****

**המחלקה להנדסת תוכנה**

שם הפרויקט: מערכת לניטור וניתוח תפוסת חניון - StatistiPark

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

הגדרת הפרויקט – Statement Of Work

|  |  |
| --- | --- |
| שם הסטודנט: | דביר טווינה |
| שם המנחה: | דוד פייטלסון |
| חתימת המנחה: |  |
| תאריך ההגשה: | 31.12.17 |

**תוכן עניינים**

1. מבוא.......................................................................................................3
2. מטרות הפרויקט........................................................................................4
3. הגדרת סוגי משתמש..................................................................................5
4. סקירת ספרות...........................................................................................6
5. סקר שוק..................................................................................................7
6. מסמך דרישות של המערכת.........................................................................9
7. תרשים בלוקים/מודולים של המערכת...........................................................10
8. ניתוח פונקציונלי.......................................................................................11
9. חלופות מערכתיות....................................................................................13
10. אמצעים נדרשים.......................................................................................14
11. תוצרי הפרויקט.........................................................................................15
12. רשימת מקורות.........................................................................................16

**1. מבוא**

חניונים רבים קיימים כיום בארץ, בעיקר באזורים בעלי צפיפות אוכלוסין גבוהה כמו תל אביב, חיפה, ירושלים ובאר שבע. בנוסף, לכל ארגון שמכבד את עצמו יש כיום חניון פרטי המשמש את עובדיו ולקוחותיו בהגיעם למשרדי הארגון. עם הזמן הולכים וגדלים החניונים ולאור הכספים הרבים המוקצים להם מתעורר הצורך לנטר ולייעל את אופן התחזוקה של החניון וגם לקחת החלטות ניהוליות נכונות וטובות עד כמה שאפשר.

מסיבה זו, חניונים רבים מחזיקים מערכות ממוחשבות ואוטומטיות האוספות נתונים על מצב החניון. מערכות אלו, בעלות מאפיינים המשתנים ממערכת אחת לשנייה, נותנות תמונת מצב כללית של החניון ובכך עוזרות לניהול טוב יותר שלו.

מטרתן, אם כן, של מערכות אלו, היא לספק לבעלי ועובדי החניון מידע שיעזור להם לקחת החלטות נכונות בניהול החניון, לייעל את תחזוקתו ולהפוך אותו ליעיל וריווחי ככל האפשר.

על מנת להשיג מטרה זו, קיימות בשוק מגוון מערכות המשיגות אותה בדרכים שונות. לדוגמה, מערכת המונה את המכוניות היוצאות או הנכנסות אל החניון, מערכת האוספת מידע משאר החניונים בארץ ובעולם ומנתחת אותם וכן הלאה.

StatistiPark הינה מערכת המיועדת להשגת מטרה זו. היא תשתמש בחיישנים הפזורים בכלל חניות החניון על מנת לנטר את מצבו הנוכחי. נוסף על כך, היא תשמור את הנתונים ותחזיק היסטוריה של תפוסת החניון. בעזרת מידע זה StatistiPark תנתח ותציג דו"חות וסטטיסטיקות שיעזרו בקבלת החלטות בניהולו של החניון.

**2. מטרות הפרויקט**

על מנת להשיג את מטרת-העל הנזכרת במבוא, נפרט את המטרות שיהיה על StatistiPark להשיג. כל אחת מהמטרות הללו היא אבן דרך המובילה ליצירת המערכת השלימה שתסייע לעובדי ובעלי החניון לקבל תמונת מצב נכונה ומועילה של החניון. את המטרות נפרוט ליעדים ומדדים שעל המערכת לעמוד בהם ולפיהם היא תבחן בסוף פיתוחה.

**מטרות**

* לספק לבעל החניון דו"חות וסטטיסטיקות שיעזרו לו לקבל החלטות מושכלות בכל הנוגע לניהול היומיומי והתקופתי של החניון.
* לספק למפעיל החניון מידע על מצבו הנוכחי של החניון.
* לתעד הסטוריית תפוסה של החניון.
* לבצע חיזויים באשר להתפנותה של חניה בחניון כאשר הוא מלא.

**יעדים**

* המערכת תבצע חיזויים מדויקים החוזים מתי תתפנה חניה בחניון כאשר הוא מלא.
* מערך החיישנים יפעל ללא רבב ויאסוף נתונים באופן רציף.  
   הערה: לאור העובדה שתוצר הפרויקט הינו מערכת תוכנה שאינה כוללת חיישנים, יתלווה אליה סימולטור שידמה כניסת/יציאת מכוניות. הוא יצטרך לעבוד באופן רציף. פירוט מטה.
* המסוף המרכזי, המקבל את הנתונים מהחיישנים יהיה פעיל בהתאם, באופן רציף ויהיה ב"אוויר" ככל הנצרך.

**מדדים**

* חיזויי המערכת יהיו מדויקים עד לרמה של 5 דק' לכל היותר מהמתרחש בפועל.
* חיישני המערכת יפעלו באופן רציף, כל זמן שהחניון פעיל. (באופן דומה לנזכר לעיל, הסימולטור יהיה פעיל באופן רציף, כל זמן שהמערכת פעילה).
* המסוף המרכזי יפעל באופן רציף, כל זמן שהחניון פעיל.

**3. הגדרת סוגי משתמש**

המערכת לניטור תפוסת חניון תשמש את השחקנים הבאים:

**בעל החניון** – בעל החניון הינו שחקן ראשי ובעל עניין במערכת. המערכת מייצרת למענו סטטיסטיקות הנוגעות להחלטות היום-יומיות שעליו לקבל בחניון וכן החלטות תקופתיות שיעזרו לו בניהול חכם ויעיל יותר.

דוגמאות לסטטיסטיקות שתעמודנה לרשותו של בעל החניון:

1. מציאת איזורי חניה עמוסים יותר ופחות במסגרת זמן משתנה – לדוגמה, כאשר בעל החניון מעוניין לדעת אילו איזורים עליו לתחזק יותר בתוך החניון, הוא יוכל לדעת אילו איזורים היו יותר בשימוש ברבעון האחרון וכך להפנות יותר משאבים אל איזורים אילו שבאופן טבעי בעלי בלאי גבוה יותר.
2. מציאת זמני השימוש של חניה מסוימת.
3. מציאה של חניות הנמצאות בשימוש גבוה (בניגוד לאזורים שלמים הנמצאים בשימוש גבוה) – זאת על מנת לשקול להקצות אותן כחניות לנכים, שכן, הן כנראה חניות שמהן יהיה קל יותר לנכה להתנהל בחניון.
4. התפלגות השימוש בחניון ברזולוציה של רבעונים – על מנת לקבל מושג באשר לפעולת החניון לאורך שנה קלנדרית.
5. זמני חניה ממוצעים של מכונית בחניון.

**מפעיל החניון** – מפעיל החניון הינו שחקן ראשי במערכת. המערכת מפותחת בשבילו ומתאימה את עצמה לצרכיו. היא תציג לו את הנתונים על המצב הנוכחי של החניון.

דוגמאות לנתונים שיעמדו לרשותו של מפעיל החניון:

1. מספר החניות בחניון.
2. מספר החניות התפוסות בחניון.
3. מספר החניות הפנויות בחניון.
4. מפה של החניון המספקת מידע באשר למיקומה של כל חניה ואם היא תפוסה או פנויה.
5. כאשר החניון מלא, יוצג למפעיל הזמן המשוער שייקח לחניה כלשהי בחניון להתפנות.

**נהג** – נהג המגיע אל החניון הינו בעל עניין במערכת. המערכת חוזה בתוך כמה זמן תתפנה חניה כאשר החניון מלא. משום כך, כאשר נהג בא להחנות את רכבו בחניון כאשר הוא מלא, המערכת תספק לו את הידע באשר לכמה זמן הוא יצטרך לחכות עד שתתפנה חניה בחניון.

\*מתוך מגבלות התקציב המערכת לא תשקף לנהג מידע זה אלא למפעיל החניון.

**4. סקירת ספרות**

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[FromFelix 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. היא 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.

**5. 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 5.1

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.

**6. מסמך דרישות של המערכת**

נגדיר את הדרישות ממערכת StatistiPark.

**דרישות מידע ופונקציונליות:**

1. המערכת תכיל מסוף התממשקות דרכו יכולים המשתמשים השונים לתקשר איתה ע"י הזנת קלט וקבלת פלט
2. לאחר חיזוי הזמן עד להתפנות חניה בחניון המערכת תציג זמן זה לנהג הממתין בכניסה לחניון. (מאחר ותוצר הפרויקט הינו מערכת תוכנה, הזמן יוצג במסוף ההתממשקות עם המערכת לעיני מפעיל החניון)
3. המערכת תציג למפעיל החניון את הנתונים הבאים: מס' החניות בחניון, מס' החניות הפנויות, מפה של החניון המציגה מידע בזמן אמת על כל חניה.
4. המערכת תציג לבעל החניון דו"חות וסטטיסטיקות על פי בקשתו.

**דרישות לא-פונקציונליות:**

1. המערכת תאסוף מידע על מצבו הנוכחי של החניון.
2. המערכת תשמור הסטוריית מידע על מצבו של החניון לאורך זמן.
3. המערכת תציג נתונים הרלוונטיים אך ורק לסוג המשתמש המתקשר איתה.
4. המערכת תהיה פעילה כל זמן שהחניון פעיל.

**7. תרשים בלוקים/מודולים של המערכת**

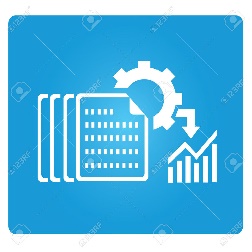


עיבוד נתונים

איסוף מידע

איסוף מידע  
(סימולטור)

מערך Database



הצגת נתונים למשתמש



איור 7.1 – 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.
* הצגת נתונים למשתמש: מודול המשמש כ-GUI עליו מוצגים המצב הנוכחי של החניון ופלטי מודול עיבוד הנתונים.

האתגרים ההנדסיים במערכת הינם שילוב של מספר טכנולוגיות ותתי מערכות לכדי מערכת כוללת ואינטגרלית אחת. על מודול איסוף הנתונים להתממשק עם מודול עיבוד הנתונים. נוסף על כך, קיים האתגר שבתחזוק בסיס נתונים ושימוש בו על מנת ליצור סטטיסטיקות מהימנות המספקות את צרכיו של בעל החניון.

**8. ניתוח פונקציונלי**

נפרט את ה-use cases השונים של המערכת.

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-

**9. חלופות מערכתיות**

את מטרת העל של מערכת StatistiPark ניתן להשיג באמצעות מגוון רחב של אפשרויות. להלן מספר דרכים לבניית מערכות שכאלו.

- **מערכת האוספת נתונים מחיישנים הפרוסים בחניון, מנתחת אותם אוטומטית ומייצרת דו"חות וסטטיסטיקות המיוחסים לאותו חניון בו נאספו הנתונים.**   
נאמץ שיטת עבודה זו על מנת לממש את מערכת StatistiPark.

- **מערכת האוספת את המידע בעזרת מצלמות הפרוסות בחניון ועובדי החניון מזינים למערכת את המידע אותו הם רואים.**   
שיטה זו הינה מעט פרימיטיבית וקיים בה חיסרון גדול בדמות הזנת מידע החיוני לפעולתה היומיומית של המערכת ע"י עובד בשר ודם. אנו שואפים למכן את כל התהליך ולעשותו אוטומטי וללא מגע יד אדם. זאת, עד אשר המשתמש ירצה לקבל מהמערכת מידע.

- **מערכת האוספת מידע ממספר גדול של חניונים שונים ועל ידי כך מייצרת סטטיסטיקות ודו"חות גנריים המאפיינים חניונים באופן כללי (ולא חניון ספציפי).**   
לשיטה זו יתרונות וחסרונות.

* המידע זורם למערכת מכמות גדולה של חניונים שונים ועל כן מהווה מידה אמין ברמת המאקרו. על פי מידע זה ניתן לקבל החלטות מהימנות למשל ברמת העיר בה פזורים החניונים הנ"ל.
* את בעל החניון הספציפי לא מעניין מה קורה בשאר החניונים והוא מעוניין לדעת רק מה שקורה אצלו בחניון. נוסף על כך, מידע סטטיסטי המגיע מחניונים אחרים עלול "ללכלך" את הסטטיסטיקות שנוגעות לחניון שלו.
* סבוכיות המערכת גדלה באופן משמעותי.

**10. אמצעים נדרשים**

במהלך פיתוח מערכת StatistiPark נשתמש בכלים, רכיבים ואמצעים שונים ומגוונים. להלן רשימה ראשונית.

תת-מערכת "איסוף מידע" (סימולטור):

* סביבת עבודה: Eclipse
* רכיבים:
* מחשב להרצת הסימולטור

תת-מערכת "עיבוד נתונים" (לב המערכת):

* סביבת עבודה: Eclipse IDE, MySQL
* רכיבים:
* מחשב להרצת התוכנית. (אשתמש במחשב האישי שלי.)
* הארד דיסק בגודל 500 ג'יגה זיכרון פנוי לטובת מערך ה-Database.  
  ייתכן ובמרוצת הזמן נצטרך הארד דיסק בעל נפח גדול יותר.
* מוניטור (מסך) לטובת התתממשקות המשתמשים עם המערכת (קלט ופלט).

מערכת StatistiPark מעבדת נתונים על מנת ליצור סטטיסטיקות ודו"חות מהימנים ככל האפשר. כדי לייצר את הסטטיסטיקות הללו אעבור קורס "מודלים סטוכסטיים" העוסק בסטטיסטיקה ותורת התורים ואיישם את השיטות הנלמדות בקורס.

**11. תוצרי הפרויקט**

לפרויקט יהיו מספר תוצרים שבסיומו יעבדו יחדיו ליצירת מערכת אינטגרלית אחת המשיגה את המטרות הנזכרות לעיל ובתוך כך גם את מטרת העל.

1. תוכנית סימולטור התחליף את הצורך בבניית מערך חיישנים. הסימולטור ידמה כניסת/יציאת מכוניות וינסה לחקות את אופן הופעתן בחניון בעולם האמיתי.
2. תוכנית לעיבוד הנתונים, ניהול ותחזוק שוטף של הDatabase, קבלת קלטים מהמשתמש והצגת פלטים בדמות נתונים, דו"חות וסטטיסטיקות.
3. תוכנית (ממשק משתמש, GUI) שתשמש להצגת כל הנתונים הרלוונטיים למשתמשים השונים של המערכת.

**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