

CG キャラクタの心理状態を用いたコミュニケーションゲーム Communication Game using Mental Impression of CG Character

塩入健太† 中野敦† 星野准一†

Kenta Shioiri Atsushi Nakano Junichi Hoshino

1. はじめに

近年のコンピュータゲームなどのマルチメディアコンテンツにおいて、コンピュータグラフィックスによって描かれた人物（以下 CG キャラクタ）を用いたものが多く見られる。プレイヤーと CG キャラクタが対話を行うシーンでは、プレイヤーに CG キャラクタへの親しみを持たせ、ゲームコンテンツへの没入度を増加させるため、CG キャラクタはさまざまな心理状態表現を行う。心理状態表現は基本的に発話でなされ、補足や強調のために身体動作を伴う。しばしば身体動作だけで心理状態を表現する場合もある。そんな中 CG キャラクタの人間味のある心理状態表現動作の生成が求められている。

CG キャラクタの心理状態表現動作には、表情変化、しぐさやジェスチャ、汗などといったものがよく見られる。しかしこれらは、突発的や単発的なものが多く、大げさな戯画的描写であることも多い。その結果 CG キャラクタの肉体的な状態が感じられず、無機質で機械的な印象を与えてしまったり、場合によってはコンテンツが安っぽく見えてしまう。微妙な心理状態表現動作は、細かな表情変化によりある程度可能だが、高繊細な CG キャラクタモデルと複雑なモーフィング処理を必要とし、一般のゲームにおいてよく用いられる処理速度向上のための少量ポリゴンによる CG キャラクタモデルに適合するのは難しい。また、CG キャラクタの発話文のフレーズとスピーチのイントネーションに連動したジェスチャの生成法として[1][2]があるが、発話している状態に限定されており、プレイヤーや他の CG キャラクタからの入力待機時や待機時も含めた総合的な対話シーンの動作生成については考えていない。[3][4]では選択した動作のモーションクリップを感情や心理状態に沿って変形させる手法が提案されているが、身体動作そのものの心理的な意味については考えていない。

そこで本稿では、CG キャラクタに動的な内部パラメータとして、心理状態を定量化した“心理状態パラメータ”を設定する。そして対応付けした“身体姿勢変化”を基盤とする会話動作を生成し、CG キャラクタの非言語的心理状態表現方法として用い、新しいタイプのコミュニケーションゲームを提案する。また心理状態パラメータと各姿勢の対応付けは、複数のサンプル姿勢の入力から自動的に行う。

2. 概要

2.1. 心理状態パラメータ

姿勢やしぐさ、ジェスチャの与える印象の定量化として心理状態パラメータを設定する（図1）。

CG キャラクタの心理状態として本稿で設定するのは“興味度”、“同意度”、“優位度”の3つである。姿勢から伝達される心理状態、姿勢に表れる心理状態として、[5]より考えやすいものを選択した。“興味度”は対象や会話内容に興味を持っているとき、関心がある状態では正の値をとり、退屈なとき、関心がない状態では負の値をとる。“同意度”は会話内容に同意しているとき、対象に友好的な心理状態のときに正の値をとり、不同意なとき、敵対心を持っているとき負の値をとる。“優位度”は対象に対して優位であるとき、リラックスした心理状態であるときに正の値をとり、劣等を感じている状態、緊張している状態では負の値をとる。

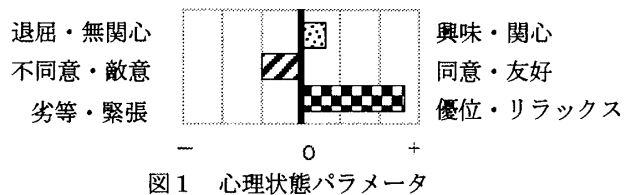


図1 心理状態パラメータ

2.1.2 心理状態パラメータの変化

前述のとおり、心理状態変化、及び姿勢変化やしぐさは発話している状態以外でも発生するので、自然言語処理により会話文中の特定フレーズを入力とただけではパラメータの制御は困難である。よって時間 t 、CG キャラクタごとの定数 A を用いて心理状態パラメータベクトル p を変化させる。以下はその例である。

- 選択肢が表れてから、プレイヤーが決定するまでの時間が長いと、相手は不快な心理状態になる。

$$p(\text{興味, 同意}) = p_0(\text{興味, 同意}) - A t$$

- 特に親しい関係ではなかった場合、話始めでは軽い緊張があると考えられる。緊張は時間とともに解消されていく。

$$p(\text{優位}) = p_0(\text{優位}) + A t$$

もちろんこれだけでは、会話の流れに合わせて適切なタイミングで心理状態パラメータを制御するには不十分である。よってあらかじめ会話文を製作する際に、コンテンツ制作者が CG キャラクタの各心理状態パラメータの変化を促すフラグを、注釈情報として会話文中の任意の場所に振り、それに基づき心理状態パラメータを変化させる。フラグには「興味度上昇大」「優位度下降小」など、心理状態の種類・大小・正負で合計12種類を設定する。

† 筑波大学大学院システム情報工学研究科

2.1.3 印象値

心理状態パラメータを入力として姿勢を選択するためには、あらかじめ姿勢ごとに、対応する心理状態パラメータを設定しておく必要がある。本稿では、その値を姿勢ごとの“印象値”の名で姿勢の内部情報として設定する。印象値は動的な心理状態パラメータとは異なり、各姿勢ごとに特定の値である。

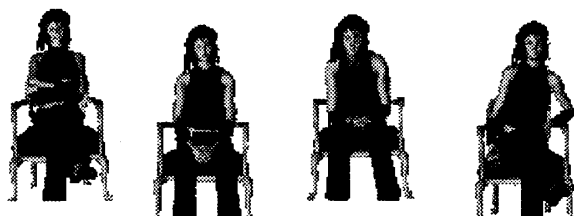


図2 心理状態を表現した姿勢の例

2.2 身体姿勢

本稿では今まであまり考えられていなかった身体姿勢変化に注目する。身体姿勢は社会心理学の身体動作分類において“情動表出”と呼ばれるものに分類され、情緒的な状態や反応を示す表情や身振りのことを言う。また身体心理学の見地からも、心理状態や感情が表出されるとして研究されている。発話の有無に関わらずその人の心理状態が無意識に表れるため、姿勢の心理状態を動作生成に取り入れることは人間味のある心理状態表現を実現するのにも有効な手段であると考えられる(図2)。

本稿では姿勢を数部分の身体箇所の複合として考え、その組み合わせにより様々な姿勢を構成し、印象値を振ることによって、CGキャラクターの心理状態表現を行う。

さらに、この姿勢変化をベースとして、[6]の階層化プランニングによる複合動作生成手法を用いることによって、ジェスチャなど従来の会話動作を合成し、対話シーンにおける総合的な会話動作を生成する。

“姿勢とは少なくとも1秒以上は持続する身体位置の変化である”とされている[5]。本稿はこれに従い、姿勢とは持続する身体位置変化と定義し、持続しない身体位置変化であるジェスチャなどとは区別して扱う。

姿勢は“頭、胴、腕、脚の4つで分類される”ともされている[5]。身体全体からなる姿勢を4つの身体部位の組み合わせでなるものとする。これ以降、身体全体の姿勢を“全身姿勢”、頭、胴、腕、脚の各部分単位の姿勢を“部分姿勢”と表記する。また部分姿勢について、頭、胴、腕、脚のうちの一つだけで構成されるものを1次部分姿勢、2つから構成されるものを2次部分姿勢、3つから構成されるものを3次部分姿勢と表記する(表1)。この部分姿勢は、後述の姿勢と心理状態パラメータの対応付けにおいて用いる。

表1 部分姿勢

| | |
|--------|-------------------|
| 1次部分姿勢 | 頭、胴、腕、脚 |
| 2次部分姿勢 | 頭胴、頭腕、頭脚、胴腕、胴脚、腕脚 |
| 3次部分姿勢 | 頭胴腕、頭胴脚、頭腕脚、胴腕脚 |
| 全身姿勢 | 頭胴腕脚 |

3. 姿勢印象値自動振り分け

本章では複数のサンプル姿勢の印象値を元に、新たな全身姿勢に印象値を自動で振り分ける手法について述べる。

姿勢と心理状態の関係について実験が行われているが[5]、心理状態Aのときは姿勢Bである、というようにはっきりと一般化可能なものはわずかであり、個人の主観によっても異なる。さらに、一般化してどのCGキャラクターに対しても同じように、ある心理状態ではある姿勢を取る、と定めてしまうと、CGキャラクターの個性が減少する。他にも、CGキャラクターが平地に立っている状態、椅子に腰を下ろしている状態、斜面に座っている状態といったような、あらゆる環境からの身体的な拘束条件に適用できる一般性のあるもの考えることは困難である。

一方で、ある対話シーンにおいてCGキャラクターが選択できる全ての姿勢に対して、コンテンツ製作者が1つ1つ印象値を振っていくのでは手間がかかるという問題がある。そのため本手法では、CGキャラクターのとり得る姿勢の一部をサンプル姿勢として、コンテンツ製作者が印象値を振り入力とし、そのコンテンツ製作者に特化して姿勢と心理状態の関係を一般化し、統計的にサンプル姿勢以外の姿勢の印象値を算出することによって作業を軽減する。

3.1 手順

部分姿勢単位でサンプル姿勢とそれ以外の姿勢を比較する。全身姿勢印象値 \mathbf{a} は部分姿勢印象値 \mathbf{a}^{part} の重み付き平均で求める。このとき、全身姿勢を構成する部分姿勢同士が互いに与え合う印象値への影響を考慮し、身体4部分のうち1部分からなる1次部分姿勢単位だけではなく、2部分からなる2次部分姿勢、3部分からなる3次部分姿勢単位においても比較し、高次部分姿勢の印象値ほど重みを増やす。具体的な手順は以下のとおりである。

まず、準備として、サンプル姿勢からの印象値振り分け傾向の抽出を行う。

1. ある環境からの身体的な拘束条件のもと、CGキャラクターが取り得る全身姿勢の一部を、サンプル姿勢として選択する。このときできるだけ印象値が多様性を持つように選択すると最終的な誤差が小さくなるのが予備実験より分かっている。
2. コンテンツ製作者は各サンプル姿勢を見て、感じた印象を0を中心とした範囲の整数で振り、印象値ベクトル \mathbf{a} を設定する。 \mathbf{a} には興味度、同意度、優位度を設定する(図3)。



図3 姿勢印象値

3. 印象値が与えられたサンプル姿勢を部分姿勢に分解する。1つのサンプル姿勢から、14種類の部分姿勢が

取り出される(表1)。各部分姿勢には分解元のサンプル姿勢と同じ印象値ベクトル \mathbf{a} の値を与え部分姿勢印象値 \mathbf{a}^{part} とし、蓄積する。

- 蓄積した部分姿勢のうち重複したものとす、部分姿勢印象値の平均値と標準偏差 σ を求め、その平均値を新たに部分姿勢印象値 \mathbf{a}^{part} として上書きし、蓄積する。重複なしの部分姿勢については、 \mathbf{a}^{part} はそのまま、 σ に null を代入し、蓄積する。

例えば、“胴前傾”という1次部分姿勢を含むサンプル姿勢が4つ存在するとき、手順3において部分姿勢“胴前傾”が4つ重複する。そのとき、同じ“胴前傾”であっても、どのサンプル姿勢の分解により生じたかによって、すでに振ってある部分姿勢印象値が異なる。それらの平均値を新たに“胴前傾”の部分姿勢印象値とする。

さらに、このとき標準偏差によって値のばらつきを算出することで、その部分姿勢が姿勢全体の印象を決定する際にどの程度強い影響力を持つか推測できる。標準偏差が小さい、つまり値のばらつきの小さい部分姿勢は影響力が強いと言える。影響力の強さは手順6で重みとして用いる。

次に、実際にサンプル姿勢以外の全身姿勢への印象値自動振り分けの手順に移る。

- サンプル姿勢以外の、印象値を振りたい全身姿勢を部分姿勢に分解し、手順4で蓄積した部分姿勢の中から同じものを探索する。14種類の部分姿勢のうち、探索により同じものが見つかった数を n とする。
- 手順5で探索された部分姿勢は、手順4で求めた部分姿勢印象値の付属情報である標準偏差を用い、前進姿勢印象値決定への影響力に関しての重み付けをする。標準偏差の最大値 σ_{max} を用いて、重み α を設定する。

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{if } (\sigma = \text{null}) \\ \sigma_{max} - \sigma & \text{else} \end{cases}$$

- さらに部分姿勢同士が与え合う印象値の影響を考慮し、部分姿勢の次数 β をそのまま重み β とする。高次部分姿勢ほど重みが大きくなる。
- 全身姿勢を構成する部分姿勢の部分姿勢印象値ベクトル \mathbf{a}^{part} の α と β による重み付き平均を、全身姿勢の印象値ベクトル \mathbf{a} とする。

$$\mathbf{a} = \frac{\sum_{n=1}^n \alpha_n \cdot \beta_n \cdot \mathbf{a}_n^{part}}{\sum_{n=1}^n \alpha_n \cdot \beta_n}$$

3.2 印象値自動振り分けの評価実験

前節のシステムの評価実験として、CG キャラクタを“椅子に座っている”という身体的な拘束条件のもと、腕の部分姿勢2種類×胸の部分姿勢3種類×腕の部分姿勢3種類×脚の部分姿勢3種類からなる54種類の全身姿勢を用意した。このうち10種類をサンプル姿勢として、できるだけ異なる印象値が振られると予測されるものを選択した。この10種類のサンプル姿勢にコンテンツ制作者が印象値を振り入力とし、他の44種類の姿勢の印象値を出力

する。サンプル姿勢は前節手順3で合計140種類の部分姿勢に分解、うち84種類の部分姿勢が重複した。

被験者は54種類の全身姿勢中、サンプル姿勢10種類を含む20種類の姿勢について、姿勢から感じるCGキャラクタの印象を興味度、同意度、優位度の項目で-3~+3の範囲で記入した。そしてサンプル姿勢10種類の入力により他の姿勢の印象値を出力した後、残りの10種類の姿勢について被験者が振った印象値とシステムが出力した印象値の比較を行った。結果は表2のとおりである。実験結果を解析すると、誤差が大きくなる心理状態や姿勢は被験者によって異なり、特定の姿勢や心理状態について誤りが増大するといった傾向は見られなかった。

これらの結果より、システムは概ね適切な印象値を振ることが出来たとと言える。

表2 印象値自動振り分け結果

| | |
|------------|------|
| 被験者全体の平均誤差 | 0.88 |
| 最小誤差 | 0.03 |
| 最大誤差 | 2.28 |

4. コミュニケーションゲーム

これまでに本稿で述べた手法と、階層化ネットワークによる複合動作生成手法[6]を用いて、姿勢変化、発話フレーズを入力とする内容補足および強調のためのジェスチャ[7]、心理状態表現の補足および強調のためのしぐさ[8]の3種類の動作を各々の連続性、連動性を考慮して複合会話動作を生成し、実際にコミュニケーションゲームを作成した。

4.1 一対一でのコミュニケーションゲーム

場面設定は、フリーマーケット会場を訪れた主人公(プレイヤー)が、ある参加者(ユミ)の売り物の中に非常に購買意欲が湧く品を見つけるところから始まる。だがその品は売り物ではなく展示品であった。しかしどうしてもその品が欲しい主人公は、なんとかして売ってもらおうとする。プレイヤーは3択から主人公の発話を選択し、ユミと対話する。時間経過や、あらかじめ振られている心理状態変化符号などによって、ユミの心理状態パラメータが変化し、それと会話フレーズに連動して姿勢変化、しぐさ、ジェスチャが発生する。ユーザーはそれらからユミの心理状態を読み取って、機嫌を取るよう適切な選択肢を選ばないといけない。

会話文は対話相手のCGキャラクタであるユミが「・・・」などを多く用い、発言が出来るだけ少なくなるように作成した。それにより、プレイヤーはユミの心理状態を読み取る手がかりとして「姿勢」等の非言語的情報を重視しなければならない。

4.2 一対多数でのコミュニケーションゲーム

複数のCGキャラクタを用いたタイプである。場面設定は、赴任後初めて授業を行う新米教師(プレイヤー)が、教室で各々の席に座っている、個性を持った多数の生徒達それぞれの授業への関心度や教師への同意度を上手くコントロールして、評価の高い授業を行うのが目的である。生徒達の心理状態は、それぞれ対応する姿勢としぐさで表現される。教師は自動で淡々と講義を行うが、プレイヤーの

入力により適時「特定の生徒を指名する」「ギャグなど面白い話をする」「重要だと強調する」などといったコマンドを実行できる。プレイヤー授業を受ける生徒達の心理状態を読み取り、適切だと思うタイミングでコマンドを実行する。授業終了後に生徒達の教師への高感度、授業の理解度が評価値として表示される。

4.3 評価実験

4. 1のゲームコンテンツを、CG キャラクタの心理状態パラメータがリアルタイムに変化する設定と、心理状態パラメータを初期値のまま固定する設定(図4 a)、つまりCG キャラクタが姿勢変化としぐさを行わない設定(図4 b)の2パターンを製作した。

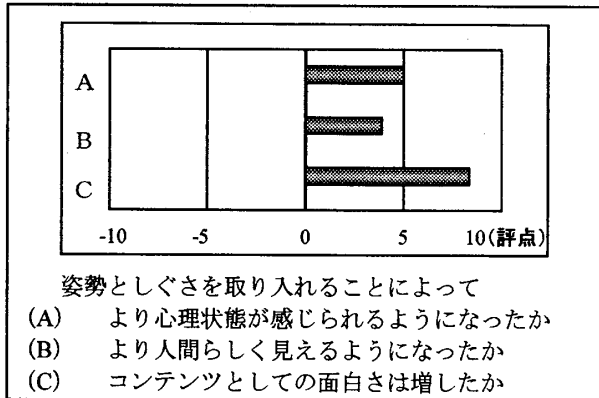
被験者として大学生男女10名が、後者を始めに体験した後、に前者を体験し、CG キャラクタアニメーションに心理状態パラメータと連動する姿勢としぐさ取り入れることによってどのような心理効果を与えるかについて、評価を行った。結果を図5に示す。

この結果から姿勢、しぐさを取り入れることによって、よりCG キャラクタの心理状態が感じられ、より人間らしく見えるようになり、コンテンツの面白さを増すことができると言える。コンテンツの面白さに関する評価に比べ、他の2つが低い評点になっているのは、心理状態表現や人間らしさには、姿勢やしぐさだけではなく、表情や発話の抑揚などといった要因も関係してくるからであると考えられる。

5. まとめ

本稿ではCG キャラクタに心理状態パラメータを持たせ、対応付けした姿勢をベースとした会話動作を生成することによって、より人間味のある心理状態表現を実現し、対話型コンテンツの面白さを向上させた。

また姿勢と心理状態の対応付けについては、小数のサンプル姿勢を元に、部分姿勢単位で比較をし、重み付き平均によって、サンプル以外の姿勢に自動で印象値を振った。今後の課題としては、表情変化、音声による発話の抑揚等を含めた、さらに総合的な会話動作と心理状態パラメータの対応付け、表現が考えられる。



姿勢としぐさを取り入れることによって
 (A) より心理状態が感じられるようになったか
 (B) より人間らしく見えるようになったか
 (C) コンテンツとしての面白さは増したか

図5 評価結果

参考文献

- [1] Justine Cassell & Catherine Pelachaud & Norman Badler & Mark Steedman & Brett Achorn & Tripp Becket & Brett Douville & Scott Prevost & Matthew Stone : Department of Computer & Information Science, University of Pennsylvania "ANIMATED CONVERSATION : Rule-based Generation of Facial Expression, Gesture & Spoken Intonation for Multiple Conversational Agents"
- [2] Charles Rose & Bobby Bodenheimer & Michael F. Cohen " Verbs and Adverbs: Multidimensional Motion Interpolation Using Radial Basis Functions"
- [3] Munetoshi Unuma, Ken Anjyo, Ryoza Takeuchi: "Fourier Principles for Emotion-based Human Figure Animation", SIGGRAPH 95
- [4] Matthew Stone, Doug DeCarlo, Insuk Oh, Christian Rodriguez, Adrian Stere, Alyssa Lees, Chris Bregler. "Speaking with hands: Creating Animated Conversational Characters from Recordings of Human Performance" ACM Transactions on Graphics
- [5] P. ブウル 著, 市河淳章 高橋超 編訳, 飯塚雄一 大坊郁夫 訳, "姿勢としぐさの心理学", 北大路書房, 2001
- [6] 中野敦, 星野准一: "対話型システムにおける CG キャラクタの複合行動生成", 電子情報通信学会技術報告, Vol.104, No.390, pp.13-18, 2004
- [7] 喜多壮太郎 "ジェスチャー 考えるからだ", 金子書房, 2002
- [8] 東山安子/ローラ・フォード "日米ボディートーク", 三省堂, 2003.

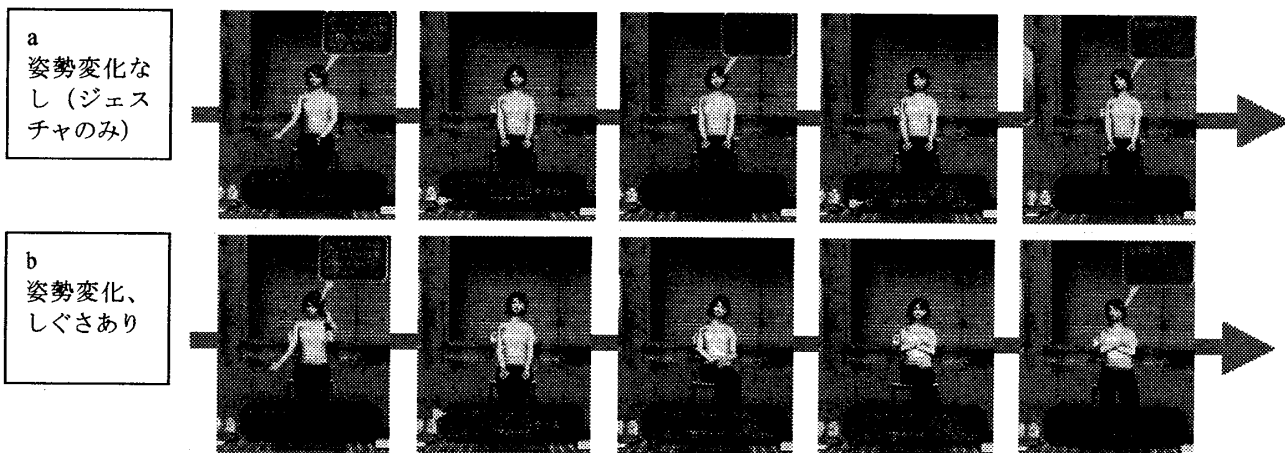


図4 評価実験に用いたゲームコンテンツ