

## 研究課題別事後評価結果

### 1. 研究課題名 「人間中心の知的情報アクセス技術」

### 2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名

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)

主たる共同研究者

車谷 浩一 (産業技術総合研究所情報技術研究部門 主任研究員)

長尾 確 (名古屋大学大学院工学系研究科 教授)

中島 秀之 (はこだて未来大学 学長)

佐藤 泰介 (東京工業大学大学院工学系研究科 教授)

### 3. 研究内容及び成果

産業や文化や政治の持続的発展を図るためには、社会全体にわたる知識の循環と拡大再生産の効率を高める必要がある。そこで本研究は、個人と社会が知的生産能力を高度かつ持続的に発揮できる知識循環型社会(knowledge-circulation society)の運営を支援するための基本的な情報技術を研究テーマとした。そのような知識循環を情報技術で支援するには、人間の能力を最適に引き出し利用するために、人間の生活世界(Lebenswelt)の意味を人工物が「理解」し、人間に合わせること、すなわちデジタル情報を生活世界にグラウンディング(grounding)することが重要である。生活世界の概念的・社会的側面に関するグラウンディングを可能にするのみならず、ユビキタスコンピューティングの要件でもあるという意味において、知的コンテンツ技術の重要性はきわめて大きい。

本研究においては、知的コンテンツを中心に据えつつも、人間を中心として生活世界の意味を扱う一般的な技術体系を創出するため、発足時にはかなり探索的に多様な研究テーマを設定し、研究が進んで展望が開けてくるに従ってテーマを絞り込んできた。

開けてきた展望のひとつはセマンティックコンピューティング(semantic computing)のビジョンである。セマンティックコンピューティングとはセマンティックギャップ(semantic gap; 人間が扱う意味と人工物が扱う意味との乖離)を解消し、すなわち人間とITシステムが意味を共有して、それに基づいてさまざまな情報サービスを可能にする情報技術の体系である。前記の通り研究開始時にはグラウンディングを基本コンセプトに据えたが、情報技術のより一般的な目標はセマンティックギャップの解消である。セマンティックギャップには人間の生活世界の意味がITシステムにわからないという側面と、逆にITシステムの意味が人間にわからないという側面があり、前者の解消がグラウンディングであるが、後者の解消も(拡張された意味での)知的コンテンツ技術に帰着できると考えられる。その意味において、セマンティックコンピューティングは研究の進展に伴って徐々に形を成してきた自然な発展形と言える。

以下に研究の具体的成果の主なものを示す。

- (1) セマンティックオーサリング: セマンティックオーサリングとは、明示的な意味構造込みでコンテンツを作成・編集することであり、これによってコンテンツの作成コストを低減しかつコンテンツの品質を高めることができる。KJ法のような発想支援法に意味構造を導入することによって、通常の文章に相当する内容を含む一般的なコンテンツの作成をサポートするセマンティックオーサリングシステムを開発した。セマンティックオーサリングはコンテンツをサーバ経由で共有することによりグループウェアとしても使うことができ、実際に本プロジェクトの研究グループでは論文の執筆や研究上の討論に用いている。
- (2) Kamome: 意味構造を表わすラベル付グラフの間の近似照合を効率よく実行するアルゴリズム、および、検索の文脈に依存してキーワードの間の類義性を調整する方法に基づくインタラクティブな情報検索システムKamomeを開発した。意味構造の利用によってインタラクティブな検索の効率が少なくとも倍増する。索引の生成等も改良し、実用的な検索システムの域に近付きつつある。このような意味構造を利用した方法はセマンティックコンピューティングにおける主要な検索の手法になると期待される。
- (3) Polyphonet: Webの情報から人間関係を抽出し社会ネットワーク分析の手法を用いて人間関係を抽出するシステムPolyphonetを開発した。研究者の名前と所属のリストをもとに、Webにおける2人の共起頻度を検索エンジンのヒット数から推定し、さらに、ヒットしたWebページの内容から、共著関係の種類を機械学習で得られた判別ルールに基づいて自動的に獲得する。この技術はセマンティックオーサリングで作られる構造化されたコンテンツにおける各部分の信憑性の評価や参加者間の関係の分析に利用できる。
- (4) マルチモーダル知的コンテンツ技術: 実世界での会議からマルチモーダルな知的コンテンツを生成し高度再利用するマルチモーダル会議支援システムを開発した。このシステムは議事録の作成者や閲覧者が音声・映像とテキストとを関連付ける意味的アノテーションを行えるようにする機能を持ち、さらに検索や要約の機能も含む。また、議事録と掲示板とを連携させることによって対面での議論の後もオンラインで議論を継続できる。意味構造化された議事録に基づいてディスカッションオンロジーを構築し、それを用いて議論の展開や重要な発言の抽出などの知識発見を可能にした。
- (5) CONSORTS: 位置情報を用いて利用者の置かれた状況を推測し、適切な情報支援を実現するために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 (Coordination System of Real-world Transaction Service)を開発した。CONSORTSはユビキタス情報環境におけるさまざまなサービスを連携させることができる。愛・地球博のグローバルハウスにおいては、CONSORTSと後述のAimulet GHを用いて人流解析サービスを実現した。マルチエージェント技術に基づく計算資源の管理は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プラットフォームに必須の技術である。
- (6) Aimulet: Aimuletは造語であり、ユビキタス情報サービス用の個人用小型情報端末機の総称である。その初期の版としてインタラクティブ無電源小型情報端末(CoBIT)を開発した。さらに100

個程度のID受信センサネットワークを活用して数百人への情報提供を実現するためのプロトタイプシステムを実装し、人工知能学会全国大会において人間関係ネットワークおよびスケジューリングシステムと連携して実働させた。また、愛・地球博のグローバルハウスでは屋内用の端末Aimulet GHを用いて展示品に関する説明を音声で提供した。同じく愛・地球博のローリーアダーソンWALKにおいては、屋外用の端末Aimulet LAによって音声情報サービスを行った。

(7) PRISM: 記号的に表現された観測データを統計的に説明する確率モデルを論理プログラムとして記述する記号的統計モデリング言語PRISMを開発した。PRISMは宣言的に問題を記述するという簡単な方法でプログラムを開発することを可能にし、制約のコンパクトな表現や統計的学習法の改良による高速なパラメタ学習の機能等により、確率的制約プログラミングの実用化に大きく貢献する。またこの技術は設計を簡単にすることによってセマンティックギャップを軽減するという意味において、セマンティックプラットフォームの設計において重要な役割を果たし得る。

#### 4. 事後評価結果

4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

デジタル情報を生活世界にグラウンディングするための知的コンテンツ技術の研究としてスタートしたが、研究の進展に伴いセマンティックコンピューティングの研究へとフォーカスしていった。人間とコンピュータとの間のギャップを埋めるという野心的なテーマであり、ユニークで新しい知識処理の枠組を作る研究といえる。

セマンティックオーサリングは「今後の科学技術情報の流通を文書(1次元の文字列の並び)ではなくて、ER(Entity Relationship)図のような知識の2次元表現で行うべきであり、電子メールの内容もこうした知識表現のレベルで行われるべきである」という考え方から、知識表現のためのオーサリングシステムを試作したものである。これは大変重要な考え方であり、近未来の科学技術コミュニケーションに大きい影響を与える可能性がある。しかしながら、有効性、実用性については第三者の評価を含めて更に検討の余地があり、今後の課題として残されている。

困難な研究課題であるだけに、研究成果はややまとまりを欠く。個々の要素技術に関する研究の段階にあり、残念ながら、セマンティックコンピューティング全体における各要素技術の位置付けが必ずしも明確化されるに至っていない。セマンティックコンピューティングとしてさまざまな要素研究が統合されればインパクトの大きな研究となって成果の展開が見込まれるが、そのためのコンセプトの具体化と有効性の実証は今後期待したい。

論文発表は国内26件、海外27件、口頭発表は国内191件、海外163件と活発な情報発信が行われた。比較的特許化が難しい分野にも拘わらず、特許出願は国内28件、海外3件と多くの出願がなされ、権利の確保に留意しながら研究が進められたことをうかがわせる。

#### 4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

人間が扱う意味と人工物が扱う意味の乖離(かいり)を解消するという目的に向けて踏み出した

研究であり、生活情報技術にとって重要な課題に一つの解決方向を示したことは大きな成果である。今後の研究の展開によっては、生活社会における情報の作成、提示、取得、交換など幅広い技術革新への貢献が期待される。

#### 4-3. その他の特記事項(受賞歴など)

国内6件、国際1件の受賞。