

複数人同時閲覧のためのデジタルサイネージとモバイル端末の連携方式

宮田 章裕^{1,a)} 瀬古 俊一¹ 青木 良輔¹ 橋本 遼¹ 渡辺 昌洋¹ 井原 雅行¹

概要：

デジタルサイネージ上に複数のコンテンツ概要が表示されている状況において、互いにプライバシーを保ちつつ複数人が同時に異なるコンテンツの詳細を閲覧するための端末連携方式を提案する。既存のデジタルサイネージの中には、最初は複数のコンテンツ概要を画面全体に表示しており、ユーザの要求に応じてある1つのコンテンツの詳細を画面全体に表示するものがある。しかし、この方式では1つのコンテンツ詳細が画面を占有してしまうため同時に1人のユーザしか利用できないし、そのユーザが閲覧しているコンテンツ詳細がそばにいる他のユーザに見えてしまいプライバシーが確保できない。提案方式では、ユーザはモバイル端末を用いてデジタルサイネージ上で各自のポインタを操作でき、任意のコンテンツ概要を選択すると対応するコンテンツ詳細が各自のモバイル端末上で閲覧できる。この連携方式により、複数ユーザが同時に任意のコンテンツ詳細を閲覧できる。他のユーザからは各コンテンツ詳細を閲覧している人数のみが把握できるため、互いがどのコンテンツ詳細を閲覧しているのか分かりにくくプライバシーも確保できるし、注目を集めているコンテンツが把握できるという副次的効果もある。

1. はじめに

我々は、デジタルサイネージ上に複数のコンテンツ概要の一覧が表示されている状況において、互いがプライバシーを保ちつつ複数人が同時に異なるコンテンツの詳細を閲覧できる環境の構築を目的としている。

複数のコンテンツ概要一覧を表示するデジタルサイネージの例としては、大型商業施設における店舗名一覧、駅や空港における周囲の観光地名一覧などを表示するものが挙げられる。これらの多くは、ユーザの要求に応じてある1つのコンテンツの詳細を画面全体に表示する方式を採っている（例：一覧から選択した店舗や観光地の詳細が画面全体に表示される）。この方式は、大型商業施設など多様な目的を持つ複数のユーザが集まる環境においては自然な設計である。しかし、1つのコンテンツ詳細が画面を占有してしまうため同時に1人のユーザしか利用できないし、そのユーザが閲覧しているコンテンツ詳細がそばにいる他のユーザに見えてしまいプライバシーが確保できないという問題がある。

これは災害時においても深刻な問題である。公共の場にあるデジタルサイネージは、災害時には発災状況、避難情

報、交通情報などを表示すべきであるとの提言がある [1] が、デジタルサイネージの前に集まったユーザが閲覧したい情報は個々に異なると思われる。来たばかりのユーザは発災状況を確認したいだろうし、帰宅を急ぐユーザは各自の居住地に向かう交通機関の状況を把握したいだろう。この状況において、上記のように同時に1つのコンテンツの詳細しか表示できないデジタルサイネージでは、各ユーザはなかなか目的のコンテンツ詳細を閲覧できず、大勢がその場に長く滞留してしまうことが懸念される。また、プライバシーの観点からの懸念もある。安否情報が提供されていることはデジタルサイネージ上に表示すべきであるが、安否情報の詳細（個人の生存確認結果など）まで表示してしまうことは、個人情報の公共空間への開示という観点から好ましくない。

上記問題に鑑み、本研究では互いにプライバシーを保ちつつ複数人が同時に異なるコンテンツの詳細を閲覧できるデジタルサイネージ環境の構築を目標とする。本稿の貢献するところは下記のとおりである。

- 複数人同時利用可能なデジタルサイネージ環境の構築方法の提示
- 平常時および災害時に多くのユーザが利用できるシステム構成の提示

¹ 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所
NTT Service Evolution Laboratories, NTT Corporation.

^{a)} miyata.akihiro@lab.ntt.co.jp

2. スマートフォンとデジタルサイネージの連携

近い将来、デジタルサイネージはスマートフォンとの連携によりインタラクティブなものになっていくと多くの研究者は予見している [2][3]。ここでは、デジタルサイネージとの連携においてスマートフォンが果たす重要な役割として、リモートコントロールと情報取得について述べる。

2.1 リモートコントロール

スマートフォンでデジタルサイネージをリモートコントロールする試みが行われている。実用レベルのものとしては、スマートフォンから SMS や音声入力を用いてデジタルサイネージに操作信号を送る方式や、スマートフォンのタッチスクリーンを用いてデジタルサイネージ上のカーソルを操作する方式がある。研究レベルのものとしては、タイル上に敷き詰めた NFC (Near-Field-Communication) タグ上に映像を投影するデジタルサイネージがある [4]。NFC タグリーダを搭載したスマートフォンを用いることで、ユーザは映写されたオブジェクトの選択やドラッグアンドドロップ操作ができる。[5] では、スマートフォンのカメラで撮影したりリモートディスプレイ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。ユーザは、手元のスマートフォンからリモートディスプレイ上のオブジェクトを拡大したり、ドラッグアンドドロップ操作したりできる。[6] では、スマートフォンの Bluetooth 通信時のデバイス名をデジタルサイネージのコントロールコマンドに転用するアプローチを採っている。ユーザが各自のスマートフォンのデバイス名を既定コマンドに変更すると、デジタルサイネージ上に地図や Web 検索結果などが表示される。[7] では、光源の位置を検知するカメラを大型ディスプレイに装着するアプローチを提案している。ユーザはフラッシュライトを点灯させたスマートフォンを大型ディスプレイにかざして動かすことで、ディスプレイに対してポインティング操作を行うことができる。

2.2 情報取得

デジタルサイネージ上の情報を手元のスマートフォンに取得する試みも多い。デジタルサイネージ上に表示された QR コードをスマートフォンで撮影してクーポンや Web サイトの URL を取得するサービスは既に一般的になっている。RFID や NFC を用いても同様のサービスは実現できる。研究レベルでは、[8] が Shoot & Copy というコンセプトを提案している。ユーザがスマートフォンのカメラでデジタルサイネージ上の領域を撮影すると、その領域にあるコンテンツが Bluetooth 経由でスマートフォンにコピーされる。[9] では、ユーザがスマートフォンを把持してジェスチャを行うと、デジタルサイネージに表示されているコ

ンテンツがスマートフォンにコピーされるシステムが提案されている。[10] でも共有ディスプレイ上のコンテンツを各自のモバイル端末にコピーできるが、各ユーザのビューが異なるという特徴がある。例えば共有ディスプレイ上に 3D モデルが表示されている場合、各ユーザの端末には異なる角度から見たモデルをコピーすることが可能である。

3. 複数人同時閲覧のためのデジタルサイネージとモバイル端末連携方式の提案

3.1 研究の目標

1 章で述べたとおり、ユーザが複数のコンテンツ概要から任意のものを選択してコンテンツ詳細を閲覧するタスクにおいて、現状のデジタルサイネージは下記の問題を抱えている。

- 同時に 1 人のユーザしか利用できない。
- プライバシーが確保できない。

2 章で紹介したデジタルサイネージとモバイル端末を連携させる既存研究は上記問題の一部を解決するが、いずれも十分ではない。例えば [9][10] は複数人が同時にデジタルサイネージから手元端末にコンテンツを取得する方法を提案しているが、デジタルサイネージ上に複数のコンテンツ概要の一覧が表示されることは考慮していない。

上記問題に鑑み、本研究では互いにプライバシーを保ちつつ複数人が同時に異なるコンテンツの詳細を閲覧できるデジタルサイネージ環境の構築を目指す。その際、平常時だけでなく、災害時にも活用できる設計とする。

3.2 提案方式

我々は、ユーザが各自のモバイル端末を用いてデジタルサイネージ上で各自のポインタを操作でき、任意のコンテンツ概要を選択すると対応するコンテンツ詳細が各自のモバイル端末上で閲覧できる方式を提案する。

図 1 に具体的なイメージを示す。デジタルサイネージには複数のコンテンツ概要の一覧が表示されている。ここでは、画面が 12 個の表示エリアに分割されており、各表示エリアに 1 つずつコンテンツ概要が表示されている例を示している。各ユーザは、スマートフォンなどのモバイル端末をデジタルサイネージに無線通信で接続すると、端末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できる。ポインタでデジタルサイネージ上の任意のコンテンツ概要を選択すると、対応するコンテンツ詳細が無線通信により各ユーザのモバイル端末にダウンロードされる。

ユーザが本システムを利用する際に専用アプリケーション (iOS / Android のネイティブアプリケーションなど) をモバイル端末にインストールしなくても済むように、本システムのクライアント部は標準的な Web ブラウザ上で動作する JavaScript で実装する。専用アプリケーションのインストールを不要とすることは、平常時はもとより、災

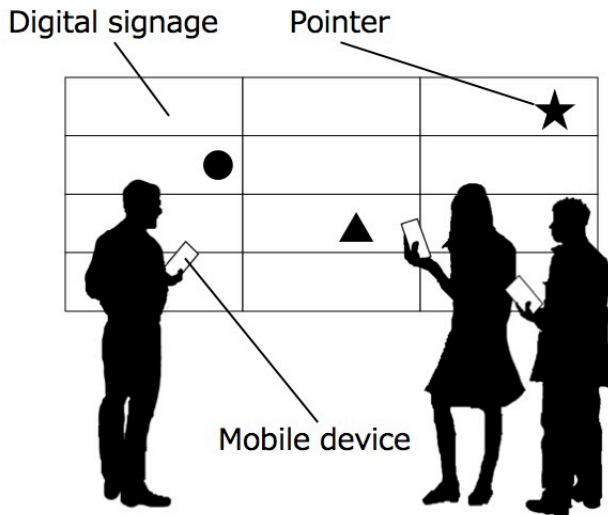


図 1 提案方式

害時には特に重要なことである。大きな災害が起こると、通信基地局の停電や大量トラフィックによる輻輳により、セルラー網が利用不可能になることがある。この状態で、専用アプリケーションをインターネットからダウンロードしてモバイル端末にインストールすることは非現実的である。本システムは災害時にも有効活用されることを目指し、多くのユーザ端末にインストールされている Web ブラウザだけで利用できる実装方式を採る。

4. 実装方法の検討

4.1 通信方式

通信方式には、Wi-Fi (無線 LAN) を用いる。この理由は下記のとおりである。

- 多くのユーザが使い慣れている。
- 多くの端末・機器が標準で対応している。
- ある程度距離が離れても通信可能である。

Bluetooth は Wi-Fi ほど多くのユーザが使い慣れていないと思われるので本システムには利用しない。NFC は十センチまでの距離でしか通信ができず、図 1 のような利用シーンを想定した場合、利用可能人数がデジタルサイネージ付近にいる数名に限られるので本システムには利用しない。

4.2 システム構成

現在検討中のシステム構成を図 2 に示す。システムは、コンテンツデータベース、サーバアプリケーション、サイネージアプリケーション、クライアントアプリケーションからなる。

コンテンツデータベース

コンテンツ概要とコンテンツ詳細を対応付けて格納する。

サーバアプリケーション

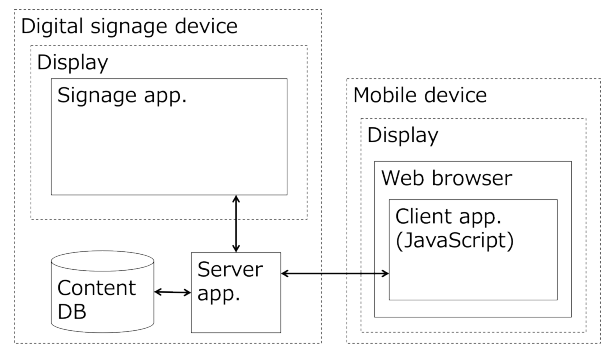


図 2 システム構成

システム全体を制御する。コンテンツデータベースからコンテンツ概要を取得し、サイネージアプリケーション上に表示する。クライアントアプリケーションから接続要求を受けると、新規に専用のポインタを生成してサイネージアプリケーション上に表示し、ポインタの識別情報 (ポインタの色や形状など、ユーザが自分のポインタを識別するための手がかり。4.4 節にて後述) をクライアントアプリケーションに送信する。クライアントアプリケーションから、ポインタ移動要求を受けると対応するポインタをサイネージアプリケーション上で移動させ、コンテンツ詳細取得要求を受けるとコンテンツ詳細をコンテンツデータベースから取得してクライアントアプリケーションに送信する。サイネージアプリケーション

サーバアプリケーションからの要求に応じ、コンテンツ概要やポインタをデジタルサイネージのディスプレイに表示する。

クライアントアプリケーション

JavaScript で実装しており、ユーザが Wi-Fi 経由で LAN 内の既定 URL にアクセスすると、モバイル端末にダウンロードされて Web ブラウザ上で起動する。起動するとサーバアプリケーションに接続要求を行い、上述のポインタ識別情報を取得してモバイル端末の画面上に表示する。ユーザはポインタ移動、コンテンツ詳細取得操作を行うことができ、取得したコンテンツ詳細を閲覧することができる。

4.3 コンテンツ表示方法

コンテンツ概要表示方法を図 3 に示す。デジタルサイネージの画面を複数の表示エリアに分割し、各表示エリアに 1 つずつコンテンツ概要を表示する。表示エリアを格子状に並べることで、ユーザのポインタ操作 (4.5 節にて後述) が上下左右の方向指定のみの簡単なものになるというメリットがある。図 4 のように表示エリアをフリーレイアウトで配置するニーズもあると思われるが、この場合はポインタ操作が複雑になるため本稿では検討しない。

コンテンツ概要は、図 5 のようにユーザがある程度離れ

Content 1	Content 2	Content 3
Content 4	Content 5	Content 6
Content 7	Content 8	Content 9
Content 10	Content 11	Content 12

図 3 コンテンツ概要表示方法 (格子状)

Content 1 ◆	Content 2	Content 3
Content 4	Content 5	★ Content 6 ■
Content 7 ●	Content 8	Content 9
Content 10	Content 11 ▲	Content 12

図 7 ポインタ表示方法

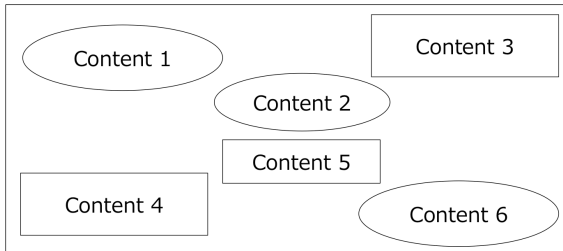


図 4 コンテンツ概要表示方法 (フリーレイアウト)

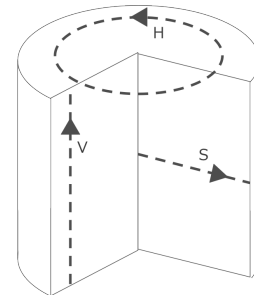


図 8 一般的な HSV 色空間

横濱カフェ

落ち着いた空間と
美味しいコーヒーが自慢

図 5 コンテンツ概要の例

横濱カフェ

■ お飲み物

- ・横濱ブレンド・・・600円
- ・アメリカン・・・500円
- ・エスプレッソ・・・400円
- ・カフェラテ・・・650円
- ・ブルーマウンテン・・・900円

期間限定クーポン
ケーキセット800円

図 6 コンテンツ詳細の例

て見ても内容が分かるような短い文章と写真などによる飲食店広告などを想定している。コンテンツ詳細は、ユーザが手元のモバイル端末でじっくり閲覧するものであり、図 6 のような飲食店のメニューやクーポンなどを想定している。

4.4 ポインタ表示方法

ポインタ表示方法を図 7 に示す。ポインタは互いに異なる形状・色を持つ画像として表示エリアに重畳表示する。形状・色にバリエーションを持たせていても、あまりに多数のポインタを表示してしまうとユーザは自分のポインタを識別するのが困難になると思われるし、コンテンツ概要の大部分が隠れてしまうことになるので、同時に表示するポインタ数 (すなわち、同時に利用可能なユーザ数) は最

大 20~30 程度を想定している。この程度の数量であれば、事前にポインタ画像を準備しておくことは現実的である。ポインタ画像に各ユーザが普段 SNS などで利用しているアイコンを用いる案もあるが、プライバシー確保の観点から本システムでは採用しない。

ポインタの色は手作業で既定しておいても良いし、表示エリアに重畳表示しても一定の識別性を確保できる色を自動決定しても良い。例えば、下記のアルゴリズムを用いれば、コンテンツ概要および他のポインタと色差が大きく識別性が高い m 個のポインタ色を自動決定できる。

Step 1

HSV 色空間 (図 8) における H 値を表す円上において $m+n$ 個のポインタ色候補 $P_i (i = 1, \dots, m+n)$ を H 値が等間隔になるように配置する (図 9)。ここでは簡単のため、S 値と V 値は考慮しない。

Step 2

表示するすべてのコンテンツ概要を一般的な画像分析技術で分析し、出現頻度が高い (すなわち、デジタルサイネージ上で占める面積が大きい) 上位 n 個のコンテンツ色 $C_j (j = 1, \dots, n)$ を抽出して H 値を表す円上にプロットする (図 10)。

Step 3

各 $C_j (j = 1, \dots, n)$ に最も H 値に近い n 個のポインタ色候補 P_i を削除し (図 10 の場合であれば、 C_1 に最も近い P_2, C_2 に最も近い P_4 などが削除される)、残ったポインタ色候補 m 個をポインタ色とする。

なお、図 7 のようなポインタ表示方法を行うと、他のユーザの注目を集めているコンテンツ (図 7 の場合は Content 6) が把握できるという副次的効果もあると思われる。

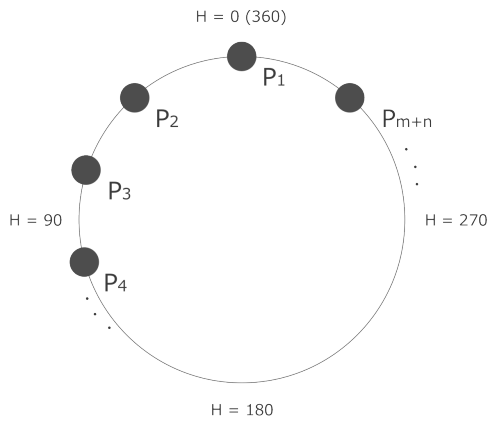


図 9 ポインタ色決定 (Step 1)

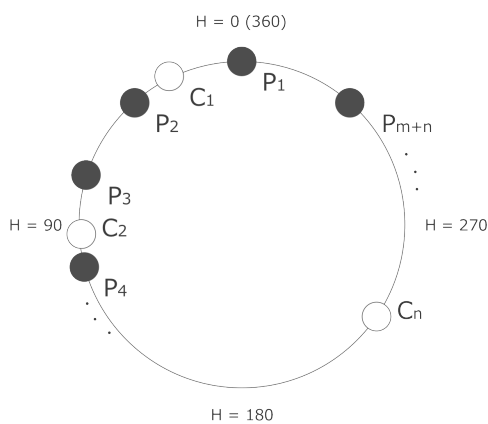


図 10 ポインタ色決定 (Step 2)

4.5 操作インターフェース

提案システムでは、ユーザは(1) デジタルサイネージ上で詳細を閲覧したいコンテンツ概要を探し、(2) モバイル端末を操作してその位置にポインタを移動させ、(3) コンテンツ詳細取得要求を発信し、(4) モバイル端末上でコンテンツ詳細を閲覧する、という作業フローを繰り返す。このフローにおいて、ユーザがデジタルサイネージとモバイル端末の間で視線の移動を極力行わないで済むインターフェースデザインが求められる。

シンプルには、ポインタ移動やコンテンツ詳細取得要求を行うためのボタンを用意する方式が考えられる。しかし、この方式では(4)の開始時だけでなく、(2)の最中と(3)の開始時にも操作に対応するボタンを探すために視線をデジタルサイネージからモバイル端末に移動させなければならず、ユーザの負荷が高い。

そこで、クライアントアプリケーションの操作インターフェースは、画面全体をタッチパッドとする方式を採用(図 11)。画面のどの場所においても、スワイプ操作(図 11 左)でデジタルサイネージ上のポインタの移動方向を入力でき、タップ操作(図 11 右)でポインタがある位置のコンテンツ概要に対応するコンテンツ詳細の取得要求を発信できるようにする。このデザインにより、ユーザがデジタ

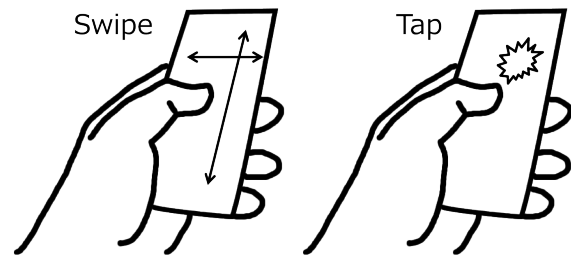


図 11 操作インターフェース

ルサイネージとモバイル端末の間で視線を移動させるのは(4)の開始時だけで済む。

操作画面を目視せずにスワイプ操作でポインタの移動方向を入力することから、方向の分解能は上下左右の4方向とした。これ以上分解能を高める(例えば、上下左右に右上、右下、左下、左上を加えた8方向)と、ユーザが意図しない誤入力が発生して使用感を低減すると判断したためである。表示エリアは格子状に並んでいる(4.3節)ので、4方向のスワイプ入力のみでユーザは大きな不便を感じずにポインタを任意の表示エリアに移動できると思われる。

5. 検証実験の計画

我々は、提案システムを商業施設などの実フィールドに構築して検証実験を行う予定である。検証の概要・観点を下記に示す。

平常時利用の受容性

デジタルサイネージに店舗概要が一覧表示されており、ユーザはモバイル端末で任意の店舗の詳細(メニューやクーポンなど)を閲覧するタスクを行う。ユーザがこのサービスを使いたいと思うか、どのようなコンテンツが閲覧したいかなどを調査する。

災害時利用の受容性

デジタルサイネージに災害情報概要が一覧表示されており、ユーザはモバイル端末で任意の災害情報の詳細(発災状況や安否情報など)を閲覧するタスクを行う。このサービスが発災時に役立つかどうか、どのような災害情報が閲覧したいかなどを調査する。

ポインタの識別性

ユーザが上記タスク実行中に、自分のポインタを見つけやすいか、見失わないかなどを調査する。

同時利用人数

同時に何名のユーザが利用可能か調査する。これにはポインタの識別性だけでなく、デジタルサイネージの画面サイズや設置場所の周囲の環境(広さ、明るさなど)も影響すると思われる。

操作性

スワイプとタップを組み合わせた操作が使いやすいか、より簡易/複雑な操作方法の要望があるかなどを調査する。

6. おわりに

本稿では、デジタルサイネージ上に複数のコンテンツ概要の一覧が表示されている状況において、互いがプライバシーを保ちつつ複数人が同時に異なるコンテンツの詳細を閲覧できる環境の構築方法を提示した。また、平常時および災害時に多くのユーザが利用できるよう、Web ブラウザ上で動作可能な JavaScript を用いたシステム構成を提示した。今後は、5章で述べたように実フィールドにおいて検証実験を行い、提案システムを評価・改善する予定である。

本稿の内容は、総務省の先進的 ICT 国際標準化推進事業「次世代ブラウザ技術を利用した災害時における情報伝達のための端末間情報連携技術」の受託研究の成果である。

参考文献

- [1] デジタルサイネージコンソーシアム：災害・緊急時におけるデジタルサイネージ運用ガイドライン第一版，<http://www.digital-signage.jp> (2013)。
- [2] Clinch, S.: *Smartphones and Pervasive Public Displays*, Pervasive Computing, IEEE, Vol.12, No.1, pp.92–95 (2013).
- [3] Davies, N., Langheinrich, M., Jose, R. and Schmidt, A.: *Open Display Networks: A Communications Medium for the 21st Century*, Computer, Vol.45, No.5, pp.58–64 (2012).
- [4] Hardy, R., Rukzio, E., Wagner, M. and Paolucci, M.: *Exploring Expressive NFC-Based Mobile Phone Interaction with Large Dynamic Displays*, Proc. First Int'l Workshop on Near Field Communication (NFC 09), IEEE CS, pp.36–41, 24-24 (2009).
- [5] Boring, S., Baur, D., Butz, A., Gustafson, S. and Baudisch, P.: *Touch Projector: Mobile Interaction through Video*, Proc. SIGCHI Conf. Human Factors in Computing Systems (CHI 10), ACM, pp.2287-02296 (2010).
- [6] Davies, N., Friday, A., Newman, P., Rutledge, S. and Storz, O.: *Using Bluetooth Device Names to Support Interaction in Smart Environments*, Proc. 7th Int'l Conf. on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys 09), ACM, pp.151–164 (2009).
- [7] Shirazi, A.S., Winkler, C. and Schmidt, A.: *Flashlight Interaction: A Study on Mobile Phone Interaction Techniques with Large Displays*, Proc. 11th Int'l Conf. Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI 09), ACM, Article 93 (2009).
- [8] Boring, S., Altendorfer, M., Broll, G., Hilliges O. and Butz, A.: *Shoot & Copy: Phonedcam-Based Information Transfer from Public Displays onto Mobile Phones*, Proc. 4th Int'l Conf. Mobile Technology, Applications, and Systems and the 1st Int'l Symp. Computer Human Interaction in Mobile Technology (Mobility 07), ACM, pp.24–31 (2007).
- [9] She, J., Crowcroft, J., Fu, H. and Ho, P.H.: *Smart Signage: A Draggable Cyber-Physical Broadcast/Multicast Media System*, Proc. IEEE Int'l Conf. Cyber, Physical and Social Computing (CPSCoM 12), IEEE CS, pp.468–476 (2012).
- [10] Lee, J.Y., Kim M.S., Seo, D.W., Lee, C.W., Kim, J.S. and Lee, S.M.: *Dual Interactions Between Multi-*

Display and Smartphone for Collaborative Design and Sharing, Proc. IEEE Virtual Reality Conf. (VR 11), IEEE, pp.221–222 (2011).