```
public class WineData
{
    //Labels:In machine learning, the column with the returned prediction is called the Label.

    //Label for the co-product bought prediction:
    3 references
    public float coproduct_id { get; set; }
    //Label for the product prediction in the form of a boolean.If vathmologia is >=3 it is loaded as true and if not it is loaded as false.
    //It must be bool (BIT in the database) for One Class Matrix Factorization in order to recognize it
    2 references
    public bool vathmologia { get; set; }

    //Features:In machine learning, the columns that are used to make a prediction are called Features.
    9 references
    public string customer_id { get; set; }
    12 references
    public float product_id { get; set; }
    2 references
    public string timi { get; set; }
    2 references
    public string xrwma { get; set; }
    2 references
    public string poikilia { get; set; }
    2 references
    public string proeleusi { get; set; }
}

public class WinePrediction
{
    //The score of the prediction
    public float Score;

    //A negative PredictedLabel maps to false and a positive score maps to true.
    public bool PredictedLabel;
}
```

Εικόνα 11. WineModelData

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο αλγόριθμος One Class Matrix Factorization Trainer μπορεί να δέχεται labels μόνο σε Boolean μορφή. Για αυτό το λόγο όταν διαβάσαμε τη βαθμολογία από τη βάση, με την χρήση του query την μετατρέψαμε σε Boolean, 0 αν η βαθμολογία ήταν κάτω από 3 και 1 αν ήταν 3 και πάνω. Ενώ το ML.NET διαθέτει έναν αλγόριθμο ο οποίος λέγεται Matrix Factorization Trainer και δέχεται labels τα οποία δεν είναι σε μορφή Boolean επιλέχθηκε ο αλγόριθμος Field Aware Factorization Machine Trainer διότι αν και μας αναγκάζει να μετατρέψουμε το label σε αυτή την μορφή, διαθέτει το πλεονέκτημα ότι μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε όσα features θέλουμε σε αντίθεση με το Matrix Factorization Trainer ο οποίος δέχεται μόνο 2 features.

Πίσω στη μέθοδο BuildAndTrainModel δημιουργούμε δύο pipeline estimators. Data pipeline είναι ένα σύνολο επεξεργάσιμων δεδομένων που συνδέονται σε σειρά και η έξοδος του ενός στοιχείου είναι η είσοδος του επόμενου. Στα pipelines αυτά φορτώνουμε τα label και όλα τα features μετατρέποντας τα (με τη χρήση των μετατροπών OneHotEncoding και MapValueToKey τους οποίους διαθέτει το ML.NET) σε δεδομένα τύπου 0 και 1 γιατί όπως και με το label έτσι και με τα features

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

οι αλγόριθμοι recommendation χρησιμοποιούν για τους υπολογισμούς τους τα δεδομένα σε μορφή binary.

```
IEstimator<ITransformer> estimator = mlContext1.Transforms.CopyColumns(outputColumnName: "Label", inputColumnName: nameof(WineData.vathmologia))
.Append(mlContext1.Transforms.Categorical.OneHotEncoding(outputColumnName: "customer_idEncoded", inputColumnName: nameof(WineData.customer_id)))
.Append(mlContext1.Transforms.Categorical.OneHotEncoding(outputColumnName: "product_idEncoded", inputColumnName: nameof(WineData.product_id)))
.Append(mlContext1.Transforms.Categorical.OneHotEncoding(outputColumnName: "timiEncoded", inputColumnName: nameof(WineData.timi)))
.Append(mlContext1.Transforms.Categorical.OneHotEncoding(outputColumnName: "xrvmaEncoded", inputColumnName: nameof(WineData.xrvma)))
.Append(mlContext1.Transforms.Categorical.OneHotEncoding(outputColumnName: "poikiliaEncoded", inputColumnName: nameof(WineData.poikilia)))
.Append(mlContext1.Transforms.Categorical.OneHotEncoding(outputColumnName: "proleusiEncoded", inputColumnName: nameof(WineData.proleusi)))
.Append(mlContext1.Transforms.Concatenate("Features", "customer_idEncoded", "product_idEncoded", "timiEncoded", "xrvmaEncoded", "poikiliaEncoded", "proleusiEncoded"));

IEstimator<ITransformer> estimator = mlContext2.Transforms.Conversion.MapValueToKey(outputColumnName: "product_idEncoded", inputColumnName: "product_id")
.Append(mlContext2.Transforms.Conversion.MapValueToKey(outputColumnName: "coproduct_idEncoded", inputColumnName: "coproduct_id"));
```

Εικόνα 12. Training Pipelines

Τέλος φορτώνουμε τα pipelines στην μεταβλητή trainerEstimator στην οποία στη συνέχεια αναθέτουμε το trainingDataView έτσι ώστε να αρχίσει η εκπαίδευση. Έτσι τελικά αφού γίνει η εκπαίδευση με βάση τα label και τα features που ορίσαμε παράγονται τα εκπαιδευμένα μοντέλα, τα οποία επιστρέφονται από την μέθοδο BuildAndTrainModel στη main().

4.1.4 Αποθήκευση των εκπαιδευμένων μοντέλων

Η τελευταία ευθύνη του Trainer είναι να αποθηκεύει τα μοντέλα που έχει εκπαιδέψει. Για το λόγο αυτό υπάρχει η μέθοδος SaveModel στην οποία η main() στέλνει τα μοντέλα για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της αποθήκευσης. Η SaveModel αποθηκεύει τα μοντέλα στο φάκελο Data ως .zip αρχεία με ονόματα διαφορετικά από τα τελικά τους ονόματα. Στη συνέχεια διαγράφει από τον ίδιο φάκελο τα αρχεία από την προηγούμενη εκπαίδευση, αν υπάρχουν. Τέλος μετονομάζει τα νέα μοντέλα και τους δίνει την τελική τους ονομασία.

Αυτή η διαδικασία έχει πραγματοποιηθεί για προληπτικούς λόγους καθώς όταν κάποιος πελάτης αιτηθεί κάποια πρόβλεψη, απαιτείται να φορτωθούν στη μνήμη του κώδικα τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν. Εφόσον ο αλγόριθμος trainer εκτελείται κάθε 24 ώρες υπάρχει περίπτωση κάποιος πελάτης να απαιτήσει την στιγμή της εκπαίδευσής μια πρόβλεψη. Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει κίνδυνος να φορτωθεί στην μνήμη κάποιο ημιτελές μοντέλο το οποίο βρίσκεται ακόμα σε διαδικασία αποθήκευσης. Έτσι λοιπόν με την παραπάνω διαδικασία σε μια τέτοια περίπτωση φορτώνετε στη μνήμη το προηγούμενο μοντέλο το οποίο είχε αποθηκευτεί στη τελευταία εκπαίδευση.

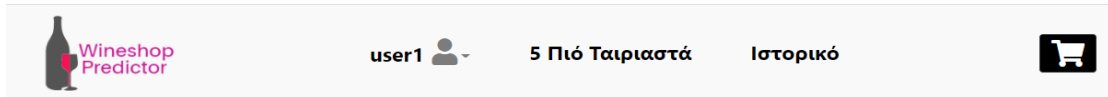
Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

4.2 Υλοποίηση του ηλεκτρονικού καταστήματος wineshop

Το κεφάλαιο αυτό ασχολείται με την υλοποίηση του ηλεκτρονικού καταστήματος wineshop και αναλύει τη σκέψη και την μεθοδολογία πίσω από τις λειτουργίες της κάθε σελίδας.

4.2.1 Το navigation menu

Κάθε σελίδα του site περιλαμβάνει το navigation menu το οποίο βρίσκεται πάντα στη κορυφή της. Το menu αυτό αποτελείται από τα αρχεία Menu.html και Menu.css και περιέχει τα πεδία που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 13. Navigation Menu

Τα πεδία αυτά είναι κρυφά και εμφανίζονται με τη χρήση της εντολής v-if (της βιβλιοθήκης VUE) μόνο στην περίπτωση που κάποιος χρήστης είναι συνδεδεμένος στο λογαριασμό του. Το πρώτο πεδίο, όταν ο χρήστης δεν έχει συνδεθεί εμφανίζει της επιλογές 'Είσοδος/Γίνε Μέλος' οι οποίες κάνουν οδηγούν το χρήστη στις σελίδες σύνδεσης και εγγραφής αντίστοιχα. Όταν ο χρήστης συνδεθεί πλέον στο λογαριασμό του η επιλογή αυτή αλλάζει σε μια επιλογή η οποία αναδεικνύει το όνομα του χρήστη (όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα) και πατώντας την του επιτρέπει να κάνει αποσύνδεση από το λογαριασμό του. Όλες οι υπόλοιπες επιλογές του menu οδηγούν το χρήστη στις αντίστοιχες υποσέλιδες του ηλεκτρονικού καταστήματος (σελίδα 5 πιο ταιριαστών προϊόντων, σελίδα ιστορικού αγορών και σελίδα καλαθιού αγορών).

4.2.2 Σύνδεση εγγραφή και αποσύνδεση

Η σελίδα μέσα από την οποία μπορεί να συνδεθεί ένας χρήστης στο E-Shop αποτελείται από τα αρχεία login.html, login.css και login.js. Αντίστοιχα η σελίδα της εγγραφής αποτελείται από τα αρχεία register.html, register.css και register.js. ενώ και οι δύο σελίδες λειτουργούν βάση του controller Customer.

Αρχικά η σελίδα της εγγραφής με τη χρήση ενός αιτήματος POST το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο register() του controller Customer, διαβάζει τις παραμέτρους που δίνει ο χρήστης ως στοιχεία εγγραφής (ονοματεπώνυμο, ψευδώνυμο, κωδικό πρόσβασης και διεύθυνση). Στη συνέχεια ελέγχεται με τη χρήση κατάλληλων κανονικών εκφράσεων (REGEX) αν το όνομα του χρήστη περιέχει από 1 ως 64 γράμματα, αν το username του περιέχει από 1 ως 32, αν ο κωδικός του περιέχει από 1 ως 16 και αν η διεύθυνση του περιέχει από 1 ως 255 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες. Σε περίπτωση που δεν ισχύει κάτι από τα παραπάνω, ζητείται από το χρήστη να εισάγει εκ νέου το πεδίο του οποίου τα περιεχόμενα δεν ταίριαζαν με τους περιορισμούς των κανονικών εκφράσεων. Αμέσως μετά πραγματοποιείται σύνδεση με τη βάση και με τη χρήση κατάλληλου query επιχειρείται η εισαγωγή των παραπάνω στοιχείων του χρήστη στον πίνακα customers. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πεδίο username του πίνακα customers είναι μοναδικό (UNIQUE), πράγμα το οποίο σημαίνει ότι σε περίπτωση που ο χρήστης εισάγει κάποιο username το οποίο υπάρχει ήδη στη βάση τότε η αποθήκευση των στοιχείων του δεν ολοκληρώνεται και δημιουργείται SqlException. Στην περίπτωση αυτή αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή result η φράση 'Failure' ενώ σε διαφορετική περίπτωση αποθηκεύεται η φράση 'Success' και τα στοιχεία πρόσβασης του χρήστη εισάγονται με επιτυχία στη βάση. Τέλος η μεταβλητή result επιστρέφεται στην register.js και με τη χρήση ενός AJAX call και αναλόγως του περιεχομένου της μεταβλητής result εμφανίζεται στην σελίδα μήνυμα επιτυχής ή ανεπιτυχής εγγραφής.

Σχετικά με τη σελίδα της σύνδεσης, με παρόμοιο τρόπο με τη σελίδα της εγγραφής πραγματοποιείται ένα αίτημα POST το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο login() του controller Customer. Με την προϋπόθεση ότι έχουν δοθεί στοιχεία σύνδεσης τα οποία συμφωνούν με τους κανόνες των κανονικών εκφράσεων πραγματοποιείται νέα σύνδεση με τη βάση και με τη χρήση ενός query ζητείται να επιστραφεί ο αριθμός των γραμμών του πίνακα customers όπου τα πεδία username και το password αντιστοιχούν στα στοιχεία που δόθηκαν από το χρήστη.

Εφόσον έχει επιστραφεί τουλάχιστον μια γραμμή από το query, συμπεραίνεται ότι τα στοιχεία σύνδεσης είναι έγκυρα. Έτσι αποθηκεύεται στη Boolean μεταβλητή hasResults η τιμή '1'. Σε αυτήν την περίπτωση δημιουργείται ένα κρυπτογραφημένο session 36 χαρακτήρων το οποίο αποθηκεύεται στη μεταβλητή sessionId και με τη χρήση ενός νέου query εισάγονται στον πίνακα customer_session της βάσης: το session_id που μόλις δημιουργήθηκε, το customer id του πελάτη, ο χρόνος/ημερομηνία (timestamp) που πραγματοποιήθηκε η τελευταία σύνδεση του χρήστη στο site και η τιμή '0' στο πεδίο expired του πίνακα (πράγμα το οποίο σημαίνει ότι το session δεν έχει λήξει ακόμα). Παράλληλα δημιουργούνται δυο cookies με ονόματα customer και session στα οποία δίνονται οι τιμές customer id (του πελάτη) και session id (του session) αντίστοιχα καθώς επίσης τους δίνεται χρόνος 7 ημερών μέχρι τη λήξη τους. Στη συνέχεια αποθηκεύεται στην μεταβλητή result η φράση 'Success'. Σε περίπτωση που τα πεδία username και το password δεν αντιστοιχούν στα στοιχεία που δόθηκαν από το χρήστη, αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία σύνδεσης ήταν λάθος. Τότε η μεταβλητή hasResults παίρνει τιμή '0' και στη μεταβλητή result αποθηκεύεται η φράση 'Failure'. Αφού η result επιστραφεί στην register.js εμφανίζεται στη σελίδα μήνυμα αποτυχημένης σύνδεσης σε περίπτωση που είχε τιμή 'Failure' ενώ σε περίπτωση που είχε τιμή 'Success' η σύνδεση

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

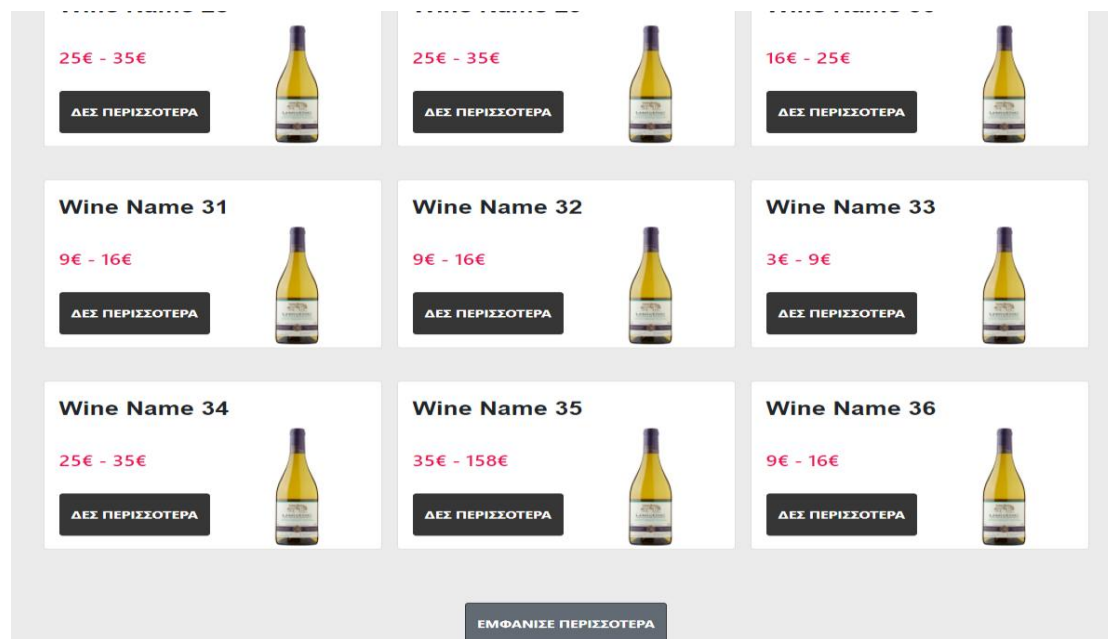
ολοκληρώνεται με επιτυχία και ο χρήστης γίνεται redirect στην κεντρική σελίδα του site.

Τη στιγμή που φορτώνει η κεντρική σελίδα πραγματοποιείται από το script που βρίσκετε μέσα στην Menu.html ένα αίτημα GET το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο show_name() του controller customer. Η μέθοδος αυτή σε πρώτο στάδιο ελέγχει αν υπάρχουν τα cookies session και customer. Σε δεύτερο στάδιο, με τη χρήση της κλάσης CheckLogin πραγματοποιεί ένας ακόμα έλεγχος κατά τον οποίο γίνεται σύνδεση με τη βάση και με το κατάλληλο query προς τον πίνακα customer_session συγκρίνεται το timestamp του τελευταίου log-in που έχει πραγματοποιήσει ο χρήστης ο οποίος έχει κοινά customer id και session id με αυτά των ενεργών cookies με το timestamp 7 ημερών πριν από τη στιγμή εκείνου του ελέγχου. Με άλλα λόγια ελέγχεται αν έχουν περάσει 7 ημέρες από το τελευταία σύνδεση του χρήστη στο λογαριασμό του. Στην περίπτωση που δεν έχει περάσει αυτός ο χρόνος το timestamp ενημερώνεται παίρνοντας ως τιμή το χρόνο εκείνης της στιγμής και επιστρέφεται στον έλεγχο της show_name() η τιμή 'true' ενώ σε διαφορετική περίπτωση επιστρέφεται η τιμή 'false'. Εφόσον λοιπόν και οι δύο παραπάνω έλεγχοί έχουν ως αποτέλεσμα τιμή 'true', ζητείται από τον πίνακα customers το όνομα χρήστη το οποίο έχει κοινό customer_id με εκείνο του cookie customer και στη συνέχεια αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή result. Συνεπώς σε αυτήν την περίπτωση το session της σύνδεσης του χρήστη εξακολουθεί να είναι ενεργό και το όνομα που περιείχε η μεταβλητή result επιστρέφεται στη menu.html όπου με τη χρήση ενός AJAX call εμφανίζεται στην θέση που προηγούμενος το navigation menu εμφάνιζε την επιλογή Σύνδεση/Εγγραφή. Με αυτόν τον τρόπο όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 4.2.1 ο χρήστης αποκτά πρόσβαση σε όλα τα πεδία του navigation menu. Σε διαφορετική περίπτωση, αν η μεταβλητή result επέστρεψε τιμή 'false' τότε ο χρήστης δεν έχει πρόσβαση στα πεδία αυτά διότι το session της σύνδεσης του έχει λήξει, συνεπώς αποσυνδέεται από το site και πρέπει να κάνει σύνδεση εκ νέου.

Ο χρήστης από τη στιγμή που είναι συνδεδεμένος, αν επιθυμεί να αποσυνδεθεί από τον λογαριασμό του δεν έχει παρά να πατήσει το κουμπί αποσύνδεση που εμφανίζεται κάνοντας κλικ στο πεδίο του ονόματος του. Όταν συμβεί αυτό πραγματοποιείται ένα έτοιμο POST το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο logout() του controller Customer. Η μέθοδος αυτή συνδέεται με την βάση και με κατάλληλο query προς τον πίνακα customer_session, για το χρήστη με κοινό session id και customer id με αυτά των cookies session και customer, ενημερώνει την τιμή του πεδίου expired από '0' σε '1'. Τέλος τα ενημερώνονται τα cookies ότι έχουν πλέον λήξει και ο χρήστης γίνεται redirect στην κεντρική σελίδα του site ενώ είναι πλέον αποσυνδεδεμένος.

4.2.3 Η κεντρική σελίδα

Το front end της κεντρικής σελίδας αποτελείται από τα αρχεία allwines.html, allwines.css και η λειτουργία της βασίζεται στο javascript αρχείο allwine.js και στον controller wine. Αρχικά όταν φορτώνετε η σελίδα πραγματοποιείτε μέσω της allwine.js ένα αίτημα GET το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο search() του controller wine. Η search() συνδέεται με τη βάση και με τη χρήση ενός κατάλληλου query διαβάζει τα στοιχεία των δεκαοκτώ πρώτων κρασιών της βάσης (το όνομα τους, το product id τους, την τιμή τους και το μονοπάτι που είναι αποθηκευμένη η εικόνα τους) και δημιουργεί ένα object για το καθένα ξεχωριστά. Στη συνέχεια τα object αυτά αποθηκεύονται σε μια λίστα η οποία μεταφέρεται κωδικοποιημένη ως αρχείο JSON πίσω στην allwine.js όπου και τελικά αποκωδικοποιείται. Έχοντας πλέον πρόσβαση στα απαραίτητα στοιχεία του κάθε κρασιού, μέσω μιας επανάληψης και με τη χρήση των κατάλληλων εντολών της βιβλιοθήκης vue, εμφανίζονται στη σελίδα τα πρώτα 18 κρασιά της βάσης δεδομένων.



Εικόνα 14. All Wines

Πίσω από κάθε κουμπί <<ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ>> που φαίνεται στη παραπάνω εικόνα, υπάρχει ένας σύνδεσμος στο οποίο την κατάληξη (με τη χρήση της εντολής v-bind της βιβλιοθήκης vue) προστίθεται το product id του κάθε κρασιού που περιείχε το αρχείο JSON. Με αυτόν τον τρόπο με το πάτημα κάθε κουμπιού ο χρήστης μεταφέρεται στην σελίδα χαρακτηριστικών του αντίστοιχου κρασιού. Επίσης πίσω από το κουμπί <<ΕΜΦΑΝΙΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ>> υπάρχει ένα αίτημα GET το οποίο περνώντας ως παράμετρο στο URL τον αριθμό των κρασιών που έχουν ήδη εμφανιστεί και σε συνδυασμό με την μέθοδο loadmore() της allwine.js, πραγματοποιεί νέα σύνδεση με τη βάση χρησιμοποιώντας ένα query το οποίο περιέχει την παράμετρο που διαβάστηκε από το URL. Έτσι σε κάθε πάτημα του κουμπιού επιστρέφονται τα επόμενα δεκαοκτώ κρασιά (αν υπάρχουν) από τη λίστα

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

με τα object's των κρασιών. Σε διαφορετική περίπτωση εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα ότι δεν υπάρχουν άλλα διαθέσιμα κρασιά να εμφανιστούν.

4.2.4 Σελίδα χαρακτηριστικών των προϊόντων

Η σελίδα των τεχνικών χαρακτηριστικών του κάθε κρασιού αποτελείται από τα αρχεία wine.html, wine.css για το front end και wine.js, SingleWine.cs, wine.cs για το back end. Κατά την φόρτωση της σελίδας προστίθεται στο τέλος του URL της το product id του συγκεκριμένου προϊόντος και πραγματοποιούνται δύο αιτήματα GET τα οποία αντιστοιχούν στις μεθόδους singleGet() και top5_co_pro() του controller wine.

Η μέθοδος singleGet() είναι υπεύθυνη να επιστρέψει στη σελίδα όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κρασιού, τη διαθέσιμη ποσότητα του καθώς και την πρόβλεψη για το πόσο ταιριάζει το κρασί σε κάθε συνδεδεμένο χρήστη. Αρχικά η μέθοδος συνδέεται με τη βάση και με κατάλληλο query επιστρέφει από τον πίνακα wines όλα τα χαρακτηριστικά του κρασιού με product id κοινό με αυτό του URL. Στη συνέχεια ελέγχονται τα cookies και εφόσον είναι έγκυρα καλείται η μέθοδος check() της κλάσης TrainingAndEmptyCheck η οποία δέχεται ως παράμετρο το customer id (από το cookie customer) του χρήστη που είναι συνδεδεμένος εκείνη τη στιγμή. Με τη χρήση του id αυτού και ενός κατάλληλου query προς τους πίνακες training και ordered_wines ελέγχεται αν η τιμή του χρόνου της τελευταίας εκπαίδευσης του μοντέλου προβλέψεων είναι μεγαλύτερη από την τιμή του χρόνου της τελευταίας βαθμολόγησης που έχει πραγματοποιήσει ο χρήστης με το συγκεκριμένο customer id σε κάποιο προϊόν το οποίο έχει αγοράσει. Με απλά λόγια ελέγχεται αν ο χρήστης έχει δώσει έστω και μία βαθμολογία σε κάποιο προϊόν που έχει αγοράσει προτού να έχει γίνει η τελευταία εκπαίδευση του μοντέλου προβλέψεων. Αν αυτό ισχύει τότε πίσω στην singleGet() καλείται η μέθοδος Main2() της κλάσης SingleWine() παίρνοντας ως πρώτη παράμετρο το product id από το URL της wine.html και ως δεύτερη παράμετρο το customer id του συνδεδεμένου χρήστη από το cookie customer. Η μέθοδος αυτή δημιουργεί ένα νέο ML Context για να έχει πρόσβαση στις λειτουργίες του ML.NET και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο LoadModel() φορτώνει στη μνήμη της το μοντέλο που είχε αποθηκευτεί κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης σχετικά με τις προβλέψεις που αφορούσαν τις προτιμήσεις των χρηστών. Στη συνέχεια με τη χρήση της μεθόδου UseModelForSinglePrediction() διαβάζει από το μοντέλο την πρόβλεψή για το πόσο ταιριάζει το κρασί με product id κοινό με αυτό της πρώτης παραμέτρου της μεθόδου στο χρήστη με user id κοινό με αυτό της δεύτερης παραμέτρου. Η τιμή της πρόβλεψης αυτής κανονικοποιείται και μετατρέπεται σε ποσοστό δύο δεκαδικών ψηφίων με τη χρήση της μεθόδου Sigmoid(). Αφού ανανεωθεί ο χρόνος των cookies, τα χαρακτηριστικά των κρασιών και η πρόβλεψη αποθηκεύονται σε ένα object το οποίο κωδικοποιείται σε αρχείο JSON και επιστρέφεται στην wine.js στην οποία αποκωδικοποιείται πίσω σε object και με τη χρήση ενός AJAX Call εμφανίζεται μαζί με όλα τα χαρακτηριστικά του κρασιού στη σελίδα. Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν είχε δώσει έστω και μία βαθμολογία σε κάποιο προϊόν πριν γίνει η τελευταία εκπαίδευση του μοντέλου προβλέψεων τότε επιστρέφονται τα χαρακτηριστικά των κρασιών χωρίς κάποια πρόβλεψη.

Η μέθοδος top5_co_pro() η οποία καλείται και αυτή κατά τη φόρτωση της σελίδας wine.html αρχικά καλεί τη μέθοδο Main4() της κλάσης CoPurchased περνώντας της ως παράμετρο το id από το τέλος του URL. Η μέθοδος αυτή είναι υπεύθυνη να επιστρέψει στη σελίδα τα έξι κρασιά που ταιριάζουν περισσότερο στο κρασί με product id αυτό του URL. Η Main4() αρχικά δημιουργεί ένα νέο ML Context και φορτώνει στη μνήμη της με τη χρήση της LoadModel2() το μοντέλο προβλέψεων

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

που είχε αποθηκευτεί κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης σχετικά με τις προβλέψεις που αφορούν τις σχέσεις μεταξύ των προϊόντων. Στη συνέχεια συνδέετε με τη βάση και με τη χρήση ενός query προς τον πίνακα wines επιστρέφει το product id, το μονοπάτι που είναι αποθηκευμένη η εικόνα καθώς και το όνομα του κάθε κρασιού με product id διαφορετικό με αυτό που έχει περαστεί στη μέθοδο ως παράμετρο. Αμέσως μετά για κάθε ένα από αυτά product id's που επιστράφηκαν διαβάζεται από το μοντέλο προβλέψεων που έχει φορτωθεί στη μνήμη η πρόβλεψη για το πόσο πολύ ταιριάζουν με το product id που περιέχει του URL. Όλες αυτές οι προβλέψεις μαζί με τα στοιχεία των κρασιών που διαβάστηκαν αποθηκεύονται σε μια λίστα η οποία ταξινομείται κατά φθίνουσα σειρά βάση των προβλέψεων. Στη συνέχεια τα έξι πρώτα στοιχεία της λίστας αποθηκεύονται σε ένα object το οποίο κωδικοποιείται σε αρχείο JSON και επιστρέφεται στην `top6_co_pro()`. Σε αυτό το σημείο αφού ανανεωθεί ο χρόνος των cookies, το αρχείο JSON επιστρέφεται στην `wine.js` όπου αποκωδικοποιείται πίσω σε object και με τη χρήση ενός AJAX Call εμφανίζονται τελικά στη σελίδα τα έξι κρασιά που ταιριάζουν περισσότερο στο κρασί που περιγράφει η σελίδα των χαρακτηριστικών. Ο χρήστης πατώντας το κουμπί 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' του κάθε κρασιού μπορεί να μεταβεί στην αντίστοιχη σελίδα χαρακτηριστικών του.

Η τελευταία λειτουργία της σελίδας `wine.html` είναι ότι δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να προσθέτουν στο καλάθι το χαρακτηριστικό προϊόν της. Πατώντας το κουμπί 'ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ' πραγματοποιείται ένα αίτημα POST το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο `addtocart()`. Η μέθοδος αυτή αρχικά ελέγχει ότι τα cookies δεν έχουν λήξει και εφόσον διαπιστωθεί ότι είναι έγκυρα αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή `result` η τιμή 'Success' (σε διαφορετική περίπτωση η τιμή 'Not Logged In'). Στη συνέχεια πραγματοποιεί σύνδεση με τη βάση και με τη χρήση ενός σύνθετου query προς τον πίνακα `cart` επιστρέφεται το `product_id`, το συνολικό απόθεμα του προϊόντος με αυτό το `product_id`, και το η ποσότητα των τεμαχίων του συγκεκριμένου προϊόντος που έχει ο πελάτης στο καλάθι του. Με τον τρόπο αυτό ελέγχετε σε κάθε πάτημα του κουμπιού 'ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ', αν το συνολικό απόθεμα του προϊόντος είναι μεγαλύτερο από αυτό που έχει ο πελάτης στο καλάθι του και εφόσον αυτό ισχύει του επιτρέπεται να προσθέσει στο καλάθι του ένα τεμάχιο ακόμα. Αμέσως μετά χρησιμοποιώντας την παράμετρο `product id` του αιτήματος POST και το `customer id` του cookie `customer` πραγματοποιείται ακόμα μια σύνδεση με τη βάση όπου με τη χρήση ενός query εισάγετε στον πίνακα `cart` για το χρήστη που έχει κοινό `customer_id` με αυτό του cookie, το `product id` του προϊόντος που πρόσθεσε στο καλάθι αγορών του. Πίσω στην `wine.js` ελέγχεται η τιμή της μεταβλητής `result` και εφόσον είναι 'Success' εμφανίζεται στην σελίδα μήνυμα το οποίο αναφέρει ότι το προϊόν προστέθηκε στο καλάθι. Σε περίπτωση που η τιμή της `result` είναι 'Not Logged In', επισημαίνεται στο χρήστη ότι αν θέλει να προσθέσει κάποιο προϊόν στο καλάθι του θα πρέπει πρώτα να συνδεθεί στο λογαριασμό του ενώ σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση εμφανίζεται το μήνυμα "Δεν υπάρχει απόθεμα!".

Κάθε φορά που προστίθεται ένα αντικείμενο στο καλάθι αγορών και κάθε φορά που φορτώνετε οποιαδήποτε σελίδα του site πραγματοποιείτε μια μέθοδος GET η οποία αντιστοιχεί στη μέθοδο `cartcounter()`. Η μέθοδος αυτή αφού ελέγξει ότι τα cookies δεν έχουν λήξει και εφόσον αυτό ισχύει πραγματοποιεί νέα σύνδεση με τη βάση και με το κατάλληλο query επιστρέφει από τον πίνακα `cart` τον αριθμό των γραμμών που περιέχει για το χρήστη με κοινό `customer id` με αυτό των cookies. Τέλος ανανεώνει το χρόνο λήξης των cookies και επιστρέφει τον αριθμό αυτών στην `menu.html` όπου και εμφανίζεται ως ένδειξη στο εικονίδιο του καλαθιού αγορών έτσι ώστε ο χρήστης να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή πόσα αντικείμενα έχει προσθέσει στο καλάθι του.

4.2.5 Σελίδα των πέντε πιο ταιριαστών κρασιών του χρήστη

Η σελίδα αυτή εμφανίζει τα πέντε κρασιά που ταιριάζουν περισσότερο σε κάθε χρήστη. Αποτελείται από τα αρχεία `topfive.html`, `topfive.css` για το front end και από το αρχείο `javascript topfive.js` και τον `controller wine` για το backend.

Κατά τη φόρτωση της σελίδας πραγματοποιείται ένα αίτημα GET το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο `top5Get()` του `controller wine`. Η μέθοδος αυτή αρχικά ελέγχει αν τα cookies είναι ενεργά και σε περίπτωση που δεν είναι, η μεταβλητή `result` παίρνει τιμή 'Not Logged In'. Έπειτα ελέγχεται μέσω της μεθόδου `TrainingAndEmptyCheck()` αν ο χρήστης έχει κάνει έστω και μια βαθμολόγηση ενός προϊόντος πριν την τελευταία εκπαίδευση του μοντέλου προβλέψεων. Αν αυτό δεν ισχύει τότε η μεταβλητή `result` παίρνει τιμή 'Has Not Rated'. Διαφορετικά καλείται η μέθοδος `Main3()` της κλάσης `TopFiveWines` η οποία δέχεται ως παράμετρο το `customer id` του συνδεδεμένου χρήστη από το cookie `customer`. Η `Main3()` δημιουργεί ένα νέο `miContext` και με τη χρήση της μεθόδου `loadModel()` φορτώνει στη μνήμη της το μοντέλο που είχε αποθηκευτεί κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης σχετικά με τις προβλέψεις που αφορούσαν τις προτιμήσεις των χρηστών. Αμέσως μετά με τη χρήση της μεθόδου `useModelForTop5Predictions()` πραγματοποιείται σύνδεση με τη βάση και με τη χρήση κατάλληλου `query` επιστρέφονται από τον πίνακα `wines` τα `product id`, τα ονόματα και τα μονοπάτια των εικόνων όλων των προϊόντων της βάσης. Χρησιμοποιώντας με τη σειρά όλα τα `product id's` αυτά διαβάζεται από το εκπαιδευμένο μοντέλο η πρόβλεψη για κάθε ένα από τα προϊόντα για το χρήστη με `customer id` κοινό με εκείνο που έχει δεχθεί η μέθοδος `Main3()` ως παράμετρο. Στη συνέχεια όλα τα στοιχεία των κρασιών που διαβαστήκαν μαζί με όλες τις προβλέψεις αποθηκεύονται σε μια λίστα ως `objects`. Η λίστα αυτή ταξινομείται κατά φθίνουσα σειρά βάση των προβλέψεων και τα πέντε πρώτα στοιχεία της μετατρέπονται σε αρχείο JSON το οποίο αποθηκεύεται στη μεταβλητή `result` και επιστρέφεται στην `topfive.js`. Τέλος αναλόγως της τιμής της μεταβλητής `result` η `topfive.js` πραγματοποιεί τις παρακάτω ενέργειες:

- Αν η μεταβλητή `result` περιέχει τιμή 'Not Logged In' τότε ο χρήστης επιστρέφει στη `login.html` για να συνδεθεί στο λογαριασμό του. Αυτή η διαδικασία λειτουργεί ως μέτρο προστασίας σε περίπτωση που κάποιος χρήστης επιχειρήσει να μεταβεί απευθείας στο URL της σελίδας `topfive.html` ενώ δεν έχει πρώτα συνδεθεί στο site.
- Αν η μεταβλητή `result` περιέχει τιμή 'Has Not Rated' τότε εμφανίζεται στο χρήστη κατάλληλο μήνυμα το οποίο αναφέρει ότι εφόσον επιθυμεί να δει τις προβλέψεις για το ποια προϊόντα του ταιριάζουν θα πρέπει πρώτα να βαθμολογήσει τουλάχιστον ένα προϊόν από αυτά που βρίσκονται στο ιστορικό των αγορών του και να ξανά προσπαθήσει αργότερα.
- Αν η μεταβλητή `result` περιέχει το αρχείο JSON που επιστράφηκε από τη μέθοδο `Main3()` τότε εμφανίζονται στη σελίδα τα πέντε πιο ταιριαστά προϊόντα για τον συνδεδεμένο χρήστη ο οποίος επιλέγοντας καθένα από αυτά μπορεί να μεταβεί στην αντίστοιχη σελίδα του προϊόντος.

4.2.6 Το ιστορικό

Η σελίδα του ιστορικού αγορών αποτελείται από τα αρχεία history.html, history.css για το front end και από το αρχείο javascript history.js και τον controller wine για το backend. Κατά τη φόρτωση της σελίδας πραγματοποιείται ένα αίτημα GET το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο history() του controller wine.

Η μέθοδος αυτή αρχικά ελέγχει με τη χρήση της μεθόδου CheckLogin() αν υπάρχουν ενεργά cookies. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν εισάγει στη μεταβλητή result τιμή 'Not Logged In'. Σε διαφορετική περίπτωση πραγματοποιεί σύνδεση με τη βάση και με κατάλληλο query επιστρέφονται από τον πίνακα wines το όνομα, το product id, το image path και η βαθμολογία των πρώτων 18 προϊόντων που έχει αγοράσει ο χρήστης με customer id κοινό με αυτό του cookie customer. Αφού ανανεωθεί ο χρόνος των cookies τα στοιχεία αυτά εισάγονται σε ένα object το οποίο μετατρέπεται σε αρχείο JSON, αποθηκεύεται στη μεταβλητή result και επιστρέφεται πίσω στην history.js. Εκεί το αρχείο JSON αποκωδικοποιείται πίσω σε object και σε εφόσον η μεταβλητή result δεν είχε τιμή 'Not Logged In' εμφανίζονται στην history.html τα πρώτα 18 κρασιά που έχει αγοράσει ο χρήστης. Σε περίπτωση που το object ήταν άδειο, με τη χρήση της εντολής v-else της βιβλιοθήκης vue, εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα το οποίο αναφέρει ότι ο χρήστης δεν έχει αγοράσει κανένα προϊόν από το site. Διαφορετικά ο χρήστης μεταφέρεται στην σελίδα login.html για να συνδεθεί στο λογαριασμό του. Όπως και στη κεντρική σελίδα έτσι και εδώ πατώντας το κουμπί 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' ο χρήστης μεταφέρεται στη σελίδα του κάθε κρασιού και πατώντας το κουμπί 'ΕΜΦΑΝΙΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' πραγματοποιείται μια μέθοδος GET η οποία με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4.2.3 επιστρέφει τα επόμενα 18 κρασιά που έχει αγοράσει ο χρήστης μαζί με τις βαθμολογίες που τους έχει δώσει (αν τα έχει βαθμολογήσει).

Η βασικότερη λειτουργία αυτής της σελίδας είναι ότι ο χρήστης μπορεί να δώσει βαθμολογίες στα προϊόντα που έχει αγοράσει έτσι ώστε να είναι ακόμα πιο ακριβείς οι προβλέψεις για προϊόντα που μπορεί να των ενδιαφέρουν. Συμπληρώνοντας το πεδίο της βαθμολογίας με έναν βαθμό από το 1 ως το 5 και πατώντας το κουμπί 'Βαθμολόγηση' πραγματοποιείται ένα έτοιμο post το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο rate() του controller wine. Αρχικά η μέθοδος αυτή στέλνει το χρήστη στην σελίδα login.html για να συνδεθεί στον λογαριασμό του σε περίπτωση που τα cookies του έχουν λήξει. Αυτό επιτυγχάνετε με το ίδιο τρόπο που αναλύθηκε παραπάνω για την μέθοδο history(). Επίσης η rate() δέχεται ως παραμέτρους από το αίτημα post το product id του προϊόντος που βαθμολογήθηκε και το βαθμό που περιείχε η φόρμα βαθμολόγησης. Στη συνέχεια συνδέετε με τη βάση και με κατάλληλο query εισάγει στον πίνακα ordered_wines για το προϊόν με product id κοινό με αυτό που δέχθηκε ως παράμετρο και για το χρήστη με customer id κοινό με αυτό του cookie customer, την βαθμολογία που έδωσε ο χρήστης στο πεδίο βαθμολόγησης καθώς και τον χρόνο που πραγματοποιήθηκε η ενέργεια αυτή. Τέλος ανανεώνει τον χρόνο λήξης των cookies και σε περίπτωση που η βαθμολόγηση πραγματοποιήθηκε με επιτυχία εμφανίζει στον χρήστη ανάλογο μήνυμα.

4.2.7 Το καλάθι αγορών

Η σελίδα του καλάθιού αγορών αποτελείται από τα αρχεία cart.html, cart.css για το front end και από το αρχείο javascript cart.js και τον controller wine για το backend. Κατά τη φόρτωση της σελίδας πραγματοποιούνται δύο αιτήματα GET τα οποία αντιστοιχούν στις μεθόδους ViewCart() και AlsoBought() του controller wine.

Η ViewCart() δέχεται ως παράμετρο της μεθόδου GET το cookie customer, ελέγχει ότι τα cookies δεν έχουν λήξει και εφόσον αυτό ισχύει πραγματοποιεί σύνδεση με τη βάση. Με κατάλληλο query επιστρέφει από τους πίνακες cart και wines το product id, το όνομα, την τιμή, το image path και την ποσότητα του κάθε κρασιού που έχει προσθέσει στο καλάθι αγορών του ο χρήστης με customer id κοινό με αυτό του cookie customer. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα αυτά εισάγονται σε ένα object το οποίο μετατρέπεται σε αρχείο JSON, αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή result και αφού ανανεωθεί ο χρόνος λήξης των cookies, επιστρέφεται στην cart.js. Αν τα cookies είχαν λήξει πραγματοποιείται redirect του πελάτη στην σελίδα login.html για να συνδεθεί στο λογαριασμό του. Διαφορετικά το αρχείο JSON αποκωδικοποιείται και τα περιεχόμενα του καλάθιού αγορών του πελάτη εμφανίζονται στη σελίδα cart.html.

Η AlsoBought() με ίδιο ακριβός τρόπο με την ViewCart() ελέγχει αν έχουν λήξει τα cookies και σε περίπτωση που αυτό ισχύει μεταφέρει το χρήστη στην σελίδα login.html για να συνδεθεί στο λογαριασμό του. Επίσης με τη χρήση της μεθόδου EmptyHistoryCheck() συνδέετε με τη βάση και χρησιμοποιώντας κατάλληλο query ελέγχει αν ο πίνακας orders περιέχει έστω και μία γραμμή, δηλαδή αν ο χρήστης έχει κάνει έστω μία αγορά από το site. Αν αυτό δεν ισχύει τότε η διαδικασία τελειώνει εδώ και στο χρήστη δεν θα εμφανιστεί καμία πρόβλεψη. Σε αντίθετη περίπτωση πραγματοποιείται μια νέα σύνδεση με τη βάση όπου με το κατάλληλο query προς τους πίνακες wines, ordered_wines και orders, επιλέγει και επιστρέφει τα product id και τα ονόματα έως και τεσσάρων τυχαίων κρασιών από το ιστορικό αγορών του πελάτη που έχει κοινό customer id με αυτό του cookie customer. Αμέσως μετά για κάθε ένα από αυτά τα προϊόντα καλείται η μέθοδος Main5() της κλάσης CoPurchasedNo1. Η μέθοδος αυτή δέχεται ως παράμετρο τα product id των τεσσάρων τυχαίων κρασιών από το ιστορικό αγορών του χρήστη, δημιουργεί ένα νέο ML Context και με τη χρήση της LoadModel2() φορτώνει στη μνήμη της το μοντέλο προβλέψεων που είχε αποθηκευτεί κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης σχετικά με τις προβλέψεις που αφορούν τις σχέσεις μεταξύ των προϊόντων. Ύστερα χρησιμοποιώντας τη μέθοδο UseModelForTop5Predictions2() πραγματοποιείτε νέα σύνδεση με τη βάση και με τη χρήση κατάλληλου query επιστέφονται από τον πίνακα wines τα product id's, τα ονόματα και τα image path's όλων των προϊόντων της βάσης εκτός του προϊόντος με product id κοινό με εκείνο που έχει δεχθεί η μέθοδος ως παράμετρο. Στη συνέχεια για κάθε ένα από τα product id's που επιστράφηκαν, διαβάζεται από το μοντέλο προβλέψεων που έχει φορτωθεί στη μνήμη η πρόβλεψη για το πόσο ταιριάζει το καθένα από αυτά με εκείνο το προϊόν που έχει product id κοινό με το product id της παραμέτρου της μεθόδου. Από τις προβλέψεις αυτές πραγματοποιείτε αναζήτηση εκείνης της πρόβλεψης με τη μέγιστη βαθμολογία και τα στοιχεία της επιστρέφονται ως object στην AlsoBought().

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε ένα από τα τυχαία προϊόντα που επιλέχθηκαν από το ιστορικό αγορών του χρήστη (το πολύ 4 φορές). Τα object που επιστράφηκαν και τα ονόματα των τυχαίων προϊόντων που επιλέχθηκαν αποθηκεύονται σε μια λίστα η οποία αφού μετατραπεί σε αρχείο JSON και αμέσως μετά την ανανέωση των cookies επιστρέφεται στην cart.js. Εκεί το αρχείων JSON της λίστας αποκωδικοποιείται και με τη χρήση ενός AJAX Call εμφανίζονται στη cart.html μέχρι τέσσερις προτάσεις προϊόντων οι οποίες έγιναν με βάση τυχαία αντικείμενα από το ιστορικό του χρήστη.

Η βασικότερη χρήση της σελίδα cart.html είναι να μπορεί ο χρήστης να ολοκληρώνει την παραγγελία του. Αυτό επιτυγχάνεται πατώντας το κουμπί 'ΑΓΟΡΑ' που περιέχει η σελίδα. Με το πάτημα αυτού του κουμπιού πραγματοποιείται από την cart.js ένα αίτημα GET το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο emptyorfull(). Η μέθοδος αυτή ελέγχει με τη χρήση ενός query εάν το καλάθι αγορών είναι άδειο και σε περίπτωση που αυτό ισχύει επιστρέφει στην cart.js την μεταβλητή result με τιμή 'Empty'. Εκεί η μεταβλητή αυτή ελέγχεται και εφόσον έχει τιμή 'Empty' καλείται στη σελίδα αναδυόμενο παράθυρο (modal) το οποίο ενημερώνει το χρήστη πως το καλάθι αγορών του δεν περιέχει προϊόντα ενώ σε κάθε άλλη περίπτωση καλείται διαφορετικό modal το οποίο με τη χρήση της μεθόδου sumcalculation() η οποία καλείται αυτόματα κατά τη φόρτωση της cart.html, εμφανίζει το συνολικό κόστος των αγορών του πελάτη και του δίνει τις επιλογές 'Όχι' για ακύρωση και 'Ναι' για επιβεβαίωση αγοράς. Εφόσον πατηθεί το κουμπί 'Ναι' πραγματοποιείται ακόμα ένα αίτημα GET το οποίο αντιστοιχεί στη μέθοδο buy(). Με τη σειρά της η μέθοδος αυτή αρχικά αφού επιβεβαιώσει ότι τα cookies είναι ενεργά, πραγματοποιεί σύνδεση με τη βάση και με κατάλληλο query επιστρέφει όλα τα product id's του πίνακα cart, την ποσότητα των προϊόντων αυτών που είναι διαθέσιμη για αγορά από το κατάστημα καθώς και την ποσότητα που έχει προσθέσει στο καλάθι του ο πελάτης με customer id κοινό με αυτό του cookie customer και τα αποθηκεύει στη λίστα wines. Εφόσον η λίστα αυτή είναι άδεια η μεταβλητή result παίρνει τιμή 'Empty', διαφορετικά εισάγεται με ένα νέο query στον πίνακα orders το customer id του cookie customer έτσι ώστε να καταχωρηθεί η νέα του παραγγελία. Στη συνέχεια με τη χρήση δύο επιπλέον queries, κάθε product id εισάγεται στον πίνακα ordered_wines στο κατάλληλο order id και για κάθε προϊόν αφαιρείται από την εναπομένουσα συνολική ποσότητα του η ποσότητα που αγοράστηκε. Αμέσως μετά με τη χρήση ενός τελευταίου query διαγράφονται όλα τα περιεχόμενα του πίνακα cart για το χρήστη με customer id κοινό με αυτό το cookie. Τέλος ανανεώνεται ο χρόνος των cookies και η μεταβλητή result αποκτά τιμή 'Success' και επιστρέφεται στην cart.js. Εκεί ανάλογος της τιμής της εμφανίζεται με τη χρήση ενός AJAX Call στο χρήστη κατάλληλο μήνυμα επιτυχία ή αποτυχία σχετικά με την ολοκλήρωση της αγοράς του.

Η τελευταία λειτουργία που προσφέρει στο χρήστη η σελίδα του καλαθιού είναι πατώντας τα κουμπία '-', '+' ή 'Delete' να μπορεί να μειώσει, να αυξήσει ή να διαγράψει αντίστοιχα τις ποσότητες του κάθε προϊόντος που έχει στο καλάθι του. Με το πάτημα κάθε κουμπιού πραγματοποιείται ένα αίτημα POST το οποίο αντιστοιχεί στις μεθόδους addtocart(), removefromcart() και deletefromcart(). Για κάθε μια από αυτές γίνεται κάθε φορά έλεγχος για την λήξη των cookies, ανανέωση τους (εφόσον δεν έχουν λήξει) και πραγματοποιείτε νέα σύνδεση με τη βάση όπου με τα απαραίτητα queries προστίθενται, αφαιρούνται ή διαγράφονται από τον πίνακα cart (δηλαδή από το καλάθι αγορών του πελάτη) τα αντίστοιχα προϊόντα που μπορεί να θέλει να αφαιρέσει η να αυξήσει την ποσότητα τους που επιθυμεί να αγοράσει. Σε κάθε τέτοια ενέργεια προσθαφαίρεσης προϊόντων πάντα πραγματοποιείτε υπολογισμός του νέου συνολικού κόστους της παραγγελίας με τη χρήση της μεθόδου sumcalculation().

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Σενάρια Εκτέλεσης

5.1 Οι δυνατότητες του site

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι λειτουργίες του site τις οποίες μπορεί να αξιοποιήσει ο οποιοσδήποτε χρήστης καθώς και όλες οι πιθανές περιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν σε κάθε ενέργεια που πραγματοποιεί μέσα σε αυτό. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagram) της εφαρμογής βάση του οποίου έχει γίνει στα παρακάτω κεφάλαια η ανάλυση των σεναρίων.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

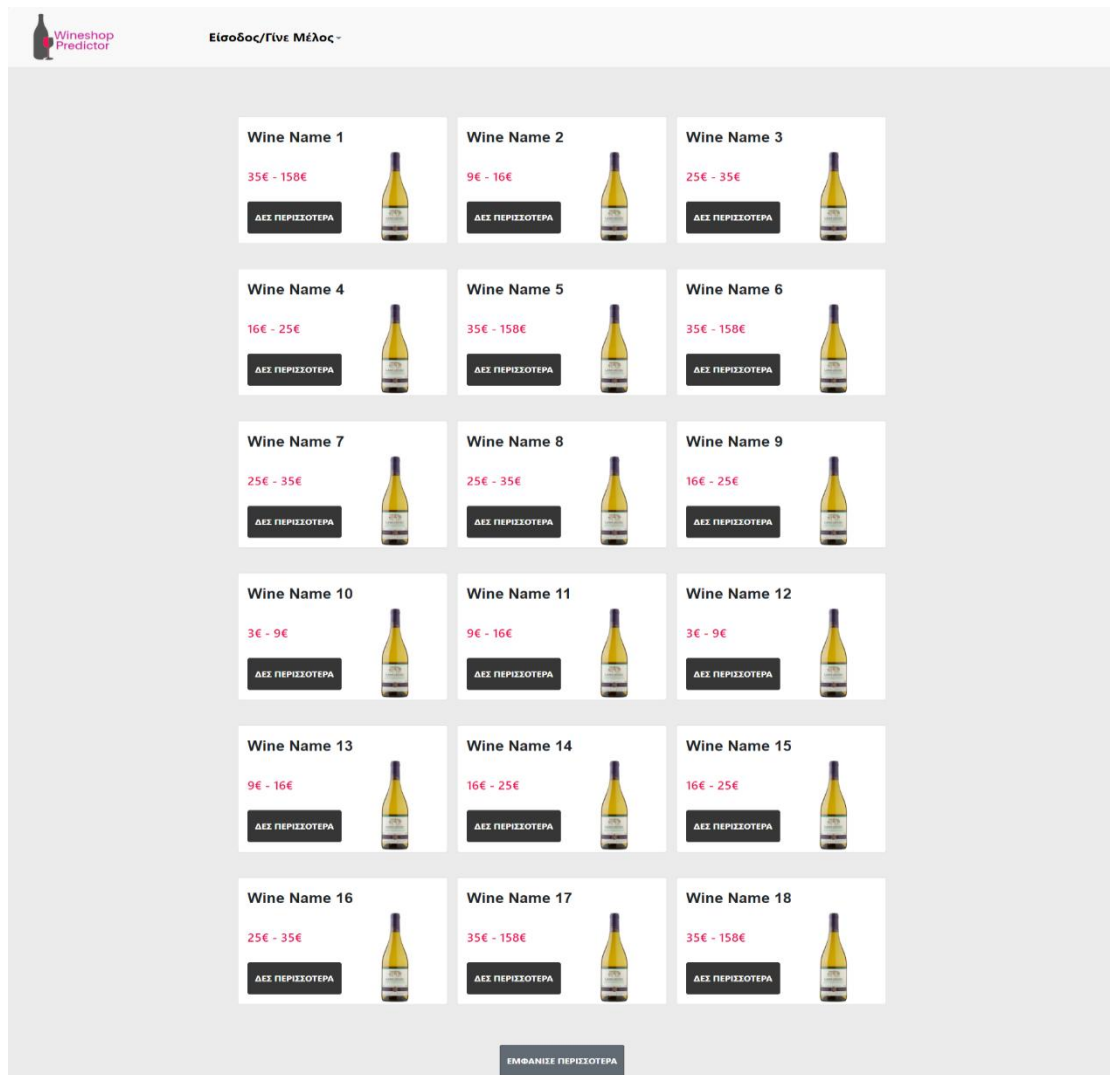


Εικόνα 15. Use Case Diagram

5.2 Πλοήγηση στην κεντρική σελίδα

Η αρχική σελίδα την οποία βλέπει ένας χρήστης ο οποίος επισκέπτεται το site φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



Εικόνα 16. Home Page

Ένας χρήστης ο οποίος δεν είναι συνδεδεμένος στον λογαριασμό του έχει πρόσβαση μόνο στην κεντρική σελίδα και στις σελίδες σύνδεσης και εγγραφής. Αν κάποιος χρήστης επιχειρήσει να μεταβεί σε κάποια σελίδα στην οποία δεν έχει πρόσβαση, μέσω ενός URL τότε ανακατευθύνετε αυτόματα από το site στην κεντρική σελίδα. Στην κεντρική σελίδα ο χρήστης μπορεί να δει αρχικά τα 18 πρώτα κρασιά που διαθέτει το ηλεκτρονικό κατάστημα και τις τιμές τους. Πατώντας το κουμπί 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' του κάθε κρασιού μπορεί να μεταβεί στην αντίστοιχη σελίδα του. Επίσης στο κάτω μέρος της σελίδας, στο κέντρο της υπάρχει το κουμπί 'ΕΜΦΑΝΗΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' όπου με κάθε πάτημα του εμφανίζονται 18 επιπλέον κρασιά. Όταν έχουν εμφανιστεί πλέον όλα τα κρασιά και ο χρήστης προσπαθήσει να πατήσει το κουμπί 'ΕΜΦΑΝΗΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' τότε εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα το οποίο τον ενημερώνει ότι δεν υπάρχουν άλλα διαθέσιμα κρασιά για να εμφανιστούν.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

The screenshot displays five wine products arranged in two rows. Each product card includes the wine name, a price range, a bottle image, and a button labeled 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ'. The products are:

- Wine Name 4996: 9€ - 16€
- Wine Name 4997: 35€ - 158€
- Wine Name 4998: 16€ - 25€
- Wine Name 4999: 3€ - 9€
- Wine Name 5000: 35€ - 158€

Below the products is a yellow banner with the text 'Τέλος Αποτελεσμάτων!' and a blue button labeled 'ΕΜΦΑΝΙΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ'.

Εικόνα 17. Εμφάνιση Περισσοτέρων Κρασιών

Στη κορυφή της κάθε σελίδας υπάρχει το μενού πλοήγησης του site. Το μενού αυτό περιέχει το λογότυπο του καταστήματος το οποίο από οποιαδήποτε σελίδα και αν το επιλέξει ο χρήστη ανακατευθύνετε στην αρχική σελίδα του καταστήματος. Επίσης περιέχει την επιλογή 'Είσοδος/Γίνε μέλος' την οποία εάν επιλέξει, εμφανίζονται μέσω ενός drop down menu οι επιλογές Σύνδεση και Εγγραφή τις οποίες αν επιλέξει οδηγείται στις αντίστοιχες σελίδες. Το μενού αυτό όπως αναφέρετε και στην συνέχεια περιέχει και τις υπόλοιπες υποσέλιδες του site η οποίες γίνονται διαθέσιμες μόνο αφότου ο χρήστης συνδεθεί στο λογαριασμό του.

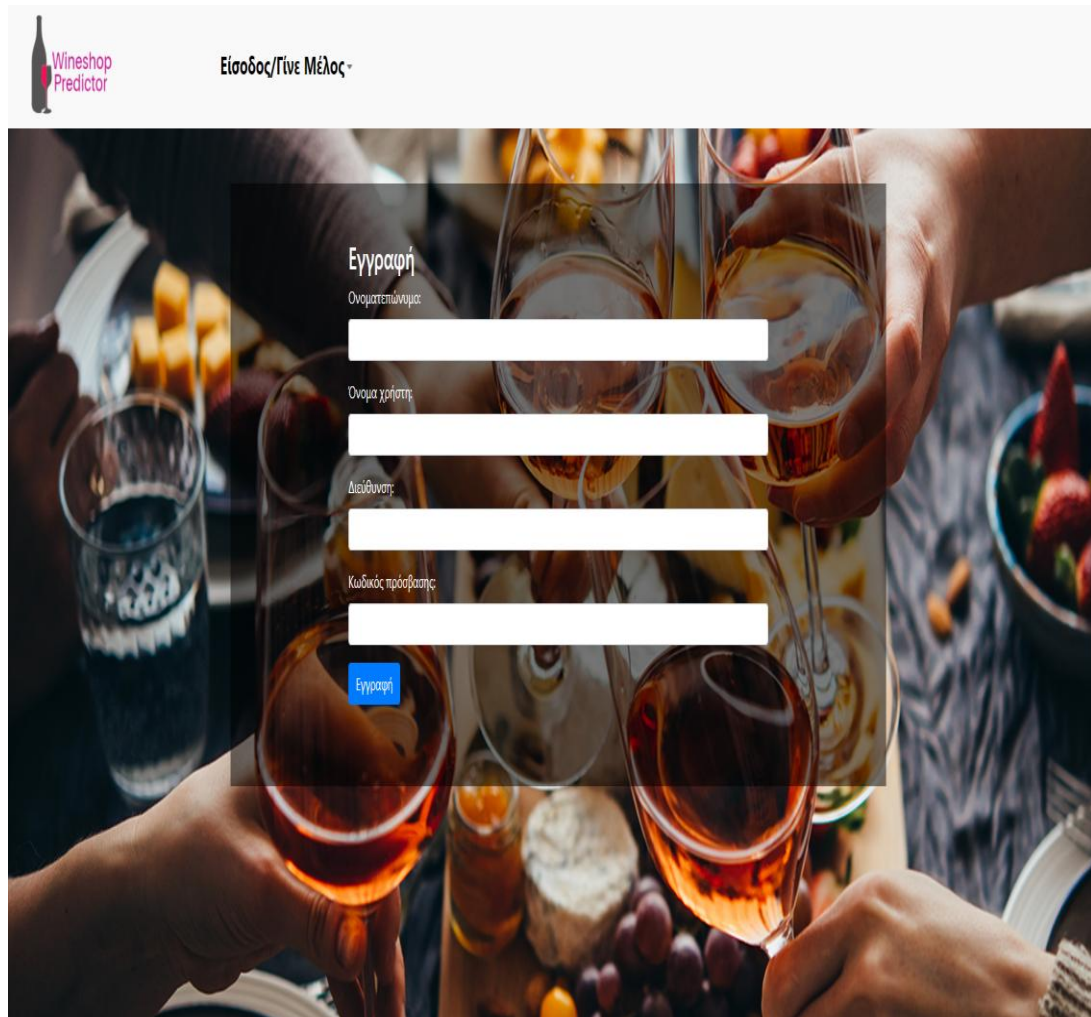
The screenshot shows the 'Wineshop Predictor' logo on the left. To its right is the menu item 'Είσοδος/Γίνε Μέλος'. A dropdown menu is open, showing two options: 'Είσοδος' and 'Γίνε Μέλος'.

Εικόνα 18. Μενού Σύνδεση/Εγγραφή

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

5.3 Πλοήγηση στη σελίδα εγγραφής χρήστη

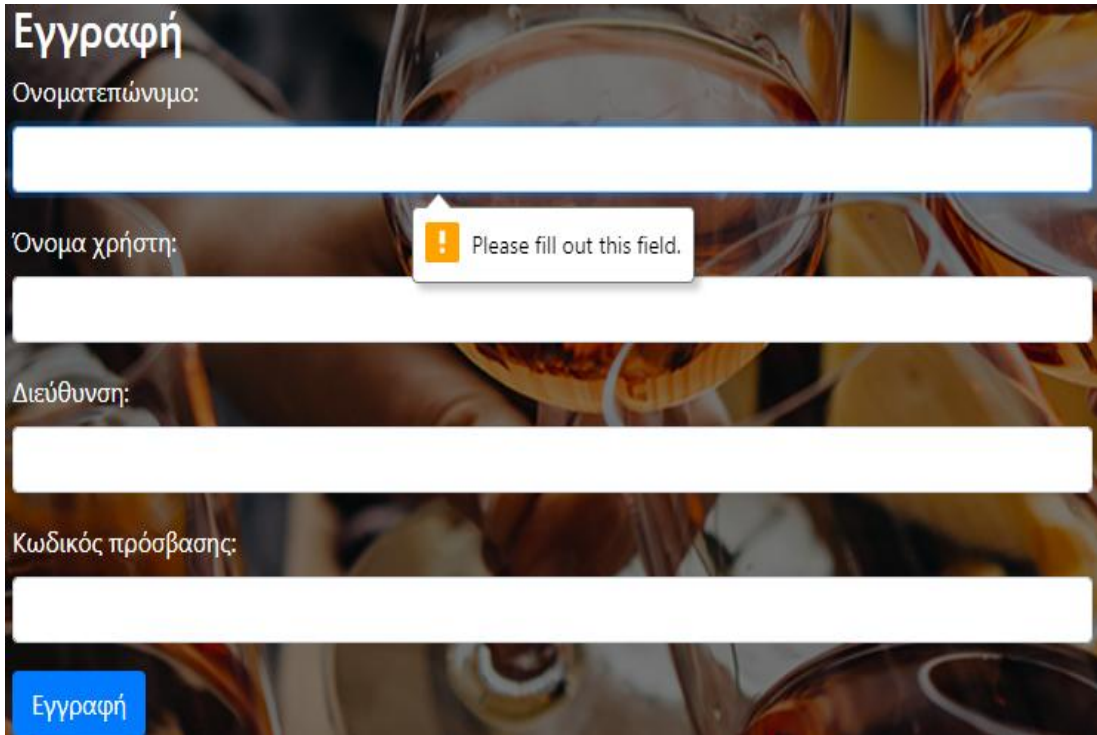
Η σελίδα εγγραφής αποτελείται από τέσσερα παιδιά τα οποία ζητούνται από τον χρήστη να συμπληρώσει έτσι ώστε να πραγματοποιήσει την εγγραφή του στο site. Τα στοιχεία αυτά είναι το ονοματεπώνυμο του, ένα username το οποίο θέλει να έχει, ο κωδικός πρόσβασης τον οποίο επιθυμεί να χρησιμοποιεί για τη σύνδεση στο λογαριασμό του και η διεύθυνση αποστολής της παραγγελίας.



Εικόνα 19. Σελίδα Εγγραφής Νέου Χρήστη

Το ονοματεπώνυμό του πελάτη θα πρέπει να περιέχει από 1 ως 64 χαρακτήρες στους οποίους δεν συμπεριλαμβάνονται αριθμοί. Το όνομα χρήστη θα πρέπει να είναι μοναδικό και να περιέχει από 1 ως 32 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες ενώ ο κωδικός πρόσβασης από 1 ως 16 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες και η διεύθυνση από 1 ως 255 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες. Αφού ο χρήστης συμπληρώσει τα στοιχεία του αρκεί να πατήσει το κουμπί 'Εγγραφή' για να ολοκληρώσει την εγγραφή του. Σε περίπτωση που κάποιο από τα απαραίτητα πεδία δεν έχει συμπληρωθεί τότε εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα το οποίο ζητάει την συμπλήρωση τους όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

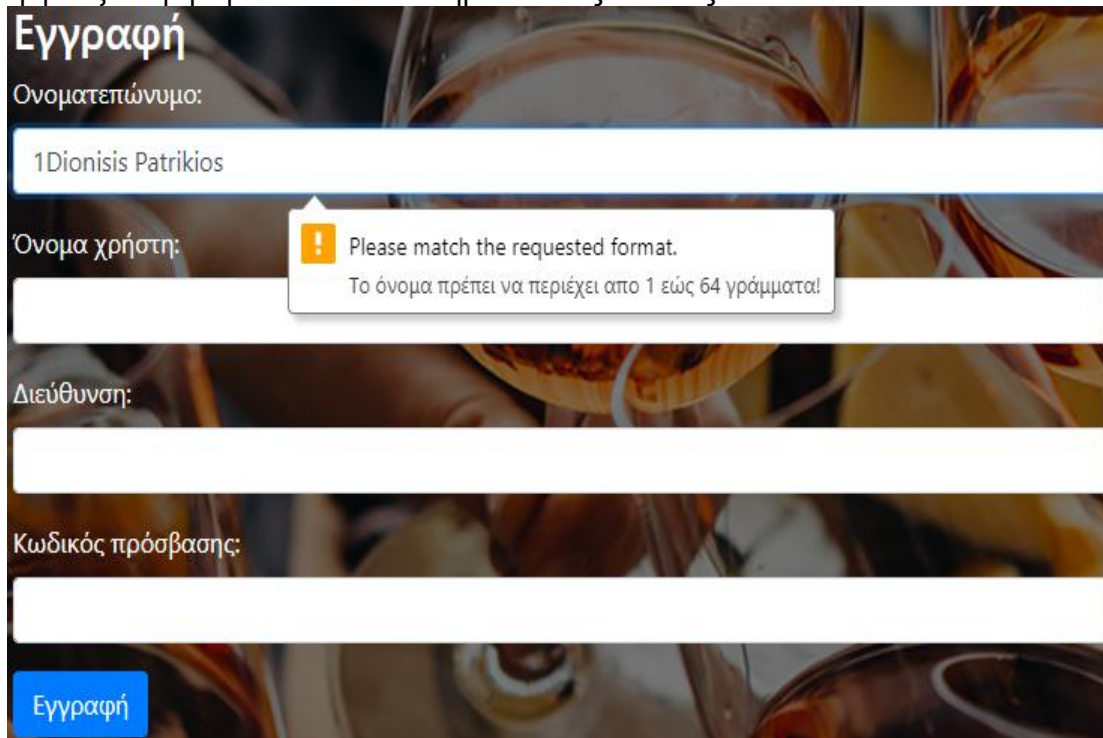
Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



The image shows a registration form titled "Εγγραφή" (Registration) with a background of wine glasses. The form includes fields for "Όνοματεπώνυμο:" (Surname), "Όνομα χρήστη:" (Username), "Διεύθυνση:" (Address), and "Κωδικός πρόσβασης:" (Password). A blue button labeled "Εγγραφή" (Register) is at the bottom left. A yellow error message box is positioned over the username field, containing an exclamation mark icon and the text "Please fill out this field." The "Όνοματεπώνυμο:" field is empty, while the other fields are also empty.

Εικόνα 20. Μήνυμα Απαραίτητης Συμπλήρωσης Πεδίου Εγγραφής

Σε περίπτωση που δεν τηρούνται οι κανόνες συμπλήρωσης των πεδίων τότε εμφανίζεται μήνυμα το οποίο επισημαίνει τους κανόνες:



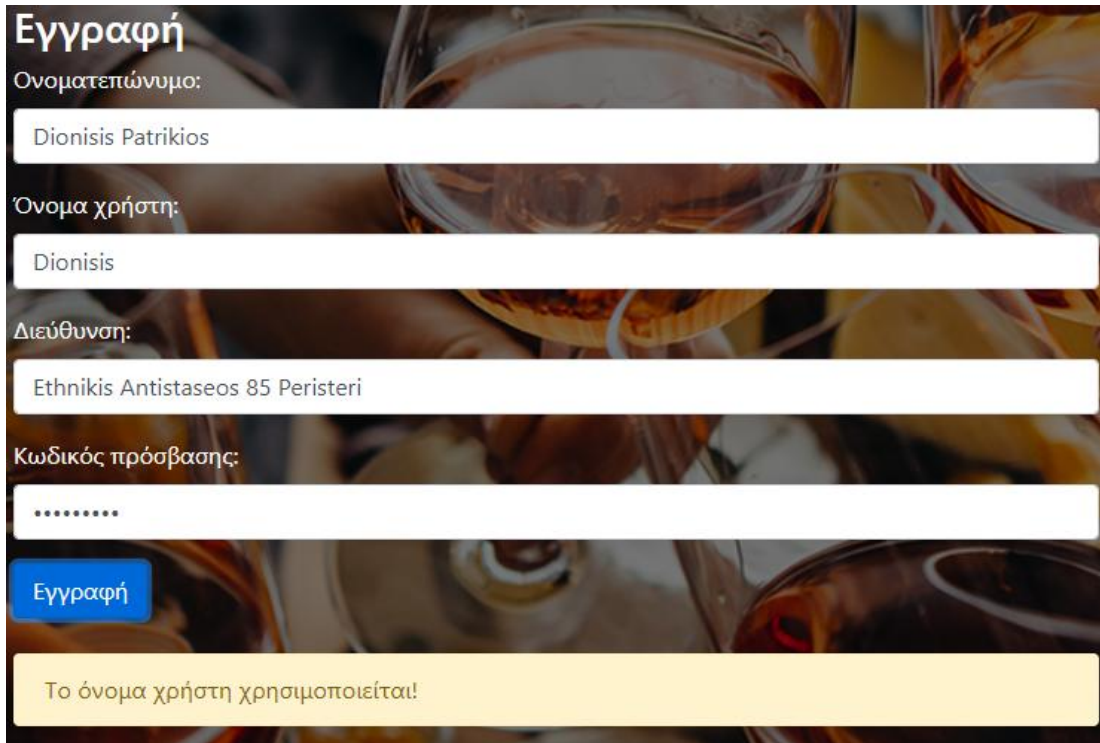
The image shows the same registration form as in Figure 20, but with the "Όνοματεπώνυμο:" field filled with "1Dionisis Patrikios". The "Όνομα χρήστη:" field is empty. A yellow error message box is positioned over the username field, containing an exclamation mark icon and the text "Please match the requested format. Το όνομα πρέπει να περιέχει απο 1 έως 64 γράμματα!". The "Διεύθυνση:" and "Κωδικός πρόσβασης:" fields are also empty. The "Εγγραφή" button is visible at the bottom left.

Εικόνα 21. Μήνυμα Κανόνων Συμπλήρωσης Πεδίων Εγγραφής

Τέλος σε περίπτωση που ο χρήστης συμπλήρωσε στο πεδίο του ονόματος χρήστη κάποιο username το οποίο είναι ήδη κατοχυρωμένο από κάποιον άλλο τότε

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

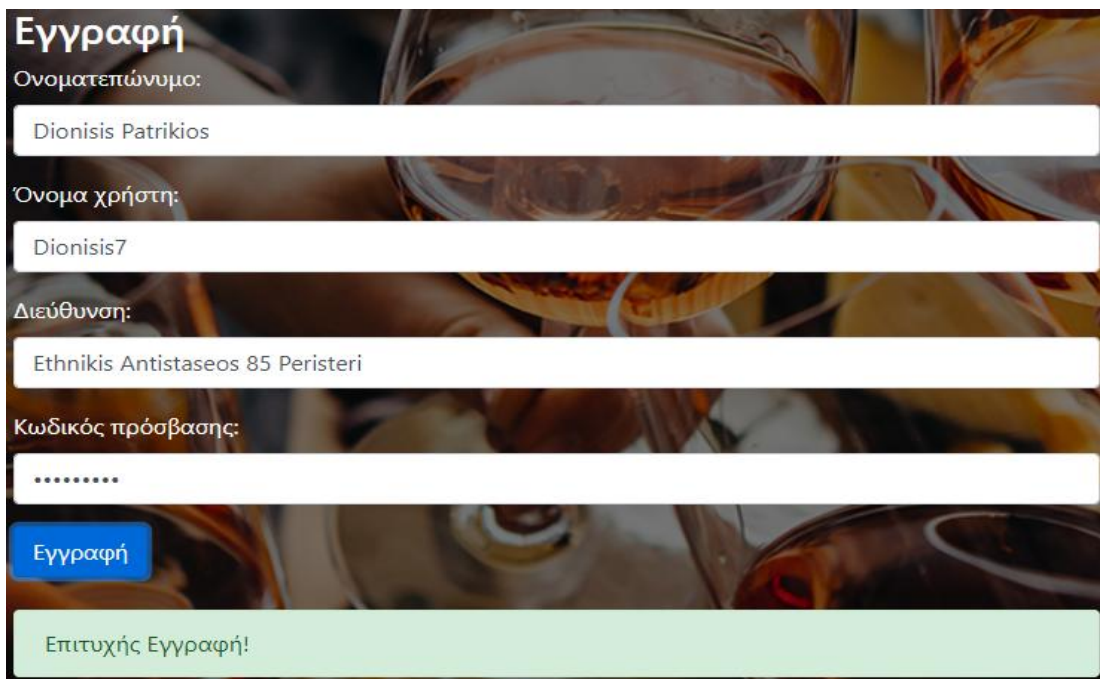
εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα το οποίο ενημερώνει το χρήστη ότι το username που επέλεξε δεν είναι διαθέσιμο διότι χρησιμοποιείται ήδη.



The screenshot shows a registration form titled "Εγγραφή" (Registration) with a background image of wine glasses. The form fields are filled with the following text: "Ονοματεπώνυμο: Dionisis Patrikios", "Όνομα χρήστη: Dionisis", "Διεύθυνση: Ethnikis Antistaseos 85 Peristeri", and "Κωδικός πρόσβασης:" (password masked with dots). A blue "Εγγραφή" (Register) button is visible. Below the button, a yellow error message box displays the text: "Το όνομα χρήστη χρησιμοποιείται!" (The username is already taken!).

Εικόνα 22. Μήνυμα Ενημέρωσης Κατοχυρωμένου Ονόματος Χρήστη

Εφόσον ο χρήστης συμπληρώσει με επιτυχία τα απαραίτητα πεδία τότε εμφανίζεται μήνυμα επιτυχημένης εγγραφής και αμέσως μετά μεταφέρεται αυτόματα στην αρχική σελίδα του καταστήματος.



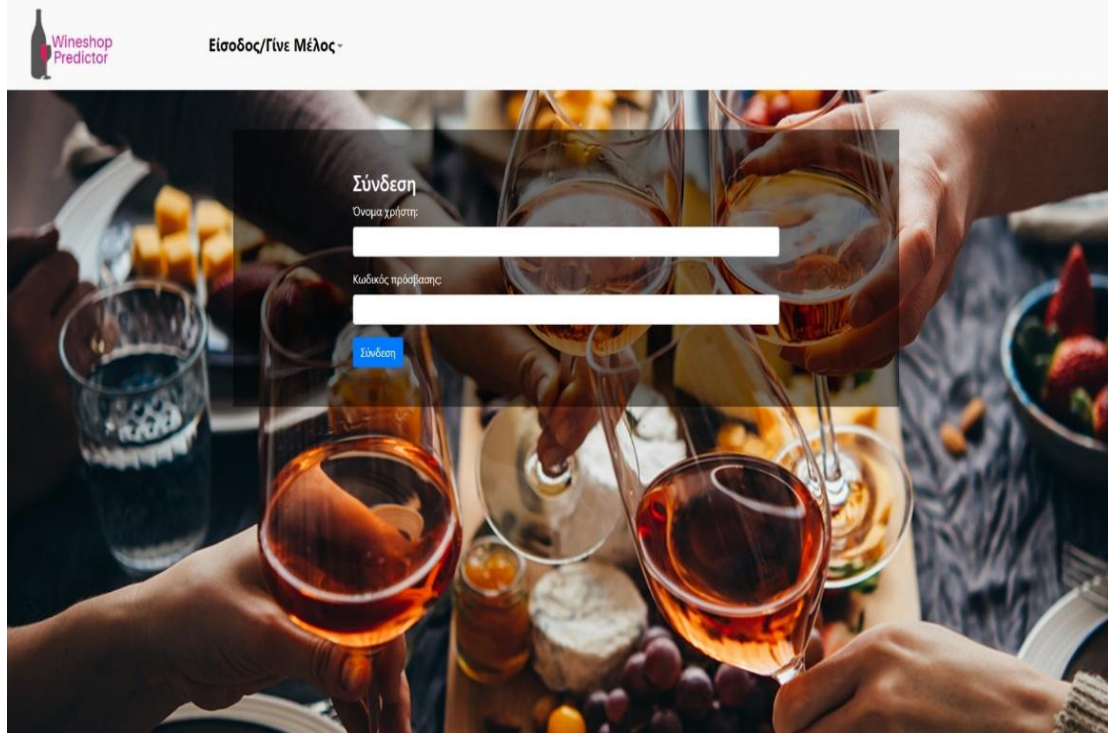
The screenshot shows the same registration form as in Figure 22, but with a different success message. The form fields contain: "Ονοματεπώνυμο: Dionisis Patrikios", "Όνομα χρήστη: Dionisis7", "Διεύθυνση: Ethnikis Antistaseos 85 Peristeri", and "Κωδικός πρόσβασης:" (password masked with dots). The blue "Εγγραφή" (Register) button is present. Below the button, a green success message box displays the text: "Επιτυχής Εγγραφή!" (Successful Registration!).

Εικόνα 23. Μήνυμα Επιτυχής Εγγραφής

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

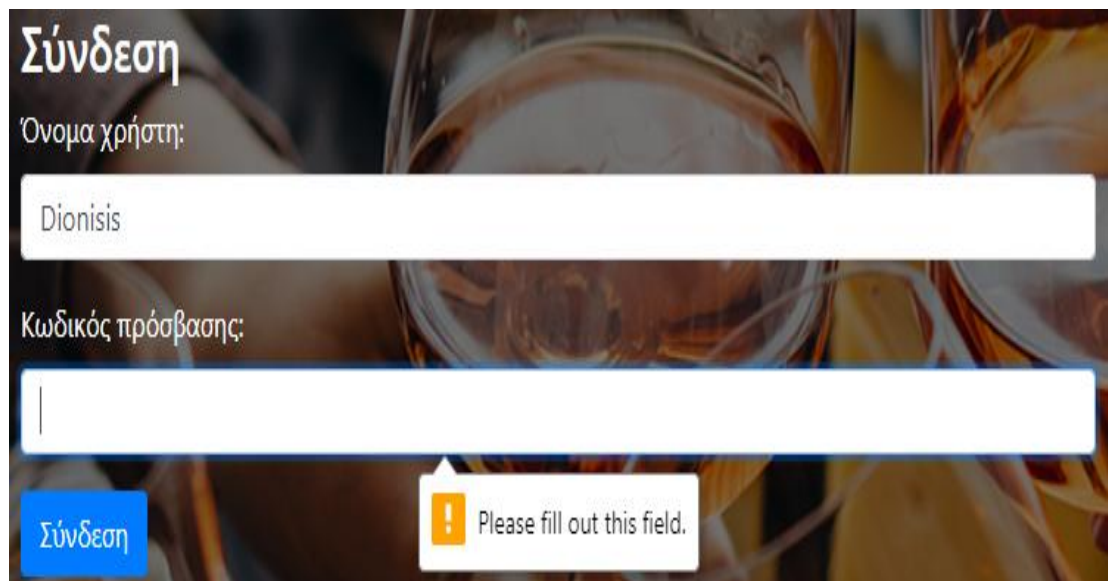
5.4 Πλοήγηση στη σελίδα σύνδεσης χρήστη

Η σελίδα σύνδεσης ζητάει από το χρήστη τη συμπλήρωση δύο πεδίων με παρόμοιο τρόπο με τη σελίδα εγγραφής. Αφού ο χρήστης συμπληρώσει τα πεδία με το όνομα χρήστη και το κωδικό πρόσβασης του αρκεί να πατήσει το κουμπί 'Σύνδεση' για να συνδεθεί.



Εικόνα 24. Σελίδα Σύνδεσης Χρήστη

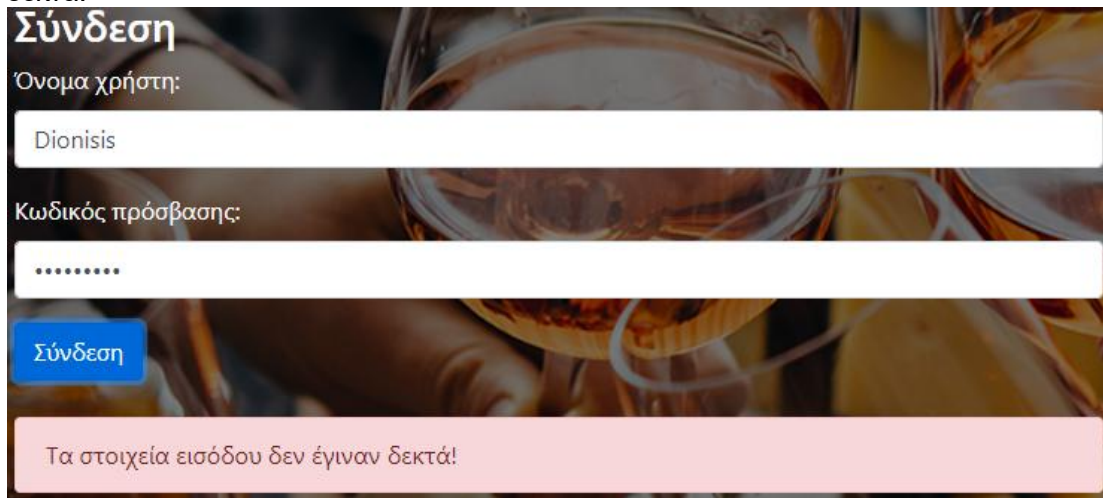
Σε περίπτωση που δεν συμπληρωθεί κάποιο από τα απαραίτητα πεδία εμφανίζεται μήνυμα που ζητάει τη συμπλήρωσή του.



Εικόνα 25. Μήνυμα Συμπλήρωσης Πεδίων Σύνδεσης

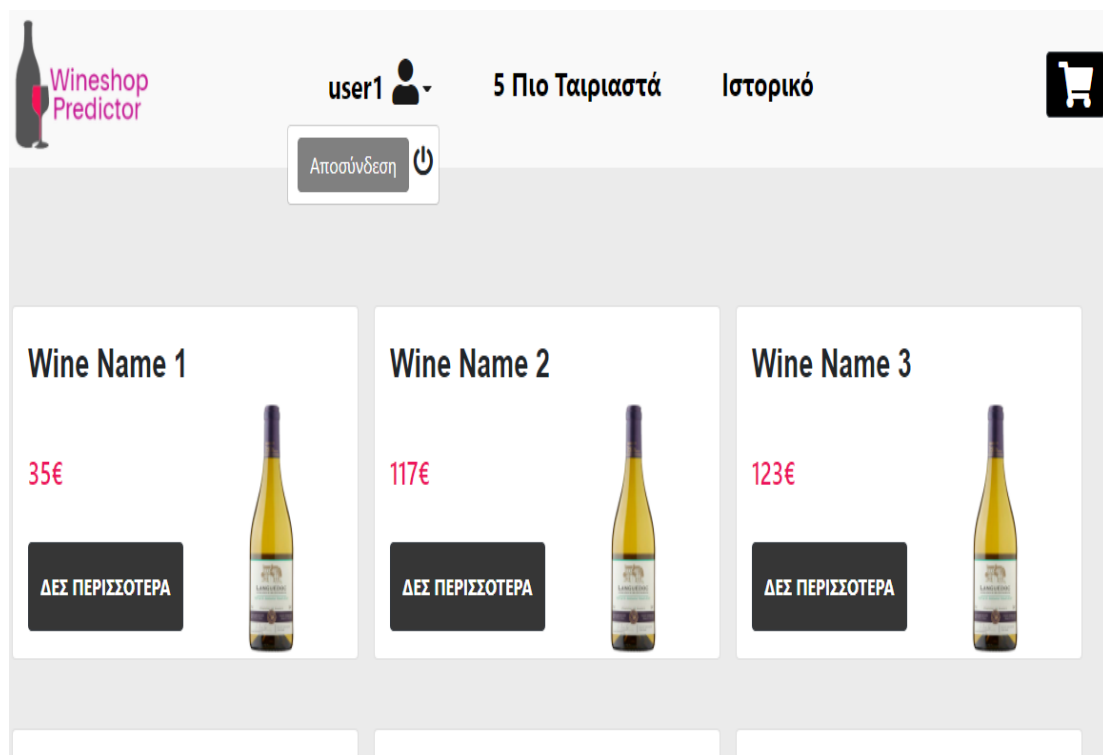
Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Ενώ σε περίπτωση που ο χρήστης συμπληρώσει λανθασμένα στοιχεία τότε εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα που επισημαίνει ότι τα στοιχεία σύνδεσης δεν έγιναν δεκτά.



Εικόνα 26. Μήνυμα λανθασμένων στοιχείων σύνδεσης

Εφόσον τα στοιχεία σύνδεσης συμπληρωθούν σωστά, ο χρήστης μεταφέρεται αυτόματα στην κεντρική σελίδα του καταστήματος όπου πλέον λόγω του ότι έχει συνδεθεί έχει πρόσβαση και στις σελίδες '5 Πιο Ταιριαστά', 'Ιστορικό' και 'Καλάθι Αγορών' οι οποίες εμφανίζονται πλέον στο μενού πλοήγησης του site.



Εικόνα 27. Πλήρης Πρόσβαση Στις Σελίδες του Καταστήματος

Ο χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή πατώντας στο πεδίο που αναγράφεται το username του να κάνει αποσύνδεση από τον λογαριασμό του μέσω της επιλογής 'Αποσύνδεση'.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

5.5 Πλοήγηση στη σελίδα χαρακτηριστικών των προϊόντων

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 5.2 ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στη σελίδα των χαρακτηριστικών του κρασιού κάνοντας κλικ στην επιλογή 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' του αντίστοιχου προϊόντος από την αρχική σελίδα.

The screenshot shows a user interface for a wine shop. At the top, there's a navigation bar with 'user1', '5 Πιο Ταιριαστά', and 'Ιστορικό'. The main content area features a bottle of wine on the left and a dark overlay on the right with the following information:

- Wine Name 1**
- Πολύχρωμο Αρωμαγμένο
- City: 42
- Price: **35€**
- Match score: **Σας ταιριάζει: 80.41%**
- Button: **ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ**

Below this is a section titled 'Τα τεχνικά' (Technical) with four icons representing different wine characteristics: Οξύτητα (Acidity), Χρώμα (Color), Αρωματική Ουσία (Aroma), and Σίμα (Finish). Below these icons is a table of technical specifications:

Τύπος:	Αφρώδης
Ποσότητα	12%
Αλκοόλ:	
Ποικιλία:	Αρωμαγμένο
Άρωμα:	Λιμόνι
Προέλευση:	Ιταλία
Γλυκύτητα:	Ελαφριά
Τανίνες:	Μαλακές
Χαρακτήρας:	Παλαιώσης
Χρονιά:	2000
Κατηγορία:	Μέτριος Εντασης
Φρουτώδες:	Έντονη
Παλαιώση:	Χωρίς Παλαιώση

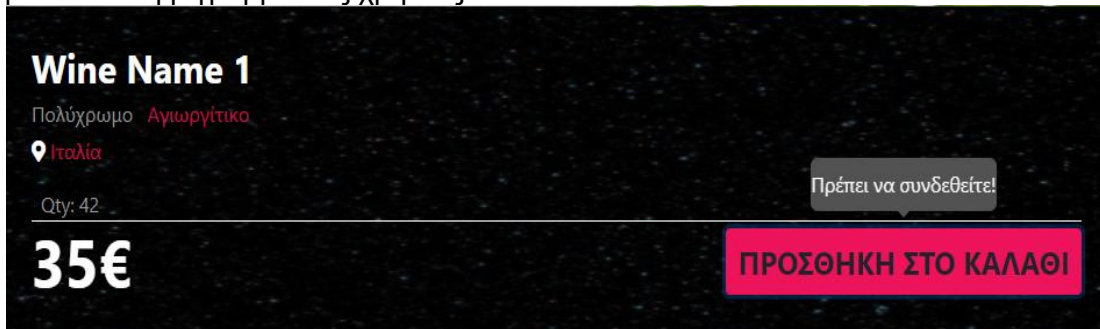
At the bottom, there's a section titled 'Τα παρακάτω ταιριάζουν με αυτό' (The following match this) with six recommended wine cards:

- Wine Name 4496, Score: 75.16%
- Wine Name 1744, Score: 73.7%
- Wine Name 4448, Score: 73.6%
- Wine Name 4952, Score: 73.48%
- Wine Name 3979, Score: 73.32%
- Wine Name 1756, Score: 73.29%

Εικόνα 28. Σελίδα Χαρακτηριστικών Προϊόντος

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Όπως απεικονίζεται στην παραπάνω εικόνα στη σελίδα αυτή ο χρήστης αρχικά μπορεί να δει την τιμή του κάθε προϊόντος, τη διαθέσιμη ποσότητα του, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του (ποικιλία, άρωμα, προέλευση κτλ.) καθώς και το κουμπί 'ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ' το οποίο στο πάτημα του τον μεταφέρει στην σελίδα χαρακτηριστικών του αντίστοιχου προϊόντος που επέλεξε. Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος στο λογαριασμό του το πάτημα του κουμπιού αυτού θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ενός μηνύματος το οποίο θα του ζητάει να συνδεθεί. Αυτό σημαίνει πως το ηλεκτρονικό κατάστημα αυτό υποστηρίζει αγορές μόνο από εγγεγραμμένους χρήστες.



Εικόνα 29. Μήνυμα Απαίτησης Σύνδεσης

Με την προϋπόθεση ότι ο χρήστης έχει συνδεθεί στο λογαριασμό του μπορεί ελεύθερα να προσθέσει αντικείμενα στο καλάθι αγορών του. Πλέον με κάθε πάτημα του κουμπιού 'ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ' εμφανίζεται μήνυμα επιτυχημένης προσθήκης ενώ ταυτόχρονα εμφανίζεται πάνω από το εικονίδιο του καλαθιού αγορών του μενού πλοήγησης ο αριθμός των προϊόντων που βρίσκονται κάθε στιγμή στο καλάθι όπως απεικονίζεται στην εικόνα 36.



Εικόνα 30. Προσθήκη προϊόντων στο καλάθι αγορών

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα για κάποιο προϊόν και ο χρήστης επιλέξει 'ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ' τότε η ένδειξη της ποσότητας θα εμφανίζει το μήνυμα 'Μη διαθέσιμο' και το πάτημα του κουμπιού 'ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟ ΚΑΛΑΘΙ' θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κατάλληλου μηνύματος όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 31. Αποτυχία Προσθήκης Προϊόντων Στο Καλάθι Αγορών

Με την προϋπόθεση ότι έχει περάσει τουλάχιστον ένα εικοσιτετράωρο από την πρώτη βαθμολόγηση που έχει κάνει ο χρήστης σε οποιοδήποτε προϊόν μέσω του ιστορικού αγορών του, μπορεί πλέον να δει για κάθε προϊόν ένα score το οποίο υποδεικνύει πόσο πολύ του ταιριάζει. Η πρόβλεψη αυτή αλλάζει ανάλογα με το ποια προϊόντα έχει αγοράσει ο κάθε πελάτης και αναλόγως της βαθμολογίας που τους έχει δώσει.



Εικόνα 32. Βαθμολογία Προϊόντος

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Τέλος στο κάτω μέρος τις σελίδας εμφανίζονται έξι προϊόντα τα οποία έχουν αγοραστεί πιο συχνά από άλλους πελάτες οι οποίοι αγόρασαν το προϊόν του οποίου επισκέπτεται τη σελίδα χαρακτηριστικών του εκείνη τη στιγμή ο χρήστης καθώς και ένα score το οποίο υποδεικνύει το πόσο συχνά συνέβη κάτι τέτοιο σε σύγκριση με άλλα προϊόντα που τυχόν να έχουν αγοραστεί από του ίδιους πελάτες. Συνεπώς θα μπορούσαμε κατά κάποιο τρόπο να θεωρήσουμε ότι στο χρήστη παρουσιάζονται τα έξι προϊόντα τα οποία ταιριάζουν περισσότερο με το εκάστοτε προϊόν της σελίδας ή διαφορετικά τα έξι προϊόντα τα οποία είναι πολύ πιθανό να τα απολαύσει σε περίπτωση που θα απολάμβανε και το προϊόν της σελίδας. Φυσικά πατώντας το κουμπί 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' του κάθε ενός από τα έξι αυτά προτεινόμενα προϊόντα ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στη αντίστοιχη σελίδα χαρακτηριστικών εκείνου του προϊόντος.

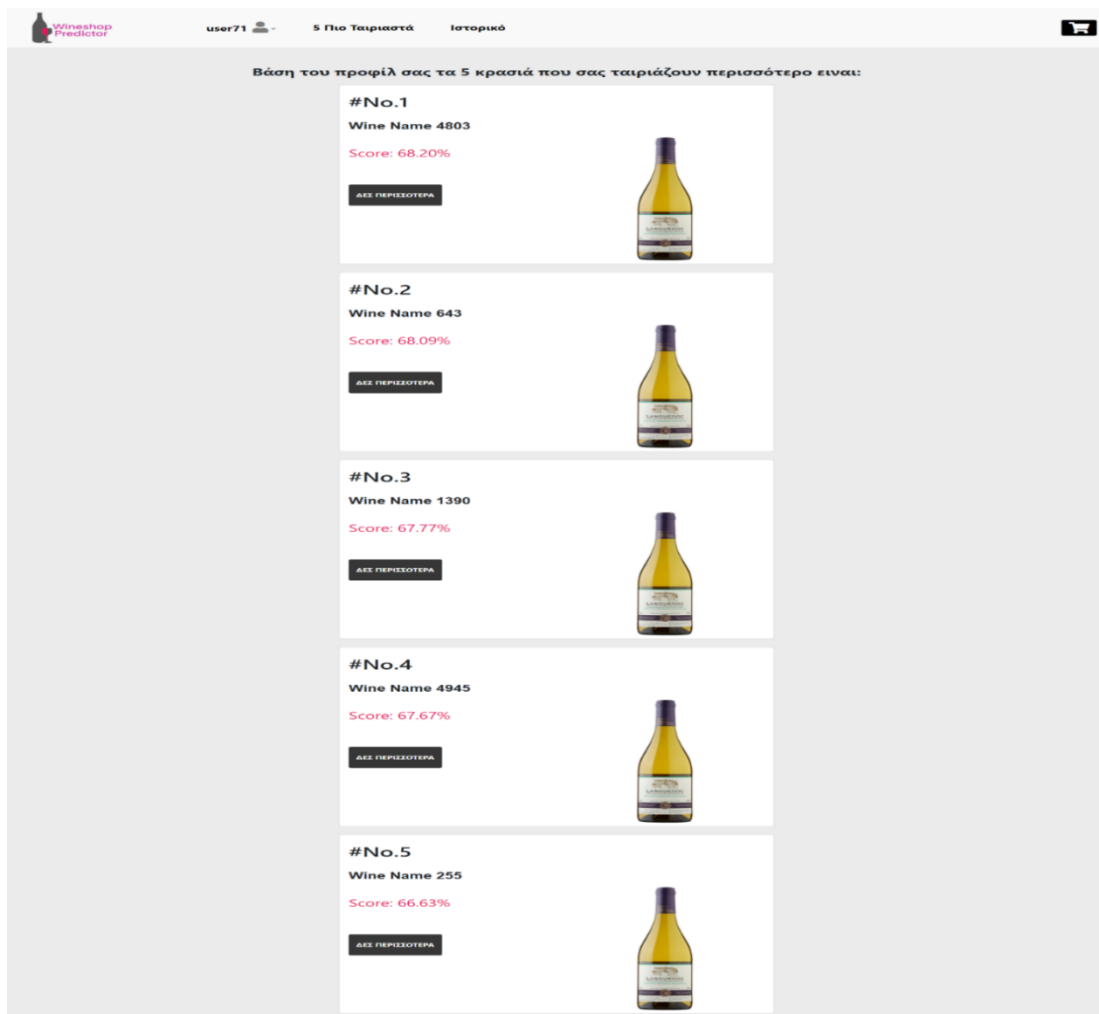
Τα παρακάτω ταιριάζουν με αυτό

<p>Wine Name 996</p> <p>Score:72.79%</p> <p>ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ</p> 	<p>Wine Name 2772</p> <p>Score:72.77%</p> <p>ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ</p> 	<p>Wine Name 1225</p> <p>Score:72.44%</p> <p>ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ</p> 
<p>Wine Name 4879</p> <p>Score:72.4%</p> <p>ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ</p> 	<p>Wine Name 3053</p> <p>Score:72.25%</p> <p>ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ</p> 	<p>Wine Name 343</p> <p>Score:72.19%</p> <p>ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ</p> 

Εικόνα 33. Τα έξι πιο ταιριαστά προτεινόμενα προϊόντα με το παρόν προϊόν

5.6 Πλοήγηση στη σελίδα των 5 πιο ταιριαστών προϊόντων

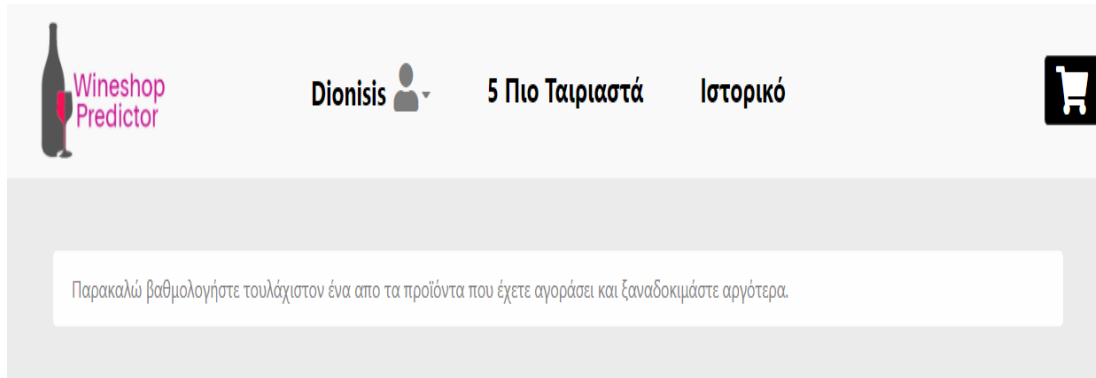
Η πρώτη από τις σελίδες που αποκτά πρόσβαση ο χρήστης μέσω του μενού πλοήγησης από τη στιγμή που συνδεθεί στο λογαριασμό του είναι η σελίδα των 5 πιο ταιριαστών προϊόντων. Η σελίδα αυτή παρουσιάζει στο χρήστη (με τη χρήση ενός animation) τα πέντε προϊόντα με το μεγαλύτερο score που ταιριάζουν στο προφίλ του. Με το πάτημα του κουμπιού 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' του κάθε προϊόντος ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στην αντίστοιχη σελίδα χαρακτηριστικών του.



Εικόνα 34. Τα 5 πιο ταιριαστά προϊόντα

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

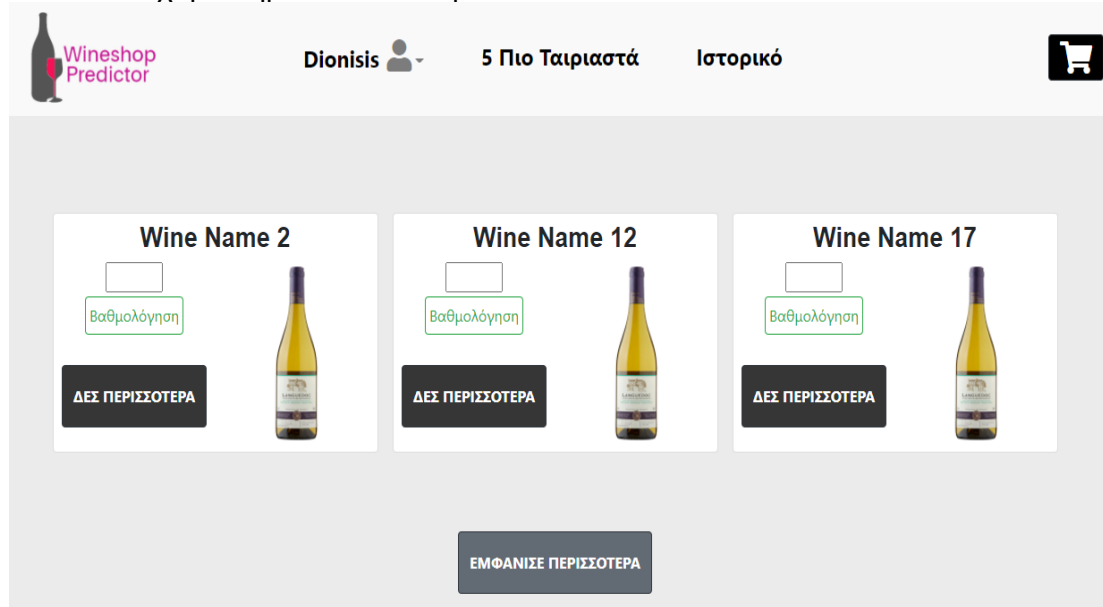
Όσο περισσότερες αγορές και βαθμολογήσεις προϊόντων έχει πραγματοποιήσει ο χρήστης τόσο πιο ακριβείς γίνονται οι προβλέψεις. Όπως με την πρόβλεψη της σελίδας των χαρακτηριστικών των προϊόντων του κεφαλαίου 5.3 έτσι και εδώ για να εμφανιστούν προβλέψεις στο χρήστη, θα πρέπει να έχει αγοράσει και να έχει βαθμολογήσει τουλάχιστον ένα προϊόν του καταστήματος και θα πρέπει επίσης να έχουν περάσει τουλάχιστον 24 ώρες από αυτήν την πρώτη βαθμολόγηση. Εφόσον αυτό δεν ισχύει τότε αντί των προβλέψεων η σελίδα εμφανίζει μήνυμα το οποίο προτείνει στο χρήστη να βαθμολογήσει τουλάχιστον ένα προϊόν και να ξανά προσπαθήσει αργότερα.



Εικόνα 35. Μήνυμα Απαραίτητης Βαθμολόγησης Προϊόντων

5.7 Πλοήγηση στο ιστορικό αγορών του χρήστη

Μια ακόμα από τις σελίδες που αποκτά πρόσβαση ο χρήστης αφότου συνδεθεί στον λογαριασμό του είναι η σελίδα του ιστορικού των αγορών του. Αρχικά μέσα από αυτήν την σελίδα μπορεί να δει όλα τα κρασιά που έχει αγοράσει στο παρελθόν και πατώντας την επιλογή 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' να μεταβεί αντίστοιχη σελίδα των χαρακτηριστικών του κρασιού.



Εικόνα 36. Ιστορικό αγορών

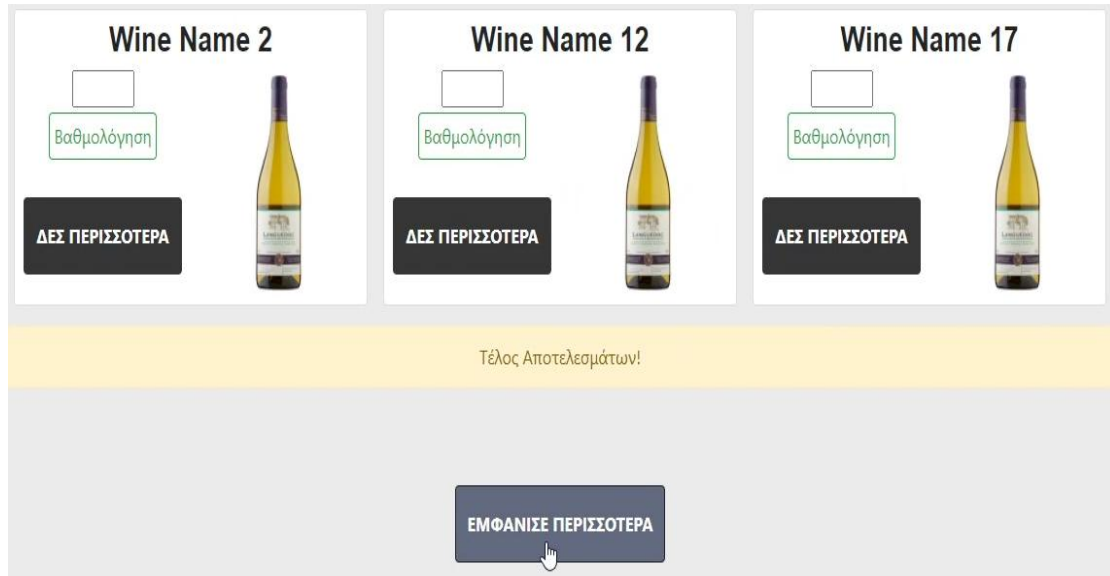
Αν ο χρήστης δεν έχει αγοράσει κανένα προϊόν τότε στη σελίδα του ιστορικού εμφανίζεται μήνυμα που αναφέρει ότι ο δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία αγορά.



Εικόνα 37. Κενό Ιστορικό

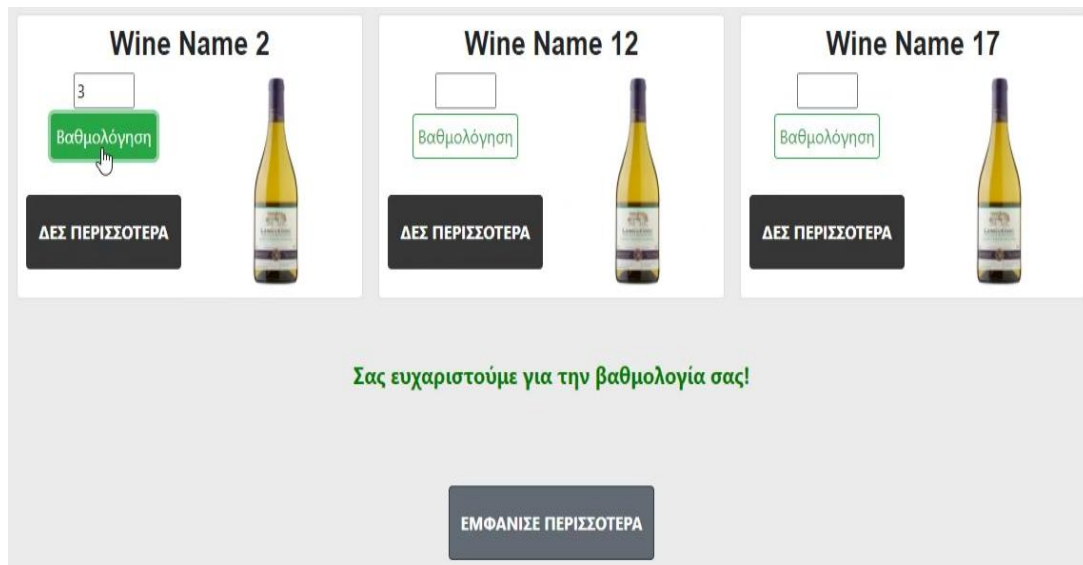
Όπως στην αρχική σελίδα έτσι και εδώ εφόσον το ιστορικό του χρήστη περιέχει περισσότερα από 18 κρασιά, αρχικά εμφανίζονται τα πρώτα δεκαοχτώ και στη συνέχεια πατώντας το κουμπί 'ΕΜΦΑΝΙΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' εμφανίζονται μέχρι και 18 ακόμα. Αν το κουμπί πατηθεί ενώ δεν απομένουν άλλα κρασιά να εμφανιστούν τότε εμφανίζεται το μήνυμα 'Τέλος Αποτελεσμάτων!'.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



Εικόνα 38. Μήνυμα Τέλους Αποτελεσμάτων

Ένας πολύ σημαντικός μηχανισμός που διαθέτει η σελίδα του ιστορικού των αγορών είναι η δυνατότητα της βαθμολόγησης των προϊόντων που βρίσκονται σε αυτό. Ο χρήστης μπορεί μέσα από την σελίδα αυτή να βαθμολογήσει κάθε προϊόν που έχει αγοράσει συμπληρώνοντας μια βαθμολογία από το 1 ως το 5 στην αντίστοιχη φόρμα κάθε κρασιού και πατώντας του κουμπι 'Βαθμολόγηση'. Με το πάτημα του κουμπιού αυτού αποθηκεύεται η βαθμολογία που έδωσε ο χρήστης και εμφανίζεται μήνυμα το οποίο ευχαριστεί των χρήστη για την βαθμολογία που έδωσε.



Εικόνα 39. Βαθμολόγηση Προϊόντων

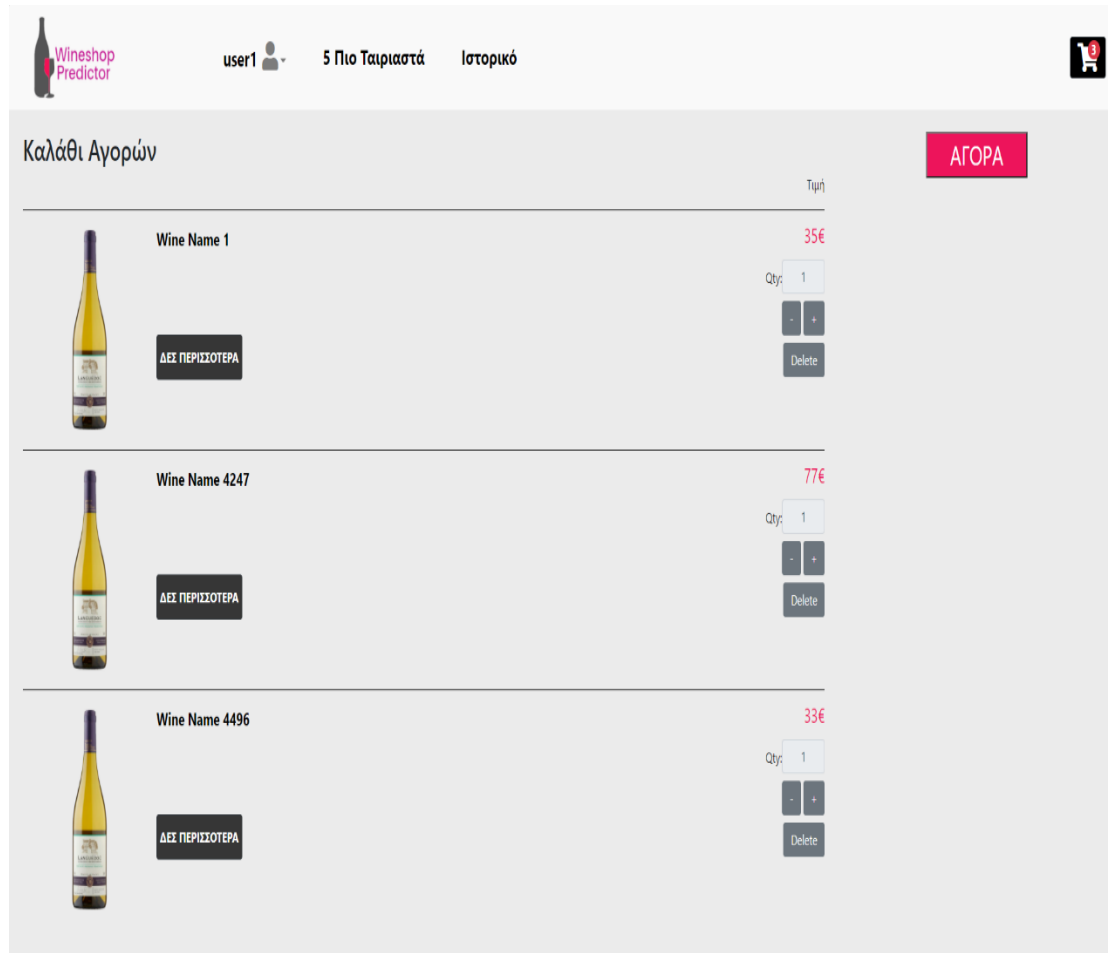
Από τη στιγμή που ο χρήστης έχει βαθμολογήσει κάποιο προϊόν, κάθε φορά που επισκέπτεται τη σελίδα του ιστορικού του η βαθμολογία που έχει δώσει θα εμφανίζεται στην αντίστοιχη φόρμα βαθμολόγησης κάθε κρασιού και ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να την αλλάξει αν επιθυμεί. Η διαδικασία βαθμολόγησης των προϊόντων είναι πολύ σημαντικό να γίνεται από τους χρήστες καθώς οι βαθμολογίες που δίνουν είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει τη διαδικασία του product recommendation.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

5.8 Πλοήγηση στο καλάθι αγορών

Το καλάθι αγορών είναι η τελευταία σελίδα του site στην οποία ο χρήστης αποκτά πρόσβαση μόνο εφόσον είναι συνδεδεμένος. Η διαδικασία την οποία πρέπει να ακολουθήσει ένας χρήστης για να ολοκληρώσει τις αγορές τους στο κατάστημα περιγράφεται παρακάτω.

Αρχικά η σελίδα αυτή περιέχει όλα τα προϊόντα τα οποία έχει προσθέσει ο χρήστης στο καλάθι του με σκοπό να τα αγοράσει.



Εικόνα 40. Το Καλάθι Αγορών

Δίπλα από κάθε προϊόν υπάρχει το κουμπί 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' το οποίο με το πάτημα του ανακατευθύνει το χρήστη στη σελίδα χαρακτηριστικών του προϊόντος. Επίσης όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα στην γραμμή κάθε προϊόντος εμφανίζεται η τιμή του καθώς και η ποσότητα του κάθε προϊόντος που έχει προσθέσει ο χρήστης στο καλάθι. Αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί '-' η ποσότητα μειώνεται κατά 1 και αν πατήσει το κουμπί '+' αυξάνεται κατά 1. Με κάθε αλλαγή της ποσότητας αλλάζει και η ένδειξη του αριθμού των προϊόντων που περιέχει το καλάθι αγορών στο πάνω δεξιό σημείο του μενού πλοήγησης. Επίσης αν με το πάτημα του κουμπιού '-' η ποσότητα του προϊόντος φτάσει να είναι 0 ή αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί 'Delete' τότε το προϊόν αφαιρείται από το καλάθι αγορών και φυσικά ενημερώνεται ξανά η ένδειξη της ποσότητάς των προϊόντων του καλαθιού.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

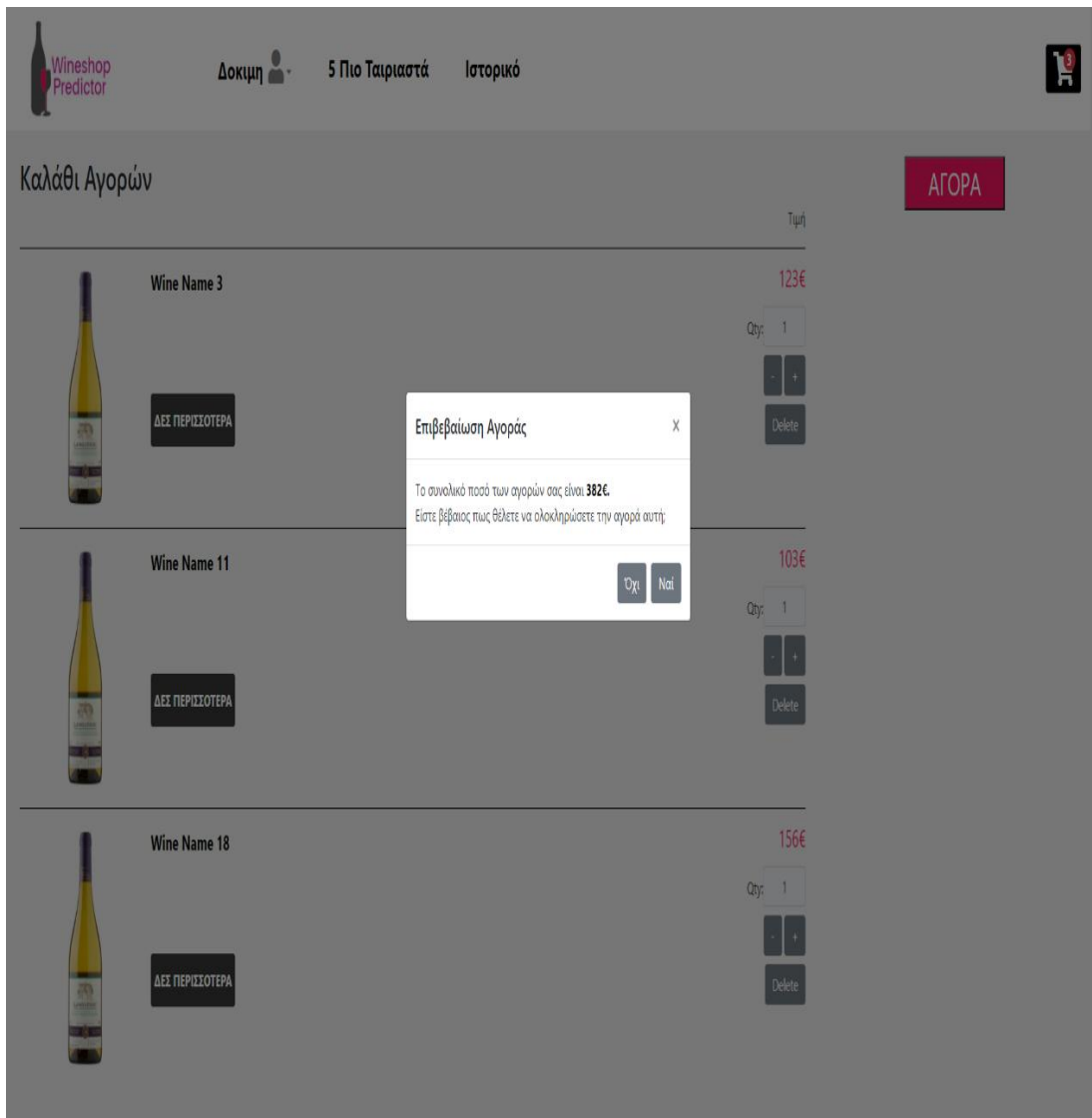
Στο σημείο αυτό ο χρήστης βρίσκεται πλέον ακριβώς ένα βήμα πριν τη ολοκλήρωση της αγοράς του. Έτσι λοιπόν αυτή είναι η τελευταία και η καλύτερη ευκαιρία να του προτινουμε κάποιο προϊόν που μπορεί να τον ενδιαφέρει. Για αυτό το λόγο στο δεξί μέρος της σελίδας εμφανίζονται μέχρι τέσσερις προτάσεις προϊόντων βασιζόμενες σε τυχαία προϊόντα τα οποία υπάρχουν στο ιστορικό αγορών του πελάτη. Τα προϊόντα αυτά έχουν αγοραστεί από πολλούς χρήστες σε κοινές παραγγελίες με προϊόντα τα οποία έχει αγοράσει ο πελάτης στο παρελθόν, για αυτό το λόγο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να τον ενδιαφέρουν. Εφόσον ο πελάτης δεν έχει αγοράσει κανένα προϊόν στο παρελθόν τότε δεν θα του προταθεί και κανένα προϊόν σε αυτό το σημείο ενώ αν έχει αγοράσει λιγότερα από 4 προϊόντα θα του εμφανιστεί ανάλογος αριθμός προτάσεων.

The screenshot shows a web interface for a wine shop. At the top, there is a navigation bar with the logo 'Wineshop Predictor', a user profile icon labeled 'Δοκιμή', '5 Πιο Ταιριαστά', 'Ιστορικό', and a shopping cart icon with '3' items. The main content area is titled 'Καλάθι Αγορών' (Shopping Cart) and features a prominent red 'ΑΓΟΡΑ' (BUY) button. The cart contains three items, each with a wine bottle image, a name, a price, a quantity selector (set to 1), and a 'Delete' button. The items are: 'Wine Name 1' (35€), 'Wine Name 4247' (77€), and 'Wine Name 4496' (33€). Each item has a 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' (SEE MORE) button. To the right of the cart, a section titled 'Πελάτες οι οποίοι αγόρασαν κρασιά που έχετε στο ιστορικό σας αγόρασαν επίσης:' (Customers who bought wines you bought in the past also bought:) displays four recommended wine products, each with a bottle image, name, a recommendation percentage (e.g., 77.88%), and a 'ΔΕΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ' button.

Εικόνα 41. Τελικές Προβλέψεις

Τέλος πατώντας το κουμπί 'ΑΓΟΡΑ' εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο το οποίο εμφανίζει το συνολικό ποσό των εξόδων της παραγγελίας και ζητάει από το χρήστη να την επιβεβαιώσει.

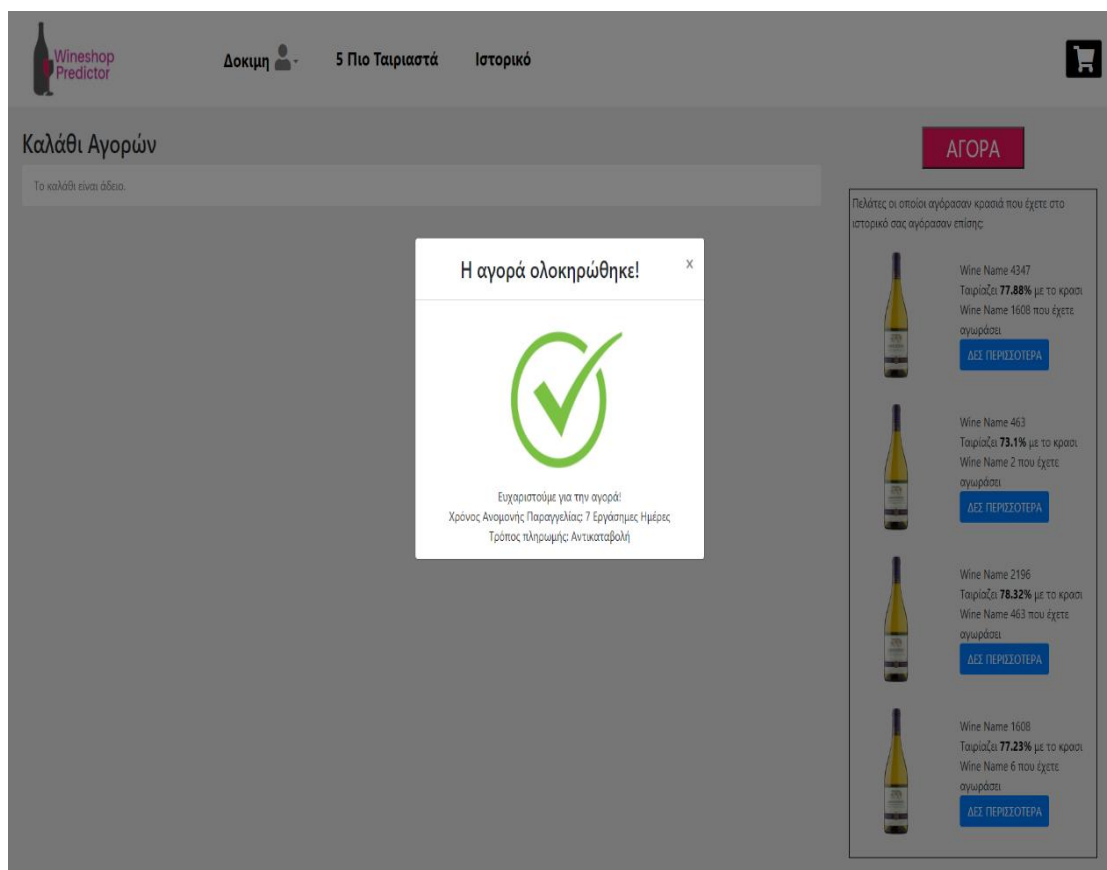
Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



Εικόνα 42. Επιβεβαίωση Παραγγελίας

Αν ο χρήσης επιλέξει 'Όχι', αν πατήσει πάνω στο κουμπί X ή αν κάνει κλικ εκτός του παραθύρου τότε επιστέφει πίσω στην παραγγελία του, διαφορετικά αν πατήσει 'ΝΑΙ' τότε εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο το οποίο τον ενημερώνει ότι η παραγγελία του έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET



Εικόνα 43. Ολοκλήρωση Παραγγελίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Επίλογος και συμπεράσματα

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

Με την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής ο αναγνώστης της θα είναι σε θέση να κατανοήσει τη διαδικασία μέσα από την οποία υλοποιείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα λογισμικού (Front end και Back End). Επίσης θα έχει καταλάβει τον τρόπο που λειτουργεί το ML.NET και τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθείται για την δημιουργία προβλέψεων προτιμήσεων των πελατών. Επιπλέον οι γνώσεις και η εξοικείωση με τη δημιουργία και τον τρόπο λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος προσέφερε σε εμένα τον ίδιο μεγάλη εμπειρία η οποία σίγουρα θα φανεί χρήσιμη στο μέλλον. Η εφαρμογή αυτή έκανε χρήση πολλών μεθοδολογιών και βιβλιοθηκών οι οποίες χρησιμοποιούνται σε πραγματικούς χώρους εργασίας και το αντικείμενο του product recommendation είναι γενικά ένα αντικείμενο με μεγάλη ζήτηση στο χώρο της αγοράς.

Πέρα από ένα ηλεκτρονικό κατάστημα οίνων η παρούσα εφαρμογή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε E-shop εφόσον τροφοδοτηθεί με τα κατάλληλα δεδομένα. Επίσης ένας άλλος πολύ αποδοτικός τρόπος χρήσης της εφαρμογής θα ήταν η αποστολή Newsletter από εταιρίες τα οποία θα προέβλεπαν και θα διαφήμιζαν ατομικά για το κάθε πελάτη προϊόντα που πιθανόν να του ταιριάζουν, με σκοπό να διαφημίσουν τα προϊόντα τους. Όσο για το αν θα μπορούσε το παραπάνω σύστημα να επεκταθεί για να υποστηρίζει παραπάνω λειτουργίες, φυσικά και η απάντηση είναι πως μπορεί με πολλούς και διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος για παράδειγμα είναι η συλλογή και η χρήση page analytics για την εκπαίδευση των μοντέλων προβλέψεων. Τα analytics αυτά θα περιέχουν πληροφορίες όπως το χρόνο που μπορεί να στάθηκε κάθε πελάτης σε κάποιο σημείο της σελίδα για να παρατηρήσει κάποιο προϊόν ή ακόμα και την σειρά με την οποία παρατήρησε τα προϊόντα. Γενικότερα η χρήση των web page analytics παρέχει σε οποιοδήποτε σύστημα recommendation τεράστιο όγκο πληροφοριών τον οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί. Με το τρόπο αυτό το σύστημα θα μπορούσε να κάνει προβλέψεις δίχως αυτές να βασίζονται σε παλιές αγορές ή βαθμολογήσεις που πιθανόν να έχουν κάνει οι πελάτες στο παρελθόν αλλά στα μοτίβα που παρατηρήθηκαν μέσα από τα analytics της σελίδας.

Τέλος ως συμπεράσματα θα είχα να σημειώσω ότι το ML.NET λειτουργεί πολύ αποδοτικότερα και οι προβλέψεις του είναι πιο ακριβείς όταν χρησιμοποιείτε σε εφαρμογές οι οποίες περιέχουν πολύ μεγάλα database's με πραγματικά δεδομένα σε αντίθεση με την εφαρμογή της πτυχιακής αυτής όπου τα δεδομένα της βάσης της είχαν παραχθεί τυχαία. Επίσης όσο περισσότερα είναι τα δεδομένα που χρησιμοποιούμε για τις προβλέψεις τόσο πιο ακριβείς είναι αυτές. Τέλος η επιλογή του των features και του label καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αποφασίζουμε να τα μετατρέψουμε για να τα φορτώσουμε στο ML.NET παίζει καθοριστικό ρόλο στα αποτελέσματα των προβλέψεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Βιβλιογραφία

1. C: Από τη Θεωρία στην Εφαρμογή, Εκδότες: Νικόλαος Τσελίκας.
2. Μαθαίνετε εύκολα C, Εκδότες: Καρολίδης Δημήτριος.

Σχεδιασμός και υλοποίηση εργαλείου για την παρουσίαση προτάσεων προϊόντων σε εφαρμογή e-shop με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning ML NET

3. Αντικειμενοστρεφής Προγραμματισμός με Java, Έκδοτες: Σύγχρονη εκδοτική ΕΠΕ.
4. Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, 3η Έκδοση, Εκδότες: Α. Τζιόλα & ΥΙΟΙ Α.Ε.
5. Ανάπτυξη Διαδικτυακών Εφαρμογών, Εκδότες: Παναγιώτης Κεντερλής.
6. Σύγχρονα Λειτουργικά Συστήματα, Έκδοτες: Εκδόσεις Κλειδάριθμος ΕΠΕ.
7. Ασφάλεια Υπολογιστών: Αρχές Και Πρακτικές, Έκδοτες: Εκδόσεις Κλειδάριθμος ΕΠΕ.
8. Βασικές Αρχές Τεχνολογίας Λογισμικού, Έκδοτες: Εκδόσεις Κλειδάριθμος ΕΠΕ.
9. Tutorials for SQL Server: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/tutorials-for-sql-server-2016?view=sql-server-ver15>
10. SQL Server Management Studio (SSMS) instructions: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/download-sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15>
11. Learn ML NET: <https://dotnet.microsoft.com/learn/ml-dotnet>
12. Creating a custom ASP.NET web service: [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/office/developer/sharepoint-2010/ms464040\(v=office.14\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/office/developer/sharepoint-2010/ms464040(v=office.14))
13. Bootstrap documentation: <https://getbootstrap.com/docs/4.5/getting-started/introduction/>
14. jQuery documentation: <https://jquery.com/>
15. Vue documentation: <https://vuejs.org/>
16. The factors influencing consumers' behavior on wine consumption in the Moldovan wine market
https://www.researchgate.net/publication/270883663_The_factors_influencing_consumers'_behavior_on_wine_consumption_in_the_Moldovan_wine_market
17. Consumer behavior for wine 2.0/ a review since 2003 and future directions
https://www.researchgate.net/publication/261511972_Consumer_behaviour_for_wine_2_0_A_review_since_2003_and_future_directions
18. Wine choice behavior/ the effect of regional branding
https://www.researchgate.net/publication/235262676_Wine_Choice_Behavior_The_Effect_of_Regional_Branding
19. A brief history of machine learning:
<https://www.dataversity.net/a-brief-history-of-machine-learning/>

Πέρα από τους παραπάνω συνδέσμους χρησιμοποιήθηκαν γνώσεις από τα εξής μαθήματα:

1. Εισαγωγή στον προγραμματισμό
2. Δομημένος προγραμματισμός
3. Αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός
4. Βάσεις δεδομένων
5. Ανάπτυξη Διαδικτυακών Εφαρμογών
6. Λειτουργικά Συστήματα
7. Ασφάλεια & Διαχείριση Διαδικτυακών Συστημάτων
8. Μηχανική Λογισμικού