

# モチベーション維持におけるキャラクタエージェントと ロボットの比較

## Evaluating Robots and Virtual Agents for Persuasion to Maintain Motivation

角 薫<sup>1</sup> 長田 瑞恵<sup>2</sup>

Kaoru Sumi<sup>1</sup> and Mizue Nagata<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学

<sup>1</sup> Future University Hakodate

<sup>2</sup> 十文字学園女子大学

<sup>2</sup> Jumonji University

**Abstract:** Considering the spread of computers and the technological advances of recent years, research on persuasive intelligent user interfaces with a fifty-fifty relationship for communicating with humans is necessary. Recently, anthropomorphic user interfaces have been developed, such as virtual agents and robots. In this paper, we discuss an experiment on persuasion to maintain motivation, comparing human agent interaction and human robot interaction.

### はじめに

コンピュータとの知的なコミュニケーションを考えた場合、人間に対して十分に説得力があり[1], 人間と対等にやりあえるためのコンピュータの条件について検討する必要がある。これまでには、キャラクタエージェントをインタフェースとした研究[2][3][4][5][6][7][8][9], ロボットをインタフェースとした研究[10][11][12][13][14][15]があるが、キャラクタエージェントとロボットはどちらが説得的であるかという比較をした研究はあまり行われてきていない。

本稿では、人のモチベーションを維持するためにはキャラクタエージェントとロボットのどちらがどのように有効であるかについての比較実験を紹介する。

### エージェントとロボットの比較実験

#### 方法

- 実験計画 3 要因配置 (いずれも被験者間) : 話し手 (ロボット・エージェント) × 話し手の感情価 (2 : 喜び・無表情) × 励まし (2 : 有・無)
- 大学生・大学院生 170 名 (男性 44 名・女性

126 名) を被験者とした。

- 材料・条件と手続

#### 1. 提示刺激

被験者の感情に対して反応する話し手として女性のアニメーションを用いた。話し手の表情として、「喜び」または「無表情」の表情を使用した。感情を表す言語情報として、女性の声で録音した音声を用いた。被験者感情に共感的な反応として「そうですね。」、被験者感情に一致しない反応として「そうでしょうか。」という音声 flowed。その直後に、感情有では喜びの表情・音声トーンで、感情無では無表情・音声トーンで「とても嬉しいですな」という音声を流した。

#### 条件

(1) 相互作用相手(話し手)として、ロボット (ロボビエ) の顔面に人物の顔のアニメーション映像を投影したものとディスプレイ上に人物のアニメーション映像を映し出した (図 1)。

#### (2) 話し手の感情価

話し手の感情価の条件として、表情と音声的トーンの組み合わせによって、2 種類の刺激を用意した。好印象エージェント (気心の知れた仲の良い友人 [16]) として、「喜び」の音声的トーンの言語情報と共に「喜び」の表情を提示した。無表情として「喜

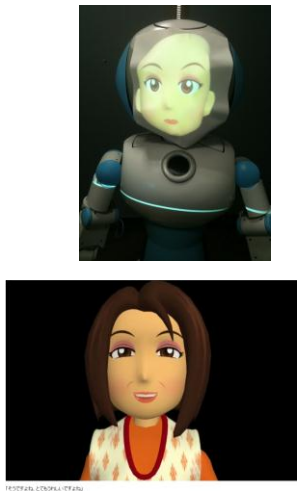


図 1. ロボット条件とエージェント条件

び」の感情的トーンを伴わない言語情報と共に無表情を提示した。

(3) 励まし有無 被験者が課題を遂行中に「がんばって」「良い調子ですね」という励ましを入れるかどうかを操作した。

## 手続き

### (1) 全体教示と被験者属性記録

全体教示として以下の教示を男性の音声で読み上げた。「この調査は、人々のコミュニケーションに対する意識・態度について調べるものです。正解があるわけではありませので、思ったこと、感じたことをそのままお答えください。結果は統計的に処理され、個人的なデータが公表されることはありません。また、個人情報の取り扱いには細心の注意を払います。以上の研究の趣旨をご理解の上、ご協力をお願いいたします。」次に、被験者属性の記録として、「それでは、まず、この用紙に所属、性別、年齢をご記入ください」と教示し、必要事項の記入を求めた。

その後、「まず、パソコン画面（ロボット）をご覧ください。これから、ある人物があなたに向かっていろいろな説明をします。その人物の説明や指示に従って、人物の下にある回答ボタンを選択してマウスの左ボタンでクリックしてください。途中、この部屋にいる実験者から、補足の説明が入ること場合があります。その際には実験者の説明にしたがってください。それでは、始めます。」

### (2) 被験者の感情喚起と話し手の感情価操作

男性の音声で「これから、ある場面について思い

10個のマス目をできるだけ早く丁寧に塗ってください。  
10個塗り終わったら、画面の「10個のマス目を塗り終えた」ボタンを押してください。

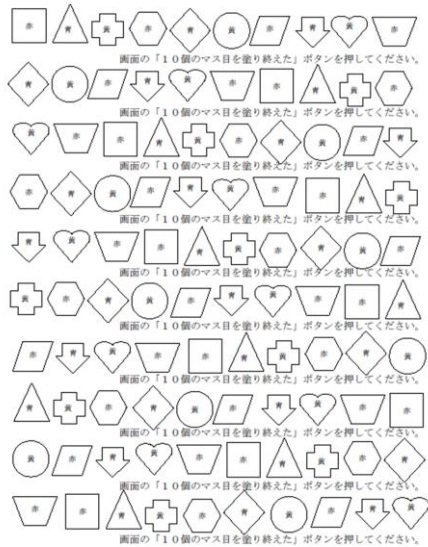


図 2. マス目色塗り課題

浮かべていただきます。そのときに、あなたはどのような感情になるのか、選択肢から選んでください。」という教示に続いて、予備調査から被験者に「喜び」感情を喚起させることが明らかな文章を男性の音声で読み聞かせた。

「あなたは志望する学校へ入学するために受験勉強をしていました。とてもとても長い間、ずっと努力してきました。いよいよ、試験当日、あなたは実力を十分に発揮できました。そして、結果が発表され、あなたはとうとう合格しました。」

その後、被験者の感情評定として男性の音声で「このようなとき、あなたはどんな感情を感じますか？」と問い、「驚き・恐怖・嫌悪・怒り・喜び・悲しみ」の選択肢の中から選択させた。被験者の選択の後に、印象を操作するために、感情有では女性の喜び表情と喜びの女性音声的トーンを伴って、感情無では女性の無表情と感情を伴わない女性音声的トーンで、「そうですよね、とても嬉しいですね」と話し手が反応した。

### (3) マス目色塗り課題の導入

次に、話し手の印象や励ましの有無によって、単調な作業を続けようとするモチベーションが維持されるかどうかを検討する課題を行った。まず、次のような教示を男性の音声で提示した。

「さて、最新の研究から、いつまでも鋭敏な思考力を保つために、毎日色塗り課題をすることが効果的だということが明らかになりました。色塗り課題とは、小さなマス目を決まった順番で、できるだけ速く丁寧に鉛筆で色塗りしていくものです。効果を上げるためには、色塗りするマス目の数は多ければ多いほど良いと言われていています。そこで、早速、あなたにもこの課題に挑戦してもらいたいと思います。」

そして、問1として「あなたは色塗り課題をやりたいと思いますか」と尋ねた。

#### (4) マス目色塗り課題(図2)実施

問1での回答が「YES」だった被験者には「そうですか、やりたいと思いますか。それでは、鋭敏な思考力を保つために、試しに挑戦してみましよう。」、問1が「NO」だった被験者には「そうですか、やりたくないんですね。でも、鋭敏な思考力を保つために、試しに挑戦してみましよう。」と話し手が反応し、色塗り課題を開始した。その際、条件に応じて話し手の感情価(喜び・無表情)を操作した。

次に、「これが色塗り課題の用紙です。10マス塗りおえたらそこで一度課題をやめ、この後、画面上の人物の下に出る『10マス塗りおえた』のボタンを押してください。それでは始めます」と教示された後、被験者は紙に印刷された様々な形のマス目を指定された色で塗るように指示された。被験者が10マス塗りおえるまでの間、励まし有条件では話し手が喜びもしくは無表情で、「がんばって」「良い調子ですね」を時折繰り返した。励まし無条件ではエージェントは喜びもしくは無表情で提示された状態で保たれた。

被験者が10マス塗りおえたら、話し手が無感情の表情・音声で、「お疲れ様でした。10個のマス目を塗り終わりました。あと10個塗り続けますか?」と被験者に問2として課題の続行の選択を求めた。被験者が「YES」と回答した場合には、そのまま色塗り課題をさらに10マス分続行した。「NO」と回答した場合には「そうですか、もう続けたくないんですね。でも、色塗りをするマス目は多ければ多いほど良いと言われていています。もう少し頑張ってみませんか?」と再度続行するかどうかの選択をさせた。そこでもさらに「NO」を選択した被験者には「お疲れ様でした。今日はこれで終わりにしましょう」と教示し、色塗り課題を終了した。続行選択の際、話し手の感情価は条件によって操作した。

被験者が10マス分の色塗り課題を20試行終えた際には、「お疲れ様でした。今日はもう十分やりました。今日はこれで終わりにしましょう。」と話し手が教示し、色塗り課題を終了した。

#### (4)課題と話し手についての質問

続いて、課題と話し手についての質問を行った。質問は以下の通りであった。

問3 色塗り課題は楽しかったですか

問4 色塗り課題によって思考力がアップしたと思いますか

問5 明日以降もこの課題を続けたいと思いますか

問6 色塗り課題の効果についてのこの人物の説明にどのくらい納得しましたか?

問7 課題をやっている間にこの人物から声をかけられて、やる気が出ましたか?

問8 話し手それ自体の印象

①「5 話しやすい ~ 1 話しにくい」

②「5 たよりになる ~ 1 たよりにならない」

③「5 優しい ~ 1 むごい」

④「5 謙虚な ~ 1 思い上がった」

⑤「5 共感的な ~ 1 共感的でない」

⑥「5 権威のある ~ 1 権威のない」

⑦「5 嫌味でない ~ 1 嫌味な」

⑧「5 まじめな ~ 1 ふまじめな」

⑨「5 感じの良い ~ 1 悪い」

問1から問8までの被験者のそれぞれの反応はデータとして記録された。

(5) デブリーフィング 最後に、「この調査の本当の目的は、先ほどの女性に対して皆様がどのような印象を抱いたかを明らかにすることです。そのため、色塗り課題の効果はこの研究のために作られた架空の話であり、色塗り課題が思考力を保つという効果はありません。」と調査の本来の目的を開示した。

## 結果

● 問1 「色塗り課題をやりたいと思うか」  
全条件(8)×初期回答(2)の $\chi^2$ 乗検定の結果、人数の偏りは有意ではなかった( $\chi^2(7)=6.62, n.s.$ )。

したがって、被験者の感情喚起後、話し手の印象操作が終了した時点では、色塗り課題への姿勢・態度が条件間で異なることはなかったと言える。

● 問2 「あと10個塗り続けるか?」 色塗り回数

色塗り課題を続けた回数を従属変数として、話し手(ロボット・エージェント)×話し手の感情価(2:喜び・無表情)×励まし(2:有・無)の3要因分散分析を行った。

その結果、メディアの主効果のみが有意であり、エージェント条件の方がロボット条件よりも色塗り課題を続けた回数が多かった。

● 問2 もう少し頑張って続けてみないか？」  
説得の効果

問2に対して一旦「NO」と回答した被験者が、「もう少し頑張って続けてみませんか？」というエージェントの説得に対して課題を続行するように意思を変更したかどうかを検討した。

エージェントの説得に対して意思変更したかどうかについて、全条件（8）×意思変更有無（2）の $\chi^2$ 乗検定の結果、人数の偏りが有意であり（ $\chi^2(7)=14.69, p<.05$ ）、残差分析の結果、ディスプレイ・感情有・励まし無条件で意思変更有が期待値より有意に多く、ロボット・感情有・励まし無条件で意思変更無が期待値より有意に多かった。

● 問3 「色塗り課題は楽しかったか」

色塗り課題は楽しかったかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、励ましの効果が有意であり、励まし有の方が楽しかったと評定されたことが示された。また、話し手×感情価×励ましの交互作用が有意であった。下位分析としてメディアごとに話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の2要因分散分析を行った。

その結果、エージェント条件では、感情価×励ましの交互作用の傾向があり、感情有の時は励ましの主効果はないが無表情の時には励まし有の方が評定値が高い傾向があった。さらに、励まし無の時には感情の主効果は無いが、励まし有の時には無表情の方が評定値が高い傾向があった。

一方、ロボット条件では、励ましの主効果が有意であり励まし有の方が励まし無よりも評定値が高かった。

● 問4 「思考力がアップしたか」

課題によって思考力がアップしたと思うかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、メディアの主効果の傾向があり、エージェントのほうがロボットよりも評定値が高い傾向があった。また、感情価の主効果が有意であり、感情有のほうが無表情よりも評定値が高かった。

● 問5 「説明に納得したか」

課題によって思考力がアップしたと思うかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結

果、全ての主効果・交互作用が有意ではなかった。

● 問6 「明日以降もこの課題を続けたいと思うか」

明日以降もこの課題を続けたいと思うかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、話し手の主効果の傾向があり、エージェントのほうがロボットよりも評定値が高い傾向があった。

● 問7 「人物に声をかけられてやる気が出たか」

人物に声をかけられてやる気が出たかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、励ましの主効果が有意であり、励まし無のほうが励まし有よりも評定値が高かった。また、感情価×励ましの交互作用の傾向があり、感情ありの場合に特に励まし無のほうが励まし有よりも評定値が高く、励まし無の時に特に感情有のほうが無表情よりも評定値が高い傾向があった。

● 問8① 「話しやすいか」

人物は話しやすいかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、全ての主効果・交互作用が有意ではなかった。

● 問8② 「たよりになる」

人物はたよりになるかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、全ての主効果・交互作用が有意ではなかった。

● 問8③ 「優しい」

人物は優しいかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、メディアの主効果が有意であり、ロボットのほうがエージェントよりも評定値が高かった。また、感情価の主効果が有意であり、感情有のほうが無表情よりも評定値が高かった。さらに、励ましの主効果が有意であり、励まし有のほうが励まし無よりも評定値が高かった。

● 問8④ 「謙虚か」

人物は謙虚かの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、励ましの主効果が有意であり、励まし有のほうが励まし無よりも評定値が高かった。また、話し手×励ましの交互作用が有意であり、ロボットの時に特に励まし有のほうが励まし無よりも評定値が高かった。また、励まし有の時に特にロボットの方がエージェントよりも評定値が高かった。

● 問8⑤ 「共感的か」

人物は謙虚かの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、感情価の主効果が有意であり、感情有のほうが無表情よりも共感的と評定された。また、話し手×励ましの交互作用が有意であり、ディスプレイの時に特に励まし無の方が励まし有よりも共感的と評定され、励まし無のときにはエージェントの方がロボットよりも共感的と評定された。

● 問8⑥ 「権威があるか」

人物は権威があるかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、メディアの主効果が有意であり、エージェントのほうがロボットよりも権威があると評定された。励ましの主効果が有意であり、励まし無のほうが励まし有よりも権威があると評定された。さらに感情価×励ましの交互作用が有意であり、励まし無の時に特に無表情のほうが感情有よりも権威があると評定され、無表情の時に励まし無の方が励まし有よりも権威があると評定された。

● 問8⑦ 「嫌みでない」

人物は嫌みでないかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った(右下の分散分析表参照)。その結果、メディアの主効果が有意であり、ロボットのほうがエージェントよりも嫌みでないと評定された。また、感情価の主効果が有意であり、感情有のほうが感情無よりも嫌みでないと評定された。さらに、メディア×感情価の交互作用が有意であり、ロボットの時に感情有のほうが無表情よりも嫌みでないと

評定され、感情有の時にロボットのほうがデエージェントよりも嫌みでないと評定された。

● 問8⑧ 「まじめな」

人物はまじめかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った。その結果、全ての主効果・交互作用が有意ではなかった。

● 問8⑨ 「感じが良いか」

人物は感じが良いかの評定値を従属変数として、話し手（ロボット・エージェント）×話し手の感情価（2：喜び・無表情）×励まし（2：有・無）の3要因分散分析を行った結果、感情価の主効果が有意であり、感情有のほうが感情無よりも感じが良いと評定された。

## 考察

キャラクタエージェントとロボットを比較するとそれぞれの特徴は以下となる。キャラクタエージェント：色塗り課題を続けた回数がロボットよりも多く、また思考力がアップしたと回答した被験者がロボットの被験者よりも多かった。そのため、キャラクタエージェント条件の方がロボット条件よりも説得力が高いと考えられる。ロボット：ロボットは被験者にとって優しい存在だった。特に、感情が有り、励ましがある場合に優しい。感情がある場合、嫌味でないと感じられた。特に、励ます場合には謙虚である。

結果を総合的に見ると、モチベーションを維持するため説得を行う場面においては、キャラクタエージェントはロボットよりも影響力が強いといえる。興味深いのは、「あと10マス塗り続けるか」という課題続行に対して一旦「NO」と意思表示した被験者が、「もう少し頑張って続けてみませんか？」という話し手の説得に対して課題を続行するように意思を変更したかどうか、条件による違いが示されたことである。話し手・感情有・励まし無条件で意思変更をした被験者が多かった。このことは、感情を込めた相互作用にはそれなりの影響力があるが、課題遂行中にしつこく励まされることが逆効果につながる可能性を示していると言える。一方、ロボット・感情有・励まし無条件ではエージェントの説得に対して意思変更しない被験者が多かった。

本実験では、ロボットの顔面に人物の顔のアニメーション映像を投影した。問8③「優しい」では、ロボットがキャラクタエージェントよりも点数が高

く、問8⑥「権威があるか」と問8⑦「嫌みでない」では、その逆だった。もし、どちらかに結果が偏っていたら、ロボットの顔をスクリーンで作成した設定そのものに疑問が残るところであるが、結果はそうではなかった。そもそも優しいといった印象は人間に対して評価される印象であるので、ロボットの顔として認識されていたと言える。しかしながら、今後の課題として、実際のロボットの顔を用いた実験も行う必要があるであろう。

本研究でのキャラクターエージェントとロボットは、表情と言葉のみが表現の対象であったため、動作などの要素が加わるとまた異なった実験結果になると思われる。今後の課題として研究を進めていく予定である。

## まとめ

本稿では、人がモチベーションを維持するための話し手の説得による効果について、キャラクターエージェントとロボットとの特徴をまとめた。

## 参考文献：

- [1] B.J.Fogg: *Persuasive Technology –Using Computers to Change What We Think and Do-*, Elsevier, 2003.
- [2] Pattie Maes: *Agent that Reduce Work and Information Overload*, *Communications of the ACM*, Vol.37, No.7, pp.31-40, ACM, 1994
- [3] Yasuyuki Sumi and Kenji Mase: *Interface agents that facilitate knowledge interactions between community members*, H. Prendinger and M. Ishizuka eds., *Life-Like Characters: Tools, Affective Functions, and Applications*, pp.405-427, Springer, January, 2004
- [4] E. André, J. Müller, and T. Rist. *WebPersona: A Life-Like Presentation Agent for the World-Wide Web*. In *Proc. of the IJCAI-97 Workshop on Animated Interface Agents: Making them Intelligent*, Nagoya, 1997.
- [5] Stacy Marsella, Jonathan Gratch and Jeff Rickel: *Expressive Behaviors for Virtual World, Life-Like Characters*, *Helmet Prendinger and Mitsuru Ishizuka Eds.*, pp.163-187, Springer, 2004.
- [6] Kitamura, Y., Nagata, N., Ueno, M., and Nagamune, M.: *Toward Web Information Integration on 3D Virtual Space*. In F. Kishino et al. (Eds.), *Entertainment Computing - ICEC2005, Lecture Notes in Computer Science 3711*, Berlin et al.: Springer-Verlag, 445-455, 2005.
- [7] Nagao, K., Takeuchi, A. : *Speech dialogue with facial displays: Multimodal human-computer conversation*, *Proc. ACL-94*, pp.102-109 (1994).
- [8] S.Seto, H.Kanazawa, H.Shinchi, Y.Takebayashi: *Spontaneous speech dialogue system TOSBURG II and its evaluation*, *International Symposium on Spoken Dialogue, ISSD-93, Vol.15, Issue 3-4*, pp.41-44 (1993.10).
- [9] Shin-ichi Kawamoto, Hiroshi Shimodaira, Tsuneo Nitta, Takuya Nishimoto, Satoshi Nakamura, Katsunobu Itou, Shigeo Morishima, Tatsuo Yotsukura, Atsuhiko Kai, Akinobu Lee, Yoichi Yamashita, Takao Kobayashi, Keiichi Tokuda, Keikichi Hirose, Nobuaki Minematsu, Atsushi Yamada, Yasuharu Den, Takehito Utsuro, Shigeaki Sagayama: *Galatea: Open-source Software for Developing Anthropomorphic Spoken Dialog Agents, Life-Like Characters*, *Helmet Prendinger and Mitsuru Ishizuka Eds.*, pp.163-187, Springer, 2004.
- [10] Pineau, J., Montemerlo, M., Pollack, M., Roy, N., and Thrun, S., “Towards robotic assistants in nursing homes: challenges and results.” *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 42, Issues 3-4, 31, pp. 271-281.
- [11] Burgard, W., Cremers, A. B, Fox, D., Hähnel, D., Lakemeyer, G., Schulz, D., Steiner, W., and Thrun, S. “The Interactive Museum Tour-Guide Robot,” *Proc. National Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*, 1998.
- [12] Siegart, R., and et al. “Robox at Expo.02: A Large Scale Installation of Personal Robots”. *Robotics and Autonomous Systems*, 42, 203-222, 2003
- [13] Masahiro Shiomi, Takayuki Kanda, Hiroshi Ishiguro, and Norihiro Hagita, *Interactive Humanoid Robots for a Science Museum*, *IEEE Intelligent Systems*, vol. 22, no. 2, pp. 25-32, Mar/Apr, 2007.
- [14] Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., and Ishiguro, H. “Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: A Field Trial,” *Journal of Human Computer Interaction*, Vol. 19, No. 1-2, pp. 61-84, 2004.
- [15] Shibata, T. “An overview of human interactive robots for psychological enrichment,” *The proceedings of IEEE November 2004*
- [16] Kaoru Sumi and Mizue Nagata: *Evaluating a Virtual Agent as Persuasive Technology*, *Psychology of Persuasion*, Janos Csapó and Andor Magyar eds., Nova Science Publishers 2010.