



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΥΡΩΝ ΑΝΑΜΟΝΗΣ**

Διπλωματική Εργασία

Μάντζος Αντώνιος

Επιβλέπων: Τσουκαλάς Ελευθέριος

Βόλος 2020



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

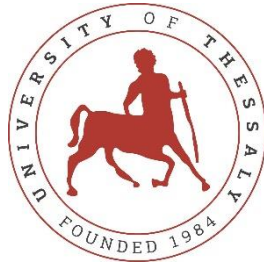
**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΥΡΩΝ ΑΝΑΜΟΝΗΣ**

Διπλωματική Εργασία

Μάντζος Αντώνιος

Επιβλέπων: Τσουκαλάς Ελευθέριος

Βόλος 2020



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**SOFTWARE DEVELOPMENT FOR MANAGING WAITING
QUEUES**

Diploma Thesis

Mantzios Antonios

Supervisor: Lefteris Tsoukalas

Volos 2020

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ
ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ**

«Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής».

Ο Δηλών

Μάντζος Αντώνιος

28/2/2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καθώς οι σημερινοί ρυθμοί στην καθημερινότητα αυξάνονται διαρκώς και ο χρόνος γίνεται όλο και πιο πολύτιμος, προκύπτει η ανάγκη να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Το κυρίαρχο αυτήν την στιγμή σύστημα εξυπηρέτησης στον κόσμο είναι το σύστημα εξυπηρέτησης μέσω των ουρών αναμονής. Συναντάται σε τράπεζες, καταστήματα πώλησης όλων των τύπων, δημόσιες υπηρεσίες κ.ά. . Πολλές έρευνες έχουν γίνει για την πρόβλεψη του μεγέθους των ουρών αυτών αλλά και για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών με την ελάχιστη δυνατή χρήση πόρων από τους εξυπηρετητές.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διατυπώνονται οι αρχές που διέπουν τις ουρές αναμονής. Στη συνέχεια γίνεται σχεδιασμός ενός λογισμικού, με την επωνυμία TimeBank, που σκοπό έχει την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του χρόνου αναμονής των εξυπηρετούμενων, ανάλογα με τις ανάγκες του καθενός. Ταυτόχρονα παρέχεται και η δυνατότητα αξιολόγησης και καλύτερης κατανομής των εξυπηρετητών στις ουρές αναμονής, ανάλογα με τις δυνατότητες τους. Ακολουθεί η ανάπτυξη αυτού του λογισμικού και τέλος χρησιμοποιείται αυτό το λογισμικό για την αναλυτική περιγραφή και την παρουσίαση μιας περίπτωσης χρήσης του.

Με το λογισμικό αυτό ο πελάτης θα μπορεί να αξιοποιεί τον 'νεκρό', μέχρι σήμερα, χρόνο αναμονής του στην ουρά και συγχρόνως θα γίνεται καλύτερη διαχείριση και αξιοποίηση των εξυπηρετητών, με αποτέλεσμα την αύξηση της αποδοτικότητας και της ποιότητας εξυπηρέτησης.

Η αποτίμηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν καταδεικνύουν τη χρησιμότητα και την αναγκαιότητα χρήσης του λογισμικού στη διαχείριση ουρών αναμονής, υποστηρίζοντας αποτελεσματικά τις αποφάσεις του διαχειριστή στην καλύτερη χρήση του ανθρώπινου δυναμικού και δίνοντας στους πελάτες μια ανώτερη εμπειρία εξυπηρέτησης.

ABSTRACT

As the current pace of everyday life is increasing constantly and time becomes increasingly valuable, the need to exploit time in the best possible way becomes more important than ever.

Nowadays the dominant service system in the world is the servicesystem through queues. This service system can be found in banks, public services etc. . Many studies have been made to predict the size of these queues and how to better serve clients with minimal usage of human resources.

This thesis provides principles governing queues. Next is the design of the software called TimeBank. TimeBank aims to help clients exploit their time according to everyone's needs. In the same time it supports the administrator of a service system by enhancing his/her ability to evaluate the servers and better allocate them according to their capabilities. Then, there is the development of this software. Finally, its use is demonstrated via a detailed description and presentation of a study case.

With this software customers will utilize the 'dead' so far waiting time in the queues. Moreover, administrators will be able to better manage and utilize the servers, which leads to increased efficiency and enhanced quality service

The assessment of the results indicates the usefulness and the necessity of using the software to manage queues, which leads to supporting the decisions of the administrator to better use of human resources and giving customers a superior service experience.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
ΒΑΣΙΚΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ	11
1.1 Ουρές Αναμονής	11
1.1 Χαρακτηριστικά Ουρών Αναμονής	12
1.1.1 Άφιξη Πελατών	12
1.2.2 Διαδικασία Εξυπηρέτησης	13
1.2.3 Πειθαρχία ουράς.....	13
1.2.4 Δυνατότητα Συστήματος.....	13
1.2.5Αριθμός Σημείων Εξυπηρέτησης	14
1.3 Η κατανομή POISSON	14
1.4 Οι ουρές αναμονής FIFO	19
1.5 Νεκρός χρόνος	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	20
2.1 Εισαγωγή.....	20
2.2 Περιβάλλοντα που Χρησιμοποιήθηκαν	20
2.3 Επιλογή Βάσης Δεδομένων	21
2.4 Επιλογή Γλώσσας Προγραμματισμού	23
2.4.1. C++	23
2.4.2. C#	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	25
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ TIMEBANK	25
Εισαγωγή	25
3.1 TimeBank Application	25
3.2 Timers	30
3.2.1. Διάγραμμα Ροής	32
3.2.2 Αλγόριθμος με μορφή Βημάτων.....	33

3.3 TIMEBANK STATISTICS.....	33
3.3.1 Διάγραμμα Ροής	34
3.3.2 Αλγόριθμος με την μορφή Βημάτων	35
3.3.3 Καθαρές Ώρες Εργασίας Χειριστή.....	36
3.3.4 Πελάτες ανά Χειριστή	37
3.3.5 Μέσοι Χρόνοι διεκπεραίωσης Συναλλαγών	38
3.3.6 Πελάτες ανά Ημέρα	39
3.4 TimeBank Approximation.....	40
3.4.1 Διάγραμμα Ροής	41
3.4.2 Αλγόριθμος με μορφή Βημάτων.....	42
3.4.3 Προσομοίωση Αφίξεων	43
3.4.3.1 Αλγόριθμος με μορφή Βημάτων.....	43
3.4.4 Προσομοίωση Υποκαταστήματος.....	44
3.4.5 Λεπτομέρειες Προσομοίωσης	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	46
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ	46
Εισαγωγή	46
4.1 Τα δύο υποκαταστήματα	46
4.2 Στατιστικά για τα δύο Υποκαταστήματα	46
4.2.1 Στατιστικά για το 1ο Υποκατάστημα.....	47
4.2.2 Στατιστικά στοιχεία για το 2ο Υποκατάστημα	51
4.3 Πιθανά Σενάρια	53
4.4 Ανάλυση Σεναρίων	53
4.5 Ανάλυση Αποτελεσμάτων	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο.....	55
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	55
5.1 Συμπεράσματα για τις Ουρές Αναμονής	55
5.2 Συμπεράσματα για το TimeBank	55
5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά το παρελθόν είχαν γίνει προσπάθειες για απομακρυσμένο έλεγχο της κατάστασης μιας ουράς αναμονής, προσπάθειες για πρόβλεψη των ουρών, για αξιολόγηση των εξυπηρετητών που βρίσκονται σε αυτές τις ουρές ακόμα και για προσομοίωση των ουρών με σκοπό τη βέλτιστη δυνατή κατανομή των ανθρώπινων πόρων ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν σε κάθε σημείο. Ορισμένες από αυτές τις προσπάθειες είχαν σημαντικό αντίκτυπο στις ουρές αναμονής και βελτίωσαν τα συστήματα εξυπηρέτησης σε ικανοποιητικό βαθμό.

Τα παραπάνω γεγονότα δεν είναι εντελώς ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Για παράδειγμα ο χρόνος αναμονής ενός πελάτη εξαρτάται και από το πόσοι πελάτες βρίσκονται πριν από αυτόν και τι είδους συναλλαγές θα πραγματοποιήσουν (πρόβλεψη των ουρών αναμονής) αλλά και από το πόση ώρα χρειάζεται ο εξυπηρετητής για να διεκπεραιώσει αυτές τις συναλλαγές (αξιολόγηση των εξυπηρετητών).

Για αυτό τον λόγο δημιουργήθηκε η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός λογισμικού το οποίο θα μπορεί να εκμεταλλευτεί την εξάρτηση αυτών των γεγονότων. Για να επιτευχθεί το παραπάνω αποτέλεσμα έπρεπε να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα το οποίο θα αποτελείται από υποσυστήματα, τα οποία θα έχουν τη δυνατότητα να τροφοδοτούν το ένα το άλλο.

Επιπλέον, στο παραπάνω σύστημα έρχεται να προστεθεί ένα ακόμα χαρακτηριστικό. Όλα τα στοιχεία τα οποία λαμβάνει ως εισόδους (αριθμός πελατών, χρόνοι διεκπεραίωσης συναλλαγών από τους ταμίες κ.ά.) είναι πραγματικά στοιχεία που λαμβάνονται άμεσα από την ουρά εξυπηρέτησης και όχι προβλέψεις ή απαντήσεις μέσω ερωτηματολογίων.

Συνολικά, η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια, στα οποία επιχειρείται να ενσωματώσει το χρήστη στη διαχείριση του TimeBank, να τον εξοικειώσει με το λογισμικό και τελικά να καταδειχθεί ότι το λογισμικό αυτό αποτελεί σημαντικό εργαλείο με πολλές δυνατότητες για κάθε οργανισμό που χρησιμοποιεί τα συστήματα των ουρών αναμονής. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο, ορίζονται βασικές έννοιες όπως οι ουρές αναμονής, τα χαρακτηριστικά των διαδικασιών των ουρών, η κατανομή Poisson, οι ουρές FIFO τις οποίες χρησιμοποιούν οι τράπεζες και ο νεκρός χρόνος

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το προγραμματιστικό περιβάλλον και η βάση δεδομένων που επιλέχθηκε για τη δημιουργία του προγράμματος, αλλά και τα κριτήρια με βάση τα οποία έγινε η επιλογή.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στον τρόπο λειτουργίας και χρήσης της εφαρμογής. Αναλυτικότερα, με την βοήθεια 'ψευδογλώσσας' και εικόνων συντάσσεται το εγχειρίδιο που επεξηγεί και αναλύει όλες τις πτυχές του TimeBank.

Στο τέταρτο κεφάλαιο (Υπολογιστική Εμπειρία) παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης, στην οποία έχει χρησιμοποιηθεί το TimeBank για την εξαγωγή στοιχείων και συμπερασμάτων.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, εξάγονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού, για τη διαχείριση ουρών αναμονής και του ανθρώπινου δυναμικού που συμμετέχει σε αυτές και διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ

1.1 Ουρές Αναμονής

Μια ουρά αναμονής ή ισοδύναμα ένα σύστημα εξυπηρέτησης είναι ένα μαθηματικό πρότυπο για τη μοντελοποίηση ενός πραγματικού συστήματος εισόδου - εξόδου μονάδων (πελατών) στο οποίο υπεισέρχεται τυχαιότητα. Το αντικείμενο της θεωρίας αυτής είναι η ποσοτική μελέτη συστημάτων εξυπηρέτησης και εντάσσεται στο ευρύτερο γνωστικό πεδίο της Επιχειρησιακής Έρευνας και ειδικότερα στο στοχαστικό μέρος της.

Τυπικά παραδείγματα ουρών αναμονής που παρουσιάζονται στις εφαρμογές είναι τα ταμεία των τραπεζών και γενικότερα διαφόρων οργανισμών, τα τηλεφωνικά κέντρα εξυπηρέτησης πελατών (call centers), το τηλεφωνικό δίκτυο, το Διαδίκτυο καθώς και τοπικά δίκτυα υπολογιστών (LAN), οι γραμμές παραγωγής μιας βιομηχανικής μονάδας, τα συγκοινωνιακά δίκτυα κλπ.

Στόχος της θεωρίας των ουρών αναμονής είναι η ποσοτική περιγραφή τέτοιων συστημάτων και ο βέλτιστος σχεδιασμός τους. Έτσι η θεωρία ουρών αναμονής απαντά σε προβλήματα του τύπου:

- Πόσο περιμένει κάθε πελάτης κατά μέσο όρο;
- Πόσο είναι το μήκος της ουράς (πλήθος πελατών) που σχηματίζεται κατά μέσο όρο;
- Πόσο θα μειωθεί κατά μέσο όρο η ουρά αν προστεθεί ένας επιπλέον εξυπηρετητής;
- Πόσοι εξυπηρετητές πρέπει να υπάρχουν ώστε το πλήθος των πελατών που φεύγουν πριν να εξυπηρετηθούν (drop out) προς το σύνολο των εισερχομένων πελατών να είναι μικρότερο από 5% (Dropout rate < 5%)

Για την ουσιαστική μελέτη τέτοιων συστημάτων το βασικό εργαλείο είναι η Θεωρία Πιθανοτήτων και Στοχαστικών Ανελίζεων, αφού τα μαθηματικά πρότυπα των ουρών αναμονής είναι στοχαστικά (τυχαιοκρατικά). [4,7]

1.1 Χαρακτηριστικά Ουρών Αναμονής

Τα κύρια χαρακτηριστικά που διέπουν τις ουρές αναμονής είναι τα εξής:

- Διαδικασία Άφιξης Πελατών
- Διαδικασία Εξυπηρέτησης
- Πειθαρχία Ουράς
- Φυσικοί Περιορισμοί
- Αριθμός Εξυπηρετητών

1.1.1 Άφιξη Πελατών

Η άφιξη των πελατών ορίζεται ως ο τρόπος με τον οποίον φτάνουν οι πελάτες στο σύστημα εξυπηρέτησης και εξαρτάται συνήθως από τον μέσο ρυθμό άφιξης των πελατών ανά μονάδα χρόνου και το στατιστικό μοντέλο που διέπει τις αφίξεις.

Οι αφίξεις χαρακτηρίζονται είτε ως κανονικές είτε ως τυχαίες.

Κανονικές είναι οι αφίξεις κατά τις οποίες οι πελάτες φτάνουν στο σύστημα ένας ένας σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Τυχαίες μπορεί να θεωρηθούν οποιεσδήποτε από τις αφίξεις με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- δεν συμβαίνουν σε ίσα χρονικά διαστήματα
- ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη κατανομή
- οι πελάτες φτάνουν με καθυστέρηση / ανά ομάδες
- αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου
- εξαρτώνται από χαρακτηριστικά του συστήματος
- η ροή των πελατών είναι συνεχής

Στις περισσότερες περιπτώσεις ουράς, η διαδικασία αφίξεων είναι στοχαστική και για αυτό είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την κατανομή από την οποία διέπονται.[11]

1.2.2 Διαδικασία Εξυπηρέτησης

Η διαδικασία της εξυπηρέτησης των πελατών αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο εξυπηρετούνται οι πελάτες αλλά και στο χρόνο που αυτή η διαδικασία διαρκεί. Γενικότερα χρειάζεται μία κατανομή πιθανότητας για να περιγράψει την ακολουθία των χρόνων εξυπηρέτησης πελατών. Επιπλέον η εξυπηρέτηση μπορεί να γίνεται προς ένα πελάτη ή προς πολλούς πελάτες ταυτόχρονα. Μπορεί συνεπώς να έχουμε έναν εξυπηρετητή για έναν πελάτη ή και έναν εξυπηρετητή ο οποίος να εξυπηρετεί ταυτόχρονα περισσότερους από έναν πελάτες.

1.2.3 Πειθαρχία ουράς

Σαν πειθαρχία ουράς ορίζεται ο τρόπος με τον οποίο εξυπηρετούνται οι πελάτες σε μια ουρά αναμονής. Υπάρχουν πολλά είδη πειθαρχιών ουράς με το καθένα να έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του ανάλογα με την περίπτωση. Ορισμένα από τα είδη πειθαρχιών όπως είναι διατυπωμένα στην βιβλιογραφία αναφέρονται παρακάτω:

- First In First Out (FIFO), το οποίο το βλέπουμε καθημερινά σε δημόσιες υπηρεσίες, τράπεζες, ιατρεία και άλλα.
- Last In First Out (LIFO), το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως στις ίδιες περιπτώσεις με το FIFO αλλά επιλέγεται από τις εταιρείες για λόγους που οφείλονται στην διαφορά της φορολόγησης μεταξύ των δύο μεθόδων.
- Service In Random Order (SIRO), στο οποίο οι πελάτες εξυπηρετούνται τυχαία ανεξάρτητα από τον χρόνο άφιξης τους στο σύστημα.
- και Processor Sharing (PS), όπου οι πελάτες μπορούν να μοιράζονται τους εξυπηρετητές.

1.2.4 Δυνατότητα Συστήματος

Η δυνατότητα του συστήματος είναι ο μέγιστος αριθμός πελατών που μπορεί να έχει μια ουρά αναμονής. Σε πολλές περιπτώσεις για τις ουρές αναμονής υπάρχουν φυσικοί περιορισμοί (όπως ο χώρος αναμονής) άρα όταν η ουρά φτάσει σε ένα προκαθορισμένο μήκος δεν μπορούν να εισέλθουν άλλοι πελάτες έως ότου το μήκος αυτό να ελαττωθεί (δηλαδή να εξυπηρετηθεί

ένας αριθμός από τους πελάτες που έφτασαν προηγουμένως στην ουρά αναμονής). Οι περιπτώσεις αυτές είναι γνωστές ως πεπερασμένες περιπτώσεις ουρών, δηλαδή υπάρχει ένα πεπερασμένο όριο στο μέγιστο μέγεθος του συστήματος. Μια τέτοια ουρά (με περιορισμό στον χώρο αναμονής) μπορεί να θεωρηθεί ως ουρά με επιβαλλόμενη άρνηση, επειδή ο πελάτης αναγκάζεται να αποχωρήσει ή να περιμένει αν η ουρά έχει φτάσει στο προκαθορισμένο μέγιστο μέγεθος της.

1.2.5 Αριθμός Σημείων Εξυπηρέτησης

Ο αριθμός των παράλληλων σημείων εξυπηρέτησης δείχνει σε πόσα σημεία μπορούν να εξυπηρετηθούν παράλληλα πελάτες που αποσκοπούν στην ίδια ή παρόμοια μορφή παροχής υπηρεσιών από ένα σύστημα εξυπηρέτησης. Ο αριθμός σημείων εξυπηρέτησης επηρεάζει την απόδοση και την ποιότητα του συστήματος εξυπηρέτησης. Τα σημεία εξυπηρέτησης δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται στον ίδιο φυσικό χώρο όπως άλλωστε ούτε και οι εξυπηρετητές. [4,11]

1.3 Η κατανομή POISSON

Στην πλειονότητα τους τα στοχαστικά μοντέλα που δημιουργούνται για να προσομοιάσουν τις ουρές αναμονής υποθέτουν ότι οι ρυθμοί αφίξεων και εξυπηρέτησεως ακολουθούν την κατανομή Poisson. Αν ο αριθμός των συμβάντων σε ένα χρονικό διάστημα είναι μια τυχαία μεταβλητή Poisson αντίστοιχα ο χρόνος μεταξύ των διαδοχικών συμβάντων είναι μια εκθετικά κατανεμημένη τυχαία μεταβλητή.

Για μια σειρά αφίξεων:

$N(t)$: Ο αριθμός των αφίξεων στο διάστημα $(0,t)$ και $N(0)=0$ (στοχαστική διαδικασία)

$N(t_1,t_2)$: Ο αριθμός των αφίξεων στο διάστημα (t_1,t_2)

Μια διαδικασία Poisson μπορεί να οριστεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Σαν μια διαδικασία ανεξάρτητων βημάτων
- Σαν καθαρά δημιουργική διαδικασία με ρυθμό αφίξεων λ (μέσος αριθμός αφίξεων ανά μονάδα χρόνου)

Θέτουμε μια διαδικασία αφίξεων $\{N(t), t \geq 0\}$ όπου το $N(t)$ είναι ο συνολικός αριθμός μέχρι το χρόνο t , με $N(0)=0$, και η οποία ικανοποιεί τις ακόλουθες τρεις προϋποθέσεις:

- Η πιθανότητα μια άφιξη να συμβαίνει μεταξύ των χρόνων t και $t+\Delta t$ είναι ισοδύναμη με το $\lambda * \Delta t + o(\Delta t)$.

Το γράφουμε ως εξής: $Pr \{ \eta \ \acute{\alpha}\phi\iota\chi\eta \ \sigma\upsilon\mu\beta\alpha\acute{\iota}\nu\epsilon\iota \ \mu\epsilon\tau\alpha\acute{\xi}\acute{\upsilon} \ \tau\upsilon\mu \ t \ \kappa\alpha\iota \ t + \Delta t \} = \lambda * \Delta t + o(\Delta t)$
όπου:

λ : είναι η ανεξάρτητη σταθερά του $N(t)$

Δt : είναι το αυξητικό στοιχείο

$o(\Delta t)$: η ποσότητα η οποία γίνεται αμελητέα όταν συγκρίνεται με το Δt καθώς το $\Delta t \rightarrow 0$

Δηλαδή:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} \quad (1.1)$$

$Pr\{\text{περισσότερες από μια αφίξεις μεταξύ } t \text{ και } t + \Delta t\} = o(\Delta t)$

- Ο αριθμός των αφίξεων σε μη αλληλοκαλυπτόμενα διαστήματα είναι στατιστικά ανεξάρτητος. Αυτό γίνεται γιατί η διαδικασία έχει ανεξάρτητα αυξητικά

Θέλουμε να υπολογίσουμε το $P\{n(t)\}$, την πιθανότητα n αφίξεων σε ένα χρονικό διάστημα μήκους t , με το n να είναι ακέραιος ≥ 0 . Θα το πετύχουμε αναπτύσσοντας διαφορικές εξισώσεις για την διαδικασία αφίξεων. Για $n \geq 1$ έχουμε :

$$\begin{aligned} P_n(t + \Delta t) &= P_r \{ n \ \acute{\alpha}\phi\iota\chi\epsilon\iota\varsigma \ \sigma\tau\omicron \ t \ \kappa\alpha\iota \ \kappa\alpha\mu\acute{\iota}\alpha \ \sigma\tau\omicron \ \Delta t \} + \\ &+ P_r \{ n - 1 \ \acute{\alpha}\phi\iota\chi\epsilon\iota\varsigma \ \sigma\tau\omicron \ t \ \kappa\alpha\iota \ \kappa\alpha\mu\acute{\iota}\alpha \ \sigma\tau\omicron \ \Delta t \} + \\ &+ P_r \{ n - 2 \ \acute{\alpha}\phi\iota\chi\epsilon\iota\varsigma \ \sigma\tau\omicron \ t \ \kappa\alpha\iota \ \kappa\alpha\mu\acute{\iota}\alpha \ \sigma\tau\omicron \ \Delta t \} + \dots \\ &\dots + P_r \{ \kappa\alpha\mu\acute{\iota}\alpha \ \acute{\alpha}\phi\iota\chi\eta \ \sigma\tau\omicron \ t \ \kappa\alpha\iota \ \kappa\alpha\mu\acute{\iota}\alpha \ \sigma\tau\omicron \ \Delta t \} \quad (1.2) \end{aligned}$$

Με τη χρήση των παραπάνω έχουμε:

$$P_n(t + \Delta t) = P_n(t)[1 - \lambda\Delta t - o(\Delta t)] + P_{n-1}(t)[\lambda\Delta t + o(\Delta t) + o(\Delta t)] \quad (1.3)$$

Όπου ο τελευταίος όρος $o(\Delta t)$ αναπαριστά τους όρους

$$P_r \{ n - j \ \acute{\alpha}\phi\iota\chi\epsilon\iota\varsigma \ \sigma\tau\omicron \ t \ \kappa\alpha\iota \ j \ \sigma\tau\omicron \ \Delta t, \ 2 \leq j \leq n \} \quad (1.4)$$

Για την περίπτωση $n=0$ έχουμε:

$$P_0(t + \Delta t) = P_0(t)[1 - \lambda\Delta t - o(\Delta t)] \quad (1.5)$$

Συνδυάζοντας τους παραπάνω όρους έχουμε:

$$P_0(t + \Delta t) - P_0(t) = -\lambda \Delta t P_0(t) + o(\Delta t) \quad (1.6)$$

και

$$P_0(t + \Delta t) - P_n(t) = -\lambda \Delta t P_n(t) + \lambda \Delta t P_{n-1}(t) + o(\Delta t), n \geq 1 \quad (1.7)$$

Διαιρούμε τα παραπάνω με το Δt , παίρνουμε το όριο καθώς το $\Delta t \rightarrow 0$ και βρίσκουμε τις εξής διαφορικές εξισώσεις:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{(P_0(t+\Delta t) - P_0(t))}{\Delta t} = -\lambda P_0(t) + \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} \right] \quad (1.8)$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{(P_n(t+\Delta t) - P_n(t))}{\Delta t} = \lambda P_n(t) - \lambda P_{n-1}(t) + \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} \right], n \geq 1 \quad (1.9)$$

Το οποίο ανάγεται στα:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) \quad (1.10)$$

Και

$$\frac{dP_n(t)}{dt} = \lambda P_n(t) - \lambda P_{n-1}(t), n \geq 1 \quad (1.11)$$

Έχουμε τώρα ένα άπειρο σύνολο γραμμικών, πρώτης τάξεως κανονικών διαφορικών εξισώσεων προς επίλυση. Η εξίσωση 1.11 έχει την γενική λύση $P_0(t) = C e^{-\lambda t}$ όπου C είναι η σταθερά ίση με τη μονάδα αφού $P_0(0) = 1$. Έστω τώρα $n = 1$ στην 1.1. Βρίσκουμε πως:

$$\frac{dP_1(t)}{dt} + \lambda P_1(t) = \lambda P_0(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (1.12)$$

Η λύση σε αυτή την εξίσωση είναι:

$$P_1(t) = \lambda C e^{-\lambda t} + \lambda t e^{-\lambda t} \quad (1.13)$$

Χρησιμοποιώντας την ακραία συνθήκη $P_n(0) = 0$ για όλα τα $n > 0$ παίρνουμε $C = 0$ και

$$P_1(t) = \lambda t e^{-\lambda t}$$

Συνεχίζοντας σειριακά στο $n = 1, 2, 3 \dots$ και προχωρώντας με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε ότι:

χρησιμοποιώντας την ακραία συνθήκη $P_n(0) = 0$ για όλα τα $n > 0$ παίρνουμε $C = 0$ και

$$P_1(t) = \lambda t e^{-\lambda t}$$

Συνεχίζοντας σειριακά στο $n = 1, 2, 3 \dots$ και προχωρώντας με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε ότι

$$P_2(t) = \frac{\lambda t^2}{2!} e^{-\lambda t} \quad P_3(t) = \frac{\lambda t^3}{3!} e^{-\lambda t}, \dots, P_n(t) = \frac{\lambda t^n}{n!} e^{-\lambda t} \quad (1.14)$$

Οι διαδικασίες Poisson έχουν κάποιες ενδιαφέρουσες ιδιότητες. Μια από τις σημαντικότερες είναι ότι οι αριθμοί των συμβάντων στα διαστήματα ίσου πλάτους είναι πανομοιότυπα κατανομημένοι ως $N(t+h) - N(s+h)$ με συνάρτηση πιθανότητας

$$P_n(t-s) = \frac{[\lambda(t-s)]^n}{n!} e^{-\lambda(t-s)} \quad (1.15)$$

Εφόσον η Poisson έχει ανεξάρτητα αυξητικά γεγονότα δεν υπάρχει απώλεια της γενικότητας αν υποθέσουμε τα $N(s)$ και $N(s+h) = 0$

Αν η διαδικασία αφίξεων είναι Poisson μια συνδεδεμένη τυχαία μεταβλητή που ορίζεται ως χρόνος μεταξύ διαδοχικών αφίξεων ακολουθεί εκθετική κατανομή. Έστω T η τυχαία μεταβλητή «χρόνος μεταξύ διαδοχικών αφίξεων». Τότε

$$P_r\{T \geq t\} = P_n\{\text{όχι αφίξεις σε χρόνο } t\} = P_0(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (1.16)$$

Βλέπουμε λοιπόν πως η συγκεντρωτική συνάρτηση κατανομής του T μπορεί να γραφτεί ως:

$$A(t) = P_r\{T \geq t\} = 1 - e^{-\lambda t} \quad (1.17)$$

Με την αντίστοιχη συνάρτηση πυκνότητας:

$$a(t) = \frac{dA(t)}{dt} = \lambda e^{-\lambda t} \quad (1.18)$$

Έτσι το T έχει εκθετική κατανομή με μέσο $\frac{1}{\lambda}$. Θα περιμέναμε υποσυνείδητα τον μέσο χρόνο μεταξύ αφίξεων να είναι $\frac{1}{\lambda}$ αν ο μέσος ρυθμός αφίξεων ήταν λ . Η ανάλυση μας το τεκμηριώνει. Μπορεί ακόμα να δειχθεί πως αν οι ενδιάμεσοι χρόνοι είναι ανεξάρτητοι και έχουν την ίδια εκθετική κατανομή, τότε και ο ρυθμός αφίξεων ακολουθεί εκθετική κατανομή. Ακολουθεί η απόδειξη. Αρχικά έστω η συσσωρευτική συνάρτηση κατανομής (CDF) της διαδικασίας μέτρησης αφίξεων, $P_r\{N(t) \leq n\}$, που υποδηλώνεται από το $P_n(t)$. Άρα

$$P_n(t) = \int_t^\infty \frac{\lambda(\lambda x)^n}{n!} e^{-\lambda x} dx \quad (1.19)$$

Η μετατροπή των μεταβλητών $u = x - t$ δίνει

$$P_n(t) = \int_t^\infty \frac{\lambda^{n+1}}{n!} \frac{(u+t)}{1} e^{-\lambda t} e^{-\lambda u} du = \int_t^\infty \frac{e^{-\lambda t} e^{-\lambda u}}{n!} du \sum_{i=0}^n \frac{n!}{(n-1)!i!} u^{n-i} t^i \quad (1.20)$$

Από το διωνυμικό θεώρημα.

Τα παραπάνω μπορούν να μεταβληθούν ώστε να δίνεται:

$$P_n(t) = \sum \frac{\lambda^{n+1}}{(n-1)!i!} \frac{e^{-\lambda t} t^i}{1} \int_t^\infty e^{-\lambda u} u^{n-i} du \quad (1.21)$$

Με το ολοκλήρωμα στην παραπάνω σχέση είναι η γνωστή συνάρτηση γάμμα και ισούται με

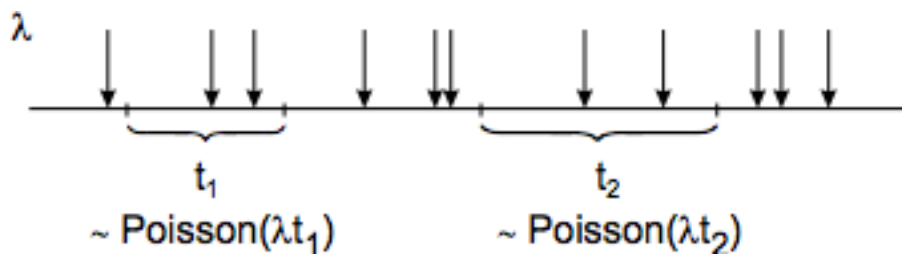
$$\frac{(n-i)!}{\lambda^{n-i+1}}$$

Αρα:

$$P_n(t) = \sum_{i=0}^n \frac{(\lambda t)^i e^{-\lambda t}}{i!} \quad (1.22)$$

Το οποίο είναι η CDF (Cumulative distribution function) της διαδικασίας Poisson. Η Poisson- εκθετική διαδικασία αφίξεων αναφέρεται πολλές φορές και ως διαδικασία τελείως τυχαίων αφίξεων. [Εικόνα 1.1]

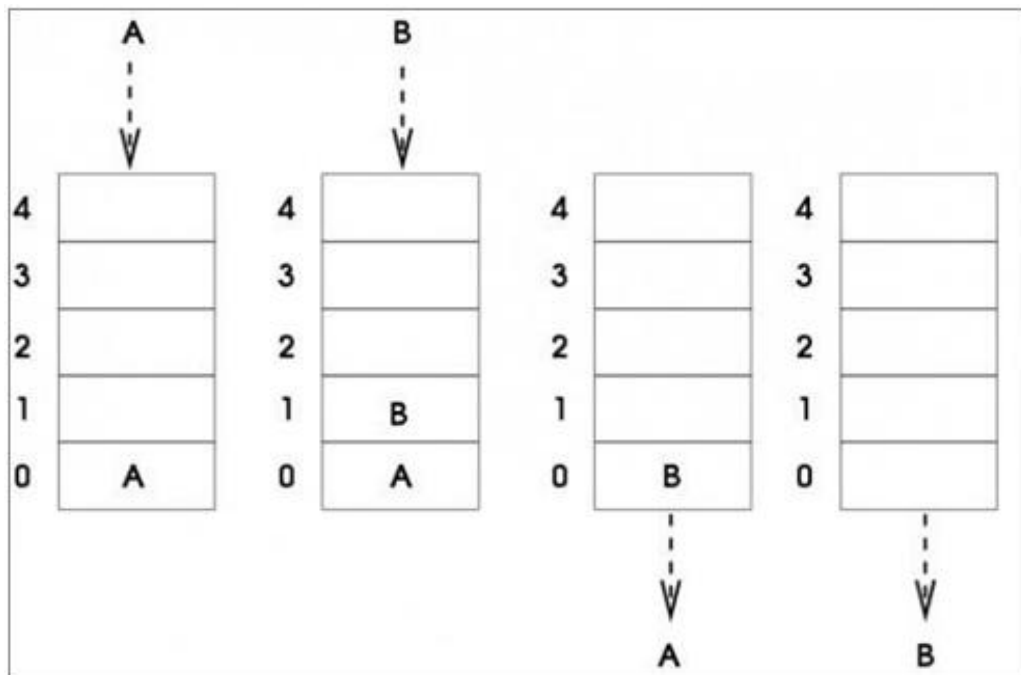
$$P\{N(t)=n\} = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}$$



Εικόνα 1.1: Κατανομή Poisson

1.4 Οι ουρές αναμονής FIFO

Οι τράπεζες σήμερα λειτουργούν έχοντας για σύστημα εξυπηρέτησης το σύστημα αναμονής σε ουρές με σχεδιασμό FIFO (First In First Out). Αυτό σημαίνει ότι ο πελάτης που θα φτάσει νωρίτερα στην τράπεζα θα εξυπηρετηθεί και νωρίτερα όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα [Εικόνα 1.2]



Εικόνα 1.2: Η ουρά αναμονής FIFO

Το FIFO είναι από τα πλέον δημοφιλή συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την διαχείριση των ουρών αναμονής.[4]

1.5 Νεκρός χρόνος

Σαν νεκρός χρόνος ορίζεται ο χρόνος που αναμένει ο πελάτης στην ουρά, όταν απαιτείται η φυσική του παρουσία. Στην ουσία ο πελάτης είναι δεσμευμένος για εκείνο το χρονικό διάστημα μιας και δεν μπορεί να κάνει κάτι άλλο παρά να περιμένει την σειρά του για να εξυπηρετηθεί. Αυτό αποτελεί και το μεγάλο πρόβλημα για όσους περιμένουν στις ουρές αναμονής. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο ο χρόνος αυτός αποκαλείται και νεκρός χρόνος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.1 Εισαγωγή

Βασικό συστατικό για την επιτυχία στη δημιουργία οποιουδήποτε λογισμικού αποτελεί ο σωστός σχεδιασμός και η σωστή επιλογή του προγραμματιστικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο θα γίνει η ανάπτυξη του.

Η επιλογή του προγραμματιστικού περιβάλλοντος που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του προγράμματος, τις ανάγκες του χρήστη και τις δεξιότητες του προγραμματιστή.

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του TimeBank και γίνεται ανάλυση των λόγων για τους οποίους επιλέχθηκαν.

2.2 Περιβάλλοντα που Χρησιμοποιήθηκαν

Το TimeBank δημιουργήθηκε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με λογισμικό σύστημα τα Windows 7, Professional Edition x64. Για την ανάπτυξη του ακόμη χρησιμοποιήθηκαν τα εξής λογισμικά:

- Microsoft Visual Studio, VS 2013 for Desktop
- XAMPP v5.6.14
- PHP v5.6.14
- MySql
- Google Chrome

- Adobe Photoshop CS6

2.3 Επιλογή Βάσης Δεδομένων

Σε κάθε online εφαρμογή που διαχειρίζεται δεδομένα η επιλογή της βάσης δεδομένων για την υλοποίηση του project αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα όχι μόνο για την πραγματοποίηση αλλά και για την πορεία της εφαρμογής. Για το TimeBank η βάση δεδομένων που επιλέχθηκε είναι η MySQL και παρακάτω επεξηγούνται οι λόγοι.

Ευελιξία και Επεκτασιμότητα

Η βάση δεδομένων MySQL παρέχει ευελιξία λόγω του ότι συνδυάζεται χωρίς πρόβλημα με όλα τα λειτουργικά συστήματα Linux, UNIX και Windows και διαθέτει επεκτασιμότητα μιας και είναι από τη φύση της μια open-source (λογισμικό που διανέμεται ελεύθερα) βάση δεδομένων που επιτρέπει πλήρη παραμετροποίηση και προσθήκες ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χειριστή.

Προστασία Δεδομένων

Όταν αναπτύσσει μια διαδικτυακή εφαρμογή, μια από τις πρώτες ανησυχίες του developer είναι, ή θα πρέπει να είναι η προστασία των δεδομένων που διαχειρίζεται. Για αυτόν τον λόγο χρειάζεται μια βάση δεδομένων δοκιμασμένη που έχει αποδείξει την αξία της στην αγορά. Η MySQL πληρεί τις παραπάνω απαιτήσεις και επιπρόσθετα παρέχει και άλλες λειτουργίες για την ασφάλεια των δεδομένων όπως το physical backup και το point-in-time recovery.

Υψηλή Απόδοση

Η MySQL είναι μια βάση η οποία έχει δοκιμαστεί από χιλιάδες χρήστες ακόμη και για projects με πάρα πολλές απαιτήσεις, και όπως αναφέρεται στο σύνολο των κριτικών για αυτήν ανταποκρίνεται πλήρως και χωρίς καθυστερήσεις ακόμα και στις απαιτητικές εφαρμογές ή ιστοσελίδες.

Συνεχής Υποστήριξη

Είναι σπάνιο για ένα open-source project να παρέχει συνεχή και αποτελεσματική υποστήριξη. Παρόλα αυτά η MySQL αποτελεί μια βάση με συνεχείς αναβαθμίσεις και διορθώσεις από την εταιρεία κατασκευής της. Ακόμη παρέχει άμεση υποστήριξη και σε μορφή εγχειριδίων αλλά και σε mail για οποιοδήποτε πρόβλημα μπορεί να εμφανιστεί.

Τέλος, αποτελώντας αυτήν την στιγμή μια από τις πιο δημοφιλείς βάσεις αποθήκευσης δεδομένων στον κόσμο, έχει το πλεονέκτημα ότι είναι καταγεγραμμένα πολλά από τα ζητήματα που ίσως εμφανιστούν (well- documented) και έτσι τα ζητήματα αυτά μπορούν να λυθούν πιο εύκολα με τη σωστή χρήση των μηχανών αναζήτησης του διαδικτύου.

Ευκολία Χρήσης και Διαχείρισης

Ένα τελευταίο πλεονέκτημα, σε ότι αφορά την επιλογή της MySQL ως της βάσης δεδομένων πάνω στην οποία αναπτύχθηκε το TimeBank είναι το πολύ εύκολο στη χρήση γραφικό περιβάλλον που έχει αναπτυχθεί. Η βάση της MySQL πληρούσε όλα τα αναγκαία κριτήρια (ασφάλεια δεδομένων, συμβατότητα, υψηλή απόδοση) και το εύχρηστο γραφικό περιβάλλον με τις απλοποιημένες διαδικασίες και την παροχή πολλών νέων επιλογών ήταν μια ευχάριστη έκπληξη που ήρθε να προστεθεί από το PHP. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι το μειονέκτημα της MySQL θα μπορούσε να θεωρηθεί η πολυπλοκότητα για την εγκατάσταση της σε ένα τοπικό δίκτυο. Για αποφυγή, λοιπόν, αυτής της διαδικασίας επιλέχθηκε το λογισμικό XAMPP το οποίο παραμετροποιεί αυτόματα και διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την εγκατάσταση της βάσης δεδομένων στο τοπικό δίκτυο, δίνοντας ακόμη και εργαλεία για την καλύτερη και πιο εύκολη διαχείριση της. Επίσης εμπεριέχει το εργαλείο PhpMyAdmin το οποίο βοηθά ουσιαστικά στο να μπορεί ο χρήστης να διαχειριστεί την βάση MySQL μέσα από έναν internet-browser, παρέχοντάς του ένα γραφικό περιβάλλον πολύ φιλικό και με πολλές δυνατότητες. Τέλος, ένα πολύ σημαντικό κομμάτι το οποίο και αυτό βρίσκεται μέσα στο 'πακέτο' του XAMPP είναι το apache. Το πιο δημοφιλές στον κόσμο λογισμικό web-browsing, το οποίο είναι και opensource. Στο apache στηρίζεται ο τοπικός server όπου αναπτύχθηκε το TimeBank. [Εικόνα 2.1]



Εικόνα 2.1: XAMPP, Apache, MySQL, PHP

2.4 Επιλογή Γλώσσας Προγραμματισμού

2.4.1. C++

Κάθε προγραμματιστής πριν δημιουργήσει ένα πρόγραμμα πρέπει να επιλέξει την γλώσσα προγραμματισμού με την οποία θα δουλέψει. Για την ανάπτυξη του προγράμματος όσων αφορά το μεγαλύτερο μέρος επιλέχθηκε η γλώσσα C++. Η επιλογή ήταν πολύ πιο εύκολη για αρκετούς λόγους που παρατίθενται στη συνέχεια:

- Αποτελεί βασικό μάθημα στο Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος οπότε μου ήταν πολύ πιο εύκολο να υλοποιήσω τα αλγοριθμικά βήματα μέσω της C++ παρά οποιασδήποτε άλλης γλώσσας. [6]
- Ενώ είναι μια από γλώσσα η οποία έχει σχεδιαστεί στις αρχές της δεκαετίας του '80 παραμένει μια από τις πιο πολυχρησιμοποιημένες και δημοφιλείς γλώσσες μέχρι και σήμερα. Αυτό σημαίνει ότι έχει δοκιμαστεί στον χρόνο και έχει αποτελέσει καταλυτικό παράγοντα για την εξέλιξη του προγραμματισμού όπως είναι σήμερα.
- Είναι η κύρια γλώσσα η οποία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εφαρμογών σήμερα και έχει απόλυτη συμβατότητα και με Windows και με Linux αλλά και με Mac OS λειτουργικά συστήματα. [2]
- Επειδή ακριβώς είναι πολύ δημοφιλής υπάρχουν άπειρες πηγές πληροφοριών και βοήθειας για αυτήν στο internet (well documented).

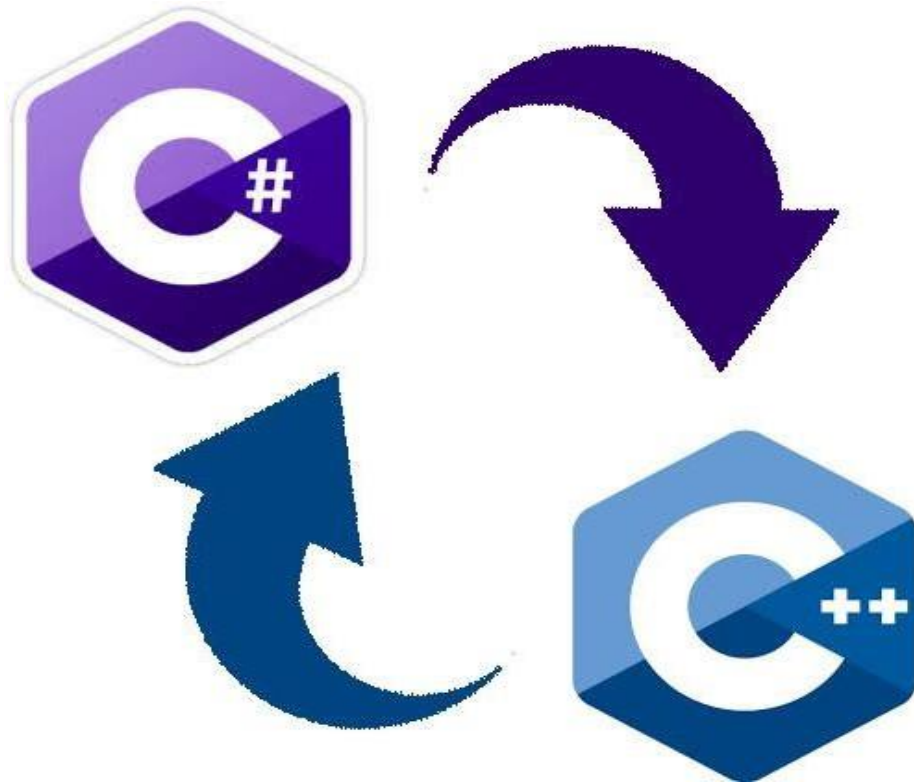
2.4.2. C#

Στην πορεία, όσο προχωρούσε η ανάπτυξη του TimeBank, χρειαζόταν να επιλεγεί ο τρόπος ανάπτυξης του γραφικού περιβάλλοντος μέσω του οποίου θα επικοινωνεί ο χρήστης με το πρόγραμμα.

Επειδή η C++ είναι αρκετά πιο δύσκολη σε ότι αφορά την ανάπτυξη γραφικού περιβάλλοντος αναζητήθηκε μια εναλλακτική γλώσσα η οποία θα είναι προσανατολισμένη σε αυτό το κομμάτι. Μετά από αρκετή έρευνα έγινε επιλογή της C#.

Η C# επιλέχθηκε για δύο λόγους. Πρώτον, γιατί μοιάζει πολύ με την c++ και ήταν εύκολη η εκμάθησή της και δεύτερον, γιατί είναι μια πάρα πολύ καλή επιλογή για online

εφαρμογές με μόνο μειονέκτημα της ότι έχει αναπτυχθεί αποκλειστικά για περιβάλλοντα Windows, μειώνοντας έτσι την ευελιξία της. [Εικόνα 2.2] [3]



Εικόνα 2.2: C, C++

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ TIMEBANK

Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, το TimeBank αποτελεί ένα ολοκληρωμένο, νέο σύστημα που εμπεριέχει λογισμικό και αναπτύχθηκε ολοκληρωτικά από την αρχή. Όπως όλα τα νέα λογισμικά πρέπει να συνοδεύεται από το ανάλογο Εγχειρίδιο Χρήσης το οποίο να επεξηγεί κάθε πτυχή του.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια γνωριμία με κάθε υποσύστημα ξεχωριστά, στη συνέχεια θα επεξηγείται αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας τους και τέλος θα παρουσιάζεται μέσω εικόνων και κειμένου ο τρόπος με τον οποίον θα πρέπει να γίνεται η χρήση τους.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να υπενθυμίσω ότι για λόγους παρουσίασης της λειτουργίας του, το TimeBank στην συγκεκριμένη περίπτωση έχει προσαρμοστεί και ανταποκρίνεται στις ανάγκες ενός τραπεζικού υποκαταστήματος. Η ουρά αναμονής στα τραπεζικά υποκαταστήματα και με βάση τα κριτήρια που αναφέρονται στο 1^ο Κεφάλαιο είναι μια ουρά στην οποία οι αφίξεις των πελατών είναι τυχαίες και μπορεί να θεωρηθεί ότι ακολουθούν την κατανομή Poisson, οι πελάτες εξυπηρετούνται με το σύστημα First In First Out (FIFO) και τα σημεία εξυπηρέτησης μεταβάλλονται ανάλογα με την περίπτωση.

Τέλος, διευκρινίζεται ότι η παραμετροποίηση και το γραφικό του περιβάλλον του TimeBank μπορούν να αλλάξουν εύκολα και να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης που θα το χρησιμοποιήσει, όπως π.χ. το ταχυδρομείο.

3.1 TimeBank Application

Το πρώτο μέρος, από το οποίο πήρε και το όνομα της η εφαρμογή, αφορά την καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών στις ουρές αναμονής. Το υπάρχον σύστημα στην Ελλάδα υποχρεώνει τον πελάτη να δαπανά τον χρόνο αναμονής του στο υποκατάστημα της τράπεζας, μιας και εάν φύγει από αυτό διατρέχει τον κίνδυνο να περάσει η σειρά του και να πρέπει να ξαναμπεί στο τέλος της ουράς αναμονής, καθιστώντας έτσι νεκρό τον χρόνο αυτό

Το Timebank App στοχεύει στο να ελαχιστοποιήσει την ανάγκη για φυσική παρουσία του πελάτη στον χώρο εξυπηρέτησης κατά τη διάρκεια της αναμονής δίνοντας στον πελάτη την δυνατότητα να ελέγχει την κατάσταση της ουράς αναμονής από απομακρυσμένη θέση, έχοντας έτσι τη δυνατότητα να αξιοποιεί το μέχρι σήμερα νεκρό χρόνο.

Η ανάπτυξη αυτού του υποσυστήματος βασίστηκε κυρίως στα ήδη υπάρχοντα συστήματα που καθορίζουν την προτεραιότητα στις ουρές αναμονής των τραπεζών. Πρώτον, στο μηχανήμα το οποίο εκδίδει χαρτάκια με σειρά προτεραιότητας από το οποίο και το TimeBank App αποσπά τον αριθμό των πελατών που έχουν προσέλθει στο υποκατάστημα και συνέχεια στο σύστημα με το οποίο οι ταμίες ειδοποιούν τους πελάτες για το ποιος αριθμός έχει προτεραιότητα. Από το σύστημα αυτό το TimeBank App παίρνει τον αριθμό ο οποίος βρίσκεται σε προτεραιότητα. Οι υπόλοιπες πληροφορίες που περιέχει προέρχονται από την επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από τα υπόλοιπα υποσυστήματα του TimeBank. Το Timebank App αποτελείται από τρεις οθόνες οι οποίες καθοδηγούν τον πελάτη και τον βοηθούν να αξιοποιήσει τον χρόνο του στην ουρά αναμονής. Η μοναδική απαίτηση για σύνδεση στο Timebank είναι μια σύνδεση στο Internet και ένας υπολογιστής, ένα κινητό ή ένα tablet. Παρακάτω φαίνονται οι οθόνες της εφαρμογής. [Εικόνα 3.1],[Εικόνα 3.2],[Εικόνα 3.3]

Οθόνη #1



Εικόνα 3.1: TimeBank App Κύριο Menu

Στην πρώτη οθόνη[Εικόνα 3.1] βλέπουμε τις δύο επιλογές:

Εύρεση υποκαταστήματος: Οδηγεί στο menu για την εύρεση του υποκαταστήματος το οποίο επιθυμούμε.

Ρύθμιση Ειδοποίησης: Οδηγεί στο menu που μπορούμε να ρυθμίσουμε το πότε να ειδοποιηθούμε ανάλογα με το σε πόση ώρα έρχεται η σειρά μας στην ουρά.

Οθόνη #2



Εικόνα 3.2: TimeBank App Menu Εύρεσης Υποκαταστήματος

Η δεύτερη οθόνη [Εικόνα 3.2] αποτελεί το menu Εύρεσης Υποκαταστήματος

Υποκατάστημα: Εδώ ο χρήστης έχει την επιλογή να διαλέξει την περιοχή στην οποία βρίσκεται το υποκατάστημα που θέλει να ελέγξει.

Διεύθυνση: Ο χρήστης επιλέγει τη διεύθυνση του υποκαταστήματος.

Ενεργά Ταμεία: Βάσει των επιλογών του χρήστη η εφαρμογή εμφανίζει αυτόματα τον αριθμό των ταμείων που βρίσκονται σε λειτουργία τη συγκεκριμένη στιγμή στο συγκεκριμένο υποκατάστημα

Εξυπηρετείται: Εμφανίζεται ποιος αριθμός προτεραιότητας είναι ο τελευταίος που έχει αρχίσει να εξυπηρετείται

Σε Αναμονή: Ενημερώνει τον χρήστη για το πόσοι πελάτες βρίσκονται σε αναμονή

Μέσος Χρόνος Αναμονής: Αποτιμά έναν μέσο εκτιμώμενο χρόνο αναμονής για τον κάθε πελάτη.

Οθόνη #3



Εικόνα 3.3: TimeBank App Menu Ρύθμισης Ειδοποίησης

Η τρίτη οθόνη [Εικόνα 3.3] αποτελεί το menu Ρύθμισης Ειδοποίησης

Διεύθυνση: Εμφανίζεται η επιλογή διεύθυνσης υποκαταστήματος που έχει κάνει ο χρήστης στο menu Εύρεσης Υποκαταστήματος.

Ο αριθμός μου: Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό εξυπηρέτησης που πήρε από την τράπεζα.

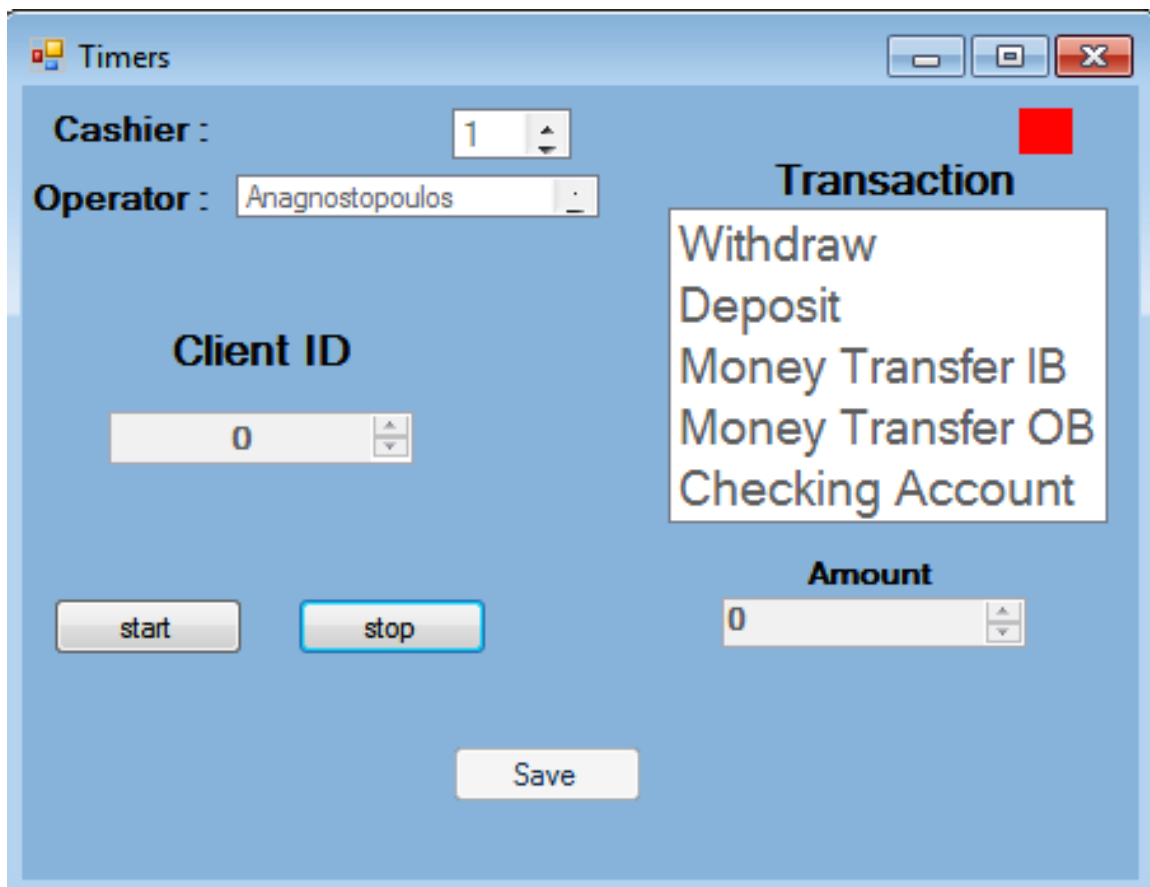
Ειδοποίηση πριν: Εδώ ο χρήστης έχει την επιλογή να εισάγει ή αριστερά πόσα λεπτά πριν την ώρα που θα έρθει η σειρά του (βάσει του εκτιμώμενου χρόνου αναμονής) ή δεξιά πόσους αριθμούς προτεραιότητας πριν τον δικό του είτε και στις δύο περιπτώσεις θα ήθελε να ενημερωθεί με ειδοποίηση στην συσκευή του

3.2 Timers

Το δεύτερο μέρος αφορά τους εξυπηρετητές σε μια ουρά αναμονής. Στόχος του είναι η καταγραφή των πραγματικών χρόνων διεκπεραίωσης των διαδικασιών που πραγματοποιούν οι εξυπηρετητές ανάλογα με το είδος της διαδικασίας και η αποθήκευση αυτών των χρόνων για μελλοντική χρήση και εξαγωγή ανάλογων στατιστικών στοιχείων.

Το Timers στοχεύει στο να μπορούν οι διαδικασίες που πραγματοποιούν οι εξυπηρετητές και οι χρόνοι τους να καταγράφονται με ακριβής μετρήσεις και με τον ευκολότερο δυνατό τρόπο από την μεριά των εξυπηρετητών, χωρίς να χρειάζονται κάποια εκπαίδευση.

Για να επιτευχθεί το παραπάνω αποτέλεσμα δημιουργήθηκε ένα γραφικό περιβάλλον το οποίο μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιονδήποτε ηλεκτρονικό υπολογιστή και η μοναδική απαίτηση για να μπορεί να ολοκληρώσει τον σκοπό του είναι η σύνδεση του υπολογιστή στο διαδίκτυο. Στην συνέχεια φέεται το γραφικό περιβάλλον. [Εικόνα 3.4]



Εικόνα 3.4: Timers Κύριο Menu σταματημένο

Το περιβάλλον ξεκινά σε σταματημένη κατάσταση. Για την εκκίνηση του πρέπει να πατηθεί το κουμπί start.

Start: Ξεκινά τη λειτουργία του Timers.

Stop: Για οποιονδήποτε λόγο ο χειριστής πρέπει να σταματήσει (διάλειμμα, αλλαγή βάρδιας, τέλος ωραρίου), πατώντας το κουμπί stop, διακόπτει προσωρινά τη λειτουργία του Timers.

Cashier: Ο χειριστής επιλέγει τον αριθμό του ταμείου στο οποίο βρίσκεται.

Operator: Ο χειριστής χρησιμοποιεί το Ονοματεπώνυμο του.

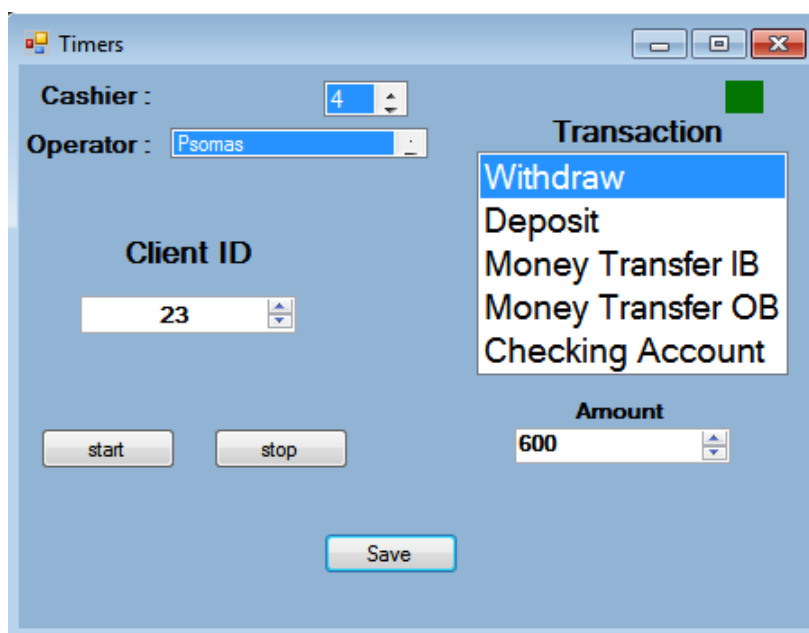
Client ID: Ο χειριστής εισάγει τον αριθμό του πελάτη που εξυπηρετεί, ανεξάρτητα από τον αριθμό προτεραιότητας του πελάτη, ο αριθμός αυτός δείχνει πόσους πελάτες εξυπηρέτησε ο συγκεκριμένος χειριστής.

Transaction: Εισάγετε το είδος της συναλλαγής.

Amount: Το οικονομικό ύψος της συναλλαγής.

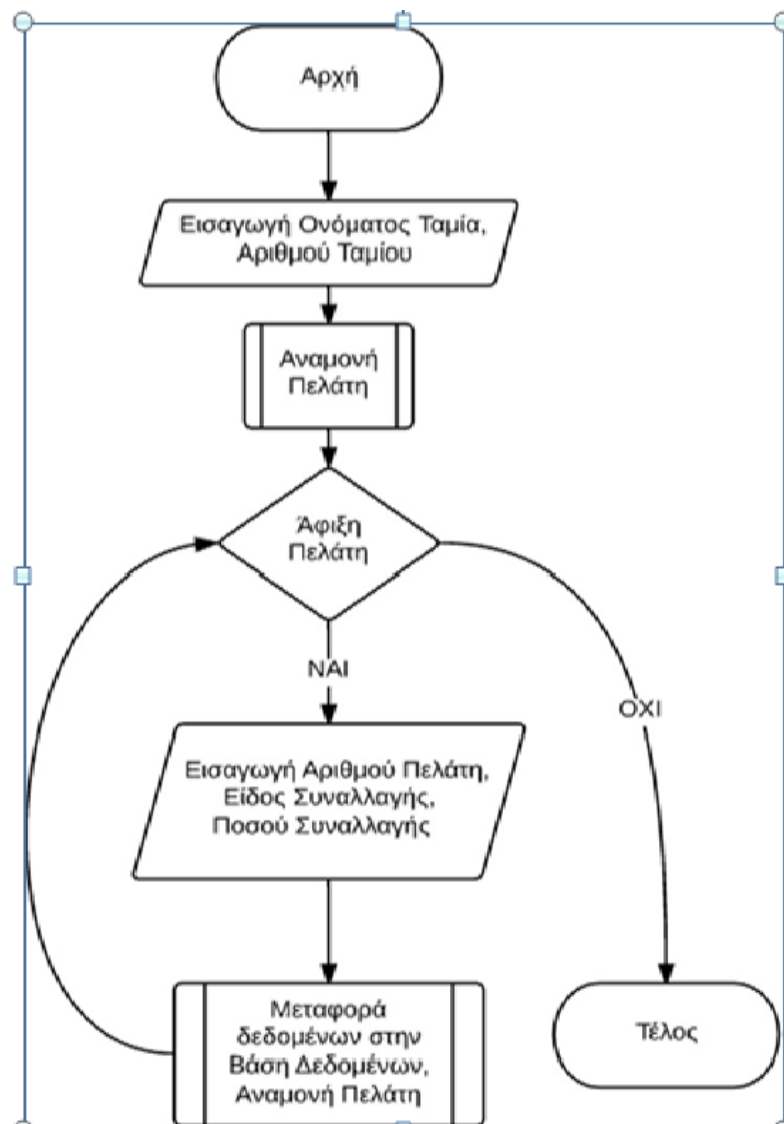
Save: Αφού έχουν συμπληρωθεί τα παραπάνω με επιτυχία το κουμπί Save αποθηκεύει τα δεδομένα. Η κόκκινη ένδειξη πάνω δεξιά σημαίνει ότι το πρόγραμμα βρίσκεται σε παύση (stop).

Ακολουθεί το γραφικό περιβάλλον σε λειτουργία[Εικόνα 3.5]



Εικόνα 3.5 Timers Κύριο Menu σε λειτουργία

3.2.1. Διάγραμμα Ροής



Εικόνα 3.6: Timers Διάγραμμα Ροής

3.2.2 Αλγόριθμος με μορφή Βημάτων

Βήμα 1ο: Άνοιξε σύνδεση μεταξύ του προγράμματος και της τοπικής βάσης δεδομένων Mysql.

Βήμα 2ο: Δημιούργησε έναν πίνακα με όνομα την τωρινή ημερομηνία.

Βήμα 3ο: Διάβασε τις πληροφορίες από τα πεδία Operator, Cashier

Βήμα 4^ο: Διάβασε τις πληροφορίες από τα πεδία ClientID, Transaction και Amount όταν πατηθεί το κουμπί Save.

Βήμα 5ο: Αποθήκευσε τις πληροφορίες στον πίνακα που δημιουργήθηκε στην βάση δεδομένων

Βήμα 6ο: Καθάρισε τα πεδία ClientID, Transaction και Amount.

Βήμα 7ο: Επανάλαβε τα Βήματα 4, 5 και 6 μέχρι να τερματίσει το πρόγραμμα ο χρήστης.

Βήμα 8^ο: Τέλος Προγράμματος.

3.3 TIMEBANK STATISTICS

Το τρίτο μέρος (Timebank Statistics) αφορά την εξαγωγή στατιστικών στοιχείων με βάση τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί και αποθηκευτεί από το Timers. Η ακρίβεια των στατιστικών αυτών είναι πολύ μεγάλη λόγω του ότι τα δεδομένα συλλέγονται με ακριβή τρόπο από τους ίδιους τους εξυπηρετητές. Τα στατιστικά τα οποία εξάγονται στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας δεν είναι τα μοναδικά τα οποία μπορούν να εξαχθούν από το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Οι δυνατότητες του είναι πάρα πολλές και η προσαρμοστικότητα του ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη είναι μια από αυτές.

Για το Timebank Statistics δημιουργήθηκε ένα πολύ απλό και εύχρηστο περιβάλλον το οποίο επιτρέπει στον χρήστη ανάλογα με το κριτήριο αναζήτησης που επιλέγει να δημιουργεί μια νέα κάθε φορά αναφορά η οποία είναι σε άμεσα εκτυπώσιμη μορφή δίνοντας στον χρήστη την δυνατότητα αποθήκευσης της σε διάφορες μορφές αρχείων (pdf, word κ.ά).

3.3.1 Διάγραμμα Ροής



Εικόνα 3.7 TimeBank Statistics Διάγραμμα Ροής

3.3.2 Αλγόριθμος με την μορφή Βημάτων

Βήμα 1^ο: Διάβασε την Επιλογή Κριτηρίου Δημιουργίας Αναφοράς

Βήμα 2^ο: Διάβασε τις πληροφορίες Ημερομηνία Έναρξης, Ημερομηνία Λήξης και Όνομα Χειριστή από τα αντίστοιχα πεδία.

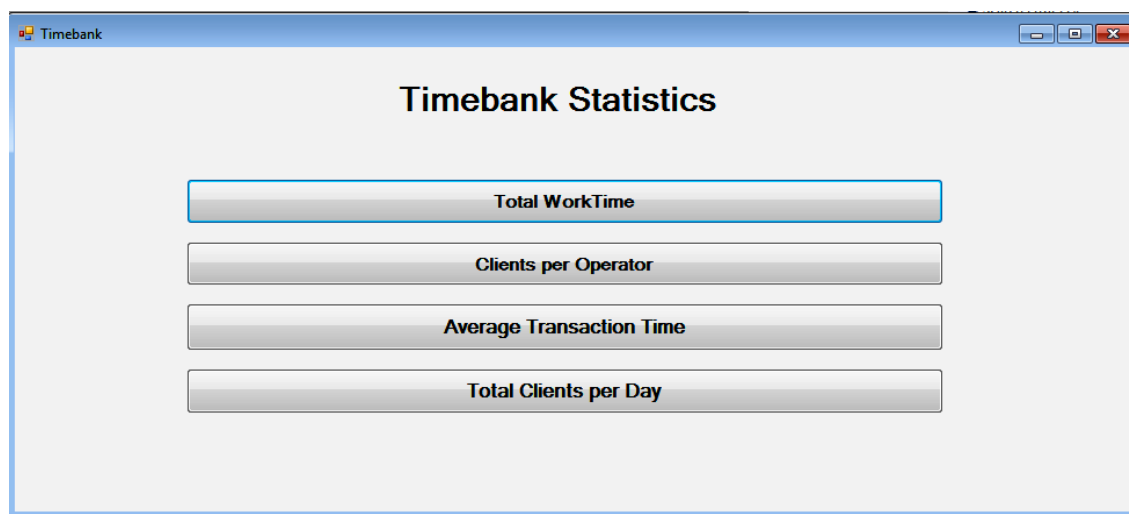
Βήμα 3^ο: Άνοιξε σύνδεση μεταξύ του προγράμματος και της βάσης δεδομένων Mysql.

Βήμα 4^ο: Πάρε τα αντίστοιχα δεδομένα από τη βάση δεδομένων ανάλογα με τα κριτήρια δημιουργίας της αναφοράς.

Βήμα 5^ο: Εμφάνισε τα δεδομένα σε μια Αναφορά (Crystal Report)

Βήμα 6^ο: Τέλος Προγράμματος.

Εδώ φαίνεται η αρχική οθόνη του Timebank Statistics.[Εικόνα 3.8]



Εικόνα 3.8: TimeBank Statistics Κύριο Menu

Παρακάτω εξηγείται ο τρόπος χρήσης για κάθε αναφορά. Για την επίδειξη του τρόπου χρήσης του TimeBank Statistics δημιουργήθηκαν αναφορές για στοιχεία που βρίσκονται αποθηκευμένα στην βάση για τις ημερομηνίες από 31/8/2019 μέχρι και 11/9/2019 [Εικόνα 3.9], [Εικόνα 3.10], [Εικόνα 3.11], [Εικόνα 3.12]

3.3.3 Καθαρές Ώρες Εργασίας Χειριστή

Εκτυπώνει πόσες καθαρές ώρες εργασίας είχε ο δεδομένος χειριστής στο χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε. Σαν καθαρές ορίζονται οι ώρες κατά τις οποίες ο χειριστή εργάζονται δηλαδή δεν συμπεριλαμβάνονται τα διαλείμματα ή άλλες ασχολίες πέραν της εργασίας του στο ταμείο [Εικόνα 3.9]

The screenshot displays the SAP Crystal Reports interface for a 'Real Work Time Report'. The report is for operator **Anagnostopoulos** covering the period from **8/31/2019** to **9/11/2019**. The report shows a list of work durations and dates. The interface includes a 'MAIN MENU' and a 'Run' button. Red boxes highlight the 'Επιστροφή στο Αρχ. Menu' button, the 'Επιλογή Ημερών' date selection area, the 'Επιλογή Χειριστή' operator selection area, and the 'Δημιουργία Αναφοράς' report generation button.

Total Duration	Date
07:02:39	8_31_2019
07:11:47	9_1_2019
08:00:32	9_2_2019
06:15:57	9_3_2019
06:58:35	9_4_2019
07:54:27	9_7_2019
06:30:02	9_8_2019
06:13:03	9_10_2019
06:39:28	9_11_2019

Εικόνα 3.9: TimeBank Statistics Menu Καθαρές Ώρες Εργασίας

3.3.4 Πελάτες ανά Χειριστή

Εμφανίζει πόσους πελάτες εξυπηρέτησε ο χειριστής σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα.

[Εικόνα 3.10]

The screenshot shows a SAP Crystal Reports window titled 'CustomersPerDay'. The main report area displays 'Clients Report for Lazaridis' with a date range from 8/31/2019 to 9/11/2015. The report content is as follows:

Clients	Date
140	8_31_2019
183	9_1_2019
176	9_2_2019
126	9_3_2019
151	9_4_2019
134	9_7_2019
146	9_8_2019
130	9_10_2019
150	9_11_2019

The interface also includes a 'MAIN MENU' with options like 'Εκτύπωση' (Print) and 'Αντιγραφή' (Copy), and a 'Run' button. The status bar at the bottom shows 'Current Page No.: 1', 'Total Page No.: 1', and 'Zoom Factor: 100%'.

Εικόνα 3.10: TimeBank Statistics Menu Πελάτες ανά Χειριστή

3.3.5 Μέσοι Χρόνοι διεκπεραίωσης Συναλλαγών

Παρουσιάζει τον μέσο χρόνο που χρειάζεται ένας χειριστής για να εκτελέσει μια συναλλαγή [Εικόνα 3.11]

AVERAGE TRANSACTION TIME FOR Μπαλάνιας

FROM 8/31/2019 **TO** 9/11/2019

11/2/2015

<u>WITHDRAW</u>	<u>DEPOSIT</u>	<u>IB TRANSFER</u>	<u>OB TRANSFER</u>	<u>CHECKING ACCOUNT</u>	<u>DATE</u>
02:19:36	01:48:34	00:43:29	00:26:02	00:33:22	8 31 2019
02:18:40	02:05:41	00:48:02	00:44:18	00:47:46	9 1 2019
02:13:10	02:28:52	01:03:18	01:07:08	00:29:10	9 2 2019
02:22:27	02:10:23	00:34:28	00:43:50	00:33:58	9 3 2019
01:58:03	02:29:38	00:51:39	00:35:51	00:29:34	9 4 2019
02:45:47	01:51:50	00:48:47	00:26:52	00:24:00	9 7 2019
02:22:02	01:48:52	00:39:48	00:50:03	00:29:10	9 8 2019
01:54:06	02:04:57	00:17:31	00:43:42	00:23:34	9 10 2019
01:53:28	01:47:41	00:52:01	00:44:10	00:24:14	9 11 2019

Total Averages

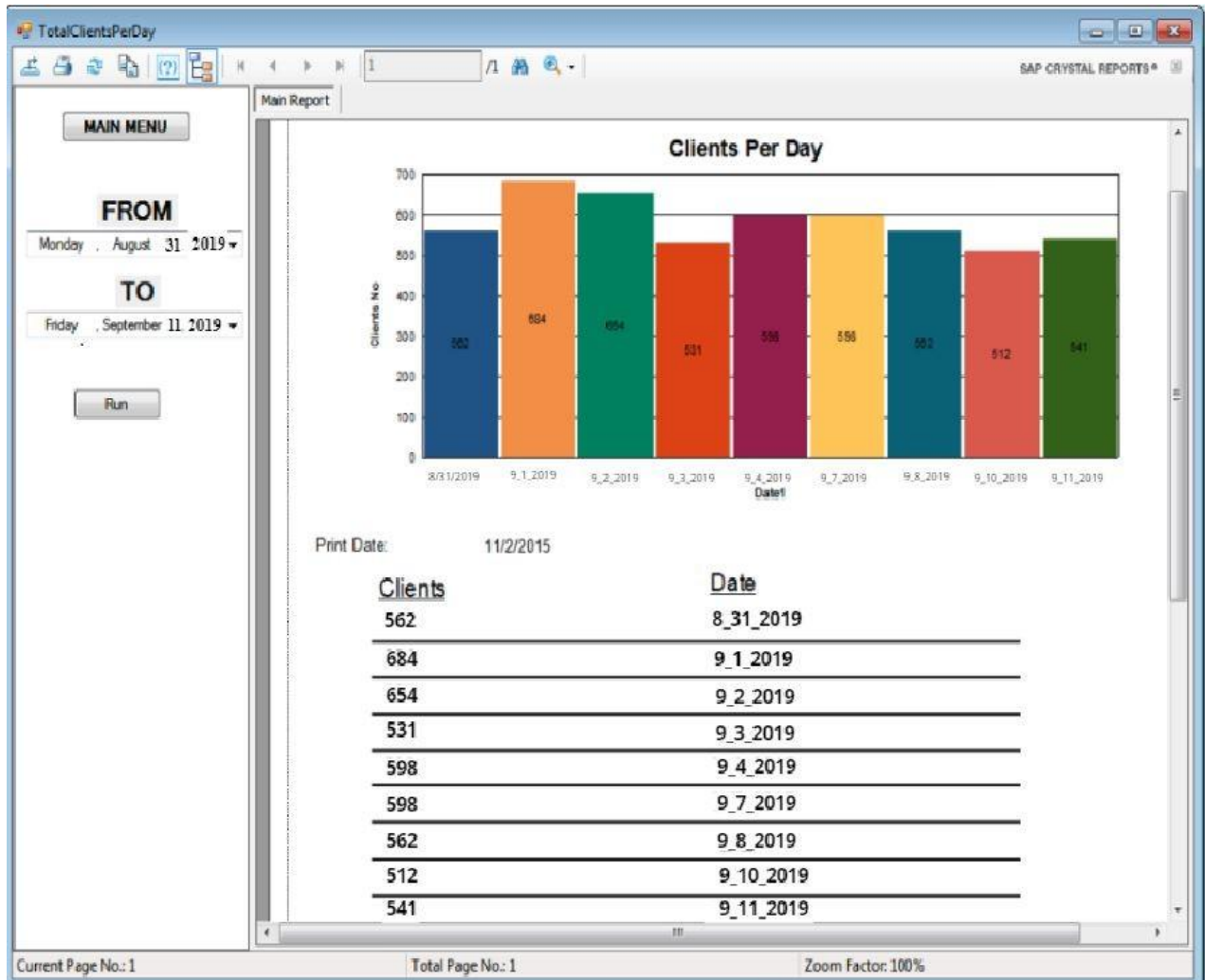
00:00:34	00:00:43	00:00:42	00:00:43	00:00:33	
----------	----------	----------	----------	----------	--

Current Page No.: 1 Total Page No.: 1 Zoom Factor: 100%

Εικόνα 3.11: TimeBank Statistics Menu Χρόνοι Διεκπεραίωσης Συναλλαγών

3.3.6 Πελάτες ανά Ημέρα

Δείχνει και σε μορφή γραφήματος αλλά και σε μορφή πίνακα το πόσοι πελάτες εξυπηρετήθηκαν σε ένα χρονικό διάστημα. [Εικόνα 3.12]

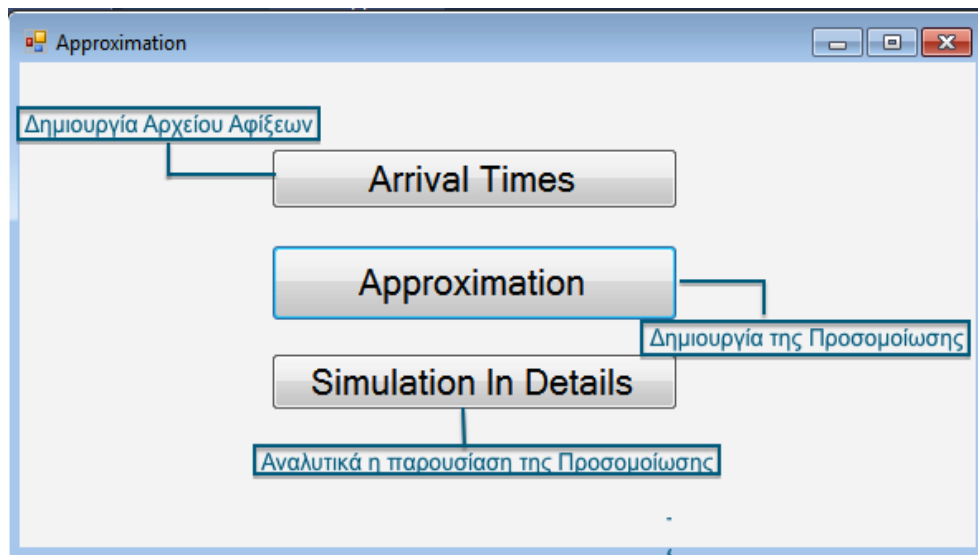


Εικόνα 3.12: TimeBank Statistics Menu Χρόνοι Διεκπεραίωσης Συναλλαγών

3.4 TimeBank Approximation

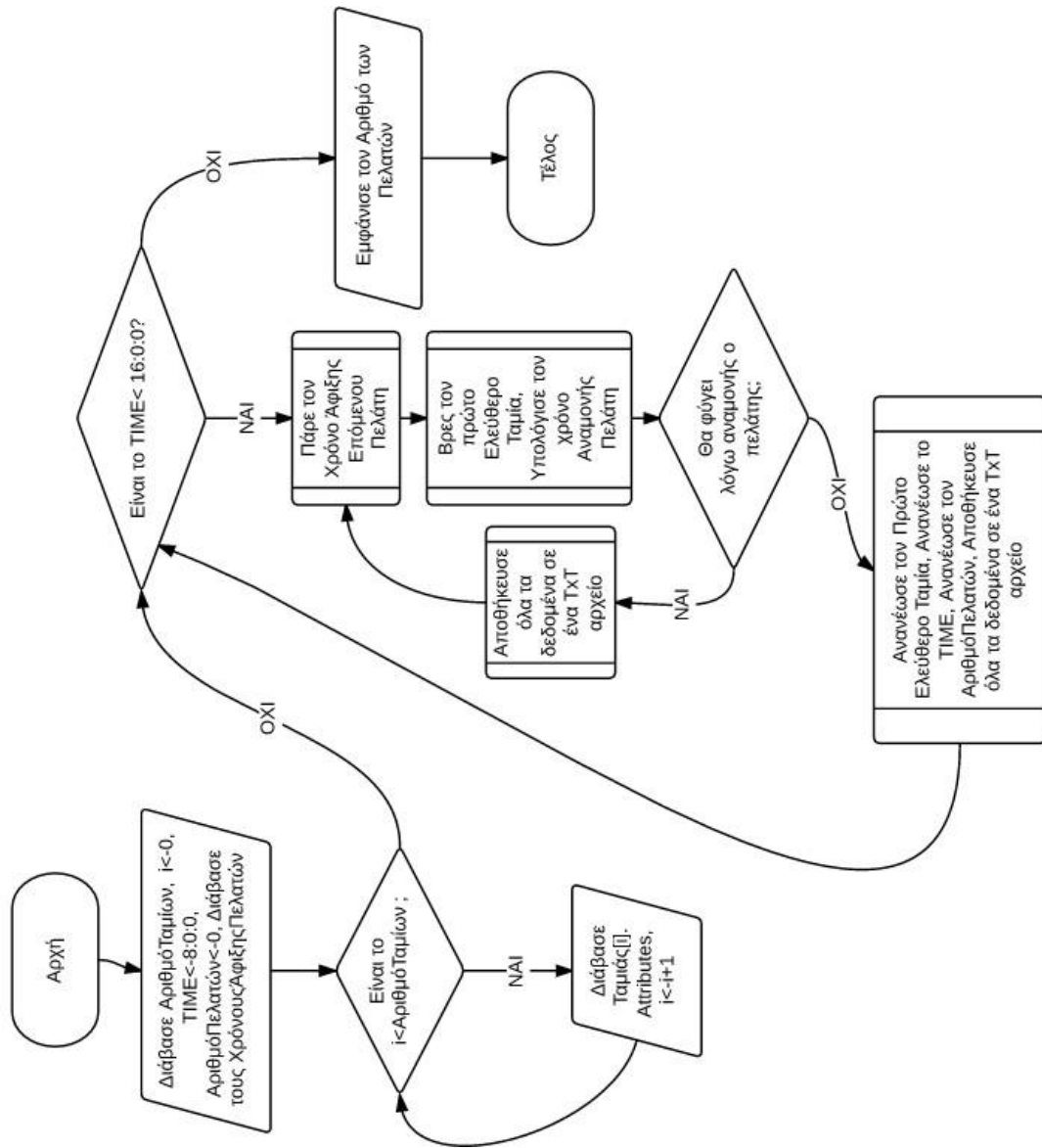
Το Timebank Approximation, τέταρτο και τελευταίο μέρος, προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τις πληροφορίες που αποκομίστηκαν από το Timebank Statistics. Δημιουργεί μια τυχαία σειρά αφίξεων βασισμένη στην κατανομή Poisson και δέχεται ακόμα ως είσοδο τον αριθμό των εξυπηρετητών, τα χαρακτηριστικά των εξυπηρετητών (χρόνος εκτέλεσης συναλλαγών) και το είδος των συναλλαγών. Μετά βασισμένο σε αυτά προσομοιάζει μια ημέρα και εμφανίζει τον μέγιστο αριθμό πελατών που μπορούν να εξυπηρετηθούν με βάση τα στοιχεία εισόδου. Τέλος, δίνει και την δυνατότητα στον χρήστη να δει αναλυτικά την προσομοίωση σε ένα αρχείο txt.

Παρακάτω παρουσιάζεται η λειτουργία του προγράμματος. [Εικόνα 3.13]



Εικόνα 3.13: TimeBank Approximation Menu

3.4.1 Διάγραμμα Ροής



Εικόνα 3.14: TimeBank Approximation Διάγραμμα Ροής

3.4.2 Αλγόριθμος με μορφή Βημάτων

Βήμα 1^ο: Διάβασε και αποθήκευσε σε έναν πίνακα τους χρόνους άφιξης των πελατών από το αρχείο ArrivalTimes.txt

Βήμα 2^ο: Διάβασε τον αριθμό των ταμείων και δημιούργησε την μεταβλητή 'Τωρινός Χρόνος' τύπου Χρόνου ίση με 8:00:00.

Βήμα 3^ο: Διάβασε τα ποσοστά συναλλαγών που αναμένεται να εκτελεστούν ανάλογα με το είδος τους. (π.χ. 40% καταθέσεις).

Βήμα 4^ο: Διάβασε τους χρόνους εκτέλεσης κάθε ταμεία για κάθε είδος συναλλαγής.

Βήμα 5^ο: Δημιούργησε έναν πίνακα ο οποίος να περιέχει τόσα στοιχεία όσοι και οι αναμενόμενοι πελάτες και στις θέσεις του να έχει κωδικοποιημένα τα είδη των συναλλαγών ανάλογα με τα ποσοστά που δόθηκαν προηγουμένως. (π.χ. Αν αναμένονται 10 πελάτες και τα είδη των συναλλαγών είναι 50% Αναλήψεις 50% Καταθέσεις τότε δημιούργησε τον εξής πίνακα: "A,K,A,K K,A,K,A,A,K").

Βήμα 6^ο : Πάρε τον πρώτο πελάτη που δεν έχει ακόμα εξυπηρετηθεί. Αν δεν φύγει από την ουρά λόγω της ώρας που ήταν στην αναμονή (DropOut) τότε πάρε και την αντίστοιχη συναλλαγή που αναμένεται να εκτελέσει με βάση τον πίνακα που δημιουργήθηκε στο Βήμα 5. Βρες τον πρώτο ελεύθερο ταμεία και υπολόγισε τον χρόνο που θα πάρει στον ταμεία η συναλλαγή που αναμένεται να εκτελέσει ο πελάτης.

Βήμα 7^ο: Ανανέωσε τον πρώτο ελεύθερο ταμεία, τον 'Τωρινό Χρόνο' και κατέγραψε αναλυτικά κάθε βήμα στο αρχείο details.txt.

Βήμα 8^ο: Επανάλαβε το 6ο και 7ο Βήμα έως ότου ο 'Τωρινός Χρόνος' να έχει γίνει 16:00:00.

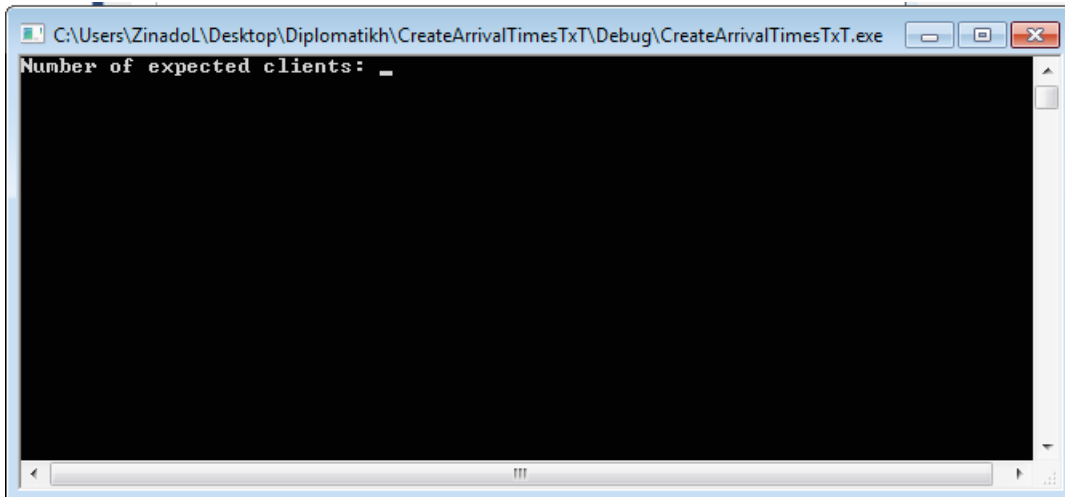
Βήμα 9^ο: Εμφάνισε για τον κάθε ταμεία πόσους πελάτες εξυπηρέτησε αλλά και συνολικά πόσοι πελάτες εξυπηρετήθηκαν μέχρι τις 16:00:00.

Βήμα 10^ο: Εμφάνισε το πόσοι πελάτες έφυγαν λόγω της αναμονής (DropOut) και πόσοι δεν πρόλαβαν να εξυπηρετηθούν.

Βήμα 11^ο: Τέλος προγράμματος.

3.4.3 Προσομοίωση Αφίξεων

Το Arrival Times δέχεται ως είσοδο τον αναμενόμενο ανά ώρα αριθμό πελατών και δημιουργεί ένα αρχείο με τυχαίες στιγμές αφίξεων βασισμένες στην κατανομή Poisson [Εικόνα 3.15]



Εικόνα 3.15. Προσομοίωση Αφίξεων

3.4.3.1 Αλγόριθμος με μορφή Βημάτων

Βήμα 1ο: Διάβασε πόσοι πελάτες αναμένονται ανά ώρα.

Βήμα 2ο: Δημιούργησε το κενό αρχείο αρχείο ArrivalTimes.txt και την μεταβλητή τύπου Χρόνου 'Τωρινό Χρόνο' αρχικοποίησε την στην τιμή 8:00:00.

Βήμα 3ο: Δημιούργησε μια τιμή με βάση των αριθμό των αναμενόμενων πελατών ανά ώρα και την κατανομή Poisson.

Βήμα 4ο: Μετέτρεψε την τιμή αυτή σε χρονικό διάστημα και πρόσθεσε την στον 'Τωρινό Χρόνο'.

Βήμα 5ο: Όσο στις σειρές που γράφτηκαν στο αρχείο ο 'Τωρινός Χρόνος' δεν έχει ξεπεράσει τις 16:00:00. Επανάλαβε τα Βήματα 3 και 4.

Βήμα 6ο: Κλείσιμο Αρχείου.

Βήμα 7ο: Τέλος Προγράμματος.

3.4.4 Προσομοίωση Υποκαταστήματος

Παρακάτω φαίνεται το πως δημιουργείται η προσομοίωση.[Εικόνα 3.16]

```
Give Number of Cashiers: 2
**WARNING**
THE TOTAL AMOUNT SHOULD EQUAL 100 PER CENT
Give percentage of Withdraws 40
Give percentage of Deposits 35
Give percentage of Money Transfer in Bank 10
Give percentage of Money Transfer out of Bank 7.5
Give percentage of Account Checking 7.5
**WARNING**
ALL TIMES SHOULD BE GIVEN IN SECONDS
Give Average Time of WITHDRAW Transaction for the Cashier #1: 290
Give Average Time of DEPOSIT Transaction for the Cashier #1: 284
Give Average Time of ACCOUNT CHECKING Transaction for the Cashier #1: 120
Give Average Time of MONEY TRANSFER IN BANK Transaction for the Cashier #1: 276
Give Average Time of MONEY TRANSFER OUT OF BANK Transaction for the Cashier #1: 301
**WARNING**
ALL TIMES SHOULD BE GIVEN IN SECONDS
Give Average Time of WITHDRAW Transaction for the Cashier #2: 260
Give Average Time of DEPOSIT Transaction for the Cashier #2: 243
Give Average Time of ACCOUNT CHECKING Transaction for the Cashier #2: 90
Give Average Time of MONEY TRANSFER IN BANK Transaction for the Cashier #2: 259
Give Average Time of MONEY TRANSFER OUT OF BANK Transaction for the Cashier #2: 299

Cashier No 1 has serviced 80 clients
Cashier No 2 has serviced 87 clients

In Total in eight hours 167 clients have been serviced.
Total Clients that have arrived 301

38 Clients have been dropped so Drop Ratio is 12.6246 per cent.
96 Clients were out of Time Reach so Out of Reach Clients Ratios is 31.8937 per cent. Press any key to continue . . .
```

Ζητούμενα
Είσοδοι
Προειδοποιήσεις
Αποτελέσματα

Εικόνα 3.16: Προσομοίωση Υποκαταστήματος

3.4.5 Λεπτομέρειες Προσομοίωσης

Παρουσιάζεται αναλυτικά σε μορφή txt αρχείου η διαδικασία που ακολουθήθηκε ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα από το Approximation.[Εικόνα 3.17]

Client ID	ArrivalTime	Start Service	End Service	Duration	Cashier	waiting Time
001	08:00:59	08:00:59	08:05:19	00:04:20	2	00:00:00
002	08:01:14	08:01:14	08:06:04	00:04:50	1	00:00:00
003	08:03:12	08:05:19	08:09:22	00:04:03	2	00:02:07
004	08:04:15	08:06:04	08:10:54	00:04:50	1	00:01:49
005	08:05:01	08:09:22	08:13:42	00:04:20	2	00:04:21
006	08:05:31	08:10:54		DROP		00:05:23
007	08:08:13	08:10:54	08:15:38	00:04:44	1	00:02:41
008	08:10:17	08:13:42	08:18:02	00:04:20	2	00:03:25
009	08:11:55	08:15:38	08:20:14	00:04:36	1	00:03:43
010	08:12:08	08:18:02	08:22:05	00:04:03	2	00:05:54
			●			
			●			
			●			
193	11:51:20	13:35:50	13:40:10	00:04:20	2	01:44:30
194	11:52:16	13:40:06	13:44:42	00:04:36	1	01:47:50
195	11:52:21	13:40:10		DROP		01:47:49
196	11:53:01	13:40:10	13:44:13	00:04:03	2	01:47:09
197	11:53:17	13:44:13	13:48:32	00:04:19	2	01:50:56
198	11:54:42	13:44:42	13:49:43	00:05:01	1	01:50:00
199	11:55:06	13:48:32	13:52:52	00:04:20	2	01:53:26
200	11:55:46	13:49:43	13:54:33	00:04:50	1	01:53:57
201	11:56:04	13:52:52	13:57:11	00:04:19	2	01:56:48
202	11:57:05	13:54:33	13:59:23	00:04:50	1	01:57:28
203	11:57:59	13:57:11	14:01:14	00:04:03	2	01:59:12
204	11:59:09	13:59:23		DROP		02:00:14
205	11:59:21	13:59:23	14:04:24	00:05:01	1	02:00:02
206	12:00:11	couldn't be serviced in time		DROP		02:01:03
207	12:04:08	couldn't be serviced in time		DROP		01:57:06

Εικόνα 3.17: Λεπτομέρειες Προσομοίωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί μια μελέτη περίπτωσης που αφορά δύο τραπεζικά υποκαταστήματα τα οποία αναμένεται να έχουν διαφορετικό όγκο πελατών και συναλλαγών. Και στα δύο υποκαταστήματα έχει χρησιμοποιηθεί το TimeBank για έναν μήνα. Τον ερχόμενο μήνα στην περιοχή του 2ου υποκαταστήματος αναμένεται αυξημένος αριθμός πελατών λόγω των επιδοτήσεων που θα δοθούν από την Ευρωπαϊκή Ένωση στις αγροτικές περιοχές. Ο υπεύθυνος ανθρώπινου δυναμικού έχοντας στα χέρια του τα στατιστικά στοιχεία από το TimeBank Statistics και για τα δύο υποκαταστήματα θέλει να κατανείμει με τον πιο αποδοτικό τρόπο το ανθρώπινο δυναμικό του έτσι ώστε να έχει την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση. Θα γίνει σύγκριση των πιθανών σεναρίων αναδιάρθρωσης και χρήση του TimeBank Approximation για πρόβλεψη των αποτελεσμάτων που θα έχει η ανακατανομή του προσωπικού. Στο τέλος του κεφαλαίου θα γίνει σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

4.1 Τα δύο υποκαταστήματα

Το πρώτο υποκατάστημα βρίσκεται σε κεντρικό σημείο σε μια επαρχιακή πόλη με πληθυσμό περίπου 40.000 κατοίκους. Στο υποκατάστημα αυτό υπάρχουν 3 εξυπηρετητές οι οποίοι δουλεύουν για 8 ώρες την μέρα στο ταμείο και δεν απασχολούνται σε άλλα πόστα. Το δεύτερο υποκατάστημα είναι σε μια μικρότερη επαρχιακή πόλη με πληθυσμό περίπου 5.000 κατοίκους και απασχολεί για την θέση του ταμιά έναν εργαζόμενο. Τα στατιστικά στοιχεία που υπάρχουν αφορούν την χρονική περίοδο 1/08/2019-31/08/2019.

4.2 Στατιστικά για τα δύο Υποκαταστήματα

Στο πρώτο υποκατάστημα όπως προαναφέρθηκε απασχολούνται τρεις ταμίες. Ο Αναγνωστόπουλος, [Εικόνα 4.1] ο Μπαφούνης [Εικόνα 4.2] και ο Ψωμάς [Εικόνα 4.3]. Για τους ταμίες ο υπεύθυνος του ανθρώπινου δυναμικού έχει τα εξής στατιστικά στοιχεία: την καθαρή ώρα εργασίας για κάθε ημέρα και τον μέσο χρόνο διεκπεραίωσης κάθε συναλλαγής και των αριθμό. Ακόμη, για το υποκατάστημα γνωρίζει τον όγκο των πελατών που εξυπηρετήθηκαν κάθε μέρα [Εικόνα 4.4]

4.2.1 Στατιστικά για το 1ο Υποκατάστημα

Average Transaction Time

FROM: Saturday, August 01, 2019
TO: Monday, August 21, 2019
OPERATOR: Anagnostopoulos

01:53:21	01:46:52	00:32:50	00:54:00	00:45:49	8_11_2019
01:43:54	01:42:28	00:36:02	00:30:33	00:48:41	8_12_2019
02:31:51	02:09:17	00:54:02	00:46:16	00:52:54	8_13_2019
02:31:41	01:41:00	00:28:49	01:26:04	00:52:23	8_14_2019
01:58:37	01:08:52	00:44:39	00:24:51	00:44:27	8_17_2019
01:47:21	01:49:00	00:35:55	00:44:48	00:40:16	8_18_2019
02:08:00	01:37:21	01:08:22	00:49:19	01:01:59	8_19_2019
02:04:47	01:14:03	00:37:00	00:25:06	00:27:20	8_20_2019
02:06:27	01:43:51	00:58:19	00:46:38	00:25:51	8_21_2019
02:44:11	01:44:37	00:44:13	00:28:00	00:52:53	8_24_2019
02:16:36	01:50:31	00:55:03	00:39:24	00:17:04	8_25_2019
02:07:22	01:21:30	00:20:57	01:00:20	00:40:54	8_26_2019
02:05:21	01:01:23	00:39:12	00:56:49	00:36:33	8_27_2019
02:25:42	01:18:48	00:22:41	00:43:10	00:22:00	8_28_2019

Total Averages

00:00:43 00:00:42 00:00:55 00:01:01 00:00:54

TotalWorkTime

FROM: Saturday, August 01, 2019
TO: Monday, August 31, 2019
OPERATOR: Anagnostopoulos

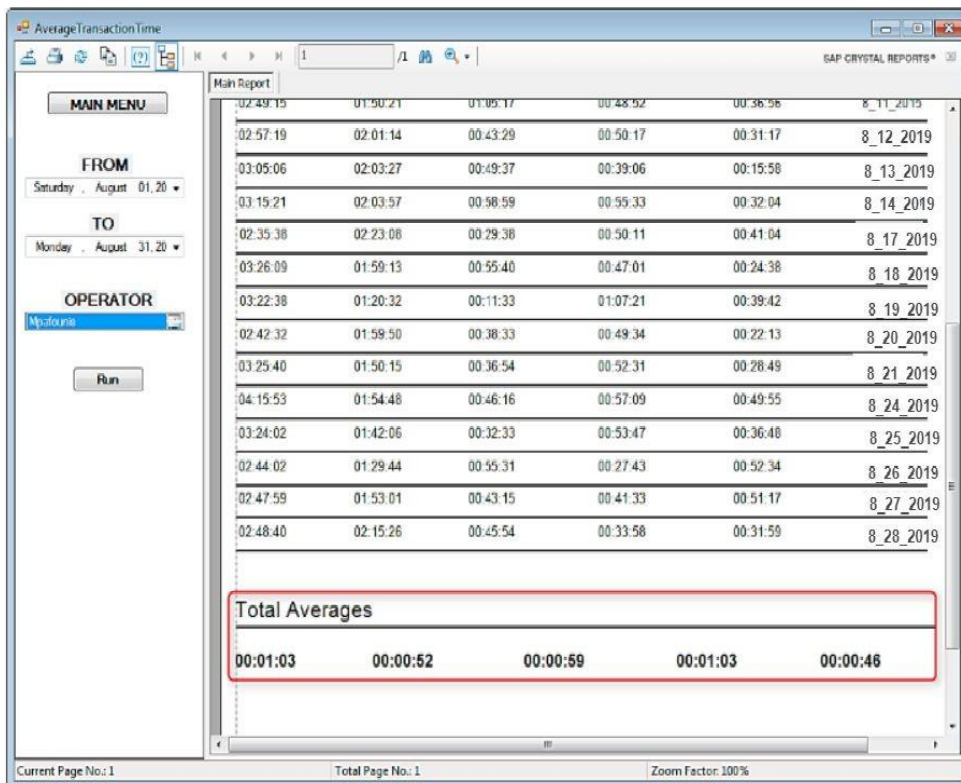
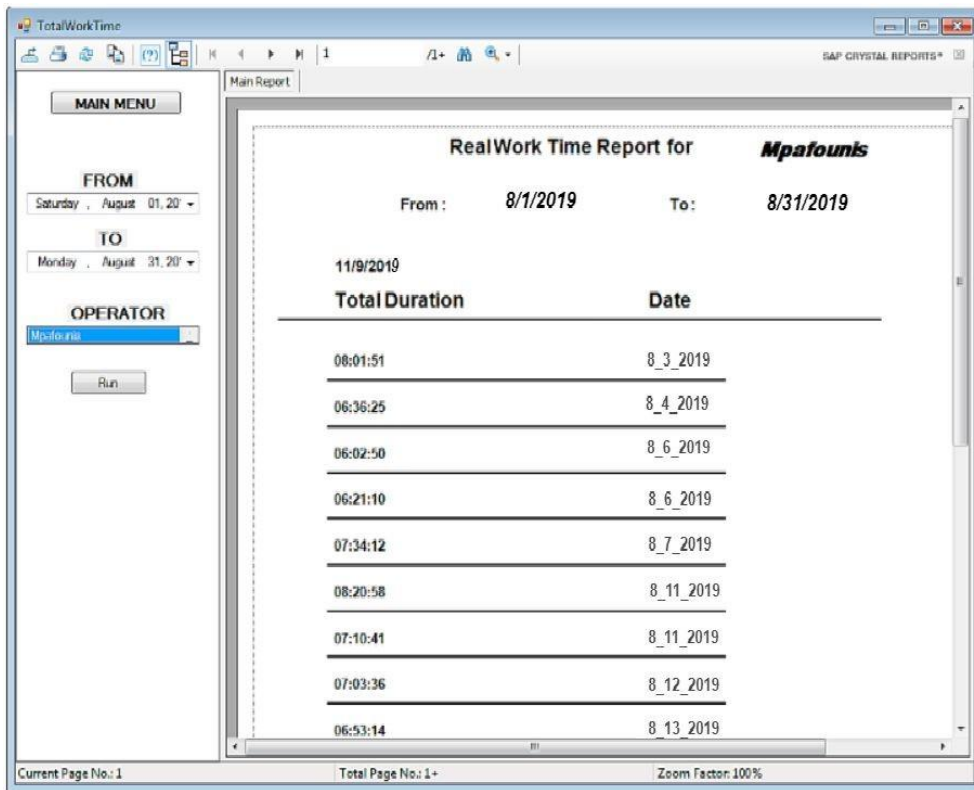
Real Work Time Report for Anagnostopoulos

From: 8/1/2019 To: 8/31/2019

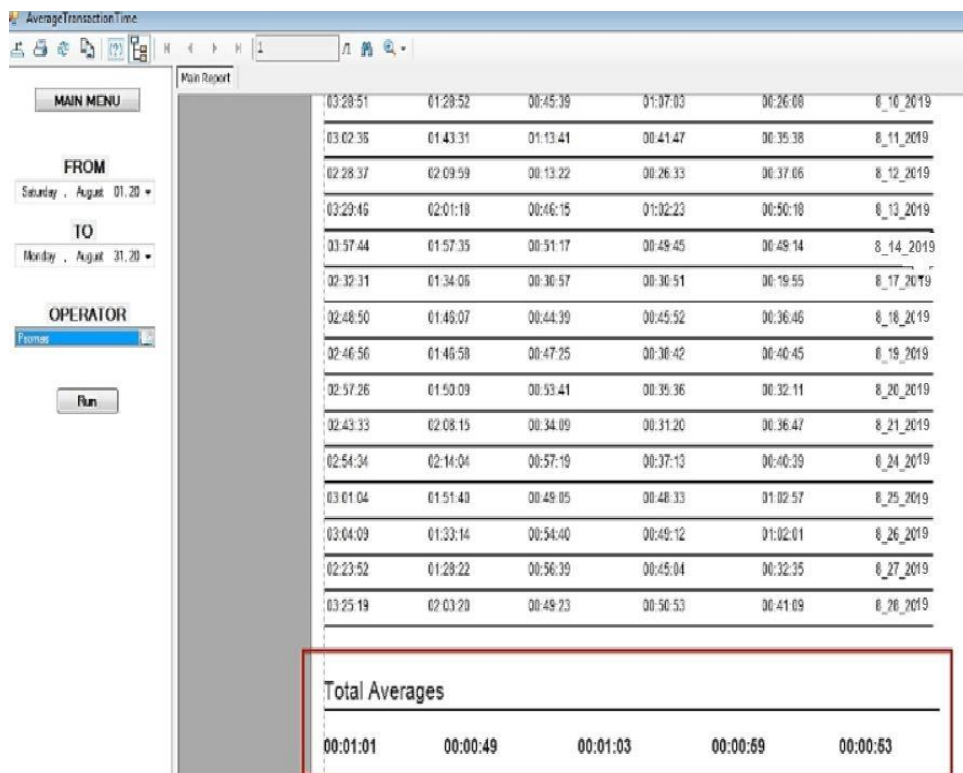
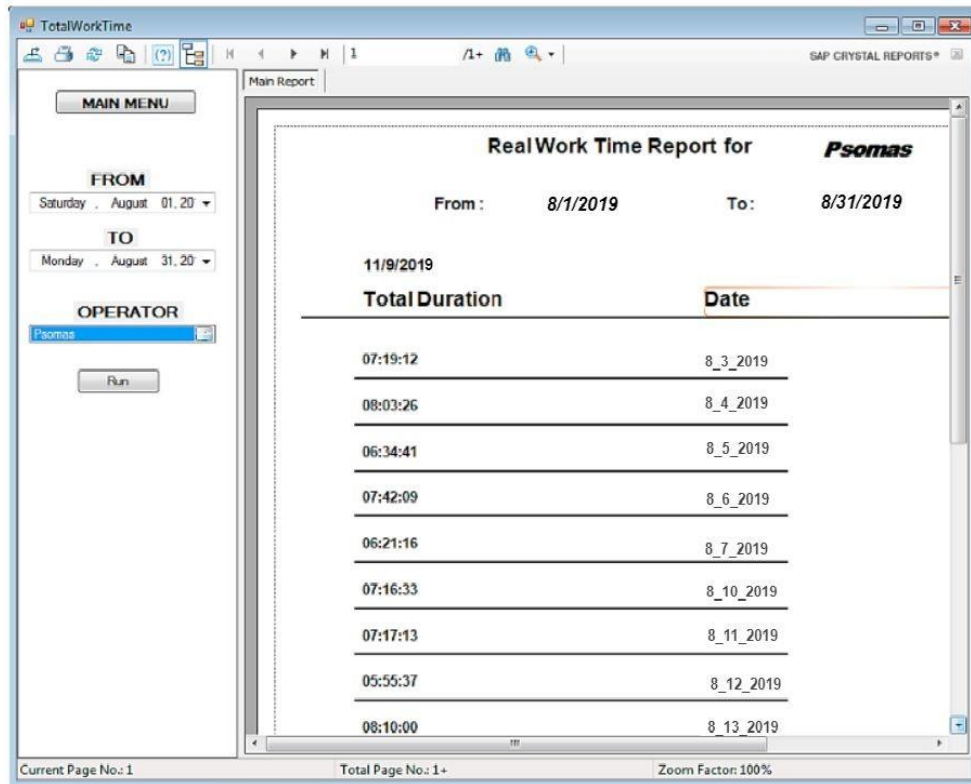
11/9/2019

Total Duration	Date
06:51:12	8_3_2019
05:14:46	8_4_2019
05:05:18	8_5_2019
04:50:26	8_6_2019
06:23:23	8_7_2019
06:32:38	8_10_2019
05:52:52	8_11_2019
05:21:38	8_12_2019
07:14:20	8_13_2019

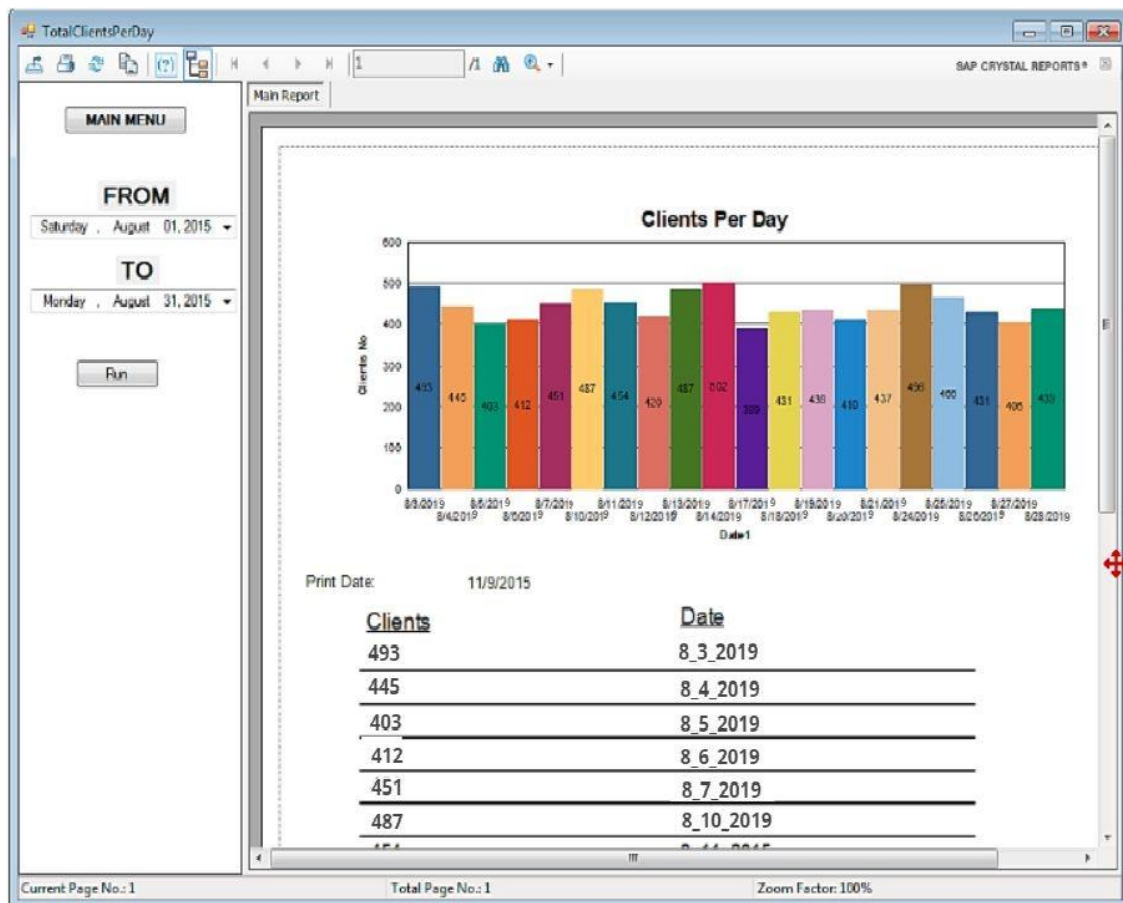
Εικόνα 4.1: Στατιστικά για τον χειριστή Αναγνωστόπουλο



Εικόνα 4.2: Στατιστικά για τον χειριστή Μπαφούνη



Εικόνα 4.3: Στατιστικά για τον χειριστή Ψωμά

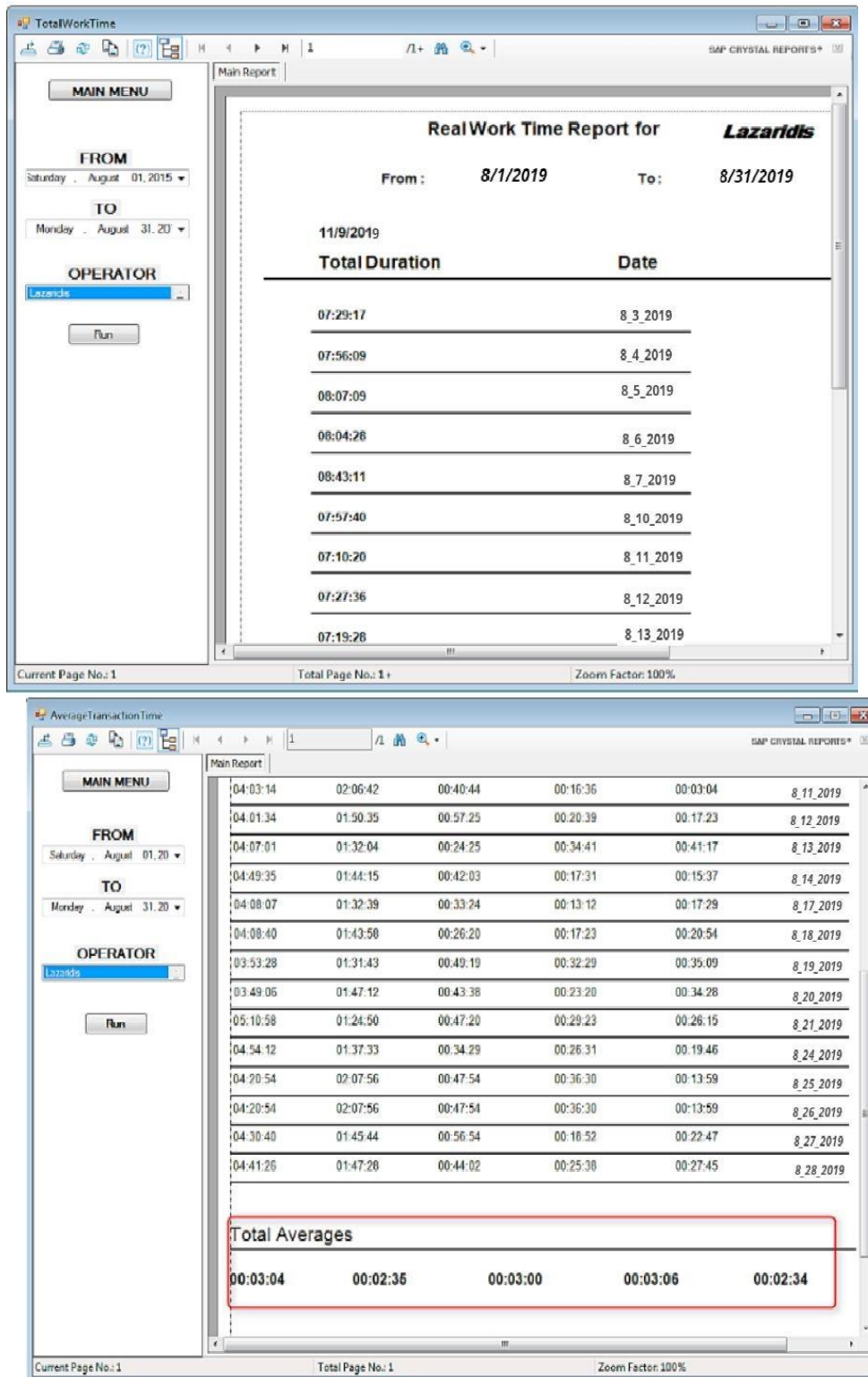


Εικόνα 4.4: Στατιστικά για τους πελάτες του 1ου Υποκαταστήματος

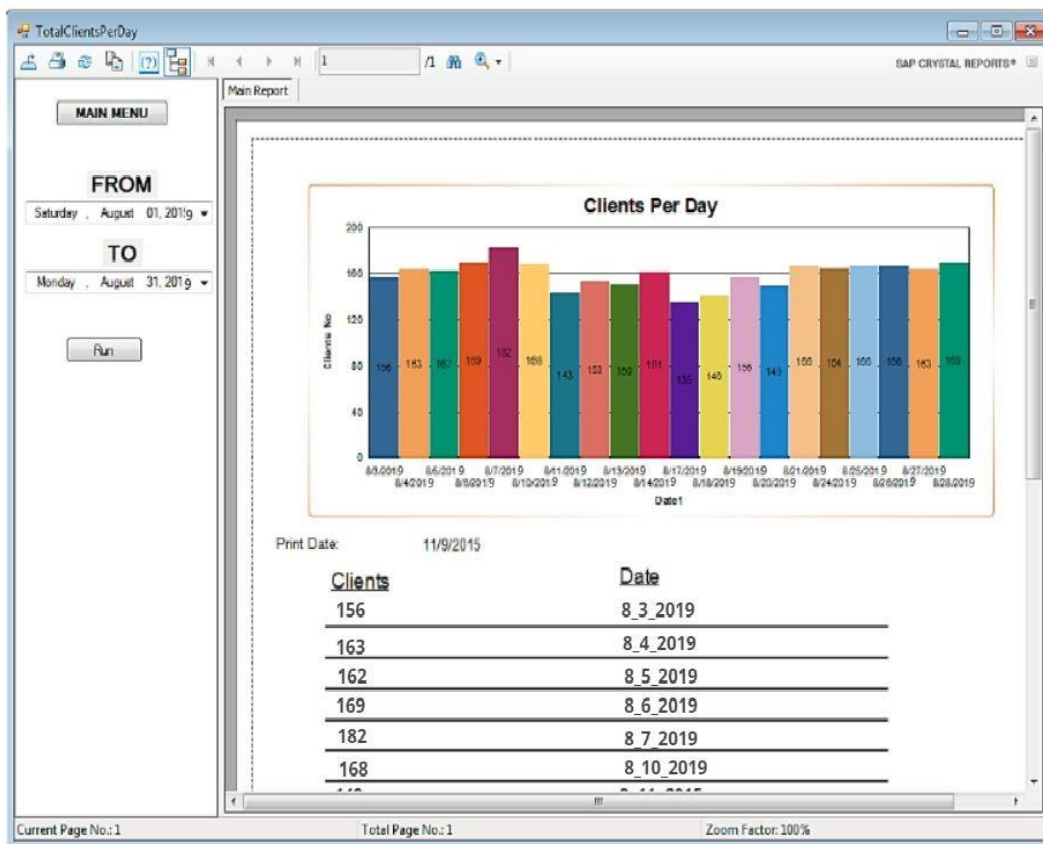
Από τα παραπάνω στατιστικά για κάθε ταμιά του 1ου Υποκαταστήματος τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι:

- Ο Αναγνωστόπουλος είναι ο ταχύτερος στην διεκπεραίωση των Καταθέσεων και των Αναλήψεων με μέσο χρόνο εκτέλεσης περίπου $\frac{4}{6}$ από εκείνον των άλλων δύο.
- Γενικά ο Μπαφούνης και ο Ψωμάς έχουν παρόμοιους μέσους χρόνους.
- Ο Μπαφούνης είναι ο ταχύτερος στην διεκπεραίωση των Ελέγχων λογαριασμών. Από τις συνολικές ώρες εργασίας ανά ημέρα φαίνεται ότι αρκετές από τις 8 ώρες της μέρας οι ταμίες δεν είναι απασχολημένοι.
- Κατά μέσο όρο εξυπηρετούνται περίπου 470 πελάτες την μέρα.

4.2.2 Στατιστικά στοιχεία για το 2ο Υποκατάστημα



Εικόνα 4.5: Στατιστικά για τον χειριστή Λαζαρίδη



Εικόνα 4.6: Στατιστικά για τους πελάτες του 2ου Υποκαταστήματος

Από τα παραπάνω στατιστικά για τον μοναδικό ταμιά του 2ου Υποκαταστήματος [Εικόνα 4.5] τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι:

- Ο μέσος χρόνος διεκπεραίωσης των Καταθέσεων και των Αναλήψεων του είναι σχεδόν τριπλάσιος από εκείνον που έχουν οι ταμίες στο 1ο Υποκατάστημα.
- Οι καθαρές ώρες που εργάζεται από τις 8 συνολικές κάθε ημέρας είναι σχεδόν 8. Πράγμα που σημαίνει ότι είναι συνεχώς απασχολημένος με μικρές δυνατότητες για διαλείμματα ή ξεκούραση κάτι που μπορεί να συντελεί και στην μειωμένη του απόδοση.
- Καθημερινά εξυπηρετεί κατά μέσο όρο περίπου 148 πελάτες

4.3 Πιθανά Σενάρια

Στο 2^ο υποκατάστημα [Εικόνα 4.6] όπου αναμένεται αύξηση του όγκου των πελατών υπάρχουν και φυσικοί περιορισμοί. Υπάρχει μόνο ένα ταμείο.

Ο υπεύθυνος ανθρώπινου δυναμικού καταστρώνει δύο σενάρια.

Στο πρώτο και πιο εύκολο στην εφαρμογή του σενάριο μεταθέτει τον καλύτερο σε απόδοση ταμιά που διαθέτει στο 2^ο υποκατάστημα. Έτσι και θα λύσει το πρόβλημα και δεν θα δημιουργήσει σοβαρές αναταραχές στην λειτουργία του 1^{ου} υποκαταστήματος.

Στο δεύτερο και δυσκολότερο στο να πραγματοποιηθεί, δημιουργεί ένα ακόμα ταμείο στο 2^ο υποκατάστημα και μεταθέτει εκεί τον λιγότερο αποδοτικό ταμιά που διαθέτει στο 1^ο. Σε αυτό το σενάριο υπάρχουν δύο σημεία που χρειάζονται προσοχή. Πρώτον η επιβάρυνση της τράπεζας με το κόστος δημιουργίας ταμείου στο 2^ο υποκατάστημα και δεύτερον οι αναταραχές που μπορεί να δημιουργηθούν στο 1^ο υποκατάστημα. Για να δει ποιο από τα δύο σενάρια θα επιλέξει, χρησιμοποιεί το TimeBank Approximation.

4.4 Ανάλυση Σεναρίων

Αρχικά χρησιμοποιεί τα δεδομένα για το 1^ο Σενάριο. Υποθέτει την μεταφορά του Αναγνωστόπουλο στο 2^ο υποκατάστημα. Οι πελάτες που αναμένεται να εξυπηρετηθούν με βάση τις προβλέψεις της τράπεζας ανέρχονται περίπου στους 290 την ημέρα και οι συναλλαγές που πρόκειται να πραγματοποιηθούν αναμένεται να είναι στην πλειοψηφία τους καταθέσεις με ένα μικρότερο ποσοστό αναλήψεων.

Πρώτα, δημιουργεί ένα αρχείο Αφίξεων με την Προσομοίωση Αφίξεων για τους χρόνους μέσα στους οποίους αναμένεται να φθάσουν οι πελάτες.

Στην συνέχεια τοποθετώντας τους μέσους χρόνους του Αναγνωστόπουλου και τα παραπάνω στοιχεία στο TimeBank Approximation παίρνει τα εξής αποτελέσματα: [Εικόνα 4.7]

```
C:\Users\Zinadol\Desktop\Diplomatikh\Approximation\Debug\Approximation.exe
Give Number of Cashiers: 1
**WARNING**
THE TOTAL AMOUNT SHOULD EQUAL 100 PER CENT
Give percentage of Withdraws 80
Give percentage of Deposits 20
Give percentage of Money Transfer in Bank 0
Give percentage of Money Transfer out of Bank 0
Give percentage of Account Checking 0
**WARNING**
ALL TIMES SHOULD BE GIVEN IN SECONDS
Give Average Time of WITHDRAW Transaction for the Cashier #1: 43
Give Average Time of DEPOSIT Transaction for the Cashier #1:42
Give Average Time of ACCOUNT CHECKING Transaction for the Cashier #1:55
Give Average Time of MONEY TRANSFER IN BANK Transaction for the Cashier #1:61
Give Average Time of MONEY TRANSFER OUT OF BANK Transaction for the Cashier #1:54
Cashier No 1 has serviced 299 clients
In Total in eight hours 299clients have been serviced.
Total Clients that have arrived 301
Drop Ratio is 0 per cent.
Out of Reach Clients Ratios is 0.664452 per cent.
```

Εικόνα 4.7: Αποτελέσματα TimeBank Approximation για το 1ο Σενάριο

4.5 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση του 1^{ου} σεναρίου κάνουν ξεκάθαρο το πιο λύση θα επιλεγεί. Φαίνεται ότι ο Αναγνωστόπουλος θα μπορούσε να ανταποκριθεί με εξαιρετικά αποτελέσματα στο έργο που θα του ανατεθεί. Σε προσέλευση που έφτασε τους 301 πελάτες την ημέρα κατόρθωσε να εξυπηρετήσει τους 299 και χωρίς μάλιστα κανέναν από αυτούς που ήταν στην ουρά αναμονής να αποχωρήσει (0% Drop Ratio), πράγμα που σημαίνει ότι ο μέσος χρόνος αναμονής ήταν σχετικά μικρός. Το TimeBank Approximation δεν λαμβάνει υπόψιν του τα διαλλείματα ή την κούραση που μπορεί να επέλθει από έναν τέτοιο όγκο πελατών μιας και οι μέσοι χρόνοι του ταμεία προέκυψαν από την μελέτη σε ένα άλλο υποκατάστημα με λιγότερη κίνηση ανά ταμεία αλλά ακόμη και να επηρεάσουν σε κάποιο βαθμό αυτοί οι παράγοντες, η καταλληλότητα αυτού του ταμεία για την συγκεκριμένη θέση όχι μόνο δεν μπορεί να αμφισβητηθεί αλλά αποκλείει και τη μελέτη του 2^{ου} σεναρίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Συμπεράσματα για τις Ουρές Αναμονής

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι οι ουρές αναμονής αποτελούν ένα σημαντικό συστατικό για πολλές από τις πτυχές της καθημερινότητας κάθε ανθρώπου. Η συστηματική τους μελέτη χρονολογείται ότι έχει την βάση της στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, δηλαδή μελετώνται συστηματικά για πάνω από 100 χρόνια. Η μελέτη αυτή έχει οδηγήσει σε καλύτερη πρόβλεψη και διαχείριση των ουρών μέσω μαθηματικών μοντέλων και άλλων διεργασιών. Παρ' όλα αυτά κάθε ουρά αποτελείται από τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία την καθιστούν μοναδική. Επομένως η προσέγγιση από ουρά σε ουρά πρέπει να προσαρμόζεται στα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά της κάθε μιας για να μπορούμε έτσι να πετύχουμε την βέλτιστη δυνατή πρόβλεψη και διαχείριση σε κάθε περίπτωση.

5.2 Συμπεράσματα για το TimeBank

Το TimeBank αποτελεί μια καινοτομία η οποία παρέχει οφέλη και για τους πελάτες αλλά και για τις επιχειρήσεις.

Τα οφέλη που προκύπτουν από το TimeBank για τους πελάτες είναι:

- Αξιοποίηση του πολύτιμου χρόνου αναμονής στις ουρές με την ασφάλεια ότι δεν θα χάσουν την σειρά προτεραιότητας τους.
- Πληροφόρηση για το ρυθμό εξυπηρέτησης σε διάφορους σταθμούς εξυπηρέτησης, προσδίδοντας έτσι την δυνατότητα επιλογής σταθμού ανάλογα με την περίπτωση
- Βελτίωση των συνθηκών αναμονής μέσα στους σταθμούς εξυπηρέτησης λόγω της αποσυμφόρησης που μπορεί να επιτευχθεί με την γενικευμένη χρήση του TimeBank Application.

Τα οφέλη που προκύπτουν για την πλευρά των επιχειρήσεων:

- Ο έλεγχος της παραγωγικότητας των εργαζομένων στα ταμεία
- Η εξαγωγή στατιστικών μεγάλης ακρίβειας σε ό,τι αφορά την κίνηση των συναλλαγών και του όγκου των πελατών στον σταθμό εξυπηρέτησης

- Η αποσυμφόρηση των χώρων αναμονής και βελτίωση έτσι των συνθηκών εργασίας του προσωπικού
- Η καλύτερη διαχείριση και αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού
- Για την εφαρμογή του TimeBank δεν απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό, ούτε αγορά νέου εξοπλισμού και έχει μικρό κόστος για την ανάπτυξη και την προσαρμογή του στην ανάλογη επιχείρηση που θα το χρησιμοποιήσει
- Είναι καινοτομία και πρωτοπορία και έτσι δημιουργεί αποτελεί πλεονέκτημα για την εκάστοτε επιχείρηση

Αυτά αποτελούν τα κύρια οφέλη που προκύπτουν από την χρήση του λογισμικού. Από την άλλη ακριβώς επειδή έχει αναπτυχθεί σε εργαστηριακό περιβάλλον και δεν έχει δοκιμαστεί σε πραγματικές συνθήκες πολλές βελτιώσεις και προσαρμογές ίσως χρειαστούν στην πρώτη του εφαρμογή σε επιχείρηση.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Το TimeBank μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για κάθε επιχείρηση που χρησιμοποιεί ουρές αναμονής αφού καταφέρνει να εμπεριέχει και βελτίωση των συνθηκών εξυπηρέτησης των πελατών και τρόπο αξιολόγησης και διαχείρισης των εξυπηρετητών.

Σε επόμενο στάδιο κάποιες από τις προτάσεις για περαιτέρω έρευνα θα ήταν:

- Λήψη περισσότερων δεδομένων από τους εξυπηρετητές με λιγότερο χρονοβόρο τρόπο, αν αυτό είναι δυνατόν
- Δημιουργία περισσότερων κριτηρίων για εξαγωγή στατιστικών στοιχείων ανάλογα με τα δεδομένα που συλλέγονται από τους εξυπηρετητές
- Βελτιστοποίηση των αλγορίθμων που αποτελούν το TimeBank

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Savitch, W. (2013). *Πλήρης C++ 4η Έκδοση*
2. John Skeet (2013). *C# in Depth, Third Edition*
3. Pau DuBois (2013). *MySQL (5th Edition – Developer’s Library)*
4. Natarajan Gautam (2012), *Analysis of Queues: Methods and Applications*
5. Ζιούτας Γεώργιος Χ. (2012), *Πιθανότητες και Στατιστική για Μηχανικούς*
6. Θάνος Γεώργιος https://eclass.uth.gr/courses/E-CE_U_112/
7. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Queueing_theory
8. XAMPP, <https://www.apachefriends.org/community.html>
9. Code Project, <http://www.codeproject.com/Lounge.aspx>
10. MySQL, <http://dev.mysql.com/doc/>
11. Κωστάρας Γεώργιος (2012), *Θεωρία ουρών Μελέτη και Σύγκριση μοντέλων μιας Υπηρεσίας*