

交渉エージェントのしぐさに関する印象調査

Gesture making and the impression evaluation of the negotiations agent

池田祐輔^{1*} 片上大輔¹ 新田克己¹
Yusuke Ikeda¹ Daisuke Katagami¹ Katsumi Nitta¹

¹ 東京工業大学 大学院総合理工学研究科

¹ Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering,
Tokyo Institute of Technology

Abstract: In this study, I am aimed at recognizing feelings and the authorized individual from the gesture of the partner at the time of negotiations and build an agent performing the gesture that accepted talks contents at the time of negotiations and the situation. By the experiment, I extracted a gesture from negotiations talks example between human beings and made the model of the gesture of the agent based on quantity of the characteristic. I perform the impression evaluation of the gesture by a questionnaire, and an agent works based on the result. I inspected whether a subject could recognize feelings and an authorized individual by an evaluation experiment.

1 はじめに

交渉は日々様々なところで行われている。紛争解決など国家間での交渉やプロ野球選手の契約時の交渉といった人々の注目を集めるようなものから、自動車や家電をいくらかで買うのか、あるいは夕食はどこで食べるのかなど身近なところでも交渉は行われている。交渉は一人行うものではなく、他者との相互依存関係で成り立っている。そのため交渉スキルを高めることは、他者とのよりよい関係性を構築し交渉結果をよいものとするためにも重要である。

しかし、交渉スキルを高めるために交渉の練習を行おうと思ってもすぐに練習相手が揃うわけではない。そこで我々の研究室では、その場で交渉相手が揃わなくても交渉練習が行える環境の実現のため、オンラインで交渉練習を行えるシステムの開発を行ってきた[1][2]。交渉エージェントは、交渉の題材に関する背景知識と過去の発言ログを持ち、交渉状況をモニタし、背景知識と過去の類似場面を参照しながら、交渉状況に適した発言候補をリストアップし、自動的に発言させることが可能である[1]。また、エージェントが発言する際に複数の発言候補から、議論の収束性・発散性、利己的・協調的、論理的・非論理的の三つの特性に応じた発言を選択し、エージェントの特性を変えることで、同一

テーマに関する論争でもエージェントの多様な返答を実現している[2]。しかしこれらの研究は発言生成だけに着目しており、交渉中のエージェントのしぐさについての研究は行われていない。交渉を行う際は、論理面が重要なのは言うまでもないが、感情面も非常に重要な要素である[4]。相手のしぐさや表情を見ることで相手の感情(心理状態)を認識し、交渉を円滑に進めることや交渉を有利に出来る可能性がある。表情に関する研究は既に行われており、オンライン交渉ではエージェントの表情が意思決定に影響を与えることがわかっている[3]。しぐさには発話の有無に関わらずその人の心理状態が無意識に現れるため、交渉のように自分の意図を隠している場合などにはしぐさから相手の感情(心理状態)を認識することが重要となる。

そこで本研究では、エージェントのしぐさに着目し、交渉時の対話内容と状況から引き起こされる感情に応じたしぐさを行うエージェントの開発を行うために、エージェントが人間の交渉中のしぐさを真似ることによってどれくらい感情が伝わるのか、またしぐさの違いにより観察者の受ける印象が変化するかについて調査することを目的とする。

本論文の構成は以下の通りである。2章では交渉エージェントについて既存研究を概観する。3章では研究の概要と、交渉対話事例の収集と分析方法、しぐさと発言ログの登録、エージェントへのしぐさ実装方法について述べる。そして、4章で実験方法と結果を紹介し考察を行う。最後に、本研究の結果をまとめる。

*連絡先：東京工業大学 大学院総合理工学研究科
知能システム科学専攻
〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-J2-53
E-mail: ikeda@ntt.dis.titech.ac.jp

2 オンライン交渉支援システムと交渉エージェント

オンライン交渉支援システムとは、オンライン交渉環境の提供と交渉者の支援や教育を行うことを目的としたシステムである [1]。オンライン交渉は、参加者が論争インタフェースを用いて、インターネットを介しサーバに接続することで行われる。本システムの主な機能としては、以下の2つである。

1. オンライン論争環境の提供：オンラインで論争内容を交換し、論争状況（合意・決裂・未決着）を表示する。論争内容のダイアグラムに従って論争グラフに変換する。アバタによる表情付けを行う。
2. 事例ベースの構築：論争の記録をXML文書として出力する。発言内容が含む話題（論点）を抽出し、ダイアグラム情報とともに記録に付加する。また、構築した事例ベースから、類似する事例・場面を検索する。

類似場面検索の評価実験の結果、本機能によって過去の交渉記録から類似場面が検索できることが示された。また、ユーザは本支援機能により、現在の論争状況に適した複数の利用可能な回答候補を得ることが示された。

しかし、オンライン交渉支援システムを交渉者の教育支援として使用する場合、模擬交渉を行うためには参加者を同時に集める必要があるため自分のやりたいときに交渉の練習を行うことができないという問題点がある。

人数がそろわないと練習ができないというオンライン交渉支援システムの問題点を解決するため、当事者の一方をエージェントとし人間と論争を行う交渉エージェントがある [2]。交渉エージェントは、論争状況モニタで交渉開始からの状況を認識し、戦略性を持ち発言候補をリストアップする。リストアップした発言候補から、キャラクタデータを基に発言を決定し、類似場面検索またはテンプレートにより発言を生成する。キャラクタデータには、交渉者にトレーニング効果のある、議論の収束性・発散性、利己的・協調的、論理的・非論理的の3つの特性を採用した。実験により、この3つの特性の評価値を変えることで同一テーマでも多様な論争ができることが示された。

しかし、これらの研究は交渉の発言生成だけに注目しており、交渉中のエージェントのしぐさについては研究されていない。

3 研究概要

3.1 研究の流れ

本研究の流れは以下の通りである。まずは、エージェントのしぐさモデルを作成するために、人間同士で交渉実験を行い交渉対話事例の収集を行った。その後、収集した交渉対話事例の分析を行い、発言ログとしぐさの特徴量の関連付けを行った。そして、しぐさの特徴量に対応付けてエージェントのしぐさ作成を行った。作成したエージェントの評価実験として、実際の人間同士が交渉中に行ったしぐさの映像と、エージェントがそのしぐさを行ったデータを被験者に見てもらい、映像中の人間およびエージェントが抱いていると思う感情に関してアンケート調査を行った。これにより人間のしぐさをアニメーションで再現することで感情が伝わるのかを調査する。また、しぐさにより観察者の印象が変化するかを調べるために、同一の容姿をしたエージェントに同一の発言を行わせ、しぐさのみを変化させた場合の評価実験を行った。

3.2 交渉対話事例の収集と分析

交渉時の対話内容と状況から引き起こされる感情に依じたしぐさについて調査するため、人間同士の交渉対話事例の収集と分析を行う。

3.2.1 交渉対話事例の収集

交渉の題材として、交渉タスクの知識の有無による有利不利が被験者に生じないように、どの被験者も実際に行ったことがない交渉タスクを設定するため、プロ野球選手の契約更新に関する交渉タスクを作成した。球団側役と選手側役に分かれ2名1組で、年俸に関する交渉対話を行ってもらっている様子をビデオカメラで撮影録画した。交渉を行うための参考資料として、自身の過去3年分の打撃と年俸に関するデータと、チーム内で役割が同じ選手と他チームで役割が同じ選手の過去3年分のデータを同様に添付した。また、選手側・球団側にそれぞれ自分しか知らない秘密情報と、要求ポイント・妥協ポイント等の情報を提示し、それをもとに交渉を進めてもらう。交渉タスクは、要求ポイント・妥協ポイントの情報を変化させることで、合意形成のしやすさ別に3種類用意し、各被験者にはすべての交渉タスクを行ってもらった。交渉対話事例の収集は被験者4名に協力してもらい、2名1組で2組のデータを収集した。1タスクの平均交渉時間は15分57秒で、1人の平均発言回数は約52回であった。実験の参加者は23歳から25歳の男性理系大学院生であ

る。交渉タスクの様子は1台のビデオカメラで2名が映るように撮影しデータ収集を行う。

3.2.2 交渉対話事例の分析

まず、収集した録画データを利用し、交渉対話事例の発言ログの書き起こしを行った。そして、書き起こした発言ログに対応させて特徴量のタグ付けを行った。特徴量は、録画データを何度か見た上で被験者の動きをもとに決定した。本研究で用意したタグセットは、交渉中の状況と発言者としぐさ、交渉相手のしぐさである。しぐさに関しては、頭部・胴体・腕部に分けて分析を行った。

頭部については、[真っ直ぐ]・[左に傾く]・[右に傾く]・[上を見る]・[下を見る]・[右上を見る]・[右下を見る]・[左上を見る]・[左下を見る]・[うなづき]の10種類のいずれかを付与し、胴体については、[真っ直ぐ]・[前傾]・[後傾]・[右傾]・[左傾]の5種類のいずれかを付与した。

腕部については、[腕組み]・[膝の上]・[手を前に出す(縦)]・[手を前に出す(横)]・[手を斜めに動かす(左下から右上)]・[手を斜めに動かす(左上から右下)]・[顎を触る]・[顎をたたく]・[口を隠す]・[頭を触る(横)]・[頭を触る(うしろ)]の11種類のいずれかを付与した。

しぐさに関しての細かい設定は不可能なので、設定されていないしぐさが出てきた場合は、似たしぐさに変換してタグ付けを行う、もしくはそのしぐさに関しての入力はしないこととした。

また、Wallbot[5]によると、感情としぐさの関係について検討する際、しぐさの頻度や累積時間だけではなく、しぐさの大きさや速さ、なめらかさといった特徴も分析対象とする必要があるとされている。そこで、本研究でもしぐさを分析する際に、しぐさの大きさと速さについて考慮する。そのため、しぐさの大きさの情報を[大]・[普通]・[小]の3段階、しぐさを行う速さの情報を[速い]・[普通]・[遅い]の3段階で付与した。特徴量リストを表1に示す。

また、交渉対話を行った4名の被験者に後日発言ログと撮影した映像を見てもらい、交渉中に感じていた感情(心理状況)を発言ログに対応付けて記入してもらった。

感情に関しては、Ekmanの感情分類[9]を参考に交渉時に出現しそうなものをあらかじめ抽出してその中から選択してもらった。さらに、選択肢の中には無いが自分で感じていた感情(心理状況)や思っていたことなどがあれば自由に記入してもらうように頼んだ。今回の自由記述で得られた新たな感情(心理状況)は、ゆさぶり・さぐりであった。

表 1: 特徴量リスト

頭部	真っ直ぐ, 左傾 ⁺⁺ , 右傾 ⁺⁺ , 上を見る ⁺⁺ , 下を見る ⁺⁺ , 右上を見る ⁺⁺ , 右下を見る ⁺⁺ , 左上を見る ⁺⁺ , 左下を見る ⁺⁺ , 頷き ⁺⁺
胴体	真っ直ぐ, 前傾 ⁺⁺ , 後傾 ⁺⁺ , 右傾 ⁺⁺ , 左傾 ⁺⁺
腕部	腕組み [*] , 膝の上, 手を前に出す(縦) ⁺⁺ , 手を前に出す(横) ⁺⁺ , 手を斜めに動かす(左下から右上) ⁺⁺ , 手を斜めに動かす(左上から右下) ⁺⁺ , あごを触る [*] , あごを叩く [*] , 口を隠す [*] , 頭を触る(横) [*] , 頭を触る(後) [*]

表中の+は大きさ, *はスピードを考慮する動作を表す

3.3 エージェントへの実装

3.3.1 使用するエージェント

本研究で使用するエージェントは TVML(TV program Making language)[6] と呼ばれるスクリプト言語で記述されている。本研究で使用するエージェントをしぐさ例とともに図1に示す。

3.3.2 エージェントへの実装

交渉対話事例を分析した結果、多く見られたしぐさを特徴量とし発言ログと対応付けて記録している。その特徴量それぞれについて、特徴量に対応させたしぐさを個別に作成した。エージェントのしぐさの例を図1に示す。左上が真っ直ぐ正面を向いている様子である。中央上が手を前に出している様子である。手を前に出す場合は縦に出す場合と横に出す場合とに区別しており、ここでは縦に出している。右上は手で口を押さえている様子である。左下は頭を押さえている様子である。中央下は顎を触る様子である。右下は横に振って手を前に出す様子である。

4 評価実験

4.1 実験の目的

本実験の目的は、以下の2つを調査することである。

1. 人間が交渉時に行ったしぐさをエージェントに行わせることは有効か。

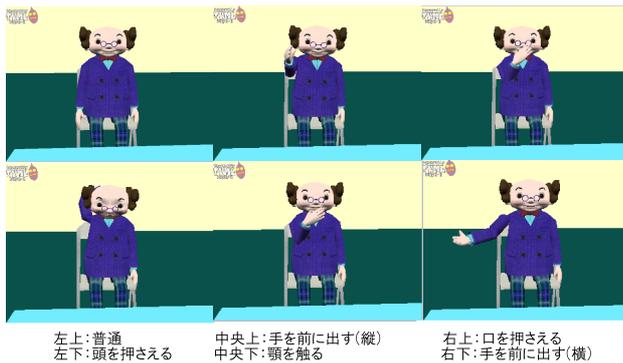


図 1: エージェントのしぐさ例

2. 発言内容が同じ場合にエージェントが異なるしぐさを行えば、観察者が受ける印象は変化するのか。

このことを調べるために以下の評価実験を行った。

4.2 実験 1：人間のしぐさとエージェントのしぐさの比較

人間が交渉時に行ったしぐさをエージェントに行わせることが有効であるかどうかを調査するために、交渉中にしぐさを行っている人間の動画とそのしぐさの特徴から作成したしぐさを行うエージェントの動画の両方を見てもらい、画面上の人間もしくはエージェントがどのような感情を抱いていると思うかという内容でアンケート調査を行った。アンケートの項目は、交渉中に現れると思われる興奮・冷静、困惑・落ち着き、悲しみ・喜び、満足・不満足、嫌悪・愛好、自信なし・自信ありの 6 つの対義語をそれぞれ 7 段階で評価してもらった。さらに、その他に感じたことなどがあれば自由に意見や感想を書いてもらうように自由記述欄を用意した。調査は交渉事例収集時の 4 名が行ったしぐさから、9 種類のシーンを選択して被験者に見てもらった。今回の調査ではしぐさと対話の状況のみから、相手の感情(心理状況)を感じ取ってもらいたかったので、音声情報は排除した。なぜなら、音声が入ってしまうと音声情報から相手の感情を認識してしまう可能性があるからである。しかし、音声をのぞいてしまうと対話の状況がわからなくなるので、要約したものを字幕として表示した。

それぞれのシーンの説明を以下に簡単に行う。

- しぐさ 1 ゆっくり腕組みを行う [状況：不利]
- しぐさ 2 顎を数回たたく [状況：不利]
- しぐさ 3 何度も手を縦に前に出す [状況:普通]
- しぐさ 4 頭を触る [状況：不利]

しぐさ 5 何度も手を横に前に出す [状況：有利]

しぐさ 6 頭を下に向ける相手を見るの繰り返し [状況：有利]

被験者の数は 10 名である。アンケートを答える順番による公平性を保つために、5 名ずつ人間のしぐさ映像を先に見るグループとエージェントのしぐさを先に見るグループに分けて調査を行った。

4.3 実験 1：結果と考察

エージェントと人間のそれぞれのしぐさで観察者が受ける印象は同じであると仮説を立て、アンケート項目に対してそれぞれのしぐさの組み合わせで t 検定を行った。

ここでは、有意水準 0.05 % 以下で有意差があったもののみ結果と考察を行うこととする。しぐさ 1 ~ しぐさ 3 では、エージェントと人間のどちらを先に見るかに関わらず、すべての項目で有意差はなかった。

しぐさ 4 では、エージェントを先に見たグループの不満足・満足で $t(4)=2.24, p < .05$ で有意差ありとなった。また人間を先に見たグループでは、困惑・落ち着きで $t(4)=2.45, p < 0.05$ 、不満足・満足で $t(4)=2.45, p < 0.5$ 、嫌悪・愛好で $t(4)=2.14, p < 0.05$ で有意差ありとなった。まず、エージェントを先に見たグループで不満足・満足で有意差がある原因は、本来人間は相手の発言内容に不満があり手で後頭部を触る行為をしたのだが、エージェントの動きを見ると多くの被験者が照れていると勘違いをしていた。そのため、エージェントを見た時には満足と回答していたからである。また、人間を先に見たグループでは、人間の動きを見て何かに失敗して怒られているようだと感じたという意見や手の動きでイラつきを感じたなど被験者の受け止め方が様々だったことが原因だと考えられる。このような手で頭の後ろを触るという行為からは、様々な受け止められ方をしてしまうことがわかった。

しぐさ 5 ではすべての項目で有意差がなかった。

しぐさ 6 では、エージェントを先に見たグループの自信あり・自信なしで $t(4)=2.24, p < 0.05$ で有意差ありとなった。また、人間先に見たグループでも自信あり・自信なしで $t(4)=2.24, p < 0.05$ で有意差ありとなった。しぐさ 6 は相手と視線を合わしたりそらしたりするだけである。被験者は人間のしぐさを見た場合には落ち着いているので自信があると回答しているのに対し、エージェントのしぐさを見たときにはどちらともいえない、もしくは自信なしを選択している。この結果は、エージェントが下を向いていると自信がないように見える、あるいはエージェントのしぐさが大きい程自信があるように見えるといった自由回答にも関連している。

4.4 実験2：エージェントのしぐさの違いによる印象の変化の調査

エージェントの外見と発言内容が同じ場合で、しぐさが異なる場合、観察者が受ける印象は変化するのかを調査するために、外見が同じエージェントを用いて、異なる4種類のしぐさのデータを見てもらい、4種類のデータに対して先程と同じ項目のアンケートに答えてもらった。また、どのような違いを感じたかなどを自由記述欄に書いてもらった。なお、今回も先ほどと同様に音声なしで、情報は字幕で表示した。

見てもらった映像の内容は、選手側が球団側に成績が向上しているのを年俵を上げるように主張しているシーンである。それぞれのシーンのしぐさについて簡単に説明する。

シーン1 手を前に出し、小さく素早く横に振る

シーン2 手を前に出し、縦に振る

シーン3 手を前に出し、大きく横に振る

シーン4 手は動かさず、下を見て、たまに相手を見る

シーン別のエージェントのしぐさを図2に示す。

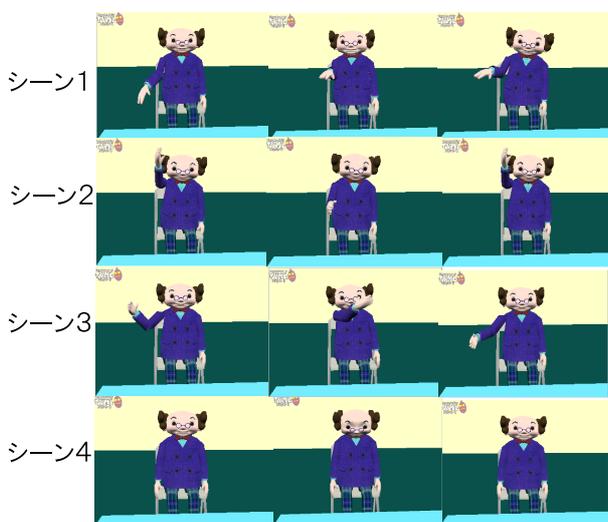


図2: シーン別のエージェントのしぐさ

4.5 実験2：結果と考察

それぞれのシーンで観察者が受ける印象は同じであると仮説を立て、各アンケート項目に対してそれぞれのシーンについて、分散分析・多重比較 (Bonferroni の多重比較) を行った。

まず、興奮・冷静について行ったところ、有意水準1%未満で有意な差が見られた ($F=5.75, P < 0.01$)。そして、シーン1とシーン2で有意差あり ($p < 0.01$)、シーン1とシーン3で有意差あり ($p < 0.05$)、シーン1とシーン4で有意差あり ($p < 0.05$)であった。その他のシーンでは有意差なしであった。つまり、シーン1とその他のシーンで有意差があった。シーン1では、手を前に出して素早く横に振るというしぐさを行っている。このしぐさを見て被験者はエージェントが興奮していると判断したので、しぐさの大きさよりもしぐさのスピードを見て興奮していると判定していると考えられる。

困惑・落ち着きについては、それぞれのシーンの間で有意差は見られなかった。

悲しみ・喜びについては、有意水準1%未満で有意な差が見られた ($F=5.65, P;0.01$)。シーン1とシーン4で有意差あり ($p < 0.05$)、シーン2とシーン4で有意差あり ($p < 0.05$)、シーン3とシーン4で有意差あり ($p < 0.05$)であった。その他のシーンでは有意差が出なかった。つまり、悲しみに関してはシーン4だけが異なる印象を受けていた。シーン4以外シーンではすべての被験者が、どちらともいえないを選択していた。他のシーンと違いシーン4では腕によるしぐさはなく、頭が下を向いたり相手を見たりするだけである。自由記述で、顔が下を向いていると悲しそうな印象を受けるという意見もあり、エージェントが話しているときに顔を下に向けると人間は悲しいという印象を抱く可能性が考えられる。

不満足・満足については、有意水準1%未満で有意な差が見られた ($F=10.89, P;0.01$)。シーン1とシーン2で有意差あり ($p < 0.01$)、シーン1とシーン3で有意差あり ($p < 0.01$)であった。シーン2とシーン3は、縦と横に振るという違いはあるがどちらも手を前に出すしぐさを比較的大きく行う。それに対してしぐさ1は同じ手を前に出すというしぐさでも小さく素早く行う。この結果から、しぐさの大きさや速度により不満足・満足を表せる可能性がある。

嫌悪・愛好については、有意差がなかった。自信なし・自信ありについては、有意水準1%未満で有意な差が見られた ($F=7.09, P;0.01$)。シーン1とシーン3で有意差あり ($p < 0.01$)、シーン2とシーン3で有意差あり ($p < 0.05$)、シーン3とシーン4で有意差あり ($p < 0.01$)。つまり自信の有無については、シーン3とその他で異なることがわかる。シーン3はその他のシーンと比べて腕部のしぐさが非常に大きい。よって、人間はエージェントのしぐさの動きの大きさにより自信度を判定していると考えられる。

5 まとめ

本研究では交渉中のしぐさに着目し、エージェントが人間の交渉中のしぐさを真似ることでどれくらい感情が伝わるのか、またしぐさによって、観察者が受ける印象がどのように変化するかを調査することを目的としている。そこで人間同士の交渉対話事例の収集を行い、交渉対話事例から交渉時に表出するしぐさを抽出し、その特徴量をもとにエージェントのしぐさを作成した。作成したエージェントのしぐさと人間のしぐさを見比べてもらい、エージェントと人間それぞれが抱いている印象についてアンケートにより評価を行った。その結果、ゆっくり腕を組む・顎を数回たたく・何度も手を縦に前に出す・何度も手を横に前に出すというしぐさの場合は、人間のしぐさを見た場合でもエージェントのしぐさを見た場合でも観察者は同じ感情を抱いていた。

また、交渉時におけるしぐさの影響量を調査するため、同一の発言内容と同一の容姿のエージェントに異なるしぐさを行わせ、観察者が受ける印象が変化するかどうかを調査した。その結果、エージェント手の動きが速い場合、観察者はエージェントに対して興奮しているあるいは不満足だという印象を持つことがわかった。エージェントが話すときに下を向いていると悲しいという印象を抱くことがわかった。また、エージェントのしぐさの大きさが大きいと自信があると感じることがわかった。

今後は、これらの知見を利用し人間と交渉する際に、発言内容や交渉状況に応じたしぐさを出力するエージェントの作成を行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 田中貴紘, 安村禎明, 片上大輔, 新田克己: オンライン調停教育支援システムの類似場面検索機能, 人工知能学会論文誌, Vol.20, No.2, pp.94-104 (2005)
- [2] 前田憲生, 田中貴紘, 片上大輔, 新田克己: 調停教育における論争エージェントの開発, 第16回インテリジェント・システム・シンポジウム, pp.199-204 (2006)
- [3] 湯浅将英, 安村禎明, 新田克己: 主観的要素を考慮した交渉の状態遷移モデル, システム制御情報学会論文誌, Vol.14, No.9, pp.439-446 (2001)
- [4] ロジャー・フィッシャー, ダニエル・シャピロ著, 印南一路訳: 新ハーバード流交渉術 感情をポジティブに活用する, 講談社 (2006)
- [5] Wallbott, H.G.: Hand movement quality: A neglected aspect of nonverbal behavior in clinical judgment and person perception, *Journal of Clinical Psychology*, Vol.41, pp.345-359 (1985)
- [6] 林正樹: テキスト台本からの自動番組制作 ~ TVMLの提案, 1996年テレビジョン学会年次大会, S4-3, pp.589-592 (1996)
- [7] 筒井貴之, 石塚満: キャラクタエージェント制御機能を有するマルチモーダル・プレゼンテーション記述言語 MPML, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.4, pp.1124-1133 (2002)
- [8] 中野有紀子, 村山敏泰, 西田豊明: 会話エージェントによる情報提供 - 非言語情報による重要概念の強調 -, 社会技術研究論文集, Vol.2, pp.159-168 (2004)
- [9] Ekman, P.: Universals and cultural differences in facial expressions of emotion, *Nebraska Symposium on Motivation*, Vol.19, pp.207-283 (1971)
- [10] 黒川隆夫: ノンバーバルインタフェース, オーム社 (2004)
- [11] 岡田謙一, 西田正吾, 葛岡英明, 仲谷美江, 塩澤秀和: ヒューマンコンピュータインタラクション, オーム社 (2002)
- [12] 中野敦, 塩入健太, 星野准一: 対話キャラクタのための姿勢, しぐさ, ジェスチャの複合による心理状態表現, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol.4, pp.149-156 (2006)