



מעבדת בינה מלאכותית בחינוך:

דו"ח ביניים כבסיס לחשיבה אסטרטגית וסיכום שנת פעילות תש"פ

מאת ד"ר ערן ברק-מדינה

אגף מו"פ, ניסויים ויזמות

יולי 2020

בתחילת שנה"ל תש"פ יזם אגף מו"פ, ניסויים ויזמות את הקמתה של מעבדת פיתוח העוסקת בבינה מלאכותית וביג דאטה בחינוך.

'מעבדה' באגף מו"פ היא מסגרת פיתוח, לרוב דו-שנתית, המוקמת בכדי לגבש ידע תפיסתי ויישומי כמענה לסוגיה פדגוגית מערכתית. בתהליך העבודה של מעבדה כולל שותפות בין בתי ספר, אנשי מטה משרד החינוך ואנשי אקדמיה. המעבדה מקיימת תהליך חשיבה ופיתוח שיתופי המתבסס על עקרונות של חשיבה עיצובית ומחקר פעולה.

מעבדת בינה מלאכותית וביג דאטה בחינוך הוקמה בכדי להניע התנסות וחשיבה סביב הפוטנציאל והאפשרות לקדם את השימוש בטכנולוגיות אלו במערכת החינוך באופן שיקדם את מערכת החינוך וישפר את העשייה החינוכית, ולחלץ מתוך זה ידע שישרת תהליך חשיבה אסטרטגי של משרד החינוך בנושא. באופן תמציתי מטרת העל של המעבדה היא לסייע למערכת החינוך הישראלית להיות בחזית של התפתחות תחום הבינה המלאכותית בחינוך (AIED) באופן שישרת את קידום החינוך.

מסמך זה נועד להציג ידע ותובנות המתבססות על תהליך העבודה שהתקיים במעבדה ושיכולות לשמש בסיס לחשיבה אסטרטגית בנושא, וכן להציג את העשייה שהתקיימה במעבדה. המסמך מתבסס גם על מקורות וחומרים מהעולם, היכרות ולמידה עם מערכות קיימות, התייעצות עם מומחים ועוד.

המסמך מציג:

- מושגי יסוד בתחום הבינה המלאכותית (לאורך המסמך נכתב לעתים AI)
- אילוצים הקשורים בפיתוח
- התחומים המרכזיים בהם יש היום שימושים של AI בחינוך ומה עשוי להתפתח
- זיהוי ארבעת אתגרי המדיניות המשמעותיים ביותר שכדאי לעסוק בהם
- סקירה תמציתית על העבודה שנעשתה במעבדה

חלק א': תמצית ידע לקראת גיבוש מדיניות בנושא AI בחינוך

מושגי יסוד ב- AI

- ❖ **בינה מלאכותית (Artificial Intelligence – AI)** – שם כולל לתוכנות מחשב המפגינות יכולות לבצע פעולות מתקדמות שלא תוכנתו באופן ישיר
- ❖ **ביג דאטה** – כינוי לתחום המחשוב העוסק בתיעוד, איסוף, ארגון, ניהול וחילוף משמעות על כמויות גדולות של נתונים. בכפיפה אחת ניתן לציין גם את המושג מדע הנתונים (data science), שהוא התחום העוסק בטיפול בנתונים בכל המובנים – מתכנון הנתונים הנאספים, דרך המתודות לאיסוף, הערכת תקפות ומהימנות, תכנון מבנה שמירת הנתונים, תהליכי עיבוד נתונים ועוד.
- ❖ **למידת מכונה (machine learning)** – קבוצה של אלגוריתמים המאפשרים למערכת מחשב לבצע אופטימיזציה ההולכת ומשתפרת על בסיס הצטברות של נתונים חדשים וכלים סטטיסטיים, ולמעשה מהווה את אחד מסוגי האלגוריתמים המאפשרים למערכות בינה מלאכותית "ללמוד" ולשפר את ביצועיהן עם הניסיון. ישנם מספר סוגים של אלגוריתמים הנכללים בקבוצת למידת המכונה, בהן **רשתות נוירונים** (neural networks, שהן אלגוריתמים לא ליניאריים הפועלים על בסיס שיערוך ערכי משתנים רבים ותיקון עם קבלת מידע), עצי החלטה ועוד. מערכות המתבססות על מספר שכבות של רשתות נוירונים הפועלות במקביל מכונות גם **למידה עמוקה** (deep learning).
- ❖ **מידע מובנה (structured data)** – מידע המאוחסן באופן כמותי או ניתן לתיוג חד ערכי (למשל: נתונים מספריים, הגדרת "כן/לא", שמות קטגוריים וכו')
- ❖ **מידע לא מובנה (unstructured data)** – מידע הכולל הרבה משתנים בתוכו ואינו ניתן לתיוג חד ערכי (למשל: סרטוני וידאו, הקלטות סאונד, תמונות)
- ❖ **"אימון"** – תהליך בו מזינים את תוכנת הבינה המלאכותית בנתונים המקושרים לנתונים אחרים בחסי סיבה ותוצאה, בכדי שהמערכת "תלמד" את הקשרים בין הנתונים. לדוגמה: לספק למערכת מאות אלפי תמונות של חתולים ושל לא חתולים, יחד עם המידע שזוהה ע"י אנשים שמדובר ב"חתול" או "לא חתול" – עד שהמערכת מסוגלת לזהות את המאפיינים של חתול ולזהות אותו באחוז גבוה מאוד של המקרים הבאים. מקבץ הנתונים המוזן למערכת נקרא training data set.
- ❖ **כריית מידע (data mining)** – היכולת לזהות דפוסים וקשרים מגוונים, לרוב שלא היו ידועים קודם לכן, בתוך כמויות גדולות של נתונים. כריית מידע יכולה להיות מבוססת על אלגוריתמים של AI או לא, אך כיום התחום הזה משלב יותר ויותר יכולות AI.



❖ יישומים שכיחים של בינה מלאכותית:

- יצירת ניבויים על בסיס נתוני עבר (לדוגמה: ניבוי המוצר שיתאים ללקוח)
- ראייה מיחשובית (לדוגמה: waze)
- תרגום והבנת שפה טבעית (NLP – natural language processing)
- זיהוי קול (למשל: סירי, אלקסה, שאזאם)

מצב התפתחות טכנולוגיית הבינה המלאכותית

עולם ה-AI עדיין נמצא בשלב הנקרא "בינה מלאכותית צרה" (ANI – artificial narrow intelligence). הכוונה היא שניתן ליצור מערכות או תוכנות עם יכולות מאוד ספציפיות בסביבות נתונים ולא כללים מוגדרות. בעזרת טכנולוגיית בינה מלאכותית ניתן לאמן מערכת מחשב, למשל, למצוא במהירות טקטיקות לשחק במשחק שמטרתו וכלליו ברורים (למשל שחמט).

גם מערכות המתקשרות עם אנשים, כגון סירי, שעל פניו נדמה שהן עשויות להיות יותר "ורסטיליות", הן למעשה אוסף של אלפי תוכנות AI נפרדות שחוברו בעזרת ממשק זיהוי שפה. מערכות בינה מלאכותית ולמידת מכונה מסוגלות לשפר את ביצועיהן באופן מתמיד על בסיס ניסיון, כשיש להן פידבק. למשל – מערכות זיהוי השפה הטבעית מאוד השתפרו בזיהוי דיבור של אנשים כיוון שבכל יום הן "מקשיבות" למיליוני אנשים ומקבלות משוב על הבנתן את דברי האנשים. יכולת ספציפיות מעין אלו צפויות להשתפר מאוד בשנים הקרובות עם התחזקות כוח החישוב, הצטברות הנתונים, הוזלת והתרבות האלגוריתמים שמתכנתים יכולים להשתמש בהם (גם היום רוב חברות הטכנולוגיה הגדולות מעמידות את האלגוריתמים הבסיסיים שלהם לשימוש חופשי, בחלק מהמקרים אפילו בחינם).

השלב המתקדם יותר של בינה מלאכותית היא "בינה מלאכותית כללית" (AGI – artificial general intelligence), המתייחסת לפיתוח מערכת המסוגלת לבצע פעולות מגוונות, וללמוד יכולות חדשות שהיא לא תוכנתה אליהן באופן ישיר. במובנים מסוימים זה מתחיל להתקרב לאינטליגנציה שאנו רואים אצל בני אדם. מעשית טכנולוגיית הבינה המלאכותית עדיין לא מתקרבת לשלב ה-AGI, ונראה גם שהכלים הקיימים כיום (אלגוריתמים של למידת מכונה) לא מספיקים בכדי לפתח זאת.

כיצד מפתחים מערכות בינה מלאכותית?

חשוב להבין מה מעורב ומה נדרש בפיתוח מערכות בינה מלאכותית, כבסיס לחשיבה על כל פעולה מעשית של תהליכי פיתוח בתחום זה.



משרד החינוך

ראשית – חשוב להבין שפיתוח מערכת בינה מלאכותית אינה דבר יקר בהכרח. והאילוץ לפיתוחה הם אחרים. הגורמים הנדרשים לפיתוח מערכת בינה מלאכותית הם:

- i. **נתונים** – זהו, באופן גורף, האילוץ הכי חשוב. מערכת בינה מלאכותית זקוקה לשם "אימונה" לכמויות עצומות של נתונים המייצגים באופן מושלם או קרוב למושלם את הפונקציונליות הנדרשת ממנה. מערכת זיהוי שפה מדוברת תזדקק ללפחות עשרות אלפי (או יותר) דוגמאות של אנשים המדברים כמעט כל מילה, וכן פונקציות אחרות של השפה (למשל שינוי הטון בעת שאילת שאלה), אך נוסף לנתונים אלו המערכת תזדקק גם לכל אחד מנתונים אלו יחד עם התיג שלו (למשל: כדי לזהות את המילה "אתה" המערכת צריכה לשמוע אותה עשרות אלפי פעמים או יותר, כשלכל אחת מהפעמים הללו מישהו גם הגדיר למערכת שהדובר אמר "אתה"). עניין הנתונים הוא אילוץ מורכב כיוון שלעיתים קרובות כלל לא קיימים נתונים בתחום הרצוי, או שהם לא מספיק איכותיים ומדויקים. בתחומים שונים קיימים מאגרי נתונים המוצעים למכירה.
- ii. **אלגוריתמים ומתכנתים** – להרבה יישומים אפשריים של בינה מלאכותית קיימים כבר אלגוריתמים וחלקם הגדול זמין לשימוש, לעתים חינמי, באתרי מתכנתים או במאגרי אלגוריתמים של חברות כגון גוגל (המאגר של גוגל נקרא [tensorflow](#)), מיקרוסופט ([azure](#)), אמזון ועוד. אלו השחקניות הגדולות בתחום הבינה המלאכותית בעולם, ולעיתים גם סטארטאפים בתחום נסמכים למעשה על האלגוריתמים שפותחו על ידן והוצעו כ-API (חלקי תוכנה קיימים כבר המוצעים לשימוש ע"י יוצריהם בחינם או בתשלום). העלות הגבוהה יחסית של פיתוח מערכת בינה מלאכותית תהיה בשעות העבודה של מתכנתים שיבנו את התוכנה החדשה, לרוב על בסיס אלגוריתמים הקיימים כבר, "יאמנו" את המערכת עם נתונים וידאגו לחוויית המשתמש המתאימה. במידה ולא קיימים אלגוריתמים מוכנים לסוג הפעולה הנדרש אז תהליך הפיתוח הופך למורכב ויקר הרבה יותר. חשוב לציין כי אם מעוניינים לפתח מערכת בינה מלאכותית הדורשת אלגוריתמים חדשים – רמת המיומנות הנדרשת מהמתכנתים גבוהה באופן משמעותי מאשר "הלחמה" של אלגוריתם קיים.
- iii. **רעיון ואפיון** – היכולת לזהות צורך אמיתי, להעלות רעיון למערכת בינה מלאכותית, לזהות את הנתונים שיידרשו בכדי לממש את הרעיון ולאפיין את האופן בו המערכת יכולה לפעול – זהו הגורם שיכול להניע את התהליך של הפיתוח. הרעיונות הפורים ביותר נוצרים בשיח בין אנשי מקצוע בתחום בו מעוניינים לפתח מערכת (אנשי חינוך) ואנשי טכנולוגיה, שיח המאפשר ליצור רעיונות שיש להם ערך אמיתי ופותרים בעיות מקצועיות, ולצד זאת הם ישימים (יצירת שיח כזה ובחינתו היו אחת המטרות המרכזיות של המעבדה השנה).



כיוון נוסף שיכול להיות לפיתוח הוא שימוש בתוכנה מבוססת AI שכבר קיימת ושילובה בתוכנה אחרת. לדוגמה: לקחת רכיב קיים כבר של זיהוי רגש או של עיבוד נתונים מתקדם (בתשלום או, במידה וקיים כזה, בחינם ממאגרי אלגוריתמים) ולהרכיב אותו בתוך תוכנה חדשה שעושה דברים אחרים. [הרובוט החברתי](#): המיושם במסגרת המעבדה הוא דוגמה לכך – בתכנותו לא היה צורך "לאמן" אותו לזהות את הפנים והרגש של התלמידים שהיה איתם באינטראקציה או לזהות מי מהתלמידים דיבר ומי לא, אלא השתמש בתוכנה מוכנה כבר למטרה זו שעליה נוספו שכבות תכנותיות אחרות שביצעו את שאר הפעולות (כגון שאילת שאלות, הפניית שאלות לתלמידים שהשתתפו פחות ועוד).

[יישומים מרכזיים בחינוך בהווה](#)

בשיח ובפרסומים על בינה מלאכותית בחינוך יש הרבה יותר עיסוק במה עשוי להיות מאשר במה קיים. האפשרויות נראות מבטיחות ומאיימות יותר ממה שהיישומים הנוכחיים מציעים.

ובכל זאת - ישנן לא מעט מערכות העושות שימוש בבינה מלאכותית, למידת מכונה ולאו ביג דאטה בשדה החינוך. לא רבות מהן הצליחו מסחרית ומעטות מאוד מהן הצליחו ממש ליצור דריסת רגל בתהליכי הליבה של החינוך.



ניתן למצוא מערכות AIED (בינה מלאכותית בחינוך) מכל מיני סוגים ובכל מיני צרכים, אך המרכזיות והמדוברות ביותר עוסקות בתחומים הבאים:

מערכות למידה אדפטיביות	אנליטיקת למידה	העשרת החוויה הלימודית
<p>מערכות של למידה דרך המחשב או הטלפון, המציעות ללומד הרבה תכני למידה ומנסות להתאים את התכנים למאפיינים שונים של הלומד (כגון רמתו בחומר, סגנון קוגניטיבי, תחומי עניין ועוד).</p> <p>יש מערכות למידה אדפטיביות שאינן מבוססות AI, ויש כאלו שכן – ואז לרוב רמת האדפטיביות שלהן תהיה הרבה יותר טובה. מערכות כאלו הן בד"כ יקרות יחסית, במיוחד כשהן מנסות לתת מענה בהרבה תחומי דעת.</p> <p>חלק מהמערכות הן כוללות ועוסקות בתחומי דעת רבים, וחלקן ייעודיות לתחום דעת מסוים (השכיח ביותר הוא מתמטיקה, ואחריו יסודות השפה).</p> <p>חשוב לציין שרק חלק מהמערכות הללו פותחו לשימוש בבתי ספר, ואחרות בהשכלה גבוהה, במחלקות הדרכה ואף ללמידה אישית.</p>	<p>כלים לאיסוף ועיבוד נתונים רבים על הלומדים בדרך שתאפשר לעבד את הנתונים הללו ולתמוך בקבלת החלטות. מערכות אנליטיקת למידה עשויות לכלול אלגוריתמים של למידת מכונה או כריית מידע מתקדמת, ועשויות שלא. לרוב אם הן לא כוללות למידת מכונה אז הניתוחים שלהן יהיו בעיקר מסכמים ופחות יהיו מסוגלות ליצור ניבויים.</p> <p>מערכות כאלו שכיחות כשהן מחוברות למערכות למידה מקוונות גדולות – בהן ניתן לאסוף הרבה נתונים של הלומדים (למשל קצב ההתקדמות, ביצועים, זמן עבודה ועוד).</p>	<p>מערכות המנסות להשתמש ביכולות AI בכדי ליצור חוויה לימודית אחרת המגבירה את המעורבות של הלומדים. זו קטגוריה רחבה יחסית. ניתן לכלול בקטגוריה זו מערכות כגון:</p> <ul style="list-style-type: none"> - משחקי מחשב המשרתים למידה - רובוטים חברתיים המשתמשים ביכולות כמו זיהוי קול, פנים, רגש - כלי אוצרות מידע או חיפוש תומך חקר מתקדמים - כלים של מציאות רבודה (augmented reality) - בוטים או אוואטרים של דמויות ו"מדריכים וירטואליים"
<p>SquirrelAI</p> <p>Knewton</p> <p>TailorED</p> <p>Cognii</p> <p>Mathiau</p> <p>cerego</p> <p>4littletrees</p>	<p>xPro</p> <p>Beestar</p> <p>LOCO-analyst</p> <p>solutionpath</p> <p>edgecanvas</p> <p>מערכות LMS (כולל moodle) ומערכות למידה מקוונות רבות</p>	<p>הרובוט החברתי Minecraft לשימושים חינוכיים</p> <p>framerspace</p> <p>Kidsense</p> <p>Semantris (משחק אסוציאציות מילים שפותח ע"י גוגל)</p> <p>Quizlet</p>

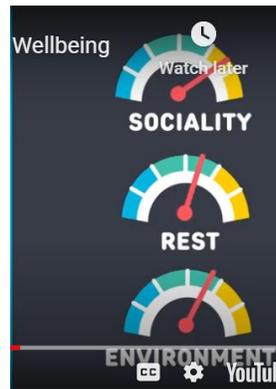


משרד החינוך

<p>Data playground (מערכת שפותחה במסגרת מיינדסט של מטח ונותנת כלי אוצרות וחיפוש מידע מתקדמים לתהליכי חקר; מערכת זו עצמה אינה כוללת AI, אך מדגימה כיוון אפשרי)</p>	<p>כוללות בתוכן גם יישומים של אנליטיקת למידה</p>	<p>bettermarks</p>
---	--	------------------------------------

קיימות כמובן מערכות הכוללות טכנולוגיית AI בתחומים אחרים ומגוונים. להלן מספר דוגמאות (כמובן שלא ניתן לסקור את כל הקיים, אלא לתת תמונה של מערכות מסוימות המייצגות את השדה):

מערכת [schoolday](#) הפינית המציעה מנגנון שבו התלמידים ממלאים מדי יום שאלון קצר והמערכת מסייעת לבצע ניטור של ה- well being ושל מיומנויות חברתיות-רגשיות של התלמידים.



מסכים לדוגמה של מערכת *schoolday*

[iTuatorGroup](#) היא חברה מצליחה המציעה מערכת למידה מקוונת הנעזרת ב- AI בכדי "לשדרך" בין תלמידים ומורים ובין תלמידים לבין עצמם, מנטרת את המידע ומשתמשת באנליטיקות למידה בכדי "למקסם" את הפוטנציאל ורמת ההתאמה בחיבורים ובכך להביא ללמידה יותר אפקטיבית. גם [Gooroo](#) מציעה מערכת ל"שידוך" בין תלמידים לבין מורים פרטיים ברמת התאמה גבוהה.

[Hubert.ai](#) היא מערכת שמאפשרת ליזום קבלת משוב מתלמידים בעזרת בוט.

ל- [Pearson](#) יש מערכת המשתמשת באלגוריתמים מתקדמים של עיבוד שפה טבעית (NLP) המאפשרת להעריך ולתת ציון על טקסטים, דיבור, נאום, הבנת נקרא ועוד (באנגלית). המערכת משמשת בעיקר אוניברסיטאות ותהליכי הדרכה של ארגונים עסקיים. המערכת יכולה גם לתת ללומד עצמו משוב על ביצועיו (לא רק לתת ציון) ובכל לסייע לו להתאמן. מערכות כגון זו של פירסון מצביעות על שימוש אפשרי של AI בבדיקת מבחנים.



[Gradescope](#) היא גם מערכת המיועדת ליצירה, הערכה ומתן ציון במבחנים (באופן שחוסך למרצה או למורה, זמן). גם היא כוללת יכולת של "הבנת הטקסט" וכן מודולה עם אפשרויות מגוונות של אנליטיקות למידה.

מערכות כגון [magisto](#) (הכנת סרטוני וידאו בקלות) או [Autodraw](#) (יצירת ציורים עם תוכנה היכולה להשלים את הציור אוטומטית ולערוך אותו בקלות) אינן מיועדות דווקא לחינוך, אך הן מקלות מאוד את היכולת ליצור תוצרים שנראים טוב, ולכן יכולות לסייע מאוד בתהליכי למידה יצירתיים ו-PBL. גם מערכות תרגום (כגון גוגל טרנסלייט) מתבססות על בינה מלאכותית ויכולות לשרת תהליכי למידה.

פיתוחים עתידיים: מה עשוי להתפתח בשנים הקרובות?

מכוני מחקר בינלאומיים צופים ששוק הבינה המלאכותית בחינוך ולמידה (מתייחס גם להשכלה גבוהה ולהדרכה בארגונים) יגדל בשנים הקרובות בצורה משמעותית, וייתכן שאף ירבע את עצמו ב-4-5 השנים הקרובות. ייתכן שצמיחה זו תתרחש עם כניסה מסיבית של מי מחברות הטכנולוגיה הגדולות (אמזון, גוגל, מיקרוסופט) לתחום הלמידה. הן כבר שם ומציעות שירותים ומוצרים, אך לא עשו זאת באופן ששינה את השוק.

מבחינת טכנולוגית וקטור אחד שצפוי להתרחש הוא השתכללות של הכלים הקיימים בזכות שיפור ביכולות המיחשוב ובכמויות הנתונים שהמערכות צוברות ויכולות לעבד. חברה כגון SquirrelAI הסינית, שפיתחה מערכת למידה אדפטיבית, נמצאת בעמדה טובה להמשיך ולשפר את המוצר שלה כשהיא פועלת בשוק גדול עם מיליוני לומדים. ייתכן שגם חוויית הלמידה מרחוק אליה נדרשו תלמידים בזמן הקורונה תתרום להפיכת הלמידה באמצעות מחשב ומרחוק ליותר מקובלת ומערכות למידה כאלו יעניינו ממשלות יותר מבעבר.

בתרחיש זה אנו צפויים לראות:

- שימוש גובר ושיפור במערכות למידה עצמאיות ואדפטיביות, בין אם כוללות (כמו SquirrelAI) או ספציפיות לדיסציפלינה (כמו Mathiau). ייתכן גם שיתפתח שוק למערכות למידה אדפטיביות שאינן מתרחש דרך בתי הספר אלא שתלמידים והורים יקנו מנויים למערכות כאלו ככלי תמיכה בלימודים. כבר כיום קיימות מערכות המשתמשות בטכנולוגיות זיהוי פנים וזיהוי רגש כדי להתאים את הלמידה (כמו מערכת [4littletrees](#)) ולגלות כשהתלמיד משועמם, מתוסכל או בפיגור בחומר, והשילוב של יכולות אלו, יחד עם אנליטיקות למידה הולכות ומשתפרות, הצטברות של עוד נתונים וכו' – יסייע להתקדמות של ענף זה.



משרד החינוך

ישנם אנשי חינוך מובילים המציירים תרחיש לפיו רוב הלמידה במקצועות הבסיסיים (מתמטיקה, יסודות השפה, מבוא למדעים, היסטוריה ברמה העובדתית, בסיס לשפות זרות וכו') יתקיים בעזרת מערכות למידה אדפטיביות הנעזרות בבינה מלאכותית. מבחינה טכנולוגית זהו תרחיש אפשרי להשגה בתוך טווח של 5 שנים, אך לא בטוח שמשנתנים כלכליים וחינוכיים-ערכיים יאפשרו לו להתממש (תידרש השקעה עצומה בחומרה ובתוכנה מצד ממשלות, ומרבית אנשי החינוך ומובילי מערכות החינוך לא נלהבים להפוך את הלמידה דרך מסך למדיית למידה כל כך מרכזית ושכיחה).

- שימוש גובר באנליטיקות למידה (מערכות הלמידה המקוונות יכולות לתעד את הפעולות של הלומדים בתוכן, בשונה מהקושי הגדול לתעד נתונים על מה שמתרחש בשיעור) ויותר שימוש באנליטיקות למידה גם להיבטים רגשיים-חברתיים – מה שעלול לעורר גם שאלות אתיות. אנליטיקות הלמידה יוכלו לסייע גם באיתור תלמידים מתקשים מהר יותר – ובמידה ויש אפשרות פדגוגית יהיה ניתן לתת להם תמיכה לימודית בשלב מוקדם יותר.
- יותר משחקי למידה הנעזרים ביכולות AI ו\או אפליקציות למידה עצמאיות (בסגנון [Duolingo](#) ללמידת שפות) ומערכות חווייתיות היכולות לתמוך בלמידה ונעזרת בטכנולוגיות כגון מציאות רבודה, עולמות וירטואליים וכד'. ייתכן מאוד שגם מערכות שכיום מסייעות להפוך את הלמידה ליותר חווייתית ומוחשית (כגון [Minecraft education](#) או ז'אנר "משחקי הפיסיקה" כמו angry birds) יהפכו ליותר מתקדמות ויהיה ניתן ליצור הדמיות מדעיות איכותיות מאוד, לשחזר את הקרב בלטרון או ברמת הגולן בשניות, או לדבר עם האוואטרים של איינשטיין ובן גוריון שיסבירו את מה שהם יודעים ויענו על שאלות.
- מערכות עיבוד שפה טבעית (NLP) יתפתחו כך שניתן יהיה ביתר קלות ליצור מערכות שבודקות מבחנים או נותנות משוב לתלמידים.
- מערכות שסייעו בהפחתת עבודה אדמיניסטרטיבית או יצמצמו זמן עבודה של מורים בתחומים שונים – כגון בדיקת מבחנים ושיעורי בית, סידור וניהול מערכת, בדיקת נוכחות אוטומטית (בעזרת זיהוי פנים) ועוד.

לצד זאת יש מספר יכולות וכלים הנמצאים כרגע עוד ברמת בשלות נמוכה ומדוברים במאמרים ובכנסים, אך נראה שצפויות להתפתח בשנים הקרובות. בהן:

- כלי אוצרות ידע, חקר ועריכת ידע מתקדמים יותר (דוגמה מההווה, המעידה גם כמה התחום עדיין בראשיתו: [connected papers](#) – מערכת ישראלית המארת מאמרים הקשורים זה בזה).
- "מדריכים וירטואליים" ו\או "עוזרי למידה" (learning assistants) שיופיעו בצורת אוואטר, בוט או רובוט ויכלו לנהל דיאלוג ברמה כלשהי עם הלומד, לעזור לו באיתור מידע, לגלם באופן תקשורתי יכולות של מערכות למידה אדפטיביות. מערכות כאלו יהיו יכולות לנהל דיאלוג לא רק בנושאים "טכניים" או תכניים, אלא גם לעסוק בתכנים רגשיים, מיומנויות בינאישיות ותוך אישיות ועוד. בשלב ראשון זה יקרה ברמה בסיסית יחסית. כפי שאלקסה או סירי הן איחוד של הרבה



משרד החינוך

תוכנות, כך ייתכן שגם "עוזר למידה" שכזה יוכל בשלב מתקדם יותר לכנס אליו הרבה מערכות למידה. התפתחות סוג זה של טכנולוגיה (שכבר קיימת אך לא ברמה מאוד גבוהה) עשויה להתרחש בשוק הפרטי או בארגונים עסקיים לפני שתגיע למערכת החינוך.

הקשיים והמכשולים העיקריים בפיתוח בינה מלאכותית בחינוך

ישנן מספר סיבות המעכבות את התפתחות מערכות הבינה המלאכותית בעולם:

- שוק החינוך מתגמל כלכלית פחות מאשר המסחר, ולכן הסיכון להיעדר רווחיות מרחיק ממנו את היזמים המרכזיים.
- מערכות בינה מלאכותית בחינוך מעלות שאלות אתיות גדולות על פרטיות ועל חופש בחירה. למעשה סוגיות אלו הכשילו מספר מערכות. המקרה המוכר ביותר הוא של [InBloom](#). מערכת ניהול למידה האוספת נתונים על תלמידים במטרה להפיק מהם משמעות ללמידה. ביל גייטס השקיע 100 מיליון דולר בפיתוח המערכת והללו ירדו לטמיון לאחר מחאת הורים ופנייה לבתי משפט בטענה של איסוף נתונים לא אתי על ילדיהם.
- תשתיות איסוף וניהול הנתונים בחינוך לא תמיד מספקות ואיכותיות, ולא מספקות נתונים התומכים בפיתוחים לחלק מהצרכים הגדולים בחינוך (למשל: אם בלמידה דרך מחשב ניתן לאסוף המון נתונים על התנהגות הלומד בתוך המערכת, קשה מאוד לאסוף נתונים על הלמידה בכתה).
- אנשי חינוך נוטים לאמץ טכנולוגיות חדשות לאט.
- חלק משמעותי מהמערכות העשויות להיות מפותחות דורשות להרחיב מאוד את המצב בו ילד ישב מול מחשב (או ילמד דרך הסלולר), מצב הנתפס כבעייתי מבחינת תהליכי למידה. כל עוד הילד לא נמצא מול מחשב, קשה לאסוף נתונים על למידתו ומרבית המערכות האדפטיביות הופכות להיות לא רלוונטיות.

בנוגע לפיתוח מערכות בינה מלאכותית בישראל ישנם קשיים נוספים. ישראל היא שוק קטן ולא מפתה ליזמים, מערכת החינוך הציבורית לא מציבה (נכון לכרגע) השקעות ב- Edtech במקום גבוה בסולם העדיפויות, ולכן התמריץ ליזמים ומפתחים נמוך.

קושי משמעותי נוסף הוא העברית. קושי זה רלוונטי בעיקר במערכות המשתמשות בעיבוד שפה טבעית (NLP), תחום שבו ישראל נמצאת בפיגור של שנים אחרי העולם. "גיור" של מערכות בתחום עיבוד השפה הוא לא ממש אפשרי – כיוון שאם רוצים לפתח מערכת שתהיה מסוגלת לנתח טקסטים או דיבור יש "לאמן" אותה מחדש במלואה לעברית. קשה יותר "לאמן" מערכת בעברית בשל הפער הגדול בין מספר דוברי העברית למספר דוברי האנגלית, סינית, ספרדית וכד'. חשוב לציין גם שקיומה של מערכת עיבוד



משרד החינוך

שפה אחת לא מאפשר בקלות שימושים חדשים בה – כל עוד בינה מלאכותית היא "צרה" (ANI) כל יישום חדש דורש פיתוח חדש (לעתים ניתן לעשות "קיצורי דרך" מסוימים).

במעבדת בינה מלאכותית בחינוך מתקיים תהליך בשיתוף עם יחידת תלפיות, במסגרתה צוות חניכים מהיחידה מתכנת מערכת שתהיה מסוגלת לתת משוב על איכות הכתיבה של טקסטים של תלמידים. הצוות משתמש באלגוריתמים קיימים מהעולם, ולצורך "אימון" המערכת דרושים 1000 חיבורים של תלמידים שכולם יקבלו ממורי שפה ציון על ארבעת הפרמטרים שהמערכת מתוכננת לעסוק בהם (כגון משלב, שימוש באוצר מילים, מבנה תחבירי של הטקסט).

גם מערכות למידה אדפטיביות (כמו [squirrelAI](#) הסינית) ידרשו הפקה מחדש של כמות עצומה של תכנים ואובייקטי למידה הנמצאים על המערכת.

"גיור" מערכות קיימות עשוי להיות קל יותר כשמרכיב השפה בהן אינו מהותי (לא חלק בסיסי ביכולת של המערכת או לא נסמך על כמויות גדולות של תכנים), ובהן ניתן לתרגם את הממשקים בלבד.

מדיניות בנושא בינה מלאכותית בחינוך בעולם

להלן התייחסות לאסטרטגיה, מדיניות, או רק יוזמות מכוונות של מדינות לשילוב בינה מלאכותית וביג דאטה בחינוך:

סין: סין, כמדינה, הציבה לעצמה יעד להפוך למעצמת ה-AI המובילה בעולם. האסטרטגיה העיקרית שלהם היא פיתוח התחום בצורה מרוכזת אבל דרך השוק הפרטי, כלומר – לתמרץ יזמים וחברות לפתח מערכות AI, להוציא מכרזים ממשלתיים וכו'. סין כוללת את תחום ה-AI בחינוך כחלק מובהק ממדיניות. ¹²

בנוסף הגדירה ממשלת סין ב-2016 ש-8% מתקציב החינוך של הממשלות המחוזיות יוקדש לדיגיטציה של מערכת החינוך. אחת התוצאות של החלטה זו היא ש-95% מבתי הספר בסין מחוברים לאינטרנט בפס רחב ונוצר גם פוטנציאל וגם צורך בספקים שינצלו את התשתית הזו.

כמה מהפיתוחים המובילים בעולם בתחום AI בחינוך הם מסין ונוצרו דרך מכרזים ועידוד ממשלתי. למשל:



משרד החינוך

- חברת [Huijiang](#), שהיא חברת הלמידה מרחוק הגדולה בסין, פיתחה בעזרת משאבים ממשלתיים יכולות של זיהוי פנים, קול ורגש, שישפרו את תהליכי הלמידה המקוונת.
- [Liulishuo](#), מערכת פרסונלית אדפטיבית ללימוד אנגלית, שפתרה לסין מחסור גדול במורים לאנגלית והפכה לכלי מרכזי בלימוד השפה.
- ממשלת סין הזמינה פיתוח של מערכת שאלות ותשובות חכמה שתלמידים המתכוננים לבחינות הגאוקאו (הבגרות לכניסה לאוניברסיטה) יוכלו להיעזר בה בהכנה. המערכת יודעת לענות כבר על 500 מיליון שאלות אפשריות.
- סין יזמה ניסוי של מערכת AI לתיקון ומשוב על מאמרים של תלמידים ב-60,000 בתי ספר. המערכת הוכיחה רמת דיוק של 92% בהשוואה לבדיקה של מורים.

המוקד במדיניות הסינית של שילוב AI בחינוך הוא במערכות למידה פרסונליות, המקדמות את הידע והמיומנויות של התלמידים בתחומי התוכן (והצלחה במבחנים), וכן בשימוש באנליטיקות למידה מתקדמות לשיפור התוצאות החינוכיות. מספר התלמידים ובתי הספר העצום מאפשר לסינים "לאמן" מערכות במהירות רבה על בסיס כמויות עצומות של נתונים. בנוסף, טכנולוגיות שבמדינות המערב היו עלולות להיתקל בהתנגדות (לדוגמה: הכנסת מערכות זיהוי פנים לכיתה) – עוברות בסין כמעט ללא התנגדויות.

איחוד האמירויות: משרד החינוך של איחוד האמירויות הקים אגף ייעודי לאנליטיקות למידה. פותחה שם פלטפורמה ממשלתית מתקדמת לאנליטיקת למידה (בעזרת כלים של מיקרוסופט). הפלטפורמה נבנית מאיסוף של הרבה נתונים כגון תכנון ומימוש קוריקולום, ציוני מבחנים, משאבי למידה, נתוני שימוש במשאבי למידה מקוונים, נתונים על מורים והתפתחותם המקצועית, נתוני משוב של תלמידים, הורים ומורים, ביצועים במבחנים בינלאומיים (כגון פיזה וטימס), שאלונים ונתוני הערכה של תוכניות חינוכיות, נתונים פיננסיים על תוכניות ועוד. נתונים אלו מהווים בסיס שעליו מופעלים אלגוריתמים של כריית מידע ולמידת מכונה ככלי למחקר ולקבלת החלטות בחינוך. אחת המטרות העיקריות שסומנו על ידם היא להיעזר בנתונים בכדי לחקור את הגורמים המשפיעים על הצלחת תלמידים.

אורוגווי: באורוגווי הוקמה סוכנות ממשלתית לקידום הטכנולוגיה בחינוך – [Plan Ceibal](#). ה'פלאן סייבאל' הגדירה כמוטו את קידום השוויון וההוגנות בחינוך באמצעות טכנולוגיה, והחלה ב-2013 יוזמה של "לפטופ לכל תלמיד", במסגרתה חולקו כבר מאות אלפי מחשבים לתלמידים ונבנה ארסנל רחב של חומרי למידה מקוונים. היוזמה המרכזית של ה'פלאן סייבאל' העוסקת בשילוב AI בחינוך הוא בהתקשרות עם החברה הגרמנית [bettermarks](#) שפיתחה מערכת למידה אדפטיבית במתמטיקה. דרך השימוש במערכת ואלגוריתמים של למידת מכונה התפתחו בתוך המערכת כבר 25000 תרגילים ומשחקי למידה במתמטיקה, ו-2800 דפוסים משוב היכולים להיות מותאמים לביצועי התלמידים.

ברזיל: משרד החינוך הברזילאי יזם לפני כמה שנים את הקמתה של פלטפורמה לתכני למידה בוידאו המסייעים לתלמידים להתכונן לבחינות הבגרות והכניסה לאוניברסיטה. הפלטפורמה עצמה אינה מערכת



משרד החינוך

מבוססת AI, אך ממשלת ברזיל מאפשרת ליזמים ליצור מערכות המתממשקות עימה ומשתמשות בה, וכך מתחילות להיכנס יכולות AI לעבודה עם הפלטפורמה – למשל זיהוי והצעת תכנים לתלמידים על בסיס מה שצפו בו וכו'.

בדומה לסין, משרד החינוך הברזילאי יזם שיתוף פעולה עם ספקים טכנולוגיים לפיתוח מערכת למידה אדפטיבית - [geekie](#). המערכת מופעלת ב- 5000 בתי ספר בברזיל. ככל שהתלמיד משתמש במערכת יותר, כך היא יכולה להציע לו תכנים המותאמים אליו טוב יותר.

ברזיל מחפשת ומעודדת יוזמות פילנטרופיות בתחום האדטק בכלל ושילוב AI בפרט. דוגמה ליוזמה כזו היא פלטפורמת למידה בשם [kolibri](#) שמכילה תכנים רבים ויכולה לעבוד אופליין (ללא חיבור אינטרנט). המטרה של המערכת היא להנגיש תכנים חינוכיים טובים באזורים שבהם אין קליטת אינטרנט טובה. זו אינה מערכת מתקדמת מבחינת בינה מלאכותית, אך יש בה אלמנטים של הצעת ויצירת מערכת אישית ללומד שמסתמכים על אלגוריתמים של AI.

דרום אפריקה: דרום אפריקה פעלה ליצירת תמריצים ונגישות למשאבים ליזמים טכנולוגיים, ואחת התוצאות של זה היא צמיחתן של מספר חברות ומערכות אדטק המשלבות AI. הבולטת שבהן היא [daptio](#). מערכת שמהווה גם פלטפורמה ליוצרי תוכן וגם מערכת למידה עם יכולות התאמה אישית המאפשרת למורים ותלמידים לזהות את רמת הידע של התלמידים ולהתאים להם תכנים.

קניה: בדומה לברזיל, גם משרד החינוך הקנייתי חיפש פתרונות לחינוך באזורים מרוחקים ועניים. קניה יזמה מערכת תכנים מקיפה המבוססת על תוכנית הלימודים והסטנדרטים של משרד החינוך, המונגשת באמצעות SMS. למערכת (הנקראת M-Shule) יש אלגוריתמים של AI המסייעים בהתאמת והצעת תכנים ללומדים.

מדינות נוספות בעולם (ובהן אוסטרליה, וכן קירגיסטן ובהוטן) פועלות בדומה לאיחוד האמירויות ליצירה של מאגרי נתונים מרכזיים וקידום משמעותי של השימוש באנליטיקות למידה בניהול מערכת החינוך.

הדיון החינוכי לגבי מערכות למידה אדפטיביות

כפי שניתן היה להבין מהסקירה, מערכות הלמידה האדפטיביות והפרסונליזציה של הלמידה בעזרתן הן המגמה החזקה ביותר בתחום ה-AI בחינוך. מערכות אלו מעוררות דיון מורכב לגבי ערכן החינוכי. אחד המבקרים המרכזיים שלהן הוא פרופ' וויין הולמס, שעמד בראש הארגון הבינלאומי לבינה מלאכותית בחינוך ועורך את כתב העת – journal of artificial intelligence in education. הטיעונים העיקריים בדיון זה הם:

יתרונות מרכזיים של מערכות למידה אדפטיביות	חסרונות מרכזיים של מערכות למידה אדפטיביות
<ul style="list-style-type: none"> ➤ מאפשרות למידה והתקדמות עצמאית בתכנים ➤ תומכות ואף משפרות את הלמידה מרחוק ➤ עוזרות להגיע למקומות מרוחקים או להתמודד עם מחסור במורים (ראו ברזיל, קניה, סין) ➤ הטובות שבהן מראות שהן יכולות להביא ללמידה מהירה יותר ואפקטיבית יותר של תכנים מסוימים – בעיקר מתמטיקה, יסודות השפה, ידע מדעי והיסטורי בסיסי וכו'. ➤ פוטנציאל לעזור לתלמידים חלשים לסגור פערים 	<ul style="list-style-type: none"> - חלקן לא מספיק טובות (לפחות היום): חסרות בתכנים איכותיים או יוצרות התאמה רק על בסיס רמה ולא משתנים מגוונים (יותר) - פוגעות בהתפתחות יכולות הלמידה העצמאית ובהתפתחות לומד עצמאי (!!): כיוון שהמערכת "לוקחת מהלומד" את תהליך הניווט של הלמידה - מחייבות מצב של ילד מול מסך (לרוב מול מחשב), מצב למידה המעורר התנגדות בקרב אנשי חינוך והורים - איסוף הנתונים על הלומדים עלול ליצור שאלות אתיות - דורשות השקעה גדולה וזמן עד להגעה לבשלות



חלק ב': סוגיות והמלצות לגבי מדיניות בינה מלאכותית בחינוך בישראל

סימון אתגרי המדיניות המרכזיים

במידה ומשרד החינוך מעוניין לפתח את תחום הבינה המלאכותית בחינוך, להלן ההיבטים והסוגיות המרכזיות שלדעת כותב מסמך זה יש לעסוק בהן, לפי סדר חשיבות:

1. חינוך לעולם עתיר AI וביג דאטה
2. יצירת תשתית איסוף, ניהול וארגון נתונים מתקדמת בראייה עתידית ואתית
3. טיפוח אקו-סיסטם יזמי המבוסס על דיאלוג חינוכי-טכנולוגי
4. כניסה יזומה לפיתוחים ראשונים

אתגר מדיניות מס' 1: חינוך לעולם עתיר AI וביג דאטה

האתגר הראשון והחשוב ביותר, אפילו לפני פיתוח של מערכות AI בחינוך, נולד מההבנה שטכנולוגיית הבינה המלאכותית נמצאת בתאוצה מבחינת היקף השימוש בה ובהתקדמות מבחינת היכולות שלה. ככל שנאסף יותר ויותר מידע מסחרי, על התנהגות אנשים, על פעולה של מערכות וכו', כך יש למערכות הבינה המלאכותית יותר "בשר" להתפתחות, ליצירת ניבויים יותר מדויקים, לפעולה יותר מהירה וכו'. סביר להניח שהתחומים המרכזיים בהם יהיה שיפור יהיו מסחר, תחבורה (כולל תעופה), רפואה, ייצור ועוד. קיימת גם האפשרות שבמוקדם או מאוחר תהיה קפיצה משמעותית בטכנולוגיית הבינה המלאכותית לכיוון ה-AI, אך כרגע קשה להעריך זאת.

התפתחות זו יוצרת שני אתגרים למערכת החינוך:

- א. יצירת בסיס אנושי לצמיחת אנשי מקצוע שיהיו מסוגלים להשתלב ולהוביל בתחום הבינה המלאכותית
- ב. מתן כלים לכלל התלמידים לחיים בעולם בו טכנולוגיות בינה מלאכותית הופכות להיות יותר ויותר מרכזיות

אתגר א' – קשור בהרחבת הלמידה של **בינה מלאכותית כתחום דעת**, ויצירת למידה איכותית בתחומים כגון מתמטיקה, הנדסה, פיסיקה וכו'.

אתגר ב' – קשור ביצירת הבנה כללית לעולם הדאטה והנתונים, הבנה מספקת במתמטיקה שתאפשר לכלל האנשים להתמודד עם הלוגיקה של מערכות (בכדי שהניבויים וההחלטות המסתמכים על טכנולוגיות AI לא יהיו לחלוטין "מאחורי מסך"), וכן יצירת בסיס חזק של חשיבה ביקורתית ומודעות חברתית-



משרד החינוך

אנושית. המטרה של תוכנית חינוכית כזו היא לתת לתלמידים את היכולת להרגיש "בשליטה" על בסיס ההבנה של מהו AI, כיצד הוא עובד, מה הפוטנציאל והסכנות שלו ואיך להיעזר בטכנולוגיה הזו.

[AI4all](#) היא דוגמה תוכנית לימודים של כ- 30 שעות המיועדת לתלמידי תיכון שאין להם ניסיון קודם בתכנות ומבוססת על PBL – התלמידים לומדים על AI ומכינים פרויקט מבוסס AI למטרות חברתיות.

מדינות כבריטניה, אסטוניה, סינגפור, ארגנטינה, צרפת, גרמניה ודרום-קוריאה הגדירו אתגר זה (על שתי פניו) כמרכזי עבור מערכות החינוך שלהן ופיתחו תוכניות לטיפול האוריינות הדיגיטלית, המודעות לטכנולוגיית בינה מלאכותית וביג דאטה – הן בכדי ליצור עתודה מקצועית לתחומים אלו והן בכדי לתת לתלמידים בסיס לחיים בעולם עתיר בינה מלאכותית. סין, שאחת ממטרותיה היא להיות המובילה העולמית בבינה מלאכותית, הגדירה את הפיתוח של כישרון, אנשי מקצוע ומובילים עתידיים בטכנולוגיה זו כמטרה מרכזית של מערכת החינוך שלה (גם מערכת בתי הספר וגם מערכת ההשכלה הגבוהה).

אתגר מדיניות מס' 2: יצירת תשתית איסוף, ארגון וניהול נתונים חינוכיים

יש אמנם נתונים רבים שנאספים היום במערכת החינוך, אך השאלה שצריכה להישאל היא האם נתונים אלו מספיק עשירים ומתעדים תופעות שיאפשרו להסיק מסקנות בעלות ערך למנהלים, מורים ותלמידים. הרבה מערכות בינה מלאכותית או מערכות data science בשדה החינוך מייצרות את תהליך איסוף הנתונים שלהן באופן עצמאי כיוון שלרוב אין נתונים מספקים או נתונים איכותיים מספיק בתחום בו רוצים לפתח את המערכת. מצב זה הופך את הפיתוח ליקר יותר ואת הזמן הדרוש להפיכת המערכת לבעלת ערך לארוך יותר.

מרבית הנתונים הנאספים במערכת החינוך כוללים:

- נתונים תיאוריים (תאריך לידה, מקום מגורים וכד')
- דירוגים סוציו-אקונומיים
- נתונים על נוכחות
- ציונים
- הערות התנהגות
- במידה מוגבלת, ולרוב לא אישית, נתוני שאלונים
- בחלק ממערכות הלמידה המקוונות (כגון עת הדעת) ייתכן שנשמרים גם נתונים על האופן בו פעלו תלמידים בממשק עם המערכת (מה הצליחו ומה לא, כמות השימוש, זמן עבודה וכו')
- נתונים על עבודתם ומסלול הקריירה של מורים (ותק, בתי ספר, השתלמויות וכד')

חלק מהנתונים הללו נשמרים במאגר הנתונים המרכזי של משרד החינוך, אך כל הנתונים האישיים על תלמידים נמצאים במערכות המידע הבית ספריות (כגון משו"ב, smartschool וכד').



משרד החינוך

הנתונים הקיימים כיום מציעים טווח מוגבל למדי של אפשרויות עבור "אימון" מערכות AI או עבור יצירת מערכות ביג דאטה תומכות קבלת החלטות. זאת משום ש:

- הם נוגעים לחלק מאוד קטן מהעושר של עולם החינוך וצרכיו (למשל: הם לא נוגעים כלל בלמידה בכתה)
- הם לא תמיד איכותיים ועלולים להיות עם תקפות ומהימנות נמוכה (למשל: לא כל המורים מתעדים נוכחות באותה צורה; ציונים, הערות משמעת או הערות "ציון לשבח" אינם מהימנים – לא משקפים את אותו הדבר בין מורים ובין בתי ספר)
- כאמור, במערכות למידה מקוונות ניתן לאסוף יותר מידע, ובכלל זה גם על התנהגויות למידה, אך זהו חלק קטן מאוד מהלמידה של התלמידים (ובצדק) וכמובן שגם בנתונים אלו צריך לטפל בזהירות אתית.

מפתחים של מערכות AI בחינוך (במיוחד בארץ) לא יכולים להסתמך על מאגרי הנתונים הקיימים, שלרוב אינם נגישים וכוללים נתונים שלא נוגעים במטרות הפיתוח שלהם ונתונים לא מהימנים, וצריכים ליצור את תהליך איסוף הנתונים העצמאי שלהם – פעולה הדורשת זמן רב.

לדוגמה: בעת פיתוח TailorED, מערכת המציעה חלוקה לקבוצות בלימודי מתמטיקה על פי מאפיינים מגוונים (סגנון למידה, מאפיינים אישיים וכד') ויצירה מהירה של מערכי למידה המותאמים לכל קבוצה, היה צורך ליצור מנגנונים לאיסוף המידע שיאפשר לאמן את המערכת לזהות את המאפיינים הרלוונטיים (שהוא נתון שלא קיים בשום מקום). גם מערכת כמו squirrelAI הסינית כוללת מבחנים עצמאיים ללומדים היוצרים בתוך המערכת עצמה מאגרי נתונים על ביצועים ולמידה. אולם כיוון שמדובר במערכת סינית מובילה כמות המשתמשים מאפשרת למערכת לצבור ו"להתאמן" על המון נתונים וכך להשתפר מהר יותר.

אם מעוניינים לקדם ברצינות את תחום ה-AI בחינוך בארץ, הרי שכדאי מאוד לגבש מדיניות חדשה לגבי איסוף, ארגון וניהול נתונים. מדיניות כזו צריכה להסדיר את סוגי הנתונים הנאספים וליזום איסוף של נתונים חדשים על פי הפרמטרים הבאים:

1. נתונים עמוקים ועשירים יותר על תהליך הלמידה ועל נושאים חינוכיים
2. נתונים שאינם מפרים את צנעת הפרט
3. נתונים שאינם דורשים עבודה קשה לאיסופם



בין הרעיונות שעלו ופותחו במעבדת בינה מלאכותית עלו גם כמה אפשרויות למתודות לאיסוף נתונים שכרגע לא נאספים במערכת החינוך. להלן הבולטות שבהן, עם הערכתן עפ"י הפרמטרים שתוארו לעיל:

סוג הנתונים\מתודת איסוף	מעניין: פוטנציאל לתת ערך חינוכי	אתיקה: צנעת הפרט ואמון	יישומיות: קלות האיסוף
סיכום שיחות עם תלמידים: מערכת המנתבת למורים משימה לקיום שיחות קצרות עם תלמידים + שאלון סיכום קצר לשיחה	יכול לתת זווית עשירה ועמוקה הרבה יותר על אקלים ותהליכים רגשיים. מהימנות סיכומי השיחות של המורים עשויה להיות בינונית, אך עם הצטברות הנתונים יהיה ניתן לנטר זאת. גם מערכת schoolday שתוארה מוקדם יותר במסמך יכולה לתרום לאותה מטרה.	יש במערכת כמה סוגיות אתיות: אם המורים מסכמים את השיחות זה עלול לעורר קושי באמון מצד התלמידים היווצרות תיעודים של התרשמות מורים ממצבו של תלמיד היא נתון אישי על ילד (שגם עלול להיות מוטה מהאופן בו המורה תופס אותו)	אמנם דורש ממורים לקיים שיחות קצרות עם תלמידים ולהזין בסוף שאלון קצר, אך יחסית זוהי משימה לא מורכבת.
צילום\הקלטת סאונד של שיעור להערכת רמת המעורבות של (engagement) תלמידים	נותן אינדיקציות טובות ל"זירה" שמאוד קשה למדוד – הכתה. יש הרבה סוגיות מקצועיות שיש לחשוב עליהן (למשל תיעוד הוראה פרונטלית לעומת	החוויה של ללמוד בכתה מצולמת עלולה ליצור קושי ואי נוחות למורים ולתלמידים (גם הקלטה היא מסמן של השגחה מגבוה). גם מדידת המעורבות של תלמידים באופן אישי עלולה ליצור קושי אתי. ניתן להתמודד עם זאת על בסיס ההחלטה אם מצלמים או מקליטים,	איסוף מידע זה דורש רק טכנולוגיה ולא מחייב את המורים והתלמידים למשהו מעבר. הטכנולוגיה דורשת השקעה כספית.



משרד החינוך

	ואם שומרים מידע אישי או רק ממוצע מעורבות כללי בשיעור.		
עצם שמירת הטקסטים דורש רק יצירה של טכנולוגיה לקליטת וארגון הרבה טקסטים של תלמידים ולהרגל של כתיבת עבודות בפורמט דיגיטלי (או שימוש בסורקים המתרגמים כתב יד לקובץ - מערכות הקיימות אך עדיין יקרות ולא מושלמות).	המורכבות האתית קשורה באופן השימוש בנתונים. אם טקסטים ישמשו באופן פרסונלי להזעקת "דגלים אדומים" או לחיווי דעת על תלמידים באופן פרסונלי - עלולה להיווצר בעיה אתית.	פותח אפשרות להמון למידה הן בנושא הכתיבה	יצירת מאגר טקסטים של תלמידים והערכתו לממדים שונים (מאיכות הכתיבה ועד זיהוי מצוקה נפשית)

עשויים, כמובן, להיות סוגי נתונים נוספים – אך הטבלה מהווה דוגמה לסוג החשיבה שיש לקיים ביצירה של מדיניות איסוף נתונים חדשה והמורכבות האתית והיישומית שיש להתמודד עימה בכדי ליצור מאגרי נתונים על היבטים אותנטיים יותר וחשובים יותר של הלמידה.

בחשיבה על מדיניות תיעוד ואיסוף נתונים ייתכן שצריך להשתחרר מהתפיסה שכל נתון שנאסף צריך שתהיה לו מטרה מיידית. למשל – גם אם עדיין איננו יודעים בדיוק היום איך להשתמש באיסוף הטקסטים של התלמידים, ייתכן שהיכולת להפיק מכך משמעויות תפתח עם הזמן ככל שיהיו יותר נתונים ויגיעו יזמים עם רעיונות איך להפיק מהם ערך או לחבר אותם לנתונים אחרים.

לצד יצירת מדיניות של תיעוד וארגון נתונים, כדאי לפעול גם לתמיכה והדרכה של מנהלים ואנשי חינוך לגבי [ניהול מבוסס נתונים](#) ואיך להשתמש בנתונים בצורה אפקטיבית בקבלת החלטות ובתכנון תהליכים חינוכיים.



אתגר מדיניות מס' 3: טיפוח אקוסיסטם יזמי המבוסס על דיאלוג חינוכי-טכנולוגי

על פניו יש שני מקורות מהם יכולה לצמוח יוזמה לפיתוח מערכת בינה מלאכותית בישראל (ובעברית):

- א. **יזם חיצוני** – העושה זאת (לרוב) מכוונת רווח או לחילופין מרצון לתרום. היזם החיצוני עשוי להיות יזם בודד או גוף עסקי גדול.
- ב. **מרכז של משרד החינוך** – משרד החינוך יגדיר צורך ויפרסם קול קורא\מרכז (המבוסס או על בעיה\אתגר או כבר על אפיון מפורט) ויבקש מיזמים לפתח עבורו.

התמריץ ליזמים חיצוניים להיכנס לתהליך פיתוח של מערכת אדטק מבוססת בינה מלאכותית בארץ אינו גדול. השוק קטן, משרד החינוך לא תמיד שש להיכנס להתחייבויות המבטיחות מבחינת היזם, פיתוח בעברית ידרוש השקעה גדולה מאוחר יותר בתרגום לשפות אחרות וכל (או כמעט כל) איסוף הנתונים לצורך הפיתוח "נופל" על היזם. נוסף על כך, רוב הפיתוחים של יזמים חיצוניים מתבססים על הזיהוי שלהם את הצורך במערכת החינוך, ולכן יש סיכוי שהצורך שהם מזהים לא יהיה בהלימה עם הצרכים של אנשי החינוך.

מהכיוון השני פרסום מרכזים של משרד החינוך עשוי להיות תהליך יקר וארוך, להתקיים על מספר קטן מאוד של מערכות, ולצאת מבלי שיהיה ברור מראש האם המערכת תוכל לעבוד ואכן תיתן ערך (מערכות AI לעתים מנסות ליצור יישומים גם כשלא ידוע אם הנתונים אכן תומכים ביישום הרצוי).

בהנחה שברמה העקרונית **אנו מעוניינים בהתפתחות היזמות הישראלית בשדה הבינה המלאכותית בחינוך**, ייתכן שהדרך ליצור תנועה והתקדמות בכיוון זה היא לעצב מסגרות פיתוח משולבות בהן משרד החינוך מציע ליזמים מספר ערכים חשובים המקטינים את הסיכון שהוא לוקח ומסייעים לו בתהליך הפיתוח. ערכים כאלו עשויים להיות:

- יצירת שותפות עם בתי ספר ואנשי פדגוגיה מהמשרד בחשיבה, בדיוק הצרכים ובהולדת הרעיון
- מתן גישה למאגרי נתונים שסייעו או יקצרו את הדרך לאימון המערכת (במיוחד אם ייווצרו כאלו איכותיים – ראו אתגר מדיניות מס' 2)
- גישה אל בתי ספר לקיום פיילוט
- שמירה על זכויות היוצרים ליזם
- התחייבות לרכישה של המערכת המוגמרת בהיקף כלשהו באם תענה על קריטריונים ידועים מראש (למשל – פונקציונליות, ערך, וכו'); משרד החינוך יכול לדרוש שרכישת המערכת עד היקף מסוים תהיה במחירים נוחים)

הדרכים והמסגרות ליצירת שותפות כזו יכולות להיות:

- ❖ יצירת מסגרת כגון חממה, צ'אלנג', מאיץ, תחרות וכו', הנותנת הזדמנות ותנאים ליוזמות.



משרד החינוך

❖ ליצור שותפות אסטרטגית עם אחד מגופי הפיתוח הגדולים (גוגל, אמזון, מיקרוסופט)

אתגר מדיניות מס' 4: כניסה יזומה לפיתוחים ראשוניים

בכדי ליצור מומנטום של כניסה אל התחום ה-AI בחינוך כדאי להתחיל בפיתוח של מערכות ראשונות ביוזמת משרד החינוך. שאלה מרכזית שניתן להעלות לגבי זה היא – **ממה להתחיל?**

אולם לפני הגשת המלצה לגבי נקודות התחלה אפשריות חשוב לזכור שבינה מלאכותית, בסופו של דבר, היא רק ענף ספציפי של עולם המחשבים. ייתכן שזהו הענף המתקדם ביותר, ושהנוכחות שלו בפיתוח טכנולוגיות תלך ותגדל בשנים הקרובות, אך בסופו של דבר הוא "רק" טכנולוגיה – כלומר הגישה הבסיסית אל בינה מלאכותית היא היכן היא יכולה לשמש בפיתוח מערכות שיפתרו בעיות ויסייעו להשיג מטרות בחינוך, ובאופן כללי לעשות חינוך טוב יותר. לצד זאת, המרכזיות ההולכת וגדלה של בינה מלאכותית, למידת מכונה וביג דאטה בעולמות המסחריים ואף הציבוריים היא סיבה מספיק טובה למשרד החינוך להיכנס כבר לפיתוח בנושאים אלו – בכדי שההבנה של הלוגיקה של בינה מלאכותית, ההבנה של הנדרש לתהליך פיתוח בתחום זה, הקשר עם יזמים וגופים וה"שפה" של שדה זה יהפכו ליכולת של משרד החינוך ומערכת החינוך הישראלית.

נקודת התחלה ליישומים מערכתיים של בינה מלאכותית בחינוך צריכה להיות:

- יחסית קלה ליישום - לא פיתוח גדול וחדש שייקח הרבה זמן ומשאבים
- עוסקת בנושא שמעניין את המורים והמנהלים
- יוצרת ערך מוסף כלשהו לעשייה החינוכית ביחס למצב הנוכחי

להלן מספר רעיונות אפשריים, חלקם עלו במעבדה וחלקם מחוצה לה:

❖ **רכישה ו"גיוור" של מערכת כגון Schoolday** – באופן גורף הצורך הגדול ביותר שהועלה ע"י המנהלים והמורים שהשתתפו במעבדה היה לפתח כלים שיעזרו לזהות מצבי מצוקה רגשיים בזמן, להגעה אל תלמידים שעלולים "להיעלם מתחת לרדאר" ולחזק את האקלים הרגשי-חברתי בבית הספר. Schoolday היא מערכת קיימת שיכולה להציע ערך לצורך זה ואין צורך לבצע את תהליך הפיתוח המלא שלה (אלא להשקיע בתרגום). גם במסגרת המעבדה עלה רעיון קרוב ברוחו – **מערכת ה"מקצה" למורים שיחות קצרות עם תלמידים לאורך השבוע** ובסופה המורה ממלא שאלון קצר על השיחה, ככלי שמאפשר להגיע אל כל התלמידים ולנטר אקלים חברתי-רגשי (כמובן שמערכת כזו תדרוש פיתוח מלא).

❖ **צ'טבוטים מתרגלים** – לפני כשנה ביצעו ב-Mindcet של מטח פיילוט קטן של צ'טבוטים שסייעו לתלמידים להתכונן לבגרות בהיסטוריה והוטמעו בווטסאפ (חומר הלימוד הוזן אל המערכת והצ'טבוט היה מבין את השאלות שהופנו אליו ולקשר לפריטי התוכן המתאימים). כיוון שקיים



משרד החינוך

כבר ניסיון בכך, ניתן לבחון ולשקול שיתוף פעולה עם מטח לשם הרחבת הכלי הזה שיכול לסייע לתלמידים רבים ולמורים המעוניינים לגוון את דרכי ההוראה והלמידה. יתרון נוסף ברעיון זה: יכול להוות גם פלטפורמה מעניינת לאיסוף נתונים, למשל על השאלות השכיחות של תלמידים, טעויות שכיחות ועוד. ישנם רעיונות דומים נוספים שייתכן ועלות פיתוחם אינה גבוהה, כגון **מערכת "שידוך" בין תלמידים** המתעניינים בנושאים דומים או יכולים להיעזר אחד בשני, ווריאציות נוספות של מערכות שאלות ותשובות על החומר.

❖ **רכישה של מערכות מבוססות AI ישראליות קיימות והטמעתן** – לא קיימים הרבה פיתוחים ישראלים בתחום ה-AIED, אולם את המעט שקיימים (כגון [Tribe Effects](#) המציעה פלטפורמה ללמידה על הצבת והשגת מטרות ותקשורת בין לומדים ומנטורים, [TailorED](#) העוסקת בלמידה מותאמת במתמטיקה והרובוט החברתי של מעבדת הסקרנות) ניתן לבחון באופן רציני ככלים שיש להטמיעם ולתמוך בהמשך פיתוחם.

❖ **מערכת שיפור שפה דבורה וכתובה באנגלית** – שיפור היכולת באנגלית הוא תחום שהפיתוח של מערכת למידה בו עשוי להיות פשוט יחסית, וייתכן שאף ניתן יהיה להסתייע כבר במערכות קיימות ולרכוש להם רישיונות (לדוגמה: [Edwin](#), [fluent8](#) או [Parla](#) החינמית). אחד הרעיונות שעלה במעבדה הוא Listen and Learn, מערכת המקשרת לתלמידים פודקאסטים באנגלית בהתאם לתחומי העניין שלהם.

❖ **משחקי למידה הפועלים בעזרת AI** – קיימים כבר משחקים פופולריים (וחינמיים) העוסקים בידע ויש בהם אלגוריתמים של למידת מכונה. לדוגמה: [akinator](#) שמשחקת עם המשתמש "21 שאלות" (קיים גם בעברית), [Quizlet](#) שיכולה לחולל ללומד חידונים ומשחקים בתחום התוכן שהוא מעוניין, [oddizzi](#) המיועדת ללימוד גיאוגרפיה בגיל יסודי ומחוללת חידונים ומשחקים בתחום, ועוד. משחקים מעין אלו עשויים להיות יחסית פשוטים לפיתוח (אם כי ייתכן שייקח להם זמן "אימון" בכדי להפוך למדויקים ואפקטיביים מספיק), וניתן אפילו ליצור תהליך בו מורים ואף תלמידים משתתפים בפיתוח של משחקים מעין אלו. עם חשיבה מקדימה נכונה ניתן להיעזר במשחקים כאלו כדי לצבור נתונים שילמדו על קשיים ותחומי עניין של תלמידים.

❖ **התנסות לימודית ב-AI ושילובה בתוכנית הלימודים** – ישנם כבר בתי ספר שפתחו מגמות בינה מלאכותית ולמידת מכונה, יחידות לימוד על בינה מלאכותית במגמות מדעי המחשב ובתוכניות מחוננים (אם כי חלקן כלליות יחסית ובעיקר עוסקות בהסבר המושגים). ראוי להמשיך להגדיל תוכניות אלו, להכשיר מורים לכך ובעיקר ליצור תוכניות התנסותיות בהן תלמידים לומדים להשתמש ב"מחשני האלגוריתמים" של גוגל, אמזון או מיקרוסופט בכדי להרכיב מהם שימושים חדשים.

❖ **האם כדאי לפתח מערכת למידה אדפטיבית בעברית?** – יהיה קשה מאוד לפתח בישראל מערכת הדומה ל-[SquirrelAI](#) או ל-[Knewton](#). אלו מערכות למידה גדולות הכוללות תכנים רבים, בוחנות את הלומד (וממשיכות כל הזמן ללמוד את המאפיינים והעדפות שלו) ומתאימות



משרד החינוך

לו תכנים ומסלולי למידה בתוך המערכת. ההשקעה הנדרשת הן ב"אימון" מערכת כזו והן ביצירת כל התכנים עליה היא ענקית. אמנם מערכות כאלו הוכיחו שבתחומים מסוימים הן יכולות להאיץ למידה של מיומנויות ולהפוך את הלמידה ליעילה יותר, אך גם יש סימני שאלה לגבי הערך החינוכי שלהן מעבר לרכישת החומר. ייתכן שיש מקום לשקול יצירת פרויקט עם אחד הגופים בארץ שכבר פיתחו מערכות למידה מקוונות שיחסית עשירות בתכנים (כגון אופק או עת הדעת) ולנסות לפתח יחד עימן תשתיות שיקדמו את המערכות שלהן ליותר אדפטיביות – במידה מסוימת בדומה למה שעשו בדרום אפריקה וברזיל. אין ספק שאחד הערכים של מערכת כזו יכול לבוא לידי ביטוי בתקופות כגון הנוכחית, בה תלמידים נאלצים ללמוד מהבית, והיא יכולה להיות פתרון גם לצורך זה (עם זאת יש לקחת בחשבון כי הפיתוח עשוי להיות ארוך יחסית ויקר משמעותית להצעות האחרות המופיעות פה).

כמובן שעשויים להיות רעיונות נוספים מעניינים, בין אם כאלו שעלו בעבודת המעבדה ובין אם אחרים.

חלק ג': סיכום עבודת המעבדה בשנה"ל תש"פ

מעבדת בינה מלאכותית וביג דאטה בחינוך מסיימת את שנה"ל הראשונה שלה. כמה נתונים על עבודתה:

- המעבדה כוללת 10 בתי ספר: 2 יסודיים, 1 מרכז מחוננים, 2 חט"ב ועוד 5 שש-שנתיים על יסודיים
- המעבדה קיימה 3 מפגשים פיזיים ואחד וירטואלי
- תכנית המפגשים כללה:
 1. דצמבר 2019 – הצגת המעבדה; סדנת יסוד על בינה מלאכותית; ביקור בתערוכה "בינה מלאכותית ורגשות"
 2. דצמבר 2019 – המשך סדנה על בינה מלאכותית; היכרות עם מאגר הנתונים של משרד החינוך; היכרות עם הרובוט החברתי ופרויקט משוב על טקסטים של "תלפיות"; היכרות עם מערכת אנליטיקות הלמידה של האוניברסיטה הפתוחה; מבוא ל- דאטה סיינס; סדנה להעלאת רעיונות למערכות
 3. פברואר 2020 – מפגש מעקב עבודה על מערכת משוב לטקסטים; מפגש עם לילי בן-עמי: חשיבה על AI ככלי לזיהוי מצוקה; סדנה להעמקת רעיונות ודיון בסוגיות אתיות
 4. מרץ 2020 – מפגש וירטואלי: היכרות עם TailorED; רעיונות שפותחו במוקדי הפעילות הועלו מראש כסרטונים ל [קבוצת פייסבוק](#) סגורה – והמשתתפים ביצעו תהליך הערכה לרעיונות; דיון מסכם



משרד החינוך

- ביולי 2020 קיימה המעבדה יומיים מלאים שבהם הציגו בתי הספר את הרעיונות המפותחים שלהם במפגשי Zoom, ועל בסיס כל אחד מהרעיונות התקיים דיון להערכתו ולהפקת תובנות ממנו.

- חלק מרכזי מפעילות המעבדה נעשה ב**מוקדי פעילות**, שכולם נבנו מתוך רציונל של **יצירת דיאלוג חינוכי-טכנולוגי**:

- **מוקד מוקאפים** – היזם הטכנולוגי תומר מרשל (המייסד של חברת [Tribeeffects](#)) עובד עם 3 בתי ספר ביצירה של רעיונות למערכות מבוססות AI על בסיס צרכים ומטרות שלהם. מוקד זה סינן 4 רעיונות שנמצאים כרגע בעבודה להכנת מוקאפ.
- **מוקד ביג דאטה** – פזית כץ-עוז, מומחית דאטה ומנהלת חטיבת ה-BI של מטריקס עובדת עם ארבעה בתי ספר על זיהוי צרכים שמודלים של דאטה (ולא רק מבוססי בינה מלאכותית) יוכלו לסייע בהם. מוקד זה נעשה בשיתוף פעולה עם רותי רווה – מנהלת פרויקט מאגרי המידע של המשרד. במסגרת שיתוף הפעולה נוצר גם קשר עם ג'וינט-אשלים המשתתפים עם רותי רווה בתוכנית "נתיבים" – פיילוטים לפיתוח מערכות תומכות החלטה מבוססות נתונים בחינוך. הרעיונות שעלו במעבדה הוצגו בפני רותי ונציגי ג'וינט-אשלים, יוערכו שוב כשהיו בשלב מתקדם יותר וחלקם עשויים להצטרף לתוכנית. כמו כן – בתי הספר המשתתפים במעבדה עשויים להצטרף לפיילוטים במסגרת "נתיבים" גם סביב פיתוחים אחרים ולהיות השדה עמו עובדים.
- **מוקד הרובוט החברתי** – ד"ר גורן גורדון מאוניברסיטת תל אביב פיתח את הרובוט החברתי שיוכל לשמש ככלי להעברת נושאים ודיונים. הוא וצוותו עובדים בשני בתי ספר במעבדה ועבדו עם צוותי בית הספר על הכנת מערכי למידה שיועברו בעזרת הרובוט (הקורונה עצרה מהלך זה, כפי שפגעה גם בתהליכים נוספים).
- **מוקד מערכת משוב לכתובה** – עבודה עם צוות מיחידת "תלפיות" על פיתוח של מערכת משוב על כתיבה של תלמידים. בתי ספר מהמעבדה עזרו חלקית ב"אימון" המערכת (ביקשו מתלמידים לכתוב טקסטים ובדקו אותם לפי המחווה), וכן התקיימו מפגשים במסגרת המעבדה לחשיבה על האפיון של המערכת בהיבט הפדגוגי. גם תומר בוזמן, מפמ"ר שפה, מעורב בפרויקט.

הרעיונות שהועלו במעבדה מתוארים ברובם בסרטונים בקבוצת הפייסבוק של המעבדה.

להלן מבט על המציג חלק מהרעיונות:

אמי"ת עבו

- "דופק כתה" – מערכת להערכת מעורבות תלמידים בשיעור בעזרת וידאו\אודיו
- אפליקציה המלווה את התלמיד בתהליכי בחירה ועוזרת לו ללמוד על עצמו בתהליכי בחירה

יסודי ו' מגאר

- מערכת לאיתור מצבי אלימות בחצר בעת היווצרותם
- מערכת למידה אדפטיבית בערבית

תיכון עודד קדימה

- מערכת ניהול ותיעוד שיחות קצרות בין מורים לתלמידים לאיתור מצבי מצוקה וקבלת תמונת מצב בית ספרית
- שיפור האנגלית דרך התאמת פודקאסטים לפי תחומי עניין של תלמידים



משרד החינוך

רמות חיפה

- מודל לזיהוי טריגרים ותנאים לתפקוד ילדים ולהתאמה של התערבויות חינוכיות
- זיהוי הורים עם פוטנציאל למעורבות בבית הספר
- מערכת תומכת קבה"ח פדגוגיות על התאמת ילדים לתוכניות

שז"ר כפר סבא

- המלצת התאמת תלמידים למגמות עפ"י "תלמידאות"
- אבחון מצוקה רגשית ע"ב טקסטים שתלמידים כותבים
- זיהוי\ניבוי מצוקה רגשית ע"ב נתונים הנאספים על הילדים (משוב)

שחקים מחוננים

- מחקר על ההשפעה של הישגות במסגרת מחוננים ב' על הווחה רגשית
- ניבוי נשירה והתמדה של תלמידים במסגרות מחוננים בחט"ב
- ויסות ותיקון הטיות בקבלה למסגרת מחוננים בשל השפעת הגיל

הייטק ואומנויות פרס

- תמונת 360 על תלמידים וזיהוי שינויים לאורך זמן
- המלצה על התאמת מערכי למידה לתלמידים ע"ב רמה, סוגי טעויות והעדפות למידה
- זיהוי העדפות למידה של תלמידים ע"ב נתונים על התנהלותם בשיעור

ולהלן תמונה על האופן בו הוערכו הרעיונות במפגש שהתקיים במרץ:

יישומיות	הרעיון נותן מענה	חשיבות הצורך	
3.7	2.7	4	זיהוי הורים עם פוטנ' למעורבות בביה"ס (3)
3.7	3.3	3.7	מערכת התומכת החלטות של ועדה פדגוגית על התאמת תוכניות לילדים (3)
4	3.6	4.4	אבחון מצבי מצוקה רגשית ע"ב טקסטים שילדים כותבים (5)
4.3	4.7	4.7	מערכת ניהול שיחות check up לאיתור מצבי מצוקה ושלומות (3)
4	4.3	4.3	המלצה להתאמה למגמות עפ"י נתוני "תלמידאות" (3)
4	5	5	בחינת הטייה של מתקבלים למסגרות מחוננים לפי גיל (1)
4.7	4	4	זיהוי ערוצי למידה מועדפים על תלמידים ע"ב התנהלות בשיעור (3)
3	4	4.5	זיהוי\ניבוי מצוקה רגשית עפ"י נתוני משוב (2)
3.5	3	4.5	ניתוח דפוס התנהגות ילדים עפ"י טריגרים ותנאים – ככלי לתכנון התערבות חינוכית (2)
5	3	4	ההשפעה הרגשית של הישגות במסגרת מחוננים (1)
4	4.25	5	התאמת מערכי למידה ע"ב רמה, טעויות והעדפות למידה (4)
4	4	4	ניבוי נשירה והתמדה במסגרת מחוננים (1)
			תמונת 360 על נתוני התלמידים וזיהוי שינויים לאורך זמן (לא הוערך)



רעיונות נוספים ממוקד המוקאפים:

- מערכת לשיפור האנגלית דרך התאמת פודקסטים לתלמידים בתחומי העניין שלהם (תיכון עודד קדימה)
- מערכת להערכת רמת המעורבות של תלמידים בכיתה באמצעות מצלמה ומיקרופון (תיכון אמית עכו)
- מערכת לזיהוי אירועי אלימות בהתהוות בהפסקות בעזרת מצלמות (יסודי מגאר)

בינה מלאכותית היא טכנולוגיה הנמצאת בתנופת התפתחות מבחינת היכולות שהיא מציעה ומבחינת התפוצה והשימוש בה. היא משבשת ומשנה תעשיות וסקטורים ובמוקדם או במאוחר תעשה זאת גם בעולם החינוך. מעבדת הבינה המלאכותית והביג דאטה בחינוך היא חלק מהתהליכים שמקיים משרד החינוך בכדי להיות בשורה הראשונה של אימוץ טכנולוגיות אלו ושילובן בעשייה החינוכית בדרך שתהיה אתית ובעלת ערך אמיתי.

שותפים להקמת המעבדה ותורמים לכתיבת המסמך:

תומר מרשל, מנכ"ל 'TribeEffect'

פזית כץ-עוז, מנהלת חטיבת היעוץ ואסטרטגיית המידע, MatrixBI

ד"ר גורן גורדון, מנהל מעבדת הסקרנות, אוניברסיטת תל אביב

רותי רווח, מנהלת פרויקט איחוד מאגרי המידע, משרד החינוך

אל הרפז, ישראל דיגיטלית

איתן קליינמן, מנהל יחידת החדשנות הטכנולוגית בחינוך, מנהל התקשוב, משרד החינוך

נדב שטרית, יחידת החדשנות הטכנולוגית בחינוך, מנהל התקשוב, משרד החינוך

דנה רבין, יחידת החדשנות הטכנולוגית בחינוך, מנהל התקשוב, משרד החינוך

רבקה גרוסמן, מנהלת יחידת המעבדות, אגף מו"פ, ניסויים ויזמות, משרד החינוך

מירב זרביב, מנהלת אגף מו"פ, ניסויים ויזמות, משרד החינוך