

情報密集地域における情報識別性の 向上を目指した提示手法の検討

藤田 一秀^{1,a)} 山本 真也^{2,†1} 篠木 良² 松下 光範¹

概要：

本研究の目的は、視覚情報が過剰に存在する環境下において、不要な情報を低減させることで識別性の向上を目指した情報提示手法の実現である。都市の発展に伴い、広告や看板といった視覚情報が環境中に多く存在するようになってきている。これらの視覚情報はその都市空間における人々の活動や判断に資する反面、繁華街などの情報密集地においては情報過多によって人々の認知負荷を増大させ、特定の情報を探索する際にはその行為を阻害してしまう。このような問題を解決するため、求めている看板や建造物以外の情報を目立たなくすることによって求めている情報の識別性を向上させ、知覚しやすくする手法を提案する。本稿では、不必要な情報を目立たなくする一連の情報提示手法を“減算型の情報提示”、情報を重畳することで必要な情報を目立たせる一連の手法を“加算型の情報提示”と位置づけ、これらの手法の効果について比較するとともに、減算型の情報提示の可能性と問題点について検討する。

キーワード：拡張現実感、都市空間、情報識別性

1. はじめに

現在、都市では看板や標識といった多種多様な情報が溢れている。人々はこのような都市空間の中から必要な情報を適宜取捨選択している。しかし、都市空間は建造物や看板などの空間的な複雑さと多種多様な情報で構成されており、情報の過多に陥っている。そのため、人々の認知負荷が増大し、情報の重複による混乱が起き、誤判断や探索時間の増加が生じる。必要とする情報が既知のもので、馴染みのない情報が密集している環境でそれを探索するのは容易ではない。また探索する情報があまり得たことのないものや目立たないものだと探索時間が増加するだけでなく、大量に存在する他の情報に紛れて、見落とす可能性がある。

情報を提供する手段として用いられる看板は人口や建造物が密集している都市部や繁華街で特に多く存在する。都市部などに行った際、様々な種類の店舗が多数存在し魅力的ではあるが、その分、看板も多く存在し、人が求めている

る条件に合う店を探すことは容易ではない。田邊らは、飲食店を利用する際にどのような情報を得ようとしているのか、また利用者にとって入りやすいと感じる飲食店の外観デザインはどのようなものであるかについて調査している [3]。その結果、「どのような店が分かる」、「看板がある」という項目が共通して挙げられることを明らかにした。看板や外観はその店がどのようなサービスをしているのかに関する情報を得る上で重要な役割を果たしており、求める情報を瞬時に得られないからといって物理的に減らすことは有用ではない。看板は人にとってどの店舗に入るかを判断する上で、重要な手がかりである。

そこで近年、拡張現実感技術 (以下 AR とする) を用いて情報を拡張することで生じる影響についての研究が行われている。鈴木らは AR を用いた店舗情報 (サイン) が店舗に与えるイメージについて調査している [9]。何も処理を行っていない画像、AR でサインを拡張した画像、看板の文字などのサインを除去した画像の 3 種類を提示し、「入りやすさ」、「魅力度」、「街路の印象」について定量分析を行った。結果、看板の文字などを除去した画像が他の 2 つの画像と比較して、どの評価項目においても有意な差があり、劣っていることが分かった。このことから看板の与える効果が強いことが実証された。一方、何も処理を行っていない画像とサインを拡張した画像では、有意な差が見ら

¹ 関西大学総合情報学部

Faculty of Informatics, Kansai University

² 関西大学大学院総合情報学研究所

Graduate School of Informatic, Kansai University

^{†1} 現在, TIS 株式会社

Presently with TIS Inc.

a) k477249@kansai-u.ac.jp

れなかった．このことから AR で拡張した画像は，人に情報の識別性を向上させる影響を与えることを目的としているのにも関わらず，情報の取捨選択を行う際に，うまく活用されていない．

多くの情報の中から，必要とする情報だけをより速くかつ必要な量だけ得られるようにすることが情報化社会の中で必要不可欠である．例えば，繁華街で 3000 円以下で中華料理を食べたいと考えている時，料理が 3000 円以上の店舗の情報は必要な情報を得る際の妨げになっている．妨げになりうる情報を排除出来れば，人が必要とする情報だけを得ることができるため，情報の選択が容易になる．情報を追加するのではなく，都市空間にある既存の情報を減らすことができれば，この問題を解決できると考えた．

本研究では AR を用いて，ユーザの妨げになっている不必要な情報を削減し，情報の識別を向上させることで，情報の取捨選択を支援する情報提示手法を提案する．

2. 関連研究

本章では AR を用いたナビゲーションシステムに関する研究と画像処理技術の観点から本システムの実現可能性を述べる．

2.1 AR を用いたナビゲーションシステムに関する研究

本研究で提案する情報の提示手法は，現実世界にデジタル情報を重畳し，利用者の活動を支援する AR 型のユーザインタフェース技術である．情報を重畳する技術は位置情報を使用する手法，マーカを使用する手法，平面を自動認識するマーカレス手法の 3 つの手法に大別される [12]．近年，この技術を用いたナビゲーションシステムの研究が行われている．従来，道を探す際には，紙媒体の地図を用いることが多かった．しかし，地図の電子化や GPS により位置情報を得ることが容易になったことでリアルタイムに現在地が分かるようになり，実世界の情報と手元の情報を照らし合わせる過程がなくなった．そのことからデバイスを通して実世界に案内情報を加えることが可能となり，ユーザへの負担を限りなく無くすことができると考えられる．

天目らによる観光案内システムは，ユーザの位置情報と姿勢を計測することにより，観光地でのガイドや補足説明などその場所や状態に依存した情報をユーザに直感的に提示するシステムである [13]．このシステムでは AR を用いて情報を現実世界に追加し，環境に応じて観光地の建物やスポットなどの補足情報をユーザに提供している．このシステムを用いて，奈良県の平城宮跡において，ユーザに対して観光案内情報を提示する実験を行った結果，提案システムの可能性が示された．

赤穂らによるカーナビゲーションに関する研究では，車が走行中，交差点において必要な情報を短時間で正確に

運転手へ伝えるカーナビゲーションシステムを提案している [4]．車載カメラで取得した前方の映像に AR を用いて，CG を重畳して交差点案内を行う．この研究では，日頃カーナビゲーションシステムを使用しているユーザを対象とし，従来のカーナビゲーションシステムと提案システムでどちらが正確な情報を短時間で運転手に伝えることができるかの比較実験を行った．その結果，視認時間や誤認識数では有意な差は見られなかった．しかしアンケートでは交差点から遠い時は交差点の構造がよくわかるため従来のシステムのほうがわかりやすいが，交差点の直前では実際に曲がる場所を確認できるため提案システムの方がわかりやすいという結果が出ている．

岡島らは室内で利用する歩行 AR ナビゲーションシステムの研究を行っている [7]．このシステムは GPS による位置情報の取得が困難であるとされている屋内で，マーカなどを使わずに AR を用いたシステムである．場所の特定を iPhone を用いて歩行動作や方位の検出することによって実現している．

これらの AR 技術を使ったナビゲーションシステムの共通点は環境に応じた情報を追加し，提示をする手法である．この手法は情報が少ない場合は有効だが，本研究では情報の多い場所を想定しているので有効な手法とは言いがたい．

2.2 看板認識に関する研究

本研究を実現する上で看板を認識する技術は重要な要素である．近年，看板認識の分野では，看板の領域や種類を検出するものなどが研究されている [2, 6, 10]．稲見らによる看板領域抽出の研究では，以下の 3 つの手法を用いている [5]．

- エッジ検出による看板領域抽出
- 離散コサイン変換による文字認識
- 方向線素特徴量による連結成分識別

この 3 つの処理を用いて，看板領域抽出実験を行った．その結果，抽出率が 92 % と高い抽出率を得ることができたとしている．

正確に看板を認識する技術や実行するスピードを向上させる技術は年々向上している．しかし，この精度や実行スピードを活かしてユーザの必要な看板情報だけを提示するシステムは存在していない．実行スピードは年々向上してきているが，携帯端末のような小型の端末では，処理しきれないことが挙げられる．本研究では都市部での使用を想定しているため，携帯端末での実装を検討している．近年の著しい携帯端末の高機能化や画像処理の高速化も進んでいるため，将来的には携帯端末での実装が可能になると考えられる．

3. 提案手法

一般的に目的を持って外出する際には、外出前に目的地への行き方や詳細について調べてから外出する。一方、外出してから目的が出来た場合は、スマートフォンや携帯電話を用いて調べるといった方法を取ることが多い。これらの方法は、手元にある地図情報などを頭の中で現実世界の情報に置き換える必要がある。そのため、情報過多が生じている都市空間のような場所では、必要な情報を取得するまでに時間を要する。特に看板は都市部に多く存在し、同じジャンルのものが密集している場合も多いため、必要となる看板を見つけ出すことが容易ではない場合もある。これは求めている情報を探索する時間の増加に繋がる。この探索時間を減らすためには、求める情報を実世界上で検索し、その結果を視覚情報として得ることが理想と考えられる。

これまでに現実世界には存在してない情報を追加できる AR を用いたアプリケーションが登場している。既存のアプリケーションの多くは既存の看板や建造物といった情報に AR を用いて情報を追加して提示し、ユーザの情報の識別や探索を支援する方法を採用している。この方法では、情報の総数自体を増やすため、情報の多い場所では有用ではないと考えられる。

人々にとって不要な情報でも、実世界上に存在する既存の看板や建造物というような物理的な物体を消滅させることはできない。しかし、近年、何らかの方法で不要な視覚情報を隠蔽や削除、透視する隠消現実感技術 (Diminished Reality) が研究されている [8]。川上らは仮想空間映像を現実世界に重畳した際に発生する遮蔽関係の矛盾を解決するために、視覚的に透明化する光学迷彩の手法を提案した [11]。透視させたい物体と後ろの設置するスクリーンを再帰性反射材で覆うか、再帰性反射材を塗布し、背景映像をプロジェクタで後ろのスクリーンに投影することで対象物を視覚的に消去することができる。Mann らは不要な情報の上から異なった視覚情報を重ねることで不要な情報を隠し削除する DR の手法の例を挙げている [1]。車の運転手にとって道路の脇に存在する目立った看板は運転者に視覚的な混乱を与えるだけでなく、脇見運転の原因ともなる。しかし道路の脇の看板に上から標識のような視覚情報を重ね合わせることで、目立った看板を無くし、運転手の視覚的な混乱を減らすことができる。

このような、不要な情報を減らし、必要な情報を与えることは人々の認知負荷を減らすことができると考える。

本研究では、ユーザが探索する際に不要な情報を減算することで、ユーザの情報を探索する行為を支援する。AR を用いて情報を既存のアプリケーションのように情報を追加するのではなく、DR 的なアプローチから不必要な情報

にフィルタのようなものを重ね合わせる。不要な情報を目立たなくさせることで、必要となる情報を目立たせる提示手法を提案する。

4. 予備実験

必要となる情報を探索する時間は、情報の密集度と関係があると考えられる。これを検証するために、情報が密集している環境と点在している環境で必要な情報を探索する時間の違いを比較した。

4.1 概要

視覚情報の密度と探索時間の関係性を調べるための予備実験を行った。情報が密集している条件と点在している条件下で、被験者に指定した看板を探索するように指示した。

飲食店や衣料品店など、様々な看板の情報をコピー用紙に印刷し、余白を除いたものを擬似看板とした。その擬似看板を壁に貼り付けて擬似環境とし、擬似看板を 50 枚貼ったものを情報の密集している条件、25 枚貼ったものを情報の点在している条件とした。もう 1 つ環境のは街で撮影した看板が多い画像と看板の少ない画像を用意し、A4 サイズのコピー用紙に印刷し、これを擬似環境とした。この 2 つの擬似環境で被験者に探索する店舗名を教示し、探索時間を測定した。

4.2 結果と考察

各実験環境において情報が多い条件と少ない条件の 2 つの条件間の差について対数変換を行った後、分散検定を行った。その結果、両方の擬似環境で有意な差が確認された。両環境とも情報の密集している環境の方が探索時間が長くなる傾向が確認された。この検証結果から情報が増加することで、求める情報を得ることが困難になり、探索時間が長くなってしまふことが確認できる。このことから提案するシステムのような、情報を削減し、必要な情報の識別性を向上させることが探索時間の削減に寄与すると考えられる。

5. 実験

本章では提案手法の情報削減の方法に関する評価実験と既存の情報に AR を用いて情報を加算する従来手法と DR 的なアプローチを用いた不必要な情報を減算する提案手法との比較実験を行った。

5.1 情報の削減方法に関する評価実験

本節では複数の不必要な情報を削減する手法を比較し、情報を削減する手法に適した手法を調べる。

5.1.1 実験の目的

本研究では、必要な情報を得る際に、視覚情報の識別性を向上させるために不要な情報を削減しようと考えた。し



図 1 白黒



図 2 ぼかし



図 3 白黒とぼかし

かし、単純に不要な情報を完全に削除することは、ユーザの気持ちの変化に対応できないため、好ましいとは言えない。本実験では不要な情報を削減する適度な手法を提案し比較する。

5.1.2 実験の手続き

本実験では、提案手法の適度な情報削除の方法を調べるために、以下の 3 種類の削除方法を用意した。

- 白黒：不要な情報の彩度をなくしたもの (図 1)
- ぼかし：不要な情報の輪郭情報をなくしたもの (図 2)
- 白黒とぼかし：不要な情報の彩度と輪郭情報をなくしたものの (図 3)

削除の処理を実現するため、画像編集ソフト (Adobe Photoshop) を用いて編集した。また各画像によるデータの偏りを考慮し、3 種類の異なった場所での画像 (新宿・神戸 A・神戸 B) を用意した。被験者は 4 年生大学の情報系、工学部に通う大学生 6 名、工学研究科に通う大学院生 11 名、総合情報学研究科に通う大学院生 1 名 (男性 14 名、女性 4 名) の計 18 名である。ユーザには街の中でこの提案手法を用いたシステムを使うことを想定している。被験者には実際にシステムを使用する状況に近い環境で体験してもらうため、画像を携帯端末用いて表示し、立った状態で実験を行った。

実験は 1 名の被験者に 3 種類の削減方法をそれぞれ 1 回ずつ行う。この時、順序と画像の首里は順序効果と画像による偏りを排除するため、被験者ごとに実験を行う順序のパターンを変更した。被験者には各々の実験開始の前に探索する看板の店舗を教示し、開始から教示した看板を発見するまでの時間を測定した。1 種類の画像終了毎に記述式のアンケートを行い、以下の 3 項目をそれぞれの項目に対し、5 件リッカート法で評価をしてもらった。また全ての実験終了後に聞き取り調査を行い、提案手法への意見や改善点についての聞き取りを行った。記述式のアンケートの項目は以下の 3 点である。

- 画面の可読性：画面の情報が分かりやすかったかどうか
- 実世界との違和感：実世界との違和感を感じたかどうか

- 情報の減算度合い：不要な情報の減算度合いが適切かどうか

5.1.3 実験の結果

実験から得られた探索時間の結果について、Kruskal-Wallis 検定を適用したところ、3 つの条件間の差が有意でなかったことがわかった ($H(2, 51) = 5.95, n.s.$)。また各々アンケート結果の項目別にも Kruskal-Wallis 検定を適用した結果を以下に示す。

- 画面の可読性についての 3 条件間の差は有意でなかった ($H(1, 34) = 0.13, n.s.$)。
- 実世界との違和感についての 3 条件間の差は有意でなかった ($H(1, 34) = 0.53, n.s.$)。
- 情報の減算度合いについての 3 条件間の差は有意でなかった ($H(1, 34) = 0.97, n.s.$)。

このことから、削減方法による影響を受けないことが示唆された。従来手法である情報を追加する手法との比較の際は、アンケートで過半数を超えた白黒を用いて実験を進めていく。

5.2 情報の加算と減算に関する比較実験

本節では 5.1 節で実験された結果を基に不要な情報の削減を行い、提案手法と既存の情報に AR を用いて情報を加算する従来の提示手法とを比較し、提案手法の優位性を確かめる。

5.2.1 実験の目的

前述したように、現在、ユーザに情報を提示する技術として、既に AR を用いているアプリケーションは多く存在する。既存のアプリケーションの多くが実世界の既存の情報の上にパーチャルな情報を追加し提示するものである。しかし、それでは情報の氾濫を引き起こしている実世界にさらに情報を追加することになる。都市部や繁華街のような情報が多い場合には適さないと考えられる。本実験では、既存の情報に AR を用いて情報を加算する方法と DR のアプローチを用いた不必要な情報を減算する提案手法の比較を行う。

5.2.2 実験の手続き

本実験では、従来手法と提案手法を比較するために、



図 4 情報を加算した画像



図 5 情報を減算した画像

従来手法を模した画像と提案手法を適用した画像の 2 種類を用意した。従来の手法を模した画像は、既存のアプリケーションであるセカイカメラを模倣し、対象となった看板に緑色の吹き出しを追加した(図 4)。また吹き出しの中に店舗名を記載した。提案手法である情報を減算した画像は、不必要な情報を白黒にした画像を用意した(図 5)。各画像によるデータの偏りを考慮して、別々の場所(大阪・新宿)の画像を 2 種類用意した。用意した画像は画像編集ソフト(Adobe Photoshop)を用いて編集した。被験者は 4 年制大学の情報系、工学部に通う大学生 6 名、工学研究科に通う大学院生 10 名(男性 12 名、女性 4 名)の計 16 名である。ユーザには街の中でこの提案手法を用いたシステムを使ってもらうことを想定している。被験者には実際にシステムを使用する状況に近い環境で体験してもらうため、画像を携帯端末用いて表示し、立った状態で実験を行った。

実験は 1 名の被験者に従来手法を模した画像と提案手法である情報を削減した画像をそれぞれ 1 回ずつ行った。この時、手法の順序と画像の種類は順序効果と画像によるデータの偏りを排除するため、被験者ごとに実験を行う手法の順序と探索する画像を変更した。被験者には各々の実験開始の前に探索する看板の店舗名を教示し、開始から教示した看板を発見するまでの時間を計測した。1 種類の画像終了毎に記述式のアンケートを行い、以下の 3 項目をそれぞれの項目に対し、5 件リッカート法で評価をしても

らった。また全ての実験終了後に対話でのアンケートを行い、提案手法への意見や改善点についての聞き取りを行った。記述式のアンケートの項目は以下の 3 点である。

- 画面の明瞭性：画面が見やすかったかどうか
- 画面の可読性：画面の情報が分かりやすかったかどうか
- 実世界との違和感：実世界との違和感を感じたかどうか

5.2.3 実験の結果

実験から得られた探索時間の結果について、分散分析を適用したところ、条件間の差が有意でないことがわかった($F(1, 30) = 0.29, MSe = 0.31, n.s.$)。また各々アンケート結果の項目別に、各々 Mann-Whitney 検定を行った。その結果を以下に示す。

- 画面の明瞭性についての 3 条件間の差は有意でなかった($W(1, 14) = 154.5, n.s.$)。
- 画面の可読性についての 3 条件間の差は有意でなかった($W(1, 14) = 159, n.s.$)。
- 実世界との違和感についての 3 条件間の差は有意でなかった($W(1, 14) = 194, n.s.$)。

このことから、従来手法と提案手法には差がないことが示唆された。

6. 考察

各々の実験の結果から提案手法が有用であるかは、明らかにはならなかった。

5.1 節の実験結果の検定からはどの情報削減方法が有効かは得られなかった。アンケートの結果から、個人の差が大きく被験者によって同じものでも感じ方が異なった。不要な情報をぼかすことで自然と感じる被験者もいれば、色がある情報をぼかされると逆にごちゃごちゃしていると感じる被験者もいた。そのため、被験者ごとに好みが分かれてしまい、評価が分散したことで検定結果が得られなかったと考える。実験終了後に行った対話でのアンケートではどの削減方法が最も良かったかという質問を全被験者に行った。結果、白黒と答えた被験者が 9 人、ぼかしと答えた被験者が 6 人、白黒とぼかしと答えた被験者が 3 人と白黒を選んだ被験者が過半数であった。ぼかしの度合いが強いため周辺の情報がわからないという指摘があった。本実験では、Adobe Photoshop でぼかしの 10px で統一していた。改めてぼかし具合に関する評価実験を行い、適度なぼかし具合の調査も必要である。

5.2 節の実験は 5.1 節の実験のアンケート結果から過半数を超えた不要な情報を白黒にする削減手法を用いて行った。アンケートの結果では、従来の手法は「ごちゃごちゃして見にくい」という意見が得られた。実際、新宿の画像では画面の明瞭性について、条件間の差は有意でなかった($W(1, 14) = 18.5, n.s.$) が、大阪の画像では有意な差であっ

た ($W(1, 14) = 61.5, p < .05$)。新宿の画像は大阪の画像と比べて、色鮮やかな看板が多いと考えられる。そのため、従来の手法で情報を追加しても気にならないということが考えられる。また環境の違いや明るさの違いなども結果に影響すると考えられる。新宿の画像は開けた環境だったが、大阪の画像は図4のように商店街のような画像であった。そのため、全体的に新宿の画像と比べて暗くなり白黒に特定の看板以外の情報を削減したが、加工する前の画像との彩度の差異が生まれなかった。看板以外の情報を削減したにも関わらず、情報を削減する効果が低かったと思われる。このことから環境の違いや明るさの違いなども結果に影響することが考えられる。屋内と屋外はもちろん、屋外でも天気によって明るさが変化するので対応した削減方法を考え、変えていく必要がある。

アンケートで他には従来の手法について「加算する手法は慣れている。」という意見も得られた。実験では従来の方法としてセカイカメラを模して情報を追加した画像を用いた。しかし、情報系、工学部に通う学生を被験者としたため、セカイカメラを使用したことのある被験者が多く、加算型のARに慣れている被験者が多く見受けられた。セカイカメラやその他の既存のアプリケーションを使用したことがある被験者と未使用の被験者とは、慣れにより結果に大きく影響すると考える。そのため、加算型のARを使ったアプリを知っている、または使ったことがあるかを被験者に問う必要がある。

提案手法と従来手法の間に有意な差がなかったことは、環境なども依存するが情報を削減する方法に問題があるのではないかと考える。今回は不必要な情報の彩度を落とすために白黒にしたが、実世界の看板には白と黒から構成されているものも多く存在する。このような場合、情報は減算されずに情報を減算しない場合よりも見つけづらくなるのではないかと考える。また全体的に彩度の低い環境では、不必要な情報を白黒に削減すると彩度の高い環境よりも効果が薄くなると考えられる。様々な環境に対応するために、新しい情報を削減する手法を考える必要がある。目的となる情報やそれ以外の背景となる色を考慮し、様々な色を試す必要がある。また色を変えるだけでなく、5.1節のぼかし以外の画像処理を行った場合も検討する必要がある。

7. おわりに

本研究では、情報密集地域における情報の識別性を向上させることを目指した情報提示手法についての検討を行った。ARを用いて情報を重畳することで必要な情報を目立たせる従来の手法を加算型の情報提示とし、DRを用いたアプローチを取り入れ、不必要な情報を目立たなくさせる提案手法を減算型の情報提示とした。本稿では提案手法である不必要な情報を削減する方法を検討し、従来の手法と

比較したが、明確に提案手法の有用性を見出すことはできなかった。実験の結果から検定で従来手法と提案手法に有意な差が確認されなかったため、提案手法には可能性があることがわかった。6章で挙げられた検討事項を基に提案手法の改善を行っていくことで情報密集地域での情報の識別性が向上していくのではないかと考える。

参考文献

- [1] Mann, S. and Fung, J.: VideoOrbits on Eye Tap devices for deliberately Diminished Reality or altering the visual perception of rigid planar patches of a real world, *Proc. ISMAR 2001*, pp. 48-55 (2001).
- [2] Thi, Z. T., Pyke, T. and Hiromitsu, H.: Thinning/Thickening and Difference Sub-template Matching -For Robust Recognition of Strongly Deteriorated Signboard Images, *映像情報メディア学会誌*, Vol. 63, No. 11, pp. 1630-1636 (2009).
- [3] 田邊恵理, 大井尚行: 飲食店の外観デザインから受ける「入りやすさ」に関する研究, *日本建築学会大会学術講演概要集*, Vol. 2005, pp. 809-810 (2005).
- [4] 赤穂賢吾, 加藤博一, 西田正吾: 実写ベースカーナビにおける交差点案内の情報提示手法に関する検討と評価, *電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理*, Vol. 107, No. 553, pp. 73-78 (2008).
- [5] 稲見光将, 高木 昇: エッジ抽出と周波数特徴を応用した情景画像からの看板領域抽出の検討, *ファジィシステムシンポジウム講演論文集*, Vol. 27, pp. 1371-1376 (2011).
- [6] 山口高康, 青野 博, 本郷節之: モバイルカメラで撮影した看板画像の学習・判別手法に関する考察, *電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理*, Vol. 104, No. 450, pp. 7-12 (2004).
- [7] 岡島匠吾: スマートフォンを用いた屋内位置の推定と歩行ARナビゲーションシステムの提案, *情報処理学会全国大会講演論文集*, Vol. 2011, No. 1, pp. 197-199 (2011-03-02).
- [8] 森 尚平, 一刈良介, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感の技術的枠組と諸問題 - 現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去・透視する技術について -, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 16, No. 2, pp. 239-250 (2011).
- [9] 鈴木祥史, イアンフランク: 都市におけるサイン, *電子情報通信学会第二種研究会資料, WI2-2011-29*, pp. 25-26 (2011).
- [10] 市村直幸: 近似LoGフィルタを用いた局所不変特徴量の抽出 - GPUによる実装 -, *電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎*, Vol. 108, No. 328, pp. 243-250 (2008).
- [11] 川上直樹, 稲見昌彦, 柳田康幸, 前田太郎, 舘: 現実感融合の研究(第2報) - Reality Fusionにおける光学迷彩技術の提案と実装 -, *日本バーチャルリアリティ学会第3回大会論文集*, pp. 285-286 (1998).
- [12] 林 哲史: ARのすべて ケータイとネットを変える拡張現実, *日経BP社* (2009).
- [13] 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和: 拡張現実感を用いたウェアラブル観光案内システム「平城宮跡ナビ」, *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*, Vol. 103, No. 584, pp. 1-6 (2004).