

מחקר קליני - AutoSense OS™ 3.0 Operating System

מאפשר למשתמשי Marvel CI להתחבר בצורה פשוטה לרגעים שהם אוהבים.

הקדמה

משתמשים בשתל שבלול נחשפים במהלך יומם למגוון של סביבות אקוסטיות, כאשר כל אחת מהן מציבה דרישות שמיעה ייחודיות.

AutoSense OS 3.0, מערכת הפעלה שהושקה לראשונה במכשירי השמיעה של Phonak, נועדה לנתב את עיבוד הצליל באופן אוטומטי, תוך אופטימיזציה של ביצועי השמיעה ונוחות המשתמש, ובכך להפחית את הצורך בהתאמות ידניות.

במעבדי הצליל של מרוול Sky CI M-1 Naída CI M של חברת Advanced Bionics, מערכות AutoSense OS 3.0 ו-AutoSense Sky OS 3.0 הותאמו באופן אופטימלי במיוחד עבור משתמשי שתל שבלול.

כיצד פועלת מערכת AutoSense OS 3.0?

AutoSense OS 3.0 מבוססת על אינטליגנציה מלאכותית שאומנה באמצעות שיטות מתקדמות של למידת מכונה. תהליך האימון של המערכת לסיווג סביבות שמיעה כלל ניתוח של אלפי סצנות קול, המשקפות את מגוון החוויות האקוסטיות בהן נתקלים במהלך החיים היומיומיים.

התוצאה היא מערכת שעוקבת אחר פרמטרים אקוסטיים כמו: הבדלים ברמות הצליל, יחס מוערך של אות לרעש (SNR), סנכרון של תחיליות צליל לאורך תחומי תדרים שונים, עוצמה ומידע ספקטרי.

כל 0.4 שניות האלגוריתם מחשב את ההסתברות הסטטיסטית לכך שסביבת ההאזנה הנוכחית תואמת לאחת מתוך שבע קטגוריות קול מוגדרות מראש. בהתאם להסתברויות אלה, AutoSense OS 3.0 קובעת שילוב או תמהיל של קטגוריות קול שמתאימים ביותר לסביבת ההאזנה של המשתמש.

תמהיל זה של קטגוריות קול, תכונות והגדרות מופעל אוטומטית, ובכך משפר את איכות הצליל ואת הבנת הדיבור – באמצעות עיבוד צליל חכם שמתבסס על ניתוח בזמן אמת של סביבת ההאזנה.

סביבות אקוסטיות מסווגות לשבע קטגוריות קול שונות:

1. סיטואציה שקטה (Calm situation)

2. דיבור ברעש (Speech in noise)

3. דיבור ברעש חזק (Speech in loud noise)

4. דיבור בתוך רכב (Speech in car)

5. נוחות ברעש (Comfort in noise)

6. נוחות בהד (Comfort in echo)

7. מוזיקה (Music)

(ראו איור 1)

מבין קטגוריות הצליל: דיבור ברעש חזק, מוזיקה, דיבור ברכב, הן קטגוריות בלעדיות, כלומר לא ניתן לשלב אותן עם קטגוריות אחרות. ארבע הקטגוריות הנותרות יכולות להיות מופעלות כקטגוריה בודדת או כתמהיל, כאשר ניתן לשלב עד שלוש קטגוריות קול בו זמנית.

לדוגמה, ניתן לשלב בין תוכניות "נוחות בהד", "נוחות ברעש" ו-"דיבור ברעש" כאשר המשתמש מנהל שיחה בסביבה עם רעש מתון ותקרה גבוהה.

טכנולוגיה מתקדמת זו מאפשרת למערכת AutoSense OS 3.0 ליצור למעלה מ-200 שילובים אפשריים שנועדו לייעל את השמיעה בהתאם לסביבה האקוסטית המשתנה של משתמש השתל ולהגדרות שתוכנתו על ידי איש המקצוע.

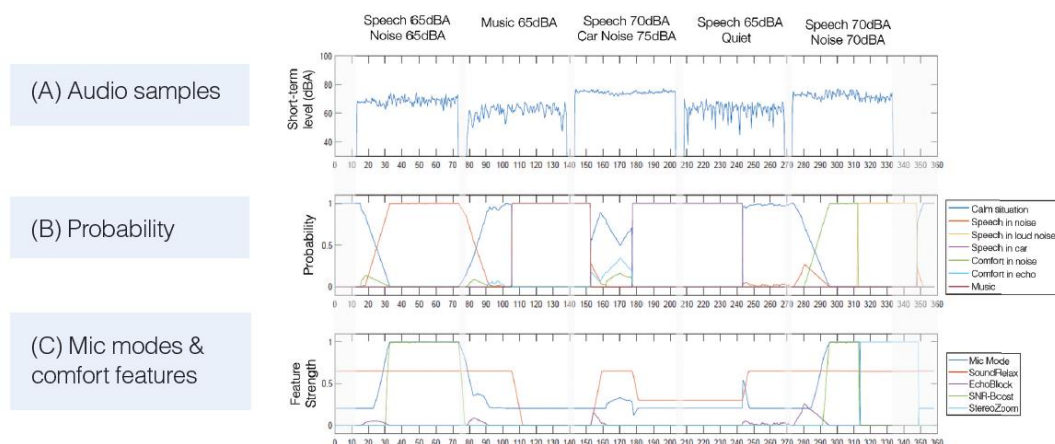
בנוסף לסיווג סביבות אקוסטיות, AutoSense OS 3.0 היא הראשונה בתעשייה שמסווגת גם אותות שמע מוזרמים (streaming).

הקלט המוזרם מסווג כ-Media Speech (דיבור ממדיה) או Media Music (מוזיקה ממדיה), והמערכת מתאימה את הפרמטרים הרלוונטיים כדי לייעל את חוויית ההאזנה – בין אם המשתמש צופה בטלוויזיה, מקשיב למוזיקה או מאזין לפודקאסטים.

איור 1: סיווג סביבות אקוסטיות וסטרימינג ב-AutoSense OS 3.0



תרשים 2: סיווג הקלט האקוסטי על ידי AutoSense OS 3.0



תרשים 2: סיווג הקלט האקוסטי על ידי AutoSense OS 3.0

לוח A - מציג דגימות שמע מחמישה סוגי סביבות קוליות – דיבור ורעש בעוצמה של 65 dBA (דיבור ברעש), מוזיקה בעוצמה של 65 dBA (מוזיקה), דיבור בעוצמה של 70 dBA בתוך רעש מכונית בעוצמה של 75 dBA (דיבור ברכב), דיבור בשקט בעוצמה של 65 dBA, ודיבור ורעש שכל אחד מהם בעוצמה של 70 dBA. כל דגימת שמע נמשכת 60 שניות.

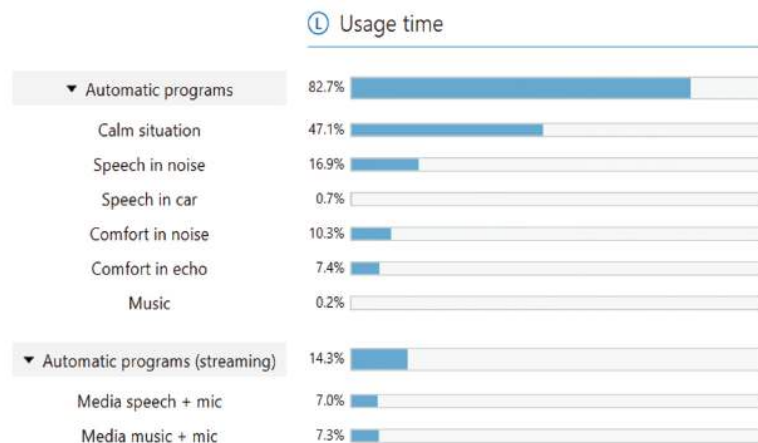
לוח B - מציג את ההסתברויות הסטטיסטיות שהמערכת AutoSense OS 3.0 מחשבת, בהתבסס על הקלט האקוסטי, להתאמה לאחת מתוך שבע קטגוריות הצליל – בין אם בהתאמה בלעדית (100%) או בצורה משולבת.

לוח C - מציג כיצד משתנות באופן אוטומטי עוצמות ושילובים של מצבי המיקרופון ושל תכונות עיבוד הקול הקדמיות לאורך זמן. מצב המיקרופון (mic mode) נע בין כל-כיווני (T-Mic/RES), לבין כיווני יותר (UltraZoom), ועד למידת כיוונית מרבית (StereoZoom). עוצמת ה-SNR-Boost משתנה בהתאם לנוכחות רעש. בנוסף, בהתאם לרמת ההתאמה לקטגוריית "נוחות בהדהוד" (Comfort in echo), משתנה עוצמת ה-EchoBlock.

מצבי המיקרופון ותכונות סינון רעשים המוזכרות כאן ובתרשים 3 מוגדרים בטבלה 1

קלינאים יכולים לעיין בחלוקת זמן הפעולה של כל קטגוריית צליל (אקוסטית ודרך סטרימינג) דרך סעיף ניתוח הנתונים (datalog) בתוכנת התכנות Target CI. תרשים 3 מציג נתוני דוגמה ממעבד Marvel CI שהותאם לאוזן השמאלית של מושתל. מצבי מיקרופון ותכונות סינון רעשים במעבד מרוול.

תרשים 3: דוגמה למידע על פעילות AutoSense OS 3.0 מתוך ניתוח הנתונים (datalog) של מושתל חד-צדדי, כפי שמוצג בתוכנת ההתאמה Target CI.



לאחר ש-AutoSense OS 3.0 מסיים לסווג את סביבת ההאזנה של המשתמש, הוא מפעיל את מצב המיקרופון ואת שלב ראשוני של עיבוד מידע (Front-End Processing) המתאימים ביותר לאותה סביבה (כפי שמופיע בטבלה 1).

תכונות אלו נתמכות ונשלמות על ידי טכנולוגיות העיבוד של תכונות להפחתת רעשים, כגון:

Clear Voice - טכנולוגיה לעיבוד שמע המפחיתה רעש ומדגישה דיבור.

Soft Voice - לזיהוי קולות חלשים ושמירה על בהירותם.

טווח דינמי רחב במיוחד לקלט (Wide Input Dynamic Range – IDR) – המוביל בתעשייה, מאפשר שמירה על איכות שמע גבוהה בטווח עוצמות רחב.

בקרה אוטומטית על הגברה (Automatic Gain Control – AGC) **עם לולאה כפולה** (dual-loop) – לשמירה על עוצמת שמע מאוזנת.

Span - טכנולוגיה נוספת המותאמת אישית לעיבוד שמע יעיל.

כל המערך הזה נועד לאפשר חוויית שמיעה מיטבית בסביבות משתנות, בצורה אוטומטית וללא צורך בהתערבות ידנית מצד המשתמש.

מצב מיקרופונים

Real Ear Sound (RES) - חיקוי התגובה והיתרון של ה-T-Mic על ידי החלשה קלה של קולות המגיעים מאחורי המאזין.

UltraZoom - הפחתת רעשים באופן אדפטיבי מהצדדים ומאחור, כדי לשפר את הבנת הדיבור פנים אל פנים בסביבה רועשת.

UltraZoom & SNR-Boost - בתוספת יישום של ביטול רעשים נוסף בהתאם למיקום מקור הרעש.

StereoZoom - יצירת מיקוד צר לתקשורת חזיתית במצבי רעש קיצוניים עבור מושתלים דו-צדדיים או משתמשים בשילוב שתל ומכשיר שמיעה.

תכונות עיבוד מידע ראשוני - תהליכים שנכנסים לפעולה בתחילת עיבוד האות השמיעתי, לפני שהוא מועבר הלאה לעיבוד מתקדם יותר, כדי לשפר את איכות הצליל, להפחית רעשים ולשפר הבנת דיבור.

NoiseBlock - הפחתת רעשי רקע (למשתמשי זווית אקוסטית).

WindBlock - הפחתת רעשי רוח.

SoundRelax - הפחתת רעשים פתאומיים ועוצמתיים.

EchoBlock - הפחתת הדהוד.

איור 4: מחלקות הצליל של AutoSense OS 3.0 ומצבי המיקרופון ותכונות עיבוד מידע ראשוני (FEPs) הקשורות אליהן. שימו לב כי עוצמות ההפעלה המוגדרות כברירת מחדל עבור תכונות אלו עשויות להשתנות בהתאם למחלקת הצליל.

Sound Class				
	Calm situation	Speech in noise	Speech in loud noise *Bilateral model only	Speech in car
	T-Mic/RES	UltraZoom & SNR-Boost	StereoZoom	T-Mic/RES
	SoundRelax WindBlock	SoundRelax WindBlock	SoundRelax WindBlock	SoundRelax WindBlock
Sound Class				
	Comfort in noise	Comfort in echo	Music	
	T-Mic/RES	T-Mic/RES	T-Mic/RES	
	SoundRelax WindBlock	SoundRelax EchoBlock	Off	

איור 4 מציג סקירה פשוטה של מצבי המיקרופון ותכונות עיבוד מידע ראשוני (Front-end processing) שמופעלות בתוך כל קטגוריית סאונד באוטוסנס OS 3.0.

העוצמה והשילוב של מצבי המיקרופון ותכונות העיבוד משתנים בהתאם לסביבה, מה שמאפשר שמיעה מיטבית לאורך כל היום, בכל יום.

ההפעלה האוטומטית והחלקה של התכונות הללו נועדה לאפשר למושתלי שתל שבלול לעבור מסביבה שמיעתית אחת לאחרת מבלי צורך לבצע התאמות ידניות במעבד השמע שלהם.

המשתמשים אינם צריכים לנהל תוכניות שונות עבור סביבות שמיעה שונות.

תוצאות קליניות עם AutoSense OS 3.0

מחקרים עם משתמשים במכשירי שמיעה מדגם Phonak Marvel הראו הבנה טובה יותר של דיבור בתנאי שמיעה אמיתיים בעת שימוש בתוכנית הכוללת את טכנולוגיית AutoSense OS 3.0.

משתתפי המחקרים הללו העדיפו את תוכנית AutoSense OS 3.0 על פני התוכנית שנבחרה ידנית בכל תנאי ההאזנה.

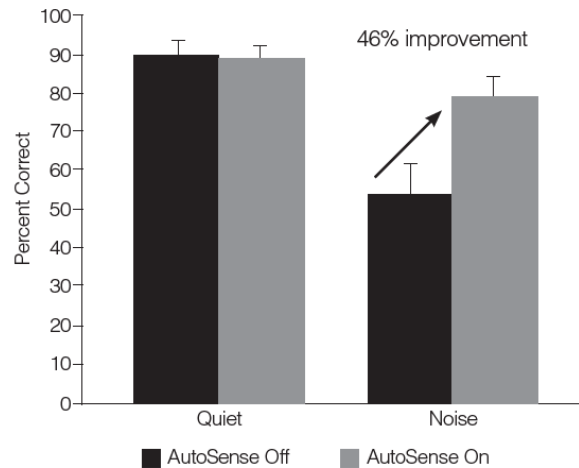
כחלק מפיתוח מערכת Marvel CI (מעבד שתל), בוצעו מספר מחקרים קליניים שהצביעו על שיפור בחוויית השמיעה בקרב מושתלי שתל שבלול של Advanced Bionics בעת שימוש ב-AutoSense OS 3.0.

באחד המחקרים שנערך במעבדות של Advanced Bionics, LLC, עשרה מושתלים בוגרים עברו מבחני זיהוי דיבור בשקט וברעש.

המשפטים שנבדקו (משפטי AzBio בעוצמה של 65 dBA) הושמעו מרמקול בעמדת 0 מעלות (מול הנבדק), והרעש (רעש דיבור של מספר דוברים ב-SNR של 5+ dB) הושמע מרמקול בעמדת 180 מעלות (מאחורי הנבדק).

תרשים 5 מציג את תוצאות זיהוי הדיבור בשקט וברעש כאשר AutoSense OS 3.0 היה כבוי (OFF) וכאשר פעל (ON).

כמשוער, הביצועים בשקט היו שווים בשתי ההגדרות. עם זאת, נצפה שיפור של 46% בזיהוי דיבור ברעש כאשר AutoSense OS 3.0 פעל, דבר הממחיש את היתרון שהמערכת מספקת כאשר היא מתאימה את עצמה אוטומטית לסביבת ההאזנה של המשתמש.



AUTOSENSE SKY OS 3.0

AutoSense Sky OS 3.0 היא מערכת ההפעלה הראשונה בעולם למעבד שמיעה של שתל שבלול שתוכננה במיוחד עבור ילדים, במכשיר Sky CI M.

AutoSense Sky OS 3.0 פותחה במיוחד עבור סביבות ההאזנה שילדים נתקלים בהן, כדי להבטיח שלילדים ובני נוער תהיה חוויית שמיעה מיטבית במצבים הייחודיים להם - כולל בכיתה, בספרייה, במגרש המשחקים וכאשר הם מאזינים למוזיקה.

AutoSense Sky OS 3.0 מפעילה הגדרות מותאמות אישית ללא צורך בהתאמות ידניות, כך שהילדים וההורים שלהם יכולים להתרכז בהרפתקאות החיים - ולהשאיר את העבודה למעבד השמיעה.

סיכום

AutoSense OS 3.0 ו-AutoSense Sky OS 3.0 משלבים חידושים מחברת AB ופונאק שנועדו לספק למושתלים מבוגרים וילדים חוויית שמיעה עוצמתית ונוחות שימוש מקסימלית לאורך כל היום, תוך הפחתת הצורך במעבר ידני בין תוכניות.

AutoSense OS 3.0 משפר את הבנת הדיבור בסביבות רועשות על ידי הפעלה חלקה של מצבי המיקרופון ותכונות העיבוד המתאימות לסביבה בזמן אמת. ההתאמה האוטומטית לסביבת ההאזנה על ידי AutoSense OS 3.0 מאפשרת למשתמשי מעבד Marvel להישאר מחוברים לעולם בצורה מלאה, מבלי להתמקד בתפקוד מעבד השמיעה שלהם.