شنوایی دوگوشی و پدیده باریکه‌سازی "Beamforming" در سمعکهای دیجیتال

احمدرضا ناظری

عضو گروه آموزشی شنوایی‌شناسی دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی

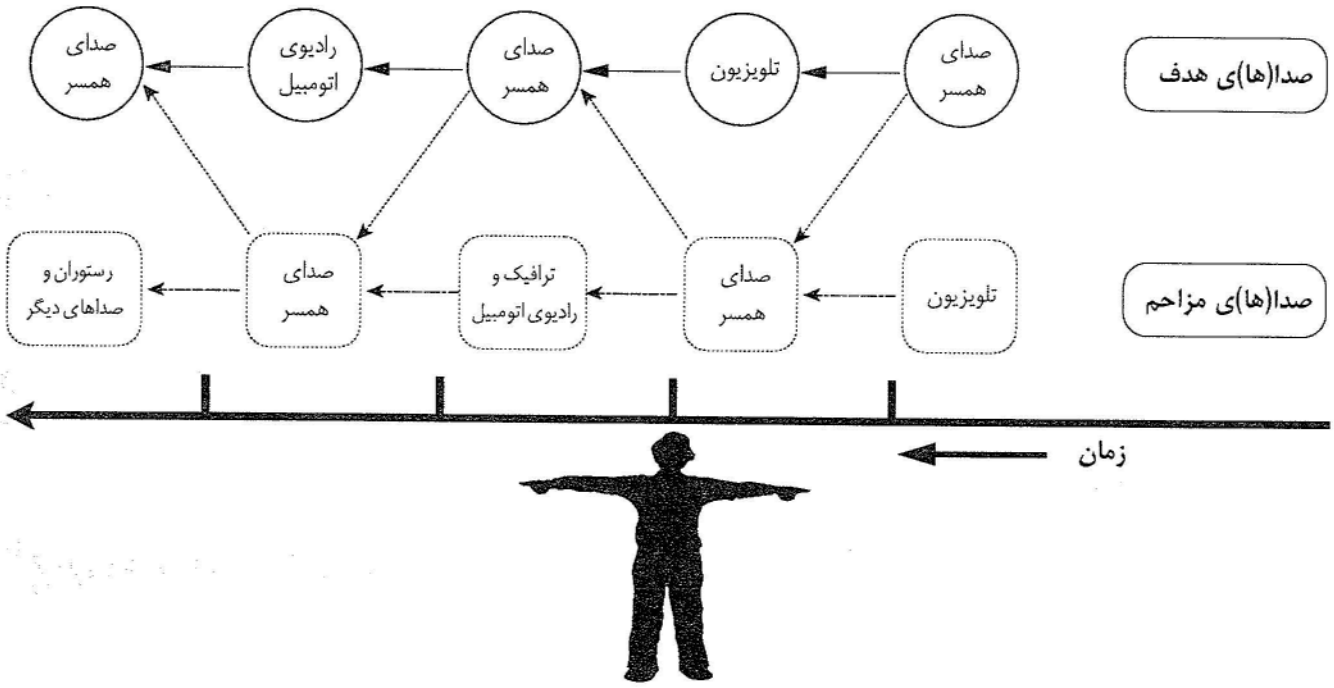
مقدمه

اهمیت شنوایی دوگوشی بر شنوایی‌شناسان پوشیده نیست. امروزه شناخت مبانی نظری، کاربردها و مزایای شنوایی دوگوشی مورد توجه اندیشمندان شنوایی‌شناس قرار گرفته است و بحث‌های متعددی پیرامون آن صورت می‌گیرد. جایگاه شنوایی دوگوشی در فرآیند «تقویت‌کنندگی» نیز قابل توجه است. در تقویت دو گوشی که دو سمعک مجزا روی هر گوش می‌باشد، دو دستگاه تقویت‌کننده جداگانه عمل می‌کنند. ولی در فرآیند طبیعی شنوایی دوگوشی، دو گوش تقریباً به‌صورت تلفیقی عمل می‌نمایند. «تداخل عمل بین دوگوشی» پدیده‌ای‌ست که زوایای بسیاری از آن توسط محققین بررسی شده‌است. لذا امروزه در بعضی از منابع به‌جای «شنوایی دوگوشی» از عبارت HearingSynaural استفاده می‌شود. در این مقاله به‌تبیین پدیده باریکه‌سازی (Beamforming) که در سمعکهای دیجیتال به‌منظور طراحی دستگاه تقویت دوگوشی به‌نحوی که هر دو سو از یکدیگر مطلع باشند، خواهیم پرداخت.

برای ورود به‌بحث ضروری است مسئله پردازش سیگنال گفتاری در دستگاه شنیداری طبیعی را از منظری نوین بنگریم. در این دیدگاه تعاریف مرسوم از «نویز» و «سیگنال مطلوب» اندکی تغییر خواهد کرد و مفهوم تزاحم صدای نامطلوب با عبارت نسبت صدای هدف به صدای مزاحم (Target To Jammer Ratio) بیان می‌شود. در این تعریف T به محرک گفتاری مطلوب (در یک لحظه مشخص) برمی‌گردد و J هر گونه صدای مزاحم دیگری می‌باشد که موردتوجه شنونده نیست. این گفته که TJR ضعیف باعث بروز اشکال در گفتگو می‌شود، مانند آن‌است که بگوییم نویز با شنوایی سیگنال مطلوب توسط سمعک تزاحم ایجاد می‌کند.

افراد مبتلا به اختلال شنوایی معمولاً نسبت به افراد معمولی TJR بالاتری نیاز دارند. بنابر این حذف سیگنال مزاحم که وابسته به لحظه است هدف اصلی است. «وابستگی به لحظه» و «وابستگی به موقعیت» در مثالهای زیر شرح داده می‌شود:

فضای اتاقی را که شخصی با همسرش در آن مشغول گفتگو است، درنظر بگیرید. هنگامی که این گفتگو جریان دارد صدای همسر، سیگنال هدف (Target) و مثلاً صدای تلویزیون سیگنال مزاحم است. به محض توجه به‌تلویزیون صدای هدف، تلویزیون و صدای مزاحم، صدای همسر خواهد بود. بنابراین در موقعیتهای متفاوت زمانی، هدف بودن یا مطلوب بودن و مزاحم بودن نسبت به‌هم تغییر می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱- برای این شنونده وقتی توجه خود را به صدای همسرش معطوف می کند، صدای همسر، صدای هدف بوده و صداهای دیگر نامطلوب و مزاحم می‌باشد. در طول زمان بسته به توجه شنونده صدای هدف و صدای مزاحم تغییر می کند.

مثال دیگر، صدای روشن‌شدن اتومبیل است. اگر شما دراتومبیل نشسته‌اید و استارت می‌زنید، صدای آن سیگنال هدف محسوب می‌شود، اما هنگامی که در اتومبیل به کار دیگری مشغول هستید یا به موسیقی گوش می‌دهید، صدای استارت اتومبیل مجاور در حکم صدای نامطلوب یا Jammer است.

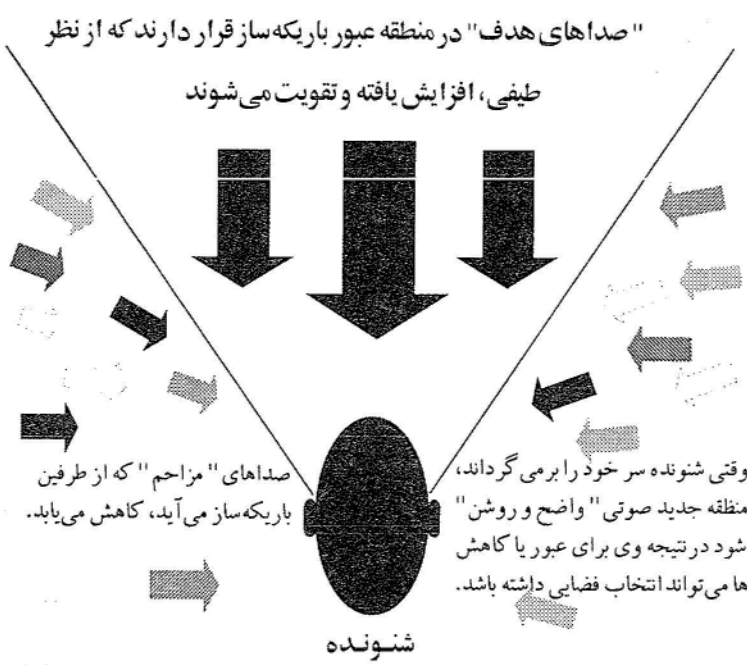
باریکه‌سازی: این اصطلاح باتوجه به تکنولوژی راداری تدوین شده است. بدین‌معنی که سیگنالهای یک منطقه مشخص یا یک‌دسته اشعه معین، نسبت به مناطق دیگر توانایی عبور می‌یابند.

بدین ترتیب نوعی «پردازش انتخابی فضایی» رخ می‌دهد. با محاسبه تفاوت‌های اندازه و فاز بین دونقطه گیرنده حساس (یعنی گوشها)، تعیین فضا میسر می‌شود.

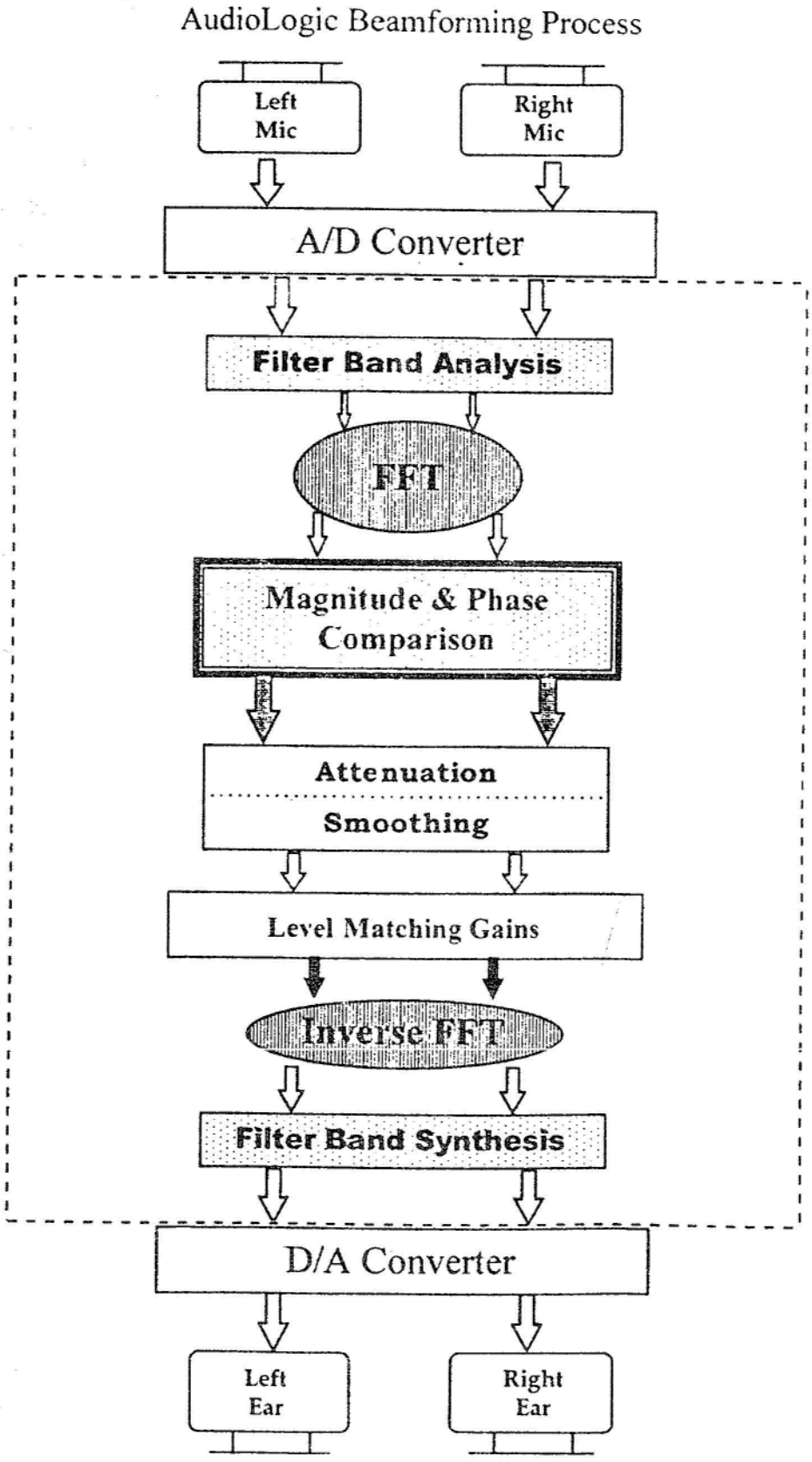
در شکل ۲ مفهوم نگاه کن تا بشنوی که توأم با پدیده باریکه‌سازی می‌باشد، ارائه شده است. در این شکل صداهای مطلوب همزمان با حرکت سر، که باعث تغییر منطقه طیفی مطلوب است، تقویت می‌شوند.

روشهایی که تاکنون برای مشکل نویز ارائه شده‌اند، بیشترین تلاششان معطوف به مهار کردن فرکانس‌های مشخص گشته است. اما در روش باریکه‌سازی که در دستگاهی به‌نام Audiologic طراحی شده، منبع صدا که در فضای اطراف واقع شده است، موردتوجه قرار می‌گیرد و شخص استفاده‌کننده توسط یک استراتژی افزایش فضایی قادر می‌شود دستگاه را وادار به انتخاب و تمرکز به منبع مطلوب صدا در نقطه‌ای از فضای پیرامون بگرداند.

شکل ۳ نمای تکنیکی عملکردهای اساسی در دستگاه شنوایی Audiologic را نشان می‌دهد. براساس این تصویر برای این نوع



شکل ۲- مفهوم "نگاه کن تا بشنوی" مربوط به رویکرد باریکه‌سازی



شکل ۳- مراحل اصلی پدیده باریکه‌سازی که در دستگاه Audiologic استفاده می‌شود. توجه کنید که مرحله مقایسه دامنه و فاز بین دو گوش اهمیت دارد.

پـردازش سیگنال نیاز به انجام محاسبات سریع وجود دارد و لذا از کـامپیوتـر استفاده می‌شود. بخش اساسی این طرح مقایسه مداوم اطلاعات اکوستیکی که از هر دو گوش می‌رسند، می‌باشد.

دستگـاه سـر راه دو سمعک پشت گـوشی بـا توانایی‌های خاص قـرار می‌گیـرد و عملکـردهـای پـردازشی فـوق میسـر می‌شوند. با استفـاده از این دستگـاه پـردازشی و در شـرایط متفاوت شنیداری، آزمـون‌هایی صـورت گـرفتـه و در همـه این شرایط نتایج بهتری با استفاده از تکنولوژی نوین باریکه‌سازی در تشخیص صدای مطلوب از نامطلوب بدست آمده است. نوع ابتدایی این دستگاه Alpha2 نام گـرفت و سپس این دستگـاه بـه گـونـه دیگـری تحت عنـوان Audallion تغییـر شکل یـافت. این گونـه جدیـد بـه دوباطری نیاز داشت. اندازه کوچکتر Audallion به کاهش حجم و وزن و طبعاً مشکلات ارگونومیک Alpha2 انجامید.

خلاصه

تـلاش بـرای تکـامل دستگـاهی هـوشیـار کـه مشتمل بـر مدل دوگـوشی بـاشـد، در جریـان است. این تـلاشهـا برای جدا کردن سیگنـال‌هـا کـه در هـر لحظـه ممکن است متغیـر باشنـد، از عوامل مداخله‌گـر، انجام می‌گیرد. این کار با تکنیکهای پردازش دیجیتالی سیگنال (DSP) صورت می‌گیرد.

منابع

1- Christopher Schweitzer, Ph.D (1997), *Application of Binaural Models to Evaluate "Beamforming" in Digital Hearing Aids* Seminars in Hearing- Vol 18- Number 4 393-402

2- Linda J. Hood, Ph.D, 1997. *Physiology of Binaural Hearing* Seminars in Hearing- Vol 18- Number 4