



על טכנולוגיות חדשות למניעת תאונות עבודה

תקציר:

המאמר מנסה לברר בצורה יעילה תאונות נפילה ובוחן יישום פוטנציאלי של טלפונים חכמים ככלי לאסירת מידע ולזיהוי של כמעט-נפילות, על בסיס של רשת נוירונאלית מלאכותית. המאמר מתאר הקמה של סביבה שמאפשרת איבוד שיווי משקל בצורה מלאכותית על ידי לוח איזון, כדי לדמות תרחישים של כמעט-נפילות.

הרעיון מאחורי הדברים הוא שבזמן שמתרחשת כמעט-נפילה, משתחררת אנרגיה פיזית בעקבות התאמת תנוחה לצורך מציאת שיווי משקל מחדש. האנרגיה הזו יכולה להימדד על ידי מד מהירות וג'ירוסקופ (מד יציבות), אשר נמצאים בתוך הטלפון החכם. כדי להקטין הפרעות של תנועות לא רלוונטיות, חיברו את הטלפון החכם לגב העובד, בתחתית עמוד השדרה (הנקודה הקרובה ביותר למרכז הכובד של הגוף). בכל המדידות השתמשו באייפון 6s, וכדי לאסוף את הנתונים השתמשו באפליקציה בשם Orion CC.

איבוד שיווי משקל הוא הגורם המרכזי לכמעט-נפילות. כמעט-נפילה של נבדק זוהתה כתנועה לא שגרתית לצורך החזרת שיווי המשקל לגופו. השתמשו בקרש איזון (ראו תמונה) והקליטו את תנועות הנבדק בזמן חוסר שיווי משקל, ובזמן התאמה לאיזון.

בניסוי, תיקפו את הכדאיות של אימוץ טכנולוגיית רשת נוירונאלית מלאכותית, כדי לזהות כמעט-נפילות בצורה מדויקת. התוצאות מראות שממוצע דיוק הזיהוי היה גבוה מאוד.

Zhang, M., Cao, T., & Zhao, X. (2018). Using Smartphones to Detect and Identify Construction Workers' Near-Miss Falls Based on ANN. Journal of Construction Engineering and Management, 145(1), 04018120.

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001582>

תלת-ממד, יישומים של כלי טיס בלתי מאוישים בענף הבנייה ושימוש בטכנולוגיות לבישות, כגון בלוטות (Bluetooth) וג'י-פי-אס, לקידום הבטיחות בעבודה. אין ספק שהטכנולוגיות מביאות בשורה חדשה לענף, אך הן רק כלי, אמצעי, ולבדן לא יובילו לשינוי. השינוי מחייב פעילות משולבת של כלל הגופים הרלוונטיים במשק, לרבות פעילות רגולטורית, מחויבות בלתי מתפשרת של המעסיקים ופעילות תומכת של ארגוני העובדים.

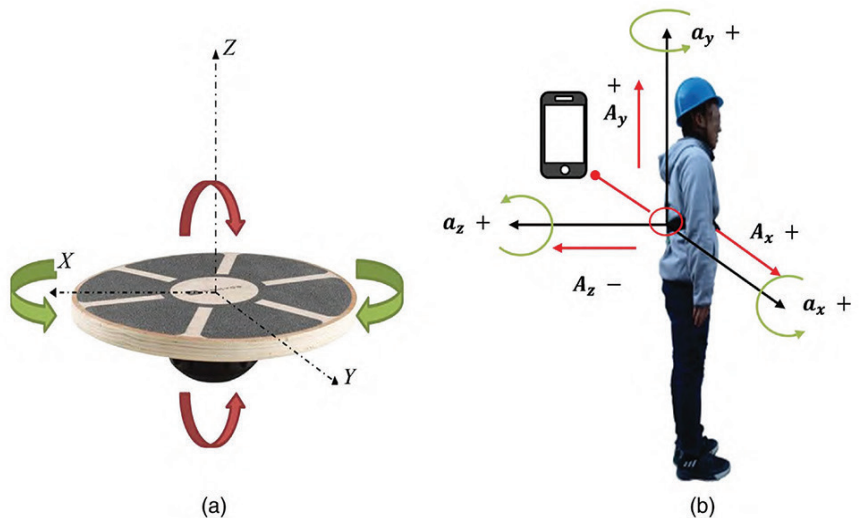
יישום טכנולוגי חדש שלנו הוא המוקד הלאומי, שפתחנו לאחרונה, "קו החיים": mapa.osh.org.il, שבו מדווחים אזרחים מודאגים על מפגעים באתרי בנייה. מאות פניות הגיעו למוקד הדיווח וכולן התבררו כמוצדקות. זהו יישום של טכנולוגיה פשוטה, מצילת חיים.

להלן דוגמאות ממחקרים שפורסמו בכתבי העת המדעיים בשנה האחרונה ונסקרו, בין השאר, בכנס:

טלפונים חכמים

"שימוש בטלפונים חכמים כדי לזהות באמצעות ANN* כמעט-נפילות של עובדי בנייה".

*רשת נוירונאלית מלאכותית - Artificial ANN – Neural Network.



שימוש בטכנולוגיות תלת-ממד

"ניהול נתונים של סיכונים לגשרים על ידי שילוב מבנה התפלגות הסיכונים ל-BIM*" (Building Information Modeling) - שיטת ניהול מידע, שמטרתה ייעול התכנון והביצוע של פרויקטים בתחום ההנדסה האזרחית).

תקציר:

המאמר מתמקד בניתוח מקרה מחקר של פרויקט בניית גשר ומציע שיטה חדשה להדמיית סיכונים וניהול מידע על ידי שילוב של מבנה התפלגות הסיכונים (Risk Breakdown Structure) ל-BIM ויצירת קשר בין נתוני סיכונים ו-BIM. במחקר פותחה מסגרת חדשה ל-BIM (המבוססת על מערכת לניהול נתוני סיכון) ופיתוח כלי לתמיכה ביישום של גישה זו. הכלי החדש מאפשר זיהוי ותיעוד של סיכונים פוטנציאליים, הקשורים לפעולות של פרויקט הבנייה בתלת-ממד דרך BIM והדמיה של הסיכונים המזוהים בארבעה ממדים דרך BIM.

כדי לבחון את יישום המערכת נבחר מקרה לדוגמה של גשר מפלדה להולכי רגל בבריטניה. בשלב הראשון, המערכת מייצרת מודל BIM תלת-ממדי, שמתבסס על הציור הדו-ממדי המקורי של הגשר. לאחר מכן, מוסיפים למודל את המידע על לוחות הזמנים של בניית הגשר, כדי לפתח BIM של ארבעה ממדים. יש שלושה תהליכים מרכזיים לבניית הגשר: (1) ייצור של הקשת והסיפון (הבסיס) באתר בנייה. (2) בניית המבנים הנוספים של הגשר. (3) הזזה והתקנה של מבנה הגשר. בסביבת ההדמיה נבדקו במחשב הפרויקט

סביבת הגשר ותוכנית הבנייה. בשלב הבא הושוו המודלים עם הסביבה האמיתית, כדי לנתח את הסיכונים הפוטנציאליים. לאחר מכן, נותחו הסיכונים ונחקרו אמצעי המניעה. נתוני הסיכון אוחסנו במאגר מידע ונקבע קשר ביניהם לבין ה-BIM. לדוגמה, בייצור הקשת והסיפון זוהו שלושה סיכונים הקשורים לזמן, לבטיחות אישית ולמבנה. עובדים יכולים להיפגע מתנועת העגרון - אפשר להדריך את העובדים בצורה משמעותית לפני תחילת העבודה. התוצאות מראות ששיטות ניהול סיכונים קיימות, כמו מבנה התפלגות סיכונים, יכולות להשתלב ל-BIM כדי לזהות סיכונים. ניהול מידע והדמיה, והמסגרת הרעיונית המוצעת יכולים לתמוך בפיתוח מערכת ניהול מידע של סיכונים ב-BIM.

Zou, Y., Kiviniemi, A., Jones, S. W., & Walsh, J. (2019). Risk Information Management for Bridges by Integrating Risk Breakdown Structure into 3D/4D BIM. KSCE Journal of Civil Engineering, 23(2), 467-480. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12205-018-1924-3.pdf>

כלי טיס בלתי מאוישים בענף הבנייה ובטיחות העובד

תקציר:

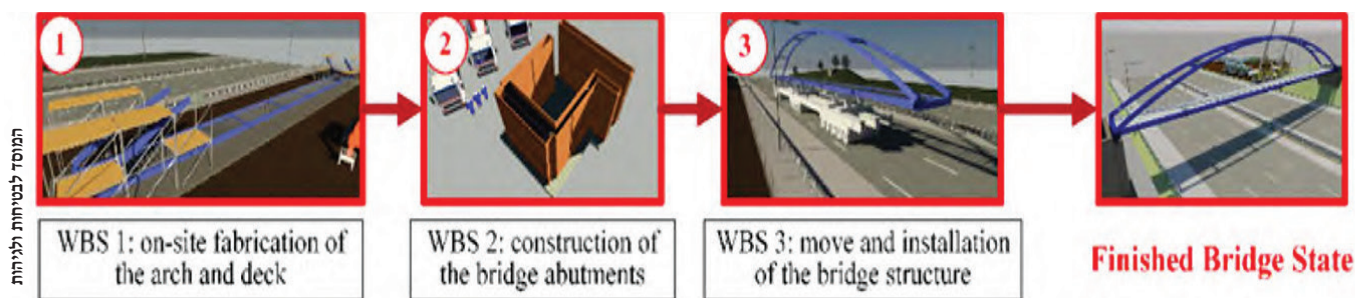
בענף הבנייה משתמשים במל"טים לניטור קצב עבודה, פיקוח באתרי בנייה והערכת שלמות ותחזוקה מבנית. בעקבות השימוש במל"טים עלולים להיות סיכונים חדשים באתרי הבנייה, שיש להעריך אותם ולפקח עליהם, כדי להבטיח את בטיחות עובדי הבנייה. המאמר הנוכחי מתאר ארבעה

שימושים עיקריים למל"טים, וביניהם השימוש בהם בענף הבנייה והסיכונים הפוטנציאליים לעובדים עקב השימוש בהם.

סיכונים לדוגמה: כותבי המאמר מציינים שאין בנמצא מחקרים רבים על סיכונים בטיחות וגיהות הקשורים לשימוש מסחרי או ציבורי במל"טים. עם זאת, הצבא האמריקאי התחיל להעריך את ההשפעות הבריאותיות השליליות על טייסים המפעילים מל"טים. ההשפעות נובעות ממשמרות ארוכות וניטור מונוטוני של מסך תצוגה חזותי. בצבא נמצא כי יש תגובות של לחץ מהעבודה בתחום זה. נוסף על כך, בתחום הפנאי של שימוש במל"טים דווח על 30 כמעט-תאונות ותאונות, שהובילו לפציעות של בני אנוש. הסיכונים נובעים מתנאי טיסה לא יציבים, משגיאות מפעיל ומציוד פגום, שעלולים להוות סיכון פוטנציאלי לעובדי בנייה סמוכים.

דוגמאות לתפקיד אנשי הבטיחות: הכותבים מציינים שארגונים מקצועיים של בטיחות וגיהות בעבודה צריכים להזמין דוברים כדי להגביר מודעות אצל החברים בארגונים. אנשי מקצוע של בטיחות וארגונים ממשלתיים צריכים לאמץ גישה פרואקטיבית לשילוב טכנולוגית מל"טים ולעבוד בשיתוף פעולה בפיתוח הדרכות בטיחות, כדי להגביר את השימוש הבטוח בטכנולוגיה זו בענף הבנייה.

Howard, J., Murashov, V., & Branche, C. M. (2018). Unmanned aerial vehicles in construction and worker safety. American journal of industrial medicine, 61(1), 3-10. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajim.22782>



טכנולוגיה לבישה מאפשרת מעקב מותאם אישית אחר בטיחות בבנייה

"אימוץ טכנולוגיות לבישות יכול לאפשר איסוף וניתוח נתונים בזמן אמת בעובדים באתרי בנייה"

תקציר:

כתוצאה מהתאונות הקטלניות הרבות שמתרחשות בענף הבנייה, תהליך הבנייה נחשב לאחד המסוכנים ביותר. מדידה וניתוח נתונים של מידע הקשור לבטיחות חשובים לצורך פיתוח מדיניות לשיפור בטיחות. טכנולוגיות לבישות מבוססות על מערכות שונות (לדוגמה, Bluetooth, GPS), שניתן להצמיד לביגוד. אימוץ של טכנולוגיות אלו יכול לאפשר איסוף וניתוח נתונים בזמן אמת בעובדים בבנייה. המחקר מספק סקירת אפשרויות למעקב אחר בטיחות אישית בבנייה, באמצעות טכנולוגיות לבישות. המאפיינים של טכנולוגיה זו יכולים לנבא

ביצועים בטיחותיים ולזהות ולנתח שיטות ניהול בטיחות.

המחקר הנוכחי הוא סקירת ספרות (ולא ניסוי בפני עצמו), שהתמקדה בארה"ב.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517309184>

Awolusi, I., Marks, E., & Hallowell,

M. (2018). Wearable technology for personalized construction safety monitoring and trending: Review of applicable devices. Automation in construction, 85, 96-106.

זיהוי לחץ באמצעות EEG באתרי בנייה

"שימוש ב-EEG בזמן העבודה מאפשר מעקב של רמות לחץ אצל עובדים ובכך שומר על בריאותם ובטיחותם."

תקציר:

עובדים רבים בענף הבנייה סובלים מלחץ (stress), המשפיע על בטיחותם

ובריאותם. זיהוי מקדים הכרחי להפחתת לחץ זה ולניהולו. בעקבות התקדמות בתחום ה-EEG (Electroencephalogram), יש מכשירים שאפשר להצמיד לעובדי בנייה בשטח ובכך לבחון את רמות הלחץ שלהם בצורה לא חודרנית. המחקר הנוכחי מציג הליך לזיהוי אוטומטי של לחץ העובד באתר הבנייה באמצעות סיגנל של EEG.

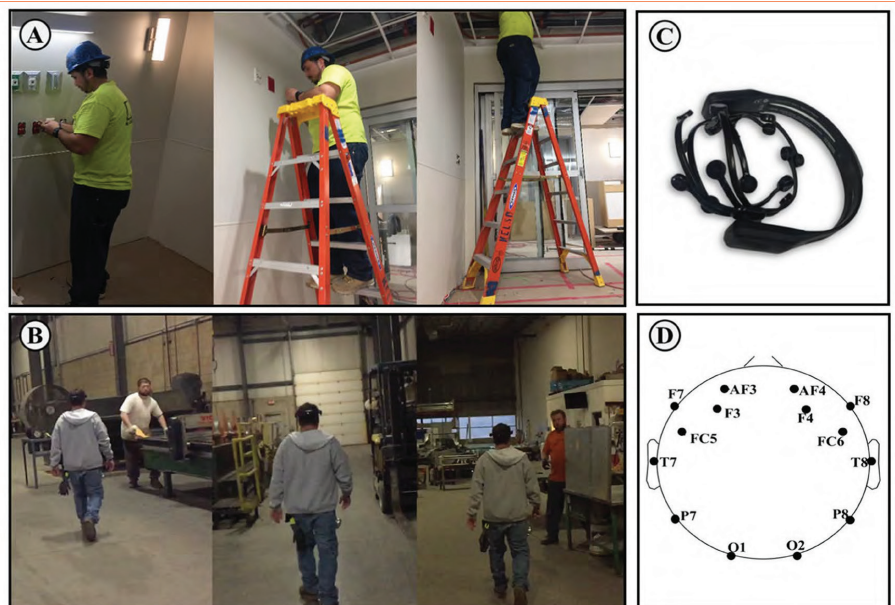
כדי לבחון את ההליך, החוקרים אספו סיגנלים של EEG משלושה אתרי בנייה: (1) שיפוץ בניין משרדים בדטרויט במישיגן; (2) שיפוץ בית חולים בגארי, אינדיאנה; (3) חנות ייצור של יריעות מתכת בוויסקונסין, מישיגן. הסיגנל נלקח מ-11 עובדים - 7 עובדים מאתרי הבנייה, אשר התבקשו לבצע פעולות חזרתיות בשלושה תנאים שונים של סיכון, ו-4 עובדים בחנות, שהתבקשו לבצע עבודות יומיומיות שונות בזמן שהותם בעבודה.

החוקרים מדדו נתונים של סיגנלי EEG של עובדים באתרי בנייה ונוסף על כך נמדדו רמות קורטיזול (הורמון לחץ) באמצעות רוק. החוקרים השתמשו באלגוריתם למדידה מבוזר כדי לזהות רמת לחץ בזמן העבודה. נמצא שווקטור תמיכה (SVM) וגישת החלון הקבוע (fixed windowing) נתנו דיוק מרבי לרמות לחץ. התוצאות מראות ששימוש בשיטה זו יכול לעזור באבחון מוקדם ללחץ העובד, ובכך לתרום לבטיחותו, לבריאותו, לרווחתו ולעילתו בעבודה.

Jebelli, H., Hwang, S., & Lee, S. (2018).

EEG-based workers' stress recognition at construction sites. Automation in Construction, 93, 315-324.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S092658051830013X?token=2EE4EA5D78ACCEEF65DE6978A66FB1C5DE784BEC163283E531EA1DF7489FBE7E273F96993A26BD49E8ECBC576DD284A5> ■



המוסד לבטיחות ולגיהות

ל"מ

ד"ר אורנית רוז,

מנכ"ל המוסד לבטיחות ולגיהות