مروری بر فناوری های جدید مورد استفاده در سمعک های نسل جدید

عطیه فرخ 1، محمدرضا علیگودرز2\*،امیرحسین گنجی3

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

2- دانشیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران

3- دانشجوی کارشناسی ارشد، مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

\* تهران،ایران، صندوق پستی 1678815811، maligoodarz@sru.ac.ir

چکیده

متاسفانه درجامعه کنونی کم شنوایی به معضلی بزرگ تبدیل شده که افراد در سنین مختلف را تحت تاثیر خود قرار میدهد.علی الخصوص برای افرادی که از کم شنوایی حسی – عصبی که غیرقابل درمان و برگشت ناپذیر هستند و در اکثر موارد حالت پیشرونده دارند. از آنجا که سمعک ها ابزاری برای کمک به افراد کم شنوا هستند، از این رو مطالعه بر روی این دستگاه به و افرودن تکنولوژی های روز به آن از جمله تقویت میکروفون ها و استفاده از مدارهای کاهنده نویز و سیستم های ارتباط بی سیم برای اتصال سمعک گوش راست و چپ به هم و همچنین اتصال سمعک ها به تلفن های هوشمند، تلویزیون و سایر وسیله هایی که افراد کم شنوا روزانه باآنها سرو کار دارند، درجهت بالا بردن راندمان این وسیله ها برای تحت پوشش دادن نیاز طیف وسیعی از افراد در سنین مختلف و با درجه افت شنوایی های متفاوت و کاستن از اندازه آن برای دیده شدن کمتر، لازم و ضروری بنظر میرسد. مطالعه حاضر سعی دارد تا به صورت خلاصه ، مروری بر این فناوری های نسبتا جدید که هم اکنون نیز درحال پیشرفت هستند، داشته باشد.

**کلی**د‌واژگ**ان**

ارتباط بی سیم ، سمعک، بلوتوث، شنوایی

A review of new technologies used in new generation hearing aids

**Atie Farrokh**1, Mohamadreza Aligoodarz2\*,Amirhosein Ganji

1- Name of the Department, University Name, Tehran, Iran.

2- Department of Mechanical Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

\* P.O.B. 1678815811 Tehran, Iran, maligoodarz@sru.ac.ir

Abstract

Unfortunately, in today's society, hearing loss has become a major problem that affects people of all ages. Especially for people with sensorineural hearing loss that is incurable and irreversible and in most cases progressive. Because hearing aids are a tool to help the deaf, study on this device and incorporate the latest technologies into it, including amplifying microphones and using noise-canceling circuits and wireless communication systems to connect the hearing aids. The right and left ears, as well as the connection of hearing aids to smartphones, televisions and other devices that deaf people deal with on a daily basis, in order to increase the efficiency of these devices to cover the needs of a wide range of people of different ages. And with varying degrees of hearing loss and reduced size, it seems necessary to be seen less. The present study seeks to provide a brief overview of these relatively new technologies that are currently in development.

Keywords

Wireless communication, hearing aids, bluetooth, hearing

1. مقدمه

حدود 360 ملیون نفر در دنیا با کم شنوایی ناتوان کننده درگیر می باشند که بیشترین عامل آن کم شنوایی ناشی از سن و کم شنوایی های ناشی از مواجهه با نویز هایی با سطح شدت بالا میباشند (1) که پیشرونده بوده و قابل درمان و برگشت پذیر نیستند. این کم شنوایی باعث میشود که فرد از دوستان و جامعه جدا شده و در ارتباطات روزمره خود با مشکلات فراوانی روبرو شود.درحالی که رایج ترین و بهترین وسیله برای جبران این اختلال، سمعک می باشد ولی به طور گسترده فقط در کشور های پیشرفته در دسترس است.درحال حاضر سمعک ها به صورت آکوستیکی و آنالوگ، پوشیدنی(عینکی و جیبی و ...) و قابل تنظیم موجود هستند و مطالعات و تحقیقات درحال انجام، عملکرد های کاملا جدیدی را به آن اضافه می کند. میکروفون ها، بلندگوها، پردازنده های سیگنال دیجیتال و باتری ها به منظور افزایش کارایی در زمینه بهتر شدن درک گفتار درحضور نویز، کاهش اندازه و پوشش افت های شنوایی بیشتر ، تغییرات زیادی پیداکرده اند. همچنین ارائه سیگنال های جدید برای درمان وزوز گوش ممکن شده است. یک سمعک پشت گوشی طول تقریبی 3 سانتی متر دارد ولی مجموعه ای از یک یا چند میکروفون، مبدل صوت دیجیتال، پردازشگر سیگنال دیجیتال قابل برنامه ریزی، تل کویل برای اتصال با تلفن و تقویت کننده و باتری است. افزایش دانش و درک از سیستم شنوایی آسیب دیده و توسعه موثر فناوری منجر به پیشرفت های بیشتر سمعک در آینده خواهد شد.

2-اندازه و تکنولوژی میکروفون سمعک ها

اندازه میکروفون سمعک ها بدون آنکه ویژگی شان ازجمله پهنای باند(20تا 20 کیلوهرتز) و حداکثر شدت صدای ورودی بدون بار اضافه(تا115 dB SPL) (1) دستخوش تغییرات منفی شود.میکروفون های فعلی بخصوص از سری (MEMS)[[1]](#footnote-1) با اندازه کوچک خود سبب تولید سمعک های کوچکتر ، راحت تر و نامرئی[[2]](#footnote-2) تر و همچنین افزودن میکروفون های بیشتر گردیده است که مقدمه ای برای جهت دار کردن میکروفون ها برای شرایطی است که نویز محیط زیاد بوده و نیاز است که سمعک ( شنونده) روی "هدف" خاصی متمرکز شود. از بین همه پیشرفت های فناوری سمعک در چند سال گذشته ، شاید بیشترین عملکرد میکروفون های جهت دار بوده است. استفاده ازپردازشگر دیجیتال صوتی در سمعک درهای مختلفی از الگوریتم های مورد استفاده در میکروفون های جهت دار را باز کرده است. سمعک های آنالوگ این قابلیت را داشتند که فقط از جهت ثابت استفاده کنند. بسیاری از این سمعک های آنالوگ یا حاوی میکروفون جهت دار اختصاصی بودند(2)و یا دارای یک دکمه فشاری بودند که برای تغییر سمعک از حالت میکروفون جهت دار به همه جهت استفاده می شد. با پیشرفت در فن آوری دیجیتال ، اکنون گزینه های زیادی برای جهت گیری وجود دارد ، از جمله اتوماتیک ، تطبیقی خودکار ، تطبیقی خودکار چند باند و اخیراً جهت نامتقارن. هر یک از این گزینه ها مزایایی دارد ، اما برخی از آنها محدودیت هایی نیز دارند و ممکن است به اندازه تبلیغات سازندگان سمعک برای بیمار مفید نباشد. میکروفون های جهت دار در تلاشند تا عملکرد SNR را برای کاربر سمعک بهبود بخشند. میکروفون جهت دار ثابت شامل دو پورت صدا است و با تاخیر صوتی سیگنال ورودی به پورت میکروفون پشتی و کم کردن آن از سیگنال ورودی به پورت جلو کار می کند. چندین مطالعه اثر میکروفون های جهت دار ثابت را در بهبود SNR برای کاربر سمعک گزارش کرده اند. Bilsen ، Soede و Berkhout (1993) نشان دادند که شنوندگان با کم شنوایی می توانند با استفاده از میکروفن های جهت دار ثابت ، حداقل 5 dB در SNR بهبود را نشان دهند. و پومفورد ، سیوالد ، اسکولی و جنستاد (2000) ؛و والنته ، فابری و پوتس (2015) نیز با یک میکروفن جهت دار ثابت ، بهبود چشمگیری در نمرات تشخیص گفتار در نویز پیدا کردند. اگرچه تحقیقات نشان داده است که میکروفون های جهت دار ثابت می توانند امتیازهای تشخیص گفتار کاربران سمعک را در نویز بهبود بخشند ، این ویژگی محدودیت هایی دارد. بسیاری از بیماران یا نمی دانند چه موقع سمعک های خود را به طور مناسب به حالت جهت دار تغییر دهند. در نتیجه آنها ممکن است گزارش کنند که از سمعک های خود از میکروفون جهت دار بهره مند نمی شوند. میکروفون های جهت دار خودکار متعاقباً ساخته شدند تا بیماران مجبور نشوند با تغییر دستی تنظیم برنامه سمعک به حالت میکروفون جهت دار به زحمت بیفتند.میکروفون های جهت دار خودکار از الگوریتمی استفاده می کنند که در آن میکروفون ها به طور خودکار بین چند جهته و جهتی تغییر می کنند. البته تحقیقات در این زمینه درحال انجام می باشد.

3- ارتباط بی سیم

فناوری بی سیم ، پیشرفت جدیدی در سمعک نیست. اولین نمونه از فناوری بی سیم که در سمعک استفاده می شود ، معرفی سیم پیچهای القایی (که معمولاً به آن تله کوئل یا "سیم پیچ" گفته می شود) در اواخر دهه 1930 است. استفاده از یک سیم پیچ کوچک در سمعک ها که با میدان الکترومغناطیسی در تلفن به بیماران جفت میشود این امکان را می دهد که سمعک های خود را به صورت بی سیم با گوشی های تلفن جفت کنند تا بازخورد و میزان تداخل محیطی هنگام استفاده از تلفن کاهش یابد.در سال های اخیر قابلیتی با زمان تاخیر کم و قابلیت انعطاف پذیری بالا در سمعک های دیجیتال اضافه شده که فرد را قادر میسازد به طور یکپارچه با طیف گسترده ای از سیگنال های صوتی و دستگاه های مختلفی که در طول روز باآن ها سرو کار دارد, ارتباط برقرار کند. این قابلیت اتصال سمعک فرد به تلفن های هوشمند و سایر منابع صوتی از جمله تلوزیون و رایانه و سیستم های کنفرانس و... را میسر میکند. البته استفاده از قابلیت بی سیم در سمعک مستلزم داشتن منبع تغذیه با ولتاژ بالا در سمعک است که هم از نظر زیبایی و هم هزینه شاید خوشایند نباشد. در حال حاضر ، اکثر دستگاه های کمکی شنوایی از انتقال آنالوگ بی سیم از طریق سیم پیچ القایی ، انتقال مدولاسیون دامنه ، انتقال تعدیل شده فرکانس یا ترکیبی از اینها برای کمک به بیماران کم شنوا در شرایط دشوار گوش دادن استفاده می کنند. معرفی فناوری بی سیم دیجیتال مانند بلوتوث و روش های جدیدتر انتقال مغناطیسی دیجیتال ، در حال گسترش امکانات برازش سمعک و نحوه اتصال بیماران به دستگاه های خارجی است. اخیراً ، تولیدکنندگان سمعک فناوری بلوتوث را در سمعک ها به ویژه برای بهبود ارتباط بین بیماران و فناوری توسعه داده اند. این فناوری های جدید امکانات را فراتر از ارتباط ساده سمعک با تلفن های همراه گسترش می دهند. Streamer از Oticon A / S نمونه ای از واحد مرکزی سازگار با بلوتوث است که سمعک های کاربر را به صورت بی سیم با تلفن مجهز به بلوتوث یا دستگاه پلیر شخصی مانند MP3 Player یا مستقیماً با سیم اتصال دهنده به ورودی جک میکروفون جفت می کند.(2و3) سپس این واحد مرکزی از طریق انتقال بی سیم مغناطیسی دیجیتال سیگنال را به سمعک های بیمار می فرستد (4) Streamer با حداکثر هشت دستگاه مجهز به بلوتوث جفت می شود و با سمعک های Oticon Epoq سازگار است. به همین ترتیب ، Phonak AG اخیراً یک واحد سازگار با بلوتوث به نام iCom را معرفی می کند (5)که با حداکثر هفت دستگاه مجهز به بلوتوث جفت می شود و این سیگنال را به صورت بی سیم از طریق انتقال مغناطیسی به سمعک های بیمار ارسال می کند.(6) ارتباطات بی سیم مطمئناً می تواند تجربه کاربر را با سمعک هایش بهبود بخشد. این فناوری دسترسی بیماران به دستگاههای خارجی را با انتقال تداخل واضح و کم فراهم می کند و باعث بهبود تشخیص گفتار در سر و صدا می شود. بسیاری از کاربران سمعک تمایلی به خرید لوازم جانبی اضافی ندارند و استفاده از دستگاه های خارجی ، حتی امروزه ، برای همه کاربران سمعک جذاب نیست. دستگاه های خارجی به دلیل محدودیت های خاص سمعک به فناوری بلوتوث نیاز دارند. در حال حاضر ، به دلیل اندازه تراشه و نیاز به مصرف باتری ، نمی توان یک تراشه بلوتوث را در داخل سمعک قرار داد. پیشرفت در فن آوری ارتباطات بی سیم و سمعک به تولیدکنندگان این امکان را داده تا سمعک هایی را طراحی کنند که بین یکدیگر (مثلاً بین سمعک های گوش چپ و راست) ارتباط برقرار می کنند که برای حفظ و ایجاد تعادل سریع بین ورودی های عصبی دونیمکره مغز از اهمیت بالایی برخوردار است.(7،8) چندین تولید کننده سمعک به تازگی محصولی را با ارتباط بی سیم بین سمعک معرفی کرده اند و بدون شک بسیاری از محصولات دیگر در آینده این کار را انجام خواهند داد.

4-مدار کاهنده نویز

الگوریتم های کاهش نویز از زمان پیدایش این فناوری تاکنون تغییرات چشمگیری داشته اند. به طور کلی ، الگوریتم های کاهش نویز آنالوگ اولیه برای فیلتر کردن سر و صدا با کاهش بهره فرکانس پایین در نظر گرفته شده اند.(9) این تلاشی برای جلوگیری از فعال شدن مدار فشرده سازی سمعک توسط سیگنال های قوی و کاهش بالقوه تقویت برای تمام مناطق فرکانس بود. محدودیت های الگوریتم های کاهش نویز آنالوگ همزمان با محدودیت های مدار آنالوگ است(9،10) به این صورت که طرح های کاهش نویز در یک کانال اجرا می شوند و کاهش بهره اغلب فقط بر اساس سطح صدای ورودی است. معرفی پردازشگر سیگنال دیجیتال امکان استفاده از الگوریتم های پیچیده تر برای کاهش سر و صدا را فراهم می کند.(11) برخلاف میکروفون های جهت دار ، الگوریتم های کاهنده نویز بیش از تفکیک فضایی به تفاوت بین ویژگی های فیزیکی گفتار و نویز متکی هستند(12). الگوریتم های کاهنده نویز گفتار را از نویز جدا نمی کنند. در عوض ، به راحتی تعیین می کند که یک کانال تحت تأثیر نویز باشد یا نه. بحث درمورد مدارهای کاهنده نویز، مستلزم وقت زیاد بوده و همچنان محققین و پژوهشگران در این زمینه مشغول به فعالیت و تحقیق هستند.

5- نتیجه گیری

طی چند سال گذشته در سمعک پیشرفت های چشمگیری داشته است. این پیشرفت ها به شنوایی شناسان این امکان را می دهد تا بیمارانی را که قبلاً امکان استفاده از سمعک را نداشته اند کمک کنند. همچنین پیشرفت های اخیر امکان سهولت و انعطاف پذیری بیشتر در فرآیند اتصالات و ارتباطات سمعک ها و دستگاه های دیگر را فراهم می کند. میکروفون های جهت دار و الگوریتم های کاهش نویز طی چند سال گذشته بهبود یافته اند و فناوری بی سیم دوباره در سمعک ها معرفی شده است. با پیشرفت میکرو الکترونیک ، آینده سمعک ها امیدوار کننده به نظر می رسد. با افزایش سرعت پردازش و حافظه در سمعک ها ، الگوریتم ها پیچیده تر می شوند. تشخیص گفتار ممکن است بهبود یابد و صداهای تقویت شده طبیعی تر باشند. علاوه بر این ، ارتباط با سایر منابع صوتی پیچیده تر و گسترده تر خواهد شد

6- شکل­ها و جدول­ها



شکل1: OticonEpoq شکل 2: iCom

7- منابع

1. Chung, K. (2004). Challenges and recent developments in hearing aids: Part I. Speech understanding in noise, microphone
2. Ricketts, T., Hornsby, B., & Johnson, E. (2005). Adaptive directional benefit in the near field:Competing sound angle and level effects. Seminars in Hearing, 26(2), 59 69.
3. Bray, J., & Sturman, C. F. (2001). Bluetooth: Connect without cables. Upper Saddle River, NJ:Prentice-Hall.
4. Christensen, L. (2013). The evolution of directionality: Have developments led to greater benefit for hearing aid users? A review of directional technology in the digital age. Hearing Review, 20(12), 40–48.
5. Jespersen, C. (2012). A Review of Wireless Hearing Aid Advantages. Hearing Review.http://www. hearingreview.com/2012/02/a-review-of-wireless-hearing aid-advantages/
6. Keith, W. J., & Purdy, S. C. (2014). Assistive and therapeutic effects of amplification for auditory processing disorder. Seminars in Hearing, 35(1), 27–37.
7. Korhonen, P., Lau, C., Kuk, F., Deenan, D., & Schumacher, J. (2015). Effects of coordinated compression and pinna compensation features on horizontal localization performance in hearing aid users. Journal of the American Academy of Audiology. 26(1), 80–92.
8. Ott, H. W. (2009). Electromagnetic compatibility engineering. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Picou, E., & Ricketts, T. (2013). Efficacy of hearing aid based telephone strategies for listeners with moderate-severe hearing loss. Journal of the American Academy of Audiology, 24(1), 59–70.
9. Blamey, P., Fiket, H., & Steele, B. (2006). Improving speech intelligibility in background noise with an adaptive directional microphone. Journal of the American Academy of Audiology,17(7), 519–530
10. Bentler, R., & Chiou, L. (2006). Digital noise reduction: An overview. Trends in Amplification, 10(2), 67–82.
11. Schum, D., & Bruun Hansen, L. (2007). New technology andspatial resolution. Retrieved February 12, 2006, from http://[www.audiologyonline.com/articles/](http://www.audiologyonline.com/articles/) article\_detail.asp?article\_id=1854
12. Launer, S. (2008). The core of future hearing instrument innovation. Advance for Audiologists, 10(1), 42–50.

1. Micro-Electrical-Mechanical Systems [↑](#footnote-ref-1)
2. Invisible [↑](#footnote-ref-2)