

エージェントサロン：パーソナルエージェント同士のおしゃべりを利用した出会いと対話の促進

角 康之[†] 間瀬 健二[†]

AgentSalon: Facilitating Face-to-Face Knowledge Exchange by Conversations of Personal Agents

Yasuyuki SUMI[†] and Kenji MASE[†]

あらまし 本論文では、博物館、街角、学校、オフィス、学会イベントなど、興味、趣味、状況を共有する人が集まる場所での対面している人の間での出会いや対話を促進することを目的とした、エージェントサロンと呼ばれるシステムを紹介する。エージェントサロンは、複数のユーザが同時に利用できるような大きなディスプレイをもって、そこに、各ユーザに帰属したパーソナルエージェントがキャラクタアニメーションとして表示され、それらが自動的に会話を始める。パーソナルエージェントは、普段は PalmGuide と呼ばれる携帯ガイドシステム上で動作しており、各ユーザの個人的興味やそれまでの行動履歴を管理しながら個人ガイドサービスを提供している。各ユーザが PalmGuide をエージェントサロンに赤外線接続することで、パーソナルエージェントはそれらの個人情報と一緒にエージェントサロンに乗り移り、エージェント同士で自動的におしゃべりを始める。おしゃべりの内容は、各ユーザの興味やそれまでの行動履歴に関する内容であり、ユーザに成り変わって、互いの経験に基づいた意見交換を行ったり推薦を行ったりする。そのおしゃべりを聞いているユーザたちは、いわば以心伝心のように共通の話題を得ることができ、エージェントたちのおしゃべりに引き込まれるように、より価値のある会話を始めることが可能になると考える。本論文では、実際の会議の参加者サービスとして実装したエージェントサロンの、動作説明と評価を行う。

キーワード パーソナルエージェント、出会い支援、知識共有支援、会話

1. ま え が き

本論文では、対面した複数ユーザ間の知識共有や創造的議論を促進することを目的としたエージェントサロンと呼ばれるシステムを提案する。エージェントサロンは2~5人が同時に利用できるように、大きなディスプレイをもつシステムである。ディスプレイ上には各ユーザに帰属したパーソナルエージェントが現れ、各ユーザの興味やそれまでの経験に関する情報を伝え合うようなおしゃべりを始める。そうすることによって、そのおしゃべりを観察しているユーザ同士がエージェント間のおしゃべりに引き込まれて、知識交換やそれに基づいた議論が促進されることをねらっている。

エージェントサロンは、筆者らがこの3年間進めてきた、モバイルアシスタントシステム開発のプロジェクト C-MAP の一アプリケーションとして設計された。C-MAP の目的は、ユーザ個人の興味や状況に合わせて博物館見学や会議参加をガイドする携帯ガイドシステムを開発することであり、また、システムを利用するユーザ間の新しい出会いや知識共有を促進することである [1]。

C-MAP ユーザは各自、PalmGuide と呼ばれるガイドシステムを携帯する。PalmGuide 上にはパーソナルなガイドエージェントが動作し、ユーザのプロファイルや興味、それまでの行動履歴を管理し、それに基づいて、見学のナビゲーションや展示見学の推薦をしてくれる。PalmGuide 上で動作しているガイドエージェントは、赤外線通信を利用して、会場に設置された個別展示の展示ディスプレイや情報キオスク端末に移動することができ、各展示ディスプレイに用意された専

[†](株) ATR 知能映像通信研究所、京都府
ATR Media Integration & Communications Research Laboratories, 2-2-2 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto-fu, 619-0288 Japan

門情報をユーザ向けに個人化提示したり、ネットワーク上で共有されたコミュニティ情報^(注1)を利用して他のユーザとの出会いや知識共有を支援してくれる [2].

エージェントサロンは情報キオスクの一アプリケーションとして設計され、展示会場の待ち合わせ場所や会議のバンケット会場のような所に設置されることを想定している。1人のユーザで利用することを想定した通常の情報キオスクと異なり、エージェントサロンは複数ユーザで同時に利用することを想定している。それまでの見学履歴に応じてユーザ間の興味や経験を交換し合ったり、共有した興味に基づいた情報をネットワーク上から引き出したりすることで、初対面の者同士でも有益なおしゃべりや議論ができるような、言わば「出会いの場」、「たまり場」として利用される。ユーザ間のおしゃべりを促進する手段として、各ユーザに帰属したエージェント間の会話を通して、より「面白い」話題にユーザを誘導することがエージェントサロンの特徴である。

以下、エージェント間の対話生成、その演出の手法を説明し、その効果を考察する。

2. 関連研究

本研究の目的は、知識交流を促進するために、人とソフトウェアエージェントが場を共有しながら対話を行う環境を構築することである。そういった視点から関連研究を概観し、本研究の位置付けを示す。

2.1 対話するアニメーションキャラクター

コンピュータグラフィクスを利用したアニメーションキャラクターの研究は、従来から多くなされてきた。その中から特に人（ユーザ）との対話や人同士の知識流通のメディアとしての利用を意図した研究事例を挙げると、ユーザとの音声による対話 [3] や、更にはコンピュータビジョンを利用した非言語的なインタラクション [4] を行うインタフェースエージェント、Web上の情報などを身振りを交えてプレゼンテーションする仮想プレゼンター [5], [6]、3次元仮想空間の中でのチャットシステムに身振り手振りを加えるアバター [7]、テキストによるチャットからキャラクターの身振り手振りを加えたコマ割り漫画にするシステム [8] などがある。しかしこれらは、あらかじめ与えられた台本や、オンラインから入力されたテキストやコマンド制御に応じた対話や動作を表現するものであり、ユーザに帰属した、若しくは代理となるエージェントとして、自発的な知識生成や表現をするものではない。

2.2 人の対話に参加するエージェント

本研究の目的は人間同士の出会いや創造的な対話を支援することであり、その手段として、対話にエージェントを参加させる方法をとった。これまでに、人間同士の対話に参加するエージェントはいくつか提案されてきた。Nagaoら [9] は、複数の人の対話に参加する擬人化エージェントの社会性とコミュニケーションのマルチモダリティに着目した。中西ら [10] は、仮想空間内での初対面のユーザ間の会話を活性化するために、話題を提供するヘルパーエージェントを提案した。西本ら [11] は、ブレインストーミング型議論の活性化を目的として、議論内容をモニタリングし、それに関連するドキュメントをデータベースから自動検索し、ユーザに提供する話題提供エージェントを提案した。これらエージェントは共通して、第三者として対話に参加するものであり、我々が指向するような、ユーザ個人に帰属したエージェントではない。我々の目的は、ユーザの個人情報を活用し、他のユーザとの出会いやより深い知識共有/創造を支援することである。

2.3 知識共有/創造支援

そういった目的を共有する研究事例としては、大勢の会議参加者の間の実世界インタラクションを促進することを目的とした Meme Tag [12]、個人に帰属したエージェント同士がユーザ同士の出会い/対話をお膳立てしてくれる HyperDialog [13]、複数ユーザによる協調的な Web ブラウジングを支援する Silhouette [14] や Let's Browse [15]、コミュニティに参加する各メンバーの分身エージェントによる非同期的な知識利用 [16], [17] などが興味深い。しかし、これらは共通して、前もって準備された知識ベースや Web 上のリソースなど、比較的静的な情報を知識源としている。それに対してエージェントサロンは、ユーザ個人が携帯している PalmGuide の中に常駐するパーソナルエージェントが逐次蓄えているユーザの個人情報を用いて、対面したユーザ間の出会いと知識共有を演出する。それらの情報は、実時間/実空間に根差したものであるから、エージェントサロンで提供された情報は、各ユーザのその後の行動（見学）に即座に影響を与える可能性があり、コミュニティ内での協調的な知識流通や創造のスパイラルを加速すると考える。

(注1): 展示会/会議に参加する人の間で共有する情報。つまり、展示/発表に関する詳細情報や、それに参加する展示者/発表者、また見学者/聴講者に関する情報である。また、ユーザのシステム利用履歴や個人的興味といった、動的に蓄積される情報も含む。

エージェントサロンが行っていることは、各ユーザの個人情報を比較して、互いの共通/相違部分を自動的に検出し、それをユーザに提示することである。そういった観点からすると、我々は以前から、個人の興味や視点の共有/相違部分を可視化することでユーザ間の知識共有/議論を促進する手段を提案してきたし [18]、本論文で紹介するエージェントサロン上の Semantic map も同じような役割を果たしている。しかし、ここでは、可視化された知識空間の中から共有/相違部分を読み取り、それを更なる議論に役立てる作業はすべてユーザ任せであった。エージェントサロンの特徴は、ユーザ間の知識/興味/共有/相違部分を自動的に読み取り、それを「物語」として表現することである。そうすることで、ユーザ間の情報伝達のコスト削減、よりカジュアルな利用、ユーザの情報理解と利用の促進が期待できると考えている。

2.4 劇場型インタフェース

本研究の動機の一つに、劇場型のインタフェースをもつ情報システム [19] の在り方の模索がある。そういった意味では、これまでも主にエンターテインメント（ゲーム）の領域で多くの研究開発がなされてきた。例えば、ユーザ（というよりもプレイヤー）参加型の映画 [20] や芝居 [21] が提案されてきた。そこでは主に、既に決められた台本に従って演技する役者としてのユーザとシステムの間の微妙な間（ま）や台本の切替に注目してきたが、（本研究がターゲットとしているような）実時間/実空間から得られた情報による動的な台本生成、ストーリー展開についてはなされていない。

エージェントサロンの目標の一つは、ユーザを会話に巻き込むような「物語」を生成することである。エージェントの会話を通して、楽しく、自然に話題を提供するには、その話題にユーザを誘導するための戦略として、伝えたい内容の構造を「物語」の表現に構造変換する必要があり [22]、その構造変換を知識処理システムとして実装することに興味がある。

3. エージェントサロンのシステム概要

2人のユーザがエージェントサロンを利用している様子を図1に示す。動作シナリオは以下のとおりである。

(1) 赤外線通信を利用して、各ユーザの個人情報をもつパーソナルエージェントが PalmGuide からエージェントサロンに乗り移り、アニメーションキャラクターとしてディスプレイ上に表示される。

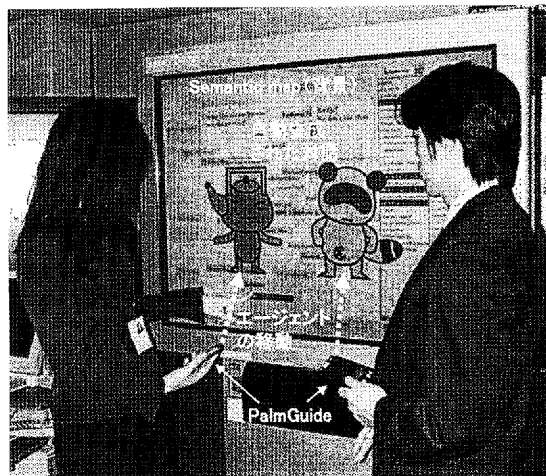


図1 エージェントサロン動作の様子
Fig.1 AgentSalon in use.

(2) 乗り移ったエージェント同士は内部的に、各ユーザのそれまでの見学履歴やそれに対する興味についての情報を示し合い、その共有部分と相違部分を抽出する。

(3) その結果をもとに、エージェント同士はプランを立て（台本を作り）、ユーザの前で展示/会議に関する会話を始める。その会話を観察することにより、ユーザは展示/会議に関する知識や経験を効果的に、楽しく交換、共有することができる。

(4) エージェントサロンはネットワークに接続されており展示/会議に関する情報や他の参加者に関する情報にアクセスできるので、共通話題の展示/発表に関する詳細情報（ホームページ）にアクセスしたり、展示者/発表者のエージェントをサロン上に呼び出すことができる。

エージェントサロンは主に、以下の三つの部分で構成されている（図2参照）。

- 対話生成部：各エージェントがもっているユーザ情報をもとに、より「面白い」対話プランを生成する。ユーザ間の知識共有や議論を促進するための戦略や発言テンプレートをもつ知識ベースシステムである。
- 対話表示部：与えられた台本に従ってエージェントの発話や動作を制御、表示する手段として、Microsoft Agent [3], [23]^[注2]を利用する。音声生成部分

(注2)：Microsoft Windows上で動作するインタフェースシステムのソフトウェアセットで、キャラクターアニメーションの動作セット、音声によるユーザとのインタラクション、アプリケーションとの連携を可能にする環境を提供する。

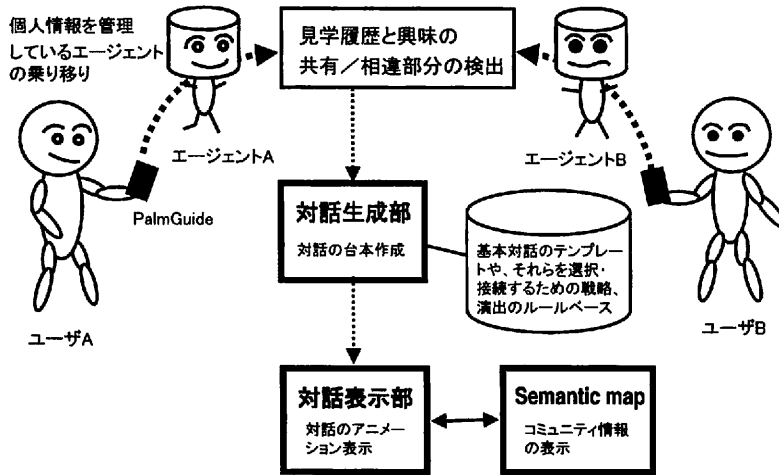


図2 エージェントサロンのシステム構成
Fig. 2 System architecture of AgentSalon.

は東芝音声システム Ver.4.0^(注3)を利用した。また、複数のエージェントの入退場や、ユーザとの簡単なインタラクションなど、サロン全体の進行をJavaScriptを利用して制御する。

- Semantic map [2]: ネットワークを介して利用できるコミュニティ情報や Web ページを閲覧するための視覚的インタフェースである。展示/発表とそれに参加する人の間の意味的關係を表すネットワークとして表示され、膨大な量の知識源からユーザ個人の興味に基づいて連想的に情報探索することを支援する。

ディスプレイ上には Microsoft Internet Explorer 5.0 を起動し、そこに Semantic map アプレットを実行して、その上に Microsoft Agent によるアニメーションキャラクタを重畳表示した。ディスプレイはタッチパネルなので、ユーザは直接自分の指で Semantic map のアイコン操作をしてコミュニティ情報を閲覧したり、エージェントとの簡単な対話を行う。

なお、ディスプレイ表示全体を JavaScript で制御しているので、エージェントの動作に合わせてアプレットの method を実行することで、エージェントが発話に合わせて Semantic map 上のアイコンを操作するような演出も可能である。

現在の実装では、各エージェントがサロン上に登場する際に、それに合わせて対応するユーザのアイコンを Semantic map 上に表示する。それに応じて Semantic map 上にはそのユーザがそれまでの見学/聴講で興味を示したものとユーザアイコンの間にリン

クが表示される。そうすることで、エージェントサロンを利用している複数ユーザ間の興味の関係(重なりや相違)を可視化することができる。

4. エージェント間の対話生成の仕組み

前節で概観したシステム構成部のうち、ここでは対話生成部について説明する。

対話生成部の目標は、現在サロン内に入場している複数エージェントがもっている各ユーザの個人情報を入力として、より「面白い」対話の台本を生成することである。この目標を実現するために、我々は、ある程度再利用性のある対話のテンプレートや、「面白い」対話にするための戦略をルールとして書き下し、そのルールを利用して対話プランニングする知識ベースシステムの実装を進めている。

なお、ある程度区切りがよく、再利用性があるような、エージェント間のやり取り(会話)の一塊を、ここでは「シーン(scene)」と呼ぶこととする。対話プランニングは、新たなエージェントがサロンに入場するたびになされ、一つ以上のシーンが実行されることになる。エージェントの退場は、基本的にはユーザによりオンデマンドで(タッチパネルを利用して)なされるが、退場そのものを対話の一演出として盛り込むことも可能である。

(注3): 漢字仮名交じりの文章を読み上げる音声合成機能と、マイクから入力した音声認識する機能があるが、本研究では音声合成機能のみ利用した。

対話生成ルールは、以下の2種類に分類される。

- オブジェクトルール：手元にあるデータをもとに典型的なシーンのテンプレートを埋めることで、個別のシーンを作成するルール。

- メタルール：現在の状況に応じて、より「面白い」対話にするためにオブジェクトルールを選択して利用するための戦略ルール。複数のシーンをつなげて、対話全体の流れをスムーズにするような演出にかかわるルールもここに属する。

対話生成部への入力として与えられるデータは、PalmGuide内のエージェントが管理している個人情報であり、以下のような情報が対話生成のために利用可能である^(注4)。

- 名前、所属、年齢、イベントでの参加資格（発表者/見学者）、ホームページのURL等、ユーザ登録時に得られる個人プロフィール。

- それまでの見学履歴。PalmGuideを個別の展示の展示ディスプレイと接続した時間とその展示ID。

- それまでに見学した展示に対する個人的評価（rating）。現在では、「興味深い/まあまあ/あまり興味ない」の3段階から選ぶようになっている。

- 他のPalmGuideユーザとの名刺交換に関するデータ。名刺交換をした相手のユーザIDとその時間。

- 個人的興味に関するデータ。現在は、あらかじめイベントごとに準備されたキーワードセットを利用したキーワードベクトルで興味を定量化している。

こういった個人情報を利用して生成されるシーンの例を以下に示す。以下のようなシーンのテンプレートがオブジェクトルールとして書き下される。

- ある一つのガイドエージェントが会話の主導権をもち、それまでに見学/聴講してきた展示/発表を紹介する。その途中で、もしも他のガイドエージェント（つまりそのユーザ）も見学/聴講した展示/発表があった場合には、その展示/発表に関する各ユーザの評価をユーザ自身に成り変わってしゃべったり、場合によっては、その展示/発表の展示者/発表者エージェントを呼び出す。

- 共通して見学/聴講した展示/発表にもかかわらず、その展示/発表に対する評価が異なる場合（ユーザAは展示/発表1に興味深いや感じたがユーザBはあまり興味ないと感じた場合）、その展示についての会話を始める。例えば、ユーザAのエージェントが「展示1は面白かったよ」というと、ユーザBのエージェントが「えー、あれはつまらなかったよ」という。そ

うすることで、ユーザAとBは同じ対象（ここでは展示1）に対して異なる見解をもっていることを即座に知ることができ、より効率的に知識共有のための話題に到達することができる。

- 例えば、ユーザAが1, 2, 3, 4の展示を見学していて、ユーザBが2, 4, 5, 6を見学していたとする。その場合、2人が2, 4の展示を共通して見学していること（つまり、ある程度興味を共有していること）を2人のエージェントは知ることができる。したがって、ユーザBにはまだ見ていない1と3を、逆に、ユーザAには5と6を見学することを推薦することができる。

オブジェクトルールを利用するメタルール、つまり、ある戦略に基づいて対話を制御するルールとしては、以下のようなものが考えられる。

- 複数ユーザの見学履歴を見比べたときに、共通して見学した展示の数があるしきい値を超えている場合は、彼らは興味に近いと解釈し、見学履歴の相違部分を互いに推薦し合うシーンを採用する。

- ユーザの見学履歴量に著しく差がある場合は、見学履歴の豊富なユーザのエージェントが会話の主導権をもつ。

- 例えば、2人のユーザの年齢があるしきい値以上の差がある場合は、上記オブジェクトルールの「面白かった」、「つまらなかった」のシーンを採用することは控える。

- どのユーザの見学履歴もまだほとんど空に近い場合、ユーザプロフィールに基づいた自己紹介をするだけで、自発的にエージェントはサロンから退場する。

上記のとおり、オブジェクトルールは再利用性が高く、比較的、適用対象が変わっても書き換えが容易な一般的ルールである。一方、メタルールは、システムの適用領域に応じてそれが適しているか否かが全く異なる場合があり、デザイナーの直感や意図が反映される部分である。

つまり、エージェントサロンが博物館で利用される場合には各ユーザの見学履歴に応じて今後の見学の推薦をし合うことは役立つかもしれないが、口頭発表に基づく学会で利用される場合には、既に発表が終わってしまったものを推薦しても意味がない。また、テーマパークのようなところでは、「面白かった」、「つまら

(注4)：現状の実装では、これらの個人データをすべてエージェントの対話生成に利用しているわけではなく、主に、見学履歴と各展示に対する評価データを利用した対話生成ルールを利用している。

なかった」の対話をするにはそれほど問題ないと思われるが、学会等ではあまりにも話題として刺激的すぎるかもしれない。

5. システムの実装と動作

5.1 エージェントサロンの試作

2000年7月に開催された人工知能学会全国大会の会議参加者をサポートするためのデジタルアシスタントサービス[24]^(注5)の一貫で、エージェントサロンの最初の試作を行った。

図3にPalmGuideの画面例を示す。PalmGuideはIBMのWorkPad上で動作している。メイン画面では会期中の発表プログラム（セッション情報や発表の概要）を閲覧することができ、ほかに現在の見学履歴や名刺交換の履歴を参照したり、現在の時刻やそれまでの見学履歴に基づいた今後の見学推薦を提供する。

各展示ごとにブースが準備されているような展示会場でのガイドシステムとして利用する場合には、展示ごとに用意された展示ディスプレイとの赤外線接続の際に自動的に見学履歴を取得することが可能であるが[2]、今回は口頭発表が主である会議なので、聴講した発表をPalmGuide上で自分でチェックするためのチェックボックスを提供した（図3の右）。見学済のチェックをすると、その発表の評価（1：興味なし、2：まあまあ、3：興味あり）を入力するためのダイアログボックスを自動表示するようにした。この評価データは、次の見学推薦を計算する際に利用される。

エージェントサロンは会場の一角に設置し、会

期中いつでも自由に利用できるようにしておいた。PalmGuideユーザでない会議参加者も画面を触れながらSemantic mapを使った会議情報ブラウザとして利用することができるが、基本的には、複数のPalmGuideユーザが自分たちのパーソナルエージェントを乗り移らせて利用するものである。

図4にエージェントサロンの画面例を示す。エージェントサロンは、複数の人とエージェントが集まっておしゃべりを楽しむサロン、というメタファで画面デザインをした。だれも利用していないときにも、画面にはサロンのマスターであるサロンエージェント（図中のやぎ）がいる。図の例では、4人のユーザが各自のエージェントを乗り移らせている。画面のサイズの制約から、同時に入場できるエージェントの数は5人に限った。

エージェントの背景には、大会中の発表やそれにかかわる人たちの関連性を表すSemantic map [2]が表示されている。エージェントが乗り移ると、そのユーザに対応したアイコンと、そのユーザがそれまでに見学し、なおかつ興味深いという評価を与えた発表を表すアイコンが表示される。その際、それらのユーザアイコンと発表アイコンはリンクでつながる。したがって、図の例のように、まだ興味深い発表を聴講していないユーザのアイコンは他のアイコンとつながることなく画面上を漂っており、共通の発表に興味をもったユーザ同士のアイコンは間接的にリンクでつながり、近くに配置される。なおSemantic mapは、発表アイコンやユーザアイコンをクリックすることで詳細ページを開いたり、画面上に表示されている発表と関連するキーワードから連想的に関連発表を探索することが可能である。我々は、エージェント間のおしゃべりをきっかけにして、目の前にいるユーザたちがSemantic mapを利用して様々な関連情報を閲覧したり、それらに関連する議論を行うことを期待して、エージェントサロンを設計した。

なお、サロンエージェントのほかに8種類のエージェントキャラクター（ねずみやたぬき等）を準備し、各ユーザにはPalmGuideを利用し始める際に好きなキャラクターを選んでもらった。エージェントサロンと情報キオスク上で利用するアニメーションデータとして、各キャラクターごとに、挨拶、移動、指さしなどの

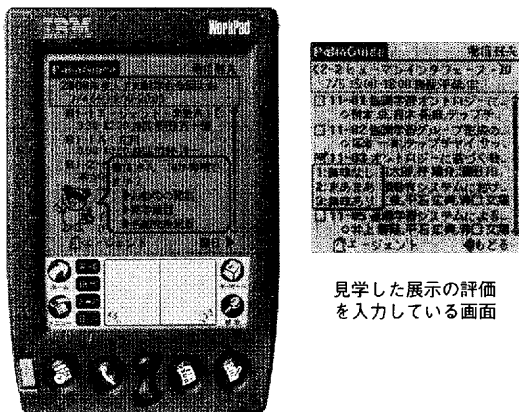


図3 PalmGuideの画面例
Fig. 3 Displays of PalmGuide.

(注5)：PalmGuideや情報キオスクによる会場サービスや、WWWによる会議情報サービスを提供した。

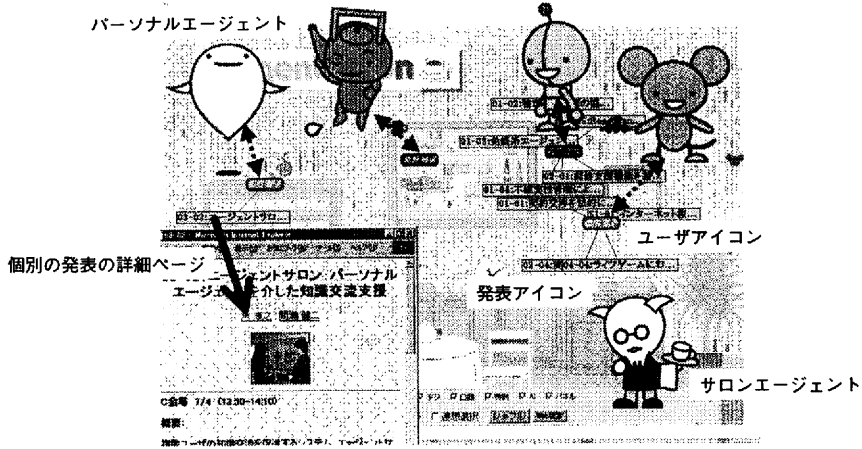


図4 エージェントサロンの画面例
Fig.4 An example of AgentSalon display.

約 40 種類の動作を用意し、会話中の動作として利用した。

5.2 対話生成ルール例

これまでに我々が記述した対話生成のためのルール、すなわちオブジェクトルール (OR) とメタルール (MR) の例を示す。なお、ユーザ A のエージェントをエージェント A、ユーザ B のエージェントをエージェント B と記し、ここではユーザ A が新しく入場してきたユーザとする。

オブジェクトルールは、以下のように、個別の対話シーンのテンプレートである。

- OR1: 互いの見学履歴を推薦し合うシーン

(1) 新しく入ってきたエージェント A がエージェント B に対して「私たち、興味に近いみたいです」と話しかける。

(2) ユーザ A の見学履歴の中でユーザ B がまだ見学していないものを探し、その中でユーザ A の評価が 3 のものがあれば、エージェント A が「これは面白かったから、あなたも気に入りますよ」といい、3 のものが見つからずに 2 のものが見つかったら「私はこれを見ました。まあまあでしたよ」という。

(3) 逆に、ユーザ B の見学履歴の中でユーザ A がまだ見学していないものを探し、ユーザ B の評価が 3 のものを見つけたら、エージェント B は「ほー、そうでしたか。私はこれを見ました。とても面白かったですよ」とこたえる。3 のものが見つからなくても 2 のものが見つかったら「ほー、そうでしたか。私はこれを見ました」とこたえる。

(4) 他のエージェントがいる場合、かつ、上記(3)で参照された発表を見学しているエージェント C がいいたら、エージェント C は「私たちもその発表を聞きました」、更に評価が 3 であれば「面白かったですね」と発言する。

- OR2: 個別の発表について反対意見を交わすシーン

(1) 新しく入ってきたエージェント A がエージェント B に対して「私たち、興味に近いみたいです」と話しかける。

(2) 共通して見学した発表についてユーザ A とユーザ B の評価を比較し、A が 3、B が 1 と評価しているものを見つける。そしてその発表を参照して、エージェント A が「この発表を聞きました。これはとても面白かったですよ」という。それに対して、エージェント B が「そうですか？ 私たちもそれを聞きましたが、あまり面白くなかったです」とこたえる。

(3) 他のエージェントがいる場合、かつ、上記(2)で参照された発表を見学しているエージェント C がいいたら、サロンエージェントが「意見割れちゃいましたね。あなたはどうか」とエージェント C に話しかけ、エージェント C はユーザ C の評価に合わせて「面白かったですよ/まあまあでしたね/つまらなかったですよ」と発言する。ユーザ C がその発表を見学していない場合は、「私はその発表を聞いていませんから、聞いてみたかったですね」とこたえる。

- OR3: 共通の興味について情報閲覧をするシーン

(1) ユーザ A の興味を表すキーワードリストと、既に入場しているエージェントのもつキーワードリストを比較する。そして、共通のキーワード（キーワード α ）をもっているエージェント B を見つけた場合には、エージェント A が「あなたもキーワード α に興味があるんですか」と声をかける。

(2) その際、Semantic map 上でキーワード α を自動選択する。そうすることで、キーワード α をもつ発表のアイコンも表示される。

(3) エージェント B は、表示されたキーワード α とリンクをもつ発表の中から、まだ見学していない発表のアイコンを選択して、「それではこの発表について見てみましょう」という。

● OR4: 自己紹介のシーン

(1) 新しく入場したエージェント A が、「私も仲間に入れてください。私は～さんのガイドをしています」という。

(2) 既に入場している他のエージェントの見学履歴が空でなく、その中で評価が 3 のものがあつた場合には、エージェント A が「何か面白い発表はありましたか」と質問する。そうすると、他のエージェントが順々に面白かった発表を示す。

● OR5: サロンエージェントによる話題提供のシーン

(1) 現在入場しているエージェント全員の見学履歴と個人評価データを参照し、最も評価合計点が高い発表を見つけ、「この発表が一番人気があるみたいです」という。それに対し、各エージェントが評価に合わせて「私もそれは面白いと思いました」といったり、「私はそれは聞いていません」とこたえる。

(2) 現在入場しているエージェントがだれも見学していない発表の中からランダムに発表を 1 件選び、「ここにいるだれも、この発表は聞いていないみたいです」という。

メタルールは、上記のオブジェクトルールを状況に合わせて選択するルールである。

● MR1: 新しく入場したエージェント A と、既に入場している他のエージェントの見学履歴を個別に

比較し、最も共通して見学した発表数の多いエージェントを見つける。その数が 3 以上の場合は、OR1 のシーンを適用する。

● MR2: 共通見学した発表の数が 3 を超える場合、その履歴の中に、ユーザ A が評価 3 を与えていて、かつ、ユーザ B が評価 1 を与えているものが存在した場合は、OR1 よりも OR2 を優先する。ただし、ユーザ A の年齢がユーザ B に対して 20 以上高い場合は、OR2 は選択せずに、OR1 のシーンを適用する。

● MR3: 新しく入場したエージェント A にとって、どの相手と比較しても共通見学履歴がない場合、OR3 のシーンを適用する。キーワードリストについても共通がない場合、つまり OR3 が実行できない場合は、OR4 のシーンを適用する。

● MR4: エージェント A の見学履歴が空の場合、OR4 のシーンを適用する。

● MR5: 新しいエージェントの入場が 3 分以上ない場合は、OR5 を適用する。

メタルールは、エージェントサロンを運用する場面やイベントの状況に強く依存するものであり、エージェントサロンをサービス提供する側（イベント設計者）が、そのサービス利用者間にどのような出会いや情報共有を求めるか、という意図が強く反映される。

今回、学会の全国大会でサービス提供するためにメタルールを記述するにあたっては、できるだけユーザ同士の興味の接点を見つけて、対話の相手を見つけ出し、いったん話し相手を特定した場合には、その 2 人のユーザの見学履歴や興味の異なる点に着目し、それを推薦し合ったり、そのことについて議論し合うきっかけを提供することを目指したチューニングを行った。

こういったチューニングは、実際の運用や実験を繰り返して、コミュニケーションのモデルの精練化を行っていく必要があり、今後の課題としたい。また、社会心理学でなされてきた成果（例えば [25]）を活用して、ルールの記述を進めていきたい。

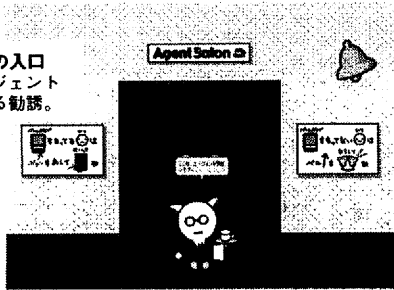
5.3 エージェントサロンの動作例

以下に、具体的なモデルユーザを準備し、エージェントサロン上でなされるエージェント間の会話例を紹介

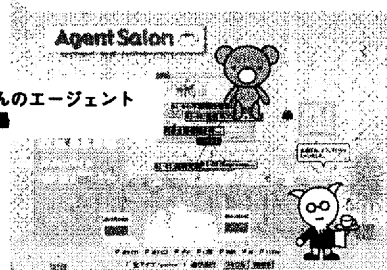
表 1 PalmGuide ユーザの個人データの例
Table 1 An example of personal data of PalmGuide users.

ユーザ名	エージェント	見学履歴 (発表番号: 評価)	※評価の数値 1: 興味なし, 2: まあまあ, 3: 興味あり
山田 太郎	くま	(01-01:3), (01-02:1), (01-03:3), (01-04:3), (01-05:3), (02-01:3), (04-01:2)	
鈴木 花子	ねずみ	(01-01:3), (02-01:3), (02-04:3), (04-01:1), (04-04:3), (S1-01:3)	
松平 定次	宇宙人	(01-01:3), (01-02:3), (01-03:3), (01-04:3), (01-05:3), (02-01:3)	

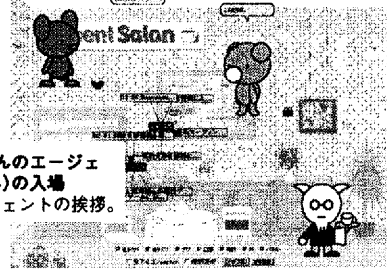
(1) サロンの入口
サロンエージェント
(やぎ)による勧誘。



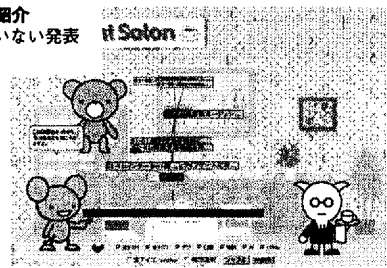
(2) 山田さんのエージェント
(くま)の登場



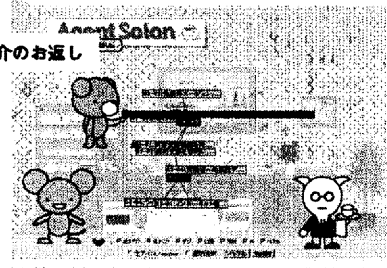
(3) 鈴木さんのエージェ
ント(ねずみ)の登場
2人のエージェントの挨拶。



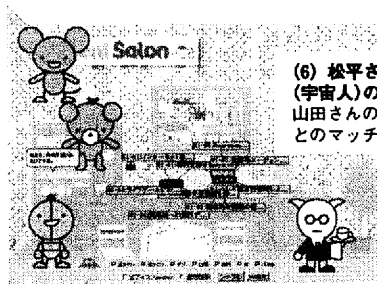
(4) 発表の紹介
相手が見ていない発表
を紹介。



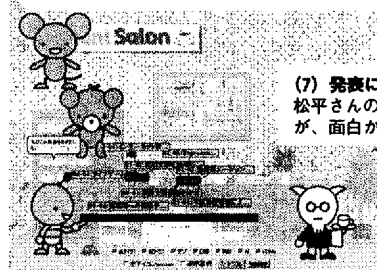
(5) 発表紹介のお返し



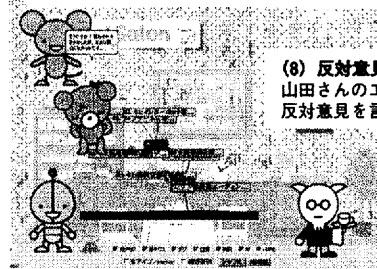
(6) 松平さんのエージェント
(宇宙人)の登場
山田さんのエージェント(くま)
とのマッチメイキング。



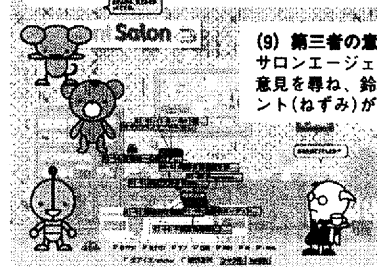
(7) 発表に対する感想の披露
松平さんのエージェント(宇宙人)
が、面白かった発表を紹介。



(8) 反対意見の提示
山田さんのエージェント(くま)が、
反対意見を言う。



(9) 第三者の意見の提示
サロンエージェント(やぎ)が参考
意見を尋ね、鈴木さんのエージェ
ント(ねずみ)がコメントする。



(10) サロンエージェント
(やぎ)からの話題提供
誰も見ていない発表を紹介。

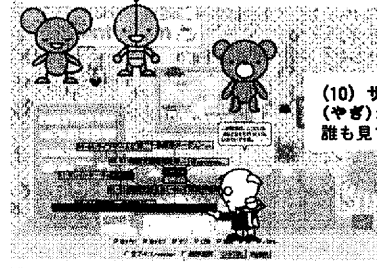


図5 エージェント間の会話例
Fig. 5 An example of agents' conversations.

介する。表1に3人のモデルユーザの個人データを示す。これらの情報が各自のPalmGuide上に蓄積され、それらの情報を利用してエージェントによる会話が生産される。

図5に、これら3人のユーザのエージェントが順々にサロンに入場していった際の動作画面を示す。

(1) だれもエージェントが乗り移っていない場合は、サロンの入口が表示され、サロンエージェント(やぎ)がPalmGuideユーザの呼びこみをする。

(2) 山田さんのエージェント(くま)が入場。背景には、山田さんがそれまでに見学して興味深いと思った五つの発表のアイコンが表示されている。

(3) 2人目のユーザ鈴木さんのエージェント(ねずみ)が入場。2人のエージェントが挨拶を交わす。鈴木さんのアイコンと、興味をもった発表のアイコンも表示されている。

(4) 山田さんと鈴木さんは見学履歴を三つ(01-01, 02-01, 04-01)共有しているのので、MR1が成立してOR1(互いに見学した発表を推薦し合うシーン)が採用される。この例では、鈴木さんのエージェント(ねずみ)が、発表02-04のアイコンを指さし、「これは面白かったから、多分あなたも気に入りますよ」といっている。

(5) 逆に、山田さんのエージェント(くま)も、発表01-04のアイコンを指さして、「私は、これを見ました」といって、山田さんが興味をもった発表を紹介する。

(6) 3人目のユーザ松平さんのエージェント(宇宙人)が入場。このとき内部的には、既に入場している2人のユーザの個人データとそれぞれ比較し、興味が近いと思われるユーザとのマッチメイキングを行う。具体的には、共通に見学した発表の数が、鈴木さんとは二つだけであるのに対し、山田さんとは六つあるので、山田さんのエージェント(くま)に「私たち、興味が近いみたいですね」と話しかけている。

(7) 松平さんと山田さんは六つの見学履歴を共有しておりMR1が成立する。ただし、その中の発表01-02について、松平さんは3の評価を与えているのに対し、山田さんは1の評価を与えているので、MR2の条件が成立する。したがって、OR1よりもOR2(個別の発表について反対意見を交わすシーン)が選択される。具体的には、2人の評価が分かれている発表01-02を選択し、まず松平さんのエージェント(宇宙人)が「私はこの発表を聞きました、とても面白かつ

表2 エージェントサロン利用回数のユーザ分布
Table 2 Utilization of AgentSalon.

利用回数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9-13	14	15
ユーザ数	25	15	10	4	4	2	1	1	1	0	1	1

たです」という。

(8) それに対し、山田さんのエージェント(くま)が「そうですか? 私もそれを聞きましたが、あまり面白くなかったです」という。

(9) サロンエージェント(やぎ)は、第三者である鈴木さんも議論に引き込むために、「意見が分かれましたね、あなたはどうでしたか?」と鈴木さんのエージェント(ねずみ)に声をかける。この場合は、鈴木さんは01-02を聴講していないので、「私はその発表は見えていませんから、見てみたかったですね」と回答する。

(10) 外からのイベント(新しいエージェントの入場や画面の操作)がしばらくないときはMR5が成立し、サロンエージェント(やぎ)が話題提供をする。この例ではOR5の(2)が選択され、入場しているエージェントたちのだれも見えていない発表を紹介している。

5.4 評価と考察

ここでは、大会期間中(4日間)のシステム利用履歴データを分析し、エージェントサロンの評価をする。

会期中のPalmGuideユーザ65人について、エージェントサロン利用回数によるユーザ分布を表2に示す。65人中40人、つまり6割以上のユーザが、少なくとも1度はエージェントサロンを利用した。多くのユーザが2回から5回くらいでとどまっているのに対し、14、5回も利用しているユーザもいることがわかる。

次に、エージェントサロンが同時に何人のユーザに利用されていたか利用状況を見てみる。セッション(注6)当りの入場ユーザ数ごとのセッション数を表3に示す。会期中、エージェントサロンが利用された数は69セッション、のべ利用者数は123人であった。そのうち約58%に及ぶ40セッションはユーザ1人だけで利用されたものである。同一セッション中の利用人数が最も多いのが5人であり、その回数は3セッションであった。エージェントサロンの性格上、1人だけでエージェントを入場させても有効性はないので、動

(注6):だれも入場していない状態から、何人かのユーザが入退場し、再びだれもいなくなってサロンの入口が表示される状態に戻るまでを、本論文では1セッションと呼ぶこととする。

表3 セッション当りのユーザ数の分布
Table 3 Number of users per session.

ユーザ数	1	2	3	4	5
セッション数	40	14	8	4	3

作確認程度に試してみた、というセッションが多かったことがわかる。その一方で、3人以上が同時にエージェントを入場させているセッションも少なからずあったことが確認できた。実際、会期中エージェントサロンの前にたびたび集まっている「常連」が現れたり、エージェントサロンの前に数十分間立ち止まり画面を触わりながら議論に熱中しているグループを見ることができた。

エージェントサロンの大きな目的の一つは、人が集まる場所での出会いの促進である。そのことと関連して会期中に観察されたこととして、エージェントサロンの前で出会った人たちが立ち去る前に PalmGuide で名刺交換をする、というのを何度か見ることができた。ビデオ等の記録データがあるわけではないし、ユーザの追跡調査なども行っていないので、エージェントサロン利用と出会い（名刺交換）の効果について厳密に分析をすることは現状では困難であるが、PalmGuide のユーザ履歴とエージェントサロンの利用履歴を利用して以下のような分析をしてみた。

会期中は、PalmGuide の貸し出しとエージェントサロンの設置以外に、基本的に1人で利用するための情報キオスク端末4台を会場に設置した。PalmGuide ユーザは、情報キオスクにも赤外線で接続してエージェントを乗り移らせることが可能であるが、同時に利用できるのは1人だけであり、複数ユーザが同時にエージェントを乗り移らせることで出会いや会話の支援を意図するエージェントサロンとは設計目的が異なる。ここでは、PalmGuide の赤外線接続を利用した機能である、エージェントサロンへの接続、情報キオスクへの接続、他のユーザとの名刺交換の三つの利用状況を分析してみる。65人のPalmGuide ユーザのうち、上記の三つの機能について、少なくとも1回は利用したユーザ58人について、利用状況を調べた結果が表4である。エージェントサロンは、利用するユーザと利用しないユーザで利用頻度の分散が大きく、逆に、名刺交換については分散が比較的小さいことがわかる。

上記の三つの機能について、それぞれの利用頻度データを用いて相関分析を行った。その結果、エー

表4 PalmGuide ユーザのシステム利用状況
Table 4 Utilization of AgentSalon by PalmGuide users.

	合計	最大	平均	分散
エージェントサロン接続数	123	15	2.12	9.02
情報キオスク接続数	132	14	2.28	5.99
名刺交換数	35	5	1.22	1.93

ジェントサロン接続と情報キオスク接続の間の相関は0.5156、エージェントサロン接続と名刺交換数の間の相関は0.5650と、ともに相関ありと判断できる値となった。それに対し、情報キオスク接続と名刺交換数の間の相関は0.2651であり、相関なしと判断される。つまり、複数ユーザで利用することを意図したエージェントサロンの利用は、1人用の情報キオスクの利用に比べて、有意に名刺交換の利用頻度と相関があることがわかる。しかし、これだけでは、ユーザの利用傾向がわかっただけであり、エージェントサロン利用が名刺交換（出会い）を促したとはいえない。

そこで、名刺交換のタイミングとエージェントサロン利用履歴のタイムチャートを見比べてみた。エージェントサロンへPalmGuideを接続したユーザとその時刻は記録されているので、PalmGuide接続の時刻の前後数分間（エージェントサロンを利用したと思われる前後）に名刺交換がなされたかどうかを調べてみた。その結果、PalmGuide接続20分間で調べてみたところ、そのときのPalmGuide接続ユーザ（すなわちエージェントサロンユーザ）による名刺交換の総数は10回であった。時間を20分間から5分間に短縮してみると、名刺交換の総数は8回であった。そのうちの4回の名刺交換については、名刺交換をした2人共がほぼ同時にエージェントサロンにPalmGuideを接続していたので、彼らと一緒にエージェントサロンを利用していたと推定される。表4にあるように、名刺交換機能の利用総数は35回であるから、そのうちの8~10回がエージェントサロンの周辺で行われ、更にそのうちの4回は名刺交換をした双方がエージェントサロンを利用したすぐ前後に名刺交換を行っているという事実は、エージェントサロンが少なからず会議場での出会いを促進・演出するのに役立ったということの現れであると考えられる。

ここでのデータ分析や議論は、エージェントサロンの存在が会議に与える影響をマクロに分析したものであり、エージェントサロン利用時に個別の出会いや会話にどのような影響を与えるかは本論文では評価でき

なかった。各セッションの時間的長さ、セッション中のエージェントの動作、ユーザの反応などを記録にとり、プロトコル分析などを行うことでエージェントサロンがユーザの出会いや情報共有にどのような影響を与えるか、といった分析は、今後の課題である。

6. むすび

対面するユーザ間の知識共有や議論を促進することを目的とするシステム、エージェントサロンを提案した。

今後の課題として、ユーザ参加を含めた柔軟な対話制御手法の検討とインタラクションのモダリティ拡張（音声入出力の導入等）、エージェント間の会話の演出（ノリやリズム）手法を検討する予定である。また、対話生成のルールのメンテナンスや再利用を容易にするための方法を定式化することも重要な課題である。

ユーザ間の創造的議論を促進することが本来の目的であることを考えると、実際にエージェントサロンの前でなされている議論の内容やユーザの反応をモニタリングし、その後のエージェント間の会話やサービスにフィードバックすることが望ましい。エージェントサロンのようなカジュアルな利用形態を考えると、音声認識や画像認識によるユーザ行動のモニタリングが考えられる。今後の大きな技術課題である。

現在のエージェントサロンは、今目の前にいるユーザ同士の対面/同期的な対話を主な対象としている。今後は、サーバに蓄えられたコミュニティ情報を活用し、他のユーザの分身としてのエージェントを呼び出して対話に参加させ、非同期的な知識共有も対象としていきたい。

エージェントサロンは、極端な言い方をすると、ユーザに従順であるべきエージェントが個人情報暴露（disclose）することによってユーザ間の対話に刺激を与えるものであり、今まで我々が経験したことのないコミュニケーション形態を実現する可能性がある。したがって、どのような状況でどのような戦略を用いた会話がユーザに受け入れられるのか、といった、社会システムとしての評価を行っていく必要がある。

謝辞 研究の機会を与えて頂いた ATR 知能映像通信研究所の酒井保良会長、中津良平社長、システム実装に協力頂いている山本哲史、宅見正両氏、エージェントのキャラクターデザインとアニメーション作成を担当頂いている中尾恵子氏に感謝する。

文 献

- [1] 角 康之, 江谷為之, シドニー・フェルス, ニコラ・シモネ, 小林 薫, 間瀬健二, “C-MAP: context-aware な展示ガイドシステムの試作,” 情処学論, vol.39, no.10, pp.2866–2878, 1998.
- [2] 角 康之, 間瀬健二, “実世界コンテキストに埋め込まれたコミュニティウェア,” 情処学論, vol.41, no.10, pp.2679–2688, 2000.
- [3] G. Ball, D. Ling, D. Kurlander, J. Miller, D. Pugh, T. Skelly, A. Stankosky, D. Thiel, M. Van Dantzich, and T. Wax, “Lifelike computer characters: The Persona project at Microsoft,” in *Software Agents*, ed. J.M. Bradshaw, chapter 10, pp.191–222, The AAAI Press, 1997.
- [4] O. Hasegawa, K. Itou, T. Kurita, S. Hayamizu, K. Tanaka, K. Yamamoto, and N. Otsu, “Active agent oriented multimodal interface system,” *Proc. IJCAI-95*, pp.82–87, 1995.
- [5] T. Noma and N.I. Badler, “A virtual human presenter,” *IJCAI-97 Workshop on Animated Interface Agents: Making Them Intelligent*, pp.45–51, 1997.
- [6] E. André, T. Rist, and J. Müller, “WebPersona: A life-like presentation agent for the World-Wide Web,” *IJCAI-97 Workshop on Animated Interface Agents: Making Them Intelligent*, pp.53–60, 1997.
- [7] J. Cassell and H. Vilhjálmsdóttir, “Fully embodied conversational avatars: Making communicative behaviors autonomous,” *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol.2, no.1, pp.45–64, 1999.
- [8] D. Kurlander, T. Skelly, and D. Salesin, “Comic chat,” *Proc. SIGGRAPH'96*, pp.225–236, ACM, 1996.
- [9] K. Nagao and A. Takuchi, “Social interaction: Multimodal conversation with social agents,” *AAAI-94*, pp.22–28, 1994.
- [10] 中西英之, K. Isbister, 石田 亨, C. Nass, “仮想空間でのコミュニケーションを補助するヘルパーエージェントの設計,” *インタラクション 2000*, pp.107–114, 情報処理学会, 2000.
- [11] 西本 志, 間瀬健二, 中津良平, “グループによる発散的思考における自律的情報提供エージェントの影響,” *人工知能誌*, vol.14, no.1, pp.58–70, 1999.
- [12] R. Borovoy, F. Martin, S. Venuri, M. Resnick, B. Silverman, and C. Hancock, “Meme tags and community mirrors: Moving from conferences to collaboration,” *Proc. CSCW'98*, pp.159–168, ACM, 1998.
- [13] K. Nagao and Y. Katsuno, “Agent augmented community: Human-to-human and human-to-environment interactions enhanced by situation-aware personalized mobile agents,” in *Community Computing and Support Systems*, ed. T. Ishida, vol.1519 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp.342–358, Springer, 1998.
- [14] M. Okamoto, H. Nakanishi, T. Nishimura, and T. Ishida, “Silhouettell: Awareness support for real-

world encounter," in *Community Computing and Support Systems*, ed. T. Ishida, vol.1519 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp.316-329, Springer, 1998.

- [15] H. Lieberman, N.W.V. Dyke, and A.S. Vivacqua, "Let's browse: A collaborative browsing agent," *Knowledge-Based Systems*, vol.12, no.8, pp.427-431, 1998.
- [16] 西山豊明, "分身エージェントに基づくコミュニティコミュニケーション支援," *bit*, vol.31, no.7, pp.103-108, 1999.
- [17] H. Kubota, T. Nishida, and T. Koda, "Exchanging tacit community knowledge by talking-virtualized-egos," *Proc. Agents 2000*, pp.285-292, ACM, 2000.
- [18] 角 康之, 西本一志, 間瀬健二, "協同発想と情報共有を促進する対話支援環境における情報の個人化," *信学論(D-I)*, vol.180-D-I, no.7, pp.542-550, July 1997.
- [19] B. Laurel, *Computers as theatre*, Addison-Wesley, 1991. (遠山峻征訳: 劇場としてのコンピュータ, トップラン, 1992)
- [20] 中津良平, 土佐尚子, 越知 武, "インタラクティブ映画第2次システムの構成," *インタラクション'98*, pp.93-100, 情報処理学会, 1998.
- [21] C.S. Pinhanez, K. Mase, and A.F. Bobick, "Interval scripts: A design paradigm for story-based interactive systems," *Proc. CHI'97*, pp.287-294, ACM, 1997.
- [22] 小方 孝, 堀 浩一, 大須賀節雄, "物語のための技法と戦略に基づく物語の概念構造生成の基本的フレームワーク," *人工知能誌*, vol.11, no.1, pp.148-159, 1996.
- [23] Microsoft Corporation, *Microsoft Agent プログラミング技法*, 日経BP ソフトプレス, 1998.
- [24] 角 康之, "JSAI2000 デジタルアシスタントプロジェクトの報告," *人工知能誌*, vol.15, no.6, pp.1012-1026, 2000.
- [25] 大坊郁夫, 安藤清志, 池田謙一 (編), *社会心理学パースペクティブ2 — 人と人とを結ぶとき*, 誠信書房, 1990.
(平成 12 年 9 月 12 日受付, 13 年 1 月 26 日再受付)



間瀬 健二 (正員)

1979 名大・工・電気卒。1981 同大学院工学研究科修士(情報)課程了。同年日本電信電話公社(現在 NTT)入社。以来、コンピュータグラフィックス及び画像処理、そのヒューマンインタフェースへの応用の研究に従事。1988~1989 米国 MIT メディア研究所客員研究員。1995 より(株)ATR 知能映像通信研究所第二研究室室長。1996 より大阪大学大学院非常勤講師。2000 より金沢工業大学客員教授及び名古屋市立大学大学院非常勤講師。コミュニケーション支援のためのインタフェースエージェントの研究を推進している。人工知能学会 1999 年度論文賞受賞、IEEE、ACM、情報処理学会、VR 学会各会員、博士(工学)。



角 康之 (正員)

1990 早大・理工・電子通信卒。1995 東大大学院(情報工学)了。同年より、(株)ATR 知能映像通信研究所研究員。博士(工学)。研究の興味は知識処理システム、発想支援システム、及びその人間協調系への応用。