

# 真似て選択するデジタルサイネージ

宮田 章裕<sup>1</sup>

概要：複数のデジタルサイネージが隣接している状況において、デジタルサイネージとスマートフォンを連携させる場合、ユーザは最初に対象のデジタルサイネージを1つ指定する必要がある。しかし、従来方式で指定しようとする、ユーザへの制約・操作負担が大きいという問題があった。本研究では、複数のデジタルサイネージの中からスマートフォンと連携させるものを選択する方法として、アイコンの動きを真似るデジタルサイネージ選択方式を提案する。これは、ユーザがスマートフォンを把持して各デジタルサイネージ上のアイコン動作と同じタイミングで同じ動きのジェスチャを行うことで、対応するデジタルサイネージを選択できる方式である。プロトタイプシステムはすべてJavaScriptで実装したため、Webブラウザさえあれば各種OS・端末上で動作する。基礎検証では、初体験のユーザでも82%の精度で意図通りのデジタルサイネージを選択できることが確認できた。

## An Digital Signage Selection Method by Mimicking the Icon Motion

Akihiro Miyata<sup>1</sup>

### 1. はじめに

今やデジタルサイネージは商業施設、公共施設、学校などの至る場所に設置され、広告、情報通知、空間演出といった様々な用途で利用されている [1]。従来は1台のデジタルサイネージが単体で利用されることが多かったが、ここ数年、2つの大きな変化が起こりつつある。1つ目の変化は、図1のように、同一拠点に複数のデジタルサイネージが隣接して設置されることが増え始めていることである。例えば、商業施設や大型の駅では、片方のデジタルサイネージに施設全体の情報を表示し、他方には現在の階のフロアマップを表示するケースがある。もう1つの変化は、スマートフォンをデジタルサイネージのコントローラとして利用したり、デジタルサイネージ上の情報のコピー先としたりするなど、デジタルサイネージとスマートフォンを連携して利用する事例が数多く現れ始めていることである [1][2]。

このように、複数のデジタルサイネージが隣接している状況において、デジタルサイネージとスマートフォンを連携させる場合、ユーザは最初に対象のデジタルサイネージを1つ指定する必要がある。しかし、従来方式では、ユー

ザがデジタルサイネージのすぐそばまで近寄らなければならなかったり、指定時にユーザとデジタルサイネージの間に他の人・物が存在してはいけなかったりするなど、多くの制約があった。スマートフォンに選択可能デジタルサイネージのリストを表示し、そこから任意のものを指定する事例 [3] もあるが、ユーザはデジタルサイネージを見てその識別情報を確認・記憶し、スマートフォンに視線を戻して該当選択肢を探す必要があり、ユーザにとっては負担が大きい。

この問題に鑑みて、本研究では、複数のデジタルサイネージの中からスマートフォンと連携させるものを選択する方法として、アイコンの動きを真似るデジタルサイネージ選択方式を提案する。これは、ユーザがスマートフォンを把持して各デジタルサイネージ上のアイコン動作と同じタイミングで同じ動きのジェスチャを行うことで、対応するデジタルサイネージを選択できる方式である (図2・3)。

本稿の貢献は下記のとおりである。

- アイコンの動きを真似るデジタルサイネージ選択方式を新規考案したこと。
- 提案方式のプロトタイプシステムを構築し、基礎的な検証を実施したこと。

<sup>1</sup> 日本大学文理学部  
College of Humanities and Sciences, Nihon University



図 1 隣接するデジタルサイネージ

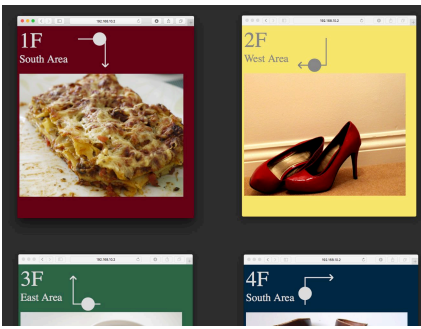


図 2 提案方式のデジタルサイネージ

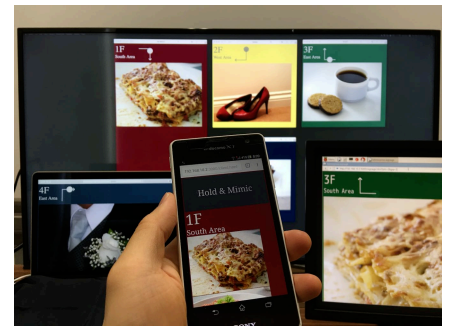


図 3 提案システム利用時の様子

## 2. 関連研究

スマートフォンをデジタルサイネージのコントローラとして利用したり、デジタルサイネージ上の情報のコピー先としたりするなど、デジタルサイネージとスマートフォンを連携して利用する事例が数多く現れ始めている [1][2]. 本章では、これらの事例について、連携対象となるデジタルサイネージの指定方法の観点から紹介する。

### 2.1 近距離から指定する事例

連携対象のデジタルサイネージに近距離（接触、あるいは、1メートル程度）まで近付いて指定する方式について述べる。

[4] は、タイル状に敷き詰めた NFC (Near-Field-Communication) タグ上に映像を投影するデジタルサイネージである。ユーザは NFC リード搭載のスマートフォンをデジタルサイネージ上の任意の位置に接触させることで該当位置をポインティングできる。彼らはデジタルサイネージが 1 台のシーンのみを紹介しているが、原理的には複数のデジタルサイネージの中から任意の 1 つを連携対象として選択できる方式である。

Shoot & Copy[5] は、スマートフォンのカメラで撮影したデジタルサイネージ上の領域を判定し、その領域にあるコンテンツをスマートフォン上にコピーするシステムである。撮影領域の判定は、撮影画像とデジタルサイネージ上の各領域の画像類似度に基づいて行われる。原理上、この方式はデジタルサイネージが複数あっても機能する。

Touch Projector[6] は、スマートフォンのビデオカメラで撮影したデジタルサイネージ上のオブジェクトを、スマートフォン上でポインティングする仕組みを実現している。複数あるデジタルサイネージの中から任意の 1 つをユーザが撮影すると、デジタルサイネージ上のオブジェクトの配置が画像処理によって認識され、どのデジタルサイネージが撮影されているか判定される仕組みになっている。

### 2.2 中距離から指定する事例

連携対象のデジタルサイネージに、中距離（遠くても 3

メートル程度）まで近付いて指定する方式について述べる。

[7] は、デジタルサイネージの前に設置したカメラでスマートフォンのフラッシュライトを検出することで、ユーザがデジタルサイネージ上のどの位置にスマートフォンをかざしているか判定する方式である。デジタルサイネージが複数ある場合でも、それぞれの前にカメラを設置することで、ユーザがどのデジタルサイネージにスマートフォンをかざしているか判定することが原理的には可能である。

[8] は、スマートフォンを用いて、デジタルサイネージ上のポインタを操作してコンテンツを選択し、スマートフォンにダウンロードできるシステムである。デジタルサイネージ側に深度センサが設置されており、その前でユーザがスマートフォンを振るジェスチャを行うと、当該デジタルサイネージとスマートフォンが通信可能になる。

### 2.3 遠距離から指定する事例

連携対象のデジタルサイネージに、遠距離（遠くても 5メートル程度）まで近付いて指定する方式について述べる。

[9] は、Bluetooth を ON にした状態のスマートフォンを、デジタルサイネージ側に設置した Bluetooth スキャナで検知する方式である。一般的なスマートフォンの Bluetooth 通信可能距離は数～10 メートルほどであるため、各デジタルサイネージが十分に離れて設置されている状況であれば、複数のデジタルサイネージの中から任意の 1 つを連携対象として選択できる。

[3] は災害時向けにデザインされた複数人同時利用型のデジタルサイネージである。ユーザ達はスマートフォンを用いて、デジタルサイネージ上の各自のポインタを操作することで、各自が任意のコンテンツを選択し、スマートフォンにダウンロードできる。複数デジタルサイネージが同一エリアに複数設置されることを前提としてシステム設計されており、各スマートフォンは、搭載している GPS センサで計測した位置情報に基づいて、最寄りのデジタルサイネージに自動接続される仕組みになっている。ユーザからほぼ等距離の位置に複数のデジタルサイネージがある場合は、それらをリスト式の見出しとしてユーザに提示する。

### 3. 研究課題

#### 3.1 問題の定義

1章で述べたように、複数のデジタルサイネージを隣接して設置するシーンが増えている。また、デジタルサイネージとスマートフォンを連携させる傾向が高まりつつある。このように、複数のデジタルサイネージが隣接している状況において、デジタルサイネージとスマートフォンを連携させる場合、ユーザーは最初に対象のデジタルサイネージを1つ指定する必要がある。しかし、従来方式では、以下の理由により、ユーザーがこれを行うことが難しい。

2.1節の近距離（～1メートル程度）から指定する方法 [4][5][6] は、デジタルサイネージの位置によっては実施が困難である。例えば、デジタルサイネージが遠くにある場合はユーザーはわざわざそこまで行かないと行けないし、天井付近に設置されている場合はそもそも近距離に行くことが不可能である。加えて、デジタルサイネージを近距離から撮影する方法 [5][6] については、多くの商業施設が施設内における撮影を禁止しているという問題もある。

2.2節の中距離（～3メートル程度）から指定する方法 [7][8] は、多くの人で混雑する環境においては実施が困難である。例えば、[7] は、デジタルサイネージ側のカメラでスマートフォンのフラッシュライトを検知する方法であるが、原理上、カメラとフラッシュライトの間に人や物が存在する状況では上手く動作しない。[8] は、デジタルサイネージ側の深度センサでユーザーのジェスチャを認識する方法であるが、これも同様に、深度センサとユーザーの間に他の人や物が存在する状況では利用できない。また、[7][8] に共通する問題であるが、複数のデジタルサイネージのカメラ／深度センサがユーザーのフラッシュライト／ジェスチャを同時に検出してしまった場合、どのデジタルサイネージを連携対象とすべきか一意に決定することは難しい。

2.3節の遠距離（～5メートル程度）から指定する方法 [9][3] は、ユーザーから最も近いデジタルサイネージが特定できないことがある。例えば、[9] はデジタルサイネージ側の Bluetooth スキャナでユーザーのスマートフォンを検知する方法であるが、Bluetooth の電波強度に基づく測距には一定の誤差が含まれる。[3] はスマートフォンの GPS センサで計測した位置情報を元に最寄りのデジタルサイネージを特定する方法であるが、屋内における位置情報の誤差は無視できないほどに大きい。このため、ユーザーからほぼ等距離の位置に複数のデジタルサイネージがある場合、これらの方法ではユーザーの最近傍のデジタルサイネージを正確に特定できない可能性がある。こういった状況を想定し、[3] では、図4のように候補のデジタルサイネージを選択肢として提示し、ユーザーに決定を求める機能を提供している。しかし、この場合は、ユーザーは照合作業、すなわち、

連携対象としたいデジタルサイネージの識別情報（筐体に記載されている ID など）を確認・記憶し、スマートフォンに視線を戻して、該当する選択肢を選ぶ作業を行わなければならない。

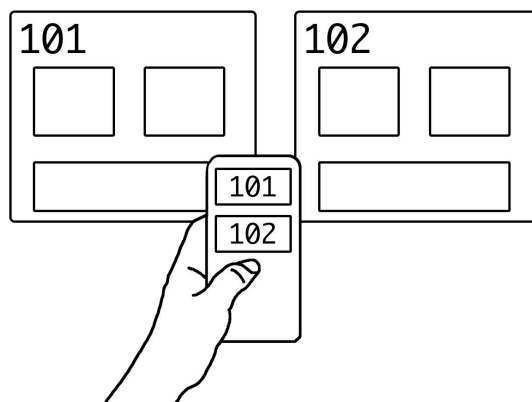


図4 リスト方式（従来方式）

上述のとおり、既存技術を用いてスマートフォンと連携させるデジタルサイネージを指定するためには、(1) デジタルサイネージに近寄らないといけない、(2) デジタルサイネージと自分の間に人や物が存在してはいけない、(3) デジタルサイネージの識別情報を照合しないといけない、といった問題がある。

#### 3.2 研究課題の設定

3.1節の問題に鑑みて、同一拠点に複数のデジタルサイネージが存在する状況において、スマートフォンと連携させるデジタルサイネージを指定する際に、下記の3つの要件を満たす方式の確立を研究課題として設定する。

**要件1：近寄らなくて済む：**デジタルサイネージのすぐそばまで行かなくても、デジタルサイネージの画面内容が視認できる距離<sup>\*1</sup>であれば、任意のデジタルサイネージを指定できるようにする。

**要件2：間に人・物が存在しても良い：**デジタルサイネージと自分の間に他の人や物が存在しても、それらが完全に視界を遮っておらず、デジタルサイネージの画面内容が視認できる状況であれば、任意のデジタルサイネージを指定できるようにする。

**要件3：識別情報を照合しなくて済む：**デジタルサイネージとスマートフォンの間で視線を行き来させて識別情報を照合しなくても、任意のデジタルサイネージを指定できるようにする。

<sup>\*1</sup> 一般的な70インチ程度のデジタルサイネージであれば、5メートル程度を想定している

## 4. 提案方式

3.2節の研究課題を満たすアプローチとして、アイコンの動きを真似るデジタルサイネージ選択方式を提案する。これは、図5のように、デジタルサイネージ上に、各デジタルサイネージに固有の動きを繰り返すアイコン（図中の黒丸）をアニメーション表示しておき、ユーザはスマートフォンを把持してアイコンの動作と同じタイミングで同じ動きのジェスチャを行うことで、対応するデジタルサイネージを選択できる方式である。アイコンの動きは「右→下」や「下→左」といったシンプルなものであり、各デジタルサイネージに固有な識別情報として機能する。この方式であれば、ユーザはデジタルサイネージ上のアイコンを見ながら手を動かすだけで済む。アイコンの動作が見えればよいので、デジタルサイネージに近寄る必要は無いし、デジタルサイネージと自分の間に人・物が存在してもよく、要件1・2を満たしている。また、デジタルサイネージを見たままの状態アイコンの動きを真似するだけなので、デジタルサイネージとスマートフォンの間で視線を行き来させて識別情報を照合する必要が無く、要件3を満たしている。

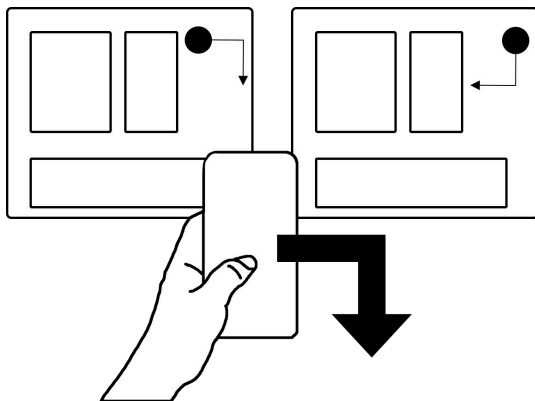


図5 提案方式

図6にアイコンの動作パターン例を示す。この例では、アイコンは正方形の隣接する2辺を移動する。2辺の選び方と移動方向の組み合わせは図のとおり8通りであるため、動作パターンの違いにより8台のデジタルサイネージの識別情報として機能する。

さらに、アイコンが動くタイミングをずらすことで、同一の動作パターンであっても異なるデジタルサイネージの識別情報として機能する。例えば、図6 Pattern Aの動作をするアイコンを表示するデジタルサイネージが4台(A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>)あるとき、図7のようにアイコンの動作時間帯を各デジタルサイネージ間でずらすことを考える。こうすることで、ユーザがアイコン動作と同じタイミングでジェスチャを行ったときに選択されるデジタルサイネージはA<sub>1</sub>~A<sub>4</sub>のどれか1台に特定できる。

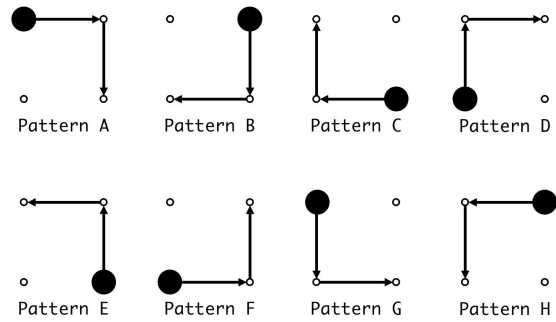


図6 アイコンの動作パターン例

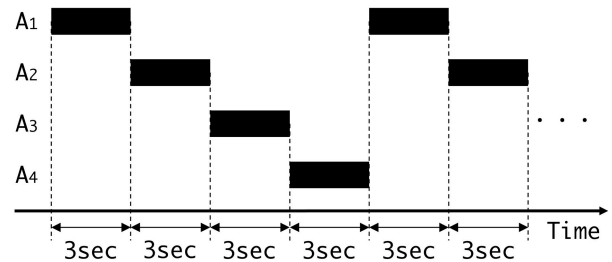


図7 アイコン動作時間帯の例

本節で示した例では、アイコンの動作パターンは8通り(図6)、動作時間帯をずらして同じパターンを表示するデジタルサイネージが4台ずつ(図7)実現できるので、計32台の異なるデジタルサイネージを識別できることになる。アイコンの動作パターン、または、動作時間帯をずらして同じパターンを表示するデジタルサイネージを増やすことで、より多くの台数を識別することも可能である。

## 5. 実装

### 5.1 全体構成

図8にシステムアーキテクチャを示す。システムは、サーバ、デジタルサイネージ、スマートフォンからなる。

サーバは、各デジタルサイネージのURLを格納したURL DB、各デジタルサイネージ上のアイコン動作を集中制御するIcon controller、スマートフォンから受信したジェスチャ(加速度データ)がどのデジタルサイネージ上のアイコンに該当するか判定するGesture matcherからなる。Gesture matcherは該当するデジタルサイネージを特定すると、そのURLをURL DBから取得してスマートフォンに送信する。

デジタルサイネージは、サーバとWebSocketでリアルタイム通信を行い、サーバのIcon controllerから指定された動作パターン、動作時間帯でアイコンを画面上で動作させる。画面上には、アイコンの他にデジタルサイネージ用コンテンツを表示している。スマートフォンからHTTP接続要求を受けると、スマートフォン用コンテンツ(例: デジタルサイネージ用コンテンツを詳細化したもの)をスマートフォンに送信する。

スマートフォンは、ユーザがジェスチャを実行した際に

生じる加速度データをサーバに送信する Gesture sender, デジタルサイネージから受信したスマートフォン用コンテンツを表示する Content viewer からなる。サーバと WebSocket でリアルタイム通信を行い, 加速度データをサーバに送信し, その結果サーバから受信する URL のデジタルサイネージに HTTP アクセスする。

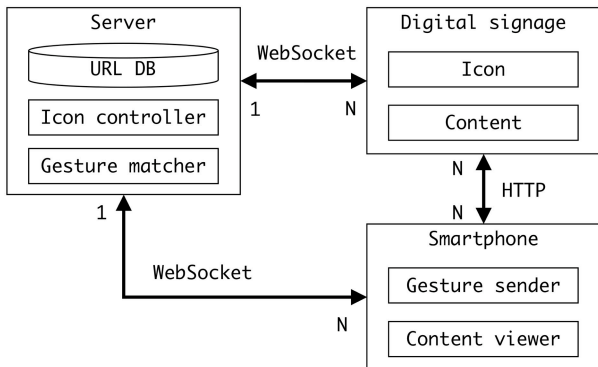


図 8 システムアーキテクチャ

## 5.2 デジタルサイネージ画面

図 9 にデジタルサイネージ画面を示す。上部にアイコン, 下部にデジタルサイネージ用コンテンツを表示している。

アイコン動作の様子を図 10 に示す。同図上段のように, アイコン動作時間帯以外はアイコン (白い丸) は表示されておらず, 動作パターンの軌跡のみが描かれている。軌跡を常に表示しているのは, ユーザが動作パターンを記憶しなくて済むよう配慮したデザインである。アイコン動作時間帯になると, 同図中段のように, アイコンがフェードインしながら現れる。これは, 動作時間帯が始まることをユーザに知らせるためのデザインである。アイコンが完全に表示されると, 同図下段のように軌跡に沿ってアイコンが動き, 軌跡の終端に到着するとアイコンは消える。再度, 動作時間帯になると (図 7 参照), 再び図 10 上段のようにアイコンが現れる。

JavaScript でアプリケーションを実装したため, Web ブラウザさえあれば本画面を実現でき, MacOS, Windows, Linux などの各 OS をデジタルサイネージ端末に用いることができる。

## 5.3 スマートフォン画面

図 11 にスマートフォン画面を示す。最初は, 同図左のように画面上部にホールド領域のみが表示されている。ユーザは, ここを押しながらスマートフォンを持った手でジェスチャを実行し, ジェスチャが完了したらホールド領域から指を離す。すると, ホールド領域が押されていた時間帯に生じた加速度データがサーバに送信され, そのジェスチャに該当するデジタルサイネージからスマートフォン用

コンテンツが送られてきて同図右のような表示に変わる。

本画面, および, 加速度計測・送信機能はすべて JavaScript で実装したため, 専用アプリケーションをインストールする必要は無く, Web ブラウザさえあれば iOS・Android などの各種スマートフォンから本システムが利用できる。

## 5.4 ジェスチャマッチング方法

サーバの Gesture matcher は, 図 6 の各パターンで生じる加速度変化と, スマートフォンの Gesture sender から受信する加速度変化の類似度を Dynamic time warping[10] で算出し, 類似度が閾値以下であればジェスチャが一致したと判定する。なお, 計算量削減のため, 加速度データには量子化, 次元削減などを施している。

## 6. 検証実験

### 6.1 実験の目的

本研究では, 提案方式が 3.2 節の研究課題をどの程度達成できたのか検証する必要がある。また, 典型的な利用シーンを設定し, 提案方式の有用性を総合的に検証することもしたい。ただし, これらの検証を進めるためには, まずは, 外因が少ない条件において, ユーザが意図したとおりにデジタルサイネージを選択できるかどうか (“選択成功率” とする), 基礎的な検証を実施しておく必要がある。

上記をふまえ, 本章では, 選択成功率について基礎的な検証を行うことを, 実験の目的として設定する。

### 6.2 実験の環境・手順

実験システムは, 5 章で述べたとおりに実装した。アイコンの動作パターンは図 6 に示す 8 通りとした。各パターンともアイコンは, フェードインで現れる (図 10 中段) のに 1 秒, 軌跡の最初の直線を移動するのに 1 秒, 角を曲がってもう一方の直線を移動するのに 1 秒要するようにアニメーションさせた。同一パターンでアイコンを動作させるデジタルサイネージは 1 パターンにつき 4 台ずつあるが, 各デジタルサイネージがアイコンを動作させる時間帯は, 図 7 のようにそれぞれ排他になるよう設定した。これにより, 実験システムでは 32 台の異なるデジタルサイネージを選択可能である。しかし, 現実のシーンで 32 台のデジタルサイネージが隣接している状況は想定しにくいので, 被験者が視認できるデジタルサイネージは 8 台とした。この 8 台の中には, アイコンの動作時間帯が同じものが含まれるが, 動作パターンは互いに異なるようにした。

被験者はスマートフォンを使い慣れており, かつ, 本システムの利用が初めての大学生 5 名 (男性, 20 代) である。実験は大学の実験室で行い, 8 台のデジタルサイネージが隣接している状況は, 40 インチディスプレイに 8 つのデジタルサイネージ画面 (Web ブラウザ, 5.3 節参照) を等サイズで 2 行 4 列に並べることで実現した。被験者は

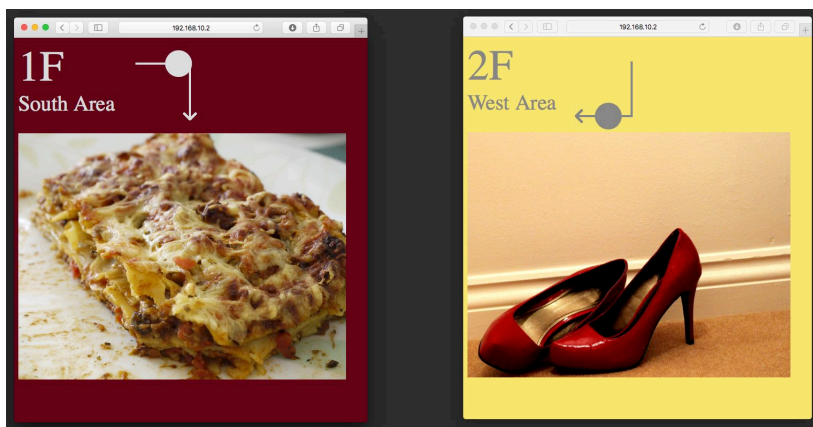


図 9 デジタルサイネージ画面

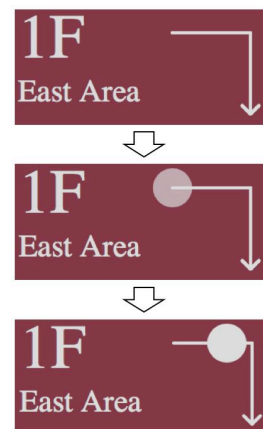


図 10 アイコン動作の様子

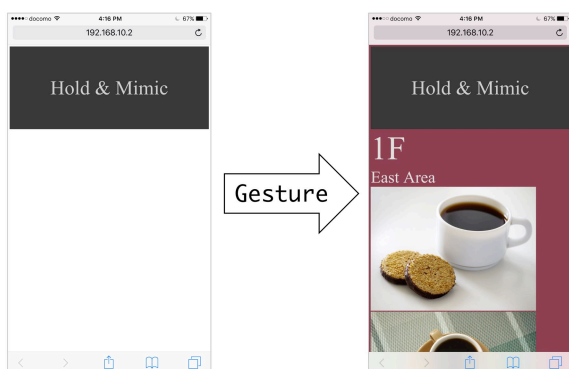


図 11 スマートフォン画面

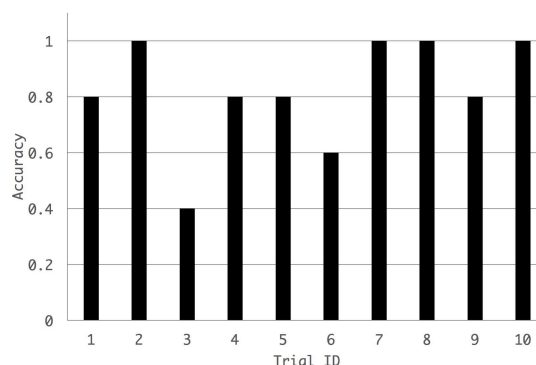


図 12 実験結果

ディスプレイから 1.5 メートル程度離れて立ち、片手（利き手）でスマートフォン（Sony 社 Xperia GX、画面サイズ 4.6 インチ）を把持し、ジェスチャを行った。被験者は最初に本システムの操作方法のレクチャを受け、5 回操作練習を行った。その後、各被験者は 10 回、任意のデジタルサイネージを選択するためのジェスチャを行い、選択成功率を測定した。

### 6.3 結果・考察

図 12 に実験結果を示す。縦軸は全被験者の選択成功率の平均値、横軸は選択するためのジェスチャの試行 ID である。全試行を通した選択成功率の平均値は 82 % であった。選択成功率を試行 ID 別に見ると、試行 ID が 1~5 の平均値は 76 %、試行 ID が 6~10 の平均値は 88 % となり、試行を重ねることで操作に習熟が起きていることが示唆される。

各被験者が失敗したケースを確認すると、ジェスチャと動作パターンは合致していたが、ジェスチャを実行した時間帯と、選択しようとしたデジタルサイネージ上のアイコンの動作時間帯がずれているケースが大半であった。6.2 節で上述のとおり、実験時に被験者が視認できるデジタルサイネージは 8 台であるが、実験システムとしては 32 台のデジタルサイネージを管理している。このため、ジェスチャ

が正しく認識されたとしても、被験者がジェスチャを実施する時間帯によって、接続先となる可能性があるデジタルサイネージは 4 台ずつある。例えば、図 7 において、被験者がデジタルサイネージ  $A_1$  を選択しようとジェスチャを開始したが、ジェスチャが完了したのは  $A_2$  のアイコン動作時間帯に入ってからであったため、被験者の意図と異なる  $A_2$  に接続されてしまったというケースが見受けられた。

この問題を解決するためには、アイコンの動作パターンが同一のデジタルサイネージの、各アイコン動作時間帯の間にマージンを設ける方法が考えられる。例えば、図 7 のような動作時間帯であったものを、図 13 のように変更する。図中の灰色の部分のマージンである。アイコンの動作は変更前と同様に 3 秒間（図中の黒色部分）で終わるが、直後の 1 秒間（図中の灰色部分）はどのデジタルサイネージでもアイコンを表示しない。この 1 秒間に完了したジェスチャは、直前の 3 秒間にアイコンが動作していたデジタルサイネージへの接続要求とみなすことで、今回の実験で多かった失敗ケースを回避できると思われる。

現時点では被験者数が 5 名であるため全体的な傾向を論じるにはデータ不足ではあるが、上記の実験結果、および、改善案をふまえると、多くのユーザで 90 % 程度の選択成功率が実現できる見込みがあると考えている。

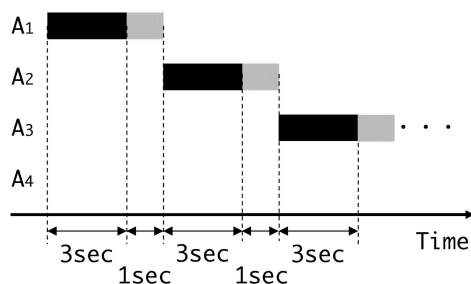


図 13 アイコン動作時間帯の改善例

## 7. おわりに

本研究では、複数のデジタルサイネージが隣接している状況において、スマートフォンと連携させるデジタルサイネージを選択する方法として、アイコンの動きを真似るデジタルサイネージ選択方式を提案した。これは、ユーザがスマートフォンを把持して各デジタルサイネージ上のアイコン動作と同じタイミングで同じ動きのジェスチャを行うことで、対応するデジタルサイネージを選択できる方式である。実装したプロトタイプシステムで行った検証実験では、82%の精度で意図したデジタルサイネージを選択できることが確認できた。

今後は、まず 6.3 節で述べたマージンの導入を行い、90%以上の選択成功率を目指す。また、提案方式が 3.2 節の研究課題をどの程度達成できたのか、それぞれ検証する実験も実施予定である。

さらに議論を深める点として、システムが識別できるデジタルサイネージの上限台数が挙げられる。現時点の実装では 32 台まで識別できるが、これをさらに増やす必要があるのか、デジタルサイネージの運用者などにヒアリングを行って明らかにしたい。仮に識別可能台数を増やす必要がある場合、ジェスチャの種類を増やす案が考えられるが、ジェスチャの複雑性が増してしまうと選択成功率が下がる可能性があるため、慎重に検討を進めていく方針である。

## 参考文献

- [1] デジタルサイネージコンソーシアム: デジタルサイネージ白書 2013 (2013).
- [2] Clinch, S.: Smartphones and Pervasive Public Display, *Pervasive Computing*, Vol.12, No.1, pp.92–95 (2013).
- [3] 宮田章裕, 瀬古俊一, 青木良輔, 橋本遼, 石田達郎, 伊勢崎隆司, 渡辺昌洋, 井原雅行: デジタルサイネージとモバイル端末を連携させた複数人同時閲覧のための情報提示システム, *情報処理学会論文誌*, Vol.56, No.1, pp.106–117 (2015).
- [4] Hardy, R., Rukzio, E., Wagner, M., and Paolucci, M.: Exploring Expressive NFC-Based Mobile Phone Interaction with Large Dynamic Displays, *Proc. NFC'09*, pp.36–41 (2009).
- [5] Boring, S., Altendorfer, M., Broll, G., Hilliges, O., and Butz, A.: Shoot & Copy: Phocam-Based Information Transfer from Public Displays onto Mobile Phones, *Proc. Mobility'07*, pp.24–31 (2007).

- [6] Boring, S., Baur, D., Butz, A., Gustafson, S., and Baudisch, P.: Touch Projector: Mobile Interaction through Video, *Proc. CHI'10*, pp.2287–2296 (2010).
- [7] Shirazi, A. S., Winkler, C., and Albrecht, S.: Flashlight Interaction: A Study on Mobile Phone Interaction Techniques with Large Displays, *Proc. MobileHCI'09*, pp.93:1–93:2 (2009).
- [8] 福島寛之, 山口徳郎, 立澤茂, 野中雅人: 公共ディスプレイと個人スマートフォンを連携させたインタラクティブサイネージの提案, *電子情報通信学会技術研究報告 (MVE)*, Vol.113, No.109, pp.33–38 (2013).
- [9] Davies, N., Friday, A., Newman, P., Rutledge, S., and Storz, O.: Using Bluetooth Device Names to Support Interaction in Smart Environments, *Proc. MobiSys'09*, pp.151–164 (2009).
- [10] Myers, C. S. and Rabiner, L. R.: A Comparative Study of Several Dynamic Time-warping Algorithms for Connected Word Recognition, *The Bell System Technical Journal*, Vol.60, No.7, pp.1389–1409 (1981).