



אינטליגנציה מלאכותית בשירות הבטיחות

בעולם של טרנספורמציה דיגיטלית, מחשבים ואלגוריתמים מסוגלים לנתח מספר עצום של תרחישים מקבילים, לזהות סכנות ולהתריע בזמן אמת • על חדשנות טכנולוגית בעולמות הבטיחות והגיהות

מאת מעוז תמיר

טכנולוג ראשי, חברת ArmourSense

בספרות מדעי המחשב בינה מלאכותית (Artificial Intelligence) מוגדרת כטכנולוגיה אשר בעזרתה המחשב יכול לחקות את התנהגות המוח האנושי. בשנים האחרונות, ראינו יותר ויותר מיזמים שהטכנולוגיה שלהם כוללת ניתוח תמונה ובינה מלאכותית, כחלק אינטגרלי מהפעילות התעשייתית והיצרנית. עם המוצרים בתחום נמנים כאלו המשמשים לזיהוי תקלות במכונות, לבקרת איכות תוצרים ועוד. במאמר זה נדגים כיצד מיישמים את הטכנולוגיה לזיהוי ולמניעת סיכונים במפעלי תעשייה בזמן אמת, וכן, תאונות אדם ומכונה.

כשהמחשב רואה טוב יותר מאיתנו דמיינו אחראי בטיחות, היושב בחדר בקרה. מולו, על הקיר, מסכים המקרינים סרטוני וידאו של הפעילות במפעל. מסך אחד מציג את שטח ההטענה של המשאיות והוא שוקק פעילות של אנשים ורכבים תפעוליים. מסך שני מציג את אחד מאולמות הייצור של המפעל, על מגוון המכונות והפעילויות המתבצעות בו. מסך שלישי מציג מחסן תוצרת גמורה ובו שורות-שורות של משטחים המאוחסנים לגובה רב.

האם אדם, מוכשר ומרוכז בעבודתו ככל שיהיה, מסוגל לצפות בכל המסכים במקביל, לזהות מקרים של כמעט-תאונה

ולספק התראה אפקטיבית, אשר תמנע תאונות בזמן אמת? התשובה היא כמובן לא.

מחשב לעומת זאת, המריץ אלגוריתם ראייה ממוחשבת, מסוגל לנתח את כל המסכים במקביל, 24 שעות ביממה, שבעה ימים בשבוע, ולעצור פעילות מסוכנת לפני שמתרחשת תאונה.

טכנולוגיה מתקדמת

ראייה ממוחשבת (Computer Vision) היא אחד התחומים הוותיקים ביותר בקרב טכנולוגיות הבינה המלאכותית. מטרתה לעבד תמונות באופן אוטומטי ולבודד מתוכן נתונים חזותיים. היא מהווה נדבך מהותי של הפתרון, אך אינה יכולה לעמוד בפני עצמה מול האתגר המורכב שעומד מולנו.

העולם המורכב של בטיחות בתעשייה דורש מאיתנו לא רק לאתר עצמים במרחב, אלא גם לזהות את סוג האובייקט (Object Detection) ואת יחסי הגומלין המתרחשים במרחב בינו לבין סוגי האובייקטים האחרים במפעל. עלינו לעקוב באופן רציף אחרי מסלול התנועה של האובייקט, כולל המהירות שבה הוא נע והכיוון שלו, להבין מראש לאן הוא צפוי להגיע ובאיזו נקודת זמן, והאם פעולה

זו עשויה לייצר עיכור או עבור אובייקט אחר פוטנציאל לסיכון (Anomaly detection).

דוגמאות מהשטח

נחזור למצלמות חדר הבקרה הווירטואלי, שתיארנו בפסקה הראשונה. נתחיל במצלמה הממוקמת מעל שטח ההטענה במפעל. האלגוריתם מזהה את האובייקטים הנעים בשטח ומקטלג אותם לפי המאפיינים שלהם, לדוגמה: אדם, מלגזה, משאית, עגלה ועוד. המטרה היא לשמור על העובדים בשטח, לוודא שאף אדם לא ייפגע מכלי רכב. עבור כל אובייקט מסוג אדם מתבצעת בדיקה לגבי קרבתו לכלי רכב הנמצאים בסמיכות אליו ובתנועה. כדי שלא נייצר התראות שווא, חייבים לוודא כי ההתראות ניתנות במצבי סיכון אמיתיים ולא במקרים בשהם יש קרבה אך היא אינה מסכנת.

אחת השאלות שחוזרות על עצמן היא: "איך האלגוריתם יודע מה נכון ומה לא נכון, מה מסוכן ומה תקין?". התשובה על כך היא שתהליך הלמידה של האלגוריתם לעולם אינו מסתיים. כל אובייקט חדש, שנקלט במצלמה, כל תנועה וכל אירוע מוזנים ומנותחים על ידי המערכת ומלמדים אותה לחדד את האבחנה בין פעילות בטוחה ותקינה לפעילות מסכנת חיים.



צילום: באדיבור חברת armoursense

העולם המורכב של בטיחות בתעשייה דורש מאיתנו לא רק לאתר עצמים במרחב, אלא גם לזהות את סוג האובייקט (Object Detection) ואת יחסי הגומלין המתרחשים במרחב בינו לבין סוגי האובייקטים האחרים במפעל

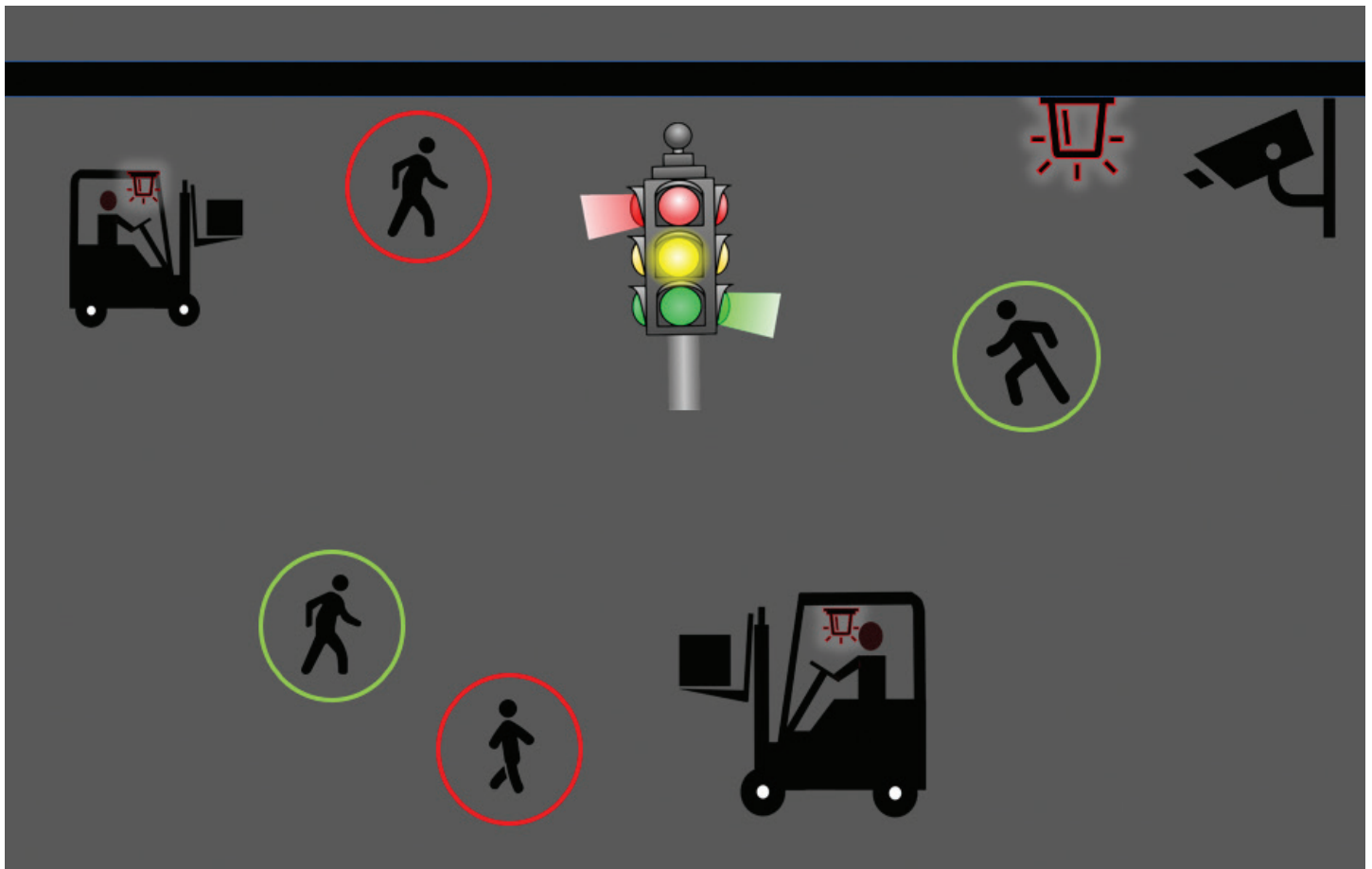
המכונה וביצוע פעילות הייצור. על המדף היו מברגים, פלאיירים, סכינים יפניות, וכן, להבים חלופיים. עד כאן הכול תקין. הסיטואציה המסוכנת התחילה כאשר אחד העובדים הבחין שלהב הסכין אינו חד מספיק וכאשר רצה להחליפו גילה כי לא נשארו בעמדה שלו להבים חדשים. מה הוא עשה? ניגש לעמדה של עובד אחר לקחת משם להב חדש. גם זה תקין. הבעיה נבעה מכך שהוא לא הניח מידו את הסכין בעת שנע ממכונה למכונה, והלהב, שאולי לא היה חד מספיק כדי לחתוך את חומרי הגלם, היה חד מספיק כדי להינעץ בזרוע העובד השכן ולפצוע אותו. כפי שתיארנו בהתחלה, כיום הטכנולוגיה נמצאת במצב שבו ניתן לזהות לא רק אובייקט מסוג סכין יפנית, אלא גם את

נמשיך לתוך אולם הייצור. המערכת בוחנת אם העובדים הנכנסים לאולם לבושים בצידוד המגן שהגדיר ממנה הבטיחות כנדרש באזור עבודה זה. היא ממשיכה ומנתחת את הפעילות של כל אחד מהעובדים מול המכונות שבאולם. המערכת למדה את אופני ההפעלה הנכונים והתקנים של המכונות והיא מתריעה כאשר היא מזהה פעילות חריגה ומסוכנת.

למנוע סיכונים

דוגמה המסבירה היטב את נושא האנומליה היא האבחנה בין שימוש תקין בסכין יפנית לבין שימוש מסוכן. באתר שלעיל, קיימות שש מכונות, הממוקמות זו ליד זו. בצמוד לכל אחת מהן נמצא מדף ועליו הצידוד הנדרש להפעלת

המשך בעמוד הבא <<



צילום: באדיבות חברת armoursense

המוטיבציה של העובדים ברורה, הם שואפים להגיע למקסימום תפוקה כדי לעמוד ביעדים שהוגדרו להם

מנגנוני הבטיחות. המוטיבציה של העובדים ברורה, הם שואפים להגיע למקסימום תפוקה כדי לעמוד ביעדים שהוגדרו להם. עובד המחבל במכסה מגן, מצלמה או בסנסור תנועה, המותקנים על המכונה, אינו עוצר לחשוב שהוא מסכן את עצמו או את הקולגות שלו, המשתמשים גם הם באותה מכונה.

גם כאן, מיושמת אותה אלגוריתמיקה של ניתוח תמונה ולמידה ממוחשבת. בשלב הראשון, המערכת מאמנת את עצמה לזהות תצורות עבודה תקינות, העושות שימוש במנגנוני הבטיחות המובנים. לאחר אימון של כמה ימים, ולעתים אף כמה שעות, המערכת מתחילה להתריע כאשר מתבצעות חריגות ועבירות בטיחות. בשונה מאמצעי בטיחות הנמצאים בהישג ידם של העובדים, מצלמות המערכת אינן נגישות

« המשך מעמוד קודם

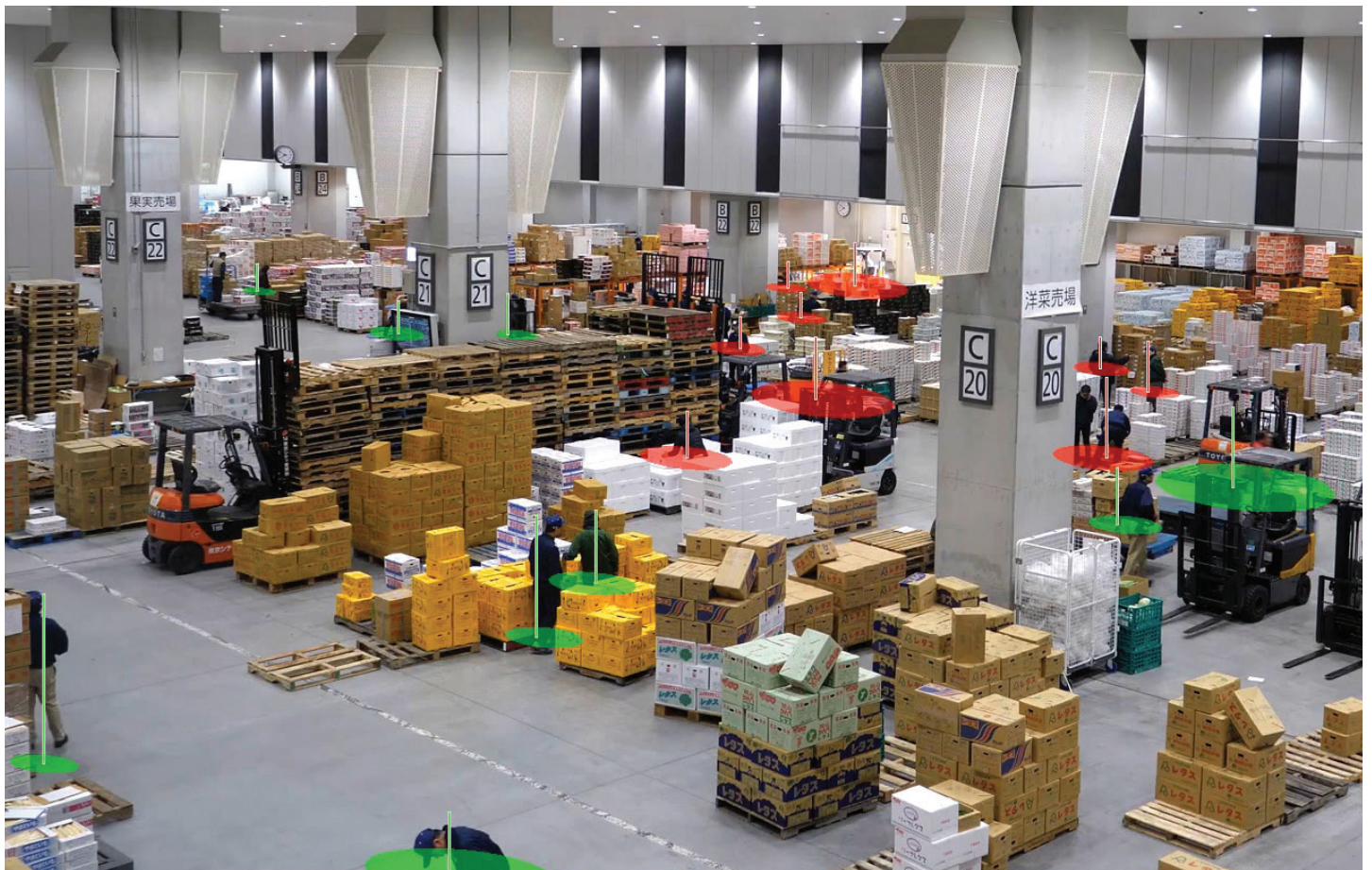
הסיטואציה המדויקת שבה הוא הופך למסוכן לעובדים.

לנטרל "מעקפים יצירתיים"

בדוגמה האחרונה נעסוק באופן שבו ניתוח וידאו, שמגיע ממצלמה אחת, הנמצאת במקום אסטרטגי וצופה על השטח התפעולי כולו, מאבטח את השטח כולו כמכלול.

כדי להפוך את הדוגמה למאתגרת נעסוק באולם ייצור מתקדם במיוחד, המשופע במכונות אוטומטיות וזרועות רובוטיות. מכונות כאלה חשובות מאד לייעול הייצור. הן מגבירות את קצב הייצור ומקצרות תהליכי עבודה והן חלק אינטגרלי ממהפכת ה-industry 4.0, הדוחפת את עולם התעשייה קדימה. המכונות האלה מגיעות כמעט תמיד עם מנגנוני בטיחות מובנים.

על פניו, זה אמור להיות המקום הבטוח ביותר במפעל, אולם, בראיונות שערכנו עם מנהלי בטיחות במפעלים, עלתה תמיד הנקודה של המעקפים היצירתיים שהעובדים מבצעים כדי לנטרל את



צילום: באדיבות חברת armoursense

התראה סביבתית מעניינת נוספת היא שימוש ברמזורים. רמזורים לבקרת תנועה קיימים כבר שנים לא מעטות במפעלים אך עובדים בתצורה של מחזוריות פשוטה. לעומת זאת, רמזורים המנהלים ע"י מערכת של ניתוח תמונה יציגו אור אדום רק בעת סכנת התנגשות ויחסכו זמן עבודה רב. מניעת פגיעה ממכונת ייצור משלבת התראה סביבתית עם פעולה מאבטחת על גבי המכונה עצמה הנעה בין עצירת העבודה וכיבוי המכונה לבין שיתוף פעולה מול יצרן המכונות להוספת מנגנונים לניטרול הסכנה. ●

פרטים נוספים באתר
www.armoursense.com

מסכנת ואופנים מומלצים למניעת התאונה. אפשרות נוחה היא מתן התראה בסביבת העבודה ושימוש במנורה מהבהבת משולבת בסירנה הממוקמות בנקודה מרכזית בשטח המאובטח וכן בהתראה קולית ייעודית. היתרונות של שיטה זאת הם הפשטות היחסית שלה ליישום וכן חשיפת ההתנהגות המסוכנת באופן מיידי למנהלים הנמצאים במרחב הפעילות כולו. אפשרות נוספת היא מתן התראה על גבי המכונה עצמה. במקרה של כלי רכב, מלגזה למשל, ההתראה ניתנת גם באופן סביבתי כדי להזהיר את הולך הרגל וכן על גבי המלגזה עצמה. ההתראה על כלי הרכב מתבססת על קול/אור ואף על מסך מידע הדומה לזה המותקן במכוניות נוסעים.

עבורם ואי אפשר לחבל בהן ולשבש את פעילותן ללא תיעוד של מבצע הנזק.

בטיחות דינמית

מפעלי תעשייה ומחסנים לוגיסטיים הם אזורים בעלי רמת סיכון גבוהה לעובדים בהם. שימוש בטכנולוגיות שסקרנו מייצר מעטפת בטיחות כוללת למתקן כולו, על התהליכים הרבים המתרחשים בו מדי שעה ושעה של פעילות. בעזרת האלגוריתמים של למידת המכונה, המערכת לא מפסיקה ללמוד לרגע. היא מזהה היווצרות מכשולי בטיחות פיזיים, מגמות בפעילות מסכנת של עובדים ומספקת למנהלים את הביטחון הנדרש להם בתכנון ובבקרה של הבטיחות המפעלית.

הטכנולוגיה מיושמת בפתרון הבטיחות של חברת ArmourSense, שעוסקת בזיהוי מוקדם ומניעת תאונות במרכזים לוגיסטיים ובמפעלות תעשייה, באמצעות למידת מכונה ואנליזת וידאו.

התראות

נסקור מספר דרכים לביצוע התראות של המערכת על התרחשותה של פעילות

האם אדם, מוכשר ומרוכז בעבודתו ככל שיהיה, מסוגל לצפות בכל המסכים במקביל, לזהות מקרים של כמעט-תאונה ולספק התראה אפקטיבית, אשר תמנע תאונות בזמן אמת? התשובה היא כמובן לא. מחשב לעומת זאת, המריץ אלגוריתם ראייה ממוחשבת, מסוגל לנתח את כל המסכים במקביל, 24 שעות ביממה, שבעה ימים בשבוע