

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：31501

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05343

研究課題名(和文)パラメトリック・スピーカーを動的に用いた新たなデジタルサイネージの研究開発

研究課題名(英文)Research and Development of New Digital Signage Dynamically Using Parametric Speaker

研究代表者

酒井 聡 (SAKAI, So)

東北芸術工科大学・デザイン工学部・准教授

研究者番号：90515157

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,800,000円

研究成果の概要(和文)：パラメトリック・スピーカーを動的に用いるための方法を複数検証し、その成果から本研究者が研究開発を行った動的に変化する投影スクリーンに映像投影可能なシステム「Addressable Screen」に用いている画像センシング技術を応用し、スクリーンの特定位置に音響を発生させるシステムを開発した。そのシステムを2016年11月に日本科学未来館にて開催されたサイエンスアゴラ2016に出展した。このことにより研究者が研究成果の目標としていた映像と音響をマルチモーダルに活用可能な事例が生まれた。加えて、研究成果を2016年の芸術工学会にて口頭発表をした。

研究成果の概要(英文)：We verified multiple methods for using a parametric speaker dynamically, and applied the results to the image projection system "Addressable Screen" which we researched and developed. By doing so, we were able to generate sound at a specific position on the screen. We also exhibited the system at Science Agora 2016 held at the National Museum of Emerging Science and Innovation (Miraikan) in November 2016. This made it possible for researchers to utilize the images and sounds that were the goals of the research outcome in a multimodal fashion. In addition, I made oral presentations of the research results at Design Research Association 2016.

研究分野：インタフェースデザイン、インタラクションデザイン、プロダクトデザイン

キーワード：情報デザイン 工業デザイン 空間・音響モデリング ヒューマンインタフェース 感性インタフェース 感性デザイン

1. 研究開始当初の背景

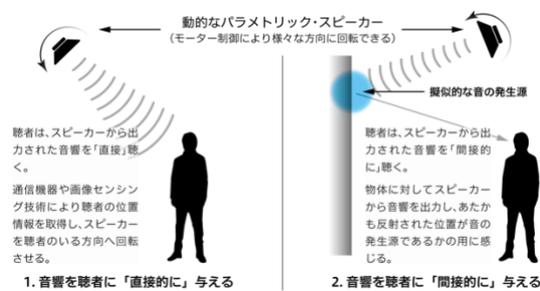
本研究は、研究担当者が研究代表者を務めた JST 復興促進プログラムマッチング促進・平成24年度採択課題「動的に変化する物体形状に合わせた映像投射を実現するためのスクリーン面マーカー構造形成ならびに評価技術の確立」（東北芸術工科大学、仙台高等専門学校、小糸樹脂株式会社、株式会社エキサイト、株式会社レイティストシステム）、学研究費助成事業・平成24年度採択課題「動的スクリーンを用いた映像と音響が強調した新たなデジタルサイネージの開発研究」の技術を活用・発展させた研究開発である。上記研究は、プロジェクションマッピングの技術を高度化し、高速・高精度に3次元画像を補正し様々な動的なスクリーンに投影する技術を確立すること、映像と音響などをマルチモーダルに扱い検証することが目的であった。その技術を用いてより高度で新規性の高いデジタルサイネージへと活用し、社会的応用、コンテンツの検証開発を行いたいと本研究の着想に至った。パラメトリック・スピーカー（超指向性スピーカー以下、PS）を動的に用いて音響を主体とした新たなデジタルサイネージの方法論の確立は、健常者への情報提供をより適切で充実させたものとするばかりではなく、視覚障害をもつ者への新しい情報提供の方法にも有効活用でき、今後社会に必要なものとなると考えた。

また、昨今、広告業やデザインの分野でプロジェクションマッピングが広く扱われるようになった。本研究でも前段の研究ではそれら映像表現の活用方法・新規技術開発を行ってきた。しかし、映像こそ先進的な表現になったが、音響はこれまでの技術のままであるものが多い。本研究では、研究担当者的持つ映像とその投影面の技術に併せて、新たな音響技術の開発研究を行う。通常、狭い範囲に音響を出力する PS を動的に扱い指向性を制御し異なる効果を持たせることは独自性が高く、社会への応用領域も高いものであると考えた。

2. 研究の目的

デジタルサイネージ分野の技術革新は文字通り日進月歩であり、これまで以上の関心が寄せられている。しかし、それらの多くは視覚に頼ったものがほとんどで映像と音響などをマルチモーダルに用いた事例は少ない。本研究では、PS を動的に用いて音響を主体としたデジタルサイネージとして扱う方法を研究開発する。また、本研究担当者が開発した動的に変化する投影面を用いたデジタルサイネージ技術にその成果を応用し、映像と音響をマルチモーダルに活用したこれまでにないデジタルサイネージの提案をするとともに社会的な応用領域を見出したと考えた。

3. 研究の方法



① 音響を聴者に「直接的に」与える方法の検証

音響を聴者に「直接的に」与えるとは、PS を聴者の頭蓋・耳などに向けて出力することであり、想定される音響の投射方法・聴者の位置情報の検出方法としては、以下のものが想定される。

- ・対象者に通信機器を取り付け、その信号を元に聴者の位置情報を検出する。通信機器は、Bluetooth・Wi-Fi・GPSなどを想定している。
- ・画像センシング技術・映像信号処理を用いて聴者の位置情報を検出する。

画像センシングや映像信号処理から位置情報を検出する方法として、可視光・不可視光の LED を使用しカメラで検出する方法、顔認識などを想定している。

以上の方法を検証し、聴者に適切な音量・音質で音響知覚を起こす方法を確立する。

② 音響を聴者に「間接的に」与える方法の検証

音響を対象者に「間接的に」与えるとは、PSを聴者に直接向けるのではなく、特定の物体や位置に対しての出力し反射させることで、あたかも反射した箇所から音響が発生しているような擬似効果を生むことである。想定される音響の投射方法・投射し反射板として用いられる物体は、以下のものが想定される。

- ・ 建築物や製品などの形状が固定で変形しない物体
- ・ 自家用車やバス、鉄道車両などの移動する物体
- ・ 研究担当者が研究開発した動的に変化する投影面を持つデジタルサイネージ

①、②の検証で用いるPSは、基盤研究(C)(一般)(H24～26)で研究開発したモーター制御により音響の出力方向を柔軟にコントロールできる試作機を最適化したものを調整する、再度制作するなどしたものを用いる。

③ 想定される用途、利用分野、市場の検証のための作品制作と公開発表

①、②の内容を社会で用いるために想定される用途、利用分野、市場は以下のものである。これらの可能性を検証し、活用される際のコンテンツの入れ替えなどといった運用方法も検討する。また、機能が十分であっても聴者の感性に適合したものでなければ、社会での運用は困難であるため、認知心理学の専門家の助言を得ながら、公開発表用の作品制作を行う。

- ・ 公共のデジタルサイネージなどの各種情報提示・広告などの応用展開
- ・ 視覚障害を持つ人々のための新たな情報提供機器としての応用展開
- ・ メディアアートなどの芸術分野の新表現の開拓

4. 研究成果

① 音響を聴者に「直接的に」与える方法の検証

音響を聴者に「直接」与えるとは、PSを聴者の頭蓋・耳などに向けて出力することであり、想定される音響の投射方法・聴者の位置情報の検出方法として想定された方法を検証した。

-1. 対象者に通信機器を取り付け、その信号を元に聴者の位置情報を検出。

想定される通信機器は、Bluetooth・Wi-Fi・GPSなどである。しかしながら、それぞれの通信機器を用いたところ以下の様な問題が生じた。

- ・ **Bluetooth** : Bluetooth Low Energy を用いることで省電力化を図る予定であったが、得られる数値が通信の到達距離のみであったため使用を断念した。
- ・ **Wi-Fi** : Wi-Fi アクセスポイントを用いて電波の強度やMACアドレスなどから位置を特定しようと考えたが、詳細な位置は得られず断念した。
- ・ **GPS** : GPS信号から位置情報を特定しようと考えたがこちらも詳細な位置情報、特に室内などで位置が特定できるほどの情報は得られなかった。

以上の結果から、対象者に通信機器を取り付けることで位置情報を特定することは、現在容易に入手できるモジュールでは困難であると判断した。しかしながら、GPSは将来的に、mm単位の高精度計測が可能になるため、屋外用を検討したい。

-2. 画像センシング技術・映像信号処理を用いて聴者の位置情報を検出。

研究担当者が過去に採択された研究課題の技術や、東北大学青木グループらが有する3次元画像センシング、映像信号処理の技術などを用い、想定される以下の聴者の位置情報の取得方法を検討した。

- ・ **可視光・不可視光の LED を使用しカメラで検出する方法**: 可視光の場合、カメラに入力される様々な色域の影響を受け特定の位置情報を特定することが困難であったため、カメラにフィルターを取り付け、不可視光である赤外光のみを検出させることとした。他の色域からの影響が少なく簡単な方法で位置を検出することが可能であり、凡庸性が高いように思えた。しかしながら、光源が隠れてしまうと当然ながら検出できなくなることが懸念された。
- ・ **カメラの入力を映像信号処理し顔認識をする方法**: 色域の影響を受けず、また聴者の顔を認識しているため音響刺激を提示しやすいという利点があった。

しかしながら、動作させるためのシステムが複雑化・高度化してしまい、音響刺激を与えるまでの遅延が起こるなど安価な機材での実装は困難であった。ただし、顔認証から聴者の年齢層や性別などを特定することも可能であるため、ある特定の制限を与えた状態の限られた聴者に音響刺激を提供することができ、今後の可能性を感じられた。

-1、-2の方法を検証した結果、本研究において聴者は単独のものとしたほうが予想されていた効果が得られた。また、位置情報を特定する方法は容易でありながら安定した動作が行える赤外光 LED の光をフィルターを通して認識させる方法のほうが応用が効くことも明らかになった。また、この検証から今後、複数の聴者へ音響刺激を与える場合などには、高精度 GPS や映像信号処理を行い顔認証することも有用であることが明らかになった。

② 音響を聴者に「間接的に」与える方法の検証

①の検証結果を PS の特性を活かして別の方法を試みた。音響を対象者に「間接的に」与えるとは、PS を聴者に直接向けるのではなく、特定の物体や位置に対して出力し反射させることで、あたかも反射した箇所から音響が



発生しているような擬似効果を生むことである。想定される音響の投射方法や投射し反射板として用いられる物体は、以下のものが想定され、その方法を検証した。

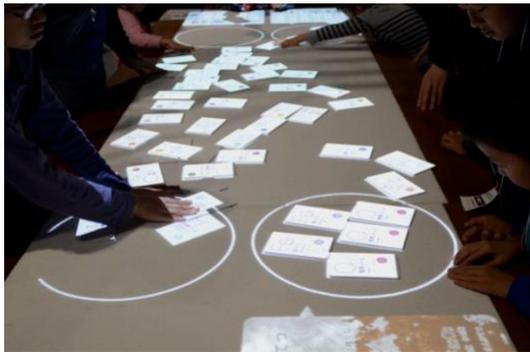
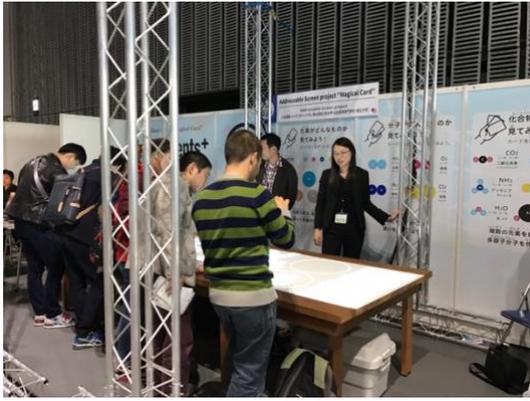
- ・ 建築物や製品などの形状が固定で変形しない物体
- ・ 自家用車やバス、鉄道車両などの移動する物体
- ・ 研究担当者が研究開発した動的に変化する投影面を持つデジタルサイネージ

先ず、想定される反射対象を絞る前に先行試験として平滑な壁面をゾーン分けし、反射音がどれほど正確に音響の擬似的な発生場所として認識されるのかを検証した。検証は研究期間終了後も別途研究にて現在も継続しているが、PS から壁面までの距離の長さに比例して音が発生する面積が大きくなるため、距離と面積の最適値が見出されれば、ある一定の効果が確認されている。

③ 想定される用途、利用分野、市場の検証のための作品制作と公開発表

本研究者が研究開発を行った動的に変化する投影スクリーンに映像投影可能なシステム「Addressable Screen」に用いている画像センシング技術を応用し、スクリーンの特定位置に音響を発生させる検証を行い、2016年11月に日本科学未来館にて開催されたサイエンスアゴラ 2016 に出展し、その成果などを一般市民に広く公開した。このことにより研究者が研究成果の目標としていたデジタルサイネージとの併用により映像と音響をマルチモーダルに活用可能な事例が生まれた。

加えて、研究成果を2016年の芸術工学会に



[その他]

外部発表・研究開発成果作品展示

- ① Addressable Screen project (小糸 樹
脂・レイティストシステム・東北芸術工
科大学・仙台高等専門学校・東北大学)、
Addressable Screen project "Magical
Card"、サイエンスアゴラ 2016、2016 年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

酒井 聡 (SAKAI, So)

東北芸術工科大学・デザイン工学部・プロ
ダクトデザイン学科・准教授

研究者番号：90515157

て口頭発表をした。その際に、特許取得の可能性について助言を多く得ることができ、最終年度は技術や応用展開の研究開発だけでなく、類似する特許調査を積極的に行った。

特許調査の結果、類似するものが見つかり特許取得は見送ったが、本研究の独自性を明らかにする方法が明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

- ① 酒井 聡、パラメトリック・スピーカーを動的に用いた新たなデジタルサイネージの研究開発、芸術工学会、2016 年