



שם הפרויקט		מס' פרויקט
מודל חקר ביצועים לשיבוץ כונני מגן-דוד אדום במשמרות		P-2018-083
מנחה שותף	מנחה אקדמי	
ד"ר אלי יפה	פרופ' הלל בר-גרא וד"ר יובל ביתן	
חברי הצוות		
	עמית צדקי	צליל סולימני
	Amit_tsidki@walla.com	Tzlil.suli@gmail.com

תקציר

מד"א הוא ארגון ההצלה הלאומי של ישראל. בין שירותיו ניתן למנות שירותי עזרה ראשונה, פינוי נפגעים באמצעות אמבולנסים ומתן סיוע רפואי במקרי חירום. הארגון מפעיל יחידת כונני תגובה מיידית ארצית על מנת לספק מענה כנדבך נוסף למערך רכבי ההצלה בארגון ולמתן מענה רפואי עד להגעת צוות מד"א או במטרה לסייע לצוות מד"א. כיום, כונני מד"א נמצאים בשגרת חייהם ובעת התרחשות אירוע הם מקבלים על כך התראה. לכן, קיים חוסר ודאות לגבי שיעור ההיענות שלהם, דבר המקשה על חיזוי יכולת הכוננים לספק מענה רפואי בכל נקודת זמן. מטרת הפרויקט היא ייעול מערך הכוננים במטרה לקצר את זמני ההגעה לאירועי חירום. זאת באמצעות בחינה של שיטות שונות למימוש מודל משמרות דינאמי של כונני מד"א אשר יוביל לקיצור זמני הגעה לאירועי חירום וייעל את השימוש בכוח האדם של מד"א.

הפרויקט מורכב ממספר שלבים. בשלב הראשון, ביצענו חקר מצב קיים אודות פעילות מד"א בשנים האחרונות. סקרנו מאמרים בספרות ובחנו אלגוריתמים ושיטות לפתרון מתחומי חקר הביצועים. חקרנו את הנתונים שהתקבלו ממד"א אודות אירועי חירום בשנת 2017 ובוצעה החלטה להתמקד במחוז דן. כמו כן, התייעצנו עם גורמים שונים במד"א, אשר בהמלצתם הוחלט על בניית מודל משמרות לפי חלוקה ל-6 משמרות ביממה ועל הגדרת שני מדדים מרכזיים להשוואה: אחוז האיחורים (מעל זמן הגעה של 5 דקות) וזמן הגעה ממוצע לאירוע. לאחר מכן, ביצענו טיוב נתונים, המרנו את כתובות האירועים ל-נצ. ועשינו ניתוח אשכולות של הקריאות לאירועים, באמצעות אלגוריתם K-Means. בדקנו את יכולת הכיסוי של כל כון בהתאם למיקומו בשטח, עבור זמן הגעה של 5 דקות. בנוסף, ביצענו ניתוח סטטיסטי של הנתונים וחישבנו את תדירות האירועים בכל צירוף של אזור ומשמרת.

בשלב השני בנינו את ניסוח מודל התכנון הליניארי, אשר מבוסס על שיבוץ יומי של כונני מד"א למשמרות של 4 שעות ביממה. מטרת המודל הינה למקסם את כיסוי האזורים במשמרות בעלי ההסתברות הגבוהה ביותר להתרחשות אירוע. מציאת הפתרון לבעיית התכנון הליניארי יושמה בשתי דרכים: הראשונה היא פתרון באמצעות תכנת האופטימיזציה CPLEX והשנייה על-ידי פיתוח אלגוריתם חמדן בשפת Java. כמו כן, השווינו בין שתי דרכי פתרון אלה על בסיס פרמטר הקרבה לאופטימום ופרמטר סיבוכיות הריצה, על מנת להסיק באילו תנאים עדיף השימוש ב-CPLEX ובאילו תנאים עדיף השימוש באלגוריתם. בנוסף, בדקנו את מספר הכוננים האידיאלי עבור נתוני מד"א אותם ניתחנו כתלות בערכי פונקציית המטרה שהתקבלו.

בשלב השלישי, בנינו סימולציה בתוכנת R אשר מטרתה הינה לדמות את פעילות הכוננים בזמן אמת לאורך היממה. הרצנו את הסימולציה עבור כל אחד משני מודלי המשמרות השונים ועבור המצב הקיים. בניית התוצאות ראינו כי עבור המדדים שהגדרנו ועבור הנתונים הנבדקים, מודל המשמרות לפי ה-CPLEX הינו עדיף במעט על פני מודל השיבוץ לפי האלגוריתם, ושניהם עדיפים על פני המצב הקיים. בנוסף, בדקנו עבור אילו אחוזי היענות מודל המשמרות יהיה עדיף על פני המצב הקיים. לאור התוצאות שהתקבלו, נראה למודל המשמרות ישנו פוטנציאל לייעל את מערך הכוננים של מד"א.

מילות מפתח: מד"א, כוננים, משמרות, כיסוי, תכנות ליניארי



Project No.	Project Title	
P-2018-083	Assignment of MDA volunteers to shifts using Performance Analysis model	
Academic Advisor		Co-Advisor
Prof. Hillel Bar-Gera, Dr. Yuval Bitan		Dr. Eli Yaffe
Team Members		
Tzvil Sulimany	Amit Tsidki	
Tzvil.suli@gmail.com	Amit_tsidki@walla.com	

Abstract

MDA is Israel's national rescue organization, providing first-aid services, pre-hospital emergency medical services and evacuating casualties using medical vehicles. MDA is operating a response unit of volunteers to provide medical response until the arrival of the vehicles. Nowadays the volunteers are in constant alert and according to their location and availability when being called, they go to the event's location. Therefore, their response rate is unknown, hence there is uncertainty about the capability of the volunteers to provide the medical treatment at any point in time. The projects purpose is to examine various methods for implementing a dynamic shift model. The shift model will reduce MDA response time and make the use of the human resources more efficient.

The project consists of several stages. First, we conducted a study about MDA's activity in the recent years. We examined a few algorithms and methods for solving the problem. MDA shared with us the emergency events data from 2017 and we decided to focus on Dan Area. In addition, we consulted with MDA staff and decided on dividing the day to 6 shifts and defining two main indicators: the percentage of late arrivals (over 5 minutes response time) and average response time to the event. We converted the event addresses to coordinates, performed clusters analysis of the events and defined each volunteer's coverage ability (for response time of 5 minutes). The next step was to calculate the frequency of events occurring in each combination of area and shift.

The second stage was to formulate the linear programming model. The goal of the model is maximizing the coverage of areas in the shifts with the highest probability of occurrence. The model was implemented in two ways: CPLEX optimization software and by developing a greedy algorithm in Java. These two solutions were compared based on the proximity to optimum runtime complexity. For each one we examined the ideal number of volunteers according to the objective function value.

The third stage was to build a simulation in R to simulate the activity of the volunteers in real time, throughout the day. We ran the simulation for the two shift models and the current state. In the results analysis, we found that for the parameters examined, the CPLEX shift model is slightly better than the algorithm shift model, and both of them are preferable comparing to the current state. In addition, we checked for which response rate the shift model would be preferable to the current state. According to the results obtained, it seems that the shifts model has the potential to make the MDA volunteers unit more efficient.

Keywords: MDA, volunteers, shifts, coverage, linear programming