



שם הפרויקט		מס' פרויקט
בחינת הקשר בין מדדי הדופק המופקים מרצועת חזה לבין רמת העומס הקוגניטיבי		2021-01-002
מנחה שותף		מנחים אקדמיים
פרופ' ישראל פרמט וד"ר יובל זק		פרופ' טל אורון גלעד
חברי הצוות		
דור אלדר	שיר רוזנס	עומרי זאבי
eldaro@post.bgu.ac.il	shirrooz@post.bgu.ac.il	zeevyo@post.bgu.ac.il

תקציר:

משימות רבות דורשות מאמץ קוגניטיבי מאלו המבצעים אותן, בין אם בנהיגה, בקרת תעופה, ניתוח של חולים וכו'. לאורך המשימה, על המבצע להשתמש בידע רלוונטי, להיות מרוכז ולקבל החלטות בזמן אמת. לכן, יש חשיבות רבה לניטור רמת העומס הקוגניטיבי, וזאת על מנת לא לפגוע בביצועי המשימה. מדידת העומס הקוגניטיבי היא משימה מורכבת בפני עצמה, מכיוון שלא ניתן להבחין בעומס באופן ישיר. לשם כך, נעשה שימוש באמצעים למדידה פיזיולוגית אובייקטיבית כגון אק"ג ו-אא"ג, הבודקים מדדים של נשימה, קצב לב, מוליכות חשמלית של העור ועוד. ישנן לא מעט בעיות בשימוש בטכניקות המדידה הללו: ציוד המדידה יקר ולא נגיש לרוב האוכלוסייה, השימוש עצמו מסורבל ולא נוח. בנוסף, קיימים שאלונים ייעודיים שמטרתם להעריך את העומס הקוגניטיבי הנתפס באופן סובייקטיבי. שילוב המדדים האובייקטיביים והסובייקטיביים הללו מייצר תמונה מדויקת ככל הניתן של רמת העומס הקוגניטיבי אותו חש המפעיל, אך ניתן לאמוד אותה רק בסיום המשימה, ולא בעת ביצועה.

שאלת המחקר שלנו עסקה במציאת הקשר בין מדדי הדופק המופקים מרצועת חזה לבין רמת העומס הקוגניטיבי. בהתאם לכך, הניסוי שבוצע במסגרת הפרויקט נועד למדוד עומס קוגניטיבי בשלוש רמות עומס שונות. הוא התפרש על פני שלושה ימים, כך שבמהלכו בכל יום הנבדק ביצע שלוש משימות ואורכה של כל משימה הוא 30 דקות. המשימות חולקו בצורה אקראית כדי למנוע את השפעת השעה ביום בה בוצעה המשימה. בכל משימה היה על הנבדק ללבוש את רצועת החזה מדגם Polar H10 ולתעד באמצעות אפליקציה ייעודית את דופק הלב שלו. במקביל לכך, כל נבדק התבקש למלא שני שאלונים להערכת העומס הנתפס - שאלון SWAT כל 5 דקות בעת ביצוע המשימה ושאלון NASA TLX – פעם אחת בסיומה. באמצעות הנתונים שהופקו מרצועת החזה חושבו מדדי המחקר האובייקטיביים, ומנתוני השאלונים הופקו המדדים הסובייקטיביים. בניסוי השתתפו תשעה נסיינים, המורכבים מהחוקרים ומבני משפחתם.

המחקר כולל ארבע השערות, כך שניתוח הנתונים נועד להתייחס לכל אחת מהן. ההשערה הראשונה היא שקיים קשר בין מדדי דופק הלב הנמדדים מרצועת חזה לבין העומס הקוגניטיבי. תוצאות הניסוי הראו כי קיים מתאם ספירמן מובהק אך לא חזק בין המדדים שנבדקו לעומס הקוגניטיבי. ההשערה השנייה היא ששונות קצב הלב גדלה ככל שרמת קושי המשימה עולה. הממצאים הראו באופן מובהק באמצעות מבחן ANOVA כי מדד שונות קצב הלב (HRV) דומה בין משימות בעלות עומס שונה. ההשערה השלישית היא שהשעה ביום אינה משפיעה על מדדי דופק הלב ואכן נמצא כי ברוב המדדים אין קורלציה מובהקת ע"פ מבחן ANOVA. ההשערה הרביעית היא שניתן לייצר מודל באמצעות אלגוריתם לימוד מכונה שידע לסווג את רמת העומס של המשימה ל-3 קטגוריות. במחקר נבחנו האפשרות למודל אחוד שהובילה לאחוזי ניבוי נמוכים ולמודל פרטני עבור כל נסיין. נבדקו שני מודלים של לימוד מכונה, ונמצא כי מודל Random Forest מנבא בצורה טובה את העומס הנמוך, אך קיים דמיון משמעותי בין נתוני העומס הגבוה והבינוני, לכן איחדנו נתונים אלה. יצרנו מודל חדש שמצליח לנבא בצורה טובה יותר, הכולל שתי קטגוריות – עומס נמוך ועומס בינוני-גבוה.

לסיכום, אנו רואים חשיבות ופוטנציאל רב ביכולת סיווג עומס קוגניטיבי בזמן אמת באמצעות כלים פשוטים כגון רצועת החזה Polar H10. המלצתנו היא לפתח מודל שונה, קולקטיבי, בעל התאמות מינימליות עבור כל משתמש, מבוסס דאטה גדול יותר בצורה משמעותית, שיצור סיווג חד משמעי של העומס הקוגניטיבי.

מילות מפתח: עומס קוגניטיבי, מודל לימוד מכונה, שונות קצב לב, מדדי דופק