

עבודה מסכמת

יסודות פילוסופיים של מדעי העצב החישוביים

מרצה: ד"ר ניר פרסקו

סמסטר א' תשפ"ה

אנטון פאסטרנק

(3138 מילים)

במסגרת הקורס "יסודות פילוסופיים של מדעי העצב החישוביים", למדנו על מספר דרכים פופולריות בעולם מדעי המוח ובפילוסופיה של הנפש, להתייחס למוח האדם ולעבודה שהוא עושה בזמן משמוע העולם סביבו. בשלב מסוים הוצג בפנינו המונח "ייצוג", אשר נמצא בשימוש רב בחקר מדעי המוח ומהווה חלק נכבד מן הדרך שבה תופעות מסוימות בתחום מוסברות. בחיבור זה תחילה אפרט על המונח "ייצוג" בכך שאציג את ההיבטים המרכזיים המשותפים לאופן שבו המונח מובן ומשמש בפילוסופיה של הנפש ומדעי המוח הקוגניטיביים ולאחר מכן אספק מספר הבדלים עיקריים בדרך שבה המונח משמש בין שני התחומים הנ"ל. המונח ייצוג ברמה הכי פשוטה שלו מורכב משני המונחים: נשא (Vehicle) – דבר אשר נושא מידע בנוגע לתופעה או תכונה מסוימת בעולם; ותוכן (Content) – אותו המידע אשר נישא על ידי הנשא. המונחים האלו ישמשו אותי בהמשך אך הם לא יספיקו ולכן אני עומד לעבור על מספר מאמרים נוספים אשר מחד יאפשרו לי להסביר את מונח הייצוג בצורה טובה יותר, ומאידך יספקו לי כלים בכדי בסופו של דבר להציג ביקורת לאחת מן המסקנות של אחד המאמרים שאציג פה, מאת פאבלה ומאצ'רי.

המאמר הראשון שאתייחס אליו הוא מאת בן בייקר אשר בו הוא מציג את ההיבטים החשובים ביותר שהמונח אמור לענות עליהם בכדי באמת לתרום למדעי המוח ולהצדיק את שימוש, בפסקה זו אפרט על כל אחד מהם. ההיבט הראשון שבייקר מעלה הוא קורלציה, והוא מציין כי לייצוג צריכה להיות קורלציה לאותו הדבר בעולם אשר אותו הוא אמור לייצג. בייקר מגדיר את ההיבט של קורלציה באופן הבא: אם פעילות נוירונאלית N מייצגת אירוע או תכונה בעולם F , אז ניתן למצוא עדות לקורלציה בין N ו- F . בעצם קורלציה זה הדבר שממנו מונח הייצוג פחות או יותר התחיל אך רובה המוחלט של הספרות הפילוסופית מסכימה כי רק קורלציה לא מספיקה בשביל ייצוג מכיוון שיש מגוון פעילויות נוירונאליות אשר לא מייצגות את הדבר אשר הן בקורלציה איתו (Baker, Lansdell, & Kording, 2022, p. 946). בייקר ממשיך להיבט השני, סיבתיות – ההיבט הזה אמור לתת לייצוגים את האפשרות להעניק משמעות בהתנהגויות מסוימות של בעלי חיים, ולכן הדרך שבו ייצוג אמור לבוא לידי ביטוי זה כחלק מן מנגנון שמשתמש בייצוגים באופן שניתן להסברה מכאניסטית. ההיבט השני מוגדר כך: אם פעילות נוירונאלית N מייצגת את F , אז הקורלציה של N ל- F מיושמת באופן סיבתי עם התנהגויות הקשורות ל- F (Baker, Lansdell, & Kording, 2022, p. 947). ההיבט השלישי הוא מטרה טלאולוגית; טלאולוגיה או תכליתנות זהו תחום המחקר העוסק בהסבר תופעות מסוימות על פי המטרה או התכלית שלשמן הן קרו. כאשר במאמר מוסבר ההיבט הזה מוצג גם המונח "תפקוד תקין" (Proper Function) אשר משמש בהצגת שתי גישות בתחום. הגישה הראשונה היא "מבט אחורה" (Backward-Looking), גישה אטיולוגית אשר שמה במרכזה את ההיסטוריה והנסיבות האבולוציוניות של האורגניזם, בתור הגורם האחראי להכתבת התפקוד התקין של האורגניזם ושל מרכיבים שונים בו. הגישה האלטרנטיבית היא "מבט קדימה", גישה ששמה במרכזה את התרומה למטרה (Goal Contribution), ומגדירה את התפקוד התקין של מרכיבים באורגניזם על פי התרומה שלהם למטרה מסוימת (Baker, Lansdell, & Kording, 2022, p. 954). התרומה של שתי הגישות הנ"ל היא בכך שלא משנה איזה גישה נאמץ, נקבל גם את המונח תפקוד תקין, אשר בעזרתו נוכל לקבל אינדיקציה למידת ההצלחה או הכישלון של התנהגות מסוימת בעת ביצועה. ניתן להגדיר את ההיבט הטלאולוגי כך: אם נמצאה פעילות נוירונאלית N שבקורלציה עם תופעה F ומשומשת באופן סיבתי בהתנהגויות הקשורות ל- F , אז במקרה שבו המנגנון נכשל לייצר את ההתנהגות של התפקוד התקין, צריך משהו מעבר (= הסבר טלאולוגי, "מבט קדימה" או "מבט אחורה") שיעיד על כך שבאמת יש פה ייצוג שהתפקוד שלו פשוט לא תקין ("ייצוג שווא").

במאמרו של בייקר מוצגת דוגמא אמפירית ממחקר הנעשה על התולעת *C.elegance*, דוגמא אשר משמשת בכדי להראות כיצד ההיבטים השונים של ייצוג באים אצלה לידי ביטוי, ובפסקה זו אני אציג אותה. במחקר שנעשה על התולעת, ניסו לאפיין את הדרך שבה התולעת מצליחה לנוע לכיוון מזון בעזרת מידע כימי שנקלט על ידי קולטנים הנמצאים על קצה אפה; המחקר מציע מודל חישובי שיוכל לתאר את היחסים בין המידע שנקלט לבין הייצוג הפנימי של הגראדיאנט הכימי של הקלט (Soh, Sakamoto, Suzuki, Iino, & Tsuji, 2018, p. 1). בייקר מעלה את הדוגמא הזאת כדי להציג כיצד הנוירוניים שמחוברים ישירות לקולטנים הכימיים של התולעת ($N=$) בעצם מקיימים ייצוג. במאמר של בייקר מוצג גרף שמתאר את ריכוז האוכל בסביבת התולעת ($F=$) כתלות בזווית התנועה של התולעת, גרף המתאר את הירי הנוירונאלי של N כתלות באותה זווית, איור של התולעת והמזון שבסביבה שלה ושרטוט של רשת נוירונאלית שבסופה נפלטת הפעילות של N . מן הנתונים הנ"ל ניתן מיד להבחין בהיבט הראשון של ייצוג כי אכן נראה שיש קורלציה גבוהה בין N ל- F . בהמשך המאמר בייקר מעלה את הדוגמא בשנית אך הפעם הוא מוסיף לה עוד כמה פרטים, קודם כל הרשת הנוירונאלית מכילה כעת עוד שלבים אשר בעצם לוקחים את N ובעזרתו בסוף פולטים התנהגות מסוימת של התולעת ($M=$), ההתנהגות מתוארת באיור מעודכן שבו ניתן לראות את התולעת משנה את כיוון תנועתה לזווית שבה N יורה הכי חזק כלומר ריכוז האוכל הוא הגבוה ביותר. כאן ניתן להבחין בהיבט השני של הייצוג מכיוון שהתולעת משתמשת ב- N בכדי לחשב איפה ה- F הכי גבוה ולבצע M שיביא אותה כמה שיותר קרוב לשם, זוהי התנהגות סיבתית. כלומר התולעת משתמשת בקורלציה בין N ל- F בכדי להשפיע באופן סיבתי על ההתנהגות שלה. ולבסוף הדוגמא מוצגת בפעם האחרונה והפעם השרטוט של N שמוביל ל- M מוצג בתור אקזמפלר לתפקוד התקין של הייצוג הזה והאיור התעדכן לשני מצבים שונים. מצב אחד שבו התולעת הגיעה אל המזון והתפקוד הוא תקין, לעומת המצב שבו התולעת לא מגיעה אל המזון והתפקוד הוא אינו תקין. בייקר מוסיף כי במאמר המקורי מסופקים שני הסברים טלאולוגיים אפשריים; ההסבר "במבט אחורה" מדבר על העובדה שהמנגנון הזה של התולעת טורם להישרדותה ולכן הוא "נבחר" על ידי הביררה הטבעית, וההסבר "במבט קדימה" מציג את העובדה הפשוטה שהמנגנון הזה טורם למטרה של התולעת להישאר בחיים (Baker, Lansdell, & Kording, 2022, p. 952). לאור כל הנאמר לעיל ניתן להסיק כי אכן N מייצג את F .

ממחקרו של בייקר ניתן להבחין באחד ההבדלים העיקריים בשימוש של ייצוגים במדעי המוח הקוגניטיביים לעומת בפילוסופיה של הנפש. העבודה שביקר מציג במאמרו היא עבודה פילוסופית אשר באה לעשות סדר ולהגדיר באופן ברור את המונח "ייצוג" אשר חוזר על עצמו במגוון מקומות אך לא באופן מובן מספיק. אחד המקומות האלה זהו המאמר המקורי על התולעת אשר מטרתו לחקור התנהגות מסוימת שלה שככל הנראה משתמשת בייצוגים פנימיים, לנסות להבין את המנגנון מאחוריה ולבסוף לבנות מודל שמשחזר אותה; זהו מחקר השייך למדעי המוח הקוגניטיביים וניתן לראות כיצד המונח "ייצוג" פשוט מוטמע באופן טבעי בתוך המאמר, זאת ניתן לראות בבירור במיוחד כשהם משתמשים בו בתוך המשוואות שהם מציעים (Soh, Sakamoto, Suzuki, Iino, & Tsuji, 2018, p. 2). המאמר מתחיל בקביעה כי יש לתולעת ייצוג פנימי והמטרה היא לבנות מודל חישובי שיכול לשחזר את הייצוג הזה מבלי בכלל להטיל ספק בכך שהוא קיים. זהו ההבדל העיקרי בשימוש במונח בין שני התחומים, האחד מניח שהוא קיים, לא דואג להגדירו ופשוט משתמש בו במחקר שלו; השני עורך חקירה סביבו, מנסה להגדיר את המונח, להציג את השימוש הנכון בו, להציב תנאים שהוא אמור לעמוד בהם ועוסק במונחים נוספים שמופיעים כהשלכות מהקבלה והשימוש במונח זה.

כעת אתייחס למאמר אחר מאת פאבלה ומאצ'רי אשר בו נחקרה הדרך שבה פסיכולוגים, פילוסופים ומדעני מוח מתייחסים אל המונח "ייצוג". במסגרת המאמר הזה היו ארבעה מחקרים שנערכו על קבוצת נבדקים שהייתה מורכבת ממדעני מוח, פסיכולוגים ופילוסופים. במסגרת הניסוי הוצגו לנבדקים תוצאות ומהלך ניסוי של מחקר שלא באמת קרה, בליווי סיפור כיסוי שפירט על שיטת איסוף המידע וכיצד הניסוי הפיקטיבי נערך. הגירויים שהוצגו לנבדקים היו תמונות אשר כללו את הגירויים של הניסוי המפוברק, צילום של נורון וכיצד נמדד ממנו מידע, האזור במוח שבו התבצעה המדידה (FFA האחראי לזיהוי פרצופים) וגרף של המידע שכביכול נמדד בזמן הצגת הגירויים, שבו מוצג ירי נורונאלי כתגובה להצגת תמונות (Favela & Machery, 2023, p. 4). כתלות בקבוצות המחקר אליהם התחלקו הנבדקים, המידע והסיפור שעופף אותו היו מעט שונים מכיוון שכל מחקר בדק ניואנס שונה של ייצוגים. המחקר הראשון בדק את קיומן של הנחות היסוד בנוגע לקנה המידה של הנשאים של הייצוג, כלומר האם מה שיכול לייצג מוגבל לגודל של אזור מוחי או שהוא יכול להיות גם ברמת הנורון הבודד. המחקר השני בדק מהם היחסים שצריכים להתקיים כדי שאפשר יהיה לומר שמתקיים ייצוג, ועשו זאת בכך שחילקו את הנבדקים לשתי קבוצות שלאחת הציגו את המדידות בצורה ספציפית, כלומר הירי הנורונאלי הופיע רק בעת הצגת תמונות של פרצופים; ולקבוצה השנייה הוצג מצב עם פחות ספציפיות, כלומר היה ירי נורונאלי גם כאשר הציגו תמונות של בתים. המחקר השלישי הוסיף לסיפור כיסוי את העובדה שהפלט הנורונאלי לגירוי משומש ברשת נורונאלית רחבה יותר כלומר משמש לפונקציה מסוימת של המוח, ובדק האם העובדה הזאת בשילוב של קורלציה מושלמת בין הגירוי לירי הנורונאלי, ישפר את המוכנות של הנבדקים להתייחס לתגובה המוחית שהוצגה שלהם כייצוג של הגירוי. והמחקר האחרון בדק האם הנבדקים מוכנים לתאר את הפעילות המוחית שמוצגת להם כשגיאה או כייצוג שווה (Misrepresentation). כל הנבדקים קיבלו שאלון שבו הם היו צריכים לתת את דעתם בנוגע למידע שהוצג להם; השאלות שהם נשאלו כללו מספר גרסאות שונות לדרך שבה אפשר להתייחס למידע ולבסוף נשאלה מהי עמדתם בנוגע לייצוגים, בפרט האם קוגניציה מערבת ייצוגים. התשובות לשאלה זו מראות באופן מובהק שהמושג לכל הקבוצות היא החשיבות שמוענקת לייצוגים בכל הנוגע לקוגניציה; יותר מ-75% מכל מדעני המוח, הפסיכולוגים והפילוסופים ענו שקוגניציה מערבת ייצוגים (Favela & Machery, 2023, p. 6).

בפסקה זו אעבור על תוצאות ארבעת המחקרים ואציג את הדמיון ומספר הבדלים נוספים ביחס למונח ייצוג בין כל הקבוצות. מתוצאות המחקר הראשון נראה כי מדעני המוח והפסיכולוגים מייחסים באופן שונה לכל הדרכים שבהם אפשר לתאר את היחס שמתקיים בין הגירוי והאזור המוחי שנמדד, מעדיפים לקבל תיאורים יותר סיבתיים וצרים בנוגע לקשר בין הגירוי והתגובה המוחית (כמו "מגיב" או "מעבד") ומציגים יותר חוסר וודאות כאשר נשאלים ישירות על האם זהו ייצוג. בנוסף לכך, נמצא כי הם מייחסים מעט חשיבות לגודל הנשא של הייצוג ולמרות הבדלים קטנים, פילוסופים גם היו מאוד דומים לפסיכולוגים בהתייחסותם לייצוגים. המחקר השני מצא כי פסיכולוגים רגישים יותר לתנאי הספציפיות משאר הקבוצות והסכימו עם ייצוגים במקרה של הספציפיות יותר מאשר במקרה של חוסר ספציפיות. המחקר השלישי הדגים כי עוד נקודה שמושפעת בין מדעני המוח והפסיכולוגים היא הענקת משקל רב לעובדה שהתגובה המוחית הינה חלק מן רשת מוחית בעלת פונקציה מסוימת, אך בו-זמנית אין זה השפיע על המוכנות שלהם לתאר את הייחס בין הגירוי לתגובה כייצוג. המחקר האחרון הראה שמדעני המוח ופסיכולוגים לעומת פילוסופים, לא היו מוכנים לקרוא למצב שבו הייתה תגובה בהצגה של גירוי "לא נכון" (למשל פעילות מוחית באזור זיהוי פנים בזמן הצגת תמונה של בית) כייצוג שווה. תוצאות ארבעת המחקרים מציגות כיצד חסרה הסכמה בנוגע לניואנסים השונים של מהו ייצוג וכיצד המונח לא נתפס באופן אחיד וברור בעולם המדע (Favela & Machery, 2023, pp. 7-9).

כעת אציג בפירוט רב יותר את הדרך שבה תוצאות המחקר הרביעי הוצגו ומהן המסקנות שהוסקו ממנו בכדי להעלות ביקורת. במחקר הרביעי, המדידות הניורנאליות שהוצגו לנבדקים הכילו מה שהחוקרים קיוו שהנבדקים יתייגו כייצוג שווא. לנבדקים הוצגו מדידות המראות פעילות ניורנאלית מאזור FFA, ובמדידות אכן נראה כי יש פעילות בזמן הצגת גירויים של פרצופים אך ישנה גם פעילות יוצאת דופן באחת הפעמים שמוצג גירוי של בית. תוצאות הניסוי הזה הראו כי אכן מדעני המוח והפסיכולוגים נמנעו מלקרוא לפעילות היוצאת דופן, ייצוג שווא. פאבלה ומאצ'רי מתארים כי אחד הדברים שכל הפילוסופים שמתעסקים בייצוגים מסכימים עליו, זאת העובדה שבכדי שיהיו ייצוגים חייבים להיות גם ייצוגי שווא, כלומר אלו הם ייצוגים שלא בתפקוד תקין. בנוסף לכך, הם מעלים את המונח "סימנים טבעיים" (Natural Sign) אשר בא לתאר את התופעה הטבעית שבה מידע על גבי דבר אחד נישא על גבי דבר אחר, למשל העשן שהאש מפיקה נושא מידע אודות האש, או כמו שהטבעות של גזע העץ נושאות מידע על גילו, אך היחסים האלה אינם ייצוגיים ולכן אינם יכולים לייצג לשווא. פאבלה ומאצ'רי מניחים כי הגירוי שהם מציגים לנבדקים הוא באופן ברור וחד משמעי דוגמא לייצוג שווא ונבדקים אשר מבינים נכונה את המונח ייצוג ידגומו זאת בכך שהם יעלו על כך שהגירוי שהוצג להם הוא בעצם ייצוג שווא. לאור כל זה פאבלה ומאצ'רי טוענים כי העובדה שמדעני המוח והפסיכולוגים לא מתייגים את הפעילות יוצאת הדופן כשגויה ייצוג שווא, מעידה על כך שהדרך שבה הם מבינים את מונח הייצוג הוא כל כך עמום שהם לא יכולים להבדיל אותו מסימנים טבעיים (Favela & Machery, 2023, p. 11).

הביקורת שלי מתחילה מלנסות לתת יותר קרדיט למדעני המוח והפסיכולוגים ולסיבות שעומדות מאחורי ההחלטה שלהם להימנע מהתייג של ייצוג שווא. אני סבור כי אנשי מדע ינטו להיות זהירים עם שימוש במונחים מופשטים אשר גוררים איתם המון "מטען" שהם לא דווקא רוצים להתחייב אליו מבלי שיהיה להם את כל הידע הנחוץ בשביל להחליט האם באמת להתחייב או לא. עצם העובדה שבעיניהם זה לא ברור שזה ייצוג שווא לא מעיד דבר על מידת ההבנה שלהם על ייצוג מהו. יתר על כן, בעייני במצב בו הם נמצאו ועם כמות המידע שניתנה להם, זהו מהלך יותר שגוי להחליט באופן חד משמעי כי זהו ייצוג שווא מאשר להישאר ניטרלי, ובהמשך אפרט למה.

כפי שהצגתי מעל, אחד ההיבטים החשובים של ייצוגים זוהי מטרה טלאולוגית, היבט שבעיני הנבדקים לא קיבלו עליו מספיק מידע בשביל להחליט שאכן הפעילות הניורנאלית יוצאת הדופן אינה ייצוג בתפקוד תקין. הפעילות המוחית באזור זיהוי הפנים בעת הצגת תמונה של בית יכולה להיות מוסברת בעזרת התופעה שנקראת פראידוליה (Pareidolia). פראידוליה זאת תופעה פסיכולוגית אשר באה לידי ביטוי בכך שאדם אשר מקבל גירוי עמום ולא מוכר כגירוי מוכר ובעל משמעות או דפוס כלשהו אשר לא באמת קיים בו. הדוגמא הכי נפוצה לכך זאת הנטייה של האדם לראות פרצופים במקומות בהם אין באמת פרצוף כמו מכוניות או אפילו בתיים. במאמר שפורסם ב-2018 אשר חקר את תופעת הפראידוליה בעזרת fMRI, נמצא כי התופעה הזאת גורמת לפעילות ניורנאלית באזור המוחי FFA אשר אחראי לזיהוי פרצופים (Akdeniz, Toker, & Atli, 2018). במאמר של בייקר, הוא גם כן מדבר בקצרה על היכולת האנושית לזהות פרצופים של סובייקטים אשר יש עימם מערכות יחסים חברתיות כלשהן, ואף מתאר את ההיבט הטלאולוגי שלה כהתנהגות אשר תורמת למטרה של שימור אותם מערכות יחסים (Baker, Lansdell, & Kording, 2022, p. 955). זהו לא ההסבר הטלאולוגי היחיד שניתן להעניק לפעילות של אזור זיהוי הפרצופים במוח, ואם נאמץ הסבר אחר שיכלול בתוכו באופן מתקבל על הדעת גם את התופעה של פראידוליה אז נקבל כי הפעילות יוצאת הדופן מהמחקר הרביעי היא לא דווקא ייצוג שווא.

המטרה שלי היא להראות כי יש עוד דרכים בהם מדעני מוח ופסיכולוגים יכולים לפרש את המידע שהוצג להם, ואעשה זאת בעזרת פראיידוליה שהצגתי בפסקה הקודמת ובעזרת תיאוריה הנקראת "תיאוריית ההפעלה ההגנתית". במאמר שפורסם ב-2020, העוסק בנירופלסטיות ובחלומות מוצגת תיאוריה אשר מדברת על מנגנון הגנה שהמוח פיתח בכדי להתמודד עם החסרונות של הגמישות העצומה שלו. ניירופלסטיות באה לידי ביטוי "במיחזור של נדל"ן מוחי", כלומר כאשר יש אזור שאינו פעיל הקשרים הסינפטיים נקטעים למען קשרים סינפטיים חדשים אשר יבואו במקומם, מה שמחד מאפשר למידה במצבים תקינים ומאידך שיקום יעיל יותר של המוח במצבי קיצון; למשל האזור הראייתי במוח בעיוורון יכול להיות ממוחזר על ידי שכניו, והקצב של התהליך הזה לא נמדד בשנים או ימים אלא בשעות (Eagleman & Vaughn, 2020, p. 1). לרוב ניירופלסטיות נתפסת כמעין עילוי של המוח וזוהי סוג של יכולת-על כשמביטים על כך מנקודת מבט שיקומית, אך העובדה שנוהגים לייחס אליה פחות מחשבה היא שזהו אינו תהליך רצוני ולכן ההשלכות שלו יכולות להיות הרסניות במידה ואין מנגנונים טבעיים אשר מיועדים לדכאו. המאמר הזה מציג את "תיאוריית ההפעלה ההגנתית" אשר באה להציג בדיוק מנגנון הגנה כזה אשר לדבריהם הוא זה שמונע מאזורים שהמוח מחשיב כבעלי חשיבות עליונה, להיות ממוחזרים לאחר שלא היו פעילים. הם מפרטים כיצד המוח בעצם שומר על האזור הראייתי מפני מיחזור בכך שהוא מפעיל אותו כאשר הוא אינו בשימוש, כמו למשל בשינה, מה שאנחנו בעצם מכירים בתור חלום, או במצבים כמו חסך חושי מתמשך אשר מוביל להזיות (Eagleman & Vaughn, 2020, p. 15).

הדרך שבה שתי הפסקאות הקודמות מתקשרות לביקורת שלי היא בכך שאם מקבלים את תיאוריית "ההפעלה ההגנתית" אז הזיה בעקבות חסך חושי היא לאו דווקא ייצוג שווא (ללא התיאוריה ניתן היה לומר כי אם בחסך חושי תופיע הזיה של תפוח למשל, אז זהו בעצם ייצוג שווא של תפוח מכיוון שהייצוג לא נמצא בקורלציה להימצאותו של תפוח בסביבתו של ההוזה), אלא הדרך שבה ההפעלה ההגנתית של המוח שומרת על האזור הראייתי מפני ניירופלסטיות. כך גם ניתן להתייחס לפראיידוליה ולטעון שהיא אינה ייצוג שווא אלא הדרך שבה המוח שומר על אזור קריטי כמו FFA מפני הניירופלסטיות. אין זה מופרך להניח כי מוח האדם בתור אורגניזם חברתי ינסה לשמר את ה-FFA מכיוון שאם מסיבה מסוימת הוא נפגע אז היכולות החברתיות שלו נפגעות קשות. ברמה האבולוציונית, מערכות יחסים חברתיות תרמו להישרדותו של המין האנושי ולכן שימור על אזור ה-FFA מפני הניירופלסטיות תורם להישרדות הפרט והמין כולו. בנוסף לכך, יכולת זיהוי הפרצופים זהו תהליך מורכב יותר מראיה פשוטה, מכיוון שמתרחשת כמות עצומה יותר של עיבוד. כלומר ישנו את העיבוד הטבעי של הראיה עצמה שאליה מתווספת כמות גדולה של עיבוד הוליסטי של המון מאפיינים שונים אשר מסודרים במרחב קטן יחסית עם שונות מרחבית מועטה אשר מובילה לכך שכל פרט קטן וסטיה שלו מקבלת משמעות רבה בפיענוח הסופי של הפנים. בעקבות זאת שזהו תהליך כל כך מורכב של המוח סביר להאמין כי מידת השימור מפני ניירופלסטיות אמורה להיות גבוהה יותר מן הראיה; כלומר יכול להיות שפראיידוליה הינה נפוצה ויומיומית מכיוון שיש איזון דק שהמוח צריך לשמור עליו ביחס בין מורכבותו וחשיבותו של אזור מסוים במוח לבין מידת "ההפעלה ההגנתית" שהוא זקוק לה.

נקודה נוספת שארצה להעלות זאת העובדה כי במידה ואזור ה-FFA הופעל כגירוי לתמונה של בית אשר היו לו מאפיינים ייחודיים במחקר הרביעי, אני יכול אפילו לטעון כי זהו בעצם כן ייצוג בתפקוד תקין. קודם כל אגדיר פרצוף – אני מבין פרצוף בתור סידור מרחבי מסוים של מאפיינים מופשטים מסוימים אשר לרוב מאפיינים את האזור החזותי של הראש האנושי (כמו עיניים, גבות, אף וכו'; או יותר נכון שני עיגולים, שתי עקומות הנמצאות מעל לכל עיגול, מצולע מאונך להם הנמצא ביניהם ומתחת לעיגולים וכו'). נסתכל על כל ההיבטים של ייצוג בנוגע לזיהוי פרצופים אשר אינם פרצופים אנושיים, מטעמי נוחות אתחיל דווקא מהסוף:

המטרה הטלאולוגית כבר צוינה לפני כן, פריאדוליה יכולה להיות הדרך שבה המוח שומר על איזור זיהוי הפרצופים מפני נירופלסטיות. הסיבתיות של פריאדוליה ניתנת להבחנה בעובדה שהתופעה פופולרית ברחבי הרשת, לדוגמא יש סאברטיד שלם (r/Pareidolia) שמיועד לפריאדוליה (Subreddit) זהו עמוד ספציפי באתר Reddit שמוקדש לנושא מסוים אשר נוצרת סביבו קהילה של אנשים שחולקים תוכן אודות אותו נושא; כלומר אנשים לוקחים את התופעה שהם חווים, פרצוף שניכר אליהם בחפץ כלשהו, ומשתמשים בה באופן סיבתי בכך שהם מצלמים את אותו החפץ ומפיצים את זה לשעשוע אנשים אחרים. ולבסוף הקורלציה, אשר קצת יותר בעייתית מכיוון שאני מניח שפאבלה ומאצ'רי לא לקחו בחשבון את הפריאדוליה, או שהם פשוט חשבו על המונח פרצוף לא נכון, ואז אלו היו אולי הדברים שגרמו להם להסיק כי לא הייתה קורלציה בין התמונה של הבית לירי הנורווגי באזור זיהוי הפרצופים; בעיה זו לא באה לידי ביטוי אצלי מכיוון שהדרך שבה אני מבין את ההגדרה של פרצוף והדרך שבה המוח מגיב אליו (FFA פעיל גם בפריאדוליה), מובילה להבנה כי במצב כמו פריאדוליה אכן ישנה קורלציה, בין חפץ כמו בית שמציג חלק מהמאפיינים של פרצוף אנושי אשר גם מסודרים מרחבית באופן שבו הפרצוף האנושי מסודר, לבין הפעילות המוחית באזור זיהוי הפרצופים. לפיכך ניתן להסיק כי אין זה חד משמעי שהפעילות הנורווגית יוצאת הדופן מהמחקר הרביעי, הינה ייצוג שווא ולכן אין זה נכון לבסס חוסר הבנה של המונח ייצוג בעקבות הימנעותם של הנבדקים להשתמש במונח ייצוג שווא.

לסיום, אני מקווה שהצלחתי לשכנע בכך שהמסקנה מהמחקר הרביעי הינה מוטעית מכיוון שישנה דרך אחרת לפרש את מה שפאבלה ומאצ'רי היו בטוחים כי זהו ייצוג שווא ברור. בנוסף לכך, בעיני כל העבודה הפילוסופית הנעשית בתחום הייצוגים, הינה חשובה מכיוון שזהו מונח חשוב אשר התנגב לשיח המדעי מבלי שהוא יעבור אופרציונליזציה מסודרת ועובדה זאת ממחישה כי אפילו האנשים אשר חוקרים את אותו המונח לא חסינים מפני הבלבול והעמימות שהוא מביא איתו.

שימוש בLLM:

NotebookLM – ביקשתי ממנו שיכין לי סקירה קולית על כל המאמרים בכדי לקבל רקע לפני שהתחלתי לקרוא אותם.

Bibliography

- Akdeniz, G., Toker, S., & Atli, I. (2018). Neural mechanisms underlying visual pareidolia processing: An fMRI study. *Pak J Med Sci*, 1560-1566.
- Baker, B., Lansdell, B., & Kording, K. P. (2022). Three Aspects of Representation in Neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 942-958.
- Bechtel, W. (2016). Investigating Neural Representations: the Tale of Place Cells. *Synthese*, 1287–1321.
- Bechtel, W., & Huang, L. T.-L. (2022). *Philosophy of Neuroscience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eagleman, D. M., & Vaughn, D. A. (2020). The Defensive Activation theory: dreaming as a mechanism to prevent takeover of the visual cortex. *bioRxiv*.

Favela, L. H., & Machery, E. (2023). Investigating the Concept of Representation in the Neural and Psychological Sciences. *Frontiers in Psychology*, 14.

Hartner, D. F. (2012). Two Faces of Representation: on the Neuroscience of Folk Psychology. *Biology & Philosophy*, 531-539.

r/Pareidolia. (n.d.). From Reddit : <https://www.reddit.com/r/Pareidolia/>

Soh, Z., Sakamoto, K., Suzuki, M., Iino, Y., & Tsuji, T. (2018). A computational model of internal representations of chemical gradients in environments for chemotaxis of *Caenorhabditis elegans*. *Scientific Reports*, 8.

הפעלתי לך את ה-FFA 😊

