

כנס מיט"ל 2026 אקספו תל אביב

בניה ושימוש בבוט בינה מלאכותית (AI) להטמעת הנחיות תכן בהנדסת מבנים

מעבר מצריכה פסיבית להבניה אקטיבית של ידע

SCE - המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון
המחלקה להנדסה בניין

מרצה: דר' ליבוביץ אורית

על מה נדבר היום?

- הסיבה לפיתוח הבוט
- האתגר הפדגוגי
- מתודולוגיה – הנדסת הידע
- הבוט כ"חונך חכם"
- מגבלות ואסטרטגיית החרגה
- ממצאים ראשוניים סיכום ומסקנות

המהפך ברגולציית התכן בישראל (הקשר והצורך)

ענף הנדסת המבנים מצוי בעיצומו של שינוי רגולטורי נרחב, במסגרתו מוחלפת התקינה הישראלית הישנה בתקנים חדשים המאמצים את התקינה האירופית (Eurocodes) לצד נספחים הלאומיים. המעבר מציב מחסום כניסה מורכב עבור סטודנטים ומהנדסים צעירים בשל:

- מעבר לשפה אנגלית מקצועית.
- מבנה היררכי חדש ומורכב של מסמכים ותקנים.
- דרישה ליכולת ניתוח טקסטואלית גבוהה, הכוללת קושי בניתוח מסמכים רחבי היקף.

האתגר הפדגוגי (החשש מ-AI)

החשש המרכזי באקדמיה הוא יצירת למידה שטחית. ה-AI נתפס לעיתים כ"מנוע תשובות" המעודד פסיביות וחוסר ביקורתיות מצד הלומד.

הפתרון טמון ב"עיצוב אקטיבי" של בוטים מותאמי-מקצוע.

- שימוש בטכנולוגיה כ"חונך חכם" (Intelligent Tutor).
- הפיכת הסטודנט למשתמש פעיל וביקורתי בסביבת הלמידה.
- חיזוק הביטחון המקצועי בתחומים הנדסיים קריטיים.

מתודולוגיה – הנדסת הידע (החידוש)

תהליך הפיתוח דרש מהמרצה שלושה שלבים קוגניטיביים:

1. פרוק (Deconstruction): ניתוח התקן זיהוי ההבנות, העקרונות, ההנחיות והפרמטרים הקריטיים לתכן.
2. ארגון מחדש: בניית היררכיית ידע המנגישה מידע בצורה לוגית וקוהרנטית למודל.
3. תיקוף (Validation): בדיקת דיוק המענה במקרי קצה הנדסיים למניעת שגיאות תכן בטיחותיות.

הבוט כ"חונך חכם" (תהליך הלמידה)

- גישת החונך החכם (Intelligent Tutor): במקום לספק תשובה נכונה במידה ושגה או לא מענין לענות, הבוט מייצר 'רמיזי למידה' (Learning hints) – רמזים וסימוכין מנומקים לסעיפי התקן הרלוונטיים למענה.
- דוח רפלקטיבי: הפקת סיכום מקיף של התשובה הנכונה בסוף כל שאלה (במקרה של תשובה נכונה או שגויה) הכולל הפניה לכל סעיפי התקן הרלוונטיים.
- הערכה מעצבת: הפקת דוח רפלקטיבי בסיום התהליך הממפה את נקודות החוזק ואת הפערים בידע, תוך זיקה ישירה לסעיפי התקן.

מגבלות ואסטרטגיית החרגה (התמודדות עם הזיות)

זהירות: סכנת "הזיות" (Hallucinations):

מודלי שפה (LLMs) מתקשים לעיתים בהשגת מהימנות חישובית מספרית מדויקת

ניהול סיכונים טכנולוגיים:

החרגת רכיבים חישוביים טהורים בשל מגבלות המהימנות של מודלי שפה (LLMs) והסיכון ל"הזיות" (Hallucinations) בתחום המספרי.

מיקוד בביצועי הבנה:

תיעדוף של הבנה מושגית עמוקה וניתוח טקסטואלי של עקרונות התכן – 'מתי, למה ואיך' במקום רק 'כמה'.

מקרה בוחן (תכן מבנים לרעידות אדמה)

יישום יישומי:

- ❖ שילוב אינטגרלי של הכלי כ'מתווך חכם' לפיצוח טקסטים הנדסיים מורכבים (תקן ישראלי EC8/413) בקורס 'תכן מבנים לעמידות מבנים לרעידות אדמה'.
- ❖ הלמידה בוצעה במהלך כל הסמסטר דרך סימולציות של שאלות הבנה המבוססות על הרציונל ההנדסי ועקרונות התכן של התקן.
- ❖ שימוש במענה המפורט של הבוט כמאגר לבסיס ידע להבנת סעיפי התקן השונים.

ממצאים ראשוניים ותובנות:

- ❖ ממצאים איכותניים ראשוניים ומשוב לומדים:
- ❖ צמצום משמעותי בתחושת אי-הוודאות בישום התקן החדש.
- ❖ שיפור ביכולת הניווט וההסתמכות על סימוכין נורמטיביים.
- ❖ עלייה בתחושת המסוגלות המקצועית.
- ❖ דיוק בסימוכין: נצפה שיפור ניכר ביכולת הסטודנטים בהסתמכות על סעיפי התקן הנכונים במציאת פתרונות הנדסיים.
- ❖ הבנה מהותית: מעבר משינון פרוצדורות טכניות להבנת הרציונל הפיזיקלי וההנדסי שמאחורי ההנחיות.
- ❖ פיצוח טקסטים: תיווך חכם, מונחה וממוקד של שפה הנדסית זרה ומבנה רגולטורי מורכב.

סיכום ומסקנות

- הטכנולוגיה אינה מחליפה את שיקול דעתו של המהנדס, אלא מעמיקה את הבנתו בסט החוקים המגדיר את בטיחות בתכן המבנה.
- הטמעת בוט ה-AI הופכת את תהליך הלמידה לחוויה אקטיבית ומשמעותית, המחזקת את הכשרת דור המהנדסים הבא בעידן של תקנים דינמיים ומורכבים.
- תפקיד המרצה משתנה מרק הוראת והקראת התוכן גם לעיצוב ותכנון חוויית למידה דיגיטלית מבוססת AI.
- פוטנציאל הרחבה: מתודולוגיית הנדסת הידע ישימה לכל תחום מקצועי מבוסס רגולציה ותקנים.

תודה על ההקשבה

אשמח לענות על שאלותיכם