

מודלי שפה (LLM) - השתלמות מתקדמת למורי תיכון: יישומים ב-AI בעזרת Gemini API בפייתון וג'אווה

כתבו:

רחל פרלמן, הוראת מדעי המחשב והנדסת תוכנה

עודד אלידע, Google

במגמת הנדסת תוכנה ניתנת לתלמידים האפשרות ללמוד בהיקף של עד 10 יחידות לימוד – 5 יח"ל במקצוע המוביל מדעי המחשב ו-5 יח"ל במקצוע ההתמחות תכנון ותכנות מערכות. מקצוע מדעי המחשב כולל שני מסלולי בחינה: מסלול בסיס בן 3 יח"ל ומסלול משולב הכולל תוספת של 2 יח"ל השלמה ל-5 יח"ל. סמל הבחינה להשלמה ל-3 יח"ל הוא 899371, ול-5 יח"ל סמל הבחינה 899271. בנוסף, קיימת מטלת ביצוע בהיקף של 1 יח"ל, בסמל הבחינה 899373.

במסגרת מקצוע ההתמחות 5 יח"ל – תכנון ותכנות מערכות (סמל בחינה 883589), על התלמידים לבחור אחת מבין ארבע חלופות תוכן: למידת מכונה (Deep Learning), הגנת סייבר ומערכות הפעלה, פיתוח אפליקציות למכשירים חכמים (טלפונים חכמים), או שירותי אינטרנט, תכנות אסינכרוני ומסדי נתונים. כל אחת מהחלופות נועדה לאפשר לתלמידים להעמיק בתחום טכנולוגי עכשווי ומתקדם, תוך פיתוח יכולות תכנות, חשיבה יצירתית ופתרון בעיות באופן מעשי.

בשנת 2020 פותחה על ידי משרד החינוך תכנית לימודים ייחודית ללמידה עמוקה (Deep Learning), המתמקדת בהכרת תחום למידת המכונה ויישומיו דרך תכנות מתקדם וניתוח נתונים. תכנית זו משלבת עקרונות מתקדמים של בינה מלאכותית יחד עם פרויקטים מעשיים, ומאפשרת לתלמידים לפתח פתרונות לבעיות אמיתיות תוך שימוש בכלים עכשוויים. עם זאת, נכון לשנת תשפ"ה רק כ-300–500 תלמידים לומדים את החלופה בפועל, וכ-30 מורים בלבד מלמדים אותה באופן פעיל, מה שמעיד על האתגר בהוראת החופה.

בשנת 2023, במהלך פגישה בין הפיקוח על הוראת מדעי המחשב לבין שר החינוך, ח"כ יואב קיש, הובע רצון להרחיב את לימוד תחום הבינה המלאכותית כך שכל תלמיד במדעי המחשב ייחשף אליו, תוך הדגשת הרלוונטיות התחום לעתיד התלמידים והמשק בישראל. עם זאת, עלה אתגר מרכזי – הדרישה המתמטית הגבוהה של תחום הלמידה העמוקה, שאינה בהכרח מתאימה לכל תלמידי המגמות. על אתגר זה נפרט בגיליון הבא של "היבטים".

לכן, נדרשה חשיבה יצירתית כיצד לשלב רכיבי בינה מלאכותית ולמידת מכונה בכלל ההתמחויות בהנדסת תוכנה, גם במקרים שבהם התלמידים אינם לומדים מתמטיקה ברמה של 5 יח"ל. המענה לכך בא לידי ביטוי בפיתוח מערכי שיעור, פרויקטים ותרגולים המשלבים אלגוריתמים של למידה חישובית, עיבוד נתונים ויישומי בינה מלאכותית באופן נגיש, הדרגתי ומותאם ליכולות שונות.

מטרת מהלך זה היתה להנגיש את תחום הבינה המלאכותית לכל תלמיד במדעי המחשב – לא רק כמושג עיוני, אלא כחוויה מעשית של תכנות, חקירה, פתרון בעיות ויצירתיות – ולהבטיח שתלמידי ישראל יעמדו בחזית החדשנות העולמית.

לאור הצורך להרחיב את שילוב הבינה המלאכותית בכלל ההתמחויות בהנדסת תוכנה – ולא רק בחלופה הצרה של "למידה עמוקה" – פנתה רחל פרלמן מהפיקוח על הוראת מדעי המחשב לדוד קדוש מחברת Google ישראל, על מנת לבחון פתרון מערכתי ליישום החזון. מתוך שיתוף פעולה זה נולדה השתלמות

מקוונת פורצת דרך, שפותחה במרכז הפיתוח של Google Israel בשותפות עם הפיקוח על הוראת מדעי המחשב ומרכז המורים הארצי (הטכניון). מטרת ההשתלמות היתה להכשיר את מורי הנדסת התוכנה לשלב את Gemini API בתהליכי ההוראה והלמידה בכיתה, כך שתלמידי תיכון יתנסו בפיתוח קוד משולב AI כחלק מההוראה השוטפת – ולא רק בפרויקטים מיוחדים של הערכה חלופית. ההשתלמות חרגה מאוריינות AI או תיאוריה והתמקדה באינטגרציה תכנותית (API-based). עם רישום מרשים של 397 מורים – שכולם סיימו את ההשתלמות בהצלחה – נרשם תקדים חסר-תקדים בהיקף ובהשפעה של הכשרות מורים במדעי המחשב, וזאת אף על פי שההשתתפות התקיימה לפני שתכנית הלימודים הרשמית טרם עודכנה בהתאם.

אוכלוסיית היעד כללה 397 מורי הנדסת תוכנה בבתי הספר התיכוניים בישראל, אשר התקבלו להשתלמות בהתאם לקריטריונים הבאים: תעודת הוראה במדעי המחשב או בהנדסת תוכנה, היעדר רקע קודם בלמידה עמוקה (ההשתלמות היתה מיועדת למתחילים), וחשבון Google מאומת לגילאי 18 ומעלה (תנאי הכרחי לקבלת מפתח ל-Gemini API). ההשתלמות הוכרה לגמולי "עוז לתמורה" ו"אופק חדש", והמשתתפים ייצגו חתך מגוון של קהילת מורי המחשבים בארץ: כ-60% מהם בעלי תואר שני, 30% תואר ראשון, 5% הנדסאים או מסיימי הסבות אקדמיות, ו-3% בעלי תואר דוקטור. תחומי ההוראה של המורים כוללים את פיתוח אפליקציות מובייל ("טלפונים חכמים"), 5 יח"ל מדעי המחשב, שירותי אינטרנט ומסדי נתונים, הגנת סייבר, מערכות הפעלה, פייתון בחטיבת הביניים ולמידת מכונה. גיוון זה אפשר בחינה שיטתית של המעבר להוראה משולבת AI, כולל הבנת התכנים, עמדות כלפי שילוב זה, ופרקטיקות בהוראת מחשבים. נציין כי הדרישה לחשבון Google מאומת מעל גיל 18 מהווה חסם מהותי לשילוב תכנים אלה בכיתות, עובדה המחדדת את הצורך בפתרון מערכתי על מנת לאפשר לתלמידים גישה לכלי ה-AI כחלק משגרת הלמידה.

ההשתלמות התקיימה בין פברואר לאפריל 2025, כללה תשעה מפגשים: שמונה סינכרוניים שבועיים לצד מטלות אסינכרוניות, וכנס מסכם ב-4.5.2025. מרכיבי ההערכה כללו חמש מטלות-בית שבועיות בנושאי פרומפטינג, הרחבת קוד, ושילוב Gemini API בקוד קיים. בנוסף, כל משתתף ביצע פרויקט גמר – פיתוח אפליקציה או מודול קוד הכולל שילוב של Gemini API, תוך ממשק משתמש גרפי (GUI) או טקסטואלי (CLI). ההערכה הסופית התבססה על שקלול 60% עבור הפרויקט ו-40% עבור המטלות השוטפות. תנאי המעבר בהשתלמות עמד על ציון 60 ומעלה ונוכחות מלאה במפגשים.

ההשתלמות התבססה על תשתיות דיגיטליות מגוונות שאפשרו עבודה מעשית ויישום בתכנות של תכני הבינה המלאכותית. המשתתפים התנסו בעבודה עם Gemini Chatbot (בגרסה החינמית או המתקדמת), הפיקו מפתחות API באמצעות Google AI Studio, ופיתחו פרויקטים בסביבות פיתוח כגון Google Colab ו-Android Studio. מאגר קוד שיתופי נוהל באמצעות Git והיווה פלטפורמה לשיתוף פתרונות, הרחבות והדגמות קוד בין המשתתפים לאורך ההשתלמות.

במהלך הקורס התקיימו תשעה מפגשים מובנים, ולצדם מפגש בלתי-רשמי נוסף. כל מפגש התמקד במשלב אחר בעבודה עם Gemini ובשילובו בהוראה ובפיתוח פרויקטים. בשלושת המפגשים הראשונים (1-3) עסקנו בהיכרות עם המשתתפים וסביבות העבודה של Gemini, בהנדסת פרומפטים, ובכתיבה, בדיקה ו-Debugging של קוד. המטרה הייתה יישור קו בין כלל המשתתפים. אולם עבור מי שכבר הגיע עם ניסיון קודם התוכן נתפס כמוכר ופחות מאתגר.

הלב הטכנולוגי של הקורס התקיים במפגשים 4-5: חיבור Gemini API לאנדרואיד ול-Python, ואינטגרציה מלאה של יכולות AI בפרויקט אנדרואיד. דווקא בשלב זה נרשמה היעדרות של חלק מהמשתתפים, שסברו בטעות כי הקורס כולו יישאר ברמת הפתיחה שהכירו מהמפגשים הראשונים.

במפגשים 6-8 עברנו ליכולות מתקדמות: ניתוח תמונה, קוד מרובד ו-function calling; הערכת ביצועי Gemini באמצעות מדדים אמפיריים, מנגנוני הערכה אוטומטיים (auto-evaluators) ומאגרי נתונים סינתטיים. ולבסוף תרגול מתקדם והכוונה לפרויקט. מטרת-העל הייתה העמקה במודלים ופתרון בעיות נפוצות, אך עבור חלק מהמורים התוכן היה מורכב. בנוסף, נערכה הרצאה ייעודית על embeddings, RAG ויישום chatbot: מפגש שלא הופיע רשמית בסילבוס, אך בפועל היווה נדבך תוכני מתקדם נוסף שנפתח בפני כלל המשתתפים.

להלן נתאר את המפגשים.

11.2.2025 - מפגש 1: היכרות, רישומים, הגדרת סביבות Gemini והדגמות בסיסיות. במפגש הראשון, המרצים מ-Google Israel הציגו את שלושת יעדי ההשתלמות, פיתוח חשיבה "AI-first" באמצעות Gemini כעוזר אישי, שימוש ב-Gemini כ-pair-programmer לכתיבת ובדיקת קוד, ושילוב Gemini API באפליקציות לצורך פיתוח סוכני AI, ובכך יישרו קו מושגי בין המשתתפים. לאחר הצגת הצוות והלו"ז הכולל, נפתח דיון תיאורטי: מהי בינה מלאכותית, כיצד Generative AI מייצר תוכן חדש על סמך דפוסים של דאטה עצום, וכיצד מודלים שפתיים גדולים (LLM) חוזים את המילה הבאה על-פי הסתברות ומגרילים בין חלופות סבירות. החלק הפדגוגי הדגיש מיפוי יכולות של AI, ליווי למידה, יצירת רעיונות, תשובות עובדתיות, סיוע בקוד וניתוח נתונים, והודגם באמצעות משימות כיתתיות כמו הכנת שיעור וכתיבת שאלות בחינה. לבסוף הוגדרו משאבי העבודה: חיבור לצ'ט-בוט Gemini (חינמי או Google AI Studio), (Advanced להפקת מפתח API), וסביבת פיתוח עצמאית (PyCharm/Android Studio), לצד מנגנון למידה המשלב מפגשי Google Meet, חדרי תרגול, פרויקט אישי וערוץ Q&A רציף. פגישה זו הניחה כאמור את היסודות המדעיים והיישומיים שעליהם ייבנו יחידות ההמשך והערכת האימפקט במחקר. מצגת המפגש הראשון מופיעה [כאן](#).

למידה ותובנות מן המפגש (11.2.25)

מתשובות המורים לשאלה "שלושה דברים שלמדתי במפגש 11.2.25" עלו מספר נושאים מרכזיים. מורים רבים דיווחו כי המפגש העמיק את היכרותם עם עקרונות הפעולה של בינה מלאכותית, ההיסטוריה של התחום והמבנה של מודלים לשוניים גדולים, כאשר אחד מהם ציין כי למד על "היסטוריה של ה-AI, מנגנון עבודה סמנטי, איך לעשות קוד בלוקס במסמכים", ואחר הוסיף כי הבין "מה זה LLM, מה הנקודות ההיסטוריות החשובות, ועוד כלים של AI".

בנוסף, הודגש הערך של ההיכרות המעשית עם Gemini API והדגמות הקוד, למשל מורה שתיאר "השילוב של קטעי קוד בשפות Python, Java ואנדרואיד, יחד עם הדגמות חיות של Gemini API" ואחר שציין כי נחשף לכך ש-"לא ידעתי שאפשר לשלב את ג'ימיני באנדרואיד סטודיו". היו גם מי שהתרשמו מהיכולת של הכלים לשמש בהוראה, כמו המורה שכתב שלמד "כיצד לבנות שאלות למבחן בעזרת AI ולדייק את הבקשה כדי לקבל שאלות איכותיות יותר".

חלק מהמורים התייחסו לחשיבות של חידוד הפרומפטים כדי לשפר את התוצרים, למשל "להגיד ל-Gemini 'אתה...'- זה מסביר לו מי הוא, באיזה סגנון לענות", בעוד אחרים התמקדו ביכולות נוספות כגון "שימוש ב-AI כדי לכתוב קוד, להנחות נכון את הפרומפט, להכניס טקסט ותמונה רלוונטית".

המפגש, שהועבר בשיתוף מהנדסי גוגל, נתפס כמקצועי ומעורר השראה, כאשר אחד המשתתפים תיאר כי "העובדה שהמפגש הועבר על ידי צוות מהנדסי גוגל בהובלת מר דוד קדוש נתנה תחושת ביטחון, אמינות ומוטיבציה להמשיך ללמוד ולהתפתח בתחום", ובמקביל הודגש כי מדובר בעולם תוכן רחב הדורש העמקה נוספת – כפי שסיכם אחד המורים: "יש המון כלים שעדיין לא מכיר".

יישום מתוכנן בכיתה לאחר המפגש (11.2.25)

המורים הציעו מגוון רחב של רעיונות ליישום התובנות מהמפגש בכיתותיהם. חלקם תכננו לערוך שיעור העשרה בנושא AI תוך "הצגת סביבת Gemini, ההיכרות עם הפלטפורמה והדוגמאות", בעוד אחרים התמקדו בשילוב כלים מעשיים כמו "שימוש ב-API מתוך הקוד" או "זיהוי עצמים בתמונה באפליקציה של התלמידים". מספר מורים תיארו את רצונם "להראות את הכלים לתלמידים, לדעת איך לחקור בעזרתו ולדעת איך לשלב אותו בצורה חכמה", ואחרים ראו בו אמצעי ל"היעזרות ב-AI לתכנות, כתיבת בוחן בעזרת AI, והכנת תרגילים מותאמים".*

היו גם מורים שצינו יישומים יצירתיים יותר, כגון "להשתמש ב-GEMINI לאיתור תקלות בקוד" או "לתת לתלמידים ללמוד נושא באמצעות שיחה עם AI", לצד כאלה שתכננו לשלב את הכלי בפרויקטים קיימים – "להכניס את השימוש ב-Gemini API כבר בפרויקטים בהנדסת תוכנה". חלקם התייחסו לחשיבות של חשיפה כללית, למשל "חשוב מאוד לעשות חשיפה לתלמידים לסקירה וההגדרה של הבינה המלאכותית, ואחר כך הדגמת כלי עם דוגמאות".

לצד ההתלהבות, חלק מהמשיבים הביעו זהירות או המתנה, כמו מורים שצינו "אני עוד לא יודעת... רק התחלנו" או "בינתיים לא", מה שמעיד על כך שחלק מהיישומים דורשים הבשלה נוספת והתנסות לפני שילובם בפועל בשיעורים.

בתשובות לשאלה "מה לדעתך יעודד מורים להתחיל ללמד את נושא ההשתלמות השנה?" עלו מספר תמות מרכזיות. מורים רבים הדגישו את הצורך בחומרי הוראה מוכנים – "מערכי שיעור מוכנים מראש", "חומרי הוראה איכותיים ומוכנים לשימוש", ו-"קיצור זמן משמעותי לבניית שיעורים". לצד זאת, עלה הצורך בדוגמאות יישומיות – "דוגמאות רצות וקלות להשמה", "דוגמה פשוטה ליישום בכיתה המשתלבת בנושאי הלימוד השוטפים" ו-"דוגמאות מה ניתן ללמד ואיך ללמד". מורים אחרים הדגישו את חשיבות התמיכה המקצועית והליווי – "הצמדת מנטור לבית הספר שיחזיק למורים את היד", "ליווי מורים", ו-"תמיכה והתנסות מעשית". תמה חוזרת נוספת הייתה הצורך בחשיפה והיכרות מעמיקה – "היכרות טובה עם כלי ה-AI", "ידע חדש" ו-"הבנה שנושא חשוב וייעל להם את העבודה". לבסוף, מספר מורים ציינו כי נדרש זמן ומשאבים – "זמן, זמן, זמן", "תוספת שעות", ו-"תקציב למשחקים ו-API Key לג'מיני". שילוב של הכשרה מעשית, דוגמאות מוכנות, ליווי מקצועי ומשאבים מתאימים עשוי, לפי המשיבים, להאיץ את תהליך ההטמעה של הנושא בבתי הספר כבר השנה.

18.2.2025 - מפגש 2: הנדסת פרומפטים לביצוע משימות מורכבות; תרגול מונחה. במפגש 2, שהוקדש להנדסת פרומפטים וליישום עקרונות "AI-as-assistant", המשתתפים למדו כיצד לנסח הנחיות אפקטיביות

לג'מיני תוך מסגור משימה, הגדרת תפקיד-AI, מתן הקשר רחב ודוגמאות רלוונטיות, קביעת פורמט-פלט וביצוע סבבי-עידון איטרטיביים. המרצים הדגישו את ממשק הצ'ט, אפשרויות העלאת קבצים והבנת "חלון ההקשר", הטווח המוגבל של קלט שהמודל "רואה", והדגישו את הצורך בבדיקת-אמת (double-check) עקב טעויות אפשריות במודל. לאחר סקירת ארבעה עקרונות-על ("ה-AI כסייען אישי", "מדבר בשפת בני-אדם", "דורש השגחה", "משתפר מיום ליום"), המשתתפים ביצעו שבע משימות מדורגות: כתיבת מכתב להורים בעקבות כישלון במתכונת, יצירת שאלה למבחן ומחון הערכה, גיבוש שיעור המבוסס על אנלוגיות, הערכת תשובת-תלמיד, הנבטת רעיונות, שאילת שאלות על מסמך ובעיבור נתונים מטבלה. המפגש נערך במתכונת שיעור סינכרוני בגוגל-מיט, עם הדגמות חיות, תרגול עצמי וערוץ Q&A בזמן אמת, והכשיר את המורים להפוך את הפרומפטנינג לתהליך פדגוגי שיטתי לקראת שילוב Gemini API בקוד במפגש הבא. מצגת המפגש השני מופיעה [כאן](#).

למידה ותובנות מן המפגש (18.2.25)

במפגש שנערך ב-18.2.25, רוב המשובים הדגישו כי הנושא המרכזי שנלמד היה עקרונות כתיבה ושיפור של פרומפטים (Prompt Engineering), תוך שימת דגש על דיוק ההנחיות, מתן הקשר, והגדרה ברורה של התפקידים בשיח עם המערכת. מורים ציינו כי למדו "כיצד לכתוב בצורה יצירתית שאלות לתלמידים" וכי "בנייה מדויקת של פרומפט תורמת לתשובה מוצלחת", תוך הבנה ש"צריך לפרט ולחדד את הפרומפט, להגיד לו מי אנחנו ומה אנחנו רוצים". לצד זאת, הודגש גם הצורך בחשיבה ביקורתית – כפי שנכתב "לא לקחת את תשובת הבינה המלאכותית כ-100% אלא לקרוא ולבדוק אם הגיוני ואם נכון" וכן "ה-AI לא תמיד צודק, צריך לבדוק את המידע המתקבל". מורים אחרים התייחסו לשימושים מעשיים שעלו במפגש, כגון "יצירת מחוון, בדיקת תשובות לפי מחוון, מיטוב פרומפט", "הכנת מבחן, הצגת פרומפט מי אתה ומי אני על מנת להתאים תשובות", ואף "שימוש בג'מיני ליצירת תרגילים, ניתוח קבצים וטבלאות". התגובות משקפות שילוב בין חידוד מיומנויות טכניות בכתיבת פרומפטים לבין הבנת היכולות והמגבלות של הכלי, ובכך מייצרות בסיס יישומי רחב להטמעה בהוראה.

יישום מתוכנן בכיתה לאחר המפגש (18.2.25)

לאחר מפגש 18.2.25 התמונה העולה מן המשוב היא של מעבר ממודעות תאורטית ליישום מעשי בכיתה: מורים רבים מתכננים להטמיע תהליכי בנייה והערכה בעזרת בינה מלאכותית, הן כהכנה למבחנים והן כחלק מעבודת ההוראה השוטפת. כך, אחדים מתכוונים ליזום "כתיבת שאלות הכנה לבחינה עם פתרונות" ואחרים מציינים כי "אנסה לבנות מבחן עם הצ'אט" לצד הרחבת הערכה באמצעות "יצירת מחוון למבחן/עבודה" ואף "להערוך מבחן במדעי המחשב + מחוון באמצעות ג'מיני". במקביל מודגשת למידה מטא-קוגניטיבית בכיתה, "להסביר לתלמידים על תכנון הפרומט המתאים" וכן "להשתמש במה שלמדנו בניסוח הפרומפטים שלי מעתה והלאה", יחד עם טיפוח אוריינות ביקורתית, למשל "לתת לתלמידים לבדוק את התשובות שלהם" ו-"ללמד את התלמידים חשיבה ביקורתית גם ב-AI". מעבר לכך ניכרת כוונה לשלב את הכלי בתהליכי פיתוח: "פתרון בעיות בתכנות באמצעות ג'מיני" ו-"להדגים לתלמידים כיצד למצוא פתרון לבאגים חדשים שלא מכירים", וגם בהוראה דיפרנציאלית, "לעודד את התלמידים לבקש שאלות לתרגול לפי רמת ידע וקושי". לצד ההתלהבות נשמרת זהירות מקצועית: "AI זה עדיין גולם שצריך בדיקה אנושית" ולכן מתוכננות דרכי עבודה המדגישות בדיקה ואימות לפני שימוש חינוכי.

25.2.2025 - מפגש 3: כתיבה, בדיקת-קוד, איתור באגים ו-Debugging בסיוע Gemini. במפגש 3

הועבר מוקד הלמידה מהנדסת-פרומפטים אל יישום מעשי של Gemini כשותף לפיתוח תוכנה: המשתתפים תרגלו זיהוי והסבר הודעות שגיאה, קבלת סיוע אינטראקטיבי לתיקון באגים, כתיבת קוד חדש ותרגומו בין Python, Java ו-Android, הפקה אוטומטית של unit-tests, ויצירת תיעוד ושיפור קריאות הקוד. באמצעות הדגמות חיות בגוגל-מיט וחדרי תרגול, המרצים הדגישו עבודה איטרטיבית: ניסוח פרומפט, בדיקה ביקורתית של פלט ה-LLM, בקשת הבהרות ושכלול חוזר. לתרגול כיתתי וביתי התנסו המורים בניתוח אלגוריתמים קיימים, כתיבת בדיקות קצה, חשיבה על יישומים בעולם האמיתי ואיתור כשלים אלגוריתמיים, וכן פתרו שלוש שאלות בגרות בעזרת Gemini כדי למפות את חוזקותיו וחולשותיו. המשתתפים התבקשו לשמור פרומפטים ותשובות לצורכי רפלקציה מחקרית, כהכנה לשלב הבא, חיבור Gemini API לאפליקציות. מצגת המפגש השלישי מופיעה [כאן](#).

4.3.2025 - מפגש 4: חיבור Gemini API לאפליקציות Android Java ולתסריטי Python. במפגש 4

הועברה הלמידה מן-היסוד ליישום טכני של Gemini API: "כרטיס הכניסה" הוא API Key אישי, שהמשתתפים הפיקו בחינם ב-Google AI Studio, וכן פורטו מגבלות קצב ובטיחות ושיטות לאחסון סודי של המפתח לפני הדגמה בכיתה. לאחר התקנת חבילת google-generativeai והגדרת המפתח, המרצים הדגמו קוד "Hello World" קצר, וכיצד לבנות מעטפת פונקציונלית (ask_gemini()) המאפשרת קריאות חוזרות עם זיכרון-מטמון ואחסון שגיאות. מכאן עבר התרגול לפרויקטון -- משחק "טאבו" -- שהמחיש הזרקת פרמטרים לתבנית-פרומפט, יצירת רשימת-מילים אסורה באמצעות Gemini, וגינרציה אקראית של מילות-מטרה. הודגם גם היפוך תפקידים, שבו ה-LLM מנחש את המילה מתיאור טקסטואלי של המשתמש. בחלק השני הוצגו דפוסי "הפיכת מידע גולמי למבני": תסריט לניתוח ביקורות-הרצאה והפקת דירוגים, משוב וציטוטים באמצעות פרומפט קשיח, כולל מיפוי ערכים מילוליים לציונים מספריים ועקרונות zero/few-shot לאימות דיוק המודל. לבסוף נידונו ההבדלים המהותיים בין ממשק-הצ'ט לבין API (זיכרון שיחה, חיפוש משלים, העדפות משתמש), והוגדרו מטלות בית: השגת API Key, התקנת הספרייה, והרצה ופרמטריזציה של סקריפט ברכות וכן מימוש מנוע add_activity() הממיר תיעוד דיבור-לטקסט של אימון גופני לקריאות פונקציה מובנות לצורך אחסון נתונים. סעיף זה ממסד את שלב "הלומד-מפתח", שבו המורים מתנסים בשילוב ממשי של LLM-ים בקוד, כבסיס למדידת השפעת ההתערבות על כשירותם הטכנולוגית והפדגוגית. מצגת מפגש רביעי מופיעה [כאן](#).

למידה ותובנות לאחר המפגש (4.3.25)

במפגש ה-4.3.25 התמקדו המשתתפים בשילוב ה-Gemini API בסביבות פיתוח, והמשובים משקפים למידה מגוונת, הן טכנית והן פדגוגית. מורים רבים ציינו שלמדו כיצד ליצור מפתח API, לשלבו בקוד ולשלוח פרומפטים מותאמים מתוך סביבת פיתוח כגון PyCharm. חלקם הדגישו את החידוש שבהכרת Google AI Studio והבנת ההבדלים בין פרומפטים בצ'אט לבין פרומפטים ב-API, וכן את המגבלות והיתרונות של המפתח החינמי. מורים אחרים התנסו ביכולות המעשיות של הכלי, כמו המרת קוד משפה לשפה, כתיבת ובדיקת Unit Tests, תיעוד פונקציות, ו-איתור ותיקון שגיאות קוד, לצד שימושים יצירתיים יותר כמו בניית משחקים אינטראקטיביים, הפקת שאלות חידון, או יצירת קריטריונים מספריים וטקסטואליים לדירוג טקסטים.

נוסף על כך, הודגש הערך הפדגוגי של הכלי: מספר משתתפים סיפרו כי הבינו כיצד ניתן לשלבו בפרויקטים של תלמידים, לא רק לצורך איתור באגים, אלא גם כעזר לחשיבה על מקרי קצה, שיפור קריאות הקוד, ותרגול מיומנויות תכנות מתקדמות. היו גם מי שצינו שהמפגש היה עמוס ומאתגר מבחינה טכנית, במיוחד עבור מי שאינו שולט בשפת Python, אך ציינו את הפוטנציאל להמשך יישום לאחר תרגול נוסף. התמונה הכוללת מצביעה על שילוב בין למידה של מיומנויות פיתוח קוד, הבנה מעמיקה יותר של עבודה עם API, וזיהוי אפשרויות חדשות לשילוב בינה מלאכותית בתהליכי הוראה ולמידה במדעי המחשב.

יישום מתוכנן בכיתה לאחר המפגש (4.3.25)

בקרב המורים שהתבקשו לציין מה הם מתכננים ליישם בכיתה בעקבות מפגש ה-4.3.25, בלטה במיוחד הכוונה לשלב את Gemini API בפרויקטים ובשיעורים, אם כי חלקם ציינו שיישום מעשי יתבצע רק בשנה הבאה, לאחר שיתרגלו את הכלי בעצמם. מורים רבים תכננו "לשלב LLM כלומר ללמד שילוב של API בקוד" ולהדגים לתלמידים כיצד ליצור API Key, לחבר אותו לפרויקטים ולשלוח בקשות מהקוד, בין אם בפייתון, באנדרואיד סטודיו או בשפות נוספות. אחרים ציינו רצון להשתמש ב-API לצורך בניית משחקים אינטראקטיביים, חידונים ושאלות אמריקאיות, או לשילובו בתרגילי בדיקת ותיקון קוד, כתיבת מחוונים והוספת הערות אוטומטיות.

כמה מורים הדגישו את ההיבט הפדגוגי, למשל הכוונה "לתת לתלמידים לתכנת בפייתון עם גמיני" או "לשלב את זה בפרויקטים ותרגילי התלמידים" כדי לחשוף אותם לעבודה עם בינה מלאכותית ככלי פיתוח לכל דבר. במקביל, עלו גם הסתייגויות: חלק מהמשיבים הסבירו כי אינם מלמדים פייתון ולכן ינסו ליישם את העקרונות בשפות אחרות כמו Java או C#, בעוד אחרים הודו שעדיין לא הבינו מספיק את התהליך וזקוקים לתרגול נוסף לפני שילובו בהוראה. המגוון בתשובות משקף שילוב בין התלהבות לחדשנות, התאמות למסגרות ההוראה השונות, וזהירות מקצועית בבחינת הטמעת הכלי בכיתה.

11.3.2025 - מפגש 5: אינטגרציית AI בפרויקט אנדרואיד מלא. במפגש 5 עבר הדגש מהפלטפורמות הכלליות לפיתוח נייד, כשמרצי Google הדגישו אינטגרציה מלאה של Gemini-API באפליקציות Android: תחילה נבחנה בחירת שכבת הגישה, Google AI Client SDK לפרוטוטיפים מהירים מול Firebase Vertex AI המאובטח (ללא חשיפת API Key בקוד), והוסברו יתרונות, מגבלות-תשלום וניהול-סודיות של כל חלופה. לאחר הוספת התלות `ai:generativeai:com.google.api.client.generativeai:0.9.0` בקובץ `build.gradle.kts`, בנו המשתתפים מחלקת `GeminiManager` בסגנון `Singleton`, יצרו מופע `GenerativeModel` (gemini-2.0-flash) ושיגרו בקשות באמצעות מתודות `sendMessage()` ו-`sendMessageWithPhoto()` לטקסט ולדימוי חזותי כאחד, תוך טיפול אסינכרוני ב-callbacks לשגיאות ולתוצאות. בחלק ה-UI יושם ממשק `Chat` רב-תור (stateful) המשלב `system-prompt` עקבי והיסטוריית דיאלוג, ומשרטט עקרונות "LLM חסר-זיכרון" המחייבים ניהול מקומי של ההקשר. לבסוף פותחה דוגמת-משחק "בחר את ההרפתקה" המדגימה יצירת חוויה אינטראקטיבית בזמן אמת באמצעות קריאות Gemini, ועוגנה מטלה בית: הרחבת `GeminiManager` לשילוב תפריטי-בחירה דינמיים. מצגת מפגש חמישי מופיעה [כאן](#).

יישום מתוכנן בכיתה לאחר המפגש (11.3.25)

במפגש זה למדו המורים מגוון רחב של יכולות חדשות, עם דגש ברור על שילוב API של Gemini בסביבת Android Studio. רבים ציינו שהתוכן היה עבורם "הכל חדש" ואף "וואו!!!! מלא... כל מה שבאתי בשבילו",

ובפרט היכרות עם עבודה עם API בג'אוה או קוטלין, שילוב AI בקוד אפליקציות, וניהול שיחה עם המודל כחלק מתהליך הפיתוח. הוצגו יישומים מעשיים כמו שליחת תמונות ל-Gemini לקבלת מתכון או ניתוח תמונה, יצירת כפתורים ודפי ממשק תוך שימוש ב-prompt, שילוב SDK ו-Gemini Manager, ויצירת משחקי עלילה אינטראקטיביים הנשענים על חלקי שיחה (parts) ושומרים את ההקשר בין המהלכים. חלק מהמורים התלהבו במיוחד מהאפשרות "לשפר את הקוד ע"י עזרה ב-Gemini" או "לקבל Javadoc באופן אוטומטי", ואחרים הדגישו את הערך בהצגת "פשטות השימוש ב-API" לתלמידים, כך שיוכלו לשלב בפרויקטים קיימים באנדרואיד או לנצל את היכולות ליצירת רכיבי תוכנה חדשים. לצד ההתלהבות, ציינו מספר מורים שהחומר דרש מהם מאמץ מעקב או שאינו רלוונטי ישירות לחלופה שהם מלמדים (למשל C#), אך גם הם מצאו עניין ברעיונות ובאפשרויות שנפתחו לשילוב AI בפיתוח אפליקציות.

18.3.2025 - מפגש 6: יכולות מתקדמות: ניתוח תמונה, הפקת-קוד מרובד ו-function calling. במפגש 6 הוסב המוקד מיישום נקודתי של Gemini API להכנה שיטתית של פרויקט הסיום, תוך הדגמת יכולות מתקדמות בארבעה צירים עיקריים: (1) הבנת ההבדל התפקודי בין פרומפטים zero-shot לבין few-shot והקצאת דוגמאות כאשר דרוש דיוק גבוה; (2) עיצוב פרומט פלט מחייב: המרצים הראו כיצד להטמיע JSON Schema מלא בפרומפט כדי לכפות מבנה נתונים תקני, ולאחר מכן לנתח את התוצר בקוד; (3) הפיכת מידע חופשי למבני באמצעות דוגמת-עומק; זיהוי אוטומטי של ארוחות, רכיבים, כמויות ויחידות מתוך טקסט טבעי והפקת טבלאות או JSON בר-עיבוד; (4) הצגת דרישות הפרויקט: שילוב לפחות שני סוגי קריאות Gemini API (למשל המרת מידע גולמי, שימוש יצירתי ב-LLM, הבנת תמונה או יצירת צ'אט אינטראקטיבי), הפקת סרטון דמו, קובץ ReadMe ותיקיית-קוד מתועדת. מפגש זה חיבר בין תיאוריה לפרקטיקה, הציב תבניות הנחיה מדויקות והגדיר מדדי ביצוע שיאפשרו לחוקרים לבחון את התפתחות כישורי-AI של המורים ואת איכות היישום הפדגוגי שלהם בתוצרי-הקורס. מצגת מפגש שישי מופיעה [כאן](#).

מפגש 7: הערכת ביצועי Gemini באמצעות כלי Evaluation ויצירת Data-sets סינתטיים פיתוח מדדים אמפיריים, שימוש ב-auto-evaluators, ובניית מאגרי נתונים לצורך Fine-Tuning וניסויים פדגוגיים. במפגש השביעי הועבר הדגש מיישום Gemini אל מיומנויות מחקריות של הערכת מודלים ויצירת-דאטה: המרצים הציגו את הצורך במדידה אמפירית ("מדע, לא תחושת בטן") ובבחירת פרומפטים/מודלים על-פי נתונים, ולא על-פי התרשמות אישית. נלמדו שתי מתודולוגיות מרכזיות: (1) Ground-truth evaluation – בניית dataset של זוגות קלט-פלט צפוי, פיצולו ל-validation/test, הפעלת פונקציית evaluate() מותאמת-משימה והפקת מדדי דיוק, Precision ו-Recall עם טווחי-שגיאה; (2) Auto-evaluator – מדידה איכותנית כאשר אין "אמת מוחלטת", בעזרת מודל חיצוני שמעריך את תשובת-המערכת ומחזיר ציון מספרי. המשתתפים תרגלו פיתוח מודל למשחק "טאבו", ולמדו כיצד "למדוד את המודל" באמצעות meta-dataset המכיל פלט-רצוי וציון צפוי. בנוסף נידונו שיטות Fine-Tuning/LoRA להשבחת מודל למשימה ייעודית, כולל חלוקת dataset ל-training/validation/test והסכנות בהטיה או בשימוש-יתר במכסת-API חינמית. לבסוף הודגשו עקרונות יצירת-דאטה סינתטי בג'מיני, מגבלות רישוי ועלויות, והוקדשה שעת קבלה לשאלות על פרויקט-הסיום, המחייב שילוב לפחות שני סוגי קריאות Gemini API בקוד פדגוגי עובד. פגישה זו משלימה את מערך המחקר בכך שהיא מקנה למורים כלי-אבחון שיטתיים למדידת איכות פתרונות ה-AI שהם מפתחים, ומעמיקה את הבנתם ב-AI-for-Education כתחום מדעי מבוסס-נתונים. מצגת מפגש שביעי מופיעה [כאן](#).

ביתר פירוט, עם דגש פדגוגי, במהלך המפגש הוקדש זמן לשאלת ההערכה: כיצד ניתן לבדוק אם Gemini פועל באופן מדויק ומתאים למטרות המשימה. עודד אלידע מ-Google הציג גישה מערכתית להערכת מודלים, בדגש על כלים המשמשים הן למדידת ביצועים של Gemini והן לאימון ומדידה של מודלים מסורתיים במדעי המחשב. המשתתפים למדו כיצד לבנות מערך בדיקה – מעין "מבחן" לג'מיני – באמצעות יצירת אוסף של קלטים (שאלות) ופלטים צפויים (תשובות), והרצת המודל עליהם. כאשר קיימת תשובה נכונה ברורה, הבדיקה מתבצעת באופן דיכוטומי. לעומת זאת, במקרים בהם התשובה פתוחה או יצירתית, נעשה שימוש במודלים נוספים או בכלים אוטומטיים כדי להעריך את איכות התגובה לפי קריטריונים מוגדרים כגון בהירות, דיוק וסגנון. כמו כן, הוצגה האפשרות להשתמש ב-Gemini ליצירת נתונים סינתטיים כאשר מאגר הדוגמאות קטן, ובכך להרחיב את סט האימון באופן אוטומטי. לבסוף, הוסבר כיצד ניתן לבצע כיוונון מדויק (fine-tuning) של המודל בהתבסס על הדוגמאות, כך שישפר את ביצועיו בהתאם לצרכים הפדגוגיים. גישה זו מהווה שימוש נוסף ומשמעותי ב-Gemini, גם כאשר המוצר הסופי אינו כולל קריאה ישירה למודל, ובכך היא מאפשרת חשיפה של מורי מדעי המחשב למודלים מתקדמים של בינה מלאכותית – מודלים שלא היו כלולים בתכנית הלימודים המקורית, אך תורמים רבות להעמקת ההבנה ולפיתוח חשיבה ביקורתית על איכותם של כלים חשובים.

מפגש 8: מפגש תרגול מתקדם. מפגש זה הוקדש ליישום ע"י המשתתפים בהנחיה צמודה של פרויקטים שהמורים הכינו לקראת הכנס המסכם של ההשתלמות. הוצגו דוגמאות ורעיונות וחשיבה משותפת כיצד לשלב את הנלמד בפרויקטים במדעי המחשב והנדסת תוכנה.

הערות לסיכום

תוצר מעניין, אותו לא צפינו מראש בקורס, הוא פיתוחם של שלושה קורסי המשך, בהתאמה לשלושת מסלולי הפרויקטים, המבוססים על ההדרכה שניתנה אך מנוהלים וממשיכים כעת בידי המורים עצמם. אף שלא תכננו זאת מלכתחילה, חוויה זו מדגישה כי בשיתופי פעולה עתידיים בין תעשייה לחינוך כדאי לתכנן מראש "המשך טבעי" שכזה: התאמת חומרי ההדרכה לשלב הבא, הגדרת קורסי המשך כיעד מפורש, זיהוי המדריכים העתידיים כבר בתחילת הדרך ושיתופם בתהליך החשיבה על תכני הקורס. עם זאת, חשוב לשמור על איזון ולהימנע ממצב של "יותר מדי טבחים במטבח". בנוסף, מורים מובילים מהשטח החלו ביוזמה לכתיבת חומרי לימוד ולהנגשת הידע שנלמד ממרצים בתעשייה לתלמידים ולכלל קהילת המורים בנוסף ל-220 המובילים. מהלך זה מצביע על אחריות מקצועית וצורך ממשי בתיעוד ובהפצה רחבה של הידע, כך שהשקעה בהכשרה תתורגם למשאבים זמינים ומתמשכים עבור המערכת כולה.

בגיליון הבא של היבטים נציג את עמדות המורים ביחס לשילוב תכנים אלה בהוראת מדעי המחשב ואת ההשתלמות בנושא הגנת סייבר בשילוב Gemini API.

תודות

הצלחת ההשתלמות לא הייתה מתאפשרת ללא שותפותם הפעילה של מומחים מהתעשייה ומהאקדמיה. תודה מיוחדת למהנדסים ולמומחים מתחום הבינה המלאכותית והפיתוח, בהם מנהלי מוצרים, חוקרים, מומחי אנדרואיד ומובילי חדשנות טכנולוגית, אשר תרמו מניסיונם המקצועי, ליוו את התהליך והעשירו את תכני ההכשרה. תרומתם תרמה רבות להעמקת הידע של המורים ולהנגשתו לתלמידים, והייתה נדבך מרכזי בהצלחת השינוי.

תכנון ההשתלמות והחזון לפיתוחה הובלו על ידי **רחל פרלמן**, מהפיקוח על הוראת מדעי המחשב במשרד החינוך, אשר ראתה חשיבות רבה בהטמעת מודלי שפה ובינה מלאכותית בהוראת מדעי המחשב.

תודה מיוחדת ל:

דוד קדוש - מנהל מוצרים בכיר. גוגל

עודד אלידע - גוגל דיפמיינד

רן נחמני - מומחה פיתוח אנדרואיד

עמרי שניר - פיתוח מערכות וחדשנות חינוכית