

提灯を用いたインタラクティブデジタルサイネージシステムの開発

[研究代表者] 水野慎士 (情報科学部情報科学科)

[共同研究者] 柴田亨一郎 (株松屋)

研究成果の概要

本研究では百貨店の SDGs の取り組みの一環として、日本の代表的な伝統工芸品である提灯と行燈に着目して、これらをデジタル技術を組み合わせることで、新しいインタラクティブデジタルサイネージシステムを開発した。

提灯を用いたデジタルサイネージシステムシステムでは、直径 3m の巨大岐阜提灯を使用した。そして、巨大提灯の内部に設置した 3 台のプロジェクタで提灯内部から CG 映像を投影する手法を開発した。開発したデジタルサイネージシステムは、2021 年 9 月 3 日から 20 日まで松屋銀座で開催された SDGs 関連ディスプレイ装飾イベントにおいて、松屋銀座の 1 階から 7 階までの吹き抜け空間「スペースオブギンザ」に設置して展示した。

行燈を用いたデジタルサイネージシステムでは、1 台のプロジェクタと球面鏡を用いて行燈内部から CG 映像を投影する手法を開発した。そして、行燈に映った映像と行燈が置かれたテーブルに投影された映像が連動しながらインタラクションする手法を開発した。開発したシステムはロンドンで開催されるイベントで展示予定である。

なお、開発したデジタルサイネージシステムについてはいずれも学会会議で発表を行った。

研究分野：画像情報工学

キーワード：プロジェクションマッピング、インタラクション、CG、SDGs

1. 研究開始当初の背景

現在、持続可能な世界を実現するための国際的な開発目標である SDGs (Sustainable Development Goals) が大きな注目を集めており、国内外で様々な取り組みが始まっている。SDGs に対する取り組み姿勢は企業を評価する指標の一つにもなりつつあり、企業にとっても重要な目標となっている。そこで、さまざまな業種でその業界に応じた SDGs への取り組みが行われており、百貨店も例外ではない。

SDGs には 17 の目標と 169 のターゲットがあるが、その中の目標に「11. 住み続けられるまちづくりを」がある。これは日本においては、都市と地方との交通アクセスの増強、都市一極集中の解消、地方で住み続けられるための産業促進など、地方創生事業に直結する目標である。また、「8. 働きがいも経済成長も」ではターゲットの一つに地方の雇用創出、伝統文化や製品の販促とそれに繋がる持続可能な観光業の促進が掲げられており、これも地方創生に大きく関連する。そして百貨店では、地方の名産を集めた物産展に大きな集客がある一方で、地方ではショッピングモールとの競争激化で集客が

難しい状態であり、地方創生は非常に大きな課題となっている。そこで、百貨店が SDGs に取り組むときに地方創生を目標として掲げることは、百貨店の業務内容と親和性が高い。

このような背景の中、東京の老舗百貨店である松屋銀座でも、SDGs の取り組みの一つとして地方の伝統工芸品や特産品を用いたディスプレイ装飾イベントを行っている。その中では、福井特産のリボンを使ったクリスマスディスプレイや、徳島の伝統工芸である藍染を用いた巨大暖簾による正月ディスプレイなどが披露された。これらのディスプレイは地方の伝統工芸や特産品と優れたデザインを組み合わせることで、新しい魅力や活用方法を提案して、地方とともに豊かになることを目指している。

2. 研究の目的

本研究では、伝統工芸品として提灯と行燈に着目する。そして、提灯や行燈とデジタル技術を組み合わせることで、新しいインタラクティブデジタルサイネージシステムを開発して、松屋銀座でのディスプレイ装飾イベントや海外での日本 PR イベント

トで使用する。デジタルサイネージは表示、通信、周辺状況取得にデジタル技術を活用しながら、映像で情報を提示する看板であり、主に広告媒体として用いられる。本研究では提灯や行燈に CG 技術、画像処理技術、センサ技術などを適用して生成した映像を映し出すことで、インタラクティブ性のあるデジタルサイネージシステムを開発するとともに、システム上のコンテンツ制作と実証実験を行う。

提灯を用いたデジタルサイネージでは、松屋銀座の1階から7階までの吹き抜け空間「スペースオブギンザ」に直径3メートルの巨大岐阜提灯を展示する。そして、巨大提灯内にプロジェクタを設置して、提灯内部から CG 映像を投影するシステムを開発する。また、行燈を用いたデジタルサイネージでは、プロジェクタと球面鏡を用いて、行燈内部から CG 映像を投影するシステムを開発する。行燈はテーブルに置かれており、自由に動かすことができる。そして、テーブルにも映像が投影されて、行燈の映像とテーブルの映像は行燈の移動に応じて連動してインタラクションする。

提灯や行燈に映像を映してディスプレイ装飾として用いることは本来の機能を生かすものであり、映像を映し出すためにデジタル技術を使うことは、提灯や行燈を拡張して新しい機能を付与するものである。また、使用する提灯は岐阜で300年以上の伝統がある岐阜提灯である。本研究では、提灯や行燈といった伝統工芸にデジタル技術を組み合わせることで新しい価値を生み出すことと、伝統工芸を作り出す地方に多くの人々の関心を集めることを、百貨店を舞台に産学連携で実現するものである。そして、研究の実現はSDGsの目標の一部を達成するものであり、本学が「社会の夢を創造し、科学技術の力で実現する。」というスローガンで進めているSDGsへの取り組みにも合致すると考える。

3. 研究の方法

3.1 提灯を用いたデジタルサイネージ

使用した提灯は、直径が約3mの球形をした岐阜提灯である(図1)。骨は竹製で、紙は美濃和紙を使用している。巨大な提灯を支えるため、通常サイズの提灯に比べて骨が太くて多く、紙も分厚いため、内部投影には厳しい条件である。この提灯の内部から映像を投影して、提灯表面に映る映像を外から鑑賞する。

提灯内部への映像投影は超短焦点プロジェクタを使用した。実物の提灯を用いた事前テストは実施できないため、



図1 使用した大提灯

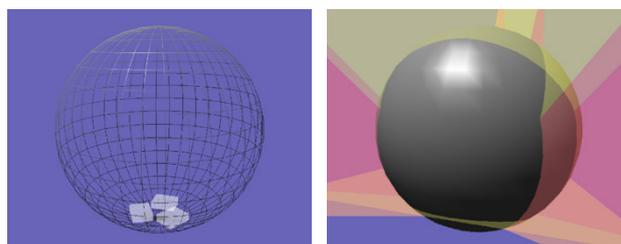


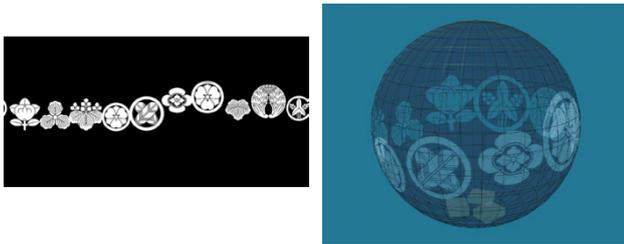
図2 大提灯の投影シミュレーション

三次元 CG 空間内に仮想的な提灯とプロジェクタを設置して、投影シミュレーションを行った(図2)。その結果、3台のプロジェクタを正三角形に並べることで、提灯の中央部分360度に映像が投影できることを確認した。

映像の生成と投影もシミュレーションベースで行った(図3)。まず、大提灯への投影結果を再現した提灯3DCGモデルを生成する(図3(a))。これは、三次元楕円体にアニメーション映像をテクスチャマッピングすることで実現している。次に、実際と同じ位置、同じ投影条件で3台の仮想プロジェクタを設置して、各プロジェクタを視点として提灯3DCGモデルを観察することで、3つのCG映像を生成する(図3(b))。最後に、生成したCG映像をプロジェクタで投影することで、シミュレーションを再現した映像が大提灯に投影される(図3(c))。

今回のコンテンツにはインタラクティブ性は持たせなかったが、映像はリアルタイムCGとして生成した。この理由としては、事前テストを実施することができず、展示前日夜に設営して翌朝には披露するという急ピッチ作業が必要であったことと、手作り提灯のために設計通りのサイズではない可能性があったことがある。そのため、設置しながら映像調整を行うことができるように、映像はリアルタイムCGとして生成した。

制作したデジタルサイネージは、2021年9月3日から



(a) 投影結果を再現した提灯 3DCG モデル生成



(b) プロジェクタ視点から観察した提灯 3DCG モデル



(c) プロジェクタからの生成映像の投影

図 3 大提灯用映像の生成と投影

20日まで松屋銀座で開催されたSDGs関連ディスプレイ装飾イベントにおいて、松屋銀座の1階から7階までの吹き抜け空間「スペースオブギンザ」に設置して展示した。図4に展示の様子を示す。なお、使用したプロジェクタはOptoma EH320UST (Full HD, 4000ルーメン)で、1台のPC (Mac Pro)で3台のプロジェクタ映像を全て生成して制御している。

展示を終えてからの考察としては、プロジェクション映像は周囲の明るさに対して負け気味であった。これは、和紙が分厚く透過光量が不十分であったこと、プロジェクタの光量不足、百貨店メインフロアのため周囲の照明光量を下げることが困難であったことが原因と考えられる。また、背景が明るい映像を投影した場合は視認が困難であった。これは、提灯内部で乱反射が発生して、映像の暗い部分に大きな間接光となってしまったことが原因であった。そのため、明るい部分が多いシーンは現地で映像を反転する改良を施して対応した。コンテンツを鑑賞した一般客からの感想は得られなかったが、松屋銀座やプロデューサはコン



(a) 大提灯へのプロジェクタ設置と釣り上げ



(b) 大提灯に投影された映像

図 4 松屋銀座での展示の様子

テンツに対して高評価であった。

3.2 行燈を用いたデジタルサイネージ

本研究で使用した行燈は、高さが約40cm、底面が1辺約20cmの正方形というサイズである。行燈の側面には映像が投影される。また、行燈はテーブルに置かれており、テーブルにも映像が投影される。行燈の映像とテーブルの映像は連動しており、テーブルの映像は行燈の動きに応じてインタラクティブに反応する(図5)。

行燈の4つの側面に映像を投影する手法として、本研究

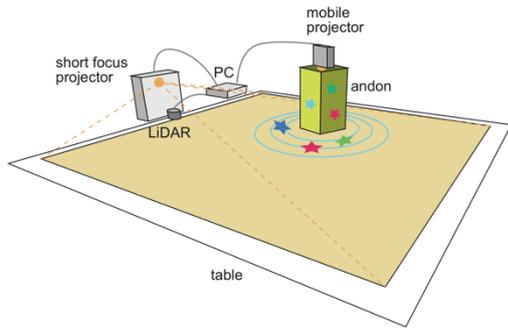


図 5 行灯を用いたデジタルサイネージ

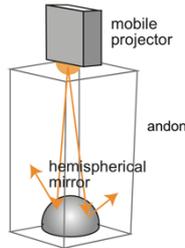


図 6 球面鏡を用いた行灯側面への映像投影

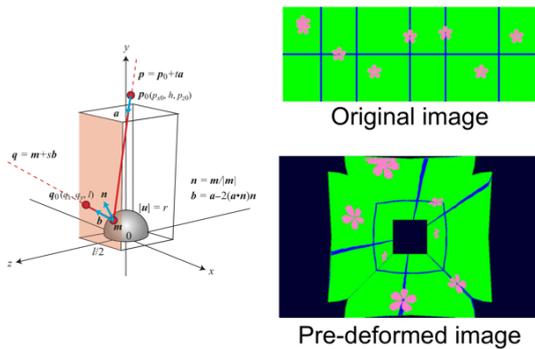
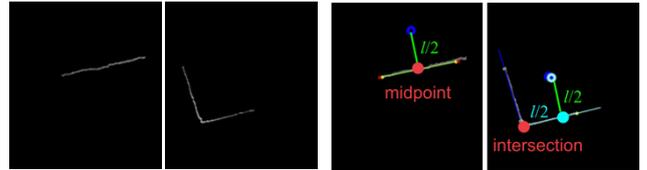


図 7 反射シミュレーションに基づく投影映像の変形

ではモバイルプロジェクタと球面鏡を使用した。モバイルプロジェクタは行灯上部に設置して、球面鏡は行灯底部に設置する。そして、モバイルプロジェクタから球面鏡に向けて映像を投影すると、映像は球面鏡で反射して行灯の4つの側面に投影される(図6)。

球面鏡で反射して行灯側面に映った映像は、球面鏡に影響によって曲線的に歪む。そのため、行灯側面に適切な映像を投影するには、反射による歪みを考慮して補正した映像を生成する必要がある。そこで本研究では、モバイルプロジェクタから投影された映像が球面鏡で反射して行灯側面に映った際の変形具合を反射シミュレーションによって求めた。三次元CG空間に球面鏡と行灯側面を模した平面を設置して、プロジェクタに相当する位置から16,000本(100×160本)の光線を放出して、光線が球面鏡で反射して行灯側面と交差する位置を計算した。そして、プロジェクタ映像の座標と行灯側面に投影される映像の



1 line segment 2 line segments

図 8 測域センサのスキャンによる行灯位置の取得

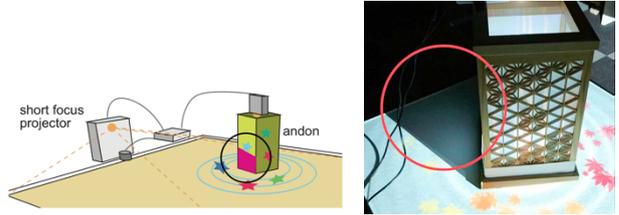


図 9 テーブル投影映像からの行灯投影領域の削除

座標との位置関係を求めて、テクスチャマッピングを施した二次元格子を変形させることで、投影映像に事前に変形させることを実現した(図7)。

行灯に映る映像と行灯を置いたテーブル上の映像を連動させるには、テーブル上の行灯の位置と角度を取得する必要がある。これは、二次元測域センサを用いることで実現している。行灯を置いたテーブルを二次元測域センサでスキャンした結果を可視化すると、行灯の側面が1本または2本の線分として現れる。そこで、可視化結果に確率的ハフ変換を施すことで、行灯側面の線分を抽出する。そして、抽出された線分を用いて、行灯の中心座標と設置角度を算出する(図8)。

テーブル映像は超短焦点プロジェクタを用いて投影する。この際、行灯本体に映像が投影されてしまうと、行灯側面の映像が不鮮明になってしまう。そこで、プロジェクタの位置と算出した行灯の位置を用いてシャドウマッピングの手法を適用することで、行灯本体に投影される部分を逐次削除する処理を行っている(図9)。

図10に実際に制作した行灯デジタルサイネージを示す。行灯用のプロジェクタはTAXAN KG-PL051W(WXGA, 500ルーメン)で、テーブル用のプロジェクタはNEC NP-U310WJD(WXGA, 3000ルーメン)である。二次元測域センサは北陽電機UBG-04LX-F01である。2台のプロジェクタと測域センサは1台のPC(MacBook Pro)に接続して、映像生成や制御を行っている。

制作した行灯を用いたデジタルサイネージは、2022年7月22日から24日までイギリス・ロンドンで開催されるHYPER JAPAN 2022に展示される予定である。

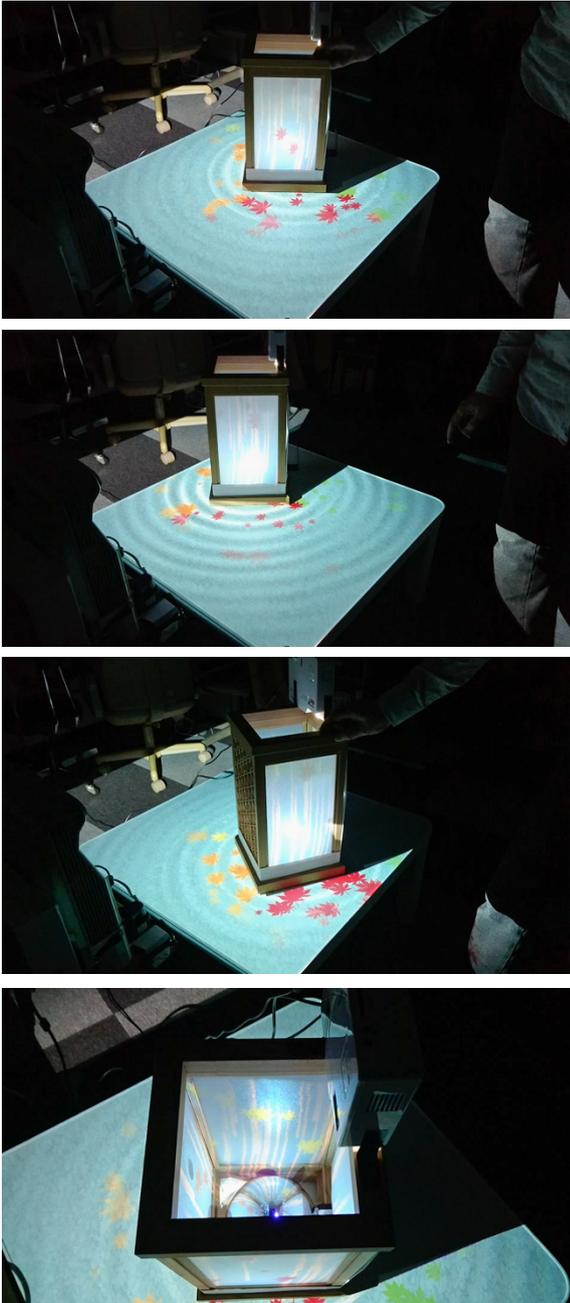


図 10 制作した行灯デジタルサイネージ

4. 本研究に関する発表

- [1]水野慎士, "大提灯を用いたプロジェクションマッピングの制作", 第7回 ADADA Japan 学術大会, No. 41 (2021).
- [2] S. Mizuno, A. Hatada, "Development of an Interactive Video System Using a Traditional Japanese Lantern", Proc. of IEEE GCCE 2021, OS-ATS-3, 4pages (2021).