

הפיכת המציאות לווירטואלית: איך VR "מתעתעת" במוחכם!

Rebecca A. Penn, Michael C. Hout*

המחלקה לפסיכולוגיה, אוניברסיטת ניו מקסיקו, לאס קרוזס ניו-מקסיקו, ארצות הברית

סוקרת צעירה

ANYA

גיל: 15



מציאות מדומה (VR – virtual reality) יכולה להיחווה כמו מעבר קסום לעולם אחר. זוהי טכנולוגיה מלהיבה, אולם אחרי שאנו מרכיבים את משקפי המציאות המדומה שלנו, לעיתים קרובות אנו עוצרים לשאול: כיצד ומדוע כל זה מרגיש אמיתי כל כך? במאמר זה אנו עומדים לחקור חלק מהרעיונות והשיטות שגורמים ל-VR להיות משכנעת כל כך. נבגלה ש-VR היא יעילה מאחר שהיא מחקה את החוויות שאנו פוגשים ואת האיכויות של העולם האמיתי סביבנו. העיניים והאוזניים שלנו עובדות באותו האופן, בין אם אנו בעולם האמיתי ובין אם בעולם הווירטואלי. כשאנו מדמים את האופן שבו אנו חווים את העולם האמיתי, למשל באמצעות הדמייה של סצנות תלת-ממדיות באמצעות ראייה סטריאופונית, VR יכולה לגרום לנו להרגיש כאילו שאנו בעולם אחר לחלוטין, עולם כזה שמרגיש מציאותי מאוד. אחרי קריאת המאמר הזה תהיה לכם הבנה בסיסית של מה קורה ב-VR. בקיצור, אתם תקבלו מושג על האופן שבו טכנולוגיית VR מעוצבת כדי לעורר את המוח לפעול בצורה שבה הוא פועל ביומיום. אתם תראו כיצד VR מתעתעת במוחות שלנו להאמין שאנו במקום אחר לחלוטין, בדרכים מעניינות ולעיתים גם בלתי צפויות.

הפיכת VR להרגיש אמיתית

סביבות של מציאות מדומה (VR) יכולות להיות קטנות כמו תא טייס במטוס או גדולות כמו העולם הווירטואלי כולו. הסביבות האלה מעוצבות להיות כמה שיותר מציאותיות. מידת ה**השתקעות** (באנגלית - Immersion) שלנו מתייחסת לכמה טוב הטכנולוגיה מצליחה לדמות את הדרכים שבהן אנו מרגישים ותופסים את העולם בחיי היומיום שלנו. VR נחשבת כ-immersive כאשר החוויה שלנו בעולם הווירטואלי דומה לחוויה שלנו בעולם האמיתי. בעולם האמיתי, לדוגמה, אתם יכולים ללכת או לרוץ במהירות שונות. אם בעולם הווירטואלי יכולתם לזוז במהירות אחת בלבד אזי העולם הווירטואלי לא היה immersive מאחר שהחוויה שלכם ב-VR לא הייתה תואמת לחוויה שלכם בעולם האמיתי, שבו יכולתם ללכת או לרוץ במהירות משתנות. הטכנולוגיה שמאחורי VR מעוצבת כדי לגרום לנו להרגיש כאילו עזבנו את המקום שעמדנו בו ועברנו למקום אחר לחלוטין. ככל שהעולם הווירטואלי משכנע יותר כך אנו מתחילים להאמין יותר - או לפחות להרגיש - שאנו בתוך הסביבה הווירטואלית.

אם כן, כיצד זה קורה? בואו נדמין שאנו הולכים לבנות עולם חלופי עבור חברים שלנו. הוא צריך להיות משכנע מאוד כדי שנצליח ליצור את החוויה הרצויה. אם נצליח, המוחות של חברינו יתפתו להאמין שהיקום הזה שעצבנו מרגיש אמיתי, אפילו שהם יודעים כמובן שהוא אשליה. אם לא נצליח, חוויותיהם של החברים שלנו ביקום החלופי לא ירגישו מציאותיות כפי שהן נתפסות (או מתפרשות) בעולם האמיתי. הם עשויים לחשוב שהחוויות מהנות, אולם המוחות שלהם לא יהיו מתועתעים בצורה יעילה. אפשרות שלישית היא שממש לא נצליח. במקרה כזה החוויות של חברינו יכולות להיות שליליות עד לרמה של מצב המכונה **מחלת סייבר**, שבו המציאות המדומה מתעתעת במוח וגורמת לנו לחוות מחלת נסיעה (תחושת הבחילה שחלק מהאנשים חווים במכונית, במטוס או בספינה). במילים אחרות, VR אינה יעילה כאשר העולם הווירטואלי "מתנהג" אחרת מהעולם האמיתי.

כיצד VR "מתעתעת" במוח

כדי להבין עד כמה VR משפיעה עלינו באופן יעיל, ראשית עלינו להבין קצת את האופן שבו המוח מפרש את העולם סביבנו. בואו נעצור ונחשוב על החושים שמאפשרים לנו לחוות את העולם: ראייה, שמיעה ומגע, בין השאר. כדי לפרש את העולם בצורה הגיונית המוח צריך ראשית לקבל מידע מאיברי חישה, כמו למשל העיניים, האוזניים והעור. אולם קבלת המידע מתארת רק את ה**חישה** - פעולת העברת המידע מהחושים אל המוח. מה שקורה בהמשך הוא שהמוח מפרש את המידע הזה, מה שמאפשר לנו להבין מה מתרחש בסביבה. הפירוש המוחי של החושים, אשר מייצר את ההבנה שלנו, נקרא **תפיסה**. לדוגמה, אנו רואים כלב שרץ לאורך החדר; **שומעים** את נביחת הכלב ו**מרגישים** את הפרווה שלו מלטפת את העור שלנו - אלה הן תחושות שאנו מבינים ותופסים כחוויות. כל התחושות מגיעות דרך תפיסה כדי לייצר אצלנו את חוויות הכלב. זו התקשורת הדו-כיוונית בין חישה (באמצעות ראייה, שמיעה וכד') ותפיסה (הפירוש המוחי שלנו למידע הזה) אשר יוצרת את חוויית המציאות שלנו.

השתקעות (Immersion)

כמה טוב המציאות המדומה מצליחה לחקות או לדמות את העולם האמיתי כפי שאנו מכירים אותו.

מחלת סייבר (Cybersickness)

תחושת חוסר המיקום (דיסאוריינטציה) ו/או הבחילה שיכולה להיגרם מהאשליה של תנועה בסביבות וירטואליות. התחושות הבלתי נעימות האלה יכולות להיגרם גם על-ידי עיכובים בין מה שהראייה שלכם מצפה לראות ובין מה שהעולם הווירטואלי מציג.

חישה (Sensation)

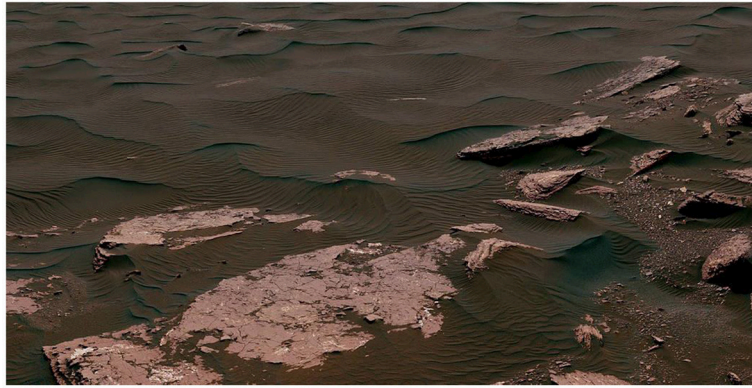
הדרכים השונות שבהן הגוף שלנו מעביר לנו מידע על העולם שסביבנו (למשל באמצעות ראייה; שמיעה; מגע וטעם), והפעולה של שליחת המידע הזה אל המוח שלנו.

תפיסה (Perception)

התהליך המוחי של פירוש החושים שלנו והפיכתם לחוויות.

איור 1

דיונת חול ממאדים. (נלקחה מ: NASA.GOV). כיצד אנו יכולים להשתמש במציאות מדומה כדי להפוך את התמונה הדו-ממדית הזו של דיונת חול על מאדים לעולם שבו אנו מרגישים שאנו ממש עומדים על החול? התשובה מורכבת ומערבת את היכולת ליצור ראייה סטריאוסקופית במשקפי מציאות מדומה, ומעקב אחרי תנועות הראש של מי שמרכיב אותם.



איור 1

כיצד הרכיבים השונים ב-VR "מבשלים" לנו מציאות מסוימת

יש הרבה גורמים שצריך לשים לב אליהם אם אנו רוצים לבנות יקום אלטרנטיבי! מאחר שהחושים שלנו הם מגוונים ומורכבים, אנו נדון בדוגמה פשוטה: יקום אלטרנטיבי שאנו יכולים לחוות באמצעות הראייה בלבד. אנו עדיין יכולים להפוך את המקום הזה להיות משכנע מאחר שהמוחות שלנו נוטים להסתמך על ראייה יותר מאשר על חושים אחרים. בואו נדמיין שאנו רוצים ליצור משהו כמו דיונת חול של מאדים (איור 1). כיצד נתחיל עם התמונה הפשוטה הזו כדי לגרום לחברינו לתפוס אותה כסביבה משכנעת? ראשית, החברים שלנו צריכים להיות מסוגלים לחוות תמונה דו-ממדית של דיונת מאדים הזו, כאילו שהיא הייתה מרחב תלת-ממדי אמיתי כמו זה שאתם חווים עכשיו. כדי לאפשר לזה לקרות אנו צריכים להתחיל מבנייה של משהו בסביבה שלנו שנקרא ראייה סטריאוסקופית.

תמונה טיפוסית היא תמונה סטטית שמצולמת מזווית אחת. אולם בעולם האמיתי כשאנו צופים בסצנה אנו יכולים לזוז ולראות דברים מזוויות שונות. באיור 2 אנו רואים את הכלבה לייקה יושבת ליד כיסא. אנו יכולים לפעמים לראות יותר את הכיסא מאשר את לייקה, כתלות בזווית המסוימת שבה אנו עומדים יחסית אליהם. באיזו מידה שדה הראייה שלנו את לייקה חסום על-ידי הכיסא תלוי במיקום שלנו.

חשוב לציין גם שאנו חווים תחושה של עומק בתמונות האלה. אנו יכולים לומר שהכיסא קרוב יותר אלינו מאשר לייקה מאחר שהוא חוסם אותה באופן חלקי. ידיעת המרחק של פריטים מאיתנו תלויה ביכולת לראייה דו-עינית. המשמעות של **ראייה דו-עינית** היא שהעיניים השמאלית והימנית שלנו רואות מזוויות מעט שונות, מאחר שהן ממוקמות בשני צדדים שונים של הפנים. משמעות הדבר היא שהמוח שלנו צריך לְמַזְג יחד את המידע משתי הפרספקטיבות האלה. התהליך הזה נקרא **ראייה תלת-ממדית**. ראייה תלת-ממדית מאפשרת למוחות שלנו לומר לנו אם פריט קרוב אלינו או רחוק מאיתנו. עבור החברים שלנו, ראייה תלת-ממדית היא שתיצור את האשליה של היותם בתוך התמונה בְּמִקוּם רק להסתכל עליה מבחוץ.

ראייה דו-עינית

(Binocular vision)

העיניים השמאלית והימנית שלנו נמצאות במיקום מעט שונה בראש שלנו, המוח שלנו מסוגל לְמַזְג את שתי הפרספקטיבות האלה יחד ממש כמו כשמסתכלים דרך משקפת.

ראייה תלת-ממדית

(Stereopsis)

ראיית סטריאו. האופן שבו המוח שלנו מְשַׁלֵּב מידע חזותי מהעיניים הימנית והשמאלית שלנו לכדי תמונה אחת.

איור 2

חמש נקודות מבט שונות שמראות חלקים גדולים יותר או פחות מהכלבה לייקה, כתלות במיקום של הצופה. עבור סיטואציה אחת פשוטה אנו זקוקים לתמונות רבות כדי לראות זוויות שונות של הסצנה. מציאות מדומה מאפשרת לנו לַמְיָג בין הסביבות הבודדות האלה, מה שמאפשר לנו לזוז ולראות מנקודות מבט שונות ובכך לתפוס עומק תלת-ממדי, ממש כמו בחיים האמיתיים.



איור 2

כיצד ליצור עולם וירטואלי

אם כן, כיצד נוכל ליצור ראייה תלת-ממדית עבור החוויה הווירטואלית של חברינו? ראשית, אנו צריכים להביא להם משקפי VR. משקפי VR מדמים ראייה דו-עינית באמצעות ייצוג של תמונות מעט שונות בכל עין, מה שיוצר את האשליה שתמונה דו-ממדית היא סביבה תלת-ממדית. משקפי VR מתקדמים יכולים להיות יקרים, אולם אתם יכולים להכין בבית משקפיים לא יקרים באמצעות *Google Cardboard* ואז להשתמש בטלפון נייד כמסך תצוגה (באמצעות יישומים שיכולים לפצל תמונות ולהציגן באופן שונה לכל עין).

ראייה תלת-ממדית אינה הדבר היחיד שאנו צריכים, מאחר שהחברים שלנו ירצו להסתכל סביב על הסביבה באופן שבו אנו מסתכלים כשאנו חוקרים מקום חדש. לכן, אנו צריכים להכניס את הרעיון של מעקב אחרי הראש (head tracking). דמיינו שאתם הולכים לקַתְדְרָלָה יפהייה. מרבית הסיכויים שתסתכלו למעלה ולמטה, ימינה ושמאלה, ואפילו אחורה. בעולם האמיתי זה מתרחש בצורה כל כך טבעית שאפילו איננו שמים לב לכך. אולם כדי לגלות כיצד ליצור סביבת VR, לעיתים קרובות אנו צריכים לעצור, ולשאול שאלות על דברים שאנו בדרך כלל לוקחים כמובן מאליהם.

מה היה קורה אם משקפי ה-VR שלנו תמיד היו מראים את אותה התמונה, לא מְשַׁנָּה כמה למעלה או למטה היינו מסתכלים? זה לא היה משכנע במיוחד! סביבה וירטואלית לא משכנעת היא בדיוק מה שנקבל אם נשכח מהמרכיב של מעקב אחרי הראש. כשהחברים שלנו מסתכלים למעלה או למטה, הזווית של דיונות החול של מאדים צריכה להתאים לזווית שאליה ראשם פונה. כשהם מסתובבים, הסביבה המוטמעת צריכה להציג להם מידע חזותי שהיה קודם לכן

מד-תאוצה (Accelerometer)

מכשיר שיכול לומר אם (ובאיזה כיוון) משהו זז.

"מאחוריהם". מעקב אחרי הראש פשוט מזהה את הכיוון שאליו הראש שלכם פונה באמצעות מכשיר שנקרא **מד תאוצה**, אשר יכול לחוש אם (ובאיזה כיוון) משהו זז. בטלפונים ניידים חכמים יש מדי תאוצה אשר מאפשרים לכם ליהנות מסוגים מסוימים של משחקים שִמְעָרְבִים את הטיית הטלפון הנייד. מד התאוצה של הטלפון מְאָתֵר כיצד אתם מטים את הטלפון, ואז הוא מְכַנֵן בהתאם את התנועות במשחק.

מציאות וירטואלית שהשתבשה

מדי-תאוצה ב-VR מחקים את "מדי התאוצה" שאנו נושאים איתנו בראשינו. בכל פעם שאנו מזיזים את ראשנו, איברי החישה באוזן הפנימית שלנו – מערכת שיווי המשקל – מְסַפְקִים למוח שלנו מידע לגבי הכיוון שאליו הראש פונה בחלל. מערכת שיווי המשקל היא הכרחית כדי לסייע לנו לשמור על שיווי משקל; לוודא שלא ניפול וליידע אותנו אם אנו שוכבים או עומדים. בניית מכשירים שעוקבים אחרי הראש במשקפי VR תגרום לסביבה הווירטואלית להיות משכנעת, אם נבנה אותם נכון. אולם אם משהו משתבש, החברים שלנו יוכלו לקבל משהו שנקרא מחלת סייבר. מחלת סייבר מתרחשת ב-VR כאשר האדם מרגיש בלתי ממוקם ועם בחילה. זה כמו מחלת נסיעה שאתם עשויים לקבל כשאתם מנסים לקרוא ספר תוך כדי נסיעה במכונית. אולם מחלת נסיעה ומחלת סייבר אינן בדיוק אותו הדבר. מבט קרוב יותר על ההבדל יסייע לנו להבין כיצד VR יכולה להצליח "לתעטע" במוח, לפעמים בדרכים פחות חיוביות.

מה קורה כשאנו מקבלים מחלת נסיעה? זו תוצאה של קִבְלַת שני אותות סותרים. אות אחד מגיע מהעיניים, והשני מהאוזניים הפנימיות (בפרט החלק שחש כיצד הראש שלכם מְטָה בחלל, לא החלקים שִמְעָתָרִים צלילים!). אם אתם מנסים לקרוא ספר במכונית נוסעת, העיניים שלכם מעבירות למוח את הידע שאינכם זזים אולם מערכת שיווי המשקל שלכם רושמת את תנועת המכונית בעודה נכנסת לסיבובים, מאיטה או מאיצה. מערכת שיווי המשקל שולחת למוח שלכם מידע על כך שאתם נעים. המוח שלכם לא תמיד יכול ליישב בין שתי ההודעות הסותרות האלה, ולעיתים התוצאה היא מחלת נסיעה. זה חלק מהסיבה לכך שבהייה בחלון יכולה להקל על מחלת נסיעה. על-ידי כך שהעיניים שולחות אותות של "אנחנו זזים" למוח כבר אין נִתְקֵק בין הודעות מהעיניים ומהאוזניים, ואתם מתחילים להרגיש טוב יותר.

אם כן, האם זה אפשרי להרגיש מחלת נסיעה כשאינכם זזים כלל? מערכת שיווי המשקל שלכם לרוב אינה פעילה, במיוחד ב-VR, מאחר שאתם לעיתים קרובות עומדים ללא תזוזה או יושבים. אולם ראייה תלת-ממדית ומעקב אחרי הראש נותנים לכם את האשליה של תנועה. מחלת סייבר נחשבת תוצאה של האשליה הזו, שידועה גם כאשליה של תנועה עצמית (Vection). ייתכן שחוויתם אשליה של תנועה עצמית אם אי פעם הייתם ברכבת או באוטובוס וחשבתם שאתם זזים קדימה או אחורה כשלמעשה זה היה הֶרְכָב שְלִידְכֶם שזז. האשליה הזו יכולה לקרות ב-VR מאחר שאתם זזים בחלל וירטואלי (באמצעות ג'ויסטיק, למשל), העיניים שלכם אומרות "אני זז/ה" בעוד שמערכת שיווי המשקל שלכם אומרת "אני נשאר/ת במקום". מחלת סייבר יכולה להתרחש גם כשיש פער זמנים בין הזמן שבו הראש שלכם זז ובין הזמן שבו המסך מעדכן את הפרספקטיבה של הסביבה. חלק מהאנשים בעלי נטייה חזקה יותר למחלת נסיעה ולמחלת סייבר, אף על פי שהסיבה המדויקת להבדל הזה בין אנשים עדיין אינה ידועה [1].

כמה אמיתית VR מרגישה?

בואו נניח שיש לנו את הסידור הנכון של רכיבי משקפי ה-VR שלנו, וְשֶׁלְחָבֵר שלנו יש נטייה למחלת סייבר. הצלחנו ליצור סביבה וירטואלית מוצלחת, אולם כיצד אנו יודעים איך היא מרגישה באמת? המושג של **נוכחות** (Presence) הוא רעיון מרכזי חשוב ב-VR. משתמשים בו כדי למדוד כמה האדם מרגיש שהוא נמצא כעת בסביבה הווירטואלית, במקום בסביבה הפיזית. דרך אחת למדוד נוכחות היא באמצעות רישום של קצב הלב של האדם ואותות אחרים של לחץ (סְטְרֵס). אם אתם מתקרבים מדי לקצה של צוק בחיים האמיתיים, כנראה תחוו תחושות מסוימות: קצב לב מואץ; הזעה בכפות הידיים ונשימה מהירה יותר. מדידת אותם התסמינים של סטרס יכולה להיעשות עם אנשים שנמצאים ליד צוק וירטואלי בסביבה מדומה. אחת הדרכים הרבות שבהן משתמשים ב-VR מחוץ לעולם המשחקים היא עבור טיפול בפּוֹבִיּוֹת (פחדים קשים) מסוימות, כמו למשל פחד גבהים (אֶקְרוֹפּוֹבִיָּה). באמצעות שימוש זהיר ב-VR על-ידי מומחים לבריאות הנפש, אנשים שיש להם פחד גבהים חזק (או סוגי פוביה אחרים) יכולים לקבל טיפול בדרך של הרגעה הדרגתית של תגובת הפחד, שנקראת הֶקְהָה שיטתית, שבה הם מסוגלים בהדרגה לשלוט בפחד שלהם בסביבה בטוחה [2].

מציאות מדומה היא בעלת פוטנציאל לְאֶפְשֵׁר לנו לחוות דברים שלא היינו פוגשים בחיי היומיום. המציאות המדומה שיצרנו עבור חברינו כללה רק את חוש הראייה. אולם טכנולוגיית VR מתקדמת משלבת גם חושים אחרים. ככל שיותר חושים מעורבים בצורה נכונה בסביבת ה-VR שלנו, כך הסביבה מרגישה נאמנה יותר לחיים האמיתיים, או יותר immersive. ככל שסביבת ה-VR היא יותר immersive כך אנו מרגישים נוכחים יותר, ומאבדים בִּיְתֵר קלות את תחושת המקום הפיזי שבו אנו נמצאים.

מסקנות

ישנו הבדל גדול בין למידה על משהו דרך קריאה או צפייה בסרטים תיעודיים ובין חוויה ישירה של אותו הדבר. לעיתים קרובות אנו לומדים על נושאים, כמו למשל אסטרונומיה, דרך ספרי לימוד וסרטונים. אולם בעתיד שיעורי מדע עשויים לכלול נסיעות בסביבות VR שבהן נוכל לחקור ולהרגיש איך זה להסתובב בדיונת חול על מאדים. בסופו של דבר, הטכנולוגיה "מתעתעת" במוחות שלנו וגורמת לנו להרגיש כאילו שאנו במקום אחר על-ידי חיקוי של חוויות התפיסה שיש לנו בעולם האמיתי, ושכנוע שלנו בכך שאנו בתוך המשחק, או על פניו של כוכב אחר. כיצד אתם תשתמשו בטכנולוגיה המלהיבה הזו?

מקורות

1. LaViola Jr., J. J. 2000. A discussion of מחלת סייבר in virtual environments. *ACM SIGCHI Bull.* 32:47-56. doi: 10.1145/333329.333344
2. Botella, C., Fernández-Álvarez, J., Guillén, V., García-Palacios, A., and Baños, R. 2017. Recent progress in virtual reality exposure therapy for phobias: a systematic review. *Curr. Psychiatry Rep.* 19:42. doi: 10.1007/s11920-017-0788-4

פורסם אונליין: 03 במרץ 2020

נערך על ידי: Marcel Ruiz-Mejias, Universidad Pompeu Fabra, Spain

ציטוט: Penn RA and Hout MC (2020) הפיכת המציאות לווירטואלית: איך VR "מתעתעת" במוחכם! Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2018.00062-he

תורגם והותאם:

Penn RA and Hout MC (2018) Making Reality Virtual: How VR "Tricks" Your Brain. Front. Young Minds 6:62. doi: 10.3389/frym.2018.00062

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © 2018 © Penn and Hout 2020. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרת צעירה

ANYA, גיל: 15

אני תלמידת תיכון שאוהבת לקרוא; לצעוד; לתכנן ולעשות כל דבר שמעִרְבַּב חברים. התוכניות שלי לעתיד הן להתמקד בקריירה של מנתחת, ואני מקווה להשתמש בכישורים שלי כדי לעזור לאנשים אחרים בכל דרך אפשרית.

הכותבים

REBECCA A. PENN

אני סטודנטית לתארים מתקדמים באוניברסיטת ניו מקסיקו, בלאס קרוזס ניו מקסיקו. אני מתנדבת בצוות חילוץ והצלה מאז 2013. כלבת הבורדר קולי שלי (לייקה) ואני מתאמנות כל שבוע במציאת אנשים אבודים בטבע. אני מתרגשת מאוד לחקור כיצד הראייה והמוח שלנו פועלים יחד כשאנו מחפשים דברים, במיוחד במרחבים פתוחים. אני אחקור את הדברים האלה די בקרוב במעבדת המציאות המדומה החדשה שלנו, ואני מקווה ליישם חלק ממה שאלמד בתחום של חילוץ והצלה.

MICHAEL C. HOUT

אני פרופסור במחלקה לפסיכולוגיה באוניברסיטת ניו מקסיקו, ואני עורך שותף בעיתון המדעי Attention, Perception, & Psychophysics. המחקר שלי בוחן דברים שונים רבים, אולם אני מתמקד במחקר של חיפוש חזותי (כיצד אנשים מוצאים דברים) ותנועות עיניים (לאן ומדוע אנו מזיזים את העיניים). בזמני הפנוי המצומצם אני אוהב לשחק עם הכלבים שלי; לצאת לרכיבות על אופנוע; לצעוד; לטייל ולשחק הוקי.

*mhout@nmsu.edu



Hebrew version
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ע.ר.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

