****

**המחלקה להנדסת תוכנה**

שם הפרויקט: מערכת לניטור וניתוח תפוסת חניון - StatistiPark

Project Name: Parking Lot Occupancy Monitoring and Analyzing System - StatistiPark

דוח התכן ההנדסי

|  |  |
| --- | --- |
| שם הסטודנט: | דביר טווינה |
| שם המנחה: | דוד פייטלסון |
| חתימת המנחה: |  |
| תאריך ההגשה: | 29.3.18 |

**תוכן עניינים**

1. תקציר.................................................................................................................3
2. סקירה ספרותית....................................................................................................4
3. סקר שוק..............................................................................................................6
4. תכן ....................................................................................................................8
5. תוכנית עבודה.......................................................................................................9
6. שינויים מדו"ח התכנון...........................................................................................10
7. ניהול סיכונים......................................................................................................11
8. רשימת מקורות...................................................................................................12
9. נספחים..............................................................................................................13

**1. תקציר**

מטרת פרויקט StatistiPark הינה להוות כלי עזר לבעלי חניון שישמש אותם בקבלת החלטות יום-יומיות ותקופתיות. נוסף על כך, על ידי שיפור ההתנהלות, המערכת תתרום גם להעלאת רמת השירות של החניון ורווחיותו.

דרישותיו העיקריות של הפרויקט הן לאגור נתונים שונים על החניון, לייצר דוחות וסטטיסטיקות שונות שיעזרו בקבלת ההחלטות, וכן לספק חיזויים באשר למצב החניון.

דרישות מערכת אלו נבעו מתוך בחינת המצב הקיים כיום בחניון מכללת אפקה. במצב הנוכחי קיימת מערכת שמונה את כניסתן ויציאתן של מכוניות אל החניון וממנו וכך אוגרת מידע. הבעיה היא שלאורך זמן המספרים במערכת אינם תואמים את המציאות, וכך קשה לקבל תמונת מצב מהימנה ולהפיק ממנה מסקנות.

על מנת לפתור בעיה זו, במערכת StatistiPark איסוף הנתונים מתבצע בעזרת חיישנים המוצבים מעל כל מקום חנייה. עם זאת, מאחר ולא קיימת לנו היכולת (כלכלית, לוגיסטית וכו') לפרוס מערך חיישנים בחניון אמיתי, הנתונים יווצרו באופן מלאכותי על ידי סימולטור.

במהלך תכנון הפרויקט נבחנו מספר חלופות מערכתיות שונות. ביניהן, מערכת האוספת מידע ממספר חניונים שונים, משקללת את המידע ומייצרת דוחות וסטטיסטיקות גנריים המאפיינים חניונים באופן כללי. שיטה זו נפסלה מאחר והיא מייצרת מידע כוללני שאינו מותאם אישית לבעל חניון ספציפי.  
מערכת נוספת שנבחנה היא מערכת שבה פרושות מצלמות ברחבי החניון. עובדים מזינים את מצב החניון והחניות לתוך המערכת והיא בתורה מייצרת את הדוחות. מערכת זו לא התקבלה מאחר והיא דורשת התערבות של מפעילים לצורך עבודתה השוטפת ואינה אוטומטית באופן מלא.

הפתרון שמציעה מערכת StatistiPark הוא מערכת אוטומטית הפורסת חיישנים בחניון, אוספת מהם נתונים ומייצרת מהם דוחות באופן עצמאי. בעזרת הנתונים הנאספים, היא מספקת גם חיזוי זמן משוער (בסבירות מסוימת) באשר להתפנות חניה בחניון כאשר הוא מלא, לרווחתם של נהגים המבקשים לחנות. החיזוי נעשה על פי תאוריית מודל שרשרת מרקוב מתחום תורת התורים.

תוצר הפרויקט הינו חבילת תוכנה המותקנת במחשבי החניון. התוכנה מציגה ממשק משתמש המיועד לבעל החניון ולמפעילו. היא מאפשרת להתעדכן במצבו הנוכחי של החניון, לייצר דוחות סטטיסטיים ולהציגם ולספק את החיזויים הנזכרים לעיל.

**2. סקירה ספרותית**

לאחר סקירת ספרות הנוגעת לנושא אנו מוצאים מגוון מאמרים ופטנטים המתייחסים אליו.

מערכת אחת מתיימרת, גם היא, לחשב את הסיכוי של נהג למצוא חניה פנויה בהגיעו לחניון [From Felix Caicedo et al.(2012)]. היא עושה זאת באמצעות שלושה שלבים: הקצאת מקומות חניה וירטואליים, הערכת יציאת מכוניות מהחניון ולבסוף חיזוי התפנות חניה בחניון.

מערכת זו עובדת באופן די דומה ל- StatistiPark. היא נבדלת ממנה באופן שבו היא משתמשת במידע ע"מ ליצור בסיס לחיזוי. המערכת מקצה מקומות חניה וירטואליים ומעריכה מתי תצא מכונית. זאת בשונה מ- StatistiPark, שאוספת נתונים על החניון ומשתמשת בהם לאחר מכן ע"י תאורם כתהליכים פואסוניים המהווים בסיס לחיזוי הסיכוי להתפנות חניה.

ניסיון נוסף לתקוף את בעיית החיזוי הינו מצידו של בעל הרכב המחפש חניה. בעל הרכב משתמש במערכת ניווט המנווטת אל חניון מסוים ויודעת להעריך את הסכויים למצוא בו חניה פנויה כאשר מגיעים אליו [From Andreas Klappenecker et al. (2012)]. מערכת זו פותרת את בעיית מציאת חניה פנויה בלבד. מעצם היותה מוטמעת אצל בעל הרכב היא איננה מספקת נתונים, דו"חות וסטטיסטיקות לבעל החניון.

כנזכר בסעיף "אמצעים נדרשים" במסמך ה-SOW, עבר בהצלחה כותב שורות אלו את קורס "מודלים סטוכסטיים" המתמקד בתורת התורים [From Cooper (1981)]. הקורס הקנה לי את המיומנויות והידע הדרוש על מנת להבין איך עובדת מערכת תורית הממדלת את הנושא של כניסת ויציאת מכוניות מחניון לכדי מודל מתמטי אחוד המסוגל לספק חיזויים באשר להתפנות חניה בחניון.

מודל זה נקרא שרשרת מרקוב. הוא מותנה בקיום שתי תכונות:

* מרקוביות – על מנת לחשב את הסיכוי שמשהו יקרה בעתיד, מספיק להתחשב רק בנתוני ההווה (ולא על נתוני העבר).
* הומוגניות בזמן – בכל נקודה בזמן, החישוב הוא אותו חישוב ואין הוא תלוי בזמן שחלף במערכת.

על מנת לקיים תכונות אלו במערכת שלנו (וע"י כך נהיה מסוגלים למדל אותה כשרשרת מרקוב) עלינו להתייחס למופע המכוניות (כניסה ויציאה) באינטרבלים (מקטעי זמן) הומוגניים של הזמן. אינטרבל הומוגני הינו מסגרת זמן שבה מופע המכוניות הינו אחוד למדי וחסר נקודות שיא (peaks). לדוגמה, אם נסתכל על האינטרבל של השעות 07:00-12:00 בחניון של משרד גדול, נשים לב שישנן הרבה כניסות של מכוניות בין השעות 07:00-09:00 אך מעט כניסות בין השעות 09:00-12:00. זאת בגלל שרוב העובדים מגיעים לעבודה בין השעות 07:00-09:00. לכן אינטרבל זה שבחרנו אינו הומוגני ויהיה עלינו לחלקו לשני אינטרבלים שונים:

* 07:00-09:00
* 09:00-12:00

כך, נקבל שני אינטרבלים המקיימים את תכונות שרשרת מרקוב.

לאחר שמידלנו את המערכת כשרשרת מרקוב אנו יכולים להשתמש במודל זה כדי לחשב את הסיכוי שמכונית תפנה חניה בחניון.

**3. סקר שוק**

בשוק הרחב קיימות מערכות רבות המנסות לענות על שאלת ניהול וניטור החניון. חלקן נרחבות יותר ומציעות יכולות מיוחדות נוספות וחלקן פחות. להלן מספר מערכות והשוואתן למול המערכת המוצעת בפרויקט זה – StatistiPark.

**קיו-פארק (Qpark)** – מערכת זו מספקת תפעול כללי של החניון. זרועות לכניסה ויצאה של מכוניות מהחניון, עמדות תשלום, עמדת שליטה ובקרה למפעיל החניון ומערכת ליצירת דו"חות וסטטיסטיקות (למשל דו"חות כספיים ודו"חות תפוסה עפ"י חתכים שונים).   
קישור:

<http://www.itsworldportal.com/%D7%97%D7%A0%D7%99%D7%95%D7%A0%D7%99%D7%9D-%D7%97%D7%9B%D7%9E%D7%99%D7%9D-QPARK.html>

**קאונטרייט (CountRite)** – מערכת לספירת מכוניות המסוגלת לספק ספירה מדויקת של מספר המכוניות הנכנסות והיוצאות וכן גם הנמצאות כרגע בחניון. המערכת סופרת באמצעות מערך חיישנים הנפרש בחניון ומציגה מידע זה.  
קישור:  
<http://www.countrite.com/carcount>

**דורון טכנולוגיות** – מערכת המזהה באופן אוטומטי רכבים המבקשים להיכנס/לצאת מהחניון. הזיהוי מבוצע באמצעות מצלמות המצלמות את לוחית הרישוי של הרכב. בנוסף, המערכת מסוגלת לשלוח מסרון לבעל הרכב הנכנס המפנה אותו לחניה פנויה.  
המערכת מסוגלת להציג הסטוריית תנועות כלי רכב.  
קישור:  
<https://www.doron-tech.co.il/>

**השוואת מאפייני המערכות**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Qpark | CountRite | דורון טכנולוגיות | StatistiPark |
| בדיקת מצב חניות באמצעות חיישנים |  |  |  |  |
| יצירת דו"חות סטטיסטיים |  |  |  |  |
| פתיחת שערים באופן אוטומטי |  |  |  |  |
| חיזוי התפנות מקום חניה בחניון |  |  |  |  |
| ניווט חונים אל חניה פנויה |  |  |  |  |

טבלה 3.1

המערכת המוצעת בפרויקט זה – StatistiPark – מבצעת ניטור רציף של החניות בחניון ואוספת את הנתונים למסוף מרכזי אחד. שם, מתבצעים ניתוחים סטטיסטיים המאפשרים ליצור דו"חות לצרכיו השונים של בעל החניון וכן חיזוי הזמן שיחלוף עד שתתפנה חניה בחניון.

StatistiPark מכילה את המאפיינים הבאים:

* בדיקת מצב חניות באמצעות חיישנים – המערכת מבצעת בדיקה רציפה של חניות החניון באמצעות חיישנים המוצבים בכל אחת מהחניות. זאת בניגוד לשיטת מניית הרכבים הנכנסים והיוצאים מהחניון הנוטה להיות לא מדויקת.
* יצירת דו"חות סטטיסטיים – המערכת מבצעת ניתוחים סטטיסטיים באופן אוטומטי ע"י הנתונים הנאגרים אצלה.
* חיזוי התפנות מקום חניה בחניון – כאשר החניון מלא במכוניות, המערכת יודעת לחזות בתוך כמה זמן תצא מכונית החוצה ותפנה מקום למכונית אחרת המבקשת לחנות בחניון.

נוסף על היכולת לספק תמונת מצב עדכנית על החניון ויצירת דו"חות וסטטיטיקות לריווחתו של בעל החניון, מערכת StatistiPark מספקת יכולת ייחודית לחיזוי התפנותה של חניה בחניון. יכולת זו מהווה יתרון משמעותי על שאר המערכות המוזכרות לעיל. מחד גיסא, היא נותנת לנהגים שירות שהם לא מקבלים באף מקום אחר. באמצעות שירות זה נחסך להם הצורך להמשיך לחפש חניה אחרת מחוץ לחניון. מאידך גיסא, היא גורמת ליותר נהגים לבוא לחנות בחניון בו המערכת פרוסה. כך היא יכולה גם להגדיל את רווחיותו של החניון.

**4. תכן**

עד לכתיבת שורות אלו מצב הפרויקט הוא כדלקמן. תת-המערכת של הסימולטור מומשה ועברה בדיקת היתכנות. סימולטור זה למערכת הכללית את כניסתן יציאתן של מכוניות אל החניון וממנו.

**הפתרון הנבחר**

הפתרון שנבחר למימוש המערכת, על מנת לספק את הדרישות המפורטות במסמך ה-SRD, הינו מערכת העוקבת אחר כניסתן ויציאתן של מכוניות בחניון. נתונים אלו ונתונים נוספים נשמרים לטווח ארוך ובעזרתם המערכת חוזה (בסבירות מסויימת) את כמות הזמן עד ליציאתה של מכונית מהחניון והתפנותה של חניה.

המערכת יודעת גם להפיק דוחות וסטטיסטיקות הנוגעות לפעילות השוטפת של החניון. גם זאת בהתבסס על הנתונים הנאספים לאורך זמן.

**תיאור גרסת ALPHA**

גרסת האלפא כוללת את תת-המערכת המהווה סימולטור. כפי שהוזכר במסמך התכנון, מאחר ואין אפשרות לפרוש ולנסות את המערכת על חניון אמיתי עם כניסה ויציאה אמיתית של מכוניות, בנינו תת-מערכת המדמה כניסות ויציאות אלו. מערכת זו כבר ממומשת.

נוסף על הסימולטור, גרסת האלפא תכלול גם תת-מערכת המבצעת את החיזוי בפועל. תת-מערכת זו תכיל את אלגוריתם החיזוי ותחצין מתוכה את מספר הדק' שיש לחכות עד להתפנות חניה יחד עם הסיכוי לכך. תת-מערכת זו נמצאת עדיין בשלבי מימוש.

**האלגוריתם**

אלגוריתם החיזוי כולל בתוכו דגימה של קצב הכניסות והיציאות באינטרבל (מקטע זמן) הנוכחי שבו מתבצע החיזוי (זאת על מנת לקיים את תכונות שרשרת מרקוב). לאחר מכן, האלגוריתם משקלל את הנתונים בתוך פונקציית החיזוי. דבר זה מתבצע מספר פעמים, עד להשגת מספר חיזויים במסגרות זמן שונות. למשל, הסיכוי שתתפנה חניה בתוך 5,7 ו-9 דקות.

אלגוריתם זה ניתן לבדיקה באופן פשוט למדי. כל שעלינו לעשות הוא להפעיל את הסימולטור ואת האלגוריתם יחדיו ולבדוק האם החיזוי שסיפק עמד במבחן המציאות, מה היתה הסטיה בפועל מהערך שנחזה.

**5. תוכנית עבודה**

להלן תוכנית עבודה המפרטת את המשך העבודה על פרויקט StatistiPark.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **צעד** | **תיאור** | **ביצוע עד לתאריך** |
| מודול בסיס הנתונים. | יצירת קומפוננטה האחראית על פעולות המערכת למול בסיס הנתנים. | 22.4.18 |
| מודול דוחות וסטטיסטיקות. | יצירת קומפוננטה האחראית על כלל הדוחות והסטטיסטיקות שעל המערכת לספק למשתמש. | 13.5.18 |
| Graphical User Interface | יצירת GUI לטובת משתמשי המערכת | 3.6.18 |
| בדיקות מערכת (QA). | בדיקת המערכת, שימושיותה ועמידתה בדרישות | 1.7.18 |

טבלה 5.1

**6. שינויים מדו"ח התכנון**

-לא בוצעו שינויים מדו"ח התכנון-

**7. ניהול סיכונים**

לאחר שעברנו בהצלחה חלק מהסיכונים שהוזכרו בפרק זה בדו"ח התכנון, אנו נשארים עם סיכון מרכזי אחד:

* אלגוריתם החיזוי של המערכת מסתמך על מודל מתמטי מתורת התורים. כטבעם של מודלים מתמטיים המתארים את הסביבה והעולם, לפעמים הם לא לוקחים בחשבון משתנים ופרמטרים כאלה ואחרים העשויים להשפיע על התוצאות בפועל. לכן קיימת האפשרות שהמודל התיאורטי יספק חיזויים שאינם מדויקים דיים.  
    
  סיכון זה עלול לגרום לעיכובים בזמני העבודה.

**8.** **רשימת מקורות**

Andreas Klappenecker, Hyunyoung Lee, Jennifer L. Welch. "Finding available parking spaces made easy", ELSEVIER, 2012

Felix Caicedo, Carola Blazquez, Pablo Miranda. “Prediction of parking space availability in real time", ELSEVIER, 2012

Cooper, R.B., Introd. to Queueing Theory, North Holland, 1981.

**9. נספחים**

**נספח 1 - (Software Requirements Document (SRD**

הקדמה

להלן מסמך דרישות המגדיר את הדרישות עליהן יש לענות להשגת מערכת עזר לניהול חניון. מערכת זו תהווה כלי העוזר לבעל חניון בקבלת החלטות ניהוליות שוטפות ותקופתיות, וכן תתן שרות לנהג המבקש להיכנס אל החניון.

הרעיון למערכת נולד מתוך בעיה הקיימת בתוך חניון מכללת אפקה. בחניון אפקה ישנה תופעה שמניית המכוניות היוצאות ונכנסות לחניון וממנו בשלב כלשהו סוטה מכמות המכוניות שנמצאות בחניון בפועל. בכך, לא ניתן להפיק הרבה מידע מנתוני המערכת ולנתחו לכדי מסקנות מהימנות. נוסף על בעיה זו קיימת בעיה נוספת בחניונים רבים. כאשר החניון מלא, מכוניות לא נכנסות אליו וממשיכות הלאה. זאת למרות שקיימת האפשרות שמיד לאחר שיעזבו את החניון בחיפוש אחר חניה אחרת, תצא מכונית מהחניון ותתפנה חניה לרווחתה של המכונית המבקשת לחנות.

על מנת לנסות לענות על בעיות אלו, מנוסח כאן כלל הדרישות ממערכת שתהווה כלי עזר ושירות לבעל החניון ולנהגי המכוניות.

תיאור המודל

הארכיטקטורה שנבחרה לפתרון הבעיה הנ"ל מתבססת על מערכת המורכבת ממספר מודולים. להלן דיאגרמת בלוקים המתארת מודולים אלה יחד עם הסבר על כל אחד מהם.

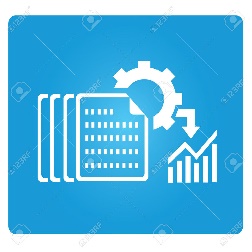


עיבוד נתונים

איסוף מידע  
(סימולטור)

איסוף מידע

מערך Database



הצגת נתונים למשתמש



תיאור תתי המערכות של מערכת StatistiPark

* איסוף מידע: מודול איסוף המידע אוסף נתונים על מצב החניון בעזרת חיישנים הפרוסים בו.
* מערך Database: מערך הdatabase- אחראי על שמירת כלל הנתונים המגיעים ממודול איסוף המידע ואחזורם עפ"י דרישת מודול עיבוד הנתונים.
* מודול עיבוד הנתונים: לב המערכת. מודול זה מבצע בפועל את האלגוריתמים המייצרים את הסטטיסטיקות והדו"חות השונים. בנוסף, מודול זה גם מבצע את אלגוריתם החיזוי.
* הצגת נתונים למשתמש: מודול המשמש כ-GUI עליו מוצגים המצב הנוכחי של החניון ופלטי מודול עיבוד הנתונים.

הגדרת דרישות

הדרישות מן המערכת מפורטות להלן באמצעות Use Case Diagram הבא ובאמצעות תאור האלגוריתם המרכזי המשמש לחיזוי הזמן שייקח לחנייה להתפנות בחניון כאשר הוא מלא.

שם use case: **כניסה לחניון**

שחקנים משתתפים: נהג

זרימה מרכזית:

1. נהג נכנס אל החניון ומוצא חניה.
2. המערכת מעדכנת את נתוניה.

זרימה חלופית:

-אין-

שם use case: **הגעה לחניון מלא**

שחקנים משתתפים: נהג

זרימה מרכזית:

1. נהג מגיע אל הכניסה לחניון ומעוניין להחנות את רכבו.
2. בהגיעו, החניון מלא עד אפס מקום.
3. הנהג בודק בתוך כמה זמן תתפנה חניה בחניון.
4. הנהג מחליט לחכות עד להתפנות חניה בחניון.
5. חניה אחת מתפנה בחניון במסגרת הזמן האמור.
6. הנהג נכנס אל החניון ומחנה את רכבו.

זרימה חלופית א':

א1. בצעד 4, הנהג מחליט לא לחכות עד להתפנות חניה בחניון.  
א2. הנהג עוזב את המקום.

זרימה חלופית ב':

ב1. בצעד 5, אף חניה אינה מתפנה במסגרת הזמן האמור.  
 ב2. על אף זאת, הנהג מחליט לחכות עוד.  
 ב3. חניה אחת מתפנה בחניון.  
 ב4. הנהג נכנס אל החניון ומחנה את רכבו.

זרימה חלופית ג':

ג1. בצעד 5, אף חניה אינה מתפנה במסגרת הזמן האמור.  
 ג2. הנהג עוזב את המקום.

שם use case: **התעדכנות במצב החניון**

שחקנים משתתפים: מפעיל חניון

זרימה מרכזית:

1. משתמש מזדהה מול המערכת כמפעיל חניון.
2. המערכת מציגה את "מסך מפעיל חניון".
3. מפעיל החניון מקבל נתונים על מצבן של החניות בחניון ומיקומן.

זרימה חלופית:

-אין-

שם use case: **חילוץ נתוני מערכת**

שחקנים משתתפים: בעל חניון

זרימה מרכזית:

1. משתמש מזדהה מול המערכת כבעל חניון.
2. המערכת מציגה את "מסך בעל חניון".
3. בעל החניון בוחר בסטטיסטיקה/דו"ח הרצוי לו.
4. המערכת מציגה את הסטטיסטיקה/דו"ח הנבחר.
5. המערכת מציגה את "מסך בעל חניון".

זרימה חלופית:

-אין-

אלגוריתם החיזוי:

אלגוריתם החיזוי כולל בתוכו דגימה של קצב הכניסות והיציאות באינטרבל (מקטע זמן) הנוכחי שבו מתבצע החיזוי (זאת על מנת לקיים את תכונות שרשרת מרקוב). לאחר מכן, האלגוריתם משקלל את הנתונים בתוך פונקציית החיזוי. דבר זה מתבצע מספר פעמים, עד להשגת מספר חיזויים במסגרות זמן שונות. למשל, הסיכוי שתתפנה חניה בתוך 5,7 ו-9 דקות.

**נספח 2 - (Software Design Description (SDD**

הקדמה

להלן מסמך עיצוב המערכת המגדיר את עיצוב המערכת ואת הארכיטקטורה עליה היא בנויה.

הרעיון למערכת נולד מתוך בעיה הקיימת בתוך חניון מכללת אפקה. בחניון אפקה ישנה תופעה שמניית המכוניות היוצאות ונכנסות לחניון וממנו בשלב כלשהו סוטה מכמות המכוניות שנמצאות בחניון בפועל. בכך, לא ניתן להפיק הרבה מידע מנתוני המערכת ולנתחו לכדי מסקנות מהימנות. נוסף על בעיה זו, קיימת בעיה נוספת בחניונים רבים. כאשר החניון מלא, מכוניות לא נכנסות אליו וממשיכות הלאה. זאת למרות שקיימת האפשרות שמיד לאחר שיעזבו את החניון בחיפוש אחר חניה אחרת, תצא מכונית מהחניון ותתפנה חניה לרווחתה של המכונית המבקשת לחנות.

על מנת לנסות לענות על בעיות אלו, מוצעת המערכת StatistiPark. המערכת בנויה ממספר מודולים שיפורטו בהמשך.

תכן ארכיטקטורת המערכת

ארכיטקטורת מערכת StatistiPark

הארכיטקטורה שנבחרה מתבססת על מערכת המורכבת ממספר מודולים. להלן דיאגרמת בלוקים המתארת מודולים אלה יחד עם הסבר על כל אחד מהם.

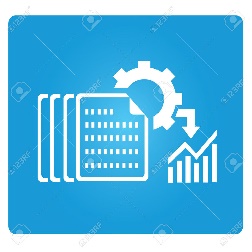


איסוף מידע  
(סימולטור)

איסוף מידע

עיבוד נתונים

מערך Database



הצגת נתונים למשתמש



תיאור תתי המערכות של מערכת StatistiPark

* איסוף מידע: מודול איסוף המידע אוסף נתונים על מצב החניון בעזרת חיישנים הפרוסים בו.
* מערך Database: מערך הdatabase- אחראי על שמירת כלל הנתונים המגיעים ממודול איסוף המידע ואחזורם עפ"י דרישת מודול עיבוד הנתונים.
* מודול עיבוד הנתונים: לב המערכת. מודול זה מבצע בפועל את האלגוריתמים המייצרים את הסטטיסטיקות והדו"חות השונים. בנוסף, מודול זה גם מבצע את אלגוריתם החיזוי.
* הצגת נתונים למשתמש: מודול המשמש כ-GUI עליו מוצגים המצב הנוכחי של החניון ופלטי מודול עיבוד הנתונים.

תיאור רכיבי המערכת

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **מזהה רכיב** | **סוג** | **מטרה** | **פלט/קלט פונקציונליים** | **ממשקים** | **מידע** |
| סימולטור | מודול, חבילת מחלקות | יצירת אירועי כניסת/יציאת מכוניות אל החניון וממנו, ע"פ מודל שרשרת מרקוב. | מקבל ערכי ממוצע ושונות של מודל האירועים הרצוי ממדל המערכת.  מייצר מודל אירועים תואם. | עובד בתיאום עם מודול בסיס הנתונים. משתף מידע עם מודול החיזוי. | הסימולטור מורכב ממחלקות המדמות ישויות שונות בתוך החניון. לדוג, שער החניון, מקום חניה וכו'. המידע נשמר ומנוהל בעזרת מערכי תורים שונים. |
| בסיס נתונים | מודול, חבילת מחלקות | שמירה של נתוני המערכת לטווח ארוך. נתונים אלו ניתנים לאחזור במועד מאוחר יותר ע"י המודולים השונים על מנת לבצע את מטרות המערכת השונות. לדוגמה חיזוי התפנות חניה או יצירת דו"חות. | מקבל קריאות הכנסה ושליפה אל בסיס הנתונים וממנו. מתקשר איתו ומבצע את הקריאות. | מקבל קריאות ממודול הסימולטור וממודול מחולל הסטטיסטיקות. | המידע מבוסס על סכימת בסיס נתונים. |
| מודול החיזוי | מודול, חבילת מחלקות | שימוש מעשי בתאוריית מידול אירועים ע"פ שרשרת מרקוב, ליצירת חיזוי אירועים בהסתברות מסוימת. | מקבל קריאה לביצוע חיזוי, מבצע אותו ומחזיר את תוצאותיו. | עובד למול הController, בסיס הנתונים והסימולטור. |  |
| מחולל דוחות | מודול, חבילת מחלקות | מחולל הדוחות אחראי על יצירת הדוחות השונים אותם מספקת המערכת לבעל החניון ולמפעילו. | מקבל בקשה לחילול דוח מסוים, מייצר אותו ומחזיר למבקש הדוח. | עובד למול בסיס הנתונים וה-Controller. | מכיל פונקציות שונות המייצרות את הדוחות השונים. |
| מודול GUI | מודול, חבילת מחלקות | ממשק משתמש. מציג את מצב המערכת והחניון למשתמש. מקבל קלטים מהמשתמש ומעביר אותם למודול המתאים. | קלט ופלט מהמשתמש וממנו. | מתקשר עם המשתמש ולאחר מכן עובד למול ה-Controller כדי למלא אחר פקודות המשתמש. ה-Controller בתורו מתקשר עם הגורמים הרלוונטיים להשגת המטרה. | מכיל מספר מחלקות המייצרות את חלונות המערכת. |
| Controller | מודול, חבילת מחלקות | ליבת המערכת. ה-Controller אחראי על שמירת רצף העבודה במערכת. שולט על הזרימה של המערכת ומתקשר עם כלל המודולים במערכת על מנת ליצור מערכת שלימה ואחודה. | מכיל את לוגיקת הזרימה של המערכת. מקבל קריאות ומחזיר תשובות למודולים השונים המתקשרים איתו. | כגורם מקשר, ה-Controller מתקשר עם כלל רכיבי המערכת: סימולטור, בסיס הנתונים, מודול החיזוי, מחולל הדוחות וה-GUI. | מכיל את לוגיקת הזרימה של המערכת. |

**נספח 3 - (Software Test Documentation (STD**

הקדמה

מערכת StatistiPark הינה מערכת נרחבת המצריכה בדיקות שונות טרם שחרורה והשימוש בה. המערכת מורכבת ממספר מודולים אותם, אשר כל אחד מהם צריך להיבדק. נספח זה מפרט את הבדיקות השונות שיוודאו את פעולתה התקינה המערכת.

פריטים נבדקים

פריטי המערכת אותם נבדוק הינם חבילות התוכנה השונות:

* פעולת הסימולטור
* תוצאות מודול החיזוי
* עבודת בסיס הנתונים
* הזרימה ב-Controller
* תצוגת ה-GUI למשתמש.

תכונות לבדיקה

תכונות המערכת אותן יש עלינו לבדוק הינן:

* דיוק החיזוי
* דיוק הדוחות השונים ואופן הצגתם למשתמש.

דרישות סביבה

סביבת הבדיקה של המערכת צריכה להכיל את הפריטים הבאים:

* מחשב עם מערכת הפעלה Windows 7 ומעלה.
* Java 8 מותקנת.
* ספריית SimJava
* Oracle SQL
* זיכרון פנוי – 200 GB

תסריטי בדיקה

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **אירוע** | **תכלית** | **קלטים** | **פלט צפוי וקריטריון עובר/נכשל** | **נוהלי בדיקה** |
| נהג מגיע אל החניון ומבקש לחנות את רכבו. הוא מוצא חניה. | בדיקת ההתנהלות הסדירה של המערכת. | רכב חונה בחניון. | הבדיקה עוברת כאשר המערכת מזהה בהצלחה את חניית הרכב בחניון ומעדכנת את נתוניה. | בדיקה בבסיס הנתונים שהרכב החדש אכן נקלט והוכנס לתוכו. |
| נהג מגיע אל החניון כאשר הוא מלא. הוא מקבל חיזוי שאומר לו בתוך כמה זמן תתפנה חניה. | בדיקת פעולת מודול החיזוי. | רכב מבקש לחנות בחניון כאשר החניון מלא. | המערכת חוזה בתוך כמה זמן תתפנה חניה. הבדיקה עוברת אם מתפנה חניה בפועל בתוך תחום הזמן אותו חזתה המערכת. | יצירת מקרה שבו החניון מלא ומגיע רכב המבקש לחנות. |
| מפעיל החניון מבקש להתעדכן במצב החניות בחניון. | בדיקת מסך מפעיל חניון. | כניסת מפעיל חניון למערכת. | המערכת שולפת את הנתונים הרלוונטיים מבסיס הנתונים ומציגה אותם למפעיל החניון. | כניסה למערכת בתור מפעיל חניון. |
| בעל החניון מבקש לקבל דוח מהמערכת. | בדיקת מסך בעל חניון. | כניסת בעל חניון למערכת ובקשת דוח מסוים. | המערכת שולפת את הנתונים והדוחות המתאימים ומציגה אותם לבעל החניון. | כניסה למערכת בתור בעל החניון ובקשת דוח מן המערכת. |