

3次元仮想空間におけるユーザの振る舞いの可視化

中野 雄介[†] 塚田 晃司^{††} 高木 佐恵子^{††}
岩崎 慶^{††} 吉本 富士市^{††}

多くのユーザが参加するオンラインゲームの流行に伴い、仮想空間を用いたコミュニケーションツールの有効性に関する検証が重要な課題となってきた。その手段として、1) ユーザに対するアンケートデータの分析、2) ユーザの振る舞いを観察することによって得られる行動的測度の利用、が考えられる。前者は、手軽な方法であるが、得られたデータが歪曲されている可能性がある。後者は、歪曲が少ないが、データ量が膨大になるため、要約が必要である。本稿では、後者について、コミュニケーションツール *InCom* が生成する3次元仮想空間におけるユーザの振る舞いの可視化について述べる。特に、*InCom* の操作に関するログを要約し、可視化画像を生成することで、ユーザの行動的測度を得る方法を提案する。提案方法によって、3次元仮想空間上でのユーザの特徴的な振る舞いを容易に発見することができた。

Visualization of Users' Behavior in 3D Virtual Worlds

YUUSUKE NAKANO,[†] KOJI TSUKADA,^{††} SAEKO TAKAGI,^{††} KEI IWASAKI^{††}
and FUJIICHI YOSHIMOTO^{††}

Following high popularity of online games played by a great many people together, it has becoming an important issue to evaluate effectiveness of virtual worlds. There are mainly two methods to evaluate: 1) surveying a questionnaires filled by users, 2) utilization of behavioral measures obtained from the observation of users' behavior. Although the former method is simple, it has a possibility of distortion of data. The latter has less distortion, but data is huge and should be summarized. In this paper, we describe a visualization method of users' behavior in 3D virtual worlds generated by communication tool *InCom*. Especially, we present a method to gain *InCom* users' behavioral measures that summarize users' operation logs generated by *InCom* and make images of the summary. The method allowed us to find several characteristic users' behavior patterns in 3D virtual worlds.

1. はじめに

近年、MMORPG (Massively Multiplayer Online Role Playing Game) と呼ばれる、数百人から数千人規模のユーザが同時に利用できるネットワーク RPG が流行している。これに伴い、ユーザの MMORPG に対する依存や、利用することによる凶暴性の増大などの問題が指摘されている¹⁾。一方、高校の授業に MMORPG を取り入れ、教育における MMORPG の有効性を検証する実験が行われる予定であり、有効性に関しても注目されている²⁾。MMORPG のような大規模なコミュ

ニケーションを実現するツールは、現実空間と同様に、人と人との関わりを実現する。このため、このようなツールは社会心理学的視点から評価される必要があると考えられる。

現実空間における社会心理学の研究では、被験者がアンケートに答え、そこから得られるデータを分析する評価が多く行われている。しかし、このような自己報告によるデータは、回答者自身も気づかないうちに、社会的に望ましい方向へと歪んでいく可能性がある³⁾。

社会心理学の研究において、自己報告と並んでよく利用されるデータは、観察による行動的測度である。一般に観察によるデータは、被験者の言語報告を介さない分だけ、社会的望ましさによる歪曲が小さい。しかし、行動を観察するといっても、あらゆる場面で四六時中、全ての行動や言語を観察することは不可能である。また、このようなデータは観察者自身の影響を強く受ける。つまり、観察者の観察能力の不足や観察の基準が一貫しないことなどによる歪曲が考えられる。

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科
現在、日本電信電話株式会社 NTT ネットワークサービスシステム研究所
Graduate School of System Engineering, Wakayama University
Currently, at NTT Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation

^{††} 和歌山大学システム工学部
Faculty of System Engineering, Wakayama University



図 1 HTML ドキュメントの分割

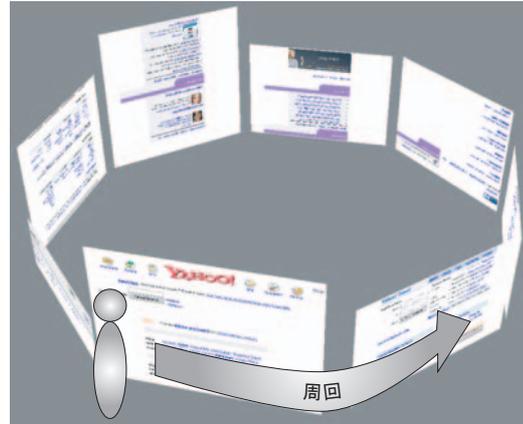


図 2 パネルの配置

くわえて、観察者の存在自体が影響力を持つこともある。これは、見知らぬ人が入ってきたことで、普段の行動が抑えられたり、不自然な行動が出たりするためである³⁾。

一方、仮想空間ではユーザの言動についてのデータをログとして記録することができる。このため、記録されたログを実験後に観察することで、全ての行動や言語を確認することが可能である。また、観察者がいないため、観察者によるデータの歪曲を抑えることができる。一般的に、ユーザの行動についてのログデータは膨大な量となるため、分析には計算機を利用する。可視化による分析もこの一つであり、データを画像としてわかりやすく表示する。中西らは、ユーザの言動に関するログを可視化することで、3次元仮想空間の効果に関して検証を行った⁴⁾。しかし、この可視化手法は被験者の発言と移動を別々に可視化しているため、移動による発話量や話題の変化を調べるには向いていない。

我々は3次元仮想空間上でのユーザ同士のコミュニケーションを実現する *InCom* を開発し、すでにアンケートによる評価を行った⁵⁾。しかし、先のような自己報告によるデータに関する問題があるため、観察による行動的測度をを用いた評価が必要であると考えた。

本稿では、*InCom* に実装したユーザの操作に関するログの生成機能と、生成されたログを可視化するための手法を提案し、この提案手法を用いて生成された可視化画像を分析した結果を報告する。

2. *InCom* の3次元仮想空間

文献⁶⁾ で述べたように、*InCom* は3次元仮想空間をHTMLドキュメントから生成する。まず、HTMLド

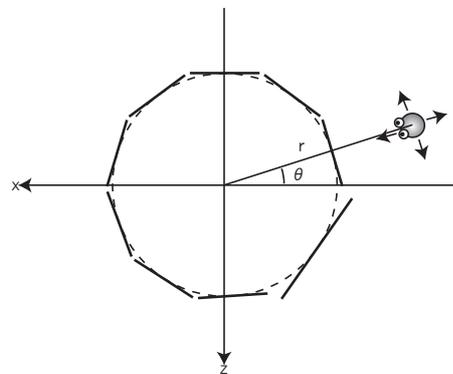


図 3 アバタの移動 (θ : 偏角, r : 動径)

キュメントをほぼ同じ高さに分割する(図1)。その後、分割後のドキュメントを画像化し、パネルにマッピングする。最後にマッピング後のパネルを環状に配置し、3次元仮想空間の生成を完了する(図2)。

ユーザは3次元仮想空間における自分の分身であるアバタを操作し、アバタの視野を通して3次元仮想空間上のパネルを閲覧することができる。パネルは環状に配置されているため、ユーザはそれらの周囲を回ることによって順番に閲覧する。また、このような移動には極座標が用いられている。ユーザが または キーを押下すると、アバタ位置の偏角が変更され、アバタはパネルの周囲を周回する。 または キーを押下した場合は、動径が変更され、パネルとアバタとの距離が変更される(図3)。また、ユーザはドキュメント内のハイパーリンクを用いることで、他のドキュメントへの移動も行することができる。

ユーザはキーボードからメッセージを入力することで、他のユーザとコミュニケーションを行うことができる。入力されたメッセージはフキダシとなって、発

```

p:11:1:56:283:1.5422503061992536/6.13260181921801
p:11:1:56:283:1.5422503061992536/6.13260181921801
m:11:2:6:229:田舎暮らし。ほお。
m:11:2:12:239:じゃ、私も。
u:11:2:20:542:http://mww.center.wakayama-u.ac.jp/~s051041/exp/
free/life/supporters/suetaka/main.html
p:11:2:29:66:0.0/1.5707963267948966
p:11:2:29:66:1.9660000000000002/1.5707963267948966
p:11:2:31:670:2.016/1.5707963267948966

```

図5 書き出されるログの例 (URLの部分は改行無し)

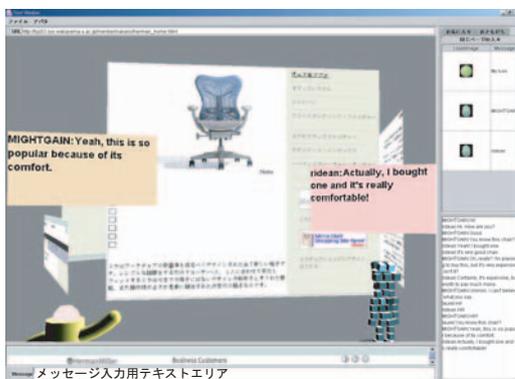


図4 InCom を用いてコミュニケーションを行っている例

言者のアバタ直上に現れる。そのフキダシを近くにいる他のユーザが読むことで、コミュニケーションが行われる。しかし、ユーザの近くや後ろにいるアバタは視野に入らないため、コミュニケーションできる相手が限られてしまう。このため、3次元仮想空間上ではユーザの近くのアバタは視野に入るように再配置される(図4)。

3. ユーザの振る舞いの観察

InCom が生成するユーザの操作に関するログは、大量のテキストデータであるため、そのままでは理解することが困難である。そこで、可視化によってログを要約し、ユーザの振る舞いを観察しやすくする。

3.1 ログの生成手法

InCom には、アバタ位置の変更、メッセージの送信、ドキュメントの URL の変更といったイベントをログファイルとして書き出す機能がある。ログファイルは、それぞれのイベントの種類を表すキャラクタ、イベントが起こった時刻、イベントの内容を1行の文字列とするテキストファイルである。以下にそれぞれのイベ

ントのログを示す。

アバタ位置 アバタ位置は極座標によって表されるため、次のようなフォーマットとした。先頭の p は、この1行が位置の変更にに関するログであることを表す。

p:時:分:秒:ミリ秒:動径/偏角

メッセージ メッセージは文字列として入力されるため、次のようなフォーマットとした。先頭の m は、この1行がメッセージの送信に関するログであることを表す。

m:時:分:秒:ミリ秒:メッセージの内容

ドキュメントの URL URL もメッセージと同様、文字列であるため、次のようなフォーマットとした。先頭の u は、この1行がドキュメントの URL の変更にに関するログであることを表す。

u:時:分:秒:ミリ秒:URL

図5 にログファイルの一部を例として示す。

3.2 可視化手法

可視化によって得たい情報は、複数のアバタ位置の推移とそれに伴う発言内容の変化である。このため、図6のような可視化手法を提案する。この可視化手法は、横軸を時間軸、縦軸を偏角軸とすることで、時間の流れに伴うアバタ位置の推移を可視化することができる。時間軸はデータ中の一番若い時刻、偏角軸は0をそれぞれの原点とした。また、発言時刻とそのときの位置を可視化するために、その点に丸印を配置した。そして、その点から点線を下方に伸ばし、その先に発言内容を配置した。これにより、発言時刻、位置、内

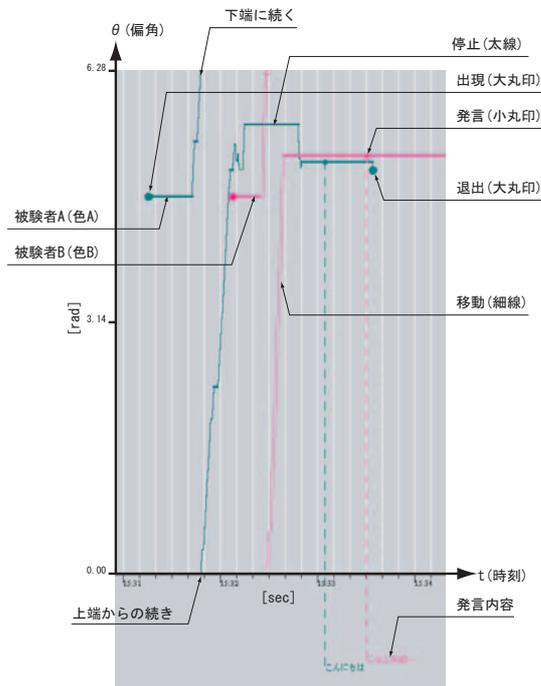


図 6 可視化の例

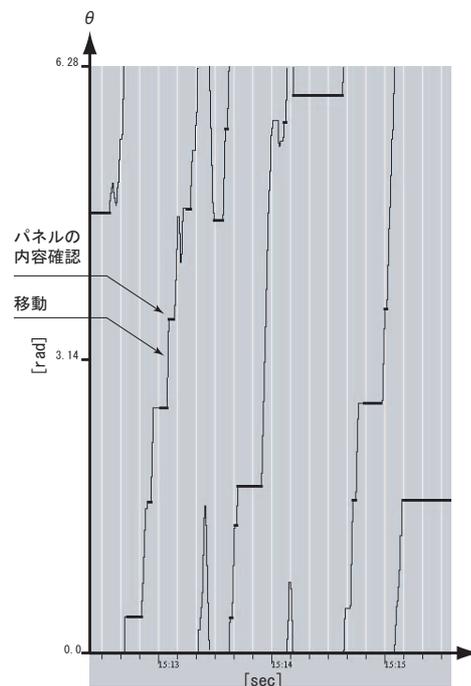


図 7 ブラウズ

容を関連付けた可視化を実現した。この可視化手法では偏角の情報は可視化されるが、動径の情報は可視化されない。これは、アバタの再配置後は動径が変更されているため、動径の情報は重要ではないと考えたためである。

4. 可視化画像の分析

提案した可視化手法を用いて可視化画像を生成し、ユーザの振る舞いを分析した。その結果、以下のような特徴的な振る舞いを確認した。

4.1 ブラウズ

3次元仮想空間内でドキュメントをブラウズする場合、ユーザはパネルの前で立ち止まり、内容を確認し終わると、次のパネルへ移動し、再び立ち止まる。このような振る舞いは、可視化画像上では階段状の折れ線となって表れる(図7)。

4.2 会話

ユーザは近くにアバタを確認し、そのアバタを介して他のユーザと会話することができる。このため、会話が行われている位置にはアバタが集まっている。このようなアバタのグループを会話グループと呼ぶ。会話を行う場合、アバタは停止しているため、会話グループが形成されている部分は、可視化画像上では水平の太い直線の束として表れ、この束のいたるところに発言を現す円がちりばめられる(図8)。

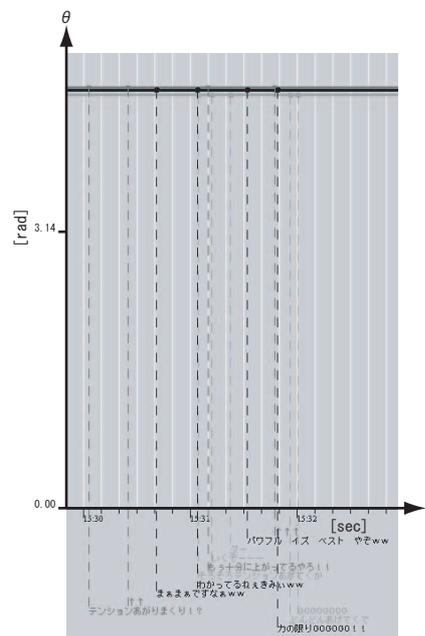


図 8 会話

4.3 離脱

ユーザが参加していた会話グループから、別の場所へ移動する場合がある。これは、会話グループからの離脱と言える(図9)。

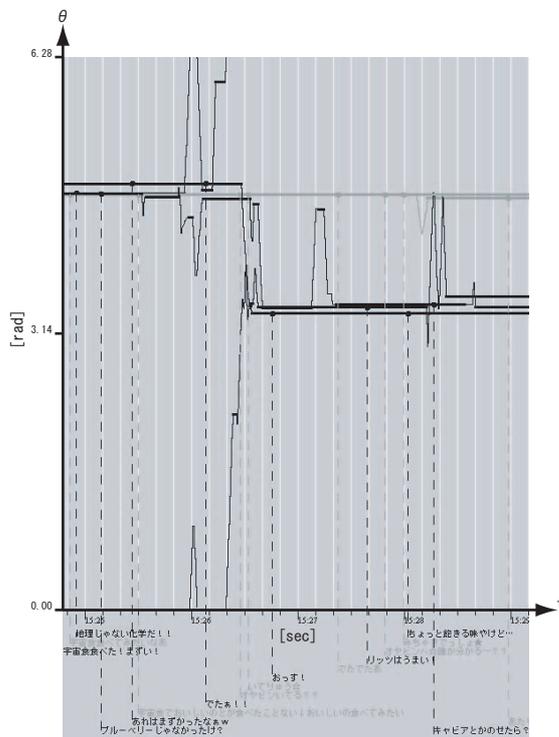
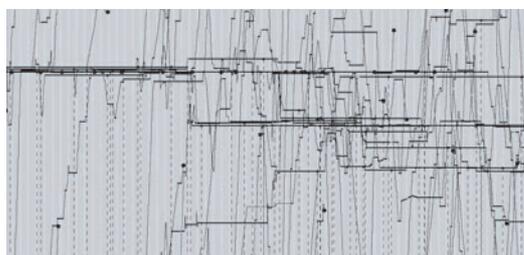
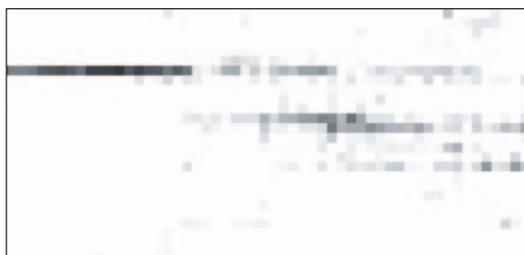


図 12 分岐



a. 元画像



b. 画像処理後(アバタが多いほど黒い)

図 13 分岐によるアバタ数の推移

像処理し、単位時間・偏角あたりのアバタ数を可視化したものである。画像中の黒い部分はアバタが多いことを表す。この画像から、アバタ数が増加した部分で分岐が起こっていることを読み取ることができる。

4.7 可視化に関するまとめ

本視覚化手法は、ログファイル中の膨大な文字列を 2次元スクリーン上にプロットすることにより、被験者各々の振る舞いを観察することを可能にした。さらに、複数のログファイルの可視化結果をオーバーラップして出力するため、被験者間のインタラクションの観察を行うことも可能にした。このため、先のような特徴的な振る舞いを発見することができた。また、ユーザの発言と位置に関するデータを同時に可視化することにより、位置と時刻による話題の変化を知ることができた。

5. おわりに

本稿では多くのユーザによって利用される 3次元仮想空間におけるユーザの言動を可視化するための手法を提案した。提案手法によって生成された可視化画像を分析することにより、3次元仮想空間上でのユーザの特徴的な振る舞いを発見することができた。

今後は提案手法を拡張し、極座標を用いない、一般的な 3次元仮想空間にも適用できるようにする。これにより、既存の MMORPG にログの生成機能を実装することで、MMORPG 内のユーザの言動を可視化でき、MMORPG の問題や有効性に関する研究に大きく貢献することができると思う。

参考文献

- 1) MYCOM PC WEB: . <http://pcweb.mycom.co.jp/news/2003/01/01/07.html>.
- 2) ITmedia ニュース: . <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0502/24/news105.html>.
- 3) 明田芳久, 奥田秀宇, 山口勲, 岡本浩一, 外山みどり: 社会心理学ベーシック現代心理学, 有斐閣 (1994).
- 4) 中西英之, 西村俊和, 石田亨: デスクトップ会議における 3次元仮想空間の効果, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 10, pp. 2770-2777 (1998).
- 5) Nakano, Y., Tsukada, K., Takagi, S., Iwasaki, K. and Yoshimoto, F.: InCom: Support system for informal communication in 3D virtual worlds generated from HTML documents, *IEICE Transactions on Information and Systems* (2005). (in print).
- 6) 中野雄介, 塚田晃司, 高木佐恵子, 岩崎慶, 吉本富士市: 3次元仮想空間内でのインフォーマルコミュニケーション支援システム InCom の実装と評価, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2004 論文集, 社団法人情報処理学会グループウェアとネットワークサービス研究会, pp. 27-32 (2004).