

顧客状態に基づいたショップキャラクターの行動制御

長谷 将生† 森 博志† 白鳥 和人† 星野 准一‡

† ‡ 筑波大学大学院 システム情報工学研究科

‡ 科学技術振興事業団

あらまし 我々の研究室では、パブリック空間における顧客に対して能動的に興味喚起と商品の情報提示を行うショップキャラクターシステムを提案してきた。しかし、従来のシステムではショップキャラクターとユーザとの距離を考慮した行動制御を行っていなかったため、通行人などの遠距離のユーザに対してシステムを利用する近距離のユーザと同様にショップキャラクターが振舞ってしまう、距離が異なる複数のユーザが存在する場合に一貫した商品説明動作が行えないといった問題があった。そこで本稿では、人間同士の対話時における対話状況と距離の関係からユーザの顧客状態を3種類に分類し、カメラ画像から顧客状態を判別することで顧客状態に応じたショップキャラクターの行動を制御する。

Action Control of Shop Character Based on a Customer State

Masao HASE† Hiroshi MORI† Kazuhito SHIRATORI† Junichi HOSHINO‡

† ‡ Systems & Information Engineering, University of Tsukuba

‡ JST

Abstract We have proposed the shop character which evokes a customer's interest, and presents the article information in public space. However, the past system had the problems that it is not possible to behave similarly for the user in the short and long distance, and to correspond appropriately when two or more users with different distance exist because it doesn't consider the distance of the shop character and the user. Then, this paper describes the action control of the shop character according to the state of the customer by classifying user's state of customer from relation between conversation situation and distance of man into three kinds, and distinguishing from image of camera.

1. はじめに

表示と通信にデジタル技術を活用した広告媒体であるデジタルサイネージは、近年パブリック空間のさまざまな場所で活用例を見ることができる。しかしながら、静止画から動画へと従来のメディア形式を変換して提示しているに過ぎず、表現形態に対して従来メディアの延長に留まっていると言える。その原因の一つとして、人間観のコミュニケーションが伴う宣伝活動と比較して顧客の興味喚起手段に乏しいことが考えられる。

我々は従来から、顧客であるユーザに対して、能動的に興味喚起と情報提示を行うことができる、実世界アウェアネスを持つショップキャラクターシステムを従来から提案してきた[1]。このシステムでは、ショップキャラクターの視野画像を表すカメラ画像中でのユーザ

の存在やユーザの左右の立ち位置を取得し、視線移動によるアイコンタクトや発話等のユーザに対する振る舞いを制御している。

しかし、従来のシステムにおけるショップキャラクターの振る舞いはユーザとの距離を考慮しておらず、視野画像内に侵入した遠距離の人物に対して突然商品を紹介し始めるなど、ユーザがショップキャラクターの振る舞いに不自然さを感じるがあった。また、あるユーザに対して商品を説明している最中であっても、実行中のタスクを中断して後方から近づいてきたユーザや通行人に対して応対を始めてしまうという問題があった。

実際の人間同士のコミュニケーション頻度は相互距離に基づいて決定されているため、ショップキャラクターの振る舞いをより自然なものにするためにはユー

ザとの距離を考慮した行動制御を行う必要があると考えられる。

そこで本稿では、提案システムのユーザをショップキャラクタとの距離に基づいて顧客状態を分類し、カメラ画像からユーザ位置を取得する事で、顧客状態の判別を行い、顧客状態に応じたショップキャラクタの行動制御手法について述べる。

2. システム概要

我々が提案するショップキャラクタシステムは、ショッピングモールのような外乱の多数存在するパブリックな環境での利用を想定している。大画面ディスプレイに表示されたショップキャラクタがシステム上部に設置されたカメラから実世界の状況を認識してユーザである顧客に働きかけることで、街頭における実演販売や客寄せのように、ユーザに興味とショップキャラクタに対する存在感を感じて近づいてきてもらい、キャラクタによる実世界の状況やユーザの好みを考慮した商品の説明を受けることができる。

本システムは図1に示すように、ユーザ位置を考慮した立ち位置制御、ユーザの好みに応じた推薦商品の選択、実世界情報に基づく視線制御、といった主に3つの機能モジュールで構成されている。

視線制御は自然な視線移動動作を表現する協調視線モデルと注視点を決定するための注視選択モデルの二つのモデルを持つ。本稿では、従来の注視選択モデルにおいて、ショップキャラクタとユーザの距離を考慮した処理プロセスを加えた上で注視点を決定し、キャラクタの視線移動、発話等の振る舞いを制御する。

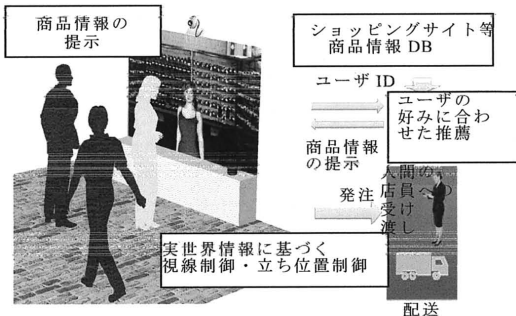


図1. システム概要

3. 顧客状態の分類

心理学、認知科学の分野では、従来から人同士の相互作用と距離についての多くの研究が行われている[2][3]。西出[2]は人同士が会話を行う際の距離が会話状況から以下のように5つの領域に分類できるものとしている。

- ・ 排他域—0.5m以下、会話などを行わない他人を入れたくない範囲
- ・ 会話域—0.5m～1.5m、日常の会話が行われる範囲
- ・ 近接域—1.5m～3m、しばらく会話をしないで居ると居心地が悪くなる範囲
- ・ 相互認識域—3m～20m、挨拶が発生する程度の範囲
- ・ 識別域—20m～50m、相手が知人であってもほとんどかわりあいにない範囲

このような人同士の空間的位置関係とコミュニケーションの関連性を擬人的なロボットに応用し、ロボットの振る舞いを制御することで人との自然な相互作用を行うことを目的とした研究も見られる[4][5]。そのため、ショップキャラクタがユーザに対して、より違和感を与えずに働きかけるためには、ユーザとの位置関係に応じた適切な振る舞いを行う必要がある。

本稿では先に述べた会話状況によって決定される5つの領域を基に、図2のように、カメラアングルを設定し、認識領域を3つに分割することで、IDを入力して近距離でショップキャラクタの説明を受ける顧客を説明対象者、中距離でシステムを見ている人を説明候補者、潜遠距離における一般通行人を潜在的顧客といった3つの顧客状態として判別する。

ただし、ショップキャラクタの立ち位置は表示されているスクリーンから0.5m程度後方であるとしており、図2中のdは仮想空間距離とスクリーンとユーザとの物理的距離の和を表している。

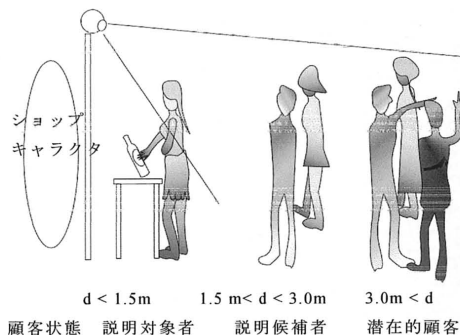


図2. 距離に基づくユーザの顧客状態の分類

4. 特徴マップにおける顧客状態の判別

人間は対話中に、対話者の手の動きや頭の動きなどの単位時間内の視覚的变化が大きい箇所に対して反射的に視線を向ける傾向がある。また、従来研究により、物体の重要度を表す指標である顕著度を視覚処理アルゴリズムを用いて求めることで、実際の人間の視

線移動を予測できることが示されている[6].

従来システムにおける注視選択モデルでは、実際の人間の生理的反応に基づいた行動の開始を表現するためにショップキャラクタの視野画像における視覚的特徴量を計算することで次の視線移動を行うための注視点を決定している。本稿では、この注視選択モデルを顧客状態に応じた各領域に適用することで、視覚的特徴マップを形成し、各領域における最も視覚的特徴量の大きい点を注視候補点として求める。

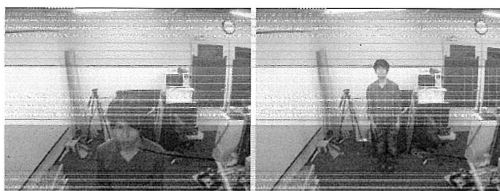


図 3. 視野画像における顧客状態の境界

はじめに、実際にスクリーンから 1.0m 離れたときと、2.5m 離れたユーザの顔の視野画像内での位置を測定しショップキャラクタの視野画像における顧客状態の境界を決定する。図 3 の下の領域は説明対象者、中央の領域は説明候補者、上の領域は潜在的顧客の領域を示している。ただし、対象となるユーザの身長は日本人の成人男性の 170 cm 程度としている。

次に各領域における視覚的特徴マップを作成する。視覚的特徴マップはキャラクタの視野画像上の色成分・方向成分・移動成分といった初期視覚過程において抽出される視覚的特徴の度合いを表すマップである。視野画像全体をガウシアンピラミッドにより縮小した後、平滑化を行い、それぞれの領域中の各点における色相 C_H 、彩度 C_S 、明度 C_V の値、また色相の方向成分 O_H 、彩度の方向成分 O_S 、明度の方向成分 O_V を計算し視覚的特徴量として計算する。方向成分は色相、彩度、明度をそれぞれ 0° 、 45° 、 90° 、 135° のガボールフィルタを用いて得られる最大値とした。また、カメラにより得られたフレーム画像 $fi(m,n)$ 、 $fi+1(m,n)$ 、 $\dots$ をグレースケールに変換し差分を求めることで動作領域を検出する。ユーザの頭の動きが検出されやすいようにするために、肌色成分 C_{skin} を抽出し、色成分が肌色に近いほど特徴量が大きくなるように重みづけを行う。これらの視覚的特徴成分を足し合わせることで得られる、各画素における視覚的特徴量 $V(m,n)$ を以下の式で表す。

$$V(m,n) = \sum_{i=H,S,V,D} (w_i \cdot C_i(m,n)) + \sum_{i=H,S,V} (w_i \cdot O_i(m,n)) + w_{skin} C_{skin}(m,n) \quad (1)$$

ある時刻における各顧客状態の領域内での最も重

要度が高い点を注視候補点とする。ただし、潜在的顧客領域は、スクリーンからの距離が 2.5m 以上離れており、肌色領域の抽出が困難であるため、肌色成分の重み w_{skin} の値を 0 として特徴マップを作成する。また、視野画像内に肌色の静止物体が注視候補点と選択されないようにするため、設定した閾値を越えた特徴量を持つ画素の面積が一定値を超えたときのみ、その顧客状態を決定する領域内にユーザが居るものと判断して注視候補点を選択し、ユーザが居ないと判断した場合はその領域内の注視候補点無しとする。

最後に、選択された各領域における注視候補点の中から、注視点を決定する。注視候補点が 1 つの場合はその時点で注視点として決定し、注視候補点が複数の場合は、最もショップキャラクタに近い領域の注視候補点を注視点とする。図 4 に視覚的特徴マップと選択された注視点を示す。視覚的特徴マップでは青色ほど特徴量が小さく、赤色に近づくほど特徴量が大きくなるものとして表示し、カメラ画像上の円を選択された注視点、白線は顧客状態を分類するための境界線を表している。このように注視点を決定することで、近距離のユーザを優先した一貫性のある振る舞いを行うことが可能になる。



図 4. 顧客領域毎に作成した視覚的特徴マップと注視点

5. 顧客状態に基づいた行動制御

視覚的特徴マップから得られた注視点を基に、表 1 のようにそれぞれの顧客状態に対してショップキャラクタの振る舞いを分類し制御することでユーザの顧客状態に適した振る舞いを行うことが期待できる。また、ユーザへの視線移動によるアイコンタクトや、説明する商品への視線移動を行うことによるユーザとの同注視により、説明行為に対するユーザの満足感を高めると考えられる。

顧客状態	ショップキャラクタの振る舞い
説明対象者	ユーザへの視線移動、説明する商品を注視、ユーザに ID を入力するように誘導、ユーザ毎に個別の商品の推薦・説明
説明候補者	ユーザへの視線移動、説明する商品を注視、挨拶、そのときのお勧めの商品などの不特定のユーザへの宣伝
潜在的顧客	ユーザに対する視線移動のみ

表 1. 顧客状態によるショップキャラクタの振る舞い

説明対象者、説明候補者に対しては、対人距離の関係から、ショップキャラクタが商品に関する説明や宣伝が行っていてもユーザにも受け入れやすいと考えられる。一方、潜在的顧客に対しては、ショップキャラクタとの距離が少なくとも 3.0m 以上離れており、ショップキャラクタによる応対は不自然に感じられると予想できるため、視線移動のみを行うだけで十分な応対であると考えることができる。

ただし、あらかじめカメラ画像中の四隅の座標に対応する CG キャラクタの視線方向の角度を設定し、カメラ画像中の注目点を四隅の座標から補間し求めることで CG キャラクタの視線角を求めた。

図 5 は潜在的顧客から説明候補者へと顧客状態が遷移したユーザに対するショップキャラクタの振る舞いを示している。潜在的顧客のときは視線移動しか行っていないが、移動により顧客状態が説明候補者に遷移すると説明動作を行い、顧客状態に応じて行動が分類されていることが分かる。

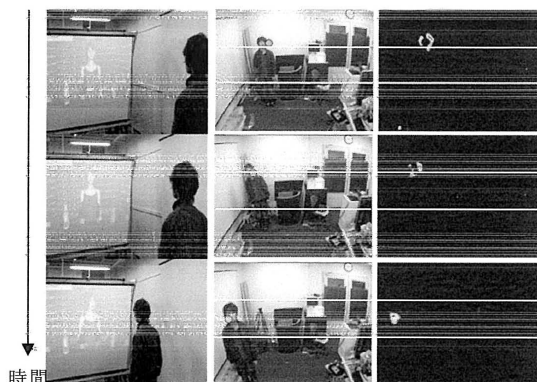


図 5. 顧客状態が遷移したときの振る舞い

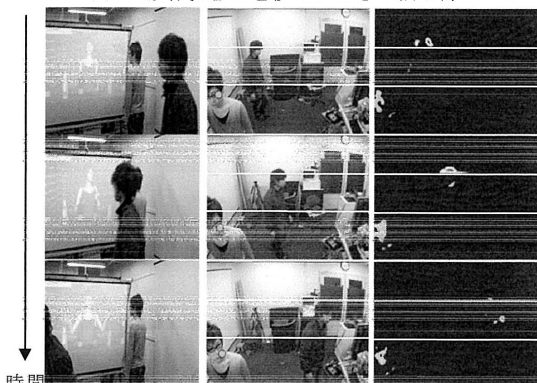


図 6.別のユーザが接近したときの安定した振る舞い

また、図 6 は説明対象者への説明動作を行っている最中に潜在的顧客が後方から近付いてくる様子を示しているが、説明対象者を優先して注視点を決定し、説明動作を行っていることから、近距離のユーザに対してロバストな行動制御ができていることが確認できる。

6. まとめ

本稿では、従来から我々が提案してきたパブリックショッピングにおいて顧客に能動的に注意喚起を行うショップキャラクタシステムにおいて、実際の対話時の人間同士の距離と会話状況の関係からユーザの顧客状態を分類した。顧客状態をもとにカメラの認識領域を 3 つに分け、各領域における注視候補点の選択し、それらの中から注視点を決定することでショップキャラクタの行動を制御する手法について述べた。本手法を用いることで、従来よりもユーザに対して自然な振る舞いを行えることが期待できる。

今後の課題として、ユーザの顧客状態に応じたショップキャラクタの振る舞いの変化がユーザの商品や説明に対する興味に与える影響について検証を行っていく必要がある。また、ショップキャラクタシステムは多くの人が行きかうパブリックな空間での利用を想定しているため、同じ顧客領域に複数のユーザがいる場合などのさまざまな状況が考えられるため、これらの状況を考慮したよりロバストな行動制御手法についても検討していきたい。

参考文献

- [1] 長谷将生,星野准一,“パブリックショッピングのためのバーチャルヒューマンシステム”,日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会論文集, pp.264-267,2008.
- [2] 西出和彦 (1985). 人と人との間の距離 (人間の心理・生態からの建築計画④ 建築と実務, 5, 95-99.
- [3] Hall, E. T., "The Hidden Dimension", Doubleday & Company, 1966. 邦訳: ホール, E. T. (日高 敏隆、佐藤信行 訳), "かくれた次元", みすず書房, 1970.
- [4] Nakauchi, Y. and Simmons, R.: A Social Robot that Stands in Line, Proc. of the IEEE/RSJ Intern. Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.357-364(2000)
- [5] Michael L. Walters et al.: The influence of subjects' personality traits on personal spatial zones in a human-robot interaction experiment. IEEE International Workshop on Robots and Human Interactive Communication, pp.347- 352(2005)
- [6] L. Itti, C. Koch, "Computational Modeling of Visual Attention", Nature Reviews Neuroscience, Vol. 2, No. 3, pp. 194-203, 2001.