אמור לי כל דבר, ואומר לך מי אתה

מערכת שפותחה במעבדה באוניברסיטת בר־אילן מאבחנת מחלות על פי דיבור. בשיחה עם "הארץ" מספר החוקר כיצד ניתוח קול יעזור גם להבין טוב יותר את היחסים בין בני זוג

עידו אפרתי

ד"ר יוסי קשת באוניברסיטת בר־אילן. לדבריו, ניתוח קולו של ילד שנולד בארה"ב מאפשר לזהות מאיזו ארץ היגרו הוריו צילום: מוטי מילרוד

באופן אירוני, הראיון עם ד"ר יוסי קשת התקיים בתנאים אקוסטיים ירודים במיוחד. החוקר, שיודע להפיק מהקול האנושי מידע יקר מפז, נאלץ לחזור על עצמו ולאמץ את מיתרי הקול, כשהוא מדבר במיקרופון הדיבורית שבמכוניתו ונאבק ברעשי רקע. במצב כזה, גדל הפיתוי של בן השיח להעלות את הטון, אבל החשש שמא יפרש המומחה את השינוי בקולך כאנטיפתיה או חוסר סבלנות גדול מדי. וקשת אכן טוב בדיבורים — כלומר, בניתוחם המדעי. המעבדה שלו במחלקה למדעי המחשב באוניברסיטת בר־אילן נחשבת אחת המובילות בעולם, והקריירה האקדמית שלו, המוקדשת למיתרי הקול האנושיים, נמצאת בנסיקה, כשמתרשמים מהמחוזות הרחוקים שאליהם הוא מוביל את תחום ניתוח הקול.

בשנים האחרונות פיתח קשת, יחד עם עמיתיו, מגוון מערכות ותוכנות, שמאפשרות לגלות דברים מפתיעים על האדם באמצעות הצלילים שבוקעים מגרונו. קשת משתמש בניתוח קול כדי לאבחן באופן מדויק מחלות שונות במיתרי הקול, להפיק מידע פיזי ואישי על הדובר, לנבא את טיב התקשורת בין פסיכולוג ומטופל ולהבחין בין קריאת מצוקה אמיתית לבין קריאות שווא. "כשהתחלתי לעסוק בתחום של זיהוי דיבור, הבנתי שיש כאן איזו החמצה או בעיה בשימוש בו. זה תחום שעבר מהר מאוד לתעשייה, בלי שנעשה עליו מספיק מחקר אקדמי. השימוש בו עדיין מוגבל ולא תמיד עובד כמו שצריך", טוען קשת באשר לפוטנציאל הגלום בעולם המשתכלל של האנליזה הקולית.

המחלקה לביטחון המולדת בארה"ב פיתחה תוכנות המזהות גובה ומשקל על פי הקול

הצלילים שהאדם מפיק מגרונו, בין אם הוא ניחן בקול קטיפתי או בגרון צורם, הם עולם ומלואו עבור קשת ועמיתיו. "ישנם פרמטרים רבים בדיבור שלא מודעים אליהם והם בלתי נשלטים, כמו למשל אורך העיצור", הוא מסביר. "כאשר אני מעוניין ליצור תקשורת עם מישהו, אני מתאים את אורך העיצור שלי לזה של הפרטנר שלי. גם הוא עושה כך — ולמעשה אורך העיצורים שלנו מתכנס. אם אני מפיק את העיצורים באופן ארוך ופרטנר השיחה שלי מפיק אותם באופן קצר — אז בשיחה בינינו כל אחד יתאים את אורך העיצור שלו לשני. אפשר לנצל את התופעה הזאת כדי למדוד את טיב הקשר הפוטנציאלי בין דוברים. דוגמה אחרת היא הנטייה שלנו להתאים את המבטא וסגנון הדיבור למי שאנחנו מדברים אתו. בדיבורו של כל אדם יש הרבה מאוד פרמטרים לא מודעים".

כדי להפיק את המידע החבוי בקול האנושי לא נדרשת אוזן מוזיקלית, אלא מכונות בעלות יכולת חישובית עוצמתית, מאגרים גדולים של מידע קולי כחומר גלם, יכולת לשאול את השאלות הנכונות, לזהות את המאפיינים הייחודיים ולפתח אלגוריתמים שיספקו את התשובות. היכולות החישוביות מעולם הביג דאטה העניקו דחיפה משמעותית לתחום הבלשנות. "חוקרים היו מנתחים ומסמנים את הפרמטרים השונים של השפה באופן ידני. מחקר בסיסי בבלשנות אקוסטית דרש מהחוקרים כ־3,000 שעות מחקר בממוצע, כשרוב הזמן עוסקים בסימון ידני של האות האקוסטי. כיום אנחנו עובדים על כמות נתונים שהיא פי עשרה מכל מה שקיים בספרות המקצועית וזה לוקח כמה דקות", אומר קשת.

ועדיין זו משימה מורכבת, בעיקר משום שללא רמת דיוק וודאות גבוהה, הכלים הללו הם חסרי ערך. קשת וצוותו מבססים את מחקריהם על ניתוח ועיבוד של כל מאגרי הקול הבינלאומיים הקיימים. "הפרמטרים שאנחנו מפתחים לזיהוי דיבור, למשל, יכולים לעבוד בכל שפה ובכל תנאי הרעש", הוא טוען. האלגוריתמים שמפתחים החוקרים מאפשרים ניתוח ממוקד ומדויק של תדרים ותנודות אנרגטיות בזמן.

אבחון קליני באמצעות קול או דיבור נמצא עדיין בתחילת הדרך. לפני כמעט שנתיים דווח ב"הארץ" על מערכת שפותחה במעבדות י.ב.מ בחיפה לאבחון מוקדם של אלצהיימר (בדיוק של 85%) באמצעות דיבור. בזמן שחלף מאז הצליח קשת לקדם את זיהוי הפתולוגיות בדיבור כמה צעדים קדימה. המערכות והתוכנות שפיתח, שחלקן פורסמו וחלקן נמצאות בתהליכי פרסום בכתבי עת מדעיים, יודעות לאבחן מקרים של יבלת על מיתרי הקול, פוליפ (גידול שפיר) על מיתרי הקול ושיתוק של מיתרי הקול. "אדם מגיע צרוד לרופא מסיבה לא ברורה. חלק מהמדידות והבדיקות הן מאוד סובייקטיביות — שואלים את החולה מה הוא מרגיש בגרון או בקול שלו", אומר קשת. צוותו פיתח מערכת שמסוגלת לאבחן את המחלות ברמת ודאות מקסימלית ובאופן אוטומטי על סמך דיבור בלבד — וזאת באמצעות שיתוף פעולה עם ד"ר יקי כהן, מומחה לניתוחי ראש וצוואר מבית החולים רמב"ם, בעל מומחיות מיוחדת בהפרעות קול ובליעה. המערכת מאפשרת להימנע מהכנסת מכשירים למיתרי הקול וניתן להשתמש בה בכל מרפאה בקהילה ובאופן תיאורטי, ניתן להפעיל אותה גם בעזרת אפליקציה בטלפון הנייד.

"המחשב מקבל סט גדול מאוד של דגימות קול של חולים במצבי תחלואה שונים. המכונה לומדת באופן סטטיסטי את כל הקשרים מתוך ניתוח האותות של הדיבור — מנגנון המכונה 'למידת מכונה'", אומר קשת. "זה נותן אבחון מאוד מאוד מדויק: לא רק באיזה סוג של מחלה מדובר, אלא גם מהו המצב הקליני המדויק של מיתרי הקול שנפגעו. המרחק בין המיתרים, למשל, זה מידע שהוא קריטי כדי לטפל במחלה". בימים אלה, בהמשך מתבקש של המחקר, החל צוות החוקרים בפיתוח המערכת לזיהוי סרטן במיתרי הקול בכלים דומים. "אנחנו נמצאים בשלב בניית האלגוריתמים והתוכנה תורכב משילוב של אלמנטים שכבר יש לנו, כמו אבחון שיתוק, יבלת ופוליפ, יחד עם אלמנטים נוספים לאבחון הסרטן".

קולות של קירבה

גם בתחומי האבטחה והמלחמה בטרור נעשה שימוש ביכולות מתקדמות של ניתוח קול. במחלקה לביטחון המולדת בארה"ב (HLS) מפותחות תוכנות שיודעות לזהות על פי קול את גובהו של הדובר ברמת דיוק גבוהה (אינץ' לכאן או לכאן) ואת משקלו, בסטייה של עד שני קילוגרמים. תוכנות שפותחו במעבדה של קשת, ונבחנות באוניברסיטאות שונות בארה"ב, הגיעו לממצאים מרשימים לא פחות. "הצלחנו להגיע לרזולוציה מדויקת יותר במשקל וגובה", אומר החוקר הישראלי. בנוסף, אלגוריתמים שונים שפותחו במעבדה מאפשרים לגלות פרטים לגבי סביבתו של הדובר — למשל, האם יש בסביבתו רצפת בטון או מאוורר.

אתגר אחר, מעניין לא פחות, הוא ניתוח של מבטא. במחקר שעסק בניתוח קולותיהם של מספר גדול של דוברי אנגלית מארה"ב הצליחו החוקרים לזהות במדויק את מוצאם של הורי ילדים שנולדו וגדלו בארה"ב ומעולם לא ביקרו בארץ מוצאים. "גם אם לילד אמריקאי אין מבטא בכלל, אנחנו יודעים לזהות בקולו את המבטא הפורטוגלי של אביו. זה קשור בין היתר לאופן שבו הם מבטאים את העיצור, אבל ניתן להבחין בזה רק בניתוח מאוד מדויק", מסביר קשת. את הניסוי הזה שחזרו החוקרים בהצלחה בשפה הגרמנית, הפורטוגלית והספרדית.

ד"ר קשת: "כשאני יוצר תקשורת עם מישהו, אני מתאים את אורך העיצור שלי לזה שלו"

הקול והדיבור משחק כמובן תפקיד חשוב ביחסים — מקצועיים ואישיים. יחד עם ד"ר דנה אציל־סלונים וד"ר ערן בר־כליפה מהמחלקה לפסיכולוגיה בבר־אילן, ערך קשת שני מחקרים מעניינים: האחד מנסה לקבוע על סמך ניתוח קול את ההתאמה והחיבור בין פסיכולוג למטופל. חומר הגלם של המחקר הוא שיחות בין מטופלים ופסיכולוגים ישראלים שמוקלטות (בהסכמתם) בקליניקה. המערכת מנסה לשקף את "הכימיה" בין המטפל למטופל, את מידת האמון, והיכולת ליצור אינטימיות עם הפסיכולוג. לא בטוח שהקהילה הפסיכולוגית תמהר לאמץ כלי כזה, אבל ייתכן שבעתיד, עבור חלק מהמטופלים, הוא עשוי לחסוך זמן, כסף ועוגמת נפש. במחקר משותף נוסף מנתחים החוקרים את רמת התמיכה וההדדיות בין בני זוג על פי ניתוח דגימות הקול שלהם. מדובר בניסוי מתגלגל שנתמך גם בשאלונים. "אנחנו משערכים כל הזמן את הפרמטרים הקוליים של קירבה לאורך הניסוי. בינתיים, אנחנו מוצאים מתאם גבוה בין השאלונים למאפיינים הקוליים", אומר קשת.

habitat

SHOP NOW.

לא עד 60%.

60%

הנחה. נקודה

60% הנחה על כל המוצרים עם התוויות האדומות
רק בהביטאט תל אביב ובהביטאט דן דיזיין סנטר

הביטאט. המכירה השנתית 2016

הביטאט המתחם החדש המדע 10 הרצליה פיתוח 09-9717000, אבן גבירול 2 תל אביב 03-6951282
דן דיזיין סנטר הלח"י 2 בני ברק 03-6160255, הביטאט/קרטל קרליבך 43 תל-אביב 03-5611952

להפוך ישן לחדש

עמית
עיצובים

[illegible]

עמית עיצובים מבצר אז"ר טל: 054-4493249