

コミュニティの共有知の基盤としての存在・状態伝達システムの提案

大黒 毅, 吉田 仙, 桑原 和宏

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

619-0237 京都府相楽郡精華町光台 2-4

Fax: 0774-93-5245

Phone: 0774-93-5232

{ohguro,yoshida,kuwabara}@cslab.kecl.ntt.co.jp

概要

近年, 明示的に記述されない知識, 経験, 記憶といったものへの関心が高まっている. これらを指すのにしばしば“暗黙知”という概念が用いられ, それは組織やコミュニティにおいて重要な役割を果していると言われてる. しかしながら従来のネットワーク上のコミュニケーションツールは, 主として明示的に表明された知識(形式知)のみを扱うに留まっており, 暗黙的な知識を伝え, 共有するための支援はまだまだ充分であるとは言えない. 本稿では, ネットワーク上で, 人々の存在および状態に関する情報を伝達する(そして共有する)ためのシステムを提案する. このような情報は, ネットワークコミュニティ内で共有されるべき暗黙的な知識・記憶の基盤となると考えられる.

和文キーワード:

ネットワークコミュニティ, コミュニケーション, マルチエージェントシステム, ソーシャルウェア, 知識共有, 暗黙知, 存在情報

Exchanging people's presence and status information

—A proposal for a system toward the basis for community knowledge—

Takeshi Ohguro, Sen Yoshida and Kazuhiro Kuwabara

NTT Communication Science Laboratories,

2-4 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-0237 JAPAN

Facsimile: +81-774-93-5245

Phone: +81-774-93-5232

{ohguro,yoshida,kuwabara}@cslab.kecl.ntt.co.jp

Abstract

Recently, implicit, unspoken knowledge, experience and memory – sometimes captured as “tacit knowledge” – is considered important and getting growing attention. Unfortunately, current network communication tools are mostly limited to treat explicit form of knowledge only, thus supports for conveying and sharing tacit knowledge are still weak. In this paper we propose a system for convey (and share) the presence and status information of people. Such information is considered as the basis for tacit knowledge which needs to be shared in the community.

Key Words:

network community, communication, multi-agent system, socialware, knowledge sharing, tacit knowledge, presence information

1 はじめに —語られない知識の重要性—

インターネットに代表されるような情報技術の進展に伴ない、我々の日常生活においてもネットワークコミュニケーションの重要性は増してきている。電子メールやウェブの利用が既に一般的になってきていることは言うまでもなく、携帯電話やPHSといった移動体通信デバイスにおいても、インターネットと乗り入れ可能な、付加的なコミュニケーションサービスが提供され、広く使われている。PHSにおける「きやらトーク」や、携帯電話でのi-modeなどはその一例である。

これらの道具は非常に便利であるが、完全に満足できるというわけではない。たとえば情報過多（そしてその裏返しとしての情報遮断）などの問題が発生し、テクノストレスとして顕在化する、といったような現象がみられており、その他にもネットワークコミュニケーションならではの問題はいくつか知られている。これらの問題の大きな原因のひとつとして挙げられていることは、現状のネットワークコミュニケーションツールは主として、書かれた言葉や話された言葉—すなわち明示的に表明された知識—のみを対象にしている、ということである。この典型例と考えられるのが“flame wars”（非難合戦）である。これはネットワークニュースやメイリングリスト、(Web) 掲示板といった世界では、残念ながら良くみられる現象である [1]。flame war が発生する主な原因は、対話における、コンテキスト（個々の参加者の対象に対する背景知識の深さや、議論に対する態度など）、倫理（ethics、ネットワークコミュニケーションに関する共通認識やマナー）、文脈や言葉の背後にある書き手のムード、等々といったものの欠落にあると言われている。こういった、コンテキストやマナーに関する情報は、一般に明示的な形を取ることは少なく、むしろ暗黙のうちに共有されてきている¹。

近年、このような暗黙的で語られない知識・経験・記憶といったものが、重要なものとして着目を集めつつあり、ナレッジ・マネジメントや組織学習といった分野では特にその傾向がみられる [2]。こういった概念を説明する際に、形式知（explicit knowledge、

¹FAQ などにより啓蒙活動が行なわれる場合も多くみられるが、これは、そのままでは暗黙のうちに留まっている知識を、形式化し記述して積極的に共有するための活動と捉えることができる。

言語化され表出された知識）と対比して、暗黙知（tacit knowledge、非明示的なかたちで認識されている知識）という用語がしばしば使われる [3]。暗黙知の重要性とその形式知との相互作用は、野中により「知識スパイラル」というかたちで議論されており、源泉知と変換知の種類に対応して四つの知識変換プロセスがあることが指摘されている [4]。我々が着目するのはそのなかの社会化プロセス（socialization process）、すなわち暗黙知から暗黙知への変換であり、ある人の暗黙知を他の人に伝えその人の暗黙知とするプロセスのことである。

2章ではこのプロセスに関する検討をさらにすすめて、本稿で提案するシステムのご概念の概略を論ずる。3章では提案システムの機能、動作とアーキテクチャに関して述べ、4章でまとめと今後の検討課題を述べる。

2 存在・状態伝達システムの提案

2.1 暗黙的な知識に関連した研究の方向性

関連した研究に関しては、知的生産性というキーワードを介してではあるが、國藤による特集 [5] が良い参考になる。これら以外にも、ネットワークを介して社会化プロセスを支援することに関連していると捉えることができる研究がいくつか存在する²。

ひとつは、マルチメディア・アプリケーションに関する研究開発の流れである。マルチモーダルなインターフェイスを用いることにより、これらアプリケーションでは非言語的な情報（これは暗黙的な知識を含んでいると考えられる）を伝えることができる。こういったアプリケーションは非常に強力なコミュニケーション手段を提供するが、しかしそれだけで究極的な回答を提供できるというわけではない。たとえば、テレビ会議の参加者がしばしば口にする不満は、「かえって地点ごとに分断されて、互いの間に壁があるような気がした」というものである。これはマルチメディア化、言い換えればバンド幅の広帯域化のみでは本質的には解消されない問題ではないかと思われる。Socia [6] や FreeWalk [7] は、単なるマルチメディア化にとどまらない研究の例であり、これらの研究では単に情報チャンネルを

²これは筆者らによる捉えかたであり、それぞれの研究自体がそういった方向性に根ざしているかどうかはまた別である。

マルチモーダルにするだけでなく、コミュニケーションにおけるアウェアネス（“気付き”の要素）をも支援しようという試みがなされている。

これとは別に、個人の記憶を外化し、それらを共有しようといった方向性の研究もある。知識コミュニティプロジェクト [8, 9] では、メディアとしての知識 (*Knowledge as Media*) という概念が導入されており、知識は個々の人間のなかに閉じた形で内在するのではなく、人々のインタラクションのなかに発現するものであるという捉え方がなされている。この枠組に沿ったかたちで、*CoMeMo-Community* に代表されるようないくつかのシステムが研究されている [10, 11]。これらのシステムでは、個人の連想記憶が外化され、共有され、互いに相互作用する。外化された連想記憶はかたちの上では形式知であるが、それらを相互作用させ理解する上では互いの間でのコンテキストや癖などの共通理解が不可欠であるという点において、むしろ暗黙知の概念と関連が深いものではないかと考えられる。

さらに別の方向性の研究は、(人間の) 物理・生理的なデータを抽出し、コミュニケーションに利用しようというものである。MIT の研究グループでは *Affective computing* という枠組での研究を進めており³、そこでは人間の生体的・生理的データから感情や気分のしるしを抽出し、コミュニケーションやコンピューティングに利用しようとの試みがなされている。また石井らの *tangible bits* プロジェクト⁴ においては、伝えられるべき情報の中核として物理的データが用いられている [12]。特に *inTouch* [13] においては、触覚による新しい個人間コミュニケーションのかたちが提案されている。そこで伝えられるものはアブストラクトな触覚、動きでしかないのだが、当事者間においてはその動きに（暗黙のうちに）意味が付与されてしまうことを利用して、遠隔地の相手とのコミュニケーションの実現が図られている。

2.2 共有知の基盤としての存在・状態に関する情報

本稿での我々の提案もまたこれらの研究と似たような方向性を持っており、ネットワークを介して暗

黙的な知識を伝える（そして共有する）ためのオルタナティブなコミュニケーション手段の実現を探ろうとするものである。伝えられるべき情報内容として、我々は人々の存在および状態に関する情報を選択した。これはすなわち、「ここに、いるよ (“I'm here”）」「おげんきですか (“Are you there?”）」といった軽い安否のやりとり、あるいは「きこえていますか (“Who's caring me?”）」「みているよ (“I care you”）」といった互いに“繋がっている”様子を確認する、というような用途を意図している。

こういった存在と状態に関する情報は、特にネットワーク環境においては以下のような理由で入手が困難である。

- ネットワーク環境では、一般的に、人々は同一の時間・空間を共有しない。

物理世界の地域コミュニティなどでは、人々は同一の時間・空間を共有しており、知り合いと道ですれ違ったり、近所で何が起きているのかがなんととはなしに伝わってくる、といったような機会がしばしばある。このような情報は、特に注意していなくても入って来るため、ある意味、暗黙のうちに共有されると考えても良いであろう。しかしながらネットワーク環境においては、こういった機会は失なわれがちである。

- 人々が、自分の存在と状態の情報それ自体を明示的に表明することは、殆んどない。

一般的に、人々は、何か伝えるべきことがないかぎり、他人にわざわざコンタクトしようとはなかなかしないものである。「便りのないのは良いたより」とはこういった状況をふまえての言葉であろうが、ここで「便りがない」ということは情報の非存在を意味するのではなく、「良い」ということを意味する何らかの情報（この場合は「便りが来ない」という情報）が存在しているのである。我々は時に、こういった情報それ自体を求めることがある⁵。

このように、ネットワーク上では人々の存在・状態に関する情報は入手が困難であり、これを伝達することに対する需要は存在していると考えられる。

更に、存在・状態に関する情報は、ネットワーク

³<http://www.media.mit.edu/affect/>

⁴<http://tangible.www.media.mit.edu/groups/tangible/>

⁵特に話があるわけではないのだけれども、○○にかこつけて会いに行ったり話をしたり、といった行動もまた、その一例であろう。

コミュニティ内で共有されるべき暗黙的な知識のまさに基盤であると考えられる。何故ならば、存在・状態に関する情報が提供されてはじめて、コミュニティの成立要件として重要な要素である、成員間の“我々意識 (we-feeling)” [14] が維持され得ると考えられるからである。また、これによりコミュニティメンバー間のアウェアネスもまた維持されるものと期待できる。このように、「誰が、どんな状態で参加しているのか」という情報は、それ自体がネットワークコミュニティにとっては重要な情報であり、かつまたコミュニティでの知識共有のための前提となるものである。

以上に述べてきたような動機にもとづき、本稿では人々の存在および状態に関する情報を伝達するシステム「ひとのあかり (Gleams of People)」を提案する。これはマルチエージェントシステムとして設計されており、簡便かつ手軽なインターフェイスにより、非常にシンプルかつ直感的なメッセージの伝達を提供するものである。

3 存在・状態伝達システム 「ひとのあかり」

3.1 機能とシステムアーキテクチャ

「ひとのあかり」が提供する機能は、“Who's online” サービスのそれに似ている。“Who's online” はネットワーク上のオンラインコミュニティサービスや ICQ⁶ などに代表されるアプリケーションにおいて提供されている機能であり、現在の利用者達の状態 (オンライン/オフライン、多忙/離席中/暇、対話できます/話しかけないで、など) がわかるようになってきている。こういった情報は、典型的には対話やチャットなどを開始するか否かを判断する為に用いられる。すなわち、これら状態情報提示機能は、その利用後、他の手段によって利用者間でコミュニケーションが開始されることを前提としているものである。

一方で、我々の存在・状態伝達システムは、その使用にひき続き利用者間で (他のチャンネルで) コミュニケーションが開始されることを前提としない。我々が提案するシステムは “Who's online” サービ

スとは概念的には全く異なったものであり、存在・状態に関する情報それ自体を、非常にシンプルかつ直感的なメッセージのかたちで提供し、それだけで完結することを目的としている。

類似的な、個人情報を提供するサービスとしては、ネットワーク上には whois⁷ や Bigfoot⁸ といったようなものが存在する。またポータルサイトのなかには “Person finder” といったものを提供しているものもある。しかしながら、これらのサービスは一般に静的であり、個々の人の (最近の) 状態といった情報までは提供しておらず、かつまたしばしば情報が古すぎる。

「ひとのあかり」の機能を直感的に説明すれば、人々 (より正確には各人が持つパーソナルエージェント) が対象であるような /sbin/ping⁹ と言える。通常の ping とは異なり、「ひとのあかり」で交わされる “ping” メッセージは二種類の追加情報を運ぶ (以下、本システムで交わされるメッセージのことを特に断わりなく ping と呼ぶ)。ひとつは “色” 情報であり、これは送信者の現在の “モード” を表す。もうひとつは “レベル” 情報であり、これは ping がシステム (エージェント) によって自動的に送られたものか、または送信者によって明示的に指示されたものなのかを表す。

本システムによって交換される存在・状態情報は、伝えられ、共有されることが意図されているものであるが、一方でこのような情報を送り、また受けようという個々の利用者の動機は非常に個人的なものであると考えられる。それゆえ、このようなシステムは従来用いられてきているクライアント-サーバー・アーキテクチャには馴染みにくい。従って、我々はシステムの設計にあたりマルチエージェント・アーキテクチャを採用した。本システムは、ソーシャルウェア [15, 16] のためのマルチエージェント・プラットフォーム Shine [17] 上に実装される予定であり、現在 Shine と並行して開発が進められている。

本システム全体は、個々の利用者に対応するパーソナルエージェント達と、リピーターエージェント

⁷RFC 954. 拡張版の whois++ は RFC 1835, 1913 および 1914 において定義されているが、あまり一般的ではない。

⁸<http://www.bigfoot.com/>

⁹RFC 792 で定義されている ICMP エコー要求 (およびエコー応答) を実装したネットワークユーティリティ。

⁶<http://www.icq.com/>

からなる¹⁰。個々のパーソナルエージェントは、利用者の“知人セット”のデータを管理し、利用者にかわり存在・状態情報の送受を適切に行ない、これら情報を直感的なかたちで利用者に表示する。

リピーターエージェントはいわば、共有の“バッファード・リピータ”の機能を持つ。これは、パーソナルエージェントが ping を送ろうとした際、宛先のエージェントが不在であったりオフラインであった場合に、送られるべき ping を一時的に溜めておき、後の時点で再配送を行なわせる為に用いられる。リピーターエージェントが必要な理由は、宛先の利用者がオフラインであった場合でも、他の利用者の存在・状態情報や、誰かが ping をかけてきたという情報は（もしあまりに過去のものでなければ）利用者がオンラインに復帰した際には有用であると考えられるからである。更に、通信が常に即時ではない、という事実は、ある種の安心感—すなわち、このシステムは送信・受信者双方にとって負荷になったり邪魔になるようなものではない、という安心感—を利用者に与えるものと期待できる¹¹。

3.2 システムの動作

利用者の視点から見た本システム（のパーソナルエージェント）の動作は以下になる。

1. 利用者がそのパーソナルエージェントを起動し、初期画面（前回のセッション終了時に保存したもの）が現れる。
2. 利用者は自身の“現在の色”（“ムード”）を選択する。更に、表示されるべき知人セットを選択（もしくは編集）することができる。
3. パーソナルエージェントによる初期化。
 - i. レベル 1 ping を、現在の知人セットに属しているメンバそれぞれに送る。
 - ii. リピーターエージェントに、オフラインの間に自分への ping が届いていなかったどうか問い合わせる（届いていた場合は、リピー

- ターエージェントにより配送が行なわれる)。
- iii. これらの応答に従って、画面表示を更新する。
4. 他のエージェントからの ping を受けた場合、
 - i. あらかじめ与えられたルールに基づき、応答するか否か、する場合はどのような応答を行なうかを判断し、これに従って必要であれば応答する（プライバシー保護のための機能の一部である）。
 - ii. ping を送った人が属している知人セット（既知の知人からでない場合は、最もふさわしいと思われる知人セット）を判断し、知人データベースを更新する¹²。
 - iii. ping が現在の知人セットに含まれるメンバからであった場合、画面表示を更新する。
5. 利用者が現在の知人セットに含まれるメンバへの ping を指示した場合、
 - i. 適切な宛先を判断し、宛先に向けてレベル 2 ping を送信する（ひとりの利用者が、ネットワーク上の位置またはアドレスを複数持ち得る状況を想定している。適切さは、過去のパターンの統計情報などから計算される）。
 - ii. 応答に応じて（もし帰って来た場合には）画面表示を更新する。
6. 利用者が現在の知人セットの切り替えや編集を行なった場合、指示に従って知人データベースおよび画面表示を更新する。自身の現在の色を変更した場合も同様。
7. 上記ステップ（4, 5, 6）を繰り返す。
8. 終了時には、現在の知人セットに属しているメンバそれぞれに再度レベル 1 ping を送り、現在の設定を保存する。

図 1 は、「ひとのあかり」のパーソナルエージェントが提供する画面表示である。

表示されている円それぞれが、現在の知人セットに属しているメンバを表す。それぞれの円は、対応する知人からの ping を受けた時、その ping の色でまたたくと同時に、拡がる同心円のアニメーション効果が行なわれる（利用者が送った ping の応答があった時も同様である）。利用者から ping を送

¹⁰ 当面は簡単のため、リピーターエージェントはシステム全体にひとつだけ存在するものとして考えるが、将来的にスケーラビリティを考慮する場合は、クラスターを組んで複数用意するという選択肢も有り得る。

¹¹ 電話や電子メールの即時性は、時に利用者にとって歓迎されない割り込みとなる。このため、送信が受信が共に、利用に対しての躊躇がみられたり、あえて即時的でない利用形態がとられる場合などもある。

¹² 既知の知人ではない場合は、本システムで持つ情報のみからは、最もふさわしいと思われる知人セットを選択することは困難である。しかしながら、Shine [17] を介して他のソーシャルウェア・アプリケーション（[18, 19, 20] など）との連携を行なえば、可能となる。

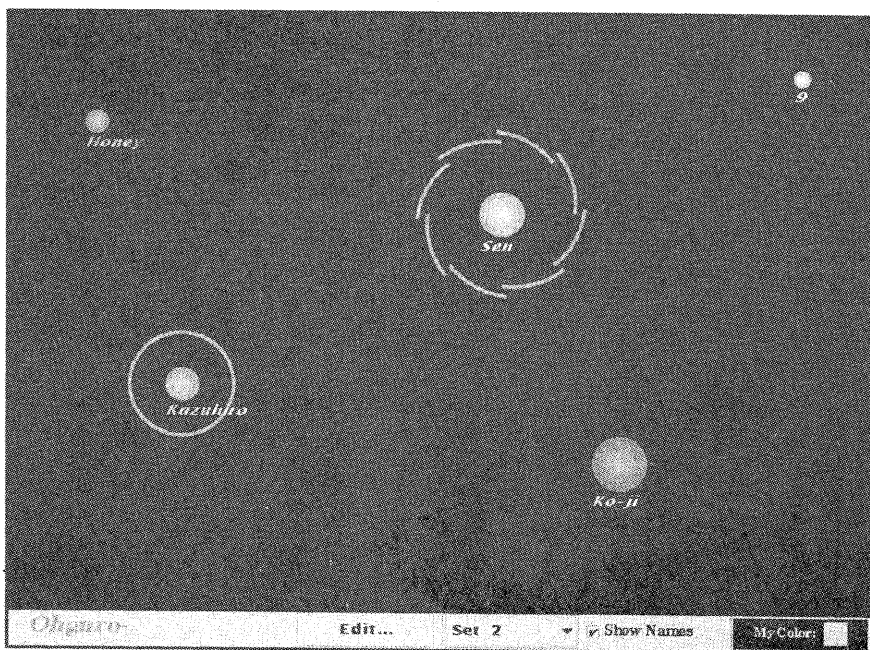


図 1: システムの画面イメージ

る時は、送りたい知人に対応する円を単にダブルクリックすれば良い。この時も、アニメーション効果が使用される。

このアニメーション効果はレベル 2 ping ではレベル 1 より利用者の目を引くようになっており、それにより ping のレベルが識別可能になっている。ping のレベルによる違いは、システム的にはそれがエージェントによって自動的に送られたか、もしくは利用者によって明示的に送られたかの差異でしかない。しかしながらこの効果の違いとあいまって、利用者にとっては別の意味を持ったものとして了解され得るのではないかと期待される。すなわち、レベル 1 は「ここに、いるよ (“I’m here”)」「おげんきですか (“Are you there?”)」「といった軽い安否のやりとりとして、レベル 2 は「きこえていますか (“Who’s caring me?”)」「「みているよ (“I care you”)」といった、相手と「繋がっている」様子を確認するためのより積極的なメッセージとして、それぞれ解釈が可能となるのではないと思われる。

また更に、知人に対応する円はそれぞれ固有の時間間隔でもまたたく。この間隔は、過去に交換され

た ping の頻度、方向、時刻などの統計情報から計算され、「繋がっている」雰囲気を利用者に直感的に与えることが意図されている。

4 おわりに —今後の課題—

本稿では、人々の存在・状態伝達システム「ひとのあかり」の、概念と基本設計に関する提案を行なった。人々の存在および状態に関する情報は、ネットワークコミュニティ内で伝えられ共有されるべき暗黙的な知識・記憶の基盤となると考えられる。このような方向性を持ったシステムは、今後のネットワーク社会でのコミュニケーションにおいて重要な役割を果たすものと考えられる。

本システムは、ネットワークを介して暗黙的な知識を伝えようとする試みの最初のステップと位置付けられる。しかしながら本システムによる支援は個人レベルに留まっており、ネットワークコミュニティにおける共有知の支援という観点からはいまだ不足である。コミュニティレベルでの支援という観点から、今後検討すべき課題は以下が挙げられる。

- コミュニティのメンバの存在・状態情報を集め、提供すること。

この為には“コミュニティエージェント”の導入が必要となる。これは、機能的にはパーソナルエージェントとほぼ同様であるが、個人に属するのではなくコミュニティに属する点異なる。その際に考慮すべき問題点としては、コミュニティの範囲の定義、コミュニティエージェントの制御と管理、そしてプライバシーの問題などが挙げられる。

- 相互情報の導入。

すなわち、「私は、彼が幸せであることを知った、何故なら彼女が幸せだということを彼が知ったので…」といったような、共有知識を表現し、伝えることである。技術的には、これはIPにおける始点経路制御 (source route) に似た仕組みを取り入れることで実現可能である。すなわち、他のエージェントからの依頼をパーソナルエージェントが (何らかの処理を行なった後) 別のエージェントに転送すれば良い。しかしながら実現においては、この機能の直感的な説明と、それを表現するインターフェイスとを設計することが考慮すべき最大の課題である。また当然プライバシー・コントロールは必要となる。

上記以外にも検討すべき課題は多いが、たとえば以下が挙げられる。

- 暗黙的な知識として、伝えられ共有されるべきもの、それが可能なものとしては、何があるか。
たとえば心拍といったような生体・生理的なデータは、それ自身が直接的に暗黙的な知識を構成するものではないにしても、興味深い候補ではないかと思われる。
- インターフェイスはいかにあるべきか。
実体を持ったエージェントの研究やペトロボットなどにみられるような触覚インターフェイスは、現状のポイント&クリックのインターフェイスを超えるなにかを示唆する可能性がある。
- このようなシステムを評価するための良いストラテジは何か。
実証実験はどのように計画され実行されるべきか。従来のユーザビリティ・テストなどを

こえて、社会心理学的な知見が更に必要になってくるものと思われる。

今後は、こういった課題の検討、および本システムと Shine の実装と改良を更に進めていく予定である。またそのうえで、実地における本システムの検証と実験も行なっていく。

参考文献

- [1] Hambridge, S.: Netiquette guidelines. RFC 1855 (Also FYI 0028), 1995.
- [2] 野中 郁次郎: 知識創造の経営. 日本経済新聞社 (1990)
- [3] Polanyi, M.: The Tacit Dimension. Routledge & Kegan Paul (1966).
- [4] 野中 郁次郎, 竹内 弘高 (梅本 勝博 訳): 知識創造企業. 東洋経済新聞社 (1996)
- [5] 國藤 進 (編): 論文特集「オフィスにおける知的生産性向上ツール」. 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 1 (Jan. 1999), pp. 49-121.
- [6] Yamaki, H., Kajihara, M., Tanaka, G., Nishimura, T., Ishiguro, H., and Ishida, T.: Socia: Non-Committed Meeting Scheduling with Desktop Vision Agents. In *Proceedings of PAAM'96*, The Practical Application Company (1996), pp. 727-742.
- [7] Nakanishi, H., Yoshida, C., Nishimura, T. and Ishida, T.: FreeWalk: Supporting casual meetings in a network. In *Proceedings of CSCW'96*, ACM (1996), pp. 308-314.
- [8] Nishida, T., Takeda, H., Iwazume, H. Maeda, H. and Takaai, M.: The knowledgeable community. In *Proceedings of Knowledge-based Intelligent Electronic Systems (KES'98)*, IEEE (1998), pp. 23-32.
- [9] 武田 英明, 西田 豊明: 知識コミュニティプロジェクト (第6報) —コミュニティ活動の促進— . 第13回人工知能学会全国大会論文集 (1999), pp. 366-369.

- [10] 久保田 秀和, 西田 豊明: エージェント同士の対話表現による個人記憶の外化. 第13回人工知能学会全国大会論文集 (1999), pp. 346-349.
- [11] 鷹城 徹, 武田 英明, 西田 豊明: 文脈情報を利用した連想記憶の提示方法. 第13回人工知能学会全国大会論文集 (1999), pp. 356-359.
- [12] Ishii, H., and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms. In *Proceedings of CHI'97*, ACM (1997), pp. 234-241.
- [13] Brave, S., Ishii, S., and Dahley, A.: Tangible Interfaces for Remote Collaboration and Communication. In *Proceedings of CSCW'98*, ACM (1998), pp. 169-178.
- [14] Ishida, T. (Ed.): *Community Computing —Collaboration over Global Information networks—*. John Wiley & Sons (1998).
- [15] Ishida, T. (Ed.): *Community Computing and Support Systems*. Springer-Verlag (LNCS 1519) (1998).
- [16] Hattori, F., Ohguro, T., Yokoo, M., Matsubara, S., and Yoshida, S.: Socialware: Multi-agent Systems for Supporting Network Communities. *Communications of ACM*, Vol. 42, No. 3 (Mar. 1999), pp. 55-61.
- [17] 吉田 仙, 大黒 毅, 亀井 剛次, 船越 要, 桑原 和宏: サイバーコミュニティのアプリケーションのためのプラットフォーム Shine の提案. 第13回人工知能学会全国大会論文集 (1999), pp. 461-462.
- [18] 亀井 剛次, 吉田 仙, 大黒 毅, 服部 文夫: ネットワークコミュニティの形成支援. ヒューマンインタフェースシンポジウム'99 論文集 (1999) pp. 333-336
- [19] 松原 繁夫, 大黒 毅, 服部 文夫: Community-Board2: ネットワークコミュニティにおける語らい支援. ヒューマンインタフェースシンポジウム'99 論文集 (1999) pp. 113-118
- [20] 船越 要, 大黒 毅: 精度指向のハイブリッド情報フィルタの提案. 電気情報通信学会技術報告 (OFS99-28, AI99-40), Vol. 99, No. 224 (1999), pp. 77-84