


רוצים להבין את עצמנו?



כתב: עידן שגב  אייר: זאב אנגלמאיר

אפשר לתאר את המוח בכמה רמות ומכמה כיוונים. אפשר לתאר את הגנים המופקדים על בנייתו, את הפרודות שמהן הוא עשוי, את תאי העצב המרכיבים אותו ואת הקשרים (הסינפסות) ביניהם היוצרים את הרשתות העצביות. אפשר גם לתאר את מבנה המוח כולו או את התוצאות של פעילות המוח, כמו התנועה, הראייה, הרגש או היצירה.

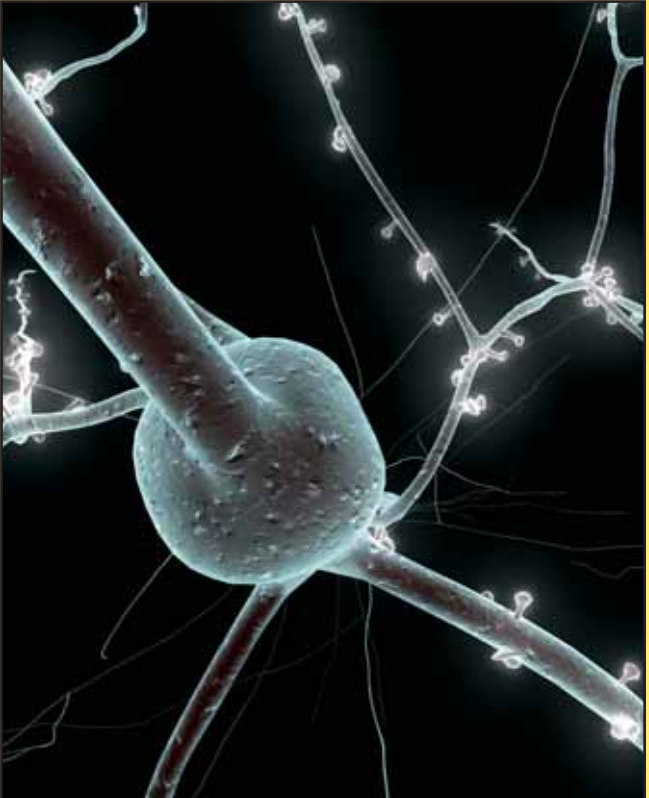
הדמיה של פעילות המוח

בסיס הנתונים על המוח, שימוש בשיטות קיימות ופיתוח שיטות מתמטיות חדשות לתיאור פעולות תאי העצב והקשרים ביניהם יאפשרו בעתיד לבנות דגם ממוחשב של הרקמה העצבית של המוח. כיוון 

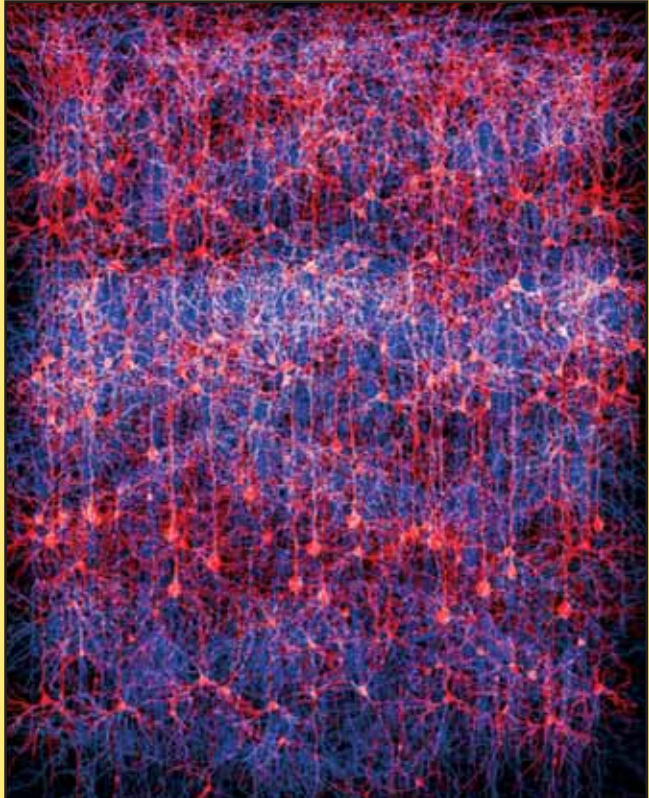
תה, בתחילת המאה ה-21, מסתמנים כיוונים חדשים ומרתקים בחקר המוח, התפתחויות שישפיעו במידה דרמטית על המין האנושי. ייתכן שבהשראת פעילותו של המוח יצליחו החוקרים לפתח רובוטים שילמדו, יתנהגו ואולי אף ירגישו כמונו, ואולי אלה יובילו למהפכה בהקנת האדם את עצמו וביכולתו לתקן מוחות פגועים.

מיסוד מסד נתונים של המוח

תחום מדעי חדש, המכונה נירואינפורמטיקס, מתמקד בבניית מסד נתונים מקיף על המוח ובאיסוף הנתונים באופן מאורגן, משוכלל וחכם.



מודל מחשב ריאליסטי של תא עצב בקליפת המוח



רשת עצבית בקליפת המוח של עכבר מכילה 4 קילומטר סיבים ו-10,000 תאים במילימטר מעוקב

שברגם הזה יוצג העתק מפורט של זרימת המידע החשמלי והכימי במוח, ויכלו החוקרים להבין את הגורמים לתופעות שמתרחשות ברשת העצבית שברגם, וכך יוכלו ללמוד על מצבים מקבילים ברשת העצבית שבמוח. לדוגמה, אם יתגלה מצב של אפילפסיה ברגם הממוחשב, יהיה אפשר ללמוד על תופעת האפילפסיה אצל בני האדם. המחקר ברגם מאפשר נגישות רבה יותר למרכיבי הרשת מהמחקר הביולוגי של המוח, ולכן צפוי שהשימוש במודל יקדם את הבנת מערכת העצבים של האדם הבריא והחולה כאחד.

שחזור תלת-ממדי של המוח

במוח של האדם יש כמאה מיליארד תאי עצב (100,000,000,000) וכ-10 בִּחֲזָקָת 15 העצב (סינפסות), כלומר יותר ממספר הכוכבים בשביל החלב! כשאנחנו לומדים וזוכרים נוצרים קשרים חדשים במוח ומשתנה עוצמתם של קשרים קיימים. חקר הקשרים הסינפטיים יאפשר להבין מה קורה כשלומדים וזוכרים, ומה קורה כששוכחים את הנלמד, מה קורה לקשרים הללו במחלות כגון מחלת אלצהיימר, ומה גורם להבדלים בכישוריהם של בני אדם. הפרה מפורטת של הקשרים הסינפטיים במוח מסוים תוכל לתרום להבנת פשרונותיו הייחודיים של

אותו אדם. תחום מחקר חדש העוסק במיפוי הקשרים הסינפטיים במוח קרוי קוונטומיקס.

להבין את השפה החשמלית של המוח

תא עצב הוא יחידה חשמלית, והיא מייצרת אות חשמלי המכונה 'ספייק'. שינוי מתח שמשכו כאלפית השנייה וגובהו כעשירית הוולט הוא האות (ה'ביט')



תופעת המוח כל כך חידתית!

לנו, הרובוטים, יש תבונה מלאכותית!

היסודי במוח. כל תא מייצר סדרות של ספייקים כאלה: ברגע זה מתרוצצים במוח של כל אחד מאיתנו מיליארדי ספייקים ברשתות העצבים, והם שמאפשרים לנו לחשוב, לקרוא, להרגיש ולזכור.

אם תמצא דרך להבין את השפה החשמלית של המוח המ'תרוצצת' ברשתות עצביות מסוימות נוכל להבין כיצד הרשת העצבית מייצגת פנים מופרות או רגש מסוים וכדומה. אך לשם כך עלינו להבין את הקוד העצבי שנושאים הספייקים ברשת. כדי לפצח את הקוד הזה מנסים פיום לפתח שיטות רישום רב-ערוצי של מיליוני חיישנים שיגיבו לכל ספייק וספייק וישררו את הפעילות העצבית הזאת החוצה מהמוח. שיטות המזעור, המכונות ננו-טכנולוגיה, עשויות לאפשר החדרה של חיישנים מתאימים למוח בעת פעולתו, אך איך ישודרו האותות החוצה מבעד לגולגולת? וכיצד יפוענח הקוד החבוי באוסף האותות? זהו אתגר העומד בחזית חקר המוח במאה ה-21.

מה שברור הוא שלפני מדעי המוח מוצגת משימה תאורטית קשה. הפענוח אינו פשוט כלל וכלל, בין השאר כיוון שהקודים שלנו אינם דומים לתוכנה שהורדה למחשבים רבים ופועלת בכולם בדיוק באותו אופן. כל אדם מפתח ייצוג עצבי ייחודי, ולכן הקוד העצבי שלו למשימה מוגדרת, כמו זיהוי פנים מסוימות, שונה מזה של כל אדם אחר. התקווה היא שאם נבין את הקוד האישי של אדם מסוים, אולי נוכל לתקנו כאשר הוא מתקלקל או ללמד את המוח באמצעות השתלת אות חשמלי בתא או ברשת תאים מסוימת ולהחזיר פעילות שגויה לפעילות תקינה. ואולי נוכל בדרך זו לשכלל את יכולתה של רשת עצבית ללמוד ולזכור, ליצור ולהרגיש.

הפעלה עצבית בשלט-רחק

בימינו הולכים ומתפתחים כלים המאפשרים להגדיר מוחות של עכברים כך שתאי העצב שלהם יהפכו רגישים לגירוי של אור בתדר מסוים. שיטה זו קרויה אופטוגנטיקה. רשת מהונדסת שכזאת מגיבה ביצירת ספייקים או בהשתקתם בתגובה לחדירה של קרן אור לגולגולת. כך אפשר להשפיע בשלט-רחק על ההתנהגות של בעלי חיים. לדוגמה, לשתק רשת עצבית הפועלת יתר על המידה או להפעיל קבוצת תאים המופקרת על היבט מסוים, כמו פחד. המחקר הזה עשוי להועיל בטיפול רפואי ברשתות עצבים שפעילותן לקיחה.

רובוטים בהשראת מוח האדם

וכשנבין את המוח נוכל לבנות מכונות (רובוטים) דמויות אדם. תכונה יסודית של המכונות האלה תהיה היכולת ללמוד ולשנות את ההתנהגות שלהן, והרי זהו בדיוק אחד מכשריו המובהקים של המוח. המכונות האלה יורכבו מתאי עצב מלאכותיים, והקשרים בין התאים האלה, פעולותיהם החשמליות והכימיות וכושר ההשתנות שלהם ידמו לאלה של תאי העצב שבמוח.



יש לי מוח קודח... אני רובוט אידאלי!

ואי ק'ו- של שרון ד'איטלי!

ומה נעשה עם רובוטים דמויי מוח שכאלה? ראשית, אם הם אכן ידמו לנו בכל מובן שהוא, נרע שהצלחנו להבין את עצמנו. נבין שאנחנו חומר פיזיקלי המאורגן באופן מסוים, חומר שיכול להגיב לעולם ולהשתנות. הבנה כזאת תשפיע על המין האנושי במובן הפסיכולוגי, במובן הפילוסופי, ובדאי במובן הרפואי והתעשייתי. העולם יהיה מורכב אז מיצורים חדשים: יצירי אדם דמויי אדם. וכפי שהמדע והטכנולוגיה מעצימים את מרחב פעולתנו היום באמצעות המיקרוסקופ, הטלסקופ, ה-GPS, המחשב וכדומה, כך יאפשרו לנו הרובוטים דמויי האדם לעשות קפיצת דרך גדולה להרחבת יכולותינו בעתיד.