

実環境知覚を持つショッピング支援キャラクタシステム

Virtual Shop Assistant System Working on Customer's Conditions in Real Environment

木暮勇人 森博志 星野准一

Abstract – The advertisement in shopping plays an important role for giving information to consumers. In recent years, digital signage has been attracting attention as one of the advertising forms replaced with a paper medium. However, we can not take full advantage of digital signage today. In this paper, I propose virtual shop assistant system working on customer's conditions as the use of digital signage. I made the functions which were a control operation of the clerk virtual eye contact, a behavior control based on the distance between the user, and an input by speech recognition. And I built a more effective advertising system attracting the user's attention and interest more.

1.はじめに

ショッピングにおける広告は、消費者に対して情報を伝えるための重要な役割を果たしている。近年では、紙媒体による広告だけでなくオンラインショッピングの普及やデジタルサイネージの活用など、宣伝手段には様々な変化が見られる。デジタルサイネージとは表示と通信にデジタル技術を活用した広告媒体であり、パブリック空間の様々な場所で活用例を見ることができる[1][2]。

しかしながら、現状ではほとんどのデジタルサイネージは単に動画を提示しているだけにすぎず、見る人の興味を十分に惹きつけているとは言えない。例として、動画の提示のみによる広告は、「呼び込み」や「客寄せ」などの人間同士のコミュニケーションが伴う宣伝活動と比較すると、顧客の注意や関心を喚起する機能として未だ不十分であると考えられる。そこで、デジタルサイネージを最大限活用し、より高い宣伝効果を得るための新たな技術が求められている。

人同士のコミュニケーションが伴う宣伝活動の特徴として、非言語的コミュニケーションを伴う説明での顧客の注意喚起の存在を挙げることができる。非言語的コミュニケーションとは、例えばアイコンタクトや表情、身体的な距離、ジェスチャなどのことである。その中でも、マーケティング分野において重要な要素になっているとされている「対象を定め情報伝達の用意があることを知らせるアイコンタクト」と「適切なコミュニケーションをとるための身体的距離」が注目されている[3][4]。

本論文では、より高い広告効果を持ったデジタルサイ

ネージの形態として、実店舗において人間のコミュニケーション心理に基づいて行動制御されたヴァーチャル店員が、商品の説明を行うシステムを提案する。

2.従来研究

ある店の店内など、雑音や通行人など外部からの影響が多く存在するパブリック空間に設置されたディスプレイに、広告や情報を提示するデジタルサイネージは、新たな広告媒体として普及が進んでいる。これは従来の広告と違い、内容を変えることが非常に容易であり、映像広告として注目が集まっている。

近年では、時間によって異なる動画を放映するような情報提示に留まらず、ユーザ情報を利用した利用法が提案されている。例えば次世代自販機 *acure*[5]は取得した、年代や性別などの顧客情報や、季節や時間帯といった情報から大型ディスプレイに商品情報を提示し、商品の推薦や需要の喚起を行うシステムになっており、商品の販売も含めた導入事例となっている。

人とのインタラクションを目的としたヴァーチャルヒューマン、アニメーション対話エージェントの初期研究では、実際の人間同士のコミュニケーションにおいて言葉以外の手段である非言語情報が互いの意思伝達における大きな役割を占めていることが知られている[6]。そして人間の非言語情報を再現することで、ユーザに対してより効率的に情報を伝達することを目的としている。移動しながら説明を行うエージェントとして提案されている *Cosmo*[7]は、仮想世界内に存在する情報をエージェントが移動しながら説明することで、エージェン

トの存在感を高めることを目指している。その他にも、店舗内において顧客の案内(宣伝ではなく)を行うエージェントシステムの研究もみられる[8]。

このようなアニメーション対話エージェントを説明コンテンツに用いたものにおいてはほとんどの場合、ユーザが既にコンテンツに注目し、自ら情報を得ようとする意思があることが前提にされており、ユーザをコンテンツに注目させるような部分を目的とはしていない。そのような研究の一例としては、オンラインショッピング等のEC(電子商取引)において、ユーザに則した商品を紹介したり[9]、実購買行動でのコミュニケーションを用いて購買意欲を向上させる研究などがみられる[10]。

そこで本研究では、これまであげた研究には無かった、コンテンツに気づいて関心を持ってもらうという段階に着目し、情報取得の準備が整う前の段階のユーザの注意や関心を促すプロセスを重視する。即ち提案システムでは、ヴァーチャル店員を情報提示インタフェースとし、実際の人間同士のコミュニケーションの要素に着目し、アイコンタクトと身体的距離に応じた接客行動を導入する。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[11][12]。このような接客行動により、いわゆる街頭における“実演販売”や“客寄せ”のように注意を喚起し、ユーザに関心を持たせて説明を聞きに来てもらうように能動的に誘導する点が本システムの特徴となっている。

3.システム概要

本システムは、ある店の店内などの外部からの影響が多く存在する環境において、大画面上に表示されたヴァーチャル店員が商品説明を行う。まず各種センサやマイクによってユーザの状態を把握し、実世界の状況を把握する。それを基に、一定距離内のユーザに対してヴァーチャル店員がユーザとの身体距離等の状態や行動に応じた接客行動を行い、能動的に注意喚起と商品情報の説明を行う。この流れを次頁の図2に示す。それにより、商品への購買意欲を高めるのが本システムの目的である。その手段として以下の章で記述する、アイコンタクト動作モデル・センサによるユーザ状態把握・音声認識・ユーザ状態による行動制御を用いて目的を実現する。マーケティングの分野では、顧客の購買プロセスを示すモデルとしてAIDAモデルが古くから知られている[13]。AIDAモデルは販売意思決定プロセスを購買者の心理的な側面から示したものであり、注意(Attention)、

関心(Interest)、欲望(Desire)の段階を経て行為(Action)として購買行動を行うものとしている。本システムは購買意思決定プロセスにおいて重要と考えられる顧客の注意、関心を向上させ、より高い宣伝効果を得ることを目的としている。そこでユーザの注意を引き付けるために実際の人間同士のコミュニケーション心理に着目し、アイコンタクトやユーザとの相互距離に応じたキャラクターの発話や動作制御をキャラクター構築手法として導入している。

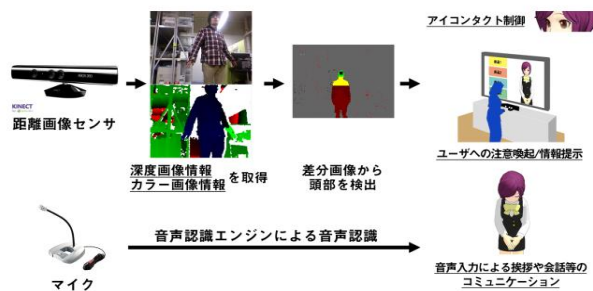


図1 処理の流れの図

4.アイコンタクト動作モデル

4.1.視線方向による分担比

第1章で述べたように、マーケティングの分野において、アイコンタクトは、顧客の注意喚起を行うにあたって重要な要素となっている。そこで本稿では、より実際の人間に近い視線移動動作をヴァーチャル店員に行わせる為のモデルを構築する。

人間は図2のように、胴体、頭部、眼球の回転を伴い視線を移動させるため、視線方向はこれらの回転の和によって近似できる[14][15]。まずはその3つの回転の比率を分担比として定義する。視線移動を行う際の胴体、頭部、眼球の回転角の実測データを考察すると、

- ・ $30^\circ \leq |V_x| \leq 130^\circ$, $20^\circ \leq |V_y|$ の場合は頭部のみ回転
- ・ $130^\circ \leq |V_x|$ の場合は、見やすい位置へ立ち位置を変更
- ・ $50^\circ \leq |V_x|$ の場合は胴体の回転を伴い、 $V=130^\circ$ では頭部と胴体の回転角はほぼ等しい

という傾向が見られた。 V_x , V_y は視線方向の水平角成分、垂直角成分を表す。

また、人間が静止目標を注視しながら頭部を回転させる場合、環境に対する頭部の回転と、目標を見続けるために生じる眼球の回転が生じる。そこで、視線移動を行う際の眼球動作と頭部動作の動的分担機構を実現するため、前庭動眼反射を考慮する[15]。前庭動眼反射とは、頭部が回転した場合に、眼球が反射的に頭部の回転方向と反対方向に動くという現象である。以下の(1)式により

前庭動眼反射を定義する.

$$\begin{bmatrix} \dot{E}_{pitch} \\ \dot{E}_{yaw} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{H}_{pitch} \\ \dot{H}_{yaw} \end{bmatrix} \quad (1)$$

これらの傾向をもとに、胴体、頭部、眼球の回転の分担比を DB, DH, DE とし以下の(2)式で定義する.

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_x + H_x + B_x \\ E_y + H_y + B_y \end{bmatrix} \quad (2)$$

ただし、 E_x, E_y を眼球、 H_x, H_y を頭部、 B_x, B_y を胴体の水平方向、垂直方向の回転角とする. 分担比は個人や年齢によって差が大きいので、本稿では重み $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1), \beta (0 \leq \beta \leq 1)$ により調整する.

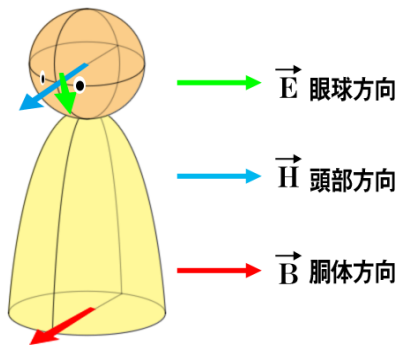


図2 アイコンタクト動作モデル

4.2.頭部・眼球・胴体の遷移モデル

図3は4.1で述べた $\alpha = \beta = 1.0, 50^\circ < |V_x| \leq 130^\circ$ において視線方向を変化させた時の、視線角度 $V(t)$ と眼球の回転 $E(t)$, 頭部の回転 $H(t)$, 胴体の回転 $B(t)$ の関係を示している. このモデルは以下の4ステップからなる.

[Step1]

眼球の角速度は頭部・胴体の角速度よりも非常に大きいため眼球が先に動き出し、サックード(急速眼球運動)後に眼球の回転角が眼球的限界角に到達する.

[Step2]

頭部が回転を始める. 頭部は分担比によって計算された角度になるまで回転し続け、眼球はしばらく最大角を保ち続ける.

[Step3]

頭部の重量は胴体の重さよりも軽いため、頭部の回転に遅れ胴体が回転を始める. 頭部の最大角度に達した後、または頭部の回転開始後に胴体の回転が発生し、分担比によって計算された角度になるまで回転し続ける.

[Step4]

眼球がしばらく最大角を保ち続けた後に、頭部の回転に伴って前庭動眼反射が発生し、眼球が頭部とは逆方向に回転し始める.

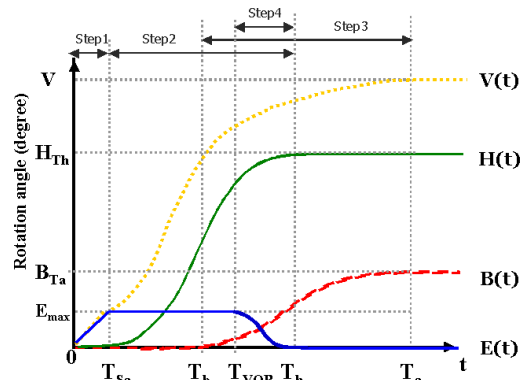


図3 眼球・頭部・胴体の回転の時間特性

ステップ2の頭部回転は、角速度をシグモイド状に変化しながら頭部を回転させることが分かっているため [16][17], 頭部の回転は角速度をシグモイド状に変化させることで行う. また、同様にステップ3の胴体の回転とステップ4の眼球の前庭動眼反射もシグモイド状に変化させる. ただし、図2中の E_{max} を眼球的限界角度、 V を最終的に到達する注意角度とし、 H_{Th}, B_{Ta} をそれぞれ分担比によって算出された頭部、胴体の角度とする. T_{Sa} はサックードに要する時間でありステップ1の所要時間を表す. T_b は胴体の回転が開始する時間、 T_{VOR} は眼球の前庭動眼反射が開始する時刻、 T_h は頭部の回転が終了する時刻とする. T_a は視線を向けるまでの所要時間を表す.

ここで構築したアイコンタクト動作モデルを用いて、アイコンタクト動作を行わせる際の3Dモデルがユーザ方向を向く、という動作を制御する.

5.センサによるユーザ状態把握

5.1.概要

本章では、センサによる実世界の把握について記述する. 本システムでは、ユーザの情報をより多くそして正確に取得するために、距離画像センサを用いる. 距離画像センサとは、画像としての色情報に加えて、各ピクセル毎の距離情報を取得出来るセンサである. 今回は安価で簡単に入手することが可能な距離画像センサとして、マイクロソフトの「Kinect センサ」を用いる. Kinect センサで取得したデータ(カラー及び深度情報)を表示したのが図4である. 深度によって違う色で表示している. 白色の部分は、遠すぎるもしくは近すぎる場合に Kinect センサで認識し切れない範囲である.

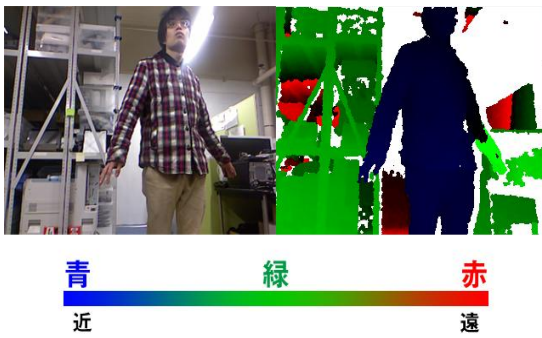


図4 深度画像

ユーザへのアイコンタクト動作を行う為に、ユーザの位置を把握する必要がある。そこで、ユーザの頭部の位置を検知し、それをユーザの位置とする。さらに、ユーザからの入力を受け取る一つの方法として、ユーザの指差しを検出し、それを用いる。

5.2.ユーザの頭部位置認識

本章では、センサからの深度情報と色情報を用いることによって、システムの前にいるユーザの頭部位置を認識する手法について記述する。

まずはシステムの前存在する物体をある程度認識する必要がある。そのために、深度画像を使った背景差分画像を用いる。システムの前は何もない状態で背景深度画像を取得して記録しておき、最新の深度画像とその背景深度画像との差分を取る。そして一定以上差がある部分に何かしら物体が存在するとしてこの差分画像を用いていく。さらにこの差分画像を取る際にのってしまうノイズは、一定値以上(今回の場合は5ピクセル以上)x軸方向に連続していない部分をノイズとして除去することによって軽減している。

次に、差分画像から頭部を検出するために、画像の左上から1ピクセルずつ走査していく。そして、以下の手順で頭部の中心点を求めていく。

- ① x軸方向に一定値以上連続して物体が存在した場合、その部分を頭部の左上端部分とし、カラー画像情報からその点の色情報を取得する。(図5)
- ② そしてその色が一定の色(髪の色)に近い場合は、その点のy座標を頭部y座標始点とする。(図5)
- ③ 頭部の左上端部分の深度情報から、頭部の縦の長さ[ピクセル]の予測値を算出し、頭部y座標終点も求める。(図6)
- ④ 頭部y座標始点・終点より、頭部のy座標中心を求め、そのy座標での物体のx軸方向の広がりから、頭部のx座標始点・終点・中心を算出する。(図6)
- ⑤ さらに、頭部として認識されたもののうち、幅

が一定値以下のものを除外することによって、誤認識を減らす。

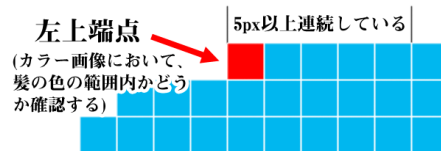
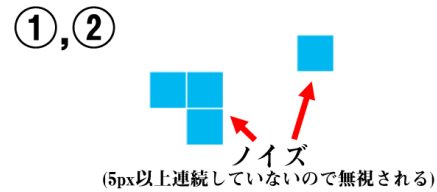


図5 頭部認識課程①, ②

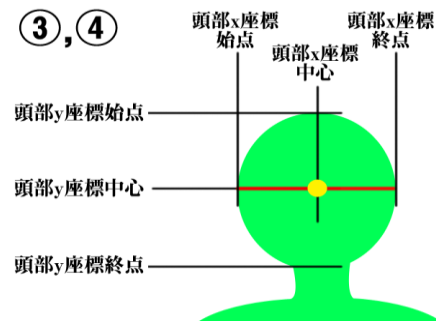


図6 頭部認識課程③, ④

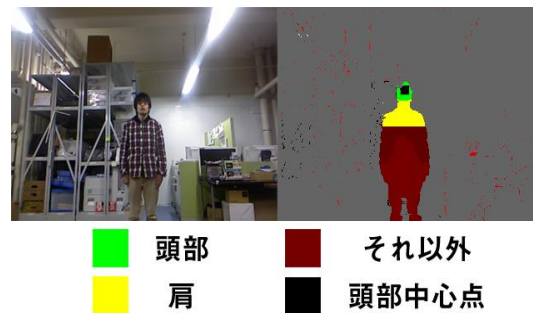


図7 頭部認識画像

以上で頭部の中心点の座標を求めることが出来た。さらに、この作業によって検出された複数の頭部のうち、一番システムに近いものを採用する。認識したデータを画像として表示したのが図7である。

ここで、手順③における頭部の縦の長さ[ピクセル]の値を算出する方法を以下の図8を用いて説明する。

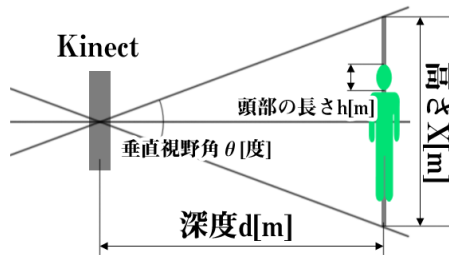


図8 頭部の長さの算出

実際の頭部の長さが $h[m]$ だとして、画像内でのその頭部の大きさ(画像中で何ピクセル分か)は、頭部とセンサとの距離によって変わってくる。そこで、図9のような図を用いて距離に応じた頭部のピクセル数を求める。図9において、深度 d の位置の最大視野である高さ X が240ピクセルに対応しているので、頭部の長さ $h_{px}[px]$ は、

$$h_{px}[px] = h[m] \frac{240[px]}{X[m]} \quad (3)$$

と表せる。さらにここで、Kinectの垂直視野角 θ を用いて $X[m]$ を表すと、

$$X[m] = 2 \times d[m] \times \tan \frac{\theta}{2} \quad (4)$$

となる。以上より、

$$h_{px} = h \frac{240}{2 \times d \times \tan \frac{\theta}{2}} \quad (5)$$

となる。ちなみに、今回のセンサの垂直視野角は43[度]、日本人の頭の縦の長さの平均は約24[cm]なので[18]、これらの値とセンサから得られた深度情報から頭部のピクセル値を求めることができる。

さらに、頭部の情報を一定時間記録したものを残しておき、頭部距離の時間変化量から、ユーザがシステムに近づいてくるのかそれとも遠ざかっているのか、という情報を取得することが可能である。

5.3. ユーザの指差し認識

次に、ユーザの指差し認識を行う。この指差し情報は、ユーザが突き出している手(指)の位置を検出するというもので、システムに対するユーザからの入力として用いる。

指差し位置を求めるにあたって、まずはユーザが指差し動作を行った時の手のくる位置をある程度想定し、その範囲を設定する。指差しを行う時、ユーザは指を前に突き出すので、ユーザの頭部の深度よりも一定値以上近い位置に来る。さらに、モニタ内への指差し入力をするということを考えると、指差しの xy 平面での範囲とし

ては、以下の図9のような範囲で十分である。この範囲内で、頭部の検出と同じ手法を用いて、手を認識し、その位置を算出する。さらに、検出する部分は手であり肌色をしているので、より検出の正確さを上げるために、以下の(6)(7)式を用いて肌色成分 C_{skin} を抽出し、肌色であると検知された場合のみ最終的に手であると認識させる。

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{(G-B)+(G-R)}{\sqrt{(G-B)^2+(G-R)(B-R)}} \right\} \quad (6)$$

$$C_{skin}(m, n) = \begin{cases} 0 & (30 < H(m, n) < 360) \\ 1 & (0 \leq H(m, n) \leq 30) \end{cases} \quad (7)$$

以下の図10が、実際に認識した指差し部分を画像として表示したものである。白色で表示されている部分が指(手として認識されている)

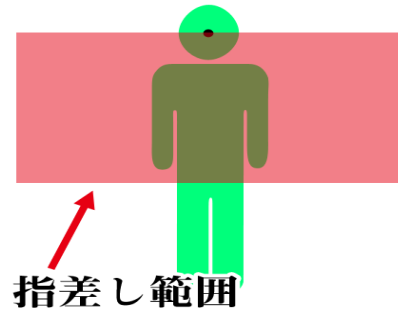


図9 指差し範囲について



図10 指差し認識画像

5.4. 誤検知防止

前述した手法を用いて実際にセンサを使って頭部の位置を算出すると、図11のように値にノイズがのってしまう。ここではこのノイズを除去する方法を記述する。

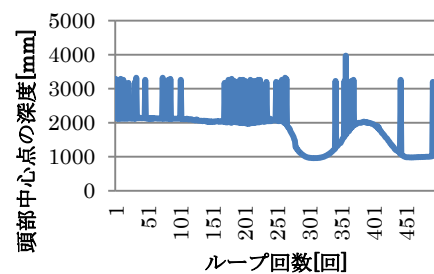


図11 頭部中心点の深度

図 11 のノイズが乗ってしまっている部分に関して調べたところ、センサのノイズによって頭部が未検知になってしまっている部分であった。誤検知したのではなく、全て未検知であった。そこで、頭部が未検知だった場合に、以前のデータ(今回は 10 ループ分)を調べていき、頭部が検知されている最も新しいデータを最新の値の代わりとして使用することとした。これにより、一定以上未検知が連続していた場合は正しい未検知であると判断させることができる。図 12 がその結果である。ノイズはほとんど除去されていることがわかる。

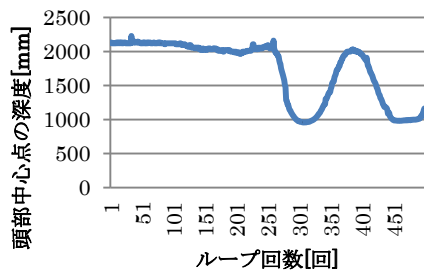


図 12 頭部中心点の深度(ノイズ除去)

6. ユーザ状態に応じた行動制御

6.1. ユーザ状態の分類

ヴァーチャル店員は、顧客との位置関係に応じて、適切に接客行動を行う必要がある。実際の店員の接客行動を見ても、顧客との相互距離に応じて接客行動が変化することが確認できる。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[19][20]。そして人同士が会話を行う際の距離が、会話状況から 5 つの領域(排他域・会話域・近接域・相互認識域・識別域)に分類できるものとしている[19]。そこでこの 5 つの領域を基に、認識領域を以下の 3 つに分割する。そして、相互距離に応じたユーザの状態を以下の 3 つに分類する。

- i) 近距離：説明対象者(~1.5m)：近距離でショップキャラクターの説明を直接受けるユーザ
- ii) 中距離：説明候補者(1.5m~3m)：中距離で止まりシステムに注目しているユーザ
- iii) 遠距離：潜在的顧客(3m~)：遠距離において通行しているユーザ

この 3 つの状態での対応を変化させ、より高い宣伝効果を得る。

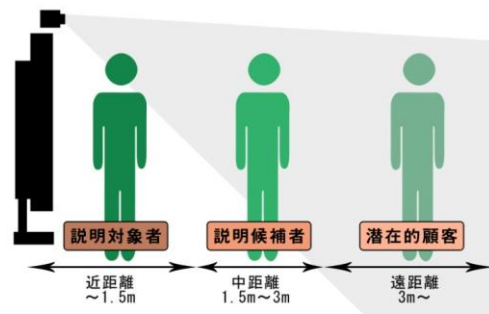


図 13 距離に基づくユーザ状態の分類

6.2. ユーザ状態に基づく行動制御

センサによって得られたユーザの頭部の情報を基に、それぞれのユーザ状態に対してヴァーチャル店員の振る舞いを分類し制御することでユーザの状態に適した振る舞いを行うことが期待できる。

近、中距離のユーザに対しては、対人距離の関係から、ヴァーチャル店員が商品に関する説明や宣伝を行っていてもユーザに受け入れやすいと考えられる。一方、遠距離のユーザに対しては、ショップキャラクターとの距離が少なくとも 3.0m 以上離れており、商品説明などによる対応は不自然に感じられると予想できるため、アイコンタクトや挨拶を行うだけで十分な振る舞いであると考えられる。そのため、本稿では表 1 のようにユーザ状態に応じてキャラクターの説明動作を分類する。

表 1 ユーザ状態に応じた振る舞い

ユーザ状態	ショップキャラクターの振る舞い
近距離	アイコンタクト、ユーザへの商品の紹介、会話(音声への反応)
中距離	アイコンタクト、呼びかけ、会話(音声への反応)
遠距離	アイコンタクト、挨拶、呼びかけ

アイコンタクト動作としては、求めた頭部位置から、ユーザの方向に目を向ける、ということを行わせている。

さらに、現在の距離情報だけでなく、ユーザがシステムに「近づいてきた」か「遠ざかっていった」かによって対応を変化させ、より高い興味喚起を行う。

6.3. 音声認識による入力や会話

音声認識を用いることにより、よりインタラクティブにヴァーチャル店員とコミュニケーションを取ることが可能となる。これによって、購買意思決定プロセスにおいて重要と考えられる顧客の注意、関心をさらに向上させることが出来ると考えられる。

音声認識を用いて、説明して欲しい商品の選択を行わ

せたり、特定の単語に対する反応などを行わせ、より実際の店員とのコミュニケーションに近い状態を再現する。そして実際の間人同士のコミュニケーション心理による注意や興味喚起をねらう。

音声認識は、フリーの音声認識エンジン Julius を用いて実現する。ディクテーション(自動口述筆記)ではなく、特定の指定した単語に反応する形式を採用した。

6.4.具体的なシステムの流れ

システムの動作の最終的な流れについて以下の図14-16を用いて説明する。

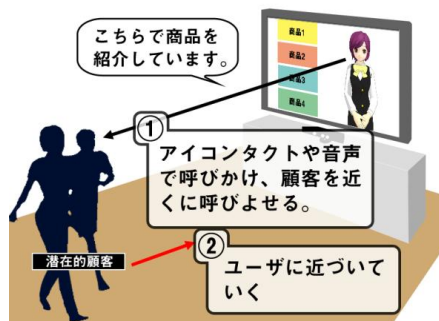


図14 システムの流れ1

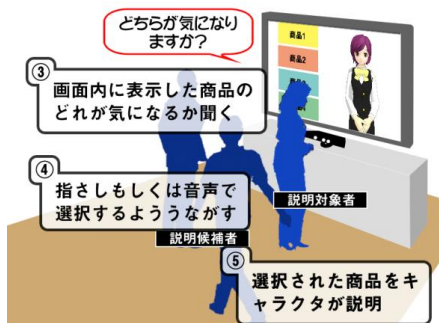


図15 システムの流れ2



図16 システムの流れ3

以上がシステムの具体的な流れである。

7.機能評価

導入した機能について評価実験を行った。本システムを広い場所に設置し、それを10人の被験者に体験してもらい、アンケート形式で機能評価実験を行った。搭載した機能である、「アイコンタクト動作モデル」と「距離画像センサによるユーザの認識」、「ユーザ距離に応じた行動制御」、「指差し認識」、「音声認識」がちゃんと動作しているかどうかに関する以下の表2の5つの質問に5段階評価で答えてもらい、-2点から2点で点数をつけ、平均を取った。その結果が図17である。

表2 質問項目

Q1. ヴァーチャル店員が自分にアイコンタクトをしているように見えましたか?
Q2. あなたが移動してもヴァーチャル店員がアイコンタクトをしているように見えましたか?
Q3. あなたが立っている場所に応じてヴァーチャル店員の振る舞い(動作、発話)が変化しているように見えましたか?
Q4. 指差し動作に対してヴァーチャル店員が答えてくれましたか?
Q5. 挨拶や選択などの音声に対してヴァーチャル店員が答えてくれましたか?

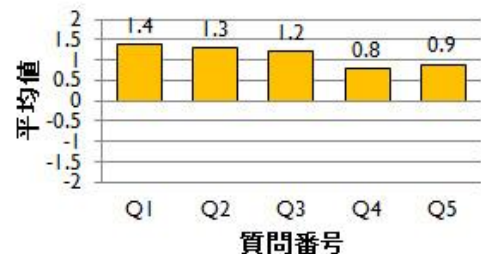


図17 評価実験結果

以上より、どの機能についても一定以上の動作をしていることが確認できた。特に、距離画像センサを用いた部分については非常に良い結果が得られた。

8.まとめ

本稿では、パブリック空間においてユーザの商品に対する注意、関心を向上させるために、人間間のコミュニケーション心理に基づく振る舞いを伴ったキャラクターによる商品紹介システムを提案した。人間の視線は相手に注意を向けることで、情報伝達の用意を知らせる働きやコミュニケーションの対象を定める働きをもつことから、キャラクターの視線移動を導入した。ユーザの情報を多く、そして正確に取得するために、距離画像センサ

を用いたユーザ状態把握機能を導入した。また、ユーザとキャラクタとの距離や音声認識に基づいた説明動作制御を行うことによりユーザが受け入れやすい説明動作をキャラクタに行わせる手法について述べた。

結果として、アイコンタクト動作モデルによる視線移動制御と、距離画像センサを用いた頭部位置認識によって、ヴァーチャル店員のユーザ状態に応じたアイコンタクト動作を実現することが出来た。さらに、指差し検出を用いた入力と、マイクを用いた音声認識、そしてユーザの近づき・遠ざかり検出によって、よりインタラクティブで実際の人間に近い動作を実現することが出来た。これらのことが実現出来たことにより、ユーザの注意、関心を向上させ、より高い宣伝効果を得ることが出来るシステムになったと考えられる。

今後はこのシステムを実際の店舗に設置し、評価実験を行い、より良いシステムへの改良を行っていきたい。

参考文献

[1]Dagmar Kern, Michael Harding, Oliver Storz, Nigel Davis, and Albrecht Schmidt. Shaping how advertisers see me: user views on implicit and explicit profile capture. In CHI '08: CHI '08 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 3363-3368, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[2]Peter Peltonen, Antti Salovaara, Giulio Jacucci, Tommi Ilmonen, Carmelo Ardito, Petri Saarikko, and Vikram Batra. Extending large-scale event participation with user-created mobile media on a public display. In MUM '07: Proceedings of the 6th international conference on Mobile and ubiquitous multimedia, pp. 131-138, New York, NY, USA, 2007. ACM.

[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]フィリップコトラー(著), 木村達也(訳): コトラーの戦略的マーケティング—いかに市場を創造し, 攻略し, 支配するか, ダイヤモンド社(2000)

[5]株式会社 JR 東日本ウォータービジネス「夢の飲料自販機エキナカ本格展開へ—マーケティング頭脳を搭載した次世代自販機—」
<http://www.jre-water.com/>

[6]マジョリー・F・ヴァーガス, 石丸正訳: "非言語コミュニケーション", 新潮社(1987)

[7]James Lester, Jennifer Voerman, Stuart Towns, Charles Callaway, "Cosmo: A Life-like Animated Pedagogical Agent with Deictic Believability", In Working Notes of the IJCAI '97 Workshop on Animated Interface Agents: Making Them Intelligent, pp.61-69, 1997.

[8]外村昭和, 小泉寿男, 澤本潤: "商品位置情報を活用したショッピング支援エージェントシステムの構築", 情報処理学会, pp179-184, Vol.2007 No.6

[9]加藤由花, 川口賢二, 箱崎勝也: "オンラインショッピングを対象とした正確性と意外性のバランスを考慮したリコメンダシステム", 情報処理学会, pp53-64, 2005, Vol.46 No.SIG13

[10]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 —実購買行動の分析結果からの示唆", 情報処理学会, pp1387-1400, 2001, Vol.42 No.6

[11]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)

[12]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.3473-352, 2005

[13]フィリップコトラー(著), 木村達也(訳): コトラーの戦略的マーケティング—いかに市場を創造し, 攻略し, 支配するか, ダイヤモンド社(2000)

[14]Bahill, A.T., Brockenbrough, A., Troost, B.T., "Variability and development of a normative data base for saccadic eye movement", Investigative Ophthalmology and Visual Science, 21, pp.116-125, 1981.

[15]Leigh, R., and Zee, D., "The Neurology of Eye Movements," 2 ed. FA Davis, 1991.

[16]Hideyuki TAKAGI, Takashi TAKEDA, "Movement Models of Head and Eyes for Computer Graphics," Trans. IEICE., vol.J80-A, No.8, pp.1304-1311, 1997.

[17]P.B. Sandor, I. Hortolland, F. Poux, and A. Leger, "Gaze orientation under G/sub z/-load, methodological aspects, preliminary results, "Proc. Of Virtual Interfaces: Research and Applications, pp.131-7, Lisbon, Portugal, Oct.1993.

[18]河内まき子, 持丸正明, 岩澤洋, 三谷誠二: "日本人人体寸法データベース 1997-98", 通商産業省工業技術院くらしと JIS センター, 2000

[19]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①)建築と実務, 5, 95-99.

[20]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.