

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：31501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603038

研究課題名(和文) 動的スクリーンを用いた映像と音響が協調した新たなデジタルサイネージの開発研究

研究課題名(英文) Research and Development of Audiovisual Coordinated Original Digital Signage Utilizing a Dynamic Screen

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・講師

研究者番号：90515157

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：映像投影を行うスクリーンをこれまでの平滑で静止した状態のものから、動的スクリーンとすることさらに音響を協調的に扱うことでこれまでにない新たなデジタルサイネージの開発を行うことが本研究の目的であった。映像表現の新しい分野であるデジタルサイネージやプロジェクション・マッピングについて事例調査を進めるとともに、本研究の同時期に本研究者が別途採択された研究課題で動的スクリーンを用いた映像投影システムの試作機を完成させ、それに用いることが可能であるとともにこれまでにない新たな音響システムの試作機を開発するに至った。

研究成果の概要(英文)：The goal of this research was to develop a totally new type of digital signage, changing a flat, immobile image projection screen into an active screen, in addition to synchronizing audio with video. Along with carrying out case studies of digital signage and projection mapping, both new fields in media art expression, during the same period as this project the author was also involved in another research project in which he completed an image projection system using an active screen, showing that such a system is actually possible, while also developing an original sound system.

研究分野：プロダクトデザイン、中でもインタフェースを専門とし、それらを実製品やメディアアートに応用している。

キーワード：情報コンテンツ 感性デザイン ヒューマンインタフェース 感性インタフェース 音響デザイン

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究開始当初から現在までデジタルサイネージ分野の技術にはこれまで以上の関心が寄せられている。しかしながら、それらは平滑なスクリーンやディスプレイ等に投影された映像であり投影方法に限られデジタルサイネージならではの独創性に欠けている。本研究では、通常のディスプレイではなくプロジェクションマッピングの技術を用いた動的に変化する投影面をデジタルサイネージとして扱う方法、またその際に使用する最適なコンテンツを映像や音響などをマルチモーダルに扱い検証・開発し、社会的な応用領域を見出すといった未開の領域について考察を深め検証を行う必要があると考えることとした。

(2) 本研究は 3 次元画像センシング、映像信号処理の専門技術を有する東北大学大学院情報科学研究科青木グループら、また映像を投影するための高性能な被投射体 (反射体) についての専門技術を有する東北大学未来科学技術共同研究センター内田グループらとの共同研究「高速・高精度 3D 画像センシングに基づくダイナミックプロジェクションシステムの開発」を発端としている。

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が目的であった。その技術を用いて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。

2. 研究の目的

(1) 昨今、特に芸術分野においてプロジェクションマッピングを用いた作品が数多く制作されている。しかしながら、その技術を昇華し汎用性の高いものとしてまとめられたものは、未だ存在していない。さらには芸術分野で用いられているプロジェクションマッピングは投影する特定の物体に対してのみ画像補正がなされているが、本研究で確立しようとしているデジタルサイネージ技術は投影する物体が絶えず変化する動的なものにおいても映像投影可能であり、今後の映像表現をより自由なものとするためである。

(2) また、既存のデジタルサイネージ分野では、用いられるのは製品の特質上、主に映像表現に特化したものがほとんどであり、映像と音響などをマルチモーダルに活用したコンテンツは多くはない。そこで本研究では、マルチモーダルなデジタルサイネージの開発を行い人の感性により直感的に、多様に情報を伝える方法を確立することを目的としている。

(3) 加えて、本研究が過去に採択されている独立行政法人科学技術振興機構・研究成

果最適展開支援事業フィージビリティスタディ可能性発掘タイプ シーズ顕在化・平成 22 年度採択課題 (日本電気 株式会社、東北大学、仙台高等専門学校、東北芸術工科大学)「高速・高精度 3D 画像センシングに基づくダイナミックプロジェクションシステムの開発」(東北大学 大学院情報科学研究科教授 青木 孝文、日本電気 株式会社)にて研究開発を行った技術の社会的な応用領域を見出すことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究で映像投影・映像表現に必要な 3 次元画像センシング、映像信号処理、高性能な被投射体 (反射体) については前述した本研究が過去に研究開発に参加した基盤技術を用い、「1. 動的スクリーンに用いる物体の試作・検証、2. 動的スクリーンに最適な映像や音響といったコンテンツの開発、3. 想定される用途、利用分野、市場の検証」以上、三点について実験、検証を行う。具体的な研究方法は以下の通りである。

(1) 動的スクリーンに用いる物体の試作・検証

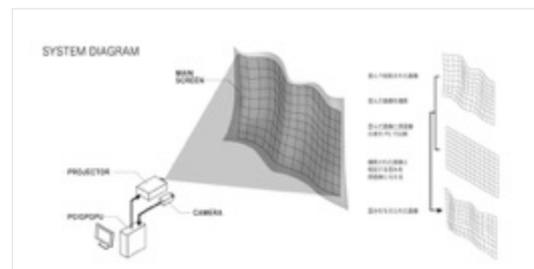


図 1 映像投影システムダイアグラム

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 (図 1) を用い想定される以下の物体に対して様々な映像の投影を行ない、様々なスクリーンの形状・設えを検証する。その際にスクリーンの形状と画像補正のアルゴリズムをデータベース化し、スクリーンの形状が動的に変化してもリアルタイムに追従できるようにシステムの構築を行う。また、それと平行して既存のプロジェクションマッピングを用いた例を調査し、収集する。

- ① 3 次曲面・自由形状の構造物 (トンネル、円柱状の柱、陳列物など)
- ② 移動する物体 (自動車、バス、鉄道車両など)
  - 変化が少ない形状は画像補正を行う際の基準点を縮尺模型や実物などを用いて映像を実際に投影して画像補正のアルゴリズム構築のデータベースを作成する。
- ③ 動的に変化する物体 (カーテン、流水、スモークなど)
  - 素材ごとに試作を行ない、スクリーンとして機能する条件を検証する。①、②で構築したアルゴリズムの中で最適なものを選択

させるプログラムを作成する。

④ その他（顔や手などの人体表面）

→ スクリーンとして人体を用いることで投影面と様々な情報を操作する部分を一体化する可能性を検証する。

(2) 動的スクリーンに最適な映像や音響といったコンテンツの開発

(1)の試作・検証から導き出したこれまでにない動的スクリーンとして相応しいものを試作する。また、それをデジタルサイネージとして専門的な知識がなくとも扱えるシステムを構築する。加えて、それに相応しいコンテンツは何かを下記の点において検証し試作を行う。

① 複雑な面をなす投影面、常に変化する動的な投影面に最適なコンテンツ

→ 擬似的に作り出す立体感ではなく、実際に存在する3次元平面で且つ変化し続ける投影面に最適な映像コンテンツとは何かを試作を行いながら検証する。

② 映像と音響が同期されることによって起こる共感覚を用いたコンテンツ

→ ①で検証した映像コンテンツに対してより効果が強く感じられるような音響演出は何かを試作を行いながら検証する。また、その際に音の出力の方法についても検討する。

(3) 想定される用途、利用分野、市場の検証

(1)、(2)の研究を元に想定される用途、利用分野、市場における応用領域の検証を行なう。更に研究の成果を作品として取りまとめ、公的な施設やイベントにて展示発表を行う。

#### 4. 研究成果

本研究では、採択期間中に本研究者が研究代表者として別途、独立行政法人科学技術振興機構 研究成果展開事業 復興促進プログラム（マッチング促進）採択事業（課題番号：H24 仙 II-29 研究開発課題名：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）に採択されたため、映像を用いる技術・動的なスクリーンの形成技術についての知見を得ることができた。

そのため、動的な映像コンテンツの研究開発については前述の研究課題の技術を用い、本研究では音響コンテンツの研究開発と制御、映像と音響の協調を図ったマルチモーダルなコンテンツの検証と開発を進めることとした。

しかしながら、前述の研究課題の技術では動的なスクリーンに対して映像投影を行うためには専用のシステムを用いる必要があり本研究の幅広い用途、利用分野、市場を検証するには敷居が高いことが想定されたため、汎用品を用いて同じようなシステムが構築できないかも併せて検証を行った。

具体的に得た研究成果としては、研究方法

の順に以下の通りである。

(1) 動的スクリーンに用いる物体の試作・検証



図 2 デジタルサイネージ事例データベースの例



図 3 プロジェクションマッピング事例データベースの例

① デジタルサイネージとプロジェクションマッピングの既存技術・活用例の調査

既存技術と活用例の調査には、ファイルメーカー社の FileMaker を用い、独自のデータベース（図 2・3）を構築した。デジタルサイネージについては事例名、導入企業、導入時期、場所、制作会社などの情報に加え、使用デバイス・ハードウェアなどを計 62 件の事例について収集した。また、プロジェクションマッピングの事例については、デジタルサイネージから項目を変更し、使用アプリケーションなどについても可能な限り情報を集め、150 件の事例について調査した。これらの項目について調査を行い、本研究の想定される用途、利用分野、市場の検証に活用した。

② 動的スクリーンに用いる物体への映像投影実験



図 4 映像投影実験の様子

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と映像信号処理の技術を用いるとともに、汎用性の高い Microsoft Kinect

をプログラミング環境である openFrameworks で制御し、物体への映像投影を試した。

まず、時点で行う映像の歪みはある程度予想し歪みなく映像投影のための予備実験として、動的ではないが複雑な局面を持つ物体（立方体・円柱・多面体・人型模型・傘など）に映像投影を行い、映像の歪みからくる情報の変化を検証した。この実験を元に、A) コンピュータ上で映像投影する物体を仮想的にモデリングし、B) 物体の位置・姿勢・表面形状を考慮した映像に変形させるプログラムを制作した。

制作したプログラムを用い複雑な局面を持つ物体に対して映像投影（図 4）を行い、映像に対して擬似的な光や影を付けることで立体感を増す、素材感のある映像を用いることで投影される素材とは異なる素材を表現させるなどを試し、平滑なスクリーンとは異なる複雑な局面を活かした映像表現について考察を行った。

## (2) 動的スクリーンに最適な映像や音響といったコンテンツの開発

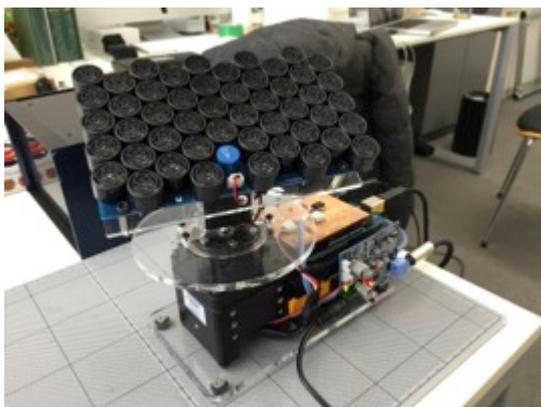


図 5 超指向性スピーカーの試作機

(1)の実験を踏まえ、動的なスクリーンに対して最適な映像と音響のコンテンツを制作した。ただし、前述の別途研究課題において動的なスクリーンの研究開発を行ったため映像コンテンツはその研究開発で制作したスクリーン用のコンテンツを制作することとし、研究の進捗を加速させた。

音響のコンテンツについては、A) 振動スピーカーの活用、B) 超指向性スピーカーの活用の2つの試作機（図 5）を制作し検証した。A) 振動スピーカーについては、素材を振動させることで音場を生成するため動的なスクリーン全体から音を出力することで映像と音響の一体感を持たせることができるか検証した。結果としては、振動スピーカーの出力が不足し不向きであることがわかった。B) 超指向性スピーカーの活用では、映像のある一点から音出力されること、さらに映像の動きに音が追従することで映像と音響の協調が生みだせるかを検証した。この点において有効性を見出し、今後の研究課題を導

くに至った。

(3) 想定される用途、利用分野、市場の検証  
① 想定される利用分野を検証するため、デジタルサイネージなどのコンテンツで用いられるインフォグラフィックス分野、メディアアート分野について視察を行った。

インフォグラフィックス分野については、情報を如何に視覚的に効率よく認知させるかについて知見を得ることができ、映像コンテンツの内容やその与える情報量の適正について示唆を得た。

メディアアート分野では、様々な感覚をマルチモーダルに扱う事例に特化して視察を行い、映像と音響を協調させた際の人に対する感性の効果について示唆を得た。

② 本研究において音響を用いた情報伝達方法の1つとして振動スピーカーの活用が挙げられる。その方法を用いて、映像を伴わない情報伝達の方法やデジタルサイネージの可能性を示唆するために宮城大学・事業構想学部・デザイン情報学科・助教 土岐謙次と共同作品 **Tele-Flow** を制作し「マテリアライジング展 II」に展示を行った。

**Tele-Flow** は、遠隔地（宮城県南三陸町）にあるウルシの樹の周辺環境の音と生体電位を利用して、その様相を伝える作品である。環境音と生体電位を元に動作する葉柄によって、映像では得られないウルシの樹の息吹を伝えた。展示から対外的な評価を得、今後音響メーカーとの共同研究の打診を得るに至った。

本研究は、本研究者が新たに採択されている平成 27 年度科学研究費助成事業・若手研究(A) 研究課題「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」で音響分野の更なる研究開発と研究期間が延長された独立行政法人科学技術振興機構 研究成果展開事業 復興促進プログラム（マッチング促進）採択事業（課題番号：H24 仙 II-29 研究開発課題名：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）に研究内容を引継ぎ、継続することとなった。

## 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）

〔その他〕

外部発表・研究開発成果作品展示

「マテリアライジング展 II 情報と物質とそのあいだ」（共同作品 宮城大学・事業構想学部・デザイン情報学科・助教 土岐謙次）

作品名 | **Tele Flow**

会期 | 2014 年 7 月 19 日 ~ 8 月 8 日

会場 | 東京藝術大学美術館 陳列館

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・講師

研究者番号：90515157