

サイバーアシスト構想

Cyber Assist Project

中島秀之、橋田浩一、本村陽一、車谷浩一、山本吉伸

Hideyuki Nakashima, Koiti Hashida, Yoichi Motomura, Koichi Kurumatani, Yoshinov Yamamoto

電子技術総合研究所

Electrotechnical Laboratory

Abstract: We describe a plan of *Cyber assist project* that will be a national research project starting from 2001. The main concepts of the project consists of position and situation dependent communication and intelligent information services. In this paper, we introduce this research project and research topics as the following, position based communication/protocol, super small size PC, intelligent contents, cyber business assist, simulation of disaster prevention and situated user models.

1 はじめに

電子技術総合研究所では「ユビキタス情報社会へむけた産業技術戦略」「人間支援型の産業創出を目指すユーザビリティ技術の技術開発戦略～サイバーアシストの実現に向けて～」(日本電子工業振興協会)の報告を踏まえ、その具体化をはかるために「サイバーアシスト」と名付けた研究プロジェクトを構想中である。これは個人の情報利用を支援し、情報弱者にも優しく、安心して使える、環境と融合したシステムを目標として、

- 位置に基づく通信技術/プロトコルとテストベッドの構築、
- 世界の意味的構造化による状況依存型知的情報サービス

の二つを軸にした研究を行なうものである。本稿では、このサイバーアシスト研究の概要を紹介する。はじめに次章ではプロジェクトにおける研究の概要を、さらに以降の各章で各研究項目の概要について述べる。

2 サイバーアシストプロジェクト

本プロジェクトで現在予定している研究内容は以下の通りである。

- 位置に基づく通信技術/プロトコルとテストベッドの構築

- 通信技術/プロトコル
 - * 屋内位置同定手法 (室内レーザーレーダ)
 - * 位置追跡技術
 - * 位置に基づく通信プロトコル
- 超小型PC
 - * マイボタン
 - * ピングメディア
 - * 超小型計算ユニット

- 世界の意味的構造化による状況依存型知的情報サービス

- インテリジェントコンテンツ
- サイバービジネスアシスト
- 防災・災害救援アシスト
- 状況依存ユーザモデル
- 状況依存インタフェース

2.1 位置に基づく通信技術/プロトコルとテストベッドの構築

現在の通信技術 (DHCP 等も同様) は IP アドレス等の ID を必要としており、ネットワーク内の論理ア

ドレスに向けて通信が伝達される。物理的位置はわからず通信者が置かれた状況の情報を利用するのが難しい。そこで ID に基づく既存の通信技術を補完するための、物理的位置に基づく通信技術を確立する。物理的位置とそれに付随する文脈の利用や多レベルにおけるプライバシー保護によって可能となるさまざまな応用のためのプラットフォームとなる携帯デバイスを開発し、その上に具体的な応用システムを構築する。またユビキタス計算環境やウェアラブル情報サービスに関する研究成果をそのまま使用できるプラットフォームとしての超小型コンピュータとそのためインフラを開発する。大容量の通信をせずに現在の状況を伝達し合う(状態通信)ための通信メディア(ピングメディア)の基本技術を開発し、これに基づくさまざまな応用を展開する。以上が位置に基づく通信技術/プロトコルとテストベッドの構築を通じて情報インフラに寄与するものであり、さらにその上での状況依存型知的情報サービスのための研究も行なう。

2.2 世界の意味的構造化による状況依存型知的情報サービス

電子データにその意味構造を明示するメタデータを付加することにより、高品質の知的情報処理が可能なインテリジェントコンテンツとする。この意味的構造化を普及させ、社会全体にわたってコミュニケーションの効率を飛躍的に向上させる。たとえば、地図や映画のプログラムや避難経路等の意味情報を電子データとして物理世界から抽出し、物理的座標を介して世界と対応づけておけば、世界の意味をある程度自動的に処理することができるので、人間の知的能力を代替・拡張し支援するための基盤となる。また、社会のすみずみまで張り巡らされる情報ネットワークは経済システムの構造を急速に変えつつあり、個人・企業が経済システムに関する有用な情報を必要とする場面が増大している。ここでは、ネットワーク上での知的情報検索分析技術、ならびにマルチエージェントシミュレーションを用いて、個人・企業の経済・経営上の意志決定を支援するためのソフトウェアに関する研究開発を行う。

災害を未然に防いだり、災害が発生した場合の有効な戦略策定のためには、正確な情報の収集、ならびに状況の認識が不可欠である。本研究テーマでは、マイボタンの持つ情報センシング能力・インフラとの通信機能を用いることにより、災害が発生するまでの平常時ならびに災害発生後の非常時の双方における情報

収集、情報伝達、救援戦略の策定・検証に関わる研究開発を行う。

また多機能の知的携帯情報端末による個人支援に適用するため、様々な状況においてもっともふさわしい状況依存インタフェースと動的に変化する各状況におけるユーザの意図を推定するためのユーザモデル構築手法の研究を行なう。

3 位置と状況に基づく通信技術

現在の通信技術(DHCP等も同様)はIPアドレス等のIDを必要しており、逆に通信者がおかれた状況の情報を利用するのが難しい。

そこで次のような要素技術を開発する。

- 屋内位置同定手法…後述の室内レーザレーダ等。目標誤差10cm。屋外はGPS等を併用。
- 位置追跡技術
- 位置に基づく通信プロトコル
- カオスダイナミクスを用いた暗号通信技術

これらにより、物理的位置とそれに付随する文脈の利用や多レベルにおけるプライバシー保護を可能とする通信技術を確立する。

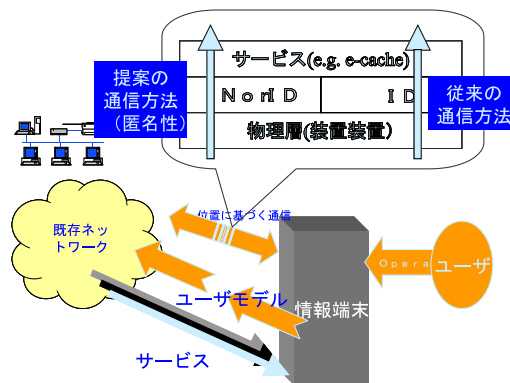


図 1: 位置に基づく通信/プロトコル

次に、この技術に基づくさまざまな応用技術の研究するためのプラットフォームとして、音声入出力や画像理解のインタフェースを備えた超小型携帯デバイスを作成する。このプラットフォーム上での代表的なアプリケーションとして「マイボタン」を開発する。これは、街中に設置された通信インフラ(通信アンテナ、位置タグ、自動販売機、駅の改札など)と位置に基づく通信を行なうことにより、人間を支援する技術

である。位置に基づく通信においてはユーザの物理的文脈に関する情報が利用できるので、情報弱者への支援を念頭に置き、GUI、音声対話、画像理解等を併用した、人間中心の知的インタフェースの実現を目指す。位置に基づく通信の匿名性の高さゆえに電子マネー取引や電子投票への応用も展開する。

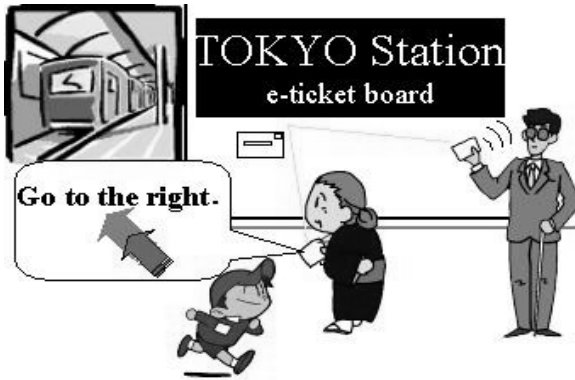


図 2: マイボタン (イメージ図)

効率的な通信管理システムを研究開発し、試用による評価を試みる。さらに、利用者の状態を自動的に推測する技術の開発にも着手する。例えば在宅介護ヘルパーが職責を果たしているかを類推したり、どの中継所で荷物が丁寧に扱われなかったのかを推測するなどの技術に応用可能である。

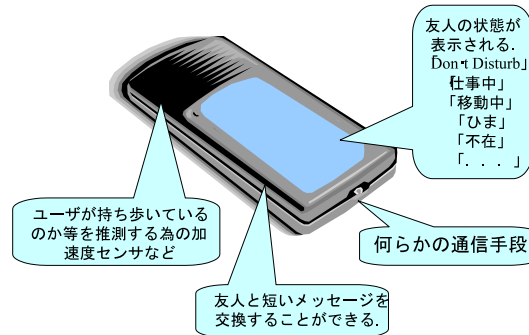


図 3: 待ち受け状態共有装置

4 超小型 PC

ユビキタスコンピュータ環境やウェアラブルコンピュータの研究環境として、数万台規模で実証試験が実施できるように、製造コストの小さな(概ね目標 1000 円以下の)計算ユニットを開発する。拡張性を重視したアーキテクチャを採用し、今後登場する無線通信の規格に対応したり携帯電話に接続するデバイスとして利用したり家電への組み込み用途に利用できるように設計する。本研究では、ハードウェアの設計試作のほか、計算ユニットの利用に必要なソフトウェア開発環境を Windows や Linux などの OS の上に開発し、研究者に無償で提供することを目指す。さらに、この計算ユニットには同報通信を受ける受信機を装備させておき、ユビキタス環境でのネットワーク接続の爆発的増加を防ぐアルゴリズムを検討する。

利用者の現在の状況を他者と共有することを目的とした新しいコミュニケーションメディアを開発する。自分の状態(忙しい、食事中、暇、カラオケに行きたい、など)を設定することで他者のとのコミュニケーションを促進することが期待される技術であるが、一回に送受される情報量が極めて微少でありながら多数の関係者に同報的に送受されるという従来のメディアには見られない特徴がある。これをピングメディアと呼ぶ。本研究ではそのような状態共有通信のための

5 インテリジェントコンテンツ

意味的構造化の標準的方式を設計し、インテリジェントコンテンツのオーサリングを支援する技術やインテリジェントコンテンツに基づくさまざまな知的利用技術を開発し、それらを大量のコンテンツとともに配布することにより、行政・産業・学術を含む社会のさまざまな場面にわたってコンテンツの意味的構造化を普及させる。特に、辞書や学術情報や法律など再利用性の高いコンテンツを構造化することによって社会全体にわたる知識の共有と流通が促進され、さらに広告・営業、出版、エンターテインメント等における新たなサービスを生む。

電子技術総合研究所を中心として行なってきた基礎研究に基づき、本研究では、「今」「ここ」等で表現されるユーザの文脈や位置の情報と一般的なコンテンツとを融合する方法や、音声等を介してインテリジェントコンテンツにアクセスするための洗練された技術を研究する。また、意味的構造化の方式の改良、さらに大量のインテリジェントコンテンツの作成と配布、および ISO や W3C における標準化活動を並行して推進する。

これまで、実際目的に用いられる意味的構造化は、文献や画像の意味的分類、タイトルや章立てに関する構造化など、大雑把なものに限られており、定型

的な書式に限定されない多様なコンテンツの意味構造を共有し再利用する体系的な方法はなかった。自然言語処理や人工知能の基礎研究ではさらに詳細な意味的構造化が用いられているが、これを実際の応用に供する試みは他になされていない。

6 サイバービジネスアシスト

6.1 経済システム仮説生成・検証シミュレーションツール

経済システム（特に市場メカニズム）に関する仮説を生成したり、また、与えられた仮説を検証するためのマルチエージェントシミュレーションツールを開発する。これは複数市場（外為、株、債券）の複数銘柄を想定した一般的なものを目指し、ユーザへの情報提供や教育を行うために用いる。

6.2 経済情報知的検索・分析サーバー

ネットワーク上で収集した情報を経済・経営的観点から分析し、得られた仮説をマルチエージェントシミュレーションによって検証することにより、経済・経営上の意志決定を支援するような情報サーバーを構築する。

例えば、情報ソースとしてネットワーク等で入手できる時事情報を用いて、商品の需要予測や金融商品の投資情報の生成などを目指す。また、物品に付けられた位置タグや安価な PPC で位置追跡を行うことにより、企業における物品・在庫に関わる情報の精度を向上させ、より高精度のサプライチェーンマネジメントを実現し効率向上を図る。

7 防災・災害救援戦略アシスト

災害を未然に防いだり、災害が発生した場合の有効な戦略策定のためには、正確な情報の収集、ならびに状況の認識が不可欠である。

本研究テーマでは、マイボタンの持つ情報センシング能力・インフラとの通信機能を用いることにより、災害が発生するまでの平常時ならびに災害発生後の非常時の双方における情報収集、情報伝達、救援戦略の策定・検証に関わる研究開発を行う。

7.1 マイボタンによる一般人からの情報収集技術

マイボタンの持つ匿名通信機能を用いることにより、平常時から人・移動体の分布・移動に関するデータを収集し、災害発生時において有効な初期救援計画用の情報生成を行う。

7.2 マイボタンによる緊急情報の伝達

災害発生が予期されるような状況において、ユーザの意図に関わらず半強制的に避難勧告等の情報伝達を行ったり、ユーザの所在をインフラ経由で通知する技術を開発する。

7.3 マイボタン上での情報の発信制御

災害時における情報の輻輳を防ぐため、マイボタンがインフラの状況を判断して、発信データの優先順位や送信するタイミングを制御する技術を開発する。

7.4 災害救援戦略策定・検証シミュレーション

効果的な災害救援戦略を策定し、その効果をマルチエージェントシミュレーションで検証する技術を開発する。

8 状況依存ユーザモデル

8.1 ユーザモデル研究

個人を支援する情報システムの多機能化・小型化が進むとともに、多様な状況でユーザの知的活動をより積極的に支援することが求められている。このため、ユーザのおかれている状況やユーザ自身について深く理解し順応する状況依存型のインターフェースのためのユーザモデル研究 [6, 7] を行なう。

従来のシステムではユーザ自身がコマンドとシステムの挙動（システムモデル）を習得し、状況に応じて正しく操作することが要求され、機能が增大するにつれてユーザへの負担が増加するという弊害を生んでいる。本来の人間の知的活動を支援するためには、システムがユーザモデルを持ち、現在の状況とユーザの意図から適切な動作を行うことが必要である。

このような問題意識から従来のユーザモデル研究

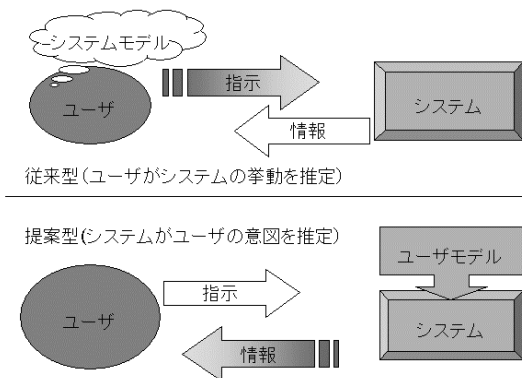


図 4: ユーザモデル

をとらえることができるが、次のような問題があげられる。

- 特定のタスクやシステム中心に記述されているため異なるタスクへ転用することが容易でない。
- 固定的な状況を前提にしていることが多く、多様な状況に対応することが難しい。
- 平均的な一般ユーザーをモデル化した場合、ユーザーの個性が反映されず画一的なものになりがちである。また直前のユーザーへの適応だけでは個人性を有効に反映できない。

したがって、タスクやシステム依存性を廃し、一般化したユーザーモデルを実現するために、十分広い範囲で適用可能な言語や、認知的特性に基づいたモデル化を行うことが望ましい。また推定すべき、ユーザーの置かれている状況、ユーザーの意図などは完全に観測できるものではないため、不確定性をうまく扱い個人の特徴づけをタスクやシステムに依存しない一般的な枠組みでモデル化することが重要である。

8.2 確率統計的アプローチ

特に本研究では、(i) 固有のシステムや固有のタスクに限られる特殊な表現ではなく、広く一般に適用できる表現によるモデル、(ii) ユーザーを有限個のステレオタイプに分類するのではなく、各ユーザーを連続空間上に射影して表現するモデル、(iii) ユーザーの集団や履歴などの統計データに対する統計処理を可能にするこ

とで、集団についての特徴や動的な変化を統計量として求めることのできるモデルであることを重視する。そのため次のように研究を進める。

- 多様な状況とユーザーの挙動を観測するために新しい観点から言語情報からの情報抽出、センサ、インタフェース利用技術を開発し、ユーザーモデル構築のための基本データを整備する。
- 不確定性を含む、深層状態から表層への生成系モデルと、表層から深層状態の認識系モデルのそれぞれについての数理的モデルの開発を行ないながらユーザーモデルを構築する手法を確立する。
- 多機能な知的対話システムにユーザーモデルを適用し、利用技術の有用性を実証する。

8.3 確率的ユーザーモデル

直接観測できず、確定できない状況やユーザーの意図を表すために確率的な表現を用い、さらに確率変数間の依存関係をグラフ構造でモデル化する確率ネットワーク (Bayesian network) を使って状況やユーザーの意図を推定することが考えられる。ユーザーからシステムへの入力として単語列を考えると、ある状況 (S) のもとで個人 (U) が発生する単語 W の分布を得ることができ、さらに単語間で重みをつけるとこれは条件付の主観確率分布 $P(W|S, U)$ になる。これをタスクによらない状況に基づく個人モデルとして利用する。単語の分布は確率的言語モデルとして音声認識などでも最近有効性が知られているが、ここで用いるモデルはさらに状況 S や個人の特性 H との依存関係を構造化したものが必要となり、従来の一様なコーパスからではなく、状況ごとにきめ細かく分類したデータの集積が必要となる。

単語の分布による表現は扱う単語数に比例する膨大な次元の離散確率分布であり、そのままではユーザーモデルとしては取り扱いにくい。そこでパラメータを導入してモデルを表現する。このパラメータを個人 (U) を特徴づける連続変数 (H) と見て、これによって各個人の特性を表す。まず様々な状況のもとで複数の個人からとったデータを大量に収集し、このデータに確率モデルをあてはめることで各個人のパラメータ H を獲得することができる。そのため H をパラメータとする確率モデルとパラメータ H を得る学習アルゴリズムの検討を進める。 H は直接観測できない隠れ変数であるため生成系と認識系の二重構造を持つモデルとブートストラップ的な探索法によって、ユー

ザとの対話的学習を行うことが必要になる。確率モデルのパラメータとして獲得した連続的な H の空間を利用することで、全体的な集合の中で現在のユーザがどこに位置付けられるか、すなわち個人モデルの推定が W の観測から可能になる。

以上の方針により状況依存型ユーザモデルが構築できると、これを場所や状況に基づく情報提供サービスなどのタスクに適用し、ユーザモデル利用技術の検証を行なう。これを積極的に活用し、状況依存インタフェースのプロトタイプを開発する。

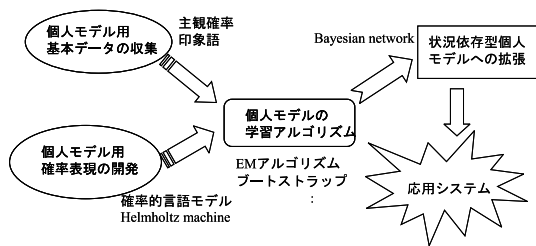


図 5: ユーザモデル研究の進め方

9 まとめ

本稿では 13 年度から開始する国家プロジェクトを目指した研究プロジェクト「サイバーアシスト」についての現在の構想について述べた。これは、

- 位置に基づく通信技術／プロトコルとテストベッドの構築、
- 世界の意味的構造化による状況依存型知的情報サービス

の二つを軸にしたものである。またここでは以下の各研究についても概説した。

- 通信技術／プロトコル
- 超小型 PC
- インテリジェントコンテンツ
- サイバービジネスアシスト
- 防災・災害救援アシスト
- 状況依存ユーザモデル

参考文献

- [1] 中島秀之, 石田亨, 西田豊明, 久野巧, “サイバーシティ計画”, コンピュータソフトウェア Vol. 16, No. 5, pp. 84-90 (1999).
- [2] 中島秀之, 久野巧, 山本吉伸, “位置に基づく情報サービス”, MACC '98 (1998).
- [3] Masao Utiyama and Kôiti Hasida, “Multi-Topic Multi-Document Summarization”, Proceedings of the 18th International Conference on Computational Linguistics to appear (2000).
- [4] Katashi Nagao, Shingo Hosoya, Yoshinari Shirai and Kevin Squire, “Semantic Transcoding: Making the World Wide Web More Understandable and Usable with External Annotations”, Proceedings of COLING'2000 Workshop on Semantic Annotation and Intelligent Contents to appear (2000).
- [5] 橋田浩一, “GDA: 意味的修飾に基づく多用途の知的コンテンツ”, 人工知能学会論文誌, vol.13, No.4, pp.528-535 (1998).
- [6] 平嶋宗, “特集: ユーザモデリングと適応的インタラクション”, 人工知能学会論文誌, vol.14, No.1, pp.2-40 (1999).
- [7] F.De Rosis, et.al.: “Modeling the User Knowledge by Belief Network s”, Journal of User Models and User-Adapted Interaction, vol.2, No.4, pp.367-388 (1992).
- [8] Yoichi Motomura, Kaori Yoshida, Kazunori Fujimoto, “Generative user models for Adaptive Information Retrieval”, Proc. of IEEE international conference on Systems, Man and Cybernetics 2000 to appear (2000).