

研究会推薦論文

パーソナルエージェント指向仮想社会 PAW (第2版) の構築と評価

松田 晃一[†] 三宅 貴浩[†]

近年のコンピュータ技術とネットワーク技術の進歩により、サイバースペースを実現する基盤が整ってきた。このような環境の中、3Dのマルチユーザ仮想空間の実用化研究がなされ、ユーザが同じ仮想空間内で同じ体験を共有できるメディアとして実現されてきた。我々は、これまで開発してきた CommunityPlace システム上に、Java と VRML97 を用い、パーソナルエージェント指向の仮想社会 PAW (Personal Agent World) を構築し、数百人の同時アクセス、数千人の延べアクセスを目標とした大規模仮想社会の実験を行ってきた。PAW は、アバタとチャットという従来の仮想空間の持つ機能に加え、ユーザと一緒に行動する犬型のパーソナルエージェント、社会的・環境的なインフラストラクチャを持つ仮想社会である。今回、8 カ月間の運用経験をもとに、仮想社会構築のインフラストラクチャとして必要な機能追加を行った PAW の第2版(以下、PAW2)を開発し、運用を開始した。本論文では、PAW とその現状、PAW2 での新機能について説明し、運用を通して得られた評価について述べる。この評価をもとに、PAW のような仮想社会を構築するのに必要な仮想社会ミドルウェアを提案し、今後の課題について考察する。

Construction and Evaluation of Personal Agent-oriented Virtual Society PAW (the 2nd version)

KOUICHI MATSUDA (KOU1 MA2DA)[†] and TAKAHIRO MIYAKE[†]

In recent years, communication network and computer technology enable to create a cyber space on the Internet. In this environment, several 3D shared virtual spaces are already realized. The next step is to realize a virtual society. We constructed the personal agent-oriented virtual society PAW (Personal Agent World) on our own CommunityPlace system and evaluated it on the Internet. Unlike usual 3D chat systems, there are a lot of autonomous agent with users and social/environmental infrastructure in PAW. After 8-month trial and evaluation of PAW (PAW1), we constructed PAW2 (the 2nd version of PAW) based on the PAW1. In this paper, we give an outline of the underlying system of PAW, design policy, basic function of PAW1. According to the evaluation of PAW1, we describe new functions of PAW2 and its evaluation. Finally, we propose the "Virtual Society Middleware" that enables to create a virtual society like PAW.

1. はじめに

近年のコンピュータ技術とネットワーク技術の進歩により、サイバースペースを実現する基盤が整ってきた。このような環境の中、3Dのマルチユーザ仮想空間の実用化研究がなされ、ユーザが同じ仮想空間内で同じ体験を共有できるメディアとして実現されてきた。これまで、我々は Virtual Society プロジェクトの一環として、VRML97¹⁾にマルチユーザ機能の拡張をした CommunityPlace (以下、CP) システム^{2),3)}上

に、仮想社会 PAW を開発・公開し、大規模仮想社会の実験を行ってきた。PAW そのものや PAW システムの評価に関しては、文献 4)~6)、21) で報告した。

今回、これまでの PAW (以下、PAW1) の運用経験やユーザからの要望、ワールド内でのユーザ行動などの分析から、仮想社会構築のインフラストラクチャとして必要と思われる機能の追加を行った第2版(以下、PAW2)の開発を行った。図1に、PAW2の画面を示す。

本論文では、2章で関連研究、3章で PAW の基盤

[†] ソニー株式会社パーソナル IT ネットワークカンパニー PNC 開発センター
PNC Development Center, Personal IT Network Company, SONY Corporation

本論文の内容は 1999 年 6 月のマルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO'99) シンポジウムにて報告され、グループウェア研究会主催により情報処理学会論文誌への掲載が推薦された論文である。



図 1 PAW2 の画面

Fig. 1 A screen shot of PAW2.

システムとなった CP システムのアーキテクチャ, 4 章で PAW1 とそのプロファイル, 5 章で PAW2 での機能強化と設計方針, 6 章で運用による新機能の結果と考察, 7 章で仮想社会ミドルウェアに関する考察について述べ, 8 章で結論と今後の課題を述べる.

2. 関連研究

現在では, さまざまなマルチユーザアプリケーションや仮想社会サービスがあるが, 3D をベースにしたマルチユーザシステムとして発表されているものは, 個々のアプリケーションとして閉じているものが多く, プラットフォームとして使えるようなオープンなものは少ない. このようなマルチユーザアプリケーションのツールキット的なシステムとしては, DIVE^{7),8)}, CommunityPlatform⁹⁾, InterSpace⁹⁾ や SPLINE¹⁰⁾ などがある. それぞれは, 3D の記述方式が独自のものであったり, アーキテクチャが LAN などの環境を仮定してインターネット上での大規模なユーザ実験が行いにくかったり, また, 共有アプリケーション構築の柔軟性や独立性に欠けていたりするものであった.

仮想社会の研究はまだ発展途上の分野であり, さまざまな要素について実験, 評価する必要がある. これまでに行われてきたさまざまな共有仮想空間のシステムアーキテクチャやプロトコル^{11),12)}の研究, ユーザインタフェースの研究^{13),14)}は, 仮想社会構築のうえで必要不可欠である. しかし, それだけでは, 大規模な社会を作り出すことはできない! 「社会」は, ユーザがその世界で社会活動をするうえで必要なさまざまな社会的・環境的インフラストラクチャが十分に整って初めて実現できるものである. このようなインフラ

ストラクチャに関する研究はまだない. マルチユーザシステムの利用評価に関しては, 3D の仮想社会を対象にしたものはないが, テキストベースの MUD (Multi-User Domain) を対象にした研究として文献 15), 16) が報告がされている.

本研究は, パーソナルエージェントも含め, 大規模仮想社会構築のインフラストラクチャとして必要となるミドルウェア (社会的機能, 環境的機能, ユーザインタフェース) がどうあるべきかを, オープンな環境で構築, 実験, 評価することを目的としている.

3. システム構築環境

PAW は, CP システムをベースに開発された 3D の仮想社会コンテンツである. ここでは, その構築環境である CP システムについて述べる.

3.1 CommunityPlace システム

CP システムは, 3D の仮想社会をインターネット上で構築・提供を可能にするソフトウェア群であり, 家庭用 PC とダイヤルアップ回線やインターネットの組合せを対象としている (PAW は, Pentium 133 MHz 以上の CPU, 32 MB 以上のメモリ, 28.8 kbps 以上のモデムで動作する). 本システムは, (1) 仮想空間を表示しナビゲーションするブラウザ, (2) 共有仮想空間を管理するサーバである CP ビューロ, (3) 共有アプリケーション開発環境であるアプリケーションオブジェクト (AO) の 3 つからなる. WWW 上で仮想空間を実現するため, 3D の記述に ISO 標準の VRML97, 動作記述に Java を採用している. 本システムのアーキテクチャを図 2 に示す.

WWW サーバは, 仮想世界を記述する VRML ファイルを管理し, このファイルには, 仮想世界と共有アプリケーションの記述, CP ビューロ (以下, ビューロ) が動作するコンピュータのアドレスが含まれている.

HTML ブラウザが WWW サーバから VRML ファイルを取得すると, それを CP ブラウザ (以下, ブラウザ) に渡す. ブラウザは, 渡されたファイルを解析し, 画面に表示する. そこにビューロのアドレスが指定されている場合, そのビューロに接続を試みる. これにより, 同じ VRML ファイルを取得したブラウザは, 同一のビューロに接続し, 同じ空間を共有できる.

接続が成功すると, それ以降ビューロとブラウザの通信は, VSCP (Virtual Society Server Client Protocol³⁾) を用いて行われる. VSCP の基本機能には, ユーザがブラウザを通して行った変更をビューロに通知する機能と, その情報をビューロから他のブラウザに通知する機能がある. ビューロは各ブラウザが知る

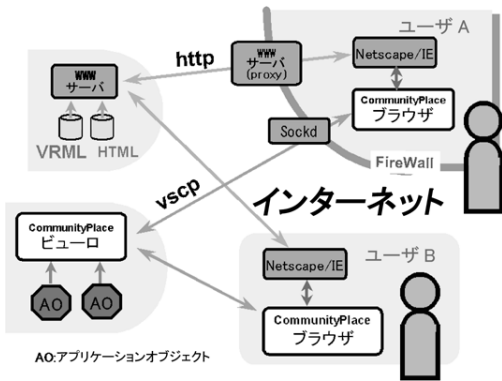


図 2 CP アーキテクチャ
Fig. 2 CP architecture.

必要がある情報の配信をオーラ (aura) アルゴリズム¹⁷⁾を用い制限する．オーラとは、あるユーザが興味を持つと考えられる周囲の領域のことで、その外側にあるものは興味を持たないと考え情報を送らない．

同じ世界にアクセスしているユーザは、アバタ (avatar, その世界におけるユーザの 3D 表現) として表され、出会う．たとえば、共有空間をナビゲートするなどの各ユーザの動作は、その空間を共有する他のブラウザ上のアバタに反映される．このようなアバタの動きの情報も VSCP でブラウザからビューロに送られる．ビューロは、この情報を接続している他のブラウザに送り、ブラウザは情報の送信元のブラウザで行われた変更を反映するように、対応するアバタを更新する．

3.2 アプリケーションオブジェクト (AO)

AOは、共有アプリケーション (shared application) を開発するためのライブラリおよび実行システムである．共有アプリケーションとは、物体とその動作がユーザ間で共有されるアプリケーションのことである (図 3). AOの開発環境は、ビューロの内部情報へのアクセスやタイマなどのイベントハンドラ、AOが管理する共有物体を制御するAPIを提供し、JavaとC++版のライブラリがある．

AOはビューロとは独立に存在し、VSAP (Virtual Society Application Protocol) を使ってビューロと通信する．このためビューロと同じマシンで動く必要がなく、スケーラブルなアーキテクチャになっている．

AOのメカニズムを図4に示す．これは、犬 (共有アプリケーション) をユーザがクリックすると鳴き、それが周りのユーザに共有される例である．

AOがビューロに接続すると、AOが管理する共有物体 (犬) をそのビューロが管理する共有空間に追加するよう要求を出す①．ビューロは、接続している

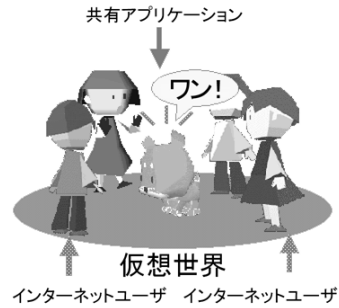


図 3 共有アプリケーション
Fig. 3 Shared application.

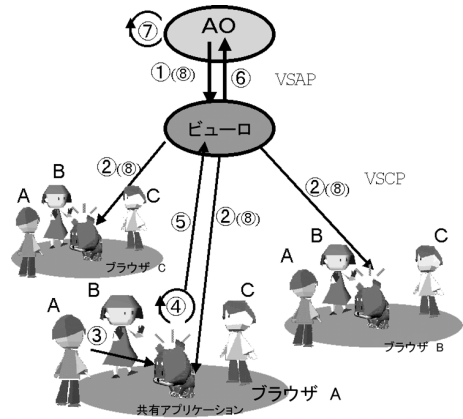


図 4 AO のメカニズム
Fig. 4 The mechanism of AO.

すべてのブラウザにこの要求を送り、各ブラウザはそれに従い共有物体を出現させる②．ユーザ A が共有物体を選択すると③、対応するスクリプトがブラウザ A で起動される④．スクリプトはビューロへメッセージを送る⑤．ビューロは選択された共有物体を管理するAOにこのメッセージを送る⑥．AOは処理を行い⑦、ビューロ経由でメッセージを他のすべてのブラウザに送り返す⑧．メッセージは対応する共有物体に渡され、スクリプトで処理される (鳴く) ．

4. PAW システム

PAWは、インターネット上に浮かぶユーザとペットが暮らす島というコンセプトで、1998年5月からSo-net上でサービスを開始している⁴⁾．PAWでは、各ユーザが必ず1匹、犬型のパーソナルエージェント (以下、エージェント) を持ち、エージェントとのインタラクションを通じてさまざまな社会活動を行う (図 5). PAWの世界の大きさは、500m四方である．

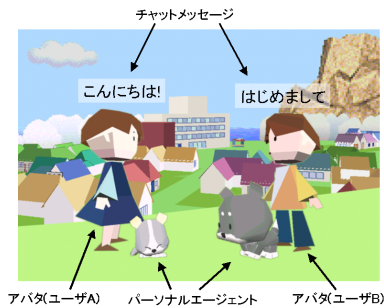


図5 PAWでのインタラクションスタイル
Fig. 5 Interaction style in PAW.

PAWは現在、ホームページから無償で入手できる。インタラクション：仮想世界とのインタラクションは、マウス(ナビゲーション、エージェントを撫でるなど)、キーボードによるテキストチャット(他のユーザとの会話やエージェントへの命令など)、GUI(エージェントに餌を与える、名刺を交換するなど)を用いて行う。GUIとしては、コントロールパネルとアクションボタンがある(図1)。社会的インフラストラクチャ：社会的インフラストラクチャとしては、名刺システム、流通システム(お店、貨幣、物々交換)、ワールド内メールなどがある。ここで貨幣は、ポリゴという単位のPAW内の仮想貨幣であり、たとえば、エージェントの餌である肉が10ポリゴで購入できる。環境的インフラストラクチャ：PAWは、独自の昼夜や四季のメカニズムを持ち、それに合わせて景観が変化する。たとえば、実世界の5分は、PAWの1時間に相当し、実世界の1週間は、PAWの1つの季節に相当する。このため、実世界の2時間がPAWの1日、1カ月がPAWの1年に相当することになる。各季節には、イベント(後述)があり、動的に変化する仮想世界を実現している。これらはすべてAOを用いて実現され、ユーザ間で共有される。たとえば、四季の変化は、PAWの世界全体を管理するユニバーサルAO⁶⁾が、定期的に四季の情報をクライアントに送り、風景を変化させることで、その場にいるすべてのユーザが同時に体験できる。PAW1の運用は、1998年の5月末から1999年の1月末までの約8カ月間行われた。PAW1は終了時で、表1のようなプロフィールを持つ。

ユーザの男女比は、男性が47%、女性が53%であり、他のサービス¹¹⁾と比べて女性が非常に多い。また、年齢構成に関しては、すでに報告されている仮想世界

表1 ユーザプロフィール(1998/05/22~1999/01/30)
Table 1 User access record.

登録ユーザ数	32,000人
新規登録人数	100~150人/日
延べアクセス数	最大7814件/日(平均5000~6000件)
ユニークユーザ数	最大2042人/日(平均1500~1600人)
同時アクセス	最大523人(平均300人前後)
平均滞在時間	3時間/日(1ユーザあたり) 最長33時間(30分アイドルで自動切断)
平均アクセス回数	7回/月(1ユーザあたり)

と同様の構成をしている⁶⁾。

5. PAW2

PAW2の開発は、PAW1の運用開始4カ月後から並行して行われ、一部PAW1とPAW2の並行運用を経て、その後、すべてPAW2に移行した。PAW2では、仮想社会自身のコンセプトやメカニズム、運用方法は、PAW1をほぼそのまま踏襲している。

PAW2では、PAW1での運用経験、フィールド調査やユーザのアンケート結果から、コミュニケーション機能、自分(アバタ)の姿のカスタマイズ機能、イベントの実装機能の強化をすることにした。それぞれは、社会的に許容可能な機能にするという設計方針のもと、設計・実装を行った。

5.1 コミュニケーション機能

PAW2では、コミュニケーション機能として、(1)ものを手渡す機能、(2)PHS機能、(3)掲示板機能の強化、追加を行った。

5.1.1 ものを手渡す機能

仮想社会では、各ユーザが持っている物品の授受は、重要なコミュニケーションの1つである。

たとえば、PAW1では、手に入りにくいアイテム(レア物)を別のアイテムと交換したり、自分で咲かせたバラの花を摘んで、女性のアバタに渡す光景が見られたりする。PAW1でのこのような操作は、AOとして実装されたアイテムをコントロールパネルを介してワールドに一度置き、相手が拾うことで実現した。

PAW2では、より安全に相手にものを渡せるように、手渡しのアクションをとまなう受け渡し機能を追加した。

このような機能の実現には、2つの方法が考えられる。(1)手渡し側が受け取り側を指定する方法と、(2)受け取り側が手渡し側を指定する方法である。前者は、たとえば、コントロールパネルからものを選択し、次に受け取り側を指定すると、受け取りを確認するダイアログが受け取り側に表示されるというものである。これは、受け取り側の意志によらずダイアログが突然表

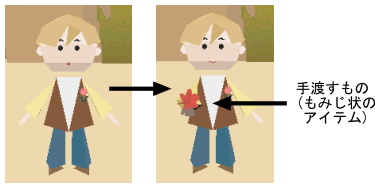


図6 ものを差し出すアバタ

Fig. 6 Avatar who tries to give an item.

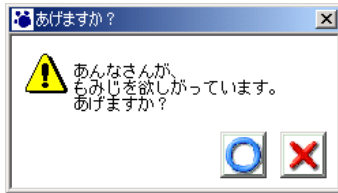


図7 確認ダイアログ

Fig. 7 Confirmation dialog box.

示されてしまうため、いじめや嫌がらせに使われ、社会的に許容されない可能性がある。このため、PAW2では、社会的に許容可能な機能にするという観点から後者を採用した。ものの手渡しの手続きは、以下のようになる。

- (1) 手渡し側が、コントロールパネルから手渡すものを選択し、「渡す」ボタンをクリックする。
- (2) アバタが手渡しのアクションをし、選択されたものを3D的に相手の前に差し出す(図6)。
- (3) 受け取り側は、受け取りたい場合には、差し出されたものをクリックする。
- (4) 手渡し側に、誰がものをクリックしたかを確認するダイアログが表示される(図7)。
- (5) 手渡し側が、それを了承すると、ものを受け渡しがアニメーションとともに行われる。

もちろん、見せているものを他の人がクリックすることもある。しかし実際には、手渡す場合、一定の距離以内に近づかないとクリックできないので、渡したい人のそばに寄って渡すことで問題にならない。

5.1.2 PHS 機能

前述したように CP システムは、オーラ (aura) アルゴリズム¹⁷⁾を用いて、各ブラウザへのネットワークトラフィックが通信容量を超えないようにしている。

しかしながら、オーラアルゴリズムの性質上、オーラから外れるとお互いに話ができないというデメリットがある。これは、オーラを十分な大きさ(たとえば、30 m)にすることで解決できる。たとえば、現実世界でもそうであるように、30 m 先の人と話をできなくても通常は問題は生じない。

しかしながら、PAW のように世界の大きさが 500 m

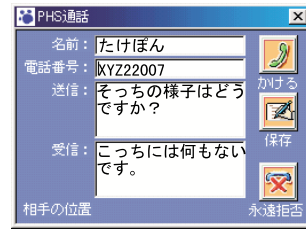


図8 PHS 機能

Fig. 8 PHS window.

四方になり、複数人が同時に参加できるイベントなどで、離れた場所にいる人と連絡をとりながら行動したいという要求がでてきた。これをカバーする機能として、PHS 機能を導入した。PHS は、図 8 のような GUI を持ち、PAW 内の ICQ ということができる。

PHS はコントロールパネルから起動する。PHS はそれぞれ電話番号を持ち、相手の番号を指定することで電話をかけ、メッセージを送受信することができる。PHS の送信文字数は、一度に 30 文字までである。これは、PAW1 での調査結果から、約 80% 以上のチャットの文字数が 30 以下であったことによる。このようにすることでネットワークのトラフィックを制限できる。加えて、社会的に許容可能な機能にするという観点から、いたずら電話対応として受信拒否機能を持つ。PHS は、同一の世界内通信は AO 間のメッセージパッシング機能で実現され、また、仮想世界間は、Java の RMI を用いて通信できるようになっている。

5.1.3 ワールド内掲示板機能

PAW1 では、蓄積型のメディアとしてワールド内メールを導入した。これは、PAW1 の世界の中だけで使用でき、ハンドル名だけで送受信できるメールシステムである。送られたメールは PAW1 に入らないと読めない。このような、ユーザ間の匿名性を保存しつつ蓄積型のメディアを導入することで、ユーザの再訪問を喚起し、ユーザの滞在時間を長くすることができる。ワールド内メールは、ユーザがお互いに名刺を交換し、その名刺を指定して送信でき、PAW の世界の外からは、エージェントからの e メールで到着を確認できる。

ワールド内メールの使用状況の調査結果(1999年8月の1カ月間)では、利用率が15%に達し、PAW1の使用歴にかかわらず幅広いユーザが利用していることが分かった。そのため、PAW2では、これに加えて、新しい蓄積型メディアとして掲示板システムを導入し

ICQ: <http://www.icq.com/>
 Remote Method Invocation:
<http://java.sun.com/products/jdk/rmi/>

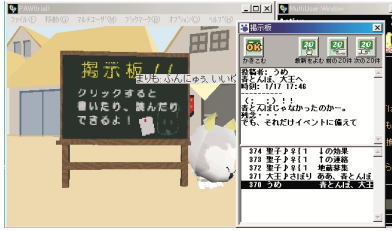


図9 ワールド内掲示板
Fig.9 In-world BBS.

た．掲示板は，機能としてはホームページで用いられる掲示板と同じであり，仮想世界内に掲示板を表す看板を持つ AO として実現され，DB で記事が管理される．看板をクリックすると，図 9 のような GUI が表示される．

また，掲示板は，動的に任意個，仮想世界内に配置でき，仮想世界内のコミュニティに貸し出せるようにパスワードも設定できる．

5.2 アバタのカスタマイズ機能

PAW1 では，14 種類のアバタの中から好きな形状のものを選ぶことができたが，それ以上にカスタマイズしたいという要望が多かった．このような要求に対しては，単に，ユーザがオーサリングツールなどでアバタをデザインできるようにすればよい，という考えもあるが，これは，社会的に許容可能にするという観点から問題がある．たとえば，ユーザが仮想世界全体と同じ大きさを持つアバタをデザインした場合などがそうである（いわゆる「不良アバタ問題」）．

PAW2 では，アバタの選択に加えて，アバタへのアクセサリの装着と，各部位の色変えを可能にした．アクセサリは，お店で購入することができ，コントロールパネルを介して，アバタの頭，胸や肩などに装着できる．このようなアクセサリ機能により，バッジなどをアクセサリとして配り，仮想世界を運営する組織が公認したユーザがそのアクセサリをアバタにつけることで，公認のアバタやグループを動的に仮想社会内に作り出すことができる．

アバタの色変えは，PAW2 の世界内に，色変え用のエリアを用意した．ここにユーザが入ると，色変えエリア AO がそれを検出し，色変えを行うかどうかを確認する．色変えを行う場合には，図 10 のようなダイアログが表示され，ユーザが色を選択することで行われる．

5.3 イベント実装機能

PAW1 では，季節ごとの定期イベントやそれを補う



図10 色変えエリアとダイアログ
Fig.10 Area and dialog box for changing avatar's color.

形でおよそ月に 1~2 回イベント（ミニゲーム）を実施してきた⁴⁾．PAW1 でのアンケートの結果，60%以上のユーザが積極的に参加していることが分かった⁶⁾．

PAW2 では，PAW1 で行ったイベントをもとに，イベントを第 3 者が簡易に実現できるようにするミドルウェアとして実現することにした．このようなミドルウェアとその実行系を，イベントマネージャと呼ぶ．

5.3.1 イベントの例

たとえば，春のイベントとしては，PAW の世界が春になると，お店に花の種が売られるようになる．ユーザがそれを PAW の貨幣で購入し，PAW の世界にまくことができる．まかれた種のうちいくつかは，夏に花が咲く．咲いた花は，まいた人だけ摘むことができ，自分の持ち物にしたり，人に渡したり，売ったりできる．

この場合，イベントとして，春になると種がお店で売られるようになり，ユーザがまいた種（種類と場所）を記憶し，夏になると評価関数をもとに花を咲かせるという処理が実装されている．

5.3.2 イベントマネージャ

イベントマネージャは，PAW システムの上の実現されているミドルウェアであり，Java のクラスとしてイベントを実装できる（図 11）．

いつどのようなイベントを起動するかを設定ファイルに指定すると，PAW2 システムがイベントを起動する．たとえば春のイベントは，4 週間（2419200 秒）ごとの周期イベントなので設定は，表 2 のようになる．

この例では，1999 年 12 月 1 日から，春のイベントを周期的に起動することを示す．最後の項目は，実際に春のイベントを実装している Java のクラス（SpringEventManager.class，以降 SEM）である．これは，イベントを実装するフレームワークを提供する EventManager クラスのインスタンスになっている．

5.3.3 EventManager クラス

EventManager クラスは，PAW の世界内のさまざまなオブジェクトやエージェント，ユーザ（アバタ）

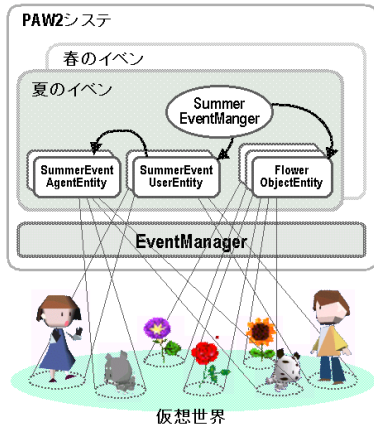


図 11 イベントマネージャ
Fig. 11 Event manager.

表 2 イベントの指定
Table 2 Event setting.

型	PERIODIC (周期型)
開始時間	1999.12.01 00:00:00
終了時間	1999.12.08 00:00:00
周期 (秒)	2419200
クラス名	SpringEventManager

に Java のオブジェクトとしてアクセスしたり、制御したりするメソッドや PAW の世界の情報 (季節や時間) を得るメソッド、タイマ機能などを提供している。

たとえば、春のイベントは次のように実装されている。SEM は、起動後、PAW の世界内に種 (SeedObjectEntity.class) を作成し、指定した個数だけお店で売りに出す。SeedObjectEntity.class は、ユーザが種を投げたときに、DB に種を投げたユーザの ID と投げられた位置を記録し、自分自身を SEM に消去してもらうロジックを持つ。

夏になると、SummerEventManager.class が起動され、春の種が DB に残した情報と評価関数に従って花 (FlowerObjectEntity.class) を開花させる。この花には、ユーザにクリックされたとき、その種をまいた人しか拾えないというロジックが記述されている。加えて、SummerEventManager.class は、夏の終わりに摘まれずに残った花を回収する。以下が、これを実現するプログラムの一部である。

```

1 public class SpringEventManager
2     extends EventManager{
3     ...
4     public void initialize(String arg){
5         addPriorityGoods(SHOP_ID,SEED_ID,
6             NUM_STOCK); // お店に種を並べる

```

```

7     }
8 }
9 public class SeedObjectEntity
10     extends EventObjectEntity{
11     ...
12     // 種が蒔かれた時に起動
13     public void doEffectRemove(Object w){
14         // DB に種の情報 (種類, 位置) を残す
15         m_springEvtMgr.registSeed(this);
16     }
17 }
18 public class FlowerObjectEntity
19     extends EventObjectEntity{
20     ...
21     public void recvClickObject(
22         EventUserEntity user){
23         if (checkClickUser(user))
24             pickupObject(user); // 拾える
25     }
26 }

```

5.4 その他の機能

上記以外で、PAW2 に加わった機能には、(1) 第三者が、エージェントに言葉遊び (しりとりやクイズなど) を組み込むことを容易にする、プラグインゲームマネージャ機能、(2) パスワードにより入場を制限でき、その中で会話の外に漏れない集会場機能、(3) PAW の世界内のお店での物の値段や販売個数、色変えエリアの使用料などを制御できる流通システム制御機能、(4) 自然言語インタフェースによる、エージェントの言葉遊びを可能にする機能¹⁸⁾ などがある。

また、細かい変更としては、入手した名刺を整理する機能、名刺にメモを記入する機能、入手したものを「使う」機能などがある。

6. 結果と考察

PAW2 では、各機能の使用記録、ユーザへのアンケート、PAW の世界内での実際のフィールド調査をもとに、新規機能の利用状況について調査を行った。

6.1 PHS 機能

PHS は、2000 年 1 月現在 (登録ユーザ、約 10 万人) で、約 8000 人 (全ユーザの 8%) が所有している。PHS の利用動向を見てみると、1999 年 6 月に 1 カ月間行った調査では、1 日の利用人数が平均 128 人 (のべ 222 件) であった。また、平均的な利用パターンとしては、午後 11 時から始まるテレホーダイタイムを中心に 5 分以下の通話を、月に 5~10 回行っていることが分かった。また、通話人数を見ると、5 人以下の通話が 80% 以上を占め、特定の相手とのコミュニケーションツールになっていることが分かる。これ

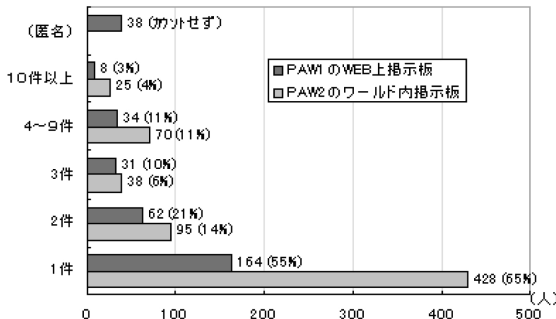


図 12 ワールド内掲示板の利用状況
Fig. 12 Usage of In-world BBS.

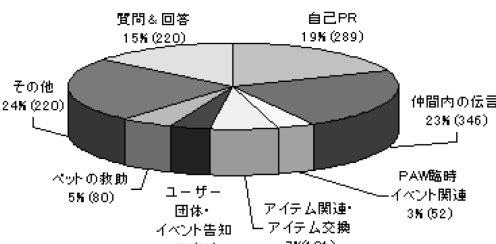


図 13 ワールド内掲示板における書き込み内容
Fig. 13 Contents of In-world BBS.

は、アイテムを拾い歩きながら PHS で離れた場所にいる友人と話したり、広大な仮想世界内で、特定の相手とのアポイントをとったりするなどの新たなコミュニケーションスタイルが定着しつつあることを示している¹⁹⁾。

6.2 ワールド内掲示板機能

PAW1 では、ホームページ上で掲示板を公開していた。図 12 は、それぞれの掲示板での約 4 カ月間の書き込み件数別の人数を比較したものである。利用者数はワールド内に掲示板が設置された PAW2 では、PAW1 の約 2 倍になっている。

PAW2 では、書き込み件数 1 件の人数が多いのが特徴である。これは、PAW の世界内での自己紹介に利用するという新しい用途が出てきたためと思われる(図 13)。

ワールド内掲示板は、ホームページ上の掲示板に比べて、より幅広いユーザに利用され、ユーザの行動を活性化させるツールとして利用されたと考えられる。また、掲示板には連絡先として PHS 番号が記入されることが多く、相補的にコミュニケーションの活性化に有用であったと考えられる。

また、ホームページ上の掲示板でよく見られるクレームや営利目的の書き込みが少ないこともワールド内掲示板の特色としてあげられる。これは、コミュニ

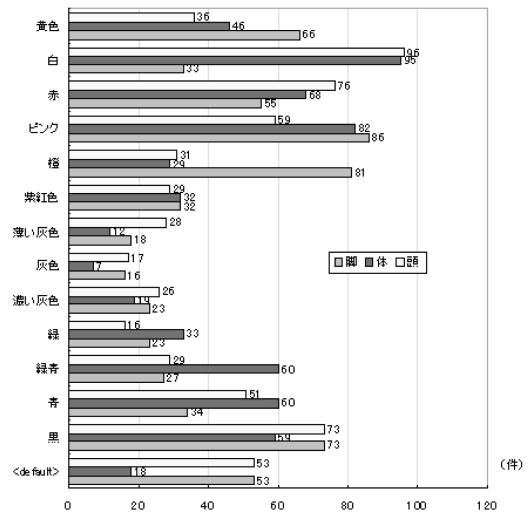


図 14 アバタの色変え状況
Fig. 14 Usage of changing avatar's color.

ティや風紀委員が出現し、その中で互いのルールやマナーを提案していることが影響していると考えられる。

6.3 アバタのカスタマイズ機能

アバタの色変え機能の利用状況は、1999 年 8 月の 1 カ月間の調査で、平均利用回数が 110 件/日(利用者は 91 人/日)で、約 30%のユーザが、この期間に複数回色変えを行っていることが分かった。

PAW2 では、頭(髪)と体(洋服)と脚(ズボン)の色をカスタマイズできるようになっている。図 14 に、部位ごとの色の選択状況を示す。一概にいうことは難しいが、PAW の世界内で目立つ色が好まれる傾向にあると考えられる。また、部位ごとの色の組合せのパターンは 1999 年 6 月で 538 通り確認されており、併用して用いられるアクセサリによって、各ユーザが独自のアバタを具現化することを楽しんでいると考えられる。

7. 仮想社会ミドルウェア

本論文で述べた機能は、仮想社会構築用ミドルウェアの一部を構成するものである。我々は、PAW2 のような仮想社会の構築を容易にするためのミドルウェアを以下の 3 種類に分類し、図 15 のように位置付け研究開発を行ってきた。

(1) In-world ミドルウェア

仮想世界内を構築するうえで必要となる機能を記述するミドルウェア。PAW2 での流通システム、昼夜・季節の変化、ワールド内掲示板、アバタのカスタマイズ機能などがあたる。

(2) Inter-world ミドルウェア

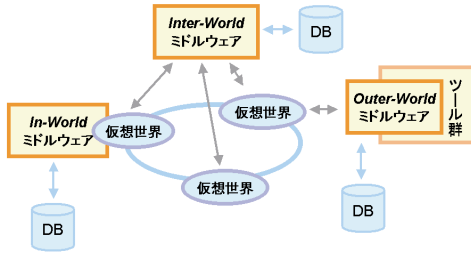


図 15 仮想社会ミドルウェアのアーキテクチャ
Fig. 15 Virtual society middleware architecture.

仮想世界が複数個が存在する場合に、それらの世界間で行われるアクティビティをサポートする機能を記述するミドルウェア。PAW2での、仮想世界間をまたぐPHS機能などがあたる。

(3) Outer-world ミドルウェア

仮想世界が正常に運用されているかを監視したり、仮想世界内の機能を遠隔で操作したりするといった機能を記述するミドルウェア。PAW2では、ビューロやDBの状態を監視したり、遠隔でブラウザに緊急メッセージを表示したりするツール類が用意されている。

これまで、In-world ミドルウェアを中心に研究開発を行ってきたが、それ以外のミドルウェアの拡充が重要であることが分かってきた。今後の課題としては、PAW2での実験・評価を通じたミドルウェアの研究開発、他の仮想社会コンテンツへの適用・評価があげられる。

8. む す び

本論文では、パーソナルエージェント指向仮想社会PAWとその構築システムであるCPシステムのアーキテクチャ、そしてPAWの第2版であるPAW2の設計と構築について述べ、その後、PAW2の運用を通して得られた評価、考察について述べた。

PAW1, PAW2は、大規模仮想社会用のインフラストラクチャ構築という目的のもと、そのコンテンツの一例として開発、実験を行っているものである。その運用経験を通し、ユーザ間のコミュニケーションを促すツールやアバタのカスタマイズ機能の提供、イベント開催などが重要であることが分かった。

将来的な課題としては、このような機能を本論文で提案したアーキテクチャをベースにミドルウェア化し、PAW2のような仮想社会の構築を容易にしていくことがあげられる。このようなミドルウェアを他の仮想社会コンテンツにも適用することにより、その有用性を検証し、より一般化していく必要がある。また、仮想

社会におけるユーザの活動や文化形成についての研究や、経済システムの研究は、仮想社会での社会活動をより豊かにするために重要である。我々は、これらをベースに、仮想社会そのものを、インターネットやブロードキャスト型メディア²⁰⁾を包含した次世代のユーザインタフェースにしていきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) The Virtual Reality Modeling Language, ISO/IEC 14772-1:1997.
- 2) Honda, Y., Matsuda, K., Rekimoto, J. and Lea, R.: Virtual Society: Extending the WWW to support a multi-user interactive 3D environment, *Proc. VRML95*, San Diego, USA., pp.109-116, ACM Press (1995).
- 3) Matsuda, K., Honda, Y. and Lea, R.: Virtual Society: Multi-user Interactive Shared Space on WWW, *Proc. 6th International Conference on Artificial Reality and Tele-Existence (ICAT 96)*, Tokyo, Japan, pp.83-95 (1996).
- 4) 松田晃一: 不思議な島をペットと歩こう!, *bit*, Vol.30, No.9, pp.2-10 (1998).
- 5) 松田晃一: パーソナルエージェント指向仮想社会PAW(第2版)の設計と構築, DICOMOシンポジウム論文集, pp.637-642 (1999).
- 6) 松田晃一, 上野比呂至, 三宅貴浩: パーソナルエージェント指向の仮想社会「PAW」の評価, 電子情報通信学会論文誌(D-II), Vol.J82-D-II, No.10, pp.1675-1683 (1999).
- 7) Carlsson, C. and Hagsand, O.: DIVE - A platform for multi user virtual environment, *Computer and Graphics*, Vol.17, No.6, pp.663-669 (1993).
- 8) Hagsand, O.: Interactive MultiUser VEs in the DIVE System, *IEEE Multimedia Magazine*, Vol.3, No.1 (1996).
- 9) 菅原昌平ほか: 多人数参加型環境を実現した三次元サイバースペース—インタースペースTMのアーキテクチャ, 仮想都市研究会第一回シンポジウム, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.1, No.1, pp.43-48 (1997).
- 10) Waters, R.C., et al.: Spline: Social Virtual Reality with 3D Animation, Spoken interaction and Runtime Extendability, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.6, No.4, pp.461-480 (1997).
- 11) 廣岡康雄, 恒松直幸: 会員制WWWサービスにおける会員定着過程の分析, サイバースペースと仮想都市研究会, CSVS98-11, pp.31-36 (1998).
- 12) 小西孝明, 井上雅之, 清末悌之, 正木茂樹, 菅原昌平: 3次元仮想空間における音声と顔映像によるコミュニケーションと仮想社会の展開, サイバースペースと仮想都市研究会, CSVS98-9, pp.19-24

- (1998).
- 13) 落合和正: 商用化された仮想社会 PeopleSpace の現状/基礎技術/展望, 仮想都市研究会第一回シンポジウム, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.1, No.1, pp.13-18 (1997).
 - 14) 門林理恵子, 間瀬健二: 実空間のコンテキストを利用して仮想空間内をガイドするマルチモーダルなパーソナルエージェント, DICOMO シンポジウム論文集, pp.653-660 (1998).
 - 15) Schiano, D. and White, S.: The First Noble truth of CyberSpace: People are People (Even When They MOO), *Proc. CHI'98 Conference*, ACM Press (1998).
 - 16) Muramatsu, J. and Ackerman, M.: Computing, Social Activity, and Entertainment: A Field Study of a Game MUD, *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing*, Vol.7, pp.87-122 (1998).
 - 17) Benford, S. and Fahlen, L.: A spatial model of interaction in large virtual environments, *Proc. 3rd European Conference on Computer Supported Cooperative Work* (1993).
 - 18) 定政邦彦, 牧野貴樹, 三石 豊, 鳥澤健太郎, 松田晃一, 辻井潤一: 「パーソナルエージェント用自然言語インターフェース」開発ツールキット (PANLI toolkit), 言語処理学会第5回年次大会発表論文集, 言語処理学会 (1999).
 - 19) 辻 貴孝, 松田晃一, 谷島 亘: 仮想社会 PAW における携帯電話機能の実装と評価, サイバースペースと仮想都市研究会, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.4, No.1, pp.19-24 (1999).
 - 20) Regan, T.: Taking Living Worlds Into Peoples Living Worlds, *Proc. VRML98*, Monterey California, USA., pp.71-82, ACM Press (1998).
 - 21) Matsuda, K.: Evaluation of Personal Agent-oriented Virtual Society - PAW, Presence:

Teleoperators and Virtual Environments (to be published).

(平成 12 年 3 月 1 日受付)

(平成 12 年 9 月 7 日採録)

推 薦 文

現在, ネットワークにおける分散仮想環境構築に関して, さまざまな方法論およびその実現方法が検討され実験されているが, 本論文においては, インターネット環境を利用した分散仮想環境での実用レベルの実験をベースに得られた知見, および有用な試行実験の結果を提示しており, 今後の同分野での研究活動に大きな指針を与え, 高く評価できる.

(グループウェア研究会主査 岡田謙一)



松田 晃一 (正会員)

1984 年東京農工大学大学院工学研究科数理情報工学科修了. 同年 NEC (株) 入社. 1995 年より SONY コンピュータサイエンス研究所を経て, 現在, PNC 開発センター主任研究員兼システムアーキテクト. 大規模共有仮想空間および HCI の研究開発に従事. Web3D コンソーシアム Technical Advisory Board メンバー.



三宅 貴浩

1996 年東京大学工学部航空宇宙工学科卒業. 1998 年同大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻修士課程修了. 同年 SONY (株) に入社. 大規模仮想社会の研究開発に従事.