

推薦論文

商品とディスプレイの混在環境における商品選択支援方法

横山 正典^{1,a)} 木原 民雄^{1,†1,b)}

受付日 2013年1月25日, 採録日 2013年4月5日

概要: これまで, 現実世界の概念を PC 内で表現される仮想世界に転用することで, より直観的なデジタル情報の操作を目指した研究が数多く行われてきた. その一方で, デジタル情報を便利に扱うための仮想世界独自の概念も存在する. 仮想世界独自の概念を現実世界に転用することができれば現実世界の物体や空間に対する情報をより効率的に操作できるようになると考えられる. 筆者らは, 現実世界として実店舗, 仮想世界として EC サイトをとりあげ, 実店舗の商品に対して, EC サイト特有の概念である商品のフィルタリングを実現するために, 商品とディスプレイの混在環境を想定した商品選択支援方法を提案している. 本論文では, 商品とディスプレイの混在環境を想定した商品選択支援において, 誘目不可能領域に位置するサインに対してユーザを誘目させることを可能とするためのサイン誘目手法を提案し, サイン誘目手法の実現に必要な誘目可能領域を実験により明らかにした.

キーワード: 情報可視化, ユビキタスサービス, ヒューマンファクタ, 誘目性

A Method of Customer Decision Support in Mixed Environment of Goods and Displays

MASANORI YOKOYAMA^{1,a)} TAMIO KIHARA^{1,†1,b)}

Received: January 25, 2013, Accepted: April 5, 2013

Abstract: A lot of research has tried to bring the direct manipulation of digital information in the virtual world into reality by utilizing concepts taken from the real world. Conversely, the virtual world has its own, original, concepts. If these virtual world concepts can be utilized in the real world, more efficient manipulation of objects and spaces in the real world may become possible. We settle on the subject of enhancing brick-and-mortar shops with e-commerce concepts. We introduce a method of customer decision support in a mixed environment of goods and displays in order to realize “filtering of goods,” one of the original concepts of e-commerce. In this paper, we propose the technique of activating signs in regions that users would not, in the real world, pay attention to. Experiments clearly elucidate the region in which users can pay attention to signs; information essential for implementing the proposed technique.

Keywords: information visualization, ubiquitous service, human factor, attractiveness

1. はじめに

ヒューマンコンピュータインタラクションの研究では, 直接操作 (direct manipulation) の考え [1] に基づいて, 現

実世界の概念を PC 内で表現される仮想世界に転用することでより直観的なデジタル情報の操作を目指した研究が数多く行われている [2], [3], [4]. その一方で, コピーアンドペーストやショートカットなど, 仮想世界独自の概念も存在し, デジタル情報を扱ううえでの利便性の向上に役立っている. この仮想世界独自の概念を現実世界に転用することができれば現実世界の物体や空間に対する情報をより効

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, Nippon Telegraph and Telephone Corporation, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan

^{†1} 現在, 昭和女子大学
Presently with Showa Women's University

a) yokoyama.masanori@lab.ntt.co.jp

b) kiharatamio@swu.ac.jp

本論文の内容は 2012 年 7 月のマルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2012) シンポジウム 2012 にて報告され, マルチメディア通信と分散処理研究会主査より情報処理学会論文誌ジャーナルへの掲載が推薦された論文である.

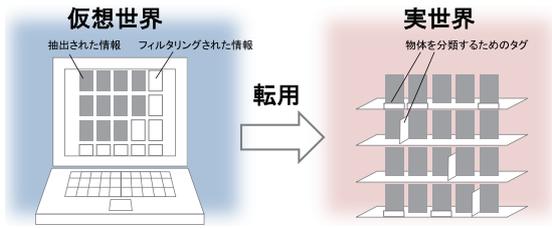


図 1 EC サイト特有の概念の実店舗への転用

Fig. 1 Applying E-commerce concepts to brick-and-mortar shops.

率的に操作できるようになると考えられる。

現実世界と仮想世界の対比として、実店舗と EC サイトがしばしば比較されることがある [5], [6], [7]. 実店舗では実際に商品を手にとったり試したりすることが可能であり、一見まったく同じ商品であっても直接的に比較することによりその違いを確かめることができる。商品購入前に実物に触れ、試すことは購買行動における重要な要素であるが [8], 実店舗にのみ存在する概念である。

これに対し、EC サイト特有の概念の 1 つとして、カテゴリに基づく情報フィルタリングがある。EC サイトでは、画面に表示されたカテゴリのボタンをマウスでクリックするなどの選択方法により、選択されたカテゴリに属する商品群のみを画面上に即座に表示することが可能である。これによって、ユーザは無数に存在する商品の中から自分の興味にあった商品群のみを抽出し、その中から商品選びを行うことができる。

情報フィルタリングは、現実世界でも必要となる状況が存在する。実店舗での商品選択や、学校の講義の課題選択などにおいて、選択肢の数が増えると、選択作業中のユーザの意思決定に対するモチベーションは下がり、購買においては、商品を購入する割合が減少することが知られている [9]. Iyenger は、この問題を解決する 1 つの方法として、選択肢の中から所望の属性にあった選択肢のみを意思決定の対象とすることを述べており [10], これは、情報フィルタリングによって実現可能であると考えられる。実店舗では、カテゴリに基づく情報フィルタリングと同様の役割を担うものとして陳列棚と棚札が考えられるが、陳列棚と棚札によって 1 度に表現可能なカテゴリの数は物理的に限界があり、多様なユーザの嗜好に合わせた商品群の抽出は困難である。

筆者らは、現実世界として実店舗、仮想世界として EC サイトをとりあげ、図 1 のように、実店舗の商品に対して、EC サイト特有の概念である商品のフィルタリングを実現するために、ディスプレイが各商品に 1 対 1 対応で設置された環境である商品とディスプレイの混在環境を想定した商品選択支援方法を提案している [11].

商品とディスプレイの混在環境では、ユーザが商品を手にとる状況において、商品に誘目することができない領

域である誘目不可能領域が存在する。誘目不可能領域に、フィルタリングによって抽出された商品が位置していた場合、ユーザはフィルタリングによって抽出された商品を知ることができない可能性がある。

本論文では、商品とディスプレイの混在環境を想定した商品選択支援において、誘目不可能領域に位置するサインに対してユーザを誘目させることを可能とするためのサイン誘目手法を提案し、サイン誘目手法の実現に必要な誘目可能領域を明らかにするために実施した実験の結果について述べる。

2. 関連研究

実店舗におけるユーザ支援に関する研究はこれまでに数多く取り組まれており、商品推薦、商品情報収集支援、ユーザ間情報共有などについての手法やシステムが提案されてきた。

商品推薦としては、携帯端末を用いた商品推薦システムや、ユーザの店内の位置、行動、視線、商品の位置などからユーザの興味を推定し、商品を推薦する手法およびシステムが提案されている [12], [13], [14], [15].

商品情報収集支援としては、ユーザの商品に向けた指差し行為を深度センサにより検出し、指差しされた商品の詳細情報をディスプレイに提示するシステムや、スーパーにおいてショッピングカートに設置されたバーコードリーダーにより食料品を認識し、ユーザに食料品のフードマイレージを提示するシステムや、カメラによって認識した商品の情報をプロジェクタによりユーザ近傍に提示するシステムなどが提案されている [16], [17], [18]. また、NFC を搭載した Token と呼ばれる端末を商品ごとに店内に設置し、ユーザは Token を自由に手に取り、専用の KIOSK 端末に載せることで商品の詳細情報を閲覧する新しい店内での情報収集手法も検討されている [19].

ユーザ間情報共有としては、ユーザの移動や停留をカメラにより検知し、蓄積したユーザの移動および停留の情報を店内に設置されたディスプレイを用いて色の濃度によって可視化してユーザの興味を共有するシステムや、店内で、ユーザが携帯端末により商品のバーコードを読み取り、入力した商品に対する評価を、ユーザ同士で共有することが可能なアプリケーションなどが提案されている [7], [20]. また、拡張現実感により、商品の購入者数、年齢、購入者の評価を可視化し購買を支援する手法についても検討されている [21].

以上の研究では、実店舗の商品に対してフィルタリングを行い商品選択を支援する方法については検討されておらず、誘目可能領域が課題として議論されることはなかった。

3. 商品とディスプレイの混在環境における商品選択支援方法

実店舗の商品に対してフィルタリングを行うための環境である商品とディスプレイの混在環境と、フィルタリングによる商品選択支援の具体的な方法について述べる。

Mazza の情報フィルタリングの定義を基に、実店舗の商品に対するフィルタリング実現の条件を以下の2つとする [22].

- 必要なカテゴリに属さない商品を視覚的に取り除く、もしくはそれに準ずる行為を行う。
- フィルタリングのためのカテゴリを自由に追加、削除することができる。

実店舗の商品に対して上記の項目を実現することでフィルタリングを可能とし、これによってユーザの商品選択支援を行う。

これまでの商品選択支援サービスは、実店舗や EC サイトを利用するユーザ全員に対して利用する権利が付与されてきた。たとえば、実店舗では KIOSK 端末による商品の検索などがある。筆者らが取り組んでいる、商品とディスプレイの混在環境を想定した商品選択支援方法も、これまでの商品選択支援サービスと同じく、ユーザ全員に対して利用する権利が付与されるサービス形態を念頭に置いた環境構築と手法の確立を目指している。そこで商品選択支援を実現するうえで以下の要求条件が生じる。

- 実店舗内のユーザ全員に対して利用する権利が付与される。
- また、商品選択支援を行うことによって、ユーザの商品選択行動もしくはその一部が阻害されると購買の機会損失につながる可能性がある。そこで、商品選択支援を実現するうえで以下の条件も満たす必要がある。
- 実店舗内のユーザの商品選択行動および購買行動を阻害しない。

本論文では、実店舗の商品に対するフィルタリング実現のための条件を満たし、ユーザ全員に対して利用する権利が付与されるサービス形態を可能とし、さらに実店舗内のユーザの商品選択行動および購買行動を阻害しない環境として商品とディスプレイの混在環境を想定し、商品選択支援を行うものとする。

3.1 商品とディスプレイの混在環境

実店舗の商品に対するフィルタリングを実現する方法としてユーザがモバイル型情報提示デバイスやウェアラブル型情報提示デバイスを装備する方法と、環境側に装置を配置する方法が考えられる。

モバイル型情報提示デバイスには、情報提示時に、ユーザの手を塞ぐという欠点が存在する。ユーザの手を塞ぐことは、商品を手にとるという購買に重要な行動 [8] を阻害

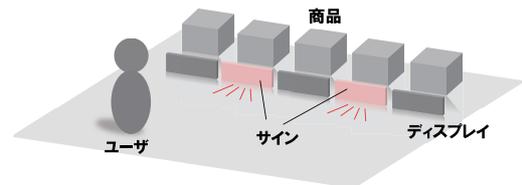


図 2 商品とディスプレイの混在環境

Fig. 2 Mixed environment of goods and displays.

することになるため、この点において、実店舗における情報フィルタリングにはモバイル型情報提示デバイスは不向きと考えられる。また、端末をかざす動作はユーザにとって手間となることが指摘されている [23].

ウェアラブル型情報提示デバイスの場合、ユーザの手を塞ぐことや、端末を対象物にかざす手間などのモバイルインタフェースの問題は解決されると考えられるが、ウェアラブル型情報提示デバイスを利用するか否かはユーザ個人の判断に依存することになり、本研究の商品選択支援の実現の条件の1つである実店舗内のユーザ全員に対する商品選択支援を利用する権利の付与を満たしていない。

環境側に装置を配置する方法としては、ディスプレイやプロジェクタを用いる方法が考えられるが、プロジェクタは環境光の影響を受けやすいという課題があり、ディスプレイを用いた方法が本研究における商品選択支援に適していると考えられる。ディスプレイを用いる場合は、フィルタリングの結果として商品自体の表示、非表示を切り替えることは物理的に不可能であるため、それに準ずる色や形などの情報を各商品に対して提示することが必要となる。本論文では、表示および非表示に準じて、実店舗の商品を強調するための色や形などの情報をサインと呼ぶこととする。各商品に対してサインを提示するためには、サインを表示するためのディスプレイが各商品に対応して設置された環境が必要である。本研究では、図 2 のように、サインを表示するためのディスプレイが各商品に対応して設置された環境を、商品とディスプレイの混在環境と呼ぶ。商品とディスプレイの混在環境は、現在の実店舗においても存在している。各商品の価格を表示する電子棚札や、商品の広告映像を提示する電子 POP などである。近年、ディスプレイの小型化と低価格化が進んだことで、実店舗内で電子 POP や電子棚札が広く利用されるようになってきた。現在では、電子棚札が設置されている店舗では各商品につき 1 枚の電子棚札が設置されているが、電子棚札は複数種類の色や形を提示することはできない。また、電子 POP は電子棚札に比べて多様な情報を提示可能だが、いまだ各商品に設置されるほどの普及には至っていない。しかし、最近では、フレキシブルディスプレイなどの研究がさかに行われており [24]、今後、実用化されると、安価でより多様な情報を提示可能な電子 POP や電子棚札の普及が進んでいくものと考えられる。

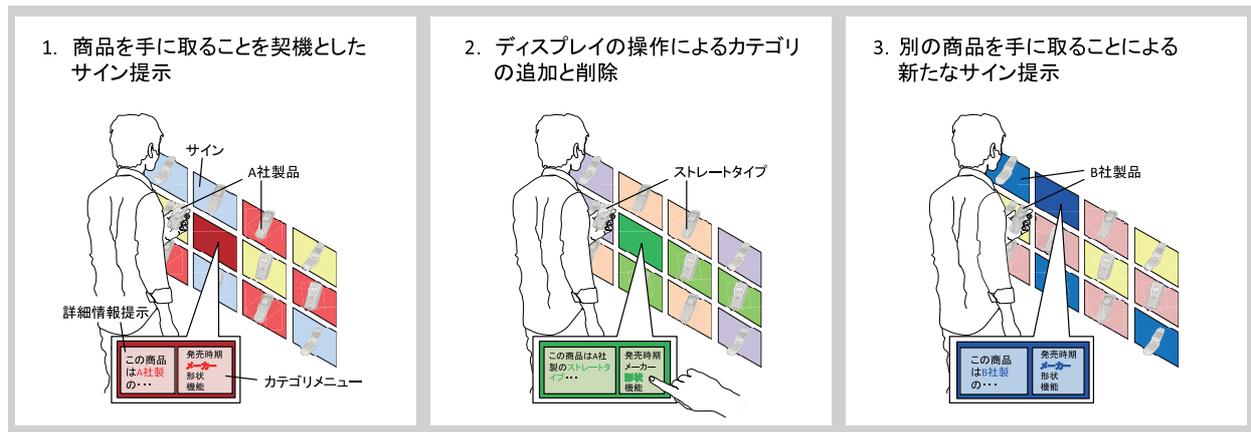


図 3 商品選択支援方法

Fig. 3 Technique of customer decision support.

本研究では、各商品に対して多様な色や形などが提示可能であり、通信機能を備えたディスプレイによる商品とディスプレイの混在環境を想定する。

3.2 商品選択支援方法

混在環境における商品選択支援方法を図 3 に示す。本手法では、各商品と対応したディスプレイに色や形などによるサインを表示させることによって、各商品がユーザによって選択されたカテゴリに属しているかどうかを表現することとする。このサインの集合によって商品群が表現される。サインを提示するトリガとしては、商品を手にする動作を利用する。本手法における商品選択支援の基本的な手順は、Shneiderman が定めた、情報可視化システムを設計するガイドラインを参考にし [22]、はじめにユーザはオーバビューとして陳列棚を眺め、次にフィルタリングにより商品を絞り込み、最後に詳細情報を閲覧することとした。ユーザが商品を選ぶ手順の詳細を以下に示す。本論文では、カテゴリをさらに大カテゴリと小カテゴリに分類する。携帯電話を例にあげると、大カテゴリとは、形状やメーカーやカラーなどの大きな分類を表し、小カテゴリは形状におけるストレート型やスライド型、折り畳み型などのより細かい分類を意味する。

- (1) 商品を手にとると、色などのサインが各ディスプレイに提示され、特定の大カテゴリにおける各商品の属する小カテゴリが表現される。サインの集合で商品群が表現される。商品を手にとることによって、フィルタリングと詳細情報提示が同時に行われる。
- (2) 商品を手にとった後、ディスプレイに表示された大カテゴリのリストであるカテゴリメニューを操作することで新たな大カテゴリの追加、選択されている大カテゴリの解除が行われる。大カテゴリの追加を行ったときには、すでに選択されている大カテゴリにおける手にとられた商品と共通の小カテゴリに属する商品群を

対象として、新たに追加された大カテゴリに対するサイン提示が行われる。

- (3) 商品を手にとった後、別の商品を手にとることによって強調される小カテゴリが変更される。

ディスプレイに表示されたカテゴリメニューから選択する行為か、新たな商品を手にとる行為を繰り返しながら、好きな大カテゴリで商品群を抽出することで、ユーザは購入したい商品を決定することができる。上記の手順を可能とするための動作として以下の 3 つを設定した。ここで、コンテンツとは、ディスプレイにサインとして表示される画像や動画のことである。

- (a) ユーザが商品を手にとることをトリガにして、陳列棚上のディスプレイのコンテンツを変更する。
- (b) ユーザが手にとった商品のディスプレイへの入力により、陳列棚上のディスプレイのコンテンツを変更する。
- (c) 新たに別の商品を手にとることで、陳列棚上のディスプレイのコンテンツを変更する。

3.2.1 サイン提示の契機

本研究の商品選択支援方法では、商品を手にとる動作をサイン提示の契機としているが、商品を手にとる動作は、ユーザの情報端末のリテラシに依存せず、持ち上げることが可能な商品に対しては、ユーザが実店舗で商品を購入するまでにほぼ必ず行う動作であるため、ユーザは商品選択支援を自然に利用することができると考えられる。また、ユーザが、サインによって抽出された商品群が、自分の興味に合わせて提示されたものであることを理解するためには、自らの動作と同期したサインの提示が必要であるが、この点においても商品を手にとる動作は、サインの提示の契機として適しているといえる。

3.2.2 対象物の強調

これまで述べたとおり、商品自体の表示、非表示を物理的に切り替えることは不可能であるため、代わりに実店

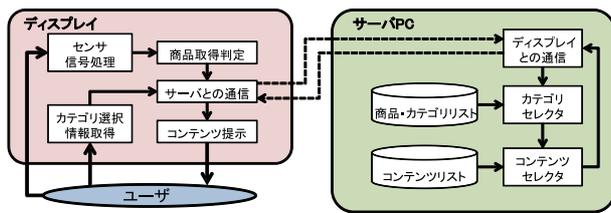


図 4 機能構成

Fig. 4 Module arrangement.

舗の商品を強調するためのサインを用いることで情報フィルタリング結果を表現する。実店舗の商品を強調するためのサインの要素として色、形、空間位置があげられる。これらはどれも人間の前注意処理によって識別される視覚特性で、前注意属性と呼ばれる [22]。前注意属性は、意識的な注意を必要とせずただちに知覚されるという特性から、情報可視化において、あるデータ群の中から一部のデータ群を視覚的に抽出することに役立てられており、前注意属性を制御することで実店舗の商品の強調を行うことができると考えられる。前注意属性としては前述した3つのほかに動きもあるが、動きは前注意属性の中で、ユーザの注意を引く最も効果的な手段といわれており [22]、後述する誘目不可能領域に位置するサインに対するサイン誘目手法に用いるため、対象物の強調のための要素としての検討からは除外する。色、形、空間位置の中ではカテゴリを表すものとして色と形が適していることが報告されている [22]。事前に行った、色などで表現された同じ小カテゴリに属する商品の画像をできるだけ早くクリックし、作業完了までの時間を計測する予備実験では、色の条件における作業完了時間が、残りの2つの要素に比べて有意に短かったことから、本研究ではサインのプリミティブな形態として色を用いることとした。

3.3 機能構成

前述した、商品選択支援を可能とするためのシステムに必要な3つの動作 (a), (b), (c) を実現するための機能の構成を図 4 に示す。

まず、動作 (a), (c) について示す。ディスプレイは、センサの信号を処理し、商品が手に取られたかどうかの判定を行う。商品が手に取られたと判定された場合には、ネットワークを介して、ディスプレイが所有する商品 ID をサーバ PC に通知する。商品 ID を受け取ったサーバ PC では、カテゴリセクタが、受け取った商品 ID と商品・カテゴリリストを基に、商品 ID 群抽出のための大カテゴリを決定し、その大カテゴリにおける各小カテゴリに属する商品 ID 群を抽出する。カテゴリセクタが大カテゴリを決定する方法としては、以下の2つが考えられる。

- 店側が事前に指定した大カテゴリが選択される。
- ユーザの大カテゴリの選択ログを収集しておき、最も

ユーザの選択頻度の高い大カテゴリが選択される。

手に取られた商品の商品 ID と、関連商品群（小カテゴリが一致した商品）の商品 ID とは区別された形で、カテゴリセクタからコンテンツセクタへ渡される。コンテンツセクタは、各商品 ID に対してコンテンツを割り当て、商品 ID が一致するディスプレイへ割り当てたコンテンツを配信する。コンテンツリストには、ユーザ注目商品用コンテンツと、関連商品用コンテンツと、その他の商品用コンテンツが保存されている。コンテンツセクタによる商品 ID へのコンテンツの割当てとしては、ユーザが手に取った商品の商品 ID には、ユーザ注目商品用コンテンツを、関連商品の商品 ID には関連商品用コンテンツを、残りの商品 ID には、小カテゴリごとに違う種類のその他の商品用コンテンツが割り当てられることとする。

次に動作 (b) について示す。ユーザが手に取った商品のディスプレイに表示されるコンテンツには、大カテゴリ内の小カテゴリを識別するためのサインとしての表現に加えて、手に取った商品が持つカテゴリメニューも含まれる。ユーザがディスプレイ（タッチパネルなど）に表示されたカテゴリメニューから好きな大カテゴリを選択すると、カテゴリ選択情報取得機能が、選択された大カテゴリ名を取得し、サーバ PC 側へ通知する。サーバ PC は、カテゴリセクタにより、受け取った大カテゴリ内の小カテゴリに属する商品群を抽出する。その後のプロセスは動作 (a), (c) のときと同様である。

4. 誘目不可能領域へのサイン提示

提案手法において、複数的大カテゴリが選択されると、サインが表示されるディスプレイと表示されないディスプレイの両方が存在する状態になる。ここで、ユーザがある商品を手に取っている状態において、周辺のディスプレイのサインに対して誘目することが可能な領域を誘目可能領域、それ以外を誘目不可能領域と呼ぶこととする。商品選択時のユーザの誘目可能領域と誘目不可能領域を図 5 に示す。商品を手に取るときは、ユーザは商品とディスプレイに接近するため、誘目可能領域は狭まる。このとき、誘目可能領域外のディスプレイにのみサインが提示され、誘目可能領域内のディスプレイにはサインが表示されなかった場合、ユーザは、商品を手に取ったタイミングではサインに誘目されないことになる。筆者らの提案する商品選択支援において、ユーザが、商品を手に取る動作によってサインが提示されることを知らないことを前提とすると、商品を手に取ったタイミングでユーザをサインに誘目させることができない場合、サインによって抽出された商品群のサインが自分に対するものであるとユーザが認識することは困難となる。従来のデスクトップ環境や、屋外でのデジタルサイネージを利用している状況においては、人の誘目可能領域外に情報が提示される状況は特殊であり、誘目不



図 5 誘目可能領域と誘目不可能領域

Fig. 5 Region that users can/can't pay attention to signs.

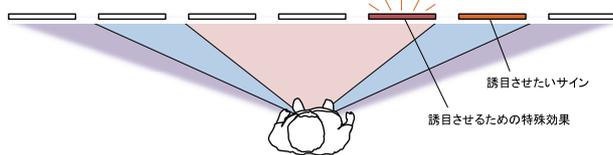


図 6 姿勢の変化によって視認可能な領域に対するサイン誘目手法
Fig. 6 Proposed technique: encourages users to turn their head to pay attention to signs in regions outside of direct peripheral vision.

可能領域へのサイン提示に関する問題は、商品とディスプレイの混在環境特有の問題といえる。

サインによって抽出されたすべての商品を見逃すことなく、ユーザが商品選択を行うためには、誘目不可能領域にあるサインにユーザを誘目させる必要がある。この誘目のための手法をサイン誘目手法と呼ぶことにする。サイン誘目手法を実現するためには、ユーザを強く誘目させるための特殊効果を付加する必要がある。特殊効果としては動きや点滅が考えられる。動きや点滅は前注意属性の中で最も効果が大きい属性であり、HMDにおける情報提示においても、ユーザがあるところを注視している状態で、その周辺に点滅などの特殊効果を付加することで周辺に誘目させることができるといわれている [25]。そこで、本研究では、サイン誘目手法で用いる特殊効果として点滅を用いることとした。サイン誘目手法を考えるうえで、誘目不可能領域は以下の2つに分類することができる (図 5)。

- (1) ユーザの顔の向きや姿勢の変化によって商品およびサインが視認可能な領域
- (2) 商品およびサインを視認するためにはユーザの移動が必要な領域

特殊効果は、ユーザが視認できる範囲、つまり誘目可能領域内のディスプレイに提示しなければならない。(1)については、誘目可能領域の中で誘目させたいディスプレイの近傍に位置するディスプレイを点滅させることで、誘目させたいディスプレイの位置する方向とおおまかな位置をユーザに認知させることができる (図 6)。(2)については、誘目可能領域内のどこを点滅させても誘目させたいディスプレイの位置をユーザに知らせることは難しいと思われる。そこで、ユーザが手に取った商品が位置するディスプレイに地図などを表示することによって誘目させたいディスプレイの位置を知らせることとする (図 7)。(1)と

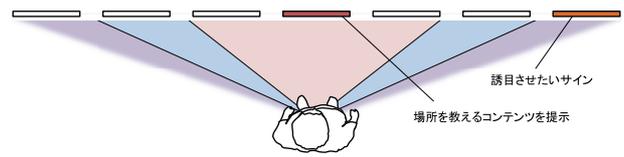


図 7 視認には移動が必要な領域に対するサイン誘目手法

Fig. 7 Proposed technique: encourages users to pay observe signs by walking towards them.

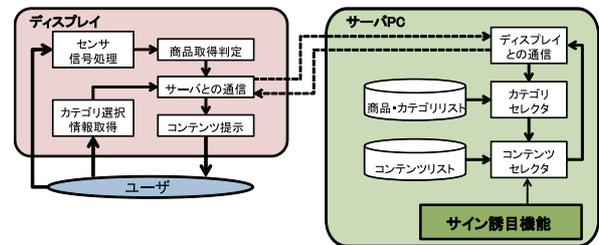


図 8 サイン誘目機能の追加

Fig. 8 Addition of attention holding function.

(2)の違いは、ユーザの位置から物理的にサインが視認可能かどうかである。(1)と(2)の領域の境界を決定する要因の1つとしてディスプレイの視野角があげられる。

サイン誘目手法を実装するサイン誘目機能は、図 8 のように、コンテンツセクタに付加される。コンテンツセクタがコンテンツリストから、各ディスプレイで提示するコンテンツを設定する際に、各ディスプレイが誘目可能領域に位置しているか否かを判定し、誘目可能領域外と判定された際にはサイン誘目機能を発動させる。

5. 誘目可能領域明確化の実験

実店舗での商品選択時のユーザの動作に合わせて適切にサイン誘目手法を用いるためには、ユーザが、手に取った商品のディスプレイに注意を向けたときの誘目可能領域に対して以下の項目が明らかになる必要がある。

- ゴールデンゾーン内における誘目可能領域の分布
- 商品を手に取る垂直方向の位置が誘目可能領域に与える影響
- 商品を手に取る腕が誘目可能領域に与える影響

ここで、ゴールデンゾーンとは、実店舗の陳列棚においてユーザが最も商品に手を伸ばしやすくとされる領域 [26] である。上記の項目を明らかにするために、本論文では、実験装置においてユーザが商品を手に取る際の誘目可能領域と誘目不可能領域の境界を明らかにする実験を行った。

5.1 作業仮説

本実験では、ユーザが商品を手に取る際の誘目可能領域に対して、以下の作業仮説を立てた。

- ゴールデンゾーン内であっても、誘目不可能領域が存在する。
- 手に取る商品の垂直方向の位置によって姿勢が変化する。

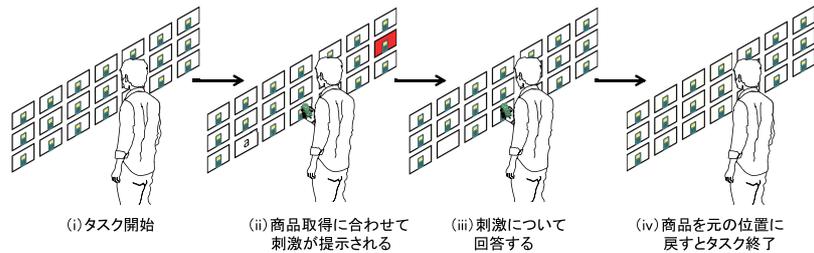
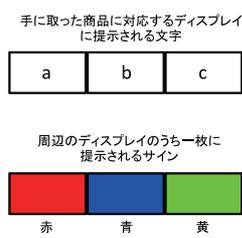


図 13 提示刺激および実験手順
Fig. 13 Stimulus and procedure.

0.87	0.97	1.00	-	1.00	1.00	0.75	0.61	0.89	0.97	0.97	0.97	0.84	0.57	0.15	0.41	0.44	0.49	0.37	0.24	0.05
0.72	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.67	0.77	1.00	1.00	-	1.00	1.00	0.86	0.53	0.84	1.00	1.00	0.97	0.76	0.55
0.55	0.82	0.97	0.94	0.92	0.92	0.55	0.84	1.00	0.92	1.00	1.00	0.97	0.79	0.74	1.00	1.00	-	0.97	1.00	0.79
上段							中段							下段						

図 14 実験結果
Fig. 14 Results.

示が終了したら、被験者は、表示されていた文字と、サインの提示位置を口頭で回答する。

(iv) 回答後、被験者は、商品を元の場所に戻す。

商品を手に取ったディスプレイに表示される文字は、a, b, c の 3 種類で、生起確率は等しくランダムに提示された。周辺のディスプレイに提示されるサインは赤 (R:255, G:0, B:0)、緑 (R:0, G:255, B:0)、青 (R:0, G:0, B:255) の 3 種類であり、全実験課題に対して各ディスプレイにおいて生起確率が等しくランダムに提示された。本実験では、被験者が商品を手に取ったときに表示される文字に注意を向けたときの誘目可能領域を調べることが目的であるため、被験者が、手に取った商品に対応するディスプレイに表示される文字に注意を向けた後に、周辺に注意を移動させたことによってサインを検出するという事象を発生させないようにする必要がある。そこで、人が注意を移動させるまでにかかるとされる 500 ms [27] を下回り、さらに、被験者が文字とサインを認知する時間を確保するため、サインの提示時間を 450 ms とした。実験タスクは各被験者に対して 2 セットあり、1 セット内に、3 つの実験条件に対する実験タスクが含まれていた。1 つの実験条件につき 27 回、上記の実験タスクを繰り返し行うものとした。27 回の実験タスクのうち、20 回は、手に取られる商品に対応したディスプレイ以外の全ディスプレイに 1 回ずつランダムにサインが提示された。残りの 7 回は、文字のみ表示され、サインは提示されなかった。これは、被験者が、必ずサインが提示されるという思いこみを防ぐためである。なお、被験者には、サインが提示されないことがあるという事実のみが伝えられ、サインが提示されない回数については伝えられなかった。各被験者はセット間で十分な休憩をとった。被験者が文字について誤答した場合には、注意の移動が正しく

行われなかったものと判断し、実験結果から除外した。

5.5 結果

サインが提示され、被験者がサインの提示位置を正しく回答した場合を正答とし、サインの提示位置を不正確に回答した場合や、「サインは提示されなかった」もしくは「サインに気づかなかった」と回答した場合を誤答とした。これは、サインが提示されていない場合にも、被験者が、「サインが提示された」と回答する結果が数回得られたことから、サインの提示の有無のみの判断だと、被験者の誘目可能領域を正確に計測することができないと考えられるためである。各ディスプレイにおける正答率を算出した表を図 14 に示す。各セルに書かれた数字は、各ディスプレイにおける正答数をサイン提示総数で割り、正規化したものである。有効データにおいて、各ディスプレイのサインの提示総数すべてに対して「サインが提示された」と回答されたディスプレイの位置を、誘目可能領域と定義し、各実験条件の各ディスプレイの正答率と、誘目可能領域における正答率 1 に差があるか否かについて、Fisher の正確確率検定を用いて多重比較を行った。危険率の補正としては Bonferroni 補正法を用いた。図 14 のアスタリスク 1 つが付いたものは、有意水準 5% で、サインに誘目不可能領域であることを意味しており、アスタリスク 2 つが付いたものは有意水準 1% を満たすものである。

まず、予備実験において、被験者が商品を手に取る列から左右に 4 列以上離れた場所は誘目不可能領域であった。本実験では、図 14 のように、上段の条件では左右両端の中段および下段、中段の条件では左右両端の上段、下段の条件では上段すべてと左右両端の中段が誘目不可能領域であった。また、全実験条件において左右対称に誘目可能領

域が分布しているという結果となった。

5.6 実験結果に対する考察

予備実験の結果から、全実験条件において、商品を手にする列から左右4列目以降が、有意に、サインに誘目不可能な位置であった。この結果と実験環境から算出すると、手に取った商品の位置から陳列棚に向かって左右に、眼球のレンズ中心から光学中心の延長線上に対して50度程度までの範囲が、商品を手にするユーザにとっての水平方向の誘目可能領域であると考えられる。ここで、ディスプレイの視野角である左右160度を用いて、視認にはユーザの移動が必要となる誘目不可能領域を算出すると、眼球のレンズ中心から光学中心の延長線上に対して70度以上の領域となる。よって、眼球のレンズ中心から光学中心の延長線上に対して50度以上70度未満が、ユーザの顔の向きや姿勢の変化によって商品およびサインを視認可能な誘目不可能領域となる。

次に垂直方向の見え方について考察する。下段の条件では、商品を手にする位置からの水平方向の距離にかかわらず、上段すべてが誘目不可能位置であった。この結果は、ゴールデンゾーン内であっても誘目不可能位置が存在し、誘目可能領域の分布は上中下段で異なるという仮説を支持するものといえる。

本実験では、3つの実験条件すべてにおいて誘目可能領域が左右対称に分布する結果となり、商品を手にする腕による誘目可能領域への影響は見られなかった。確認のため、左手で商品を取る実験も行ったが、誘目可能領域の顕著な左右差は観察されなかった。以上のことから商品を手にする腕によるオクルージョンは生じず、商品を手にする姿勢による左右方向の誘目可能領域の偏りはないものと考えられる。しかし、アンケート結果では、左右の見やすさの違いについて言及した8人の被験者のうち7人が「左側の方が見やすい」と回答した。このことから、右手で商品を取る際に身体の向きが左側に傾くことで誘目のしやすさの左右差が主観的には存在すると考えられる。

手に取る商品が陳列されている段から3段以上垂直方向に離れた段に対する誘目可能領域については本実験では明らかにはならなかった。実店舗の陳列において、ゴールデンゾーン以外の領域を利用することはまれであると考えられるが、必要が生じた場合には追加の実験が必要である。

6. 考察

本実験において、上中下段で誘目可能領域が異なる結果となったことから、ユーザが手に取る商品の垂直方向の陳列位置を考慮してサイン誘目手法を適用する必要があると考えられる。また、商品を手にとるときの腕によるオクルージョンは存在しないことが示唆され、商品を手にとるときの姿勢の変化による誘目可能領域の左右差は観察され

なかった。このことから、ユーザが商品を手にとるときのユーザの正確な姿勢を計測しなくてもユーザの誘目可能領域を推定することが可能であると考えられる。

以上のことから、ユーザが手に取る商品が陳列されている位置が検出できれば、ユーザの誘目可能領域を推定することが可能であり、サイン誘目手法を適切に適用することができると考えられる。

今回は、大手携帯電話会社の店舗の陳列を参考に、誘目可能領域の計測の分解能を縦横30cmとしたが、これは携帯電話会社の店舗以外にも、大手スポーツ量販店におけるサッカースパイクの陳列などでも同様である。しかし、陳列棚の段数、陳列スペースの大きさは店舗によって異なることが予想される。今回の調査における粒度と異なる陳列スペースに対しては、本実験結果を適用先の陳列スペースに重畳させ、本実験結果における誘目可能領域が含まれる領域はすべて適用先の陳列スペースにおける誘目可能領域と定義するなどすることで、適用先の陳列スペースに合わせた誘目可能領域の算出が可能である。しかし、適用先の陳列スペースにおける、本実験結果の誘目可能領域と誘目不可能領域の両方を含むスペースに関しては、誘目可能か否かについては正確には再度実験を行う必要があると考えられる。

7. まとめ

本論文では、商品とディスプレイの混在環境を想定した商品選択支援において、誘目不可能領域へのサイン提示を可能とするためのサイン誘目手法を提案し、サイン誘目手法の実現に必要な誘目可能領域を実験により明らかにした。今後は、サイン誘目手法の実装および評価と、商品選択支援方法の評価を行う予定である。

参考文献

- [1] Shneiderman, B.: *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA (1986).
- [2] 綾塚祐二, 松下伸行, 暦本純一: Gaze-Link: 実世界指向ユーザインタフェースにおける「見ているものに接続する」というメタファ<特集>次世代インタラクションのための情報技術, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1330-1337 (2001).
- [3] 椎尾一郎, 辻田 眸: 文鎮メタファを利用した小型情報機器向けインタフェース (インタフェースデザイン, <特集>インタラクション技術の原理と応用), 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, pp.1221-1228 (2007).
- [4] 築谷喬之, ガースシューメイカー, ケロログ S ブース, 高嶋和毅, 伊藤雄一, 北村喜文, 岸野文郎: 大画面壁面ディスプレイ上での影のメタファを利用したポインティング動作におけるフィッツの法則, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.4, pp.1495-1503 (2011).
- [5] 庄司裕子, 堀 浩一: オンラインショッピングシステムのインタフェースの向上へ向けて<特集>次世代インタラクションのための情報技術: 実購買行動の分析結果からの

示唆, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1387-1400 (2001).

[6] 神原啓介, 塚田浩二: XYzon: 商品の比較検討を支援する XY グラフ型検索, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, インタラクシオン 2011 論文集, pp.585-588 (2011).

[7] Reitberger, W., Obermair, C., Ploderer, B., Meschtscherjakov, A. and Tscheligi, M.: Enhancing the shopping experience with ambient displays: A field study in a retail store, *Proc. 2007 European Conference on Ambient Intelligence, AmI'07*, pp.314-331, Springer-Verlag (2007).

[8] Underhill, P.: *Why We Buy: The Science of Shopping—Updated and Revised for the Internet, the Global Consumer, and Beyond*, SIMON & SCHUSTER (2008).

[9] Iyengar, S.S. and Lepper, M.R.: When choice is demotivating: can one desire too much of a good thing?, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.79, No.6, pp.995-1006 (2000).

[10] シーナ・アイエンガー: 選択の科学, 文藝春秋 (2011).

[11] 横山正典, 木原民雄: 商品とディスプレイの混在環境における商品選択支援方法, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, DICOMO2012 論文集, pp.1869-1876 (2012).

[12] von Reischach, F., Guinard, D., Michahelles, F. and Fleisch, E.: A mobile product recommendation system interacting with tagged products, *Proc. 2009 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, PERCOM '09*, pp.1-6, IEEE Computer Society (2009).

[13] Lee, Y.E. and Benbasat, I.: Interaction design for mobile product recommendation agents: Supporting users' decisions in retail stores, *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, Vol.17, No.4, pp.17:1-17:32 (2010).

[14] 城所宏行, 亀井剛次, 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, 技術報告 8 (2011).

[15] 亀井剛次, 池田徹志, 塩見昌裕, 城所宏行, 内海 章, 篠沢一彦, 宮下敬宏, 萩田紀博: ユビキタスマーケットプラットフォームにおける店舗内外連携による顧客案内動作の実現, 技術報告 4 (2011).

[16] Wilson, A.D.: Using a depth camera as a touch sensor, *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, ITS '10*, pp.69-72, ACM (2010).

[17] Kalnikaitė, V., Rogers, Y., Bird, J., Villar, N., Bachour, K., Payne, S., Todd, P.M., Schöning, J. and Krüger, A.: How to nudge in Situ: Designing lambent devices to deliver salient information in supermarkets, *Proc. 13th International Conference on Ubiquitous Computing, UbiComp '11*, pp.11-20, ACM (2011).

[18] Pinhanez, C., Kjeldsen, R., Levas, A., Pingali, G., Podlaseck, M. and Sukaviriya, N.: Applications of steerable projector-camera systems, *Proc. IEEE International Workshop on Projector-Camera Systems at ICCV 2003*, IEEE Computer Society Press (2003).

[19] Wiethoff, A. and Broll, G.: SoloFind: Chains of interactions with a mobile retail experience system, *CHI Extended Abstracts*, pp.1303-1308, ACM (2011).

[20] Karpischek, S., Michahelles, F. and Fleisch, E.: my2cents: Enabling Research on Consumer-Product Interaction, *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.16, No.6, pp.613-622 (2012).

[21] 加茂浩之, 益子 宗, 岩淵志学, 田中二郎: 拡張現実感を用いて賑わいを可視化する購買支援システム, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, インタラクシオン 2011 論文集, pp.165-168 (2011).

[22] Mazza, R.: 情報を見える形にする技術: 情報可視化概

論, ボーンデジタル (2011).

[23] 島田哲朗, 樋口啓太, 暦本純一: ShootAR: ユーザ姿勢を考慮したモバイル AR のための操作スタイルの提案, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, インタラクシオン 2011 論文集, pp.91-98 (2011).

[24] 藤掛英夫: 次世代ディスプレイ: フレキシブルディスプレイを中心として, 映像情報メディア学会誌: 映像情報メディア = The Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers, Vol.65, No.9, pp.1287-1292 (2011).

[25] 石黒祥生, 暦本純一: Peripheral Vision Annotation: 拡張現実感環境のための視線計測による周辺視野領域情報提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.4, pp.1328-1337 (2012).

[26] 勝利新山: 売れる商品陳列マニュアル, 日本能率協会マネジメントセンター (2010).

[27] Shapiro, K.L., Raymond, J.E. and Arnell, K.M.: The attentional blink, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.1, No.8, pp.291-296 (1997).

推薦文

EC サイトの特有の概念であるカテゴリに基づく商品群抽出を, 電子 POP や電子棚札にサインを提示することにより, 提示する方法を実店舗に転用するというアイデアは興味深く, 高い新規性が認められる. また, 実空間上に適用する際の課題である, 誘目可能領域についても十分な実験を行っており, 正確性が高く, 実用性の面で高い貢献が認められる. よって, 本研究会からの推薦に値する.

(マルチメディア通信と分散処理研究会主査 勝本道哲)



横山 正典 (正会員)

2010年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士前期課程修了. 同年日本電信電話株式会社入社. ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事. 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2012)

シンポジウム優秀論文賞受賞等.



木原 民雄 (正会員)

1991年青山学院大学大学院理工学研究科経営工学専攻博士前期課程修了. 博士 (情報理工学). NTT サービスエボリューション研究所主幹研究員を経て, 現在, 昭和女子大学生活科学部環境デザイン学科教授. 情報デザインの研究に従事. 1997年山下記念研究賞受賞, Prix Ars Electronica 97 interactive Art 部門入選等.