

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科修士論文

# 拡張現実感を用いた広告表示と広告評価

菅野 恭平

修士（工学）

（コンピュータサイエンス専攻）

指導教員 田中 二郎

2016年3月

## 概要

我々が生活している空間にはあらゆる種類の広告があふれている。しかし、それらの広告は実際どれくらいの人に見られ、商品販売にどのような影響を与えているのかを定量的に測定する方法が存在しておらず、表示している広告が広告閲覧者に対して効果的に興味関心を惹きつけるものでない場面が多々みられる。そこで現実世界の広告に対し AR を用い、閲覧者の興味関心に基づいた広告を重畳表示することで効果的且つ、広告効果の測定が可能な広告システムを構築できるものとする。本研究ではヘッドマウントディスプレイ（以下 HMD）を装着することによって仮想の広告を現実世界に重畳表示する広告システムを検討し、実現する。本システムは、AR での広告表示という特性を活かし、ユーザと広告とのインタラクティブな操作を可能とするものである。また、HMD 及び端末から取得した情報をもとに、表示された広告の効果を測定するシステムを提案、実装した。なお、システムの開発に於いて HMD が現在より小型化し、一般的に普及している近未来を想定する。

# 目次

<b>第1章</b>	<b>序論</b>	<b>1</b>
1.1	本研究の背景	1
1.2	本研究の目的	1
1.3	本研究のアプローチ	1
1.4	本論文の構成	1
<b>第2章</b>	<b>既存の広告手法</b>	<b>3</b>
2.1	マスコミ4媒体における広告	3
2.2	現実世界における屋外広告とその効果測定	3
	アメリカでの旧式屋外広告評価指標	3
	日本での旧式屋外広告評価指標	4
	欧米での新屋外広告効果測定指標	5
	日本でのVAI導入	5
2.2.1	インターネット上の広告と広告評価	5
	リスティング広告	5
	行動ターゲティング広告	5
	RTB	6
	Web広告効果測定指標	6
2.2.2	デジタルサイネージの広告効果測定	7
2.2.3	拡張現実による広告表示	7
<b>第3章</b>	<b>HMDを用いた拡張現実感広告表示</b>	<b>9</b>
3.1	HMDを用いた拡張現実感広告の立ち位置	9
3.1.1	想定する未来環境	9
3.2	システムの実装	10
3.2.1	開発環境とシステム構成	10
3.2.2	三次元位置情報の確認	11
3.2.3	ARマーカ付き広告スペースの用意	12
3.2.4	ポリゴンの描画	12
3.2.5	広告画像の取得	13
3.2.6	広告画像の表示	13

<b>第4章</b>	<b>システムによる広告評価</b>	<b>14</b>
4.1	表示広告時のデータ取得	14
4.1.1	閲覧者のID	14
4.1.2	広告表示した媒体のID	14
4.1.3	広告を閲覧した時刻	14
4.1.4	広告を閲覧した継続時間	15
4.1.5	広告に対する操作	15
4.2	広告の効果指標計算	15
4.3	広告媒体の効果指標計算	15
4.4	広告評価の表示	15
<b>第5章</b>	<b>仮想広告に対するインタラクティブな操作</b>	<b>16</b>
5.1	ハンドジェスチャによる広告操作	16
5.2	手の認識	16
5.3	ジェスチャの認識	16
5.4	広告情報を保存・閲覧するシステム	18
<b>第6章</b>	<b>システムの利用シナリオ</b>	<b>20</b>
6.1	ユーザの利用シナリオ	20
6.2	広告媒体主の利用シナリオ	20
6.3	広告主の利用シナリオ	20
6.4	広告代理店の利用シナリオ	21
<b>第7章</b>	<b>関連研究</b>	<b>22</b>
7.1	広告の効率化	22
7.2	拡張現実感による情報の提示	22
7.3	拡張現実感を用いた商業情報を提示するシステム	23
<b>第8章</b>	<b>結論</b>	<b>24</b>
8.1	本研究の成果	24
8.2	今後の展望	24
	謝辞	25
	参考文献	26

# 目次

3.1	利用機器 . . . . .	10
3.2	システム構成 . . . . .	10
3.3	AR マーカ . . . . .	11
3.4	拡張現実感広告スペース . . . . .	12
3.5	矩形ポリゴンの描画 . . . . .	13
3.6	広告画像の取得イメージ . . . . .	13
5.1	肌色ピクセルの抽出 . . . . .	17
5.2	画像の平滑化 . . . . .	17
5.3	輪郭線の抽出 . . . . .	17
5.4	保存した広告の閲覧画面 . . . . .	18
5.5	広告保存システムの流れ . . . . .	19

# 第1章 序論

## 1.1 本研究の背景

近年、インターネット上の広告に注目が集まるにつれて現実世界での広告表示にもインターネットと同様の広告の効率化や広告効果の可視化が求められるようになってきている。現実世界での広告効果の指標としては、欧米でVAI[1]という広告効果指標が用いられているが、日本ではいまだに一定の指標が定められておらず、屋外広告指標調査研究プロジェクトという団体によって研究が行われている段階である。

## 1.2 本研究の目的

本研究は、現実世界における屋外広告でも、ユーザの興味を惹きつけやすい広告表現の実現と、広告主や広告媒体主へ表示された広告がユーザにどれだけ関心を与えたかという情報の提示を実現するシステムを開発することを目的とする。また、HMDが小型化し、広く一般的になった世界における、広告のあり方を模索し、広告の閲覧者のみならず、広告主や広告媒体主、広告制作会社の利用シナリオを考案する。

## 1.3 本研究のアプローチ

先行研究では、我々が生活している空間に存在している広告をより興味をひきやすいものへと置き換えるためのシステムを提案し、実装した [2, 3]。本システムでは、ARによって広告を表示するというシステム上、どの広告スペースにどのような広告を表示したかという情報を収集することが可能である。また、AR広告とユーザとのインタラクティブな情報表示操作を実現することで表示広告がユーザの興味を惹いたか否かを計測することが可能である。以上の点を利用し、本研究では、AR広告表示システムを広告媒体や表示広告の広告効果測定の指標を提供する手法として提案する。

## 1.4 本論文の構成

第2章では、様々な既存広告の手法を紹介するとともに、その効果測定方法を述べる。第3章では、本研究のアプローチである拡張現実感を用いた広告表示の立ち位置と、その実装について述べる。第4章では本システムを用いた広告効果測定手法について述べる。第5章では、表

示広告に対するユーザとのインタラクティブな操作について述べる。第6章では、本システムを用いる様々な立場からのユーザシナリオを提示する。第7章では、関連研究について述べる。第8章では本研究のまとめと今後の課題について述べる。

## 第2章 既存の広告手法

### 2.1 マスコミ4媒体における広告

一般的な広告の出稿先である TV, ラジオ, 新聞, 雑誌における広告について論じる. テレビ, ラジオはそれぞれの番組中に 15~30 秒ほどの CM を表示する広告手法である. 広告効果の算出方は延べ視聴率 (GRP) で求められる. これは, 毎分視聴率 1% の番組に CM を 1 分流すことを表し. 以下の計算により算出される.

$$GRP = \Sigma (\text{出稿した番組の毎分視聴率}) * (\text{番組中に出した CM 数}) \quad (2.1)$$

雑誌, 新聞では, 各媒体の一部に広告を表示する手法である. 広告効果は発行部数であらわされる. 近年, これらの手法における広告効果もユーザ接触量としての広告効果以外にも, ユーザの心理, 行動変容に対する効果を調べるニーズが上昇し, ユーザの購買プロセス (認知, 店頭接触, 購入意向, トライアル, リピート) でのユーザの意識の変化を媒体接触群と非接触群とで比較する試みがなされている [4].

### 2.2 現実世界における屋外広告とその効果測定

実世界の屋外広告については, 清水 [5] の「アメリカの屋外広告事情と日本の広告効果測定」にまとめられている. 現実世界での屋外広告は, ポスターパネルといわれる立て植え看板が主流であり, 新聞, テレビ等のマスコミ四媒体と比べ, オーディエンスへの到達 1000 あたりに必要なコストが低いことが特徴である. しかし, 既存の屋外広告では, 広告を見ているユーザがどのような人物であるのか, 性別は, 年齢はどうかなどのような人口統計的データの取り扱いが困難である点, そして, 掲出期間が通常 6 カ月/12 カ月と長期間であり, 短期広告キャンペーンには向かないという欠点がある. そのような屋外広告の効果測定には古くは広告がどれだけの交通量の道路に面しているかで評価されてきた.

#### アメリカでの旧式屋外広告評価指標

アメリカでは, DEC というその屋外広告を見ることができる場所 (道路) を一日あたり何人が通行したかという指標が用られている. DEC は以下の計算式にて表されている.

$$DEC = 24 \text{ 時間の } trafficcount * trafficcount \text{ factor} \quad (2.2)$$

ここでは、車両の通行量を人数に変換することでトラフィック数とし、照明の有無などをトラフィックカウントファクターとして数値化し掛け合わせたものから求められる。また、そこから、特定の標的市場に露出される広告の全体的な量を表す GRP を算出している。屋外広告での GRP は以下の計算で求められる。

$$\text{一日の GRP} = DEC / \text{市場人口} \quad (2.3)$$

$$\text{一月の GRP} = 30 * \text{一日の GRP} \quad (2.4)$$

GRP は TV 広告でも求められており、ひと月分の屋外広告 GRP が TV で用いられるに近似した値となる。

### 日本での旧式屋外広告評価指標

日本では「屋外広告調査フォーラム」という組織が平成 11 年に発足され、平成 13 年に日本での「DEC」の計算指標を適応する基準を制定している。以下に詳細を示す。

1. 「DEC」データ作成は平 14 年 1 月以降竣工するポスターボード、ビルボード、屋上広告塔、大型映像ビジョンを対象とする。
2. 「DEC」データ作成の基本パターンは国土交通省「道路交センサス」データを利用した「DEC」を必ず利用し、必要に応じてハンドカウントによる実測値を利用した「DEC」等を適宜付加する。
3. 「DEC」算出の基準時間帯は照明有無にかかわらず朝 7 時から夜 7 時までとする。
4. 「DEC」の更新は「道路交通センサスが」の更新される 3 年ごとに更新を行う。また、他のデータを基にした「DEC」が付加されているデータの場合も 3 年以上前のものは用いない。道路交通センサスを DEC に利用する方式は以下の通り。
  - (a) 調査時間は 12 時間測定データのみ利用する。
  - (b) 仕様調査地点は当該広告に最も近い「道路交通センサス」調査地点のデータを採用する。
  - (c) 基本データは、前述した道路交通センサスでは朝 7 時～翌朝 7 時の 24 時間測定データであるが、歩行者、自動車の区別がないなど使用には不向きであり、照明付き屋外広告の参考として用いるにとどめ、平日、休日 12 時間の測定データを基本的に使用する。
  - (d) 通過自動車台数の人換算は「1.00」とする。アメリカでは自動車台数を人換算する際「1.38」が掛けられるが、当時の日本では平均乗車人数の公式データが存在しないため暫定的に「1.00」としている。また、道路交通センサスでは上下線での交通の合計が表示されているため、「0.50」を掛ける。

これらの広告測定指標は歩行者が広告を全く見ていなかったとしても、広告露出として換算され、精度はそこまで高くなく、あくまで参考値として用いられる事が多かった。

## 欧米での 新屋外広告効果測定指標

上述の問題を踏まえイギリスでは VAI という広告指標が導入されている [1]. これは, 屋外広告の効果を交通量のみで求めるのではなく, 広告ごとの属性等に基づくデータによって補強する指標である. 用いるデータは以下の通り.

1. 人々の行動パターン
2. 車と歩行者の交通量
3. 視認率実測
4. 屋外広告等の属性データ

イギリスではこの指標を導入することによって全広告費における屋外広告のシェア率が 1996 年~2006 年の 10 年間で 5.9 %から 9.7 %に上昇している. 今では, 欧米各国, 中国, オーストラリアでも導入されている.

## 日本での VAI 導入

日本でも, VAI の導入は検討されたが, 欧米では広大な国土のためロードサイ型屋外広告や, バス停に付随した広告が主流であり, 日本のように繁華街に大小様々な屋外広告が密集している地点の多い場所には, そのまま VAI を導入することは困難という結果に至った.

### 2.2.1 インターネット上の広告と広告評価

インターネット上の広告では様々な形式の広告が用いられ, 様々な広告効果測定指標が存在している [6]. これについてまとめる.

#### リスティング広告

リスティング広告とは, ユーザが検索エンジンで入力したキーワードに対応する広告を表示するものである. 入力された検索ワードはそのユーザのニーズを表していると考えられるため, 各ユーザの興味関心に合わせた広告を届けることが可能であるという長所がある. しかし広告する商品に応じて関連キーワードを管理しなくてはならず, その管理方法が複雑であるという欠点も存在する.

#### 行動ターゲティング広告

主に Cookie を利用して, ユーザの Web 上での行動履歴を取得し, ユーザがどのようなことに興味を持っているのか分析し, その各人にあった広告を配信する方式.

## RTB

ユーザが広告媒体ページを閲覧した際に、ユーザの属性データを送信し、そこからどの広告がその広告表示枠に表示されるかを入札形式でリアルタイムに処理をする広告表示形式。広告枠の売り手にとっては広告収入を最大化することが可能であり、広告を表示する側は、狙ったターゲットや条件ごとに適切な価格で入札・表示することが可能である。

## Web 広告効果測定指標

Web 上の広告ではさまざまな広告指標を利用することが可能である。屋外広告では、露出における広告効果しか求めることができていなかったが、Web では商品の興味関心に関する広告効果測定も可能である。また、屋外広告は推定値で求められているが、Web 広告ではすべて実測値で表わされる。以下に詳細を示す。

### インプレッション数

広告が表示された回数。ユーザの目にどれだけ広告が表示されたかの指標になる。

### クリック数 (CT)

広告がクリックされた回数。ユーザがどれだけ広告に興味を抱いたかの指標になる。

### クリック率 (CTR)

表示広告がクリックされる確率。表示広告がどれだけユーザの興味を集めやすいかを求めることができる。計算式は以下の通り。

$$CTR = CT / \text{インプレッション数} \quad (2.5)$$

### クリック単価 (CPC)

一クリックあたりの単価。表示広告がユーザの興味を惹くためにかかるコストが分かる。計算式は以下の通り。

$$CPC = \text{出稿単価} / CT \quad (2.6)$$

### コンバージョン数 (CV)

最終成果（商品購入、契約 etc.）への到達数。表示広告がどれだけユーザの行動に影響を与えたかの指標となる。

### コンバージョン率 (CVR)

広告表示あたりのコンバージョン数。その広告がどれだけユーザの行動に影響を与えやすいかの指標となる。計算式は以下の通り。

$$CVR = CV / \text{インプレッション数} \quad (2.7)$$

### 成果単価 (CPA)

成果一回に到達するのにかかる広告コスト。表示広告がユーザの行動に影響を与えるのにかかるコストが分かる。計算式は以下の通り。

$$CPA = \text{出稿単価} / CV \quad (2.8)$$

### ROAS

投資広告の回収率、どれだけ広告によって利益が出たかの指標。算出方式は以下の通り。

$$ROAS = \text{売上} / \text{出稿料} * 100 (\%) \quad (2.9)$$

### ROI

収益ベース費用対効果。広告投資に見合った収益を生んでいるかの指標。算出方式は以下の通り。

$$ROI = (\text{コンバージョン数} * \text{平均利益単価} - \text{コスト}) / \text{コスト} * 100 (\%) \quad (2.10)$$

## 2.2.2 デジタルサイネージの広告効果測定

デジタルサイネージでも広告効果の測定が行われている。新井 [7] の書いた情報学会誌での記事では、デジタルサイネージでの広告効果測定は以下のような形態に分かれる。

#### 媒体到達・広告に関する効果。

ユーザがどれだけ広告に触る機会が増えたか否かを示す。デジタルサイネージにカメラを接続し、ユーザがどれだけ広告を見ているか画像処理によって求めることが多い。

#### ユーザの心理・行動変化に関する効果。

その広告を見ることによって、商品に興味を持ち、その商品を購入したいと思うか否かを示す。デジタルサイネージ上の QR コードや IC カード等で紐づけ、購買行動まで関連付けし、把握することができる。

## 2.2.3 拡張現実による広告表示

近年、現実世界を IT で拡張する、拡張現実感技術の進歩に伴い、拡張現実感で広告を表示する試みがなされている。拡張現実感での広告は現時点で以下の 2 つが行われている。

1. 新聞・雑誌等に AR マーカを表示、専用のアプリケーションを用いることで広告のインタラクティブな操作を可能としユーザの興味をより強く惹きつけることを目的としたもの。
2. スポーツの国際大会中継等で、バックボードに対し国ごとに適した広告を自然に表示する方式 [8]。

前者は、ユーザごとに表示を変えるわけではなく、現時点ではユーザにより興味深い印象を与えるために用いられており、アプリケーションの利用状況等からどれだけのユーザに広告が露出しているのかを計測することが可能である。後者は広義では所属国籍ユーザの特性に合わせた広告表示に当てはめることができ、現時点ではTV中継にのみ用いられている技術であるため、広告効果測定指標もTVのものに準拠する。

## 第3章 HMDを用いた拡張現実感広告表示

### 3.1 HMDを用いた拡張現実感広告の立ち位置

本研究で取り上げる HMD を用いた AR 広告の立ち位置について述べる。本研究で実装する HMD を用いた AR 広告は、ユーザが HMD を通してみた現実世界の屋外広告を認識し、そのユーザにマッチした広告を表示するものである。そのため、本システムは以下の利点を持つ。

#### ユーザに最適化された広告表示

Web 広告と同様、HMD はユーザに紐づけされた端末であるので、そこからユーザ ID を取得することができる。また、ユーザの SNS アカウントや、ユーザの年齢、性別といった属性情報を登録することで、そのユーザがどのようなクラスターに属しているのかを判別することが可能であり、それに合わせた広告提供が可能である。

#### ユーザの広告に対する興味の取得

ユーザの行動から広告効果を取得することができる HMD はユーザの頭部に装着されるものである。そのためユーザの行動が加速センサ等を用いることで取得可能である。それらのデータを用いることで、単純に広告画像のユーザに対する露出のみならず、ユーザが広告に興味を持ったか否かを取得することが可能である。

#### 自然な広告表示

現在用いられている Web 広告はその不自然さからユーザに嫌われがちである [9]。しかし、本研究で用いる HMD による AR 広告表示では、ユーザは普段自然に目にする屋外広告が AR によって置き換えられた世界を見ることになり、Web 広告より自然に広告を呈示することが可能である。

#### 3.1.1 想定する未来環境

本システムでは広告画像の描画にビデオシースルー型の HMD を用いている。そのため、本システムはこのような HMD が一般に普及し、日常的に用いられるようになっている未来の環境での動作を想定している。

## 3.2 システムの実装

### 3.2.1 開発環境とシステム構成

開発言語は Java, 開発環境には Eclipse を用いた。

利用機器を図 3.1 に示す。動作端末は SONY の Android 端末 XPERIA A, Android OS バージョンは 4.1.2 である。利用する HMD は SONY の HMZ-T3 を用いた。なお, HMD とアンドロイド端末は MHL ケーブルでつながっており, これにより Android 端末の画面を HMD 上に表示する。



図 3.1: 利用機器

システム構成を図 3.2 に示す。

実装には 3 つのライブラリを利用した。実世界への対応付けのために ARToolWORKS の ARToolKit for Android を用いた。カメラから得られた画像に仮想広告を重畳表示するために OpenGL を用いた。データ保存には Kii 社の KiiCloud[14] を用いた。



図 3.2: システム構成

### 3.2.2 三次元位置情報の確認

HMD に装着された Android 端末のカメラはユーザの頭の動きに追従している. そのためそのまま仮想広告を表示した場合ユーザの動きに追従して仮想広告も移動してしまう. そこで ARToolKit を用いることで実世界への対応付けを行うことで仮想広告が実世界に存在する AR 広告スペース上に固定されるようにした.

ARToolKit は黒枠で囲まれた矩形 (以下 AR マーカ) 図 3.3 を認識し, カメラを原点とする座標系 (以下, カメラ座標系) における AR マーカの位置・姿勢といった情報を得ることができる. あらかじめ設定を行っておけば AR マーカの矩形の中を書くものには制限がない. カメラ座標系における座標を, AR マーカを原点とした座標系 (以下マーカ座標系) における座標に変換することで 3 次元座標である実世界への対応付けを行う. ARToolKit を用いることで, マーカの中心座標をカメラ座標系における座標に変換する座標変換行列を得ることができる. 式 (3.1) の座標変換行列における  $r_1 \sim r_9$  は回転成分を示しており,  $t_x \sim t_z$  はそれぞれの並進成分を示している. 式 (3.1) を式 (3.2) に簡略化するとカメラ座標系における座標をマーカ座標系に変換する数式は, 式 (3.3) のようになる. これによりカメラ座標系で作成した仮想広告をマーカ座標系に配置することができる.



図 3.3: AR マーカ

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & t_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$$A = T \cdot B \quad (3.2)$$

$$T^{-1} \cdot A = B \quad (3.3)$$

### 3.2.3 AR マーカ付き広告スペースの用意

本研究での広告表示は AR 広告を表示するスペースに AR マーカ付きの広告画像を設置し、その AR マーカを認識することで広告画像を重畳表示する。設置する広告画像は図 3.4 の通り、A4 用紙の下から 3cm、右から 3cm の地点に一辺が 4cm の AR マーカを設置している。

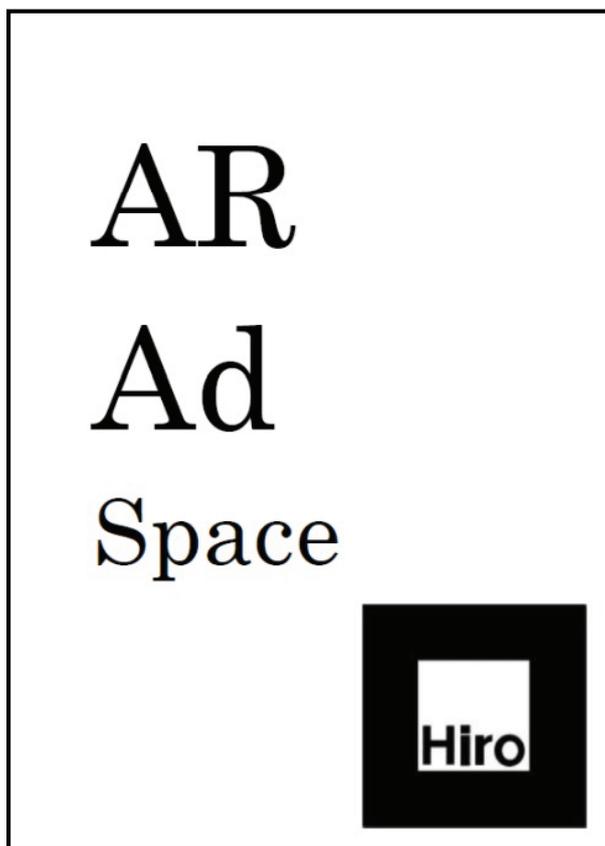


図 3.4: 拡張現実感広告スペース

### 3.2.4 ポリゴンの描画

マーカ座標系に従い広告画像サイズの矩形ポリゴンを図 3.5 のように描画する。描画するポリゴンは、AR マーカの中心を原点とするマーカ座標系に於いて、 $(-195, 285, 0)$ 、 $(15, 285, 0)$ 、 $(15, -15, 0)$ 、 $(-195, -15, 0)$  の四点を頂点とする。

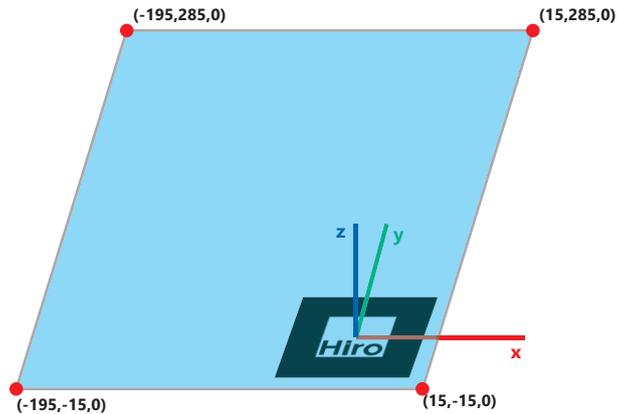


図 3.5: 矩形ポリゴンの描画

### 3.2.5 広告画像の取得

システムにより表示する広告画像はすべてクラウドサーバ上に保存されている。AR マーカを認識した際に広告画像をサーバ上から取得する。広告画像をダウンロードする行為は通信に時間がかかるため、直近 10 個の広告画像はキャッシュに保存し、高速で呼び出すことができるようになっている。

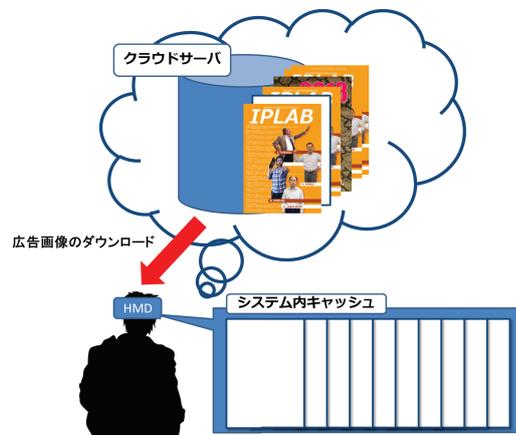


図 3.6: 広告画像の取得イメージ

### 3.2.6 広告画像の表示

クラウドから取得した広告画像を、描画した矩形ポリゴンにテクスチャとしてバインドすることで広告画像を表示する。

## 第4章 システムによる広告評価

### 4.1 表示広告時のデータ取得

ユーザが広告画像を閲覧した際、以下の情報を取得し、保存する。

- 閲覧者の ID
- 広告表示した媒体の ID
- 広告を閲覧した時刻
- 広告を閲覧した継続時間
- 表示広告に対する操作の有無

それぞれの取得方法を以下に示す。

#### 4.1.1 閲覧者の ID

本システムは Android アプリケーションとして開発されている、したがって、ユーザごとにユニークな ID を割り振ることが可能である。データを保存する際は閲覧者の ID も送信する。

#### 4.1.2 広告表示した媒体の ID

広告媒体を評価するため、AR 広告表示時にどの媒体を閲覧したかを認識する必要がある。ARToolkit は複数のマーカを認識することが可能であるため、媒体ごとに設置するマーカを変化させることである程度対応が可能である。しかし、無数に存在する広告媒体をマーカのみで対応することは困難である。そこで、Android SDK の LocationManager クラスより取得した gps の位置情報と組み合わせ、一定区域内でマーカをユニークに割り当てることで表示媒体を識別する。

#### 4.1.3 広告を閲覧した時刻

Android SDK の Time クラスより閲覧開始時の現在時刻を取得する。

#### 4.1.4 広告を閲覧した継続時間

AR マーカを認識したタイミングからフレーム数をカウントし, AR マーカを認識できなくなったタイミングで広告表示終了とし, そのフレーム数から表示継続時間を取得する. 本システムは 30fps で稼働するので, カウントしたフレーム数/30 で継続表示時間の取得することが可能である.

#### 4.1.5 広告に対する操作

本システムで表示している広告は AR によって表示されている仮想広告である. そのため, ユーザはインタラクティブに広告を操作することで更なる情報を得ることが可能である. たとえば, 広告に表示されている商品の詳細を表示したり, 店舗位置を取得したりすることが可能である. ユーザがこれらの操作を行った際にも表示時と同様に情報を取得する.

### 4.2 広告の効果指標計算

広告画像の広告効果はインターネット上の CTR を参考に算出する. インターネット上の広告ではクリックでユーザの興味を取得していたが, 仮想広告では, ユーザの興味をインタラクティブな操作の有無によって取得する. そのため, CTR ではなく Interaction Through Rate (ITR) として求める. 広告表示時, 広告に対する操作時における取得データより広告画像ごとに広告効果を以下の数式で算出する.

$$\text{表示広告の ITR} = \text{該当広告に対する操作数} / \text{該当広告表示回数} \quad (4.1)$$

### 4.3 広告媒体の効果指標計算

広告表示時, 広告に対する操作時における取得データより広告媒体の評価指標を広告の効果指標と同様に以下の数式で算出する.

$$\text{広告媒体の ITR} = \text{該当媒体への操作数} / \text{該当媒体の広告表示回数} \quad (4.2)$$

### 4.4 広告評価の表示

システムによって計算した広告評価指標を表示する. 表示には時系列ごとの効果等を表示するようにし, VAI 等では得られない評価値を得ることができる.

## 第5章 仮想広告に対するインタラクティブな操作

### 5.1 ハンドジェスチャによる広告操作

本システムは、拡張現実感によってユーザに広告画像を示すものである。インタラクティブな操作が可能になることで、ユーザにより豊かな広告体験を提供できるものと考えられる。HMDを装着し、日常生活を行っている状態での広告閲覧を行うことを前提としている本システムでは、特別な装置を用いることなく、インタラクティブな操作が可能になることが望ましい。よって、Android 端末のカメラを用いてユーザの手を認識し、そのジェスチャによってインタラクティブな広告操作を行う方式で実装した。

### 5.2 手の認識

手の認識には、OpenCV を用いた。Android 端末のカメラ画像から HSV 色空間での肌色検出を行う。RGB 値で肌色検出を行った場合、画面全体が明るいとき RGB 値が高くなり、画面全体が暗いとき RGB 値が低くなってしまい目的とする肌色の閾値が大きくなり、誤った領域を検出してしまう。そのため、肌色検出には HSV 色空間を用いる。HSV 色空間とは色の色相 (Hue)、彩度 (Saturation)、明度 (Value) によって表される色空間である。色相、彩度が一定であれば、明度が変化しても認識が可能であるため、画面の明るさに左右されずに認識が可能である。OpenCV を用いカメラ画像を RGB 色空間から HSV 色空間へ変換し、人の肌の色である、色相が  $6^{\circ}$  ~  $42^{\circ}$  の範囲であるピクセルを抽出した (図 5.1)。

また、このままの画像では、ノイズがあり、ジェスチャの検出には不向きであるので、平滑化フィルタをかけノイズを除去する (図 5.2)。

ノイズを除去した画像から、手の領域を求める。これには、輪郭線の抽出を行い、面積が閾値を超えているものを手の領域として検出する (図 5.3)。

### 5.3 ジェスチャの認識

フレームごとに検出された手の位置を記録し、ジェスチャを検出する。今回の実装では、Android 端末での実装であるため、複雑な操作は不向きである。よって、スワイプ操作を認識することとした。システムが手の位置を認識した際、その中央の座標を記録し、一定時間内 (本システムでは 800 ミリ秒としている) の移動距離を測定、上下、左右へのスワイプを検出する。また、画



図 5.1: 肌色ピクセルの抽出



図 5.2: 画像の平滑化



図 5.3: 輪郭線の抽出

面内を移動したのか、手が画面外へ移動し、その後戻ってきたのかを区別するために、一定回数（本システムでは5回とする）以上連続して検出に失敗した場合、記録した位置をリセットする処理を行う。

## 5.4 広告情報を保存・閲覧するシステム

上記ジェスチャ認識を用い、ユーザが気に入った広告画像を保存・閲覧するシステムを作成した。操作方法を以下に示す。ユーザは気に入った広告を閲覧した際に、手を上から下へジェスチャ操作する。下へのジェスチャを認識したシステムは、直前に表示していた広告画像を保存する。ユーザが保存した広告画像を閲覧したくなった時は、手を下から上へジェスチャ操作を行う。上へのジェスチャ操作を認識したシステムは、保存広告表示モードへ移行（図 5.4）、保存した広告を閲覧することができる。

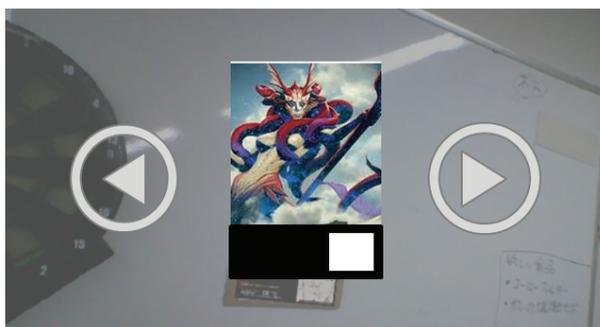


図 5.4: 保存した広告の閲覧画面

また、保存広告表示モードでは、複数の広告を保存できる。保存した広告画像の切り替えを左右のジェスチャ、保存した広告の破棄を上へのジェスチャで行う。保存広告表示モードの解除は上から下にジェスチャをすることで可能である。広告保存システムの流れを（図 5.5）に示す。

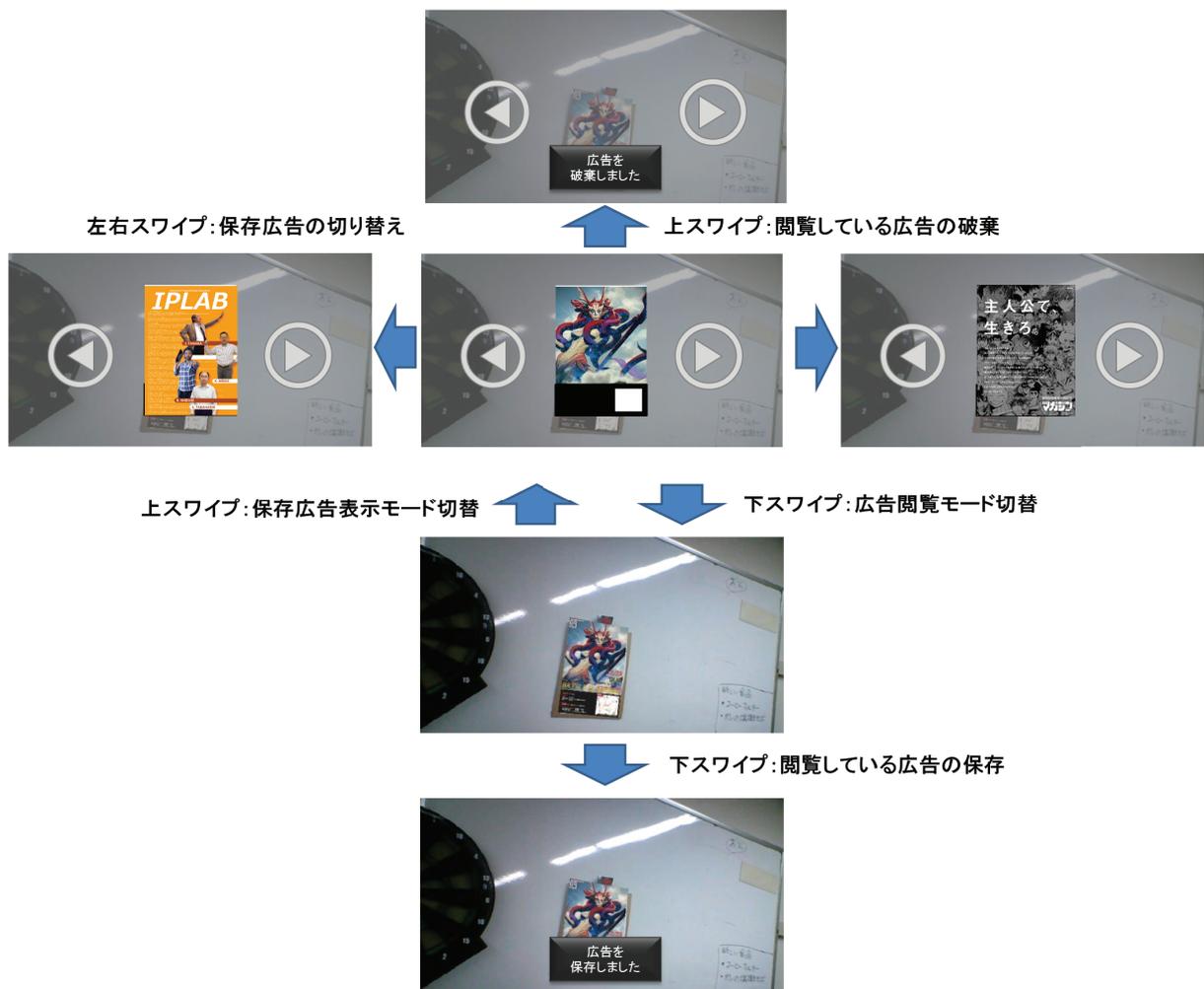


図 5.5: 広告保存システムの流れ

## 第6章 システムの利用シナリオ

### 6.1 ユーザの利用シナリオ

A は読書が趣味な女性である。ある日、彼女が街を歩いていると彼女が愛読している小説の作者が書いた新刊情報の広告が目にとまった。これは本システムが A の行動から彼女の興味関心が読書に傾いていることを把握し、最近読んでいる小説のタイトルから作者名を割り出した結果、仮想広告として置き換えられたものである。その小説に興味を持った彼女はどんな内容なのか気になったため、仮想広告を操作、試し読みのデータを取得し帰りの電車の中で読むことにした。試し読みをし、その本を気に入った彼女は本の購入を決め、発売日に書店へと足を運ぶのであった。

### 6.2 広告媒体主の利用シナリオ

B は街頭広告の媒体を所有している人物である。最近広告主が決まらない媒体が目立ってきたため本システムに加入、安定した広告収入を得ようと考えた。本システムに加入するにあたり必要な準備は広告位置情報を本システムに到達、加入申請をし、広告媒体を識別できるユニークなマーカを取得、掲示するだけである。

本システムによって自らの所有している広告媒体に対し仮想広告が表示された場合、1 回につき 5 円の収入が入るようになった。人通りの多い街頭に設置されている広告は 1 日に 50000 人ほどの目にとまるため 1 日 25 万円、一月で 750 万円の収入となった。人の目に触れる機会が少ないため買い手がつかなかった広告媒体も 1 日 200 人ほどの目には触れるため一月では 3 万円の利益になった。

### 6.3 広告主の利用シナリオ

C 社は若者向けの衣服を販売する店舗を営んでいる。広告の効率化を目指し最適化広告を利用したいと考えている。しかし、インターネットの広告では EC が主流であるため、実店舗への来客を見込むことが難しい。

本システムによって、位置情報を用い実店舗周囲 1 にいる 10 代後半の男女に対し広告表示を行うため効率的に広告活動を行うことができる。また、会話でファッションの話題等をよくしているグループに対して広告を表示するようにしているため、広告を閲覧したユーザが高確率で店舗へ足を運び、商品購入に至るようになった。

## 6.4 広告代理店の利用シナリオ

広告製作会社である D 社は自動車会社である E 社の新製品のプロモーションを任されることとなった。新製品のコンセプトは若者向けのスポーツカー。スタイリッシュなフォルムで自動車離れしている若者を呼び戻そうという考えのようだ。D 社は若者向けのプロモーションの一環として本システムを用いた AR 広告を行うこととする。

本システムでは、ユーザの属性データ、ユーザが注目した広告、利用した仮想広告操作情報等を記録しておくことが可能である。よって、そのデータから今回のターゲットとなる 20 代後半の男性がどのような広告に対して興味を持ち、どのような情報に対して広告閲覧意欲をかき立てられるのかを読み取り、より効率的で効果的な広告制作を行うことが可能となった。

## 第7章 関連研究

### 7.1 広告の効率化

広告の効率化を目指したものの一例として広告にディスプレイを用いたデジタルサイネージというものが存在する。

井上ら [10] による GAS では、デジタルサイネージの周囲にいる人物がどのような関係性であるかを人物間の距離を測ることで判定し、その関係性に対し効果的な広告を表示するシステムを提案している。

南竹ら [11] による SignageTracer および SignageGazer ではデジタルサイネージの付近を通る人物の歩行軌跡や顔の向きから広告への注目度を測定し、あまり注目されていない広告を差し替えることで広告の効率化を目指すシステムを提案している。

これらデジタルサイネージを用いた屋外広告の効率化システムは確かに既存の街頭広告に比べ効率化ができていられると思われる。しかし、その規模が街頭広告等の一度に大勢の集団や人物が見るような広告になった場合、既存の屋外広告と同様に広告効率化の取りこぼしが起こるものと考えられる。本研究で提案したシステムでは理論上複数のグループが同一の広告スペースを見ていようともそれぞれに適した広告を表示できる点で異なる。

### 7.2 拡張現実感による情報の提示

AR を用いユーザに様々な情報を提示する研究が行われている。

その中でも屋外にいるユーザに対して情報を提供するものとして、竹内らによる ClayVision[13] が挙げられる。これはカメラ付き端末をかざして撮影した街並に存在する建物等の形状を変更することでユーザに情報を提供するシステムである。この研究では、提供する情報は店舗がどのようなものを販売しているのか、目的の建物がどの建物か等をユーザに示すが、広告を表示した結果どのような広告効果があったのか、どれほどのユーザによってその商業的な情報が閲覧されているか等に関する言及がない。本研究では既存の研究と異なり、表示した広告が利用者にどのような影響を与えたか、表示媒体がユーザたちにどれほどの頻度で視界に入っているか等のデータを用い、広告効果指標を呈示している。

### 7.3 拡張現実感を用いた商業情報を提示するシステム

また, AR を用いて商業的な情報を提供するシステムとして, 内山ら [12] の市街地構造物への拡張現実型画像情報提示手法が挙げられる. この研究は, 市街地の建築物の壁面に AR で広告表示をするものである. これは壁面の算出や遮蔽の再現など高度な処理を行っているが, それゆえに大掛かりな装置が必要である. 本研究は携行可能な Android 端末および HMD で行っている点で異なる.

## 第8章 結論

### 8.1 本研究の成果

本研究では現代における様々な広告手法について論じ, 屋外広告の抱える問題点を挙げた. それらの問題を解決するために, HMD が広く普及し, 一般的となった近未来において, 「ユーザに効果的な広告を提供する」, 「広告効果を測定できる」新たな広告手法として拡張現実感を用いた広告表示の手法を提案した. そして, そのプロトタイプとして, AR マーカを配置した広告スペースを閲覧した際に, 広告画像を拡張現実感によってユーザに提示するシステムを実装した.

本システムでは拡張現実感という特性を生かしたユーザとのインタラクティブな操作の一例となるシステムを作成, 広告効果の測定システムを作成し, 近未来における広告のあり方の一例を示した.

### 8.2 今後の展望

今後の展望として, ユーザの行動を取得し, 本システムによって実際に閲覧した広告がユーザの購買行動にどのような影響を与えたのかを取得するシステム等が考えられる.

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり, 指導教員である田中二郎先生をはじめ, 高橋伸先生および志築文太郎先生にはゼミを通して, 丁寧なご指導とご助言を頂きました. 心より感謝申し上げます. また, インタラクティブ・プログラミング研究室の皆様には, 実験への協力や研究に対するアドバイスを頂き大変お世話になりました. この場を借りてご協力を頂いた関係者の皆様に深く感謝の意を申し上げます.

## 参考文献

- [1] 木村有宏. 読売 AD リポート OJO “広告効果指標の今：広告視認者数を推定し屋外広告の共通指標に”, June 2012. <http://adv.yomiuri.co.jp/ojo/tokusyuu/20120605/201206toku4.html>
- [2] 菅野恭平, 田中二郎. AR を用いた集団最適化広告表示. 情報処理学会第 76 回大会講演論文集. pp. 4-191 - 4-192, 2013.
- [3] 菅野恭平, 田中二郎. AR 広告表示と広告効果. 情報科学技術フォーラム講演論文集. pp 479 - 480, 2014
- [4] 鈴木暁, 川原達也. 広告キャンペーンの到達と効果測定-テレビとインターネットを中心に-. 研究広報誌「AD・STUDIES」, Vol45, pp. 28 - 33, 2013.
- [5] 清水 公一. アメリカの屋外広告事業と日本の効果測定指標. 国際文化研究所紀要, pp. 53-72, 2002.
- [6] ikall インターネット広告の種類. <http://www.internet-koukoku.co.jp/index.php/vARiety.html>
- [7] 新井 啓之. デジタルサイネージの広告効果測定技術 (学生/教養のページ). 電子情報通信学会誌, 一般社団法人電子情報通信学会, pp. 576 578, 2010.
- [8] みんな気になる WBC 中継のバックネット広告は「ヴァーチャル広告」 2009/03/21 10:00. <http://mARkezine.jp/ARticle/detail/6906>
- [9] Nielsen Norman group. The Most Hated Advertising Techniques. <http://www.nngroup.com/ARticles/most-hated-advertising-techniques/>
- [10] 井上智雄, 瓶子和幸. グループに適應する公共空間向け広告システム GAS. 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.6, pp.1962-1971, 2008.
- [11] 南竹俊介, 高橋伸, 田中二郎. 顔向き情報と移動軌跡を利用したデジタルサイネージの効果測定ツール. 情報処理学会第 72 回大会講演論文集, pp. 3-323 - 3-324, 2010.
- [12] 内山寛之, 出口大輔, 井出一郎, 村瀬洋, 川西隆仁, 柏野邦夫. 市街地構造物への拡張現実型画像情報提示手法 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, pp. 141-146, 2012.

[13] Takeuchi, Yuichiro and Perlin, Ken. ClayVision: The (Elastic) Image of the City. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI ' 12, pp. 2411-2420, 2012.

[14] Kii cloud <http://jp-cloud.kii.com/>