

דו-שיח של חרשים...

האם ניתן לבנות מכונה חושבת?

ראי אריאלי, מחלקה להוראת המצעים מכון ויצמן למדע

דיאלוג בין:

מדעני - מדען רציונאלי, העובד בחברה המפתחת את רובוט העתיד, אשר יהווה כפיל מושלם לאדם ויתפקד טוב יותר ממנו בכל המצבים.

חכמולוגי - אינטלקטואל ממדעי הרוח, פילוסוף ואיש אמונה המתעניין במדע. לדעתו, יצירת מערכת שתשתווה למוח האדם או אפילו תעלה עליה, היא תהליך **שלא-יתכן עקרונית**, מכיוון שהמתכנן הוא המוח האנושי.

מדעני - אנו מתכננים עתה מודל חדש של רובוט שיקרא "איינשטיין", ויוכל לבצע כל מה שעושה האדם בצורה טובה יותר ממנו. אפילו ל"התרבות" (=לייצר רובוטים חדשים ומתוחכמים יותר ממנו)!

חכמולוגי - בדבריך אין הגיון, מכיוון שרובוט הוא רק מכונה המבצעת פקודות ואינו מסוגל לחשיבה קוגניטיבית. מכאן שאין לו "Common Sense", וממילא חשיבה אבסטרקטית היא דבר שלא יתכן עבורו.

מדעני - נבחן את הנושא **מנקודת מבט התפתחותית**:

בתחילה היו מכונות חישוב מכניות, שהוחלפו על ידי מחשבים חשמליים המבוססים על ממסרים. לאחר-מכן, פותחו מחשבי השפופרות האלקטרוניות (שפופרות הוואקום), שלצורך הפעלתם נדרש בניין עם אספקת חשמל מיוחדת ומערכות הקירור. בהמשך, הומצא הטרנזיסטור, וממנו באופן טבעי עברו לייצור שבבי הסיליקון (ג'וקים), שהכילו מאות, ואח"כ אלפי, וכיום מאות אלפי טרנזיסטורים בכל שבב.

הכוונה שלנו היא לבנות דור ראשון של רובוטים שיוכל לבנות את הדור הבא של הרובוטים, ילמד מטעויותיו ויתכנן רובוטים מוצלחים יותר, שיתכננו רובוטים מוצלחים יותר וכ' . . .

חכמולוגי - מכונה אינה יכולה לתכנן ולבנות מכונה שהיא יותר משוכללת ממנה.

מדעני - מערכת החישוב ברובוט "איינשטיין" היא **מערכת חישוב מקבילי** (Parallel Processing)

הפועלת בצורה דומה למוח האדם (Neural Network). כמות המעבדים (פרוססורים) שיפעלו במקביל בו זמנית במערכות החדשות תגדל מדור לדור, כך שכוח החישוב יגדל בהתאם.

חכמולוגי - קיימות לפחות שתי סיבות בסיסיות המונעות מכם לבנות מודל אמיתי של מוח האדם:

1) מוח האדם מורכב ממאה ביליון (10^{11}) נוירונים, שכל אחד מהם מקושר ל-1000 עד 100,000 נוירונים אחרים, כלומר: רשת של 10^{16} קשרים בין יחידות החישוב הבסיסיות (נוירונים).

2) החישובים במוח הם סיכום של סיגנלים אנלוגיים בחלקם (בסינאפסות), וכמות הקשרים האדירה כוללת משוברים מכל צומת חזרה ליחידות החישוב המקוריות. מכאן שלא ניתן ליצור מודל שיהיה מוצלח יותר מהגוף המורכב ביותר בטבע.

מדעני - אכן נכון, עד לשנים האחרונות נהוג היה לחשוב כי המחשבים מסוגלים רק לפתור בעיות במדעים (לוגיקה), ואילו דברים שנעשים אצל האדם בצורה אוטומטית ומובנת מאליה, כגון זיהוי פנים מוכרות בקהל, לא יוכלו המחשבים לבצע במהירות וביעילות.

לאחרונה, עם התפתחות החומרה של שבבי הסיליקון (למעשה, השבבים החדשים עשויים מגליום ארסניד ולא מסיליקון), מתפתחים גם אלגוריתמים מתוחכמים המנצלים אותם. לדוגמה: התוכנה של עיבוד אותות (ובעיקר זיהוי עצמים - Pattern Recognition) התפתחה במערכות הצבאיות המשמשות למעקב ולזיהוי, ומתחילות להופיע מערכות יעילות יותר מהאדם (מערכות מומחה), בעיקר כאלו המשלבות מספר רב של סנסורים (Sensor Fusion). מערכת חדשה הנמצאת בארה"ב בשלבי פיתוח היא מערכת ראייה צבאית, המשלבת סנסורים בכל טווח הספקטרום האלקטרומגנטי: החל באולטרא-סגול, דרך התחום הנראה, האינפרא-אדום, ועד גלים מילימטריים וראדאר. ע"י עיבוד מקבילי **במחשב אופטי** (המזהה צורות), ניתן היום לתכנן מערכת משוכללת בהרבה מהמערכת האנושית. מערכת זו תבצע זיהוי מטרה בכל תנאי ראות, ביום ובלילה, במהירות וביעילות הגדולים בסדרי גודל מאלו של העין ומח האדם.

חכמולוגי - המגבלה בבניית מכונה חושבת היא עקרונית ולא טכנולוגית! מה שאתה מנסה להציע כאן מקביל להצעתו של אדם שהצליח לטפס על סולם לגג בניין בגובה קומה אחת. בהמשך הוא בנה סולם גבוה יותר שאיפשר לו לטפס על בניין בגובה 20 קומות.

עתה הוא טוען שאם הצליח להתקדם מגובה של קומה אחת לגובה של 20 קומות, הרי בעתיד יוכל להגיע עם הסולם לירח.

לא ניתן לבצע אקסטרפולציה של סדרי גודל

מכיוון שהבעיות המתעוררות שונות לגמרי ואין דרך נראית לפיתרון. לאדם יש "שכל ישר" (Common Sense) המבוסס על כל חושיו, הדברים שעברו עליו בעבר, ואף התורשה שירש מהוריו. לעולם לא נוכל להקנות תכונות אלו למכונות.

מדעני - מערכות המחשב החדשות שלנו (דור חמישי)

מבוססות על **עיבוד היוריסטי** (לעומת אלגוריתם דטרמיניסטי). עיבוד זה מאפשר פתרונות יעילים יותר (ולעיתים היחידים האפשריים) בטיפול בנושא שהוא **תהליכי** מטיבעו (כמו משחק שח-מט). הלוגיקה החדשה שפיתחנו מבוססת על:

"תורת אי הוודאות של הקבוצות המעורפלות" (Uncertainty Fuzzy set Theory) ואנו בדרך למחשב חושב.

בפיתוח נמצא אצלנו **"זיכרון אסוציאטיבי"** הבנוי בדיוק על עיקרון הזיכרון האנושי, ומאפשר קליטת אינפורמציה חלקית על נושא מסויים, תוך שהוא משלים אותה בעצמו מתוך נסיונו בעבר. לצורך שיפוט ביקורתי של אלו השוללים "יכולת חשיבה" של מחשב, מספיק לבדוק את טענותיהם מלפני 10 ו-20 שנה, ולהיווכח כי מספר רב מהנושאים שהם טענו שהמחשב לעולם לא יוכל לבצע טוב יותר מהאדם, מבוצעים כבר היום טוב יותר על ידו.

והויכוח בין השניים נמשך ונמשך, וימשך כנראה עוד שנים ארוכות. . .

המערכת מזמינה את קוראי העיתון להעלות תגובות לכתוב לעיל, כולל הצגת נקודות מבט שונות על נושא זה (מוסר, אמונה וכו'...)