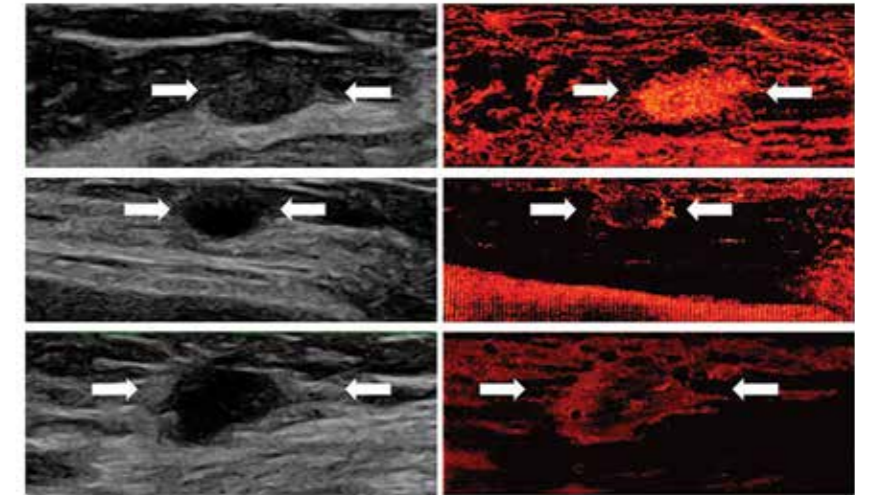


לראות את הבלתי-נראה



שלושה גידולי שד כפי שהתקבלו בסריקת אולטרה-סאונד רגילה (משמאל) ולאחר שימוש בשיטות סופר-רזולוציה (מימין). למעלה: פיברואדנומה, בעזרת סופר-רזולוציה אפשר לראות פיזור אחיד של כלי דם בגידול השפיר; במרכז: ציסטה (שפירה), שיטות סופר-רזולוציה חושפות ריכוז גבוה של כלי דם בהיקף הציסטתה; למטה: קרצינומה חודרנית, שימוש בסופר-רזולוציה הראה מאסה לא סדירה עם ריכוז גבוה של כלי דם בהיקף, וריכוז נמוך של כלי דם במרכז. מתוך המאמר של אור בר-שירה ועמיתים

לב ההתפתחות המדעית ניצבת השאיפה לשפר את יכולתנו לתפוס את המתרחש – משקפיים, מיקרוסקופ וטלסקופ הם רק קומץ דוגמאות לדרכים שהמין האנושי מצא כדי לראות את העולם טוב יותר. עם זאת, משוכללות ככל שיהיו, המצאות אלה מוגבלות ביכולתן להציג עצמים קטנים במיוחד. כיצד ניתן לחמוק ממגבלה פיסיקלית זו ולאפשר לנו לתפוס בחושינו את הבלתי-נתפס? שאלה זו עומדת במוקד המחקר של פרופ' יונינה אלדר ומעבדת SAMPL שבראשותה, במחלקה למדעי המחשב ומתמטיקה שימושית במכון ויצמן למדע. למחקר במעבדה זו, המתמקד בעיבוד אותות ובשיפורם, ישנו מגוון רחב של יישומים – ממכשור רפואי ועד מערכות תקשורת מתקדמות.

עיבוד אותות הוא הכוח המניע את החיים המודרניים. הוא אמנם בלתי-נראה לרובנו, אך הוא הבסיס ליכולתנו לשתף מידע. כדי לעבד אותות אנלוגיים – בין אם מדובר בקול או בתמונה – ראשית יש

על המגבלות הפיסיקליות היא באמצעות שילוב בין שיטות דימות חדשניות ובין בינה מלאכותית ושיטות סופר-רזולוציה, שמטרתן לייצר תמונה באיכות גבוהה מתמונה או מאוסף תמונות באיכות נמוכה יותר. שילוב זה מאפשר לזהות עצמים קטנים במיוחד. בעוד פרופ' אלדר מגיעה מתחום הנדסת החשמל, אפשר למצוא בקבוצתה מדעני מחשב ואף רופאה אחת. בהתאם לאופי המגוון של התמחויות חברי מעבדתה, גם היישומים שהם מפתחים הינם מגוונים. יישום אפשרי אחד לשיטות שהם מפתחים הינו בתחום הרפואה – שידרוג איכות התמונה המתקבלת בדימות אולטרה-סאונד. בדומה למיקרוסקופ, גם איכות התמונה המתקבלת בסריקת אולטרה-סאונד נתונה למגבלות פיסיקליות. את המגבלות האלה ניתן לעקוף, חלקית, בעזרת שימוש בחומר ניגוד. חומר זה מכיל בועיות קטנטנות, המוזרקות למערכת כלי הדם והינן בעלות יכולת גבוהה להחזרת גלי הקול. בשלב זה, מציעים חברי מעבדתה של פרופ' אלדר, אפשר להשתמש במודלים ממוחשבים ואלגוריתמים של בינה מלאכותית כדי לסייע במעקב אחר

בקיצור

השאלה: כיצד אפשר לעקוף את המגבלות הפיסיקליות ולהציג עצמים זעירים במיוחד באמצעי דימות?

הממצאים: באמצעות שילוב בין אמצעי דימות חדשניים ושיטות בינה מלאכותית וסופר-רזולוציה, מפתחים מדעני המכון דרכים חדשניות לעיבוד אותות, אשר ביכולתן לפרוץ את המגבלות הקיימות.

הבועיות בעודן נעות במערכת הדם, וכך לשרטט מפה מדויקת של אותם כלי דם זעירים במיוחד – שקודם לכן היו בלתי-נראים. מעבדת SAMPL הראתה באחרונה היתכנות של שיטה זו במסגרת מחקר קליני, שבוצע בשיתוף עם רדיולוגים מבית-החולים בלינסון ואשר ממצאיו הוצגו בכנס המדעי MICCAI 2021. המחקר, שאותו הובילה ד"ר האובה גרובשטיין, כלל 21 משתתפות עם גידולי שד. הגידולים – שחלקם היו ממאירים וחלקם שפירים – נסרקו באולטרה-סאונד לאחר הזרקת חומר הניגוד, ובאמצעות שימוש בשיטות של בינה מלאכותית, הצליחו חברי מעבדת SAMPL להראות את תבנית כלי הדם הזעירים הנמצאים בגידולים. "משמעות הדבר", אומרת ד"ר קרן פרי-חנניה, ראש התחום הקליני במעבדת SAMPL, "שהטכניקות הללו להשגת סופר-רזולוציה עשויות לאפשר אפיון טוב יותר של גידולים באמצעות

אולטרה-סאונד". בעוד ממצאים ראשוניים אלה עשויים לסייע בעתיד לרופאים לאבחן טוב יותר מקרים של סרטן השד, חברי קבוצתה של פרופ' אלדר ממשיכים בחיפושם אחר דרכים נוספות לשיפור אבחון רפואי בעזרת אולטרה-סאונד – בין באמצעות טיוב החומרה במטרה לייצר מכשיר אולטרה-סאונד קטן ונייד, שאותו יוכל המטופל לשאת כמדבקה על גופו (וכך לאפשר ניטור מתמיד), ובין בשימוש בבינה מלאכותית כדי לשלב את הקלט המתקבל מאולטרה-סאונד עם שיטות דימות אחרות או במטרה להנחות את מפעיל האולטרה-סאונד בהשגת תמונות איכותיות. בנוסף, מצויים חברי המעבדה בעיצומם של כמה שיתופי פעולה עם מדענים אחרים במכון, כדי לשפר תחומים שונים ומגוונים מאוד הקשורים בעיבוד אותות: הם עובדים עם פרופ' גלעד הרן על דימות תאים חיים; עם פרופ' דן אורון

הנימים הם כלי הדם הקטנים ביותר במערכת הדם. קוטרם – הנע בין 5 ל-10 מיקרומטר – אינו עומד בתנאי הסף הנחוצים להצגתם בסריקת אולטרה-סאונד רגילה.
#מספרי_מדע

על דימות קוונטי; ועם פרופ' נעמה ברקאי, פרופ' משה אורן וד"ר ליאת קרן על ניתוח רשתות ביולוגיות. "חדשנות נובעת ממצאת פתרונות למגבלות", אומרת פרופ' אלדר וד"ר פרי-חנניה. "אנו מאמינות שהשילוב בין בינה מלאכותית וכלים לעיבוד אותות יוכל לאפשר פיתוח של טכנולוגיות חדשות, שיהיו יעילות, זולות, ניידות ומעשיות יותר, ויאפשרו לנו לתפוס את מה שנחשב בעבר לבלתי-נתפס".



מימין: ד"ר קרן פרי-חנניה, שלומי סברייגו, נמרוד גלזר, פרופ' יונינה אלדר, אבנר שולצמן, אור בר-שירה וחן סולומון. לראות את העולם טוב יותר