

## オンラインながらコミュニケーションにおける アバタを介した会話パートナーのコンテキストウェア

田中 貴紘<sup>†</sup> 藤田 欣也<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京農工大学大学院 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

E-mail: <sup>†</sup> {takat, kfujita}@cc.tuat.ac.jp

**あらまし** 本研究では、アバタを介したオンラインマルチユーザながらコミュニケーションにおいて、ユーザの PC 使用状況（コンテキスト）からユーザ状態を推定し、会話パートナーに表出し合うことで会話の場の雰囲気表現し、更には、アバタの自律的な状態表出制御による発話促進・発話抑制を行うシステムを開発している。本論文では、キー・マウス入力やアプリケーションの切り替えといったコンテキストを収集・分析することで、ユーザの状態を分類し、推定する手法を中心に述べる。

**キーワード** コンテキスト, アウェアネス, アバタ, オンラインコミュニケーション, エージェント

## Unconsciously Harmonized Online Communication

### By Sharing User Context

Takahiro TANAKA<sup>†</sup> and Kinya FUJITA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Tokyo University of Agriculture and Technology 2-24-16 Nakamati, Koganei-si, Tokyo, 184-8588 Japan

E-mail: <sup>†</sup> {takat, kfujita}@cc.tuat.ac.jp

**Abstract** We have developed the unconsciously harmonized online communication system by sharing user context. The system monitors how the user uses their PC and gathers context from typing, mouse click, mouse wheel and application switching. Then, the system shows the situation of their communication partners as the avatar motions based on their context. In this paper, we explain the way of gathering user context and the way of categorizing and estimating user situation from context.

**Keyword** Context, Awareness, Avatar, Online Communication, Agent

### 1. はじめに

近年のインターネットの普及により、自宅や職場において、Yahoo メッセンジャーや MSN メッセンジャーに代表されるインスタントメッセージングツールを用いたコミュニケーションが一般的に行われるようになった。このコミュニケーション形態の特徴として「作業をしながらコミュニケーションもとる」という点が

挙げられる。本研究では、この特徴を「ながらコミュニケーション」とする。一般的なインスタントメッセージングツールの場合、会話パートナーが設定した表示以外に相手の状態を知ることができず、実際に相手は忙しいのか会話できるのか分からないという問題がある（図 1）。本研究の目的は、“ながらコミュニケーション”を対象として、ユーザの PC 使用状況（コンテキスト）からユーザ状態を推定し、会話パートナーへのアバタによるジェスチャや視線制御等を用いた状態表出をし合い、更には、エージェントによる自律的な状態表出制御を用いた発話促進・発話抑制機能を実現することで、自然で円滑な会話の場の雰囲気を持ったオンラインコミュニケーションの実現である。

本論文では、まず、2 章にて本研究が対象とする「ながらコミュニケーション」と関連研究について述べ、3 章にて本研究で開発する、ながらコミュニケーションシステムの概要について述べる。次いで、コンテキストに基づくユーザ状態推定手法について 4 章で述べる。



図 1 作業効率の低下

<p><b>Q1.</b> 職場や自宅で、インスタントメッセージングツール(例.MSNメッセンジャー)を使用しますか？</p> <p style="text-align: right;">①はい、②いいえ</p> <p><b>Q2.</b> Q1で①とした方で、使用するのは、①会話するときのみ、または②立ち上げたままですか？</p> <p style="text-align: right;">①会話するときだけ、②立ち上げたまま</p> <p><b>Q3.</b> Q2で①とした方で、会話終了後、ツールはどうしますか？</p> <p style="text-align: right;">①終了する、②そのまま</p> <p><b>Q4.</b> Q2で②とした方で、会話をしない時は何をしていますか？</p> <p style="text-align: right;">①PCを使用しない、②PCを他の事に使用する</p> <p><b>Q5.</b> Q2で②/Q4で②とした方で、作業中に話しかけられたらどうしますか？</p>
--

図 2 アンケート

さらに、5章にてアバタの動作によるコンテキストウェアについて述べた後、最後に6章にてまとめと今後の課題について述べる。

**2. ながらコミュニケーション**

本研究では、まず、20代から40代の学生・社会人23名を対象としたアンケートにより、ながらコミュニケーションが一般的に行われているかの調査を行った。アンケート内容を図2、アンケート結果を表1に示す。

23人の被験者の内、インスタントメッセージングツールによるコミュニケーションを行う者は、半数以上の14名であり、そのほとんどが作業をしながらコミュニケーションを行っていることが分かる。使用しない理由として最も多く挙げられたのは、「話しかけられて作業の邪魔になったから」であった。また、Q5の回答としては、ほとんどが「忙しい時は無視し、忙しくなければ作業をしながら会話する」であった。相手に忙しいと返答するとした被験者はわずか4名であり、ユーザ状態を「離席中」とした居留守が一般的に使われていた。そのため、ツールが表示するユーザ状態と実際の行動に関連性はなかった。会話を拒絶するネガティブな印象を受けるという理由から、取り込み中表示(DND表示)を使わないとした意見もあった。Webカメラ等によるビデオチャットシステムを用いれば、会話パートナーの様子を知ることができるが、逆に意図しない個人情報伝送される懸念があり、気軽にコミュニケーションを取ることができるとは言い難い。そこ

表 1 アンケート結果

	①	②
Q1	14	9
Q2	2	12
Q3	2	0
Q4	0	12

で、本研究では、CGアバタをユーザの代替として利用し、アバタの動作による状態表出を行う。

**2.1. 関連研究**

ユーザコンテキストを利用してユーザ状態を推定する研究は、これまでも行われてきた。一般的なコンテキスト取得方法として、キー入力情報やクリック情報が用いられる[1]。キー入力はマウス操作に比べユーザの作業負荷が高くなる点や、そのような入力情報がユーザ状態を推定するのに有用であることは、著者らの予備実験においても同様の結果であった。しかし、思考など入力として現れない作業の存在も大きく、入力アクティビティのみからの判断では、信頼性に問題があると考えられる。また、種々多様なセンサを生活空間の中に遍在させ、そこから得られる情報を元にコンテキストの推測を行う研究[2][3]も多いが、そのような環境の実現は現実的に困難である。本研究では、コンテキスト抽出をPCの使用状況に限定し、従来のキー入力とクリックに加え、アプリケーションの切り替えに着目することで、ユーザの作業目的の移り変わりを考慮したコンテキスト抽出とユーザ状態推定を行う。

ユーザアバタとエージェントとが、適切なタイミングで仮想対話を行い、それを第三者的に聞いているユーザがメインタスクを遂行しつつ、情報獲得を行うSoft Interaction [4]の研究がある。この研究では、音声による情報提示により、過負荷状態における情報の記憶率という点で有効性を示しているが、メインタスクを阻害せずに情報提示することはできていない。また、人間が日常的に実行する、意味のあるモーションと類似したモーションをロボットが実行することで、それを観察したユーザが人間とのアナロジーを発見し、ロボットのマインド理解が促進されるとした“モーションオーバーラッピング” [5]に関する研究がある。ユーザ状態の表出方法は、ある状態に対して常に一通りではなく、同様な意味を持つがその印象の強さに違いがある動作など考慮する必要があると考えられる。

一方、CGアバタは視線や表情などのノンバーバル情報を原理的に欠くという問題点がある。赤外線LEDとCCDカメラによりユーザの視線方向を検出するGAZE [6]のようなシステムがあるが、装置が大掛かりでユーザ数も固定される問題がある。著者らは、これまで共有仮想空間上でアバタを介して音声会話を行うシステムを開発している。ここでは、音圧や基本周波数により疑似的にアバタの視線・表情を制御する研究を行ってきた[7]。本研究では、会話パートナーのPC使用状況(コンテキスト)を反映した実際の作業状態を、視線や表情を含むアバタの動作というアンビエントな方法で伝え合うことで、メインタスクを阻害することなく情報を伝える。

### 3. ながらコミュニケーションシステム

本システムは、アバタを介したオンラインマルチユーザながらコミュニケーションにおいて、コンテキストからユーザ状態を推定し、会話パートナーに表出し合うことで会話の場の雰囲気を表現する。更には、お互いのコンテキストを元に、アバタの状態表出を制御し、発話促進・発話抑制を行う。図3に本システムの概要を示す。本システムは、各クライアントが推定した自ユーザ状態を、サーバを介してお互いに送り合い、自ユーザと他ユーザのコンテキストを元に、会話相手ごとに表出方法を変えながらユーザ状態を表出する。なお、本研究は、一般的なテキストチャット・ボイスチャットの双方に利用可能であるが、[7]にて開発した音声会話機能を利用したボイスチャットによりユーザ間のコミュニケーションを行う。

#### 3.1. システム概要

本システムは、大きく分けて“ユーザコンテキスト抽出モジュール”、“ユーザ状態推定モジュール”、“状態表出推論モジュール”、そして“ユーザアバタ”から構成される(図4)。まず、ユーザコンテキスト抽出モジュールがユーザのPC使用状況をモニタし、ユーザ状態推定モジュールにてユーザ状態を推定する。次に、自ユーザと他ユーザ双方のユーザ状態を元に、状態表出推論モジュールにて表出する動作を決定する。最後に、アバタによる状態表出を行う。本論文では、特にコンテキストからユーザ状態を推定する手法と、アバタの動作による状態アウェアに関して述べる。

#### 3.2. コンテキストに基づくユーザ状態の推定

本研究では、従来のキー・マウス入力に加え、アプリケーションの切り替えに着目する。アプリケーションの切り替えは、ユーザのワークスペースと作業目的の変化を意味すると考え、実験により検証を行った。4章にて推定手法に関して詳しく述べる。

#### 3.3. アバタの動作による状態アウェア

アバタによる状態アウェアは、会話パートナーがキー

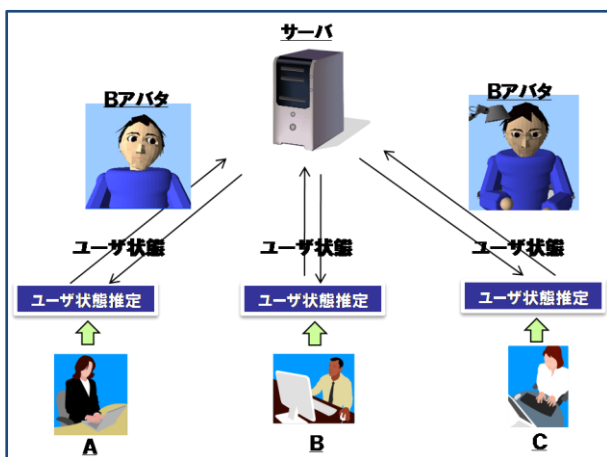


図3 ながらコミュニケーションシステム

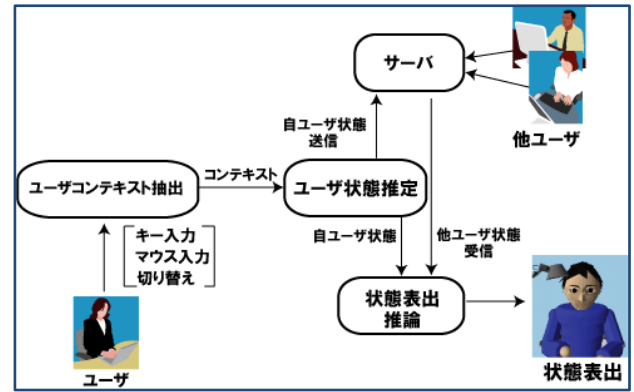


図4 システム構成

入力をすれば打鍵動作を表示するといった、PC使用状況を単純に伝えるのではなく、現在の作業状況を元にしたどの程度会話に参加可能であるかを、人間が通常行う動作に置き換え表現する。また、状態の表出方法を、与える印象の強さや、自ユーザの状態に応じて変化させる。例えば、人間がその動作を見て受ける「忙しい印象」の違いを考慮し、別々の動作を組み合わせ1つの状態表現に利用する。更には、表現を目立たないように変化させたり、ユーザが気づきやすいものに変えたりなど、ユーザの状態も反映させる。アバタの動作による状態表現については、5章にて詳しく述べる。

### 4. コンテキストに基づくユーザ状態推定

ユーザ状態の推定は、コンテキストを元に、キー入力・マウス操作といった瞬時アクティビティと、アクティビティの傾向、そしてワークスペースの変化を考慮して行う。まず、アプリケーションの切り替え(タスクスイッチ)によるワークスペース変化時に、ユーザの会話等の割り込みに対する許容度が変化するかを実験により検証した。特に、ワークスペースの変化に関して次のように分類し、分析する。

- ① 主タスクが終了し、別の主タスクの開始
- ② 主タスク遂行の為の従タスクへの移行
- ③ 従タスクから主タスクへの戻り

主タスクとは、ユーザの本来の目的を達成するための作業を意味し、従タスクとは、主タスクの遂行のために必要となった作業を意味する。身近な例としては、報告書作成(主タスク)のために、用語をWebで調べる(従タスク)などが挙げられる。①の場合は、アプリケーションの終了信号を取得することで判定できるため、実験では特に②と③について解析を行った。

#### 4.1. タスクスイッチ効果の検証

##### 4.1.1. 実験方法

ユーザの操作から、キー入力、クリック、ホイール、タスクスイッチを0.5秒ごとに抽出しコンテキストを取得するシステムを実装し、このシステムを用いて実験を行った。また、システムは、タスクスイッチが起

こった場合はその直後、同一アプリケーションを継続して使用している場合は5分毎に、ユーザへ評価入力用ダイアログを表示し、評価値の取得を行う。評価値は1(会話できる)~5(邪魔されたくない)とした。また、主タスクと従タスクの判定は、次の通りである。タスクスイッチ発生前の過去2分間において、直前まで使用していたアプリケーションが、使用時間の割合が最も高く、且つ2番目のものより10秒以上長い場合を主タスク、2番目以下で10秒以上短い場合を従タスク、どちらも満たさない場合を曖昧タスクとした。実験は20代の学生10名を被験者とし、PCを1時間使用させ、そのコンテキストを収集し分析を行った。PCの使用目的は特に制限していない。主な使用目的は、プログラミング、ブラウジング、レポート作成であった。

#### 4.1.2. 実験結果と考察

実験結果を表2に示す。TSはタスクスイッチ、NTSは継続使用時を意味する。M→Sは主から従への移行、S→Mは従から主への移行を意味する。また、図5はタスクスイッチごとの評価値の割合を示したものである。結果から、タスクスイッチ時の割り込みは、タスク中の割り込みに比べ許容される傾向が高いことが分かる。スイッチの種類が主や従であっても、タスクが切り替わる場合、ユーザの作業が一区切りしていると考えることができ、切り替え時の割り込みは有効である可能性が高い。また、M→SとS→Mを比較した場合、M→Sへの移行の方が許容度は若干高い。これは、M→Sの場合はSの遂行による成果は得られていないのに比べ、S→Mでは、Sで得られた成果をMに反映させるタイミングのため、割り込み許容度が低くなるのではと考えられる。また、タスクスイッチの有無と無関係に、瞬時アクティビティ(打鍵数+クリック数+ホイール数)と評価の相関を取った結果を図6に示す。結果から、瞬時アクティビティの大小のみが、ユーザの割り込み許容度を表すものではないことがわかる。瞬時アクティビティに加え、タスクスイッチを考慮したコンテキストによるユーザ状態推定が必要である。以上の結果を踏まえ決定した、ユーザ状態推定方法について次節で述べる。

表2 タスクスイッチ効果実験結果

	評価					平均
	1	2	3	4	5	
NTS	3	9	17	20	12	3.48
TS	25	43	45	27	12	2.72
M→S	20	31	29	17	10	2.68
S→M	4	6	11	10	2	3.00
曖昧	1	6	5	0	0	2.33

#### 4.2. ユーザ状態の推定

時刻tにおけるユーザ状態をS(t)とする。S(t)は、会話拒否度I(t)と会話許容度A(t)により算出される。

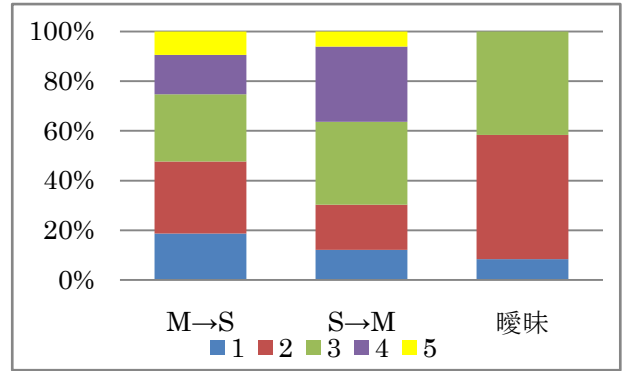


図5 タスクスイッチごとの評価割合

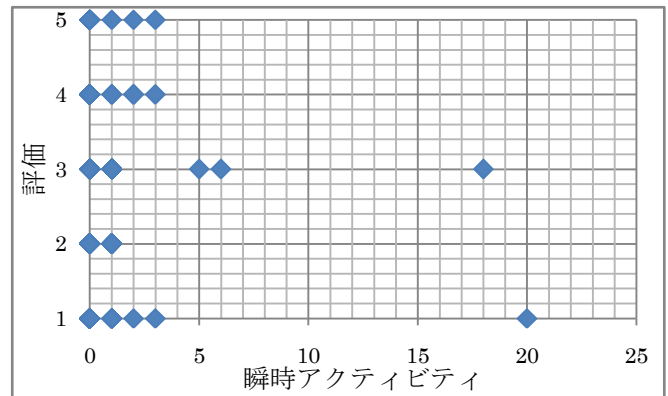


図6 瞬時アクティビティと評価の相関

##### (a) 会話拒否度

同一タスク継続時における、作業量・作業時間に伴うユーザの集中度を会話拒否度とする。ある瞬間のユーザの作業量を、キー・クリック・ホイールの操作量から算出し、瞬時アクティビティC(t)とする。キー入力には重みを2倍、ホイールは移動量に関わらず、使用すれば1、それ以外は0とし、次の式から求められる。

$$C(t) = 2 * Key + Click + Wheel$$

また、ユーザの作業量の傾向T(t)をC(t)の1分間の移動平均値から求め、継続時間による修正を掛ける。これは、実験結果の分析から得られた、タスク開始直後の割り込みは拒否度が高く、時間が経つほどタスクが遂行され拒否度が低くなる傾向を反映するためである。以上より、会話拒否度I(t)は次式から求められる。

$$I(t) = C(t) + T(t) * \{ 1 - \log(\text{継続時間}/3 \text{分間}) \}$$

##### (b) 会話許容度

タスクスイッチによる、一時的な割り込みに対する許容度の上昇を会話許容度A(t)とする。タスクスイッチが起こった場合に、過去2分間における前アプリケーションの継続時間の割合αを元に算出する。

$$A(t) = T(t-1) * TS$$

タスクスイッチ時にアプリ終了信号を取得した場合は、前タスクが終了したとして、TS=1とする。前アプリケーションが主と判定された場合は、継続時間の割合αをTSとする。従、または曖昧と判断された場合は、2

分間で使われたアプリケーション数  $\beta$  を用いて、 $TS = \alpha / \beta$  とする。

以上より、時刻  $t$  におけるユーザ状態  $S(t)$  は、次式により算出する。

$$S(t) = I(t) - A(t)$$

## 5. アバタの動作による状態アウェア

アバタの動作によるユーザ状態の表出には、様々な表現方法が考えられる。ノンバーバルコミュニケーション研究分野では、視線や顔の向き、手の動き、表情などが研究されており、その効果も検証されている。

本研究では、ユーザが会話可能な状態であるかどうかを示すという観点から、使用する動作を検討する必要がある。そこで、まず、「話しかける場合」と「会話している場合」の2種類に関してアンケートを行い、アバタの動作に関する知見を得ることにした。

### 5.1. 動作に関するアンケート

#### 5.1.1. アンケート内容について

人に話しかける場合に、その人がどのような様子であれば、“話しかける・話しかけない”と判断するかアンケートを行った。アンケートは、20代から40代の学生・社会人17名を対象としておこなった。アンケートは、幾つかの動作を挙げ、その動作から受ける“忙しそう”、“会話できそう”に関しての印象を、1（会話できる）～9（忙しい）の評価値で被験者に回答させた。同様に、会話中を想定し、会話相手の動作から受ける“会話を続けられそう”、“会話を切り上げた方が良さそう”に関しての印象も、1（続ける）～9（切り上げる）の評価値で回答させた。アンケートの内容の一部を図7に示す。

#### 5.1.2. アンケート結果と考察

話しかける場合の回答の平均値を図8、会話中とした場合の回答の平均値を図9に示す。結果から、キーの使用は、実際の作業量も受ける印象も忙しいと認識されること、マウス操作はあまり作業として認識されていないことが分かった。また、一見作業的な忙しさのない腕組みは、思考中という印象があり、忙しいと認識されることが多いことが分かった。アバタに打鍵動作を実装した場合、画面内でこれを続けられると、ユーザにとって煩わしいと感じられる可能性があるが、腕組みを併用することで、強さの違いはあるが、煩わしさを与えずに同じ印象を与えられると考えられる。また、目を閉じる動作は判断が難しく、これに表情（眉の動き等）があれば良いという意見もあった。前のめりは現作業に対する集中度を表すようで、作業中であればその作業量を強調し、会話中であれば会話に興味があることを強調する。逆に、イスにもたれかかるのは、現作業への集中度が低下している印象を与えることが分かる。特に、動作が変化の様子は強い印象を

#### [話しかける場面]

**Q1-1.** 話しかける前のAさんの様子から受ける、“忙しそう・会話できそう”な印象を教えてください。

- (1) あなたを一度見て画面に視線を戻した
- (2) 画面を見ながら腕組みしている
- (3) 画面を見ながら両手でキーを叩いている
- (4) あなたの方を見ている
- (5) 画面を見ながらマウスを使っている
- (6) 画面を見ずに天井を見ている（手は停止）
- (7) 辺りを見回している
- (8) 机上の資料と画面を交互に見て両手でキーを叩いている
- (9) 頬杖をつきながら画面を見ている（手は停止）
- (10) 頬杖をつきながらマウスを動かしている
- (11) 目を閉じている
- (12) あくびをしている
- (13) 前のめりになって画面を見ている
- (14) 両手を頭の後ろで組んでイスにもたれている

#### [会話している場面]

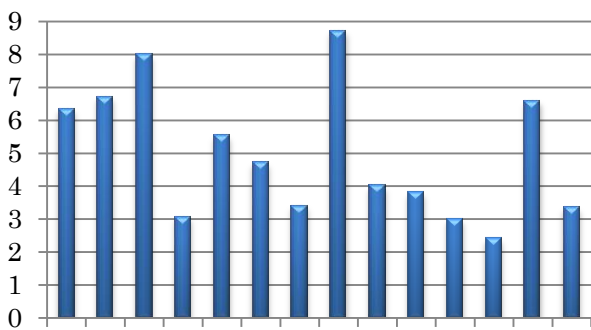
**Q2-1.** 会話しているAさんの様子から受ける、“会話を切り上げる・続ける”印象を教えてください。

AさんはPCの前に座りながら、

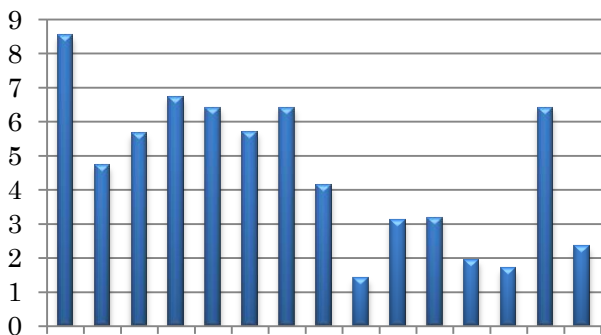
- (1) 画面だけを見ている
- (2) 体はPCへ向き、顔だけあなたに向けている
- (3) (2)の状態、たまに画面を見る
- (4) (2)の状態、たまにあなたを見る
- (5) (3)の状態、画面を見たときキーを叩く
- (6) (3)の状態、画面を見たときマウスを操作する
- (7) (3)の状態、前のめりになって画面を見る
- (8) (2)の状態、イスにもたれている
- (9) 体ごとあなたの方へ向いている
- (10) (9)の状態、たまに画面を見る
- (11) (9)の状態、たまにあなたを見る
- (12) (9)の状態、前のめりになって会話している
- (13) (9)の状態、イスにもたれている
- (14) (9)の状態から(2)の状態に変わった
- (15) (2)の状態から(9)の状態に変わった

図7 動作に関するアンケート（一部）

与えることが分かった。視線が自分から作業へ移る場合は、その人にとっての優先順位が作業であることを示し、また、作業内での視線の移動（頭の移動）も忙しい印象を与える。視線はその人の注意対象を示すため、自分を見ているかどうか受ける印象に大きな違いを生むことが分かる。但し、会話中に自分に対して視線を全く向けない場合、被験者の大多数が非常に忙しい印象を受けているが不快に感じており、動作として使用する場合には注意が必要である。また、体の向



1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14)  
図 8 「話しかける場面」の平均評価値



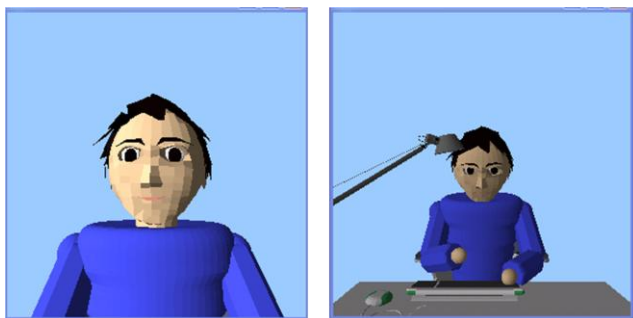
1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15)  
図 9 「会話中の場面」の平均評価値

きも注意対象を示していると考えられ、視線と同様の印象を与えている。更には、体の向き・前のめりやイスにもたれるなど、ワークスペースである PC/机からの物理的な距離を見て、作業に対する集中度の判断に利用しているとも考えられる。

## 5.2. アバタの実装と動作

本アバタは、OpenGL による 3DCG で表現されており、頭・眼・腕などの動作に加え、大きさ、視点、明るさなどの変更が可能である。ユーザ状態  $S$  によって変化する動作を、知見を元に次の通り実装した。また、瞬き、視線変化(直視, 下, 左右), 首を傾げる(左右), 頭を振る(左右)といった動作も確率的に実行する。

1. 打鍵動作:  $S$  が一定値を超えると開始。  $S$  の高さによって、片手から両手に変化。
2. 姿勢変化:  $S$  の値によって変化。  $S$  が一定値を超



(a) イスにもたれた状態 (b) 前かがみ+打鍵+視点  
図 10 アバタ動作実行例

えると前かがみ、下回るとイスにもたれる。

3. 視線変化:  $S$  が一定値を超えると作業スペース(下方)へ頭を向ける。
4. 他の動作中にユーザに顔を向ける:  $S$  が高くなると顔を向ける確率を下げる。
5. 視点・明るさ:  $S$  が高くなると視点が下がり(アバタが小さく、手元が見えるように)、暗くなる。

図 10 に実際の動作例を示す。また、本システムを使い、二人のユーザがお互いに状態を表出しあった感想として、次のようなコメントが得られた。

- 表出される状態は、実際の作業量を反映していたと思えるが、もう少し分かり易くても良い。
- 忙しいからといって、動きが速すぎると違和感。
- 視線の動きが多いと、見られている感じが強く、何か話したいことがあるのかと思う。
- 特にメインの仕事の邪魔になることはなかった。

## 6. まとめ

本研究では、コンテキストからユーザ状態を推定し、会話パートナーへのアバタによる状態表出機能を持ったオンラインコミュニケーションシステムの開発を行った。今後の課題は、ユーザ状態推定手法と、アバタ動作が意図したとおりの印象を与えることができるかの検証、状態表出制御による発話促進・発話抑制機能の実現が挙げられる。

## 文 献

- [1] 清水, 平田, 山下, 西本, 國藤, “個人作業状況ウェアネス提供システムの構築と評価”, 第二回知識創造支援シンポジウム, pp.78-85, 2005.
- [2] S.E. Hudson, J.Fogarty, C.G. Atkeson, D.Avrahami, J.Forlizzi and S.Kiesler, “Predicting Human Interruptibility with Sensors:A Wizard of Oz Feasibility Study”, Proc. of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems, pp.257-264, 2003.
- [3] J.Lester, T.Choudhury, N.Kern, G.Borriello and B.Hannaford, “A Hybrid Discriminative/Generative Approach for Modeling Human Activities”, Proc. of IJCAI-05, pp.766-772, 2005.
- [4] 工藤, 小澤, 吉岡, “アバタとエージェントを利用した仮想対話インタフェースによる Soft Interaction”, 人工知能学会論文誌, Vol. 19 No. 4, pp.351-359, 2004.
- [5] 小林, 山田, “擬人化したモーションによるロボットのマインド表出” 人工知能学会論文誌, Vol. 21 No. 4, pp.380-387, 2006.
- [6] R.Vertegaal, “The GAZE Groupware System: Mediating Joint Attention in Multiparty Communication and Collaboration”, Proc. CHI 99, PP.15-20, MAY 1999.
- [7] 宮島, 下地, 藤田, “視線と存在の擬似ウェアネス機能を有する共有仮想空間コミュニケーションシステム”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, pp.71-80, 10 (1), 2005.