

仮想空間におけるモーションオーバーラッピングの有効性の検証

中村 知貴[†], 澤 淳二^{††}, ラック ターウオンマツト[†]

[†] 立命館大学大学院理工学研究科 ^{††} 立命館大学理工学部

本稿では、Second Life という仮想空間でモーションオーバーラッピング (以下 MO) が有効であるか検証した。MO とは、人間のモーションとロボットのモーションを重ね合わせることによる、ロボットの内部状態を表出する一手法である。検証実験は NPC がドアの前でドアを開けることができず困っている状況を想定し、それを見たプレイヤーが NPC のためにドアを開けるか、というものである。MO の比較対象として、アイコンと音を発する NPC を用意した。これにより仮想空間内の NPC においても MO が有効であることが確認された。

Verification of effectiveness of motion over wrapping in virtual space

Tomotaka NAKAMURA[†] Junji SAWA^{††} Ruck THAWONMAS[†]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

^{††} College of Science and Engineering, Ritsumeikan University

In this paper, we verify whether motion over wrapping (MO) is effective in a virtual space named Second Life. MO is a recently proposed method that expresses an internal state of a robot of interest by overlapping a human's motion with a motion of the robot. In our study, an experiment is conducted with a situation where a non player character (NPC) of interest is in trouble waiting for some one to open a door. In this experiment, whether or not subject players will open the door for the NPC is investigated. Three methods for expressing NPC internal states, namely, MO, pop-up icon, and sound, are compared, and the effectiveness of MO is confirmed.

1 はじめに

近年、ロボットやコンピュータ内のキャラクターの感情を人間へ伝えようとする研究が盛んに行われている。

ロボットの分野では家庭で人と共生するロボットの感情表出の研究が盛んである。ぬいぐるみロボットを用いた研究^{1) 2)} や人とロボットのインタラクションにおける印象の違いを調べる研究³⁾ 感情領域を用いた表情生成⁴⁾ などがあげられる。

コンピュータの分野ではコンピュータキャラクターと人間が自然なコミュニケーションを取れるようにするための研究が盛んである。眼球に表情を持たせる研究⁵⁾ や、メタ表示能力を持たせる研究⁶⁾ や、ユーザの感情をフィードバックさせる研究⁷⁾ などがあげられる。また、コンピュータゲームにおいて人とコンピュータキャラクター (NPC) が

共に行動することが多くなってきている。例えば、FINAL FANTASY XI⁸⁾ のフェローシステムや、ラグナロクオンライン⁹⁾ のペットシステムなどがあげられる。NPC に感情表出を行わせることにより、ゲームとしての魅力がさらに増すと考える。

そこで本研究ではロボットの感情表出手法の1つである、小林氏らによって最近提案されたモーションオーバーラッピング¹⁰⁾ をコンピュータゲーム内でも有効かどうかを検証する。

2 感情表出手法

感情を表出する手法として、言語情報を用いる方法と、非言語情報を用いる方法の2つが考えられる。言語情報を用いる場合は、「楽しい」や「悲しい」といったキャラクターの感情や、「このドアを開けてください」といった要求を NPC に発話させる方法が考えられる。非言語情報を用いる場合は、

効果音やアイコン、NPCの動作などによる表出が考えられる。

ただし、ゲーム空間においてNPCが発話することは、プレイヤー同士の会話を妨害する可能性があるとして不適切と考えた。以下では、非言語情報によってNPCの感情をプレイヤーに伝える方法をあげる。

2.1 顔の表情による感情表出法

人間のコミュニケーションでは言葉にするよりも早く、表情の変化によって感情や意図の伝達を行う。このことに注目した研究が、眼球に表情を持たせる研究⁵⁾である。また、眼球だけでなく顔全体の表情に注目した研究が、感情領域を用いた表情生成⁴⁾である。ただし、ほとんどのゲームにおいて相手キャラクターの表情がわかるほど接近することは少ない。よってゲーム空間において表情を変化させてNPCの感情表出を行うことは不適切だと考えた。

2.2 動作による感情表出法

体の一部、または全体の動作による感情表出手法の1つとしてラバン特徴量を介した定量的相関分析¹¹⁾があげられる。これはロボットの感情を表出するのにどの部分をどれくらい動かせばいいのかを定義したものである。これにより感情と動きを密接に関連付けることができるが、各稼働部分において計算が必要となるため計算コストが膨大なものになってしまう。さらに、現在のゲームのキャラクターのそれぞれの動作をアニメーション作成ツールやモーションキャプチャなどで決め、それを実行するという方法が取られていることが多い。よって、動作ごとに計算が必要なこの手法は不適切と考えた。

3 モーションオーバーラッピングとそのゲーム空間における利点

以下では本研究が対象としたモーションオーバーラッピングについて説明する。

3.1 モーションオーバーラッピング

モーションオーバーラッピングの説明について小林氏らの論文¹⁰⁾から抜粋する。

モーションオーバーラッピング(以下MO)とは、人間の動作(モーション)とロボットのモーションを重ね合わせる擬人化の

一手法である。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、ロボットの感情を理解することが促進されることを期待している。また、MOによる感情表出の利点として、実装性、表現力、低ストレスの3つがあげられている。

次に、この3つの利点をゲーム空間で実装する場合について考える。

3.2 ゲーム空間におけるMOの利点

- 実装性：NPCの多くは、プログラムによって自身が自律移動できる。また、MOは人が普段行うモーションを使うので、ゲーム内に何らかのモーションが存在すればMOの実行のために専用のモーションを追加する必要がない。
- 表現力：ゲーム内においてもモーションの組み合わせは、非常に多様である。
- 低ストレス：効果音やアイコンによる非言語情報はプレイヤーに注意を向けさせるには適した方法であるが、警報などの例にあるように、緊急性を示す用途が多いためストレスを与えている可能性がある。MOは普段行うモーションなのでプレイヤーに違和感を与えることなく感情表出ができる。

ここで低ストレスについてもう少し深く考える。ゲーム空間で低ストレスとはプレイヤーのゲームプレイを妨げることがないということである。つまりMOは、強制的にプレイヤーの注意を向けさせるのではなく、さりげなくNPCの意思をプレイヤーに伝えることができる。NPCにとって「プレイヤーに無理にやらせよう必要は無いが、やって欲しいことがある」ということを暗にプレイヤーに伝えることができる。

4 実験

ここでは、MOによる感情表出の有効性を実験により検証する。NPCはドアを開けることができず、プレイヤーに対してドアを開けて欲しいという意思表示を行う。そして意思表示に対する被験者の行動を調査し、他の2つの非言語情報による意思表示と比較する。

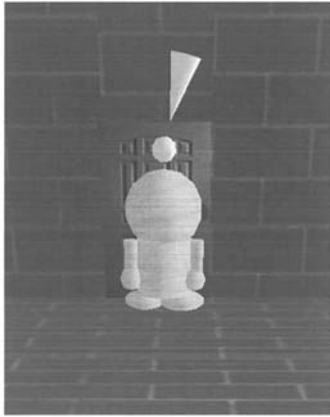


Fig. 1 NPC とアイコンの位置関係

4.1 環境

実験は、オンラインゲーム「Second Life」¹²⁾で行う。「Second Life」は、他のオンラインゲームとは異なり、ユーザーがオブジェクトを自由に作成でき、専用の「土地」や「島」を購入することで自由に配置できる。

NPCは、オブジェクトの組み合わせで容易に作成できる。「Second Life」では、オブジェクトにスクリプトを組み込むことで、様々な反応を起こすことができる。このような点から本実験の環境に適していると判断した。本実験ではNPCにスクリプトを組むことで意思表示を表現する。

4.2 NPC

自然言語によって「ドアを開けてください」とNPCが発話する方法では意味が1つに決定するため、外界の認識精度が低いNPCでは、異なる状況で常に同じ意味を示す発話を繰り返し、ユーザーに煩わしさを与えてしまう。ここでは、高度な識別能力を備えていないNPCを仮定し、人間が状況に応じて異なる意味を付与することを期待した、多義的な意思表示を考える。以下にNPCが行う3つの意思表示について説明する。

4.2.1 アイコン

MO論文¹⁰⁾では、光が用いられたが、オンラインゲームに関するアンケートを事前に実施したところ、光よりもアイコンの方がNPCの意思表示に使用されるケースが多いことがわかった。

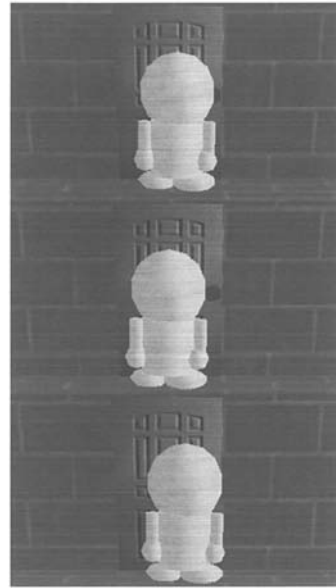


Fig. 2 MO の左右に動く様子

このため、アイコンはMOとの比較対象として妥当と考えられ、光の代わりに用いることとする。アイコンは黄色で表現し、これを図1に示すようにNPCの上部に設置する。色に関してはNPCの配色等を考慮し、できるだけ視認性の高いものとして黄色を用意した。

意思表示はMO論文と同じ設定を用いる。0.2秒の点灯と0.2秒の消灯で構成されるパターンを採用する。実験では、0.8秒間に2度光るパターンを一回として、0.4秒の間隔をあけて2回提示を行う。2回提示を行うのは、1回では提示時間が短く、被験者が行動を開始する機会を得るのに不十分と考えたためである。

4.2.2 ブザー音

音声による意思表示として、ブザー音を採用する。MO論文で用いたブザー音を「Second Life」で実装した。実験では、0.8秒間に2度音が鳴るパターンを1回として、0.4秒の間隔をあけて2回提示を行う。

4.2.3 MO

MO論文では、前後運動であった。しかし、予備実験を実施したところ、図1にあるように被験

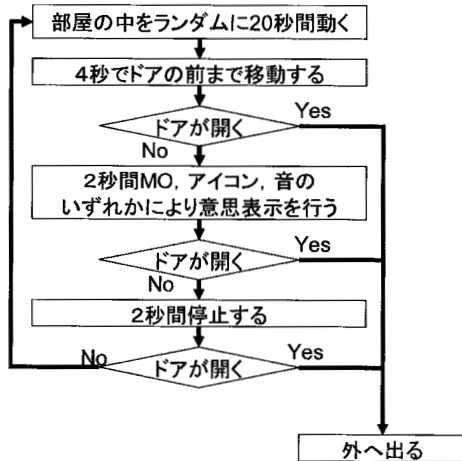


Fig. 3 NPCの行動のフローチャート

者はドアに対して平行に見る場合が多く、視認性が低いと考えられた。そこで前後運動に代わり図2に示すような左右運動を採用する。

意思表示もアイコンと同じパターンを用いる。実験ではONの0.2秒間に左右の運動(0.1秒間左に平行移動, 0.1秒間右に平行移動)を行い、OFFの0.2秒間停止する。ブザー音、アイコンと同様に0.8秒間に2度の左右運動を行うパターンを1回として、0.4秒の間隔をあけて2回提示を行う。

4.3 NPCの実装

ここでは、「Second Life」で実装したNPCについて詳細に述べる。

NPCの行動は以下の通りである。フローチャートを図3に示す。

1. 部屋の中をランダムに20秒間動く。多くのゲームにおいて、家の中にいる人はランダムに移動しており、また予備実験の結果、20秒よりも短い場合、NPCのドアに対する執着がより顕著になり、長い場合は逆に執着が薄れてしまうことが分かった。以上の結果からランダム20秒間移動を実装した。
2. 4秒でドアの前に移動。ドアから最も離れた位置からドアの前までの移動を調査したところ、4秒よりも短い場合、ドアの前に辿り着けず、長い場合は、ドアの前に停止する時間が長く



Fig. 4 Second Iceの風景

なってしまうことが分かり、4秒に設定した。

3. 2秒間意思表示。アイコンは、アイコンのオブジェクトを作成し、オブジェクトを出現させる関数で表示した。アイコン点滅は、オブジェクトの可視、不可視を設定する関数で表現した。音は、ブザー音をwave形式に加工して「Second Life」にアップロードし、音を再生する関数で再生した。MOは、オブジェクトを移動させる関数を用いて実装した。
4. 2秒間停止。被験者がNPCの意思表示を観察した後に、ドアを開ける動作を行う時間として妥当と判断した。
5. 2～4中にドアが開いたら家の外に出る。

NPCは1つの実験で1～4の行動を4回繰り返し、2分程度で終了する。

4.4 実験方法

被験者は本学情報理工学部知能情報学科2, 3回生19歳～22歳(平均20歳)の男性15人、女性9人の計24名であり、アンケートにより全員「Second Life」のプレイ経験が無いことを確認した。

被験者には「NPCと共に生活していると仮定し、家の中を自由に移動しているNPCを観察してください。そして必要ならNPCを助けてあげてください。」とだけ伝えNPCの感情表出については一切説明していない。

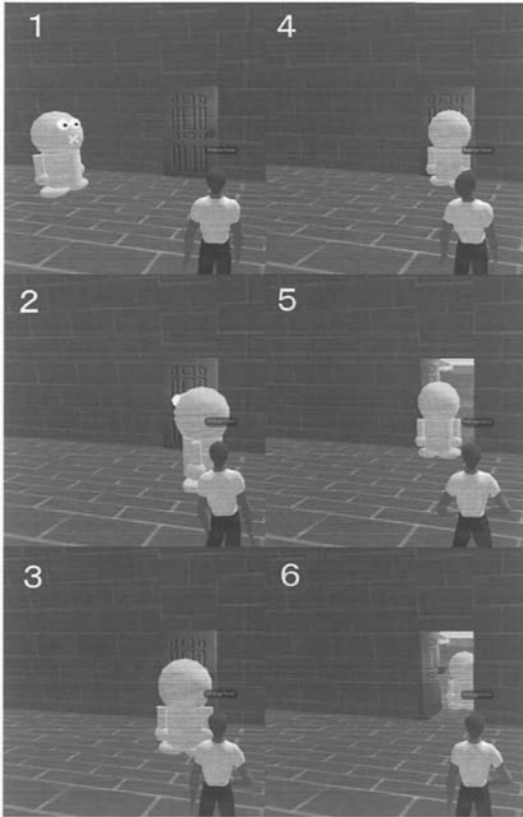


Fig. 5 実験の様子

実験に使用した Second Life の空間は研究室で購入した Second Ice という個人島及びその上にある建物内で実施した。Second Ice の風景を図 4 に示す。

被験者には初め、キャラクタやカメラの移動方法、ドアの開閉等のオブジェクト操作方法を家の外で確認し、5 分程度自由に行動して操作に慣れてもらった。次にこちらが指定する家の中に入ってもらい、実際に NPC の観察を行う。

被験者は MO、アイコン、音の 3 種類の感情表出を経験する。感情表出の順序は被験者毎にランダムであり、全通りである 6 通りをそれぞれ 4 人ずつ行った。1 つの試行時間は最大 2 分程度とした。実験の様子を図 5 に示す。

Table 1 ドアを開けた人数とその平均試行回数

	MO	アイコン	音
ドアを開けた人数	4	5	3
平均試行回数	10/4	7/5	5/3

Table 2 ドアを開けた理由

	MO	アイコン	音
開けて欲しそうに感じた	4/4	3/5	1/3
状況で判断した	2/4	4/5	2/3
なんとなく開けた	2/4	2/5	1/3
緊急性を感じた	0/4	0/5	0/3
ドアの前に移動したから	3/4	4/5	3/3
その他	1/4	1/5	0/3

4.5 実験結果

実験では被験者に 3 種類の NPC を観察してもらったが、1 体目の NPC でドアを開けた場合そのほとんどの被験者は 2 体目、3 体目の NPC もドアを開けていた。また、アンケートによりドアを開けた理由を聞いたところ「1 体目で (ドアを) 開けたから (2, 3 体目でも) 開けた」という回答が見られたことから、評価の対象として 1 体目の NPC のみ考慮する。

表 1 に 1 体目の NPC でドアを開けた人数とその平均試行回数を示す。これによりどの手法も同じような結果が得られた。ただし平均試行回数がアイコンは少なく、MO が多いという結果になった。この理由として考えられるのが、アイコンや音はプレイヤーの注意を引き付ける力が強いということが考えられる。MO の利点の 1 つである「低ストレス」という観点から、MO の設計段階で NPC の動作をあまり大きくしすぎないようにしたために、プレイヤーが MO に気付くのに少し時間がかかってしまったと考えられる。

次に、表 2 にドアを開けた理由のアンケート結果を示す。被験者にはドアを開けた理由について、当てはまるもの全てを選択するように指示した。表の中の数字は分子が回答数を、分母がドアを開けた人数を表している。MO に関して、「ドアを開けて欲しそうに感じた」という項目がドアを開けた全員が回答していることからドアを開けて欲しいという NPC の意思がプレイヤーに伝わっているこ

とがわかる。アイコンと音に関して、「ドアを開けて欲しそうに感じた」という項目を回答している被験者は半数程度、逆に「状況で判断した」や「ドアの前まで移動したから」を回答している被験者が多いことから NPC の意思表示とは関係なくドアを開けたと考えられる。また、「なんとなく開けた」という項目においてわずかではあるが MO が多い傾向が見られる。以上のことから、MO はアイコンや音よりも自分の意思をプレイヤーにはっきりと伝えることはできないが、さりげなくプレイヤーに伝えることができると考えられる。

5 今後の課題

さりげなくプレイヤーに伝えるとは、プレイヤーの潜在的な部分に訴えかけることでプレイヤーが自発的にある行動を起こそうと思うようになることである。「ある行動をやらされた」ではなく「ある行動をしてあげようと思った」とプレイヤーが感じることでストレスを感じることなくプレイヤーにある行動を起こさせるよう誘導できるのではないだろうか。

今回の実験は、被験者のキャラクタが受動的に NPC の活動を観察する実験だったが、次の実験では、被験者のキャラクタが能動的にミッションの追求などのゲームプレイを行ないながら、NPC の MO、アイコン、音による意思表示の効果を確認する。これにより実際にゲームをプレイしている状況での MO の有効性を検証できると考える。また、被験者の人数を増やして統計的に優位性が確認できるようにする。

6 おわりに

本研究では、ゲーム空間内の NPC の感情表出を行う手法について、モーションオーバーラッピングが有効であるか検証した。研究対象のゲームとして「Second Life」というゲームを選択した。検証実験は NPC がドアの前でドアを開けることができず困っている状況を想定し、それを見たプレイヤーが NPC のためにドアを開けるか、というものである。MO の比較対象として、アイコンと音を発する NPC を用意した。これにより仮想空間内においても、MO はアイコンや音よりも NPC の意思をさりげなくプレイヤーに伝えることができると確認された。

参考文献

- 1) 丸井 直樹, 松丸 隆文:人間共存型ロボットの感情動作に関する研究-モーションメディアとしての動作による感情表現-, 第 23 回日本ロボット学会学術講演会, 2005.
- 2) 丸井 直樹, 野田 翔也, 松丸 隆文:人間共存型ロボットの感情動作に関する研究(第 2 報)-モーションメディアとしての動作による感情表現-, 第 6 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2005), 2005.
- 3) 中田 亨, 高 大成, 森 武俊, 佐藤 知正:人とロボットのインタラクションにおける生成印象情報伝達の相関分析, 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.5, pp.667-675(2001)
- 4) 後藤 みの理, 加納 政芳, 加藤 昇平, 国立 勉, 伊藤 英則:感性ロボットのための感情領域を用いた表情生成, 人工知能学会誌, 21 巻, 1 号, pp.55-62(2006)
- 5) 松井 久典:眼球に表情を持たせるインタラクションモデルに関する研究, 電気通信大学修士論文, 2004
- 6) 尾関 基行, 青山 秀紀, 中村 祐一:人口エージェントのノンバーバル表現とメタ表示の関係, 第 2 回デジタルコンテンツツジンポジウム講演予稿集
- 7) 森 純一郎, Helmut Prendinger, 土肥 浩, 石塚 満:ユーザ感情を考慮したインタフェースエージェントの行動決定, The 17th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2003
- 8) ファイナルファンタジー XI 公式サイト <http://www.playonline.com/ff11/index.shtml>
- 9) ラグナロクオンライン <http://www.ragnarokonline.jp/>
- 10) 小林 一樹, 山田 誠二:擬人化したモーションによるロボットのマインド表出, 人工知能論文学会誌, 21 巻, 4 号, pp.380-387(2006)
- 11) 中田 亨, 高 大成, 森 武俊, 佐藤 知正:ロボットの身体動作表現と生成される印象とのラバン特徴量を介した定量的相関分析, 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.2, pp.252-259(2001)
- 12) Second Life <http://secondlife.com/world/jp/>