

影を用いた誘目性と受容性を両立する 情報提示方法の実装

内田 大樹¹ 立花 巧樹¹ 富永 詩音² 呉 健朗² 宮田 章裕^{1,a)}

概要：屋外環境下においてユーザの注意を引くことに注力したデジタルサイネージを用いた商業広告や意見広告では派手な光や音を用いており、ユーザに不快感を与えてしまうことが考えられる。一方、ポスターなどの紙を用いたさりげない情報提示方法ではユーザの注意を引くことは比較的難しいと考えられる。本研究では、ユーザに慣れ親しんだ存在である自分の影が本来ありえない動きをすることで、誘目性と受容性を両立する情報提示方法を提案する。本稿では、提案したプロトタイプシステムに影の停止位置、停止速度のパターンを複数追加する。影の各停止パターンにおける影に対する誘目性の評価実験では、各停止パターン間に有意差を確認し、優位とされる停止パターンが示唆された。

1. はじめに

情報提示において誘目性と受容性を両立することは難しい。誘目性を重視し、強い光や音でユーザの注意を引こうとする情報提示を行えば、ユーザが煩わしさを感じて受容性が低減してしまう可能性が高い。逆に、受容性を重視し、環境に溶け込むようなさりげなさを追求した情報提示を行えば、ユーザがその情報の存在に気付けないほどに誘目性が低減してしまうという問題がある。[1]では、この問題を解決するにあたって、“自身の影”に注目し、(1)影が自分と異なる動きをすると大きな違和感が生じ、視線誘導が可能になる、という仮説と、(2)ユーザの影を用いた情報提示であれば、情報提示内容を問わず、関心を寄せてしまう、という仮説を立てた。以上2つの仮説をもとに、我々は、影を用いた誘目性と受容性を両立する情報提示方法を提案した。これは、ユーザの影を模した映像(以降“影”と表現する)がユーザと異なる動きをすることでユーザの視線誘導を行い、情報を提示する方法である。本稿では、システムの実装を行い、誘目性の向上を図るための評価実験を行った。本稿の貢献は下記のとおりである。

- [1]で提案したプロトタイプシステムに影の停止位置、停止速度のパターンを複数追加したこと。
- 影の停止パターンを追加したプロトタイプシステムを用いて、誘目性の向上を図るための評価実験を行ったこと。

2. 関連研究

本研究には前稿[1]の他、さりげない情報提示、ユーザの関心を推定した情報の提示に関する研究が関連している。さりげない情報提示に関する研究は[2]、[3]、[4]、[5]が挙げられる。[2]は、ユーザの雰囲気推定を行い、険悪な雰囲気を検知すると目配せ表出でさりげなく情報を通知する。[3]は、情報提示をする手段として匂いを用いることを提案している。[4]はユーザに気づかれないように注目させたい領域以外の解像度を下げることで視線誘導を行っている。この研究事例では同軸にあるカメラで対象を読み取り、ある領域を除いた範囲をプロジェクタでぼやけさせることで、ぼやけていないはっきりとした領域へ視線を誘導する。[5]は商品の説明を行うヴァーチャルヒューマンに注意を引きつけるためにアイコンタクトと身体的距離に応じた接客行動を行うシステムを導入している。ユーザの関心を推定した情報の提示に関する研究は[6]が挙げられる。[6]は、店舗環境内の停留位置からユーザの関心を推定し、ユーザの関心にあった情報をロボットやデジタルサイネージを通じて提示する。

3. 研究課題

本研究は、公共空間におけるプッシュ型情報提示に関するものであり、以降、これを単に情報提示と表現する。我々の身の回りにある情報提示の例として、デジタルサイネージを用いた商業広告や意見広告が挙げられる。これらの発信者は企業や行政団体、施設管理者などである場合が多く、以降、これを単に情報発信者と表現する。

¹ 日本大学文理学部

² 日本大学大学院総合基礎科学研究科

^{a)} miyataakihiro@acm.org

情報発信者はコストをかけて情報提示を行うわけであるから、原則として、彼らはユーザの注意を引くこと（Attention）を重視している。この妥当性は、1920 年代にアメリカで提唱された AIDMA（Attention, Interest, Desire, Memory, Action）や、2000 年代に日本で提唱された AISAS（Attention, Interest, Search, Action, Share）などの消費者の心理プロセスをモデル化したマーケティング理論にも支持されている。ただし、ユーザの注意を引くことだけを重視して誘目性を高めた情報提示は、ユーザから反感を買うこともある。

情報提示手法がさりげないもの [2], [3], [4], [5] であれば、ユーザの関心から離れた情報提示がなされても、ユーザは反感を感じる可能性が低いと考えられる。しかし、これではユーザが情報提示に気付く可能性も低くなってしまい、情報発信者のニーズが満たせなくなってしまう。一方で、[6] のように、提示する情報をユーザの趣味・嗜好に合わせた情報提示がなされても、公共空間を通行する人は多様であり、また彼らの関心は日々移り変わっていくものであることから、常に高精度にユーザの関心を推定することは現時点では現実的ではない。そこで我々は、高い誘目性を維持しつつ、仮に情報提示内容がユーザの関心から離れていたとしても、ユーザからの反感を低減できる情報提示手法の実現を研究課題として設定する。

4. 提案手法

研究課題を達成するために我々は“自身の影”に注目し、(1) 影が自分と異なる動きをすると大きな違和感が生じ、視線誘導が可能になる、という仮説と、(2) 自身の影を用いた情報提示であれば、情報提示内容を問わず、人は関心を寄せてしまう、という仮説を立てた。以上 2 つの仮説より、我々は、ユーザの影を模した映像にユーザと異なる動きをさせた上で情報提示をさせることで、誘目性と受容性を両立する情報提示手法を提案する。影が自分と異なる動きをするというありえない現象によりユーザの注意を引きつける効果（高い誘目性）を実現し、自身の分身とも言える影に情報提示をさせることにより、ユーザが情報を受け入れやすくなる効果（高い受容性）を実現する。本稿では、[1] で提案したプロトタイプシステムに影の停止位置、停止速度のパターンを複数追加する。

5. 実装

本システムは提示する情報の前をユーザが“歩行通過する”シーンを想定している。使用する機材を表 1 に示す。プロジェクション領域のサイズ、情報提示が行われる壁面から短焦点プロジェクタ・Web カメラ・PC までの距離、短焦点プロジェクタ・Web カメラ・PC からユーザまでの距離を図 1 に示す。また、プロジェクション領域のサイズを図 1 右に、プロジェクション、短焦点プロジェクタ、

表 1 機材一覧	
機材	端末名
短焦点プロジェクタ	パワープロジェクター LV-WX310ST
Web カメラ	Logicool HD Webcam C615
PC	Mac Mini

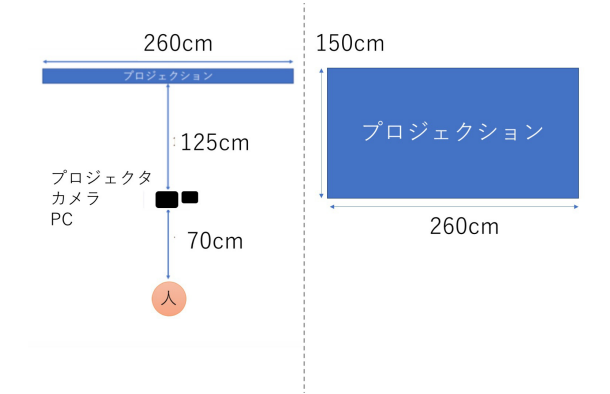


図 1 実験時におけるシステムとユーザの位置関係

Web カメラ、ユーザの位置を図 1 左に示す。本システムでは、理想的にはプロジェクションの表示領域は広く、ユーザとプロジェクションの距離が近いことが望ましい。理由は、プロジェクションの表示領域が広ければ、ユーザがプロジェクションの前を歩行する時間を増やすことができ、ユーザとプロジェクションの距離が近ければ、影がユーザの視界に入りやすくなると考えられるためである。しかし、短焦点プロジェクタを用いる場合、プロジェクションの表示領域を広げると、ユーザとプロジェクションの距離が遠くなってしまうというトレードオフの関係が存在する。カメラは短焦点プロジェクタの上に置き、ユーザの方向にレンズを向けるように設置する。

提案手法における影の生成方法について説明する。影は Web カメラで読み込んだ映像を画像処理し、生成している。システムの表示は毎秒 30～40 フレームで更新される。影の生成までの手順は以下のとおりである。

1. Web カメラで背景差分法に用いる背景を読み込む。このとき、カメラの撮影範囲にはユーザがいないことを確認する。
2. Web カメラで撮影している映像に対し、1 で読み込んだ背景を用いて背景差分法を適用する。
3. 背景差分法を用いた映像に対して 2 値化処理を行い、出力映像を白と黒に変換する。
4. 2 値化処理を行った映像に対してモルフォロジー変換を行い、ノイズを除去する。
5. ユーザが Web カメラの撮影範囲に入ると、ユーザが映っていないときの背景画像との差分としてユーザの形をした影が出力される。

影にユーザと異なる動きをさせる方法について説明する。本稿では影が行う異なる動きを“停止”とする。停止

のパターンは“Immediately stop”、“Smoothly stop”の2種類を設ける。ユーザがプロジェクション範囲内のある位置に達すると、影がユーザを追従しなくなり、停止する。“Immediately stop”は、ユーザの歩行速度に関係なく、ユーザがある位置に達すると影の速度が0になるパターンである。“Smoothly stop”は、ユーザがある位置に達すると影の速度が、“Immediately stop”の終了位置へ向かって減速し、影がその位置へ収束するパターンである。影の移動速度はユーザがプロジェクション領域に入った時点からユーザがある位置に達した時点までの時間と、影が移動したピクセル数を計測して算出し、その値をもとに決定する。なお、“Smoothly stop”と“Immediately stop”において、影が止まる位置は同じである。ユーザが特定の位置へ到達したことをプロジェクション範囲内に設けた領域を用いて判定している。具体的には、プロジェクション領域の横幅の5%を横幅とする縦長の楕円を用い、楕円領域内のピクセルの55%以上が被験者の影と重なった場合、ユーザが特定の位置へ到達したと判定し、影は停止を開始する。楕円領域の位置はプロジェクション領域内の下部に設けた。これはユーザには身長差があることが考えられるため、身長差の影響がないプロジェクション領域の下部に設定した(図2)。

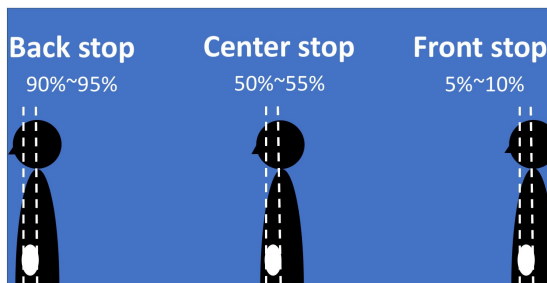


図2 影の停止位置と判定領域

6. 実験

6.1 実験目的

影の停止速度・停止位置によって影に対する誘目性に差が生まれるのか検証することを実験の目的とする。具体的には、被験者が影の変化に気がついたかどうか、被験者が影の変化に気がついた場合、影が停止してから被験者が気がつくまで何秒かかったかを計測する。

6.2 実験条件

本実験の被験者は、20代の学生8名(男性5名、女性3名)である。被験者には、大学内の教室にてプロジェクションの前を、歩行者から見て手前から奥へ歩行してもら

う(以降、歩行を開始する側を“手前”，歩行を終了する側を“奥”として表現する)。本実験では影の止め方に関して、影の停止する速度を2パターン、影の停止位置を3パターン用意する。加えて、本実験条件を公共空間内での情報提示の際の条件と近づけるために、影が停止しない可能性があることを被験者に示唆し、影が停止しないパターンも用意する。この2パターン×3パターン+1パターンの、計7パターンの実験を3回ずつ行う。影が停止する速度は“Smoothly stop”と“Immediately stop”の2パターンである。影が停止する位置は“Back stop”、“Center stop”、“Front stop”の3パターンである(図2)。“Back stop”はプロジェクション領域の手前端から90%~95%の範囲を通過すると影が停止するパターンである。“Center stop”はプロジェクション領域の手前端から50%~55%の範囲を通過すると影が停止するパターンである。“Front stop”はプロジェクション領域の手前端から5%~10%の範囲を通過すると影が停止するパターンである。また、影が停止しないパターンを“Through”とする。以後、影の停止パターンのうち、影が停止しないパターンを除いた6パターンは表2の略称を用いて表記する。

表2 影の停止パターンの略称

停止速度	停止位置	略称
Immediately stop	Back stop	IBS
Immediately stop	Center stop	ICS
Immediately stop	Front stop	IFS
Smoothly stop	Back stop	SBS
Smoothly stop	Center stop	SCS
Smoothly stop	Front stop	SFS

6.3 実験手順

実験者は予め被験者に対して壁面にプロジェクションで被験者の影を模した映像が映し出されること、その影を用いた情報提示が行われること、その影が停止する可能性があることを伝える。

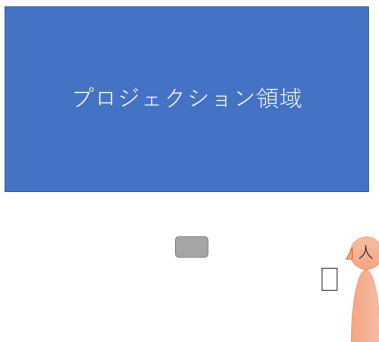


図3 被験者の待機位置

実験者は7種類の実験パターンを1~21までの数字に3つずつ割り当て、1~21の数字の書かれた紙を用意する。被験者は実験前に1~21までの数字の書かれた紙の中から1枚紙を引き、実験者に渡す。被験者は実験者の合図があるまでプロジェクション領域の手前側の外で待機し(図3)、合図をもらったら手前から奥へ歩行を開始する。視線は進行方向に向けるものとする。実験者は影が停止を開始したらストップウォッチで計測を開始する。被験者は歩行中に影の停止に気がついたときに、その場で手を上げて実験者に知らせる。影の停止に気がつかなかったときはそのまま通り抜ける。被験者が手を挙げた場合、実験者はそこでストップウォッチを止め、計測結果と影の停止に被験者が気づいたことを記録する。被験者が手を挙げずにプロジェクションの前を通過した場合、実験者はストップウォッチをリセットし、影の停止に被験者が気がつかなかったことのみを記録する。実験者は1回の試行が終わるごとに、被験者に対して実験したパターンの挙動を説明し、アンケートに答えてもらう。アンケート内容は表3のものとする。

表 3 アンケート内容

Q1.	各実験パターンでの映像の影の止まる位置に関して意見をお書きください。
Q2.	各実験パターンでの映像の影の止まり方に関して意見をお書きください。

6.4 実験結果

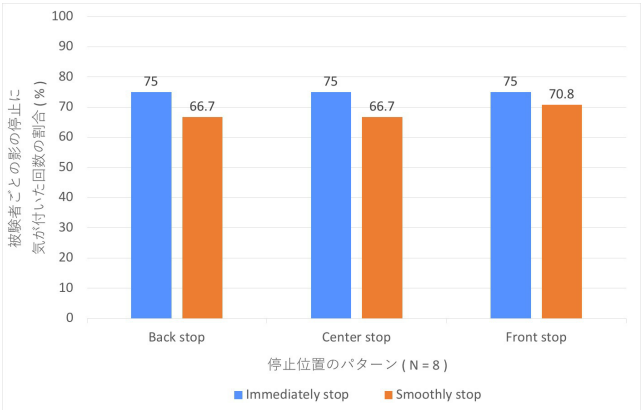


図 4 被験者ごとの影の停止に気が付いた回数の割合

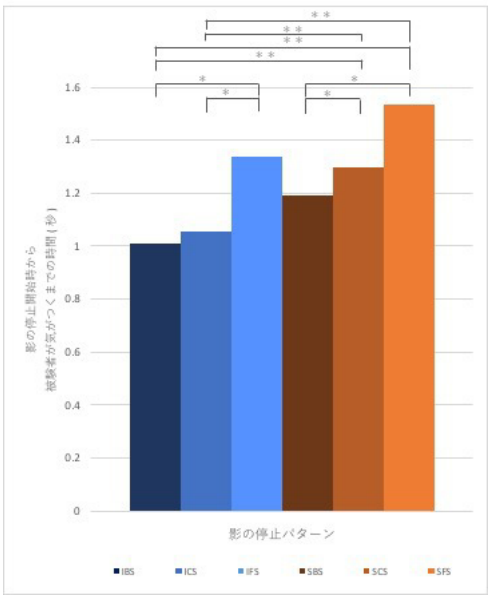


図 5 影の停止開始時から被験者が気づくまでの時間 (秒, N = 8)

実験結果を図4に示す。横軸は停止位置のパターン、縦軸は被験者ごとの影の停止に気が付いた回数の割合を表す。被験者ごとの影の停止に気が付いた回数の割合に注目すると、影の停止速度が“Immediately stop”であるときの方がいずれの停止速度のパターンよりも被験者が影の停止に気がついた回数が多かった。また、影の停止位置に着目してみると、いずれの停止位置のパターンも結果に大きな差はなかった。影が停止しないパターンでは、プロジェクションの前を歩行中に影の停止があると思い、手を挙げた人は8人中0人だった。

Through パターンを除く6つのパターン間でt検定を行った。被験者が、影の停止開始から影の停止に気がつくまでの時間を図5で示す。結果として、IBSとIFSの間、ICSとIFSの間で5%水準で有意差が確認できた。SBSとSFSの間、SCSとSFSの間で5%水準で有意差が確認できた。また、SBSとSCSの間、IBSとSFSの間と、ICSとSCSの間、ICSとSFSの間で1%水準で有意差が確認できた。

6.5 アンケート結果と考察

IBSのパターンのアンケートでは影の存在を認識するのに十分な時間があつたため、影が停止に気がつきやすかったという意見が多く得られた。このアンケート結果から、影がユーザの動きを追従する距離と時間が長くなるほどユーザは影を自身の影として認識しやすくなると考えられる。また、IBSのパターンが高い誘目性を持つことが考えられる理由の一つとしてプロジェクションが元より持ち合わせている誘目性が被験者の視線誘導に貢献している可能性が浮上した。一方で、影の停止に気がつかなかった被験者のコメントは、主に、“影が停止するときには影が既

に視界の外にあったため気がつかなかった”というものであった。

ICSのパターンのアンケートでは、IBSのパターンに近いアンケート結果が得られた。図5からも見て取れるように、ICSのパターンは、IBSのパターンとわずかに差はあるものの、IBSのパターンと同様に、被験者が気づきやすい停止パターンと示唆されることがアンケート結果からも窺える。アンケート結果の中には、“中央の停止が一番気が付きやすい。”というもいくつか得られた。

IFSパターンのアンケートでは、影の停止位置が手前であるため、影を認識できず、停止速度の区別ができないという旨のコメントが得られた。また、SFSの場合も同様のコメントが得られた。

SBSのパターンのアンケート結果では、“Center stop”や“Front stop”と比べて気がつきやすい一方で、画面端からなめらかに停止を開始するため、影の停止に気がつかずに通過してしまうのではないかという意見が多く得られた。また、影に気が停止に気がつきにくいという点では、“Smoothly stop”は停止の際に感じられる違和感が小さく、本来の影の動きに近いと考える。

SCSのパターンのアンケート結果では、ICSのアンケート結果と同様に、他の停止位置と比べて影の停止に気がつきやすいという意見がいくつか見られた。ICSのアンケート結果と違う点としては、停止位置は同じであるが、奥まで影が付いてきているように感じるという意見があった。

SFSのパターンのアンケート結果では、IFSのパターンのアンケート結果と同様に、停止位置が手前である影響から、影の停止に気がつきにくく、停止速度の違いがわからないという意見が得られた。

Throughパターンのアンケートでは影の動きに違和感がなく、自身の影のようになると同様に、意識をしなければ気がつかないという意見が得られた。このアンケート結果と、[7]からは影がユーザの動きを追従する距離と時間が長くなるほど影が自身の影として認識される可能性が上昇し、ユーザは影を視界に入れることが難しくなることが示唆される。

6.6 総合考察

“Smoothly stop”, “Immediately stop”共に時間が短い順で“Back stop”, “Center stop”, “Front stop”となった。IFSのみはSBS, SCSよりも遅く気が付く結果となった。ここから、IBSはいずれのパターンよりも影の停止に気がついた回数が多く、影の停止開始時から影の停止に気がつくまでの時間が最も早く、いずれのパターンよりも優位なパターンであることが示唆される。この結果が得られた理由を2つの観点から考察する。

1つ目は、影がユーザの動きを追従する距離と時間が長かったためだと考えられる。今回の実験で誘目性にお

いて優位なパターンとされるのはIBSのパターンである。“Back stop”はユーザの動きに影が追従して動く距離と時間が、3種類の停止位置のパターンの中で最も長い。“Immediately stop”は“Smoothly stop”よりも影の停止時に感じる違和感が強いというコメントがあり、実際の影の動き方からかけ離れていると考えられる。我々は、IBSのパターンが持つ、影の停止までの距離と時間が長く、実際の影の動き方からかけ離れていると考えられる停止速度を持つ特徴から影がユーザの動きを追従する距離と時間が長くなるほどユーザは影を自身の影として認識しやすくなるのではないかと考える。

2つ目は、カメラを低い位置に設置し、レンズを上に向けて撮影を行ったためだと考えられる。この置き方をしたことでユーザがプロジェクションの端付近の前に立ったときに、ユーザの影がプロジェクション領域の中心に向かって歪んでしまった。“奥”はプロジェクション領域の端であり、影が中央に向かって反ってしまい、被験者の動きに追従していた影が、被験者の進行方向とは逆方向に動いたように見え、これが“奥側で影がスクリーンに残ろうと頑張ってる感じがした”、“影が端に達したとき、止まったように感じた。”、“斜めっていて自分の影ではないように感じた”というコメントとして寄せられたのだと考える。

影が停止する全てのパターンに対して、“本人より前で止まったらいいのかも”という意見があった。仮に、影がユーザの動きを追従する距離と時間が長くなるほどユーザは影を自身の影として認識しやすくなるのであれば、影の停止する際に、影が“加速 (Accelerate)”を行い、ユーザより奥の位置で急停止 (Immediately stop) を行えば、より影の停止に気づきやすくなると考えられる。また、影の停止位置に関して、“Back stop”が最も気がつきやすく、“Center stop”も十分に気がつきやすいという結果から、「ユーザが中央 (Center) に到達すると影が加速 (Accelerate) してユーザよりも奥の領域で急停止 (Immediately stop) する」パターンは、いずれの停止パターンよりも高い誘目性を持つことが考えられる。以後、この停止パターンを“CAIS”と表現する。今後は、CAISの検証を行っていく。

7. おわりに

本稿は、誘目性を重視した情報提示を行えば、ユーザが煩わしさを感じて受容性が低減してしまう可能性が高く、受容性を重視し、環境に溶け込むようなさりげなさを追求した情報提示を行えば、ユーザがその情報の存在に気付けないほどに誘目性が低減してしまうという問題の解消を狙ったものである。この問題を解決するために、我々は“自身の影”に注目し、(1) 影が自分と異なる動きをすると大きな違和感が生じ、視線誘導が可能になる、という仮説と、(2) 自身の影を用いた情報提示であれば、情報提示内容を問わず、人は関心を寄せてしまう、という仮説を立て、ユー

ザの影を模した映像にユーザと異なる動きをさせた上で情報提示をさせることで、誘目性と受容性を両立する情報提示手法を提案した。提案したプロトタイプシステムに影の停止位置、停止速度のパターンを複数追加し、検証実験を行った結果、“Immediately stop” かつ “Back stop” のパターンが誘目性において優位なパターンであることが示唆された。また、本システムにはプロジェクション領域の両端を歩行する際に影が歪んでしまう問題が見られた。この問題は “Back stop” のパターンの実験結果に影響している可能性があると考えられるため、システムの再考を行う。今後は、被験者数を増やし、実験結果が有意なものであるか検証すると同時に、ユーザがプロジェクション領域の中央に到達すると影が加速して、ユーザよりも奥の領域で急停止するパターンの検証を行っていく。また、誘目性と受容性の両立を実現するために受容性の検証も行っていく。

参考文献

- [1] 内田 大樹, 立花 巧樹, 富永 詩音, 呉 健朗, 宮田 章裕: 影を用いた誘目性と受容性を両立する情報提示方法の基礎検討. 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.504–507 (2019).
- [2] 佐藤 直希, 武内 一晃, 一色 正男, 山崎 洋一: 雰囲気推定を用いたロボットによる自発的行動を促す目配せ表出. 第 79 回全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, pp.509–510 (2017).
- [3] 柳田 康幸: バーチャルリアリティにおける香り提示技術の展開. 名城大学理工学部研究報告, No.47, pp.69–76 (2007).
- [4] 畑 元, 小池 英樹, 佐藤 洋一: 解像度制御を用いた視線誘導. 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.4, pp.1152–1161 (2015).
- [5] 森 博志, 白鳥 和人, 星野 准一: 往来者の注意を喚起するバーチャルヒューマン広告提示システム. 情報処理学会論文誌ジャーナル, Vol.52, No.4, pp.1453–1464(2011).
- [6] 城所 宏行, 亀井 順次, 篠沢 一彦, 宮下 敬宏, 萩田 紀博: 店舗環境内の停留位置系列から推定した顧客の興味に基づく誘導の実現. 電子情報通信学会論文誌, Vol95, No.4, pp.790–798 (2012).
- [7] 布施 英利: 『体の中の美術館』 筑摩書房 (2008).