

感性に訴える音環境の制御

基礎フェーズ 応用フェーズ 実用化フェーズ

浜松医科大学 田村 和輝 山本 清二
本多電子株式会社



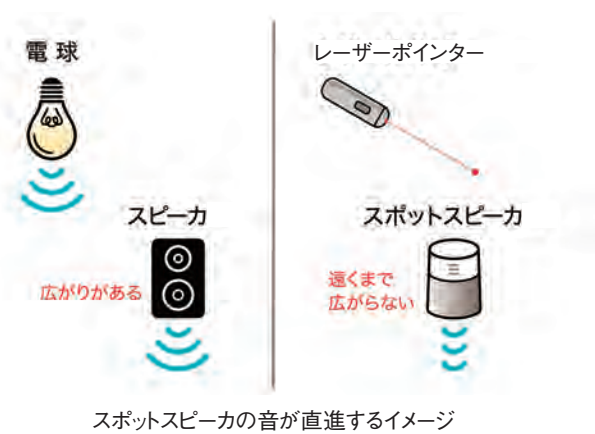
ここに注目!! 指向性が高く、かつ人には聞き取れない超音波に可聴音をのせることで、限られた範囲に音を届ける技術。
店舗であたかも顧客に商品が話しかけるような展示や、美術館で作品が語り掛けるなどの演出ができる。
[用途]効果的な商品展示・店舗演出、美術館・博物館の音声ガイド、ハンディキャップのある人のための音声ガイドなど。



遠隔地とのコミュニケーションを図る手段の一つに音を使ったコミュニケーションがあります。大きなスピーカを使って大人数に情報を伝えたり、スマートフォンとイヤホンを組み合わせて個人を対象に情報を伝えたりするなど、様々な伝達の手法があります。

電球から発せられる光が球状に広がるのと同様に、一般的なスピーカから出る音もスピーカから離れるほど広い領域に伝播します。私たちが着目したのは、レーザーポインターから出る光のように指向性が高く、音を遠くまで伝えることができるスポットスピーカ技術です。スポットスピーカ技術を使えば特定の個人を対象とした情報伝達が可能になります。

連携企業の本多電子株式会社は超音波機器の開発を創業以来継続しており、技術協力を得ながらスポットスピーカシステムを開発しました。本プロジェクトでは用途の異なるスポットスピーカシステムの試作機を構築し実験を重ねました。実験の結果から、音環境を制御することで、様々な場面で人の心を動かす演出が可能であるという手応えを得ました。



技術概要

音の指向性は音源の大きさと波長の関係で決まります。音源を大きくするが波長を短く(周波数を上げる)すると指向性が強くなります。しかし、巨大なスピーカを店舗に設置することは難しいため、音源を大きくすることは現実的ではありません。一方で周波数を高くすると人の聞き取ることのできない超音波となってしまいます。

スポットスピーカは超音波を人の耳に聞こえるように、音声信号を処理します。はじめに、人の耳では全く知覚することができない40kHzの超音波を指向性に関係する搬送波として使います。この搬送波を伝えたい音声信号の強弱で振幅を変調します。この処理を電子回路で行い、超音波を出すことのできる超音波スピーカから音を出すシステムをスポットスピーカシステムと呼びます。

スポットスピーカは正面にしか音が広がらないため、スピーカから離れても音量があまり落ちません。この特性により、スピーカから30cm ~ 30m程度までの広い領域で音を出すことができます。

実用化レベル

限られたエリアにだけ音声を届けることができるスポットスピーカシステムの社会実装検証機を構築し、店舗やホールなどで長時間使用しながら実験可能な状態まで達成しています。音質や音量の要となるアンプ部を新規に開発したことで、音域・音量に合わせた最適化を行うためのノウハウを蓄積しました。6回の試作を通して様々な形状のスピーカを試作したり、スピーカ駆動装置の小型化を達成したりしました。店舗での使用を目的として、天井に吊るされている照明器具と同等のサイズで設置可能な社会実装検証機も開発しました。

活用シーン

- 小売店、美術館などでのピンポイント音声案内
- 壁や商品などが喋るかのようなプロモーション
- 感性に訴える新しい音響体験の創出と研究
- 公共空間における視覚障害者の誘導など

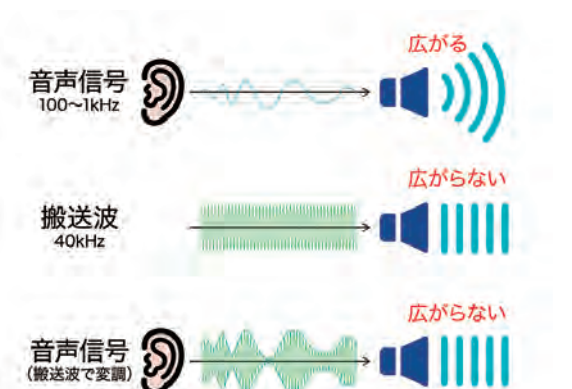
スポットスピーカの技術を用いると、博物館や美術館など静寂が求められる空間で、特定の位置に立った人へのみ音声案内を届けることが可能です。施設内だけでなく、オープンスペースに置かれているアート作品などの案内もできます。

駅などの公共空間や様々な施設において、視覚障害者を音で誘導することも可能となるでしょう。

■使用する装置・システム

スポットスピーカシステムはスポットスピーカ部、変調アンプ部、音源部の三つで構成されています。

スポットスピーカ部は直径50 mmから300 mm程度の円形型や50 mm 角の正方形型や180 mm × 80 mm角の長方形型を試作し、音源や伝えたい距離によって選択します。変調アンプ部はフルデジタル処理を取り入れ、電気信号の歪みを低減しています。音源部は人感センサの情報をもとに音源の制御をします。小型のコンピュータを内蔵しており、センサ数やカメラの追加などの入力情報の多様化にも対応可能です。



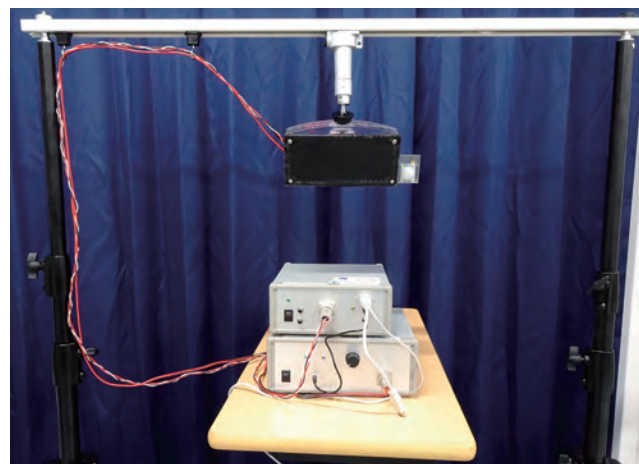
スポットスピーカシステムの原理



スポットスピーカで音がよく聞こえる領域



多様な音環境を構築するためのスポットスピーカシステム



人感センサ付き実証機(天井吊り下げ型)

社会実装に向けた取り組み

広島アンデルセンを旗艦店に、全国に直営ベーカリー「アンデルセン」を展開しているアンデルセングループと共同で、スポットスピーカを用いた音声案内の実験を行いました。

●商品が喋るかのような音声案内

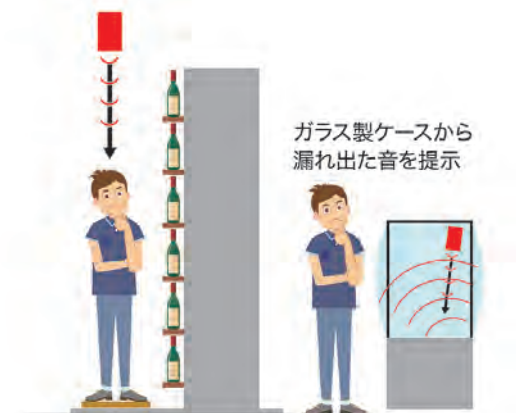
天井に設置したスポットスピーカから、カウンター上の商品（パン）に音声を照射し、反射させて来店客に音を届けることで、パンが話しかけてくるような音声体験を実現しました。反射面が平らでないと音が聞こえにくいなどの制約はあるものの気持ちが高まる体験だったと参加者の声がありました。人感センサを組み合わせたり、音声にバリエーションを持たせたりするなど、一人一人の顧客が個別に商品とコミュニケーションをとる体験を提案しました。



顧客の挙動に合わせて商品から音を出す仕組み

●ピンポイントの音声案内

壁面陳列のワイン棚の前に立つ来店客に対して、目の前に陳列されているワインに関する音声案内を直接届けるという実験をしました。また、ガラスの陳列ケース内にスポットスピーカを置き、ケースに顔を近づけた時だけ音が聞こえるという実験を行いました。どちらのシチュエーションでも興味を感じて立ち止まった時に、自分だけに話しかけてくるような音声案内が聞こえることで、商品に対する興味の喚起・強化が期待できる結果が得られました。



ピンポイントな音声案内の仕組み

●パラソル下に自然な音環境を作る

ベーカリーショップの屋外席用のパラソルにスポットスピーカと反射板を設置し、パラソル下の空間が反射音に包まれるような音空間を構築しました。通常の音響システムで鳥のさえずり音を再生すると、すぐにスピーカから出ている音と気づきます。一方、スポットスピーカから鳥のさえずり音を反射させると、森の中にいるようなリラックス効果を感じることができるという評価を得ました。

●実店舗を使った実証実験を通して

音環境の設計は見た目だけでなく音の反射や吸収を考慮する必要があります。実店舗は質感を出すためにガラスやタイル、木材など様々な材料を使って空間作りがなされているため、実験室の実験では実店舗の音環境を再現することが大変難しいことがわかりました。また、スポットスピーカシステムを店舗に設置するときには店舗の質感を損なわずに設置する必要があります。本プロジェクトの当初の予定では商品に近接した配置で音を照射することを目指していましたが、実店舗での実証実験を通して配置が困難であることがわかり、次の実証機開発に生かすことができました。スポットスピーカの特性である集束音は、商品説明の音声やBGM用のスピーカの配置とは全く異なる観点での調整が必要となるため、様々なフィールドにスポットスピーカシステムを持ち出して検証することの重要性を感じました。



屋外用パラソルの音環境構築

社会実装に向けて

狙った場所だけに音を届けられるスポットスピーカですが、この技術を用いて届けられた音が、人の心をどのように動かすかについての研究は、まだ始まったばかりです。スポットスピーカを用いて、以下に示すような、聴覚刺激と感性に関する基礎研究から、エンタメや教育における活用まで、様々な可能性を探っていきたいと考えています。

●音刺激による感性研究の深化

感性COIIにおいても聴覚刺激によって惹起される感性の研究が行われていますが、被験者に提示される音は通常のスピーカから発せられるものがほとんどです。たとえば、「囁き声」を用いた実験で実際に人が被験者の耳元で囁いた場合、そのときどきの条件や音以外の刺激も加わり、音データの質の同一性が失われてしまいます。スポットスピーカを用いると同一性が高い音データを被験者の耳元で響かせることができます。

パラソル下の実証実験で自然な音に聞こえたという報告があったように、スポットスピーカだからこそ可能な様々な音刺激を用いて、聴覚刺激による感性の研究を大きく進めることができると考えています。

●商業空間での活用

店舗での実証実験で確かめたように、店舗内で商品や陳列棚が話しかけてくるような販促活動が可能となります。どのような音が客の興味を喚起するか、感性評価技術を用いた研究を進めたいと考えています。

●エンターテインメントへの活用

多数の観客を集めたイベントで、ごくわずかな人だけに音を届けるという演出が可能になります。音が届いている人だけでなく、届いていない人も「何か不思議なことが起きている」ということを察知して場の雰囲気が盛り上がることは、実験で報告されています。

アクション映画やホラー系のイベントなどで、観客を驚かす演出にも有効だと思われます。

●教育やメンタルヘルスで

同じ情報を含む音でも、複数の人に伝わっている場合と、自分だけに響いている場合では、心の動き方が異なる可能性があります。指向性の高い音を用いることで教育やカウンセリングの効果が向上するかもしれません。今後、遠隔での教育や診療などが増えると思われるため、音楽鑑賞などに適した音響とは異なる、その用途のための音響技術が求められるようになるでしょう。スポットスピーカを用いた研究が、新しい音環境づくりに役立つと期待しています。

●可搬性を生かした屋外での使用

機器の小型化を進めた結果、持ち運び可能なサイズにまで小型化に成功しました。これまでは店内や屋外席に固定して使用することを想定していましたが、可搬性が向上したことでキッチンカーなどの移動式販売の集客効果が見込まれます。



同一性の高い音データ活用で音刺激による感性研究の深化(イメージphoto)



あたたかも商品が語り掛けるような商品展示(イメージphoto)



一部の人だけに音を届けることで盛り上がり演出(イメージphoto)



指向性の高い音で個人対個人の会話。心がつながる遠隔 教育・診療(イメージphoto)



小型で持ち運びできるスポットスピーカは移動式販売・イベントなどで活躍(イメージphoto)