

「高度メディア社会の生活情報技術」
平成12年度採択研究代表者

橋田 浩一

(産業技術総合研究所 情報技術研究部門 副研究部門長)

「人間中心の知的情報アクセス技術」

1. 研究実施の概要

意味と状況の理解を人間と人工物との間で共有する方法を技術的に具体化することによって人間中心の高度な知的情報アクセス環境を実現する技術を研究する。すなわち、**知的コンテンツ**（意味構造を明示した情報コンテンツ）を作成する作業のコストを抑制し、また知的コンテンツに基づく情報サービスの品質を高めるために、構造化作業者およびコンテンツ利用者である人間に適合した情報処理技術とインタフェースについて研究する。

これまでに、意味構造化の方法の改良、タグ集合の国際標準化、知的コンテンツの作成、意味構造に基づく高精度の情報検索、ショッピングや展示会などの場面における情報支援、マルチメディアコンテンツに関する意味構造化と音声に基づく検索、ユーザモデルの学習・構築法とその理論的基礎、位置に応じた情報提供、および、より良い文章をより楽に作成できるオーサリング支援技術(セマンティックオーサリング)の考案等の成果を上げた。また、知的コンテンツを普及させるための国際標準化活動および企業との連携も進めつつある。

今後は、これらの成果をさらに発展させるため、セマンティックコンピューティングの構想をまとめ、その本格的な展開に向けて準備を進める。セマンティックコンピューティングとは、ソフトウェアを含むさまざまな情報コンテンツの意味内容を人間とコンピュータが共有することによって人間の生活や業務を高度に支援する技術であり、セマンティックWebをコンテンツの詳細な意味構造によって深め、ユビキタスコンピューティングや情報家電に及ぶように拡張したものである。

2. 研究実施内容

意味構造化

セマンティックオーサリングに関しては、グラフィカルユーザインタフェースの改良を行なうとともに、修辞構造に基づいて2～3段落程度の文章を自動生成する方法を考案し実装した。また、セマンティックコンピューティングにおけるセマンティックオーサリングの位置付けを明らかにした。すなわち、セマンティックコンピューティングでは、セマンティックプラットフォーム(SP)と呼ばれるミドルウェアの体系がオペレーティングシステ

ムに代わる基本ソフトウェアとなるが、ウィンドウシステムがオペレーティングシステムの一般的なグラフィカルユーザインタフェースであるように、セマンティックオーサリングはSPの一般的なグラフィカルユーザインタフェースとなる。つまり、セマンティックオーサリングはコンテンツの作成だけでなくさまざまなアプリケーションを起動するための環境を利用者に提供し、また業務システムや電子メールの機能を含む広義のグループウェアのインタフェースにもなる。

国際標準化に関しては、橋田が提案していたLinguistic DSを含むISO/IEC 15938-5 (MPEG-7 MDS) Amd.1 (追補1)が2004年7月に公開され、MPEGにおける活動は正式に完了した。ISO/TC37においては、意味内容表現に関するアドホックグループのコンビーナを引き受け、統語構造と意味構造との写像関係についての標準化活動を進め、そのためのワークショップを2005年1月にオランダのティルブルクで開催した。

意味的検索・要約

意味的情報検索システム自動的なクローリングおよびそれと連動する索引付けの機能を付加し、本格的な実験および実用化の準論を進めた。また、前年度の予備実験に基づいて、被験者を使った実証実験を行ない、検索システムの性能評価を試みたが、実験条件の設定に不備があり、統計的に有意な結果が得られなかった。このため、平成17年度の初期において実験条件を設定し直した再実験を行なうべく準備中である。また、Web上の情報から研究者の間の人間関係を抽出する方法を改良し、前年度に引き続いてこれを2004年度人工知能学会全国大会で運用した。また、任意の2人の研究者に対して両者の間の関係を結ぶ研究者の経路を求める機能などを付け加えることにより、本格的な実証実験が可能なシステムPolyphonetを開発した。

情報支援アーキテクチャ

ユーザが自らの状態や意図を開示し、サーバ側でユーザ群の状態や意図を集約することにより、ユーザへのきめ細やかな支援とシステム全体の効率向上を両立させるような情報提示の方法について研究する。平成16年度においては、昨年度に実装した位置情報を用いてユーザの置かれた状況を推測し、適切な情報支援を実現するシステムを拡張しRFID (無線タグ)からの情報に基づいて動作する拡張を行なった。このシステムは、グラウンディングと認知的資源を用いたマルチエージェントアーキテクチャ CONSORTS (Architecture for Cognitive Resource Management with Physically Grounding Agents) の一つの実装形態として、物体の位置情報を管理する時空間データベースを利用して実現されている。具体的な実装の形態として、平成15年度では無線LANシステムを用いていたが、システムを拡張子RFID (無線タグ)を用いてユーザの概略位置を取得し、それに基づいて情報提示とナビゲーションを実行するシステムを実装して動作を確認した。本システムは愛・地球博2005グローバル・ハウスにおける統合情報支援システムとして実証実験を行なっている。実証実験の狙いはRFIDによる来場者の位置情報取得・蓄積シ

システムを無人かつ無停止で連続的に行ないシステムの有用性・安定性を検証することにある。

マルチモーダルオーサリング支援

映像、音声、文書というメディアをすべて含むマルチメディアコンテンツをいつでもどこでも簡単かつ高速に取得・利用することを目的として、マルチメディア情報検索や要約のためのメタ情報付与(アノテーション)技術に関する研究を行なっている。また、マルチメディアコンテンツの制作を促進し、さらにコンテンツからの知識発見のために、実世界の人間活動を収録すると同時にメタ情報を入力する技術に関する研究を進めた。

たとえば、会議コンテンツの作成のために、名古屋大学長尾研究室のミーティング室に複数のカメラとマイクを設置し、ゼミ風景を収録、同時に参加者の入力する文章や発言間のリンク情報を含む議事録を半自動的に作成し、メディア情報とのリンク付けを行なった。また、アノテーションツールを用いてメディア情報の意味記述を作成・関連付けを行なった。

さらに、ビデオコンテンツや音楽コンテンツに対してオンラインでアノテーションを行う仕組みを開発した。これは、一般のユーザがWebブラウザを用いてコンテンツにさまざまな属性を付与するものであり、大量のアノテーションを収集してコンテンツの高度利用を可能にし、流通を促進することができる。

マルチメディアアノテーションツールや議事録の作成支援ツールなど、コンテンツの再利用性を高める支援ツールをいくつか開発した。また、ビデオコンテンツと音楽コンテンツに対して、Webブラウザを用いて、コメントや印象等のアノテーションを行う仕組みを開発した。

また、World Wide Webから言葉や事柄に関する説明情報を収集し組織化することで、体系化された事典的なコンテンツの自動構築を行なった。その結果、約70万語の見出し語を含む事典コンテンツを多様な手段で利用する検索サイトの構築に成功した。検索サイトの利便性を高めるために、以下の拡張を行なった。

- ユーザの母語による情報収集を支援するための「多言語情報検索」の研究を行なった。
- テキストによる説明に画像情報を対応付けることで、動植物や装置などに対して「可視化による説明」を可能とした。

さらに、音声インタフェースをより実用的にするための以下のような調査研究を行なった。

- 同一ユーザが長時間同一の音声インタフェースを利用した場合の認識性能の向上の度合いを調査した。5時間の使用によって誤り率が平均60%低減することが明らかになった。
- 話者の声の大きさと発話の長さを調査し、それらで分類した音響モデル、言語モデルを用いることによって性能が向上することを明らかにした。

人間中心の通信方式

携帯端末の上での音声インタフェースによって知的コンテンツにアクセスするための、自然言語対話技術を中心として研究を進めた。ホテル検索&予約対話、ネットワーク構築ヘルプ対話、情報家電リモコン対話などを対象に実験を進めている。これらの対話においてキーワードに頼らず処理するために文法を理解して柔軟な表現で対話できる音声対話システムのプロトタイプを用いている。昨年度より以下の点が進歩した：

- 対象を情報家電から次世代住宅向けに拡張した。解釈できる文の範囲が拡大している。住宅を模した実験施設(サンヨーホーム)においてデモシステムが実働している。
- 理論的には、文意の解釈が、依存関係の解釈による、単文、節内の意味解釈と、意味の位置づけに基づく節間、文間の意味解釈との2タイプの意味解釈に大別されることを示し、それに基づく実験システムを構築した。これによって、従来文意の抽出を、キーワードマッチやテンプレートマッチに依存していた困難を打開する可能性を示した。

知的コンテンツの基盤ソフトウェア

多義的な解釈を持つ複雑な知的コンテンツに対し、統計的に最尤の解釈を求めたり、またその上で論理推論を行なう事により、柔軟なコンテンツ検索が可能になる。PRISMはそのような複雑な知的コンテンツのモデル化による高度な情報処理を目指してこのプロジェクトで開発を行なって来た記号的なモデリング言語である。PRISMは事象の論理構造と統計構造を同時に表現/計算出来るだけでなく、データからの統計的学習能力を備えており、プログラムにより確率分布を定める事が出来るので従来にない手続き的な統計的モデルの構築が可能になっている。

本年度は前年度に引続きPRISMの処理の高速化を目指し、テーブルリングと呼ばれる解探索技術の最適化を行なった。テーブルリングとは一度得た解を保存し、再度利用するPRISMの中核技術であるが、テーブルリングの専門家であるニューヨーク市立大学のNeng-Fa Zhou 助教授らが提唱した線形テーブルリングを採用している。しかしこの方式は実装が容易な反面、RDBで言う所のjoin に対応する操作があり、そこで無駄なjoin が起こる可能性があった。我々はこの無駄を出来る限り排除し50%近い高速化を達成する事に成功した。

また、理論的な側面として、今までのPRISMのモデリングの原則である失敗無しの生成的モデリングに対して、プログラムが事象の生成に失敗する事を許し、より広いクラスの分布のモデリングを可能にした。またその為の統計的推論アルゴリズムとして fgEM (failure-adjusted graphical EM algorithm) を開発し、fgEM による統計パラメータの推定が可能である事を実証した。

3. 研究実施体制

知的コンテンツグループ

- ① 研究分担グループ長：橋田 浩一（産業技術総合研究所 情報技術研究部門、副研

究部門長)

- ② 研究項目：意味構造化：セマンティックオーサリングに基づく文章作成支援システムを拡張し、より自然な文章を作成できるようにする。日常生活に関するオントロジーを作成し、オーサリングに用いる。

研究項目：意味的検索・要約：意味構造を利用した検索および要約の技術について研究する。特に検索については、巨大な連結グラフの形をしたデータベースにおける検索技術を研究する。

情報支援アーキテクチャグループ

- ① 研究分担グループ長：車谷 浩一（産業技術総合研究所 情報技術研究部門、マルチエージェントグループ長）
- ② 研究項目：情報支援アーキテクチャ：ユーザの状況の情報を用いてコンテンツ検索の際の情報を生成する技術、多数の情報サービスの間で情報を共有するためのオントロジーを整備する。

マルチモーダル知的コンテンツグループ

- ① 研究分担グループ長：長尾 確（名古屋大学大学院 工学系研究科、教授）
- ② 研究項目：マルチモーダルオーサリング支援：知的コンテンツグループが作成した当該分野のオントロジーのプロトタイプを基盤として、音声認識により意味内容を入力し、GUI によってそれらの関係を直感的・直接的に操作できるマルチモーダルオーサリングシステムのプロトタイプ版と、開発・評価のためのテストデータを作成する。さらに、それらを用いて当該システムの洗練化を図る。

人間中心の通信方式グループ

- ① 研究分担グループ長：中島 秀之（公立はこだて未来大学、学長）
- ② 研究項目：人間中心の通信方式：光による近距離通信、携帯端末、および自然言語対話システムを音声インタフェースと統合し、ユビキタス環境における知的コンテンツへのアクセス技術を開発する。

知的コンテンツの基盤ソフトウェアグループ

- ① 研究分担グループ長：佐藤 泰介（東京工業大学大学院 工学系研究科、教授）
- ② 研究項目：知的コンテンツの基盤ソフトウェア：知的コンテンツの作成・利用支援のためのソフトウェアとして、論理型言語に統計的学習機能を組み込んだ記号的モデリング言語PRISMを開発する。

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

(1) 論文発表

- 綾 聡平・松尾 豊・岡崎 直観・橋田 浩一・石塚 満. 修辞構造のアノテーションに基づく要約生成. 人工知能学会論文誌, 20巻3号, pp. 149-158, 2004.
- 和泉 潔, 人工市場シミュレーションによる経済理論の検証. シミュレーション, Vol. 23 No. 3, pp. 183-190, 2004.

- 和泉 潔. 人工市場：市場現象のエージェントベースモデル. 計測と制御, Vol. 43, No. 12, pp. 950-955, 2004.
- 和泉 潔. 人工市場によって市場を理解しデザインする. Eco-forum, Vol. 23, No. 3, pp. 20-17, 2005.
- Izumi, K., Nakamura, S. , and Ueda, K. Development of an artificial market model based on a field study. INFORMATION SCIENCES, Vol. 170, No. 1, pp. 35-63, 2004.
- 藤井 敦. 百科事典としてのWWW. 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 296-301, May. 2004.
- 幸島明男・和泉憲明・車谷浩一・中島秀之. ユビキタス計算環境におけるコンテンツ流通のためのマルチエージェントアーキテクチャ：CONSORTS. 人工知能学会論文誌, 19(4):322-333, 2004.
- 山本 大介・長尾 確. 閲覧者によるオンラインビデオコンテンツへのアノテーションとその応用, 人工知能学会論文誌, Vol. 20, No. 1, pp. 67-75, 2005.

(2) 特許出願

H16年度特許出願件数：7件（CREST研究期間累積件数：17件）