日常言語コンピューティング

ー言語現象の社会的・機能的解明と日常言語オペレーティングシステムの実現に向けてー

Everyday Language Computing -Toward Investigating Social and Functional Aspects of Language, and Realizing Language-based Operating System

岩爪 道昭

Michiaki IWAZUME

理化学研究所 脳科学総合研究センター 言語知能システム研究室

Lab. for Language-based Intelligent System, Brain Science Institute, RIKEN

iwazume@brain.riken.go.jp

小林 一郎

Ichiro KOBAYASHI

法政大学 経済学部 経済学科

Faculty of Economics, Department of Economics, Hosei University

koba@mt.tama.hosei.ac.jp

伊藤 紀子

Noriko ITHO

理化学研究所 脳科学総合研究センター 言語知能システム研究室

Lab. for Language-based Intelligent System, Brain Science Institute, RIKEN

itoh@brain.riken.go.jp

高橋 祐介

Yusuke TAKAHASHI

(同上)

tkhsy@brain.riken.go.jp

藤城 浩子

Hiroko FUJISHIRO

(同上)

fujishiro@brain.riken.go.jp

菅野 道夫

Michio SUGENO

(同上)

mshn@brain.riken.go.jp

Keywords: everyday language computing, language-based operating system, systemic functional linguistics

Summary

The aim of this study is to provide all people, from small children to aged persons, with a computational environment for everyday language communication. In order to achieve this, we propose a framework for a language-based operating system. In this paper, we explain our approach to dealing with the meaning of language, the architecture of the language operating system and its components. In particular, we describe the notion of language protocol and its resource representation (i.e., semiotic base), compared to the other protocols and their resource representations. We argue that by processing meaning of language rather than processing information, we attempt to provide a more human-like computer system and an intelligent computational environment to all people.

1. はじめに

本論文では、我々が日常的に用いている、文法的誤りや個人特有の言い回しなども含んだ日常言語によって情報処理を行う「日常言語コンピューティング (Everyday Language Computing)」と呼ぶ新しいパラダイムを提案する。そして、このパラダイムの実現形態の1つとして、「日常言語オペレーティングシステム (LOS: Language-based Operating System)」を近未来チャレンジの課題として提案する。

LOS により、コンピュータ内の全ての情報処理を、日常言語をメタ言語として管理・実行する、「計算機と普通に会話し」、「計算機自身が会話を理解する」という形でマンマシン・インタラクションを実現することができる。これにより、老人や子供など、コンピュータ・リテラシーのない人達にも容易かつ自然に利用できる計算機環境が提供される。

言語はヒトの脳と共に進化してきた複雑な社会記号システムであり[Deacon 1997], 日常言語の理解・生成能力をコンピ

ュータ自身に持たせるには、従来の AI や自然言語処理に見られる形式的、数理統計的なアプローチだけでは不十分である。従って、ヒトの言語活動を社会や文化と深く関わる現象として根底から問い直す態度の重要性が指摘され始めている[Nishida 2000]。

我々は、機能言語学者 Halliday が提唱する選択体系機能言語理論 (SFLT: Systemic Functional Linguistic Theory)[Halliday 1978]に基づく言語現象の社会的、機能的側面の解明を行うとともに、LOS における日常言語の意味処理の手段として、Halliday が提案しているセミオティックベース (Semiotic Base) の枠組み[Halliday 1999]を工学的に実現することを試みる。

以下、本論文では、第2章で SFLT の基本的な考え方について述べ、第3章で LOS の概要 (基本機能と構成要素)、技術的課題について詳説する。第4章では LOS の学術的・社会的貢献について述べ、第5章では関連研究について触れ、本研究の特色について述べる。

		メタ機能的文化		
		観念構成的 メタ機能	対人的 メタ機能	テキスト形成的 メタ機能
分層化	コンテキスト	活動領域	役割関係	伝達様式
	意味	観念構成的 意味	対人的意味	テキスト形成的 意味
	語彙文法	過程構成	叙法構造	テーマ構造 情報構造

図 1 分層化とメタ機能的分化

2. 言語現象の機能的側面へのアプローチ

2.1 SFLT の背景

SFLT は社会人類学者の Malinowski に影響を受けた英国の言語学者 Firth が創始したロンドン言語学派の一人である Halliday が提唱する言語理論である。SFLT は社会記号論を背景に持ち、ヒトの言語現象を状況や文化などを含む人間の社会活動と関連付け、日常の言語表現がどのような対人的作用をもたらすのかを解明する言語理論である。SFLT は(1)分層化、(2)メタ機能的分化、(3)実体化、(4)選択体系網という概念によって特徴付けられる。

2.2 分層化

SFLT では、言葉の意味は単体で扱わず、意味層、語彙文法層、音韻層(本課題では当初は扱わない)などの言語資源(言語体系)を、それらを取り巻く環境(社会的体系)であるコンテキスト層(状況層)と常にセットで取り扱う(図1参照)。また、社会的・文化的コンテキストと状況のコンテキストの2種類存在し、社会的・文化的コンテキストの中に、状況のコンテキストがあり、その中で初めてテキストの意味が特定され、実現されると考える。

2.3 メタ機能的分化

(1) コンテキスト層

状況のコンテキストは実現されるテキストの形態に影響を与える次の3つの社会的要素から成る

- 活動領域(フィールド): 言語使用域ともいい、言語が用いられている社会活動の特定のドメインを指す。
- 役割関係(テナー): 言語活動における関与者の社会的役割関係を指す。
- 伝達様式(モード): 言語がどのような役割を果たしているのか、関与者がその状況において言語に何を期待しているのかといったコミュニケーションのチャンネルを指す。

状況のコンテキストを構成するフィールド、テナー、モードを反映し、言語体系(意味層、語彙文法層)の3つメタ機能が存在する。

(2) 意味層

- 観念構成的意味: 様々な物理的・心理的な事象と、それに関わる要素、および事象間や要素間の関係を記述したもの。
- 対人的意味: 相手とのやりとりの中で、ある発話が果たしている機能を記述したもの。
- テキスト形成的意味: テキストのある部分と他の部分との関係を記述したもの。大局的にはテキスト内の起承転結、局所的には2つの文の間に見られる「主張—主張を支える証拠」という関係や語句の照応関係など。

(3) 語彙文法層

- 観念構成的語彙文法特徴: 過程構成(どのような格を取り、それが動作・過程の中でどのような役割を果たすか)、能動性など、観念構成的意味を実現する典型的な語彙や文法的な特徴。
- 対人的語彙文法特徴: 叙法構造(例えば「命令形」)など、対人的意味を実現する典型的な語彙や文法的な特徴。
- テキスト形成的語彙文法特徴: テーマ構造(例えば、「は」はテーマを表す)など、テキスト形成的意味を実現する典型的な語彙や文法的な特徴。

2.4 社会記号体系の実体化と選択体系網

SFLT では、理論的構築物としての言語体系は、実際にあるコンテキスト下で使用される言語の特徴をすべて記述できるものでなければいけない、と考えている。従って、体系に含まれる言語資源の一部が実体として現れたものがテキストを構成するという意味において、テキストを言語体系が実体化したものとして位置付けることができる。すなわち、テキストの意味とコンテキストそして両者の関係を記述するための体系化された言語システムを、制約によって互いが互いを規定し合う有機的な関係(選択体系網)にあると捉え、生きた言語の体系化を試みている。

3. LOS: 日常言語オペレーティングシステム

LOS は、コンピュータ内の全ての情報処理を、日常言語をメタ言語として管理・実行するミドルウェアとして既存 OS 上に構築される。LOS の機能的特長としては、以下の点が挙げられる。

- 日常言語インタフェース: コンピュータの専門知識がなくても、家電感覚で誰でもコンピュータを使える日常言語インタフェースの装備。
- 言語テキストの理解・生成機能: 日常言語の意味を体系化したセミオティックベース(3.2 節参照)を用いた言語テキストの意味理解及び言語テキストの生成機能の装備。
- パーソナライゼーション: 徹底したユーザモデリング、プロファイリングにより、ユーザの日常的な言葉や行動パターンを理解し、コンピュータとユーザ独自の言葉で対話することを可能にする。
- 日常言語による計算機リソース管理: コンピュータによる情報処理に必要なプログラミング言語、アプリケーション、ファイル、データベース、www コンテンツなど全ての計算機リソースに対して日常言語レベルでアクセスし、利用できるようにメタ機能を付与する。
- コンピュータ内のホワイトボックス化: 言語プロトコルによるデータ通信のカプセル化、日常言語プロセス管理によるコンピュータ内の情報処理の実行・管理により、コンピュータ内部で行われている全ての処理を明示化し、理解可能にする。

3.1 LOS の概要

LOS(Language Operating System)の概要を図2に示す。LOS は、C-LOS(クライアント言語オペレーティングシステム)とN-LOS(ネットワーク言語オペレーティングシステム)の2種類のシステムから構成される。

C-LOS は、パーソナリ化されたコンピューティング環境で、クライアント秘書エージェント、言語ファイル、クライアント知識ベース、クライアントセミオティックベース、言語アプリケーションなどによって構成される。ユーザは問題解決の要求や作業

図 2: LOS の概要

の依頼などを日常言語または言語プログラムによって仮想オフィス空間上のクライアント秘書に指示し、日常言語で回答や結果を得ることが出来る。

N-LOS は、ネットワーク言語コンピューティング環境を管理するためのもので、ネットワークマネージャ、言語ファイル管理、言語プロセス管理、言語プロトコルによるネットワークコミュニケーションによって実現される。

以下では、LOS において基礎的かつ重要な機能である、セミオティックベース、言語プロトコル、言語アプリケーションについて述べる。

3.2 セミオティックベース

セミオティックベースは、SFLT¹に基づいて言語体系をその使用状況と関連づけて記述した言語資源を蓄積したものであり、LOSにおいて、テキストの意味理解及びテキストの生成を行う言語知能サーバーとしての役割を担っている。セミオティックベースは、タグ形式アーキテクチャによる3つの層(a)状況ベース、(b)意味ベース、(c)語彙文法ベースとタグ付コーパス、電子辞書から構成される(図3参照)(3章冒頭の機能的特長(c)と関連)。各層のタグは、2, 3及び図1で示した9種類のメタ機能(言語的特徴)に基づいて仕様が決定される。

具体的な課題としては、セミオティックベースに基づく日常言語理解・生成・要約・言い換え技術、セミオティックベース構築支援のための自動タグ付け技術、セミオティックベース管理技術の研究開発を行うことが挙げられる。

図 3: 言語アプリケーションのアーキテクチャ

3.3 言語プロトコル

言語プロトコルは、日常言語を通じてセミオティックベースにおけるタグセットを配信資源に用いて、コンピュータネットワーク上で意味の通信を行うためのプロトコルである。クライアントからの要求やエージェント間(言語コンピューティング資源間)の通信は全て、セミオティックベースによって解析し、語彙文法、意味、状況に関する様々なタグが付与され、送受信される。図4は言語プロトコル及びセミオティックベースと従来の通信プロトコルとの位置付けを表したものである(3章冒頭の機能的特長(e)に対応)。

言語プロトコルの特徴は、(a)頑健性:伝えたい情報の本質的な部分(意味や意図)が伝わるのが最大の目的であり、送信情報と受信情報の記号情報的な整合性は最初から問題にしない。よって、誤った情報含んでいたり、情報が欠損していても、コミュニケーションが成立する。(b)柔軟性:ロジカルで厳密な情報から、不完全で曖昧な情報まで、取り扱うことができる。(c)情報圧縮:セミオティックベース、ユーザプロフィール、知識ベースの併用により、伝達された情報の不完全な部分を補足することで、通信頻度に応じて、伝送される情報量を大幅に減らすことができる。

具体的な課題としては、従来のエージェント通信プロトコル [FIPA, DAML] の限界を明らかにし、間接発話行為や状況などが取り扱えるためのプロトコルの設計・開発を行うことが挙げられる。

3.4 言語アプリケーション

言語アプリケーションは、コンピュータ上で用いられるすべてのソフトウェア／ハードウェアアプリケーションを日常言語により駆動できるようにしたものである。この項目には、さらにつぎの 3 つの課題がある(3章冒頭の機能的特長(d)および(e)と関連)。

(a) 言語アプリケーション基礎:既存の計算機アプリケーションに、日常言語で管理・操作可能とする言語アプリケーションインタフェースを付与したもの。具体的課題としては、アプリケーションに付与する固有の言語表現、言語使用域に関する情報の構造、状況タイプおよびタスク構造とアプリケーションの操作手順を関連付ける手法を確立することが挙げられる。

(b)言語ファイル:既存の計算機ファイルを日常言語で管理・操作可能したもの. 具体的課題としては, 既存のファイルへ付与するメタデータの構造を確立し, 記号ベースや他の言語アプリケーションとの連携するためのアルゴリズムを考案することが挙げられる.

(c)言語プログラミング環境:日常言語による命令によって、実

図 4: 言語プロトコルの位置づけ

行可能な簡易計算機プログラムの自動生成を行うための環境. 具体的課題としては, オブジェクト指向プログラミングにおけるデザインパターンや知識ベースにおけるメソッドライブラリを言語によって管理・操作し, 典型的なプログラムのパターンの組合せによって, 新たなプログラムを自動生成するアルゴリズムと実装環境を開発することが挙げられる(図3 参照).

4. 学術的・社会的意義

4.1 学術的意義

AI 技術, 自然言語処理では, すでに多くの技術要素の研究がなされている. 日常言語コンピューティングの短期的課題は, これらの技術要素を SFLT の視点から再編成することである. 具体的には, 次の課題が挙げられる.

言語現象の機能的, 社会的解明

これまでの言語研究は認知的側面へのアプローチに偏っていた. SFLT の工学的実現を通し, ヒトの言語現象の社会的, 機能的側面のメカニズムを明らかにすることが可能になり, 言語に関わる全ての学術分野に貢献が期待される. 特に, コンテキストを含む言語の修辭的要素が受け手にどのような意味的作用を及ぼすのか? といった視点の研究が重要になる.

計算機アーキテクチャのパラダイムシフト

現在のコンピュータは, 科学技術計算など一部の分野を除けば, もはや計算機としての役割はほとんど要求されていないにもかかわらず(例えばワープロや Web ブラウザ), アーキテクチャレベルでは, 全ての処理を数値による計算によって行ってきた. 日常言語コンピューティングの研究を通して, コンピュータは, 計算機ではなく, 思考機と呼べるものにパラダイムシフトする.

インテリジェント・インタラクティブ・コンテンツの実現

近年, XML をベースにした様々なマークアップ言語とそれを用いたインテリジェントコンテンツの研究が注目されている[GDA, SemanticWeb]. 日常言語コンピューティングの研究開発における短期的目標も, SFLT に基づく状況, 意味, 語彙の3層における多角的なメタ機能タグセットの整備と, 全て計算機リソースに対するアノテーションと利用に関する技術にある. また, 対話システムにおいて, どこまで洗練された会話に昇華できるか? どれだけ優れたコンテンツを整備できるか? 人間らしい会話とは何か? といった視点から, これまででない自然なコンテンツデザインの方法論を確立する.

4.2 社会的貢献

デジタルデバイドの解消

ユーザはコンピュータの仕組みを一切意識することなく, 自分の言葉を通じて秘書を使うかのように, あるいは友人と対話するかのようにコンピュータを自在に操ることが可能になり, デジタルデバイド(情報技術格差)は根本的に解消される.

情報化, 高齢化のための社会的基盤の整備

LOS の実現により, 人間と機械が共通に理解できる大量の知識の共有が可能になり, 公共的情報通信インフラとして整備される. これにより, コンピュータを人間の日常生活により自然に溶け込ませることが可能になり, 特にハンディキャップを持つ人や今後増加が予想される高齢者のパートナーとして, 社会参加の手助けとなる.

テイラーメイド情報サービスの実現

ユーザプロファイリング情報に応じて, テイラーメイドなサービスが行えるようにする. 例えば, 生涯学習支援では, 学習者の主体性を重視し, 時間制約を取り除き, 場所の制約を取り

除き, 誰もが必要なときに必要なものをその人の言葉で学べる環境が実現できる. これにより, 学習を教育の現場だけでなく, 人々の自然な活動として, 日常生活に溶け込ませることが可能になる.

5. 関連研究

SFLT を工学的に応用した AI システムとしては, Winograd の SHRDLU や[Winograd 1972], Matthiessen らテキスト生成システム[Matthiessen 1991]等が挙げられるが, これらの研究では(特に前者), SFLT の語彙・文法論と意味論の一部が採用されているが(SFLT については2章参照), 選択体系網の形式的側面だけを利用したものになっている.

本課題では, 語彙・文法層, 意味層だけでなく状況層まで全てを対象とし, ネットワーク開放型の実用システムを指向している点が大きく異なっている. また, 単なるシステムの実装ではなく, LOS の研究を通して, 言語資源の整備や言語の機能的側面についてもアプローチする点が特色である.

6. まとめ

日常言語によって全ての情報処理を行う日常言語コンピューティングという新しいパラダイムとその実現形態の1つとして LOS を提案した.

LOS は, 学術的には, AI の様々な技術要素を包含した, 挑戦的・学際的な課題であり, 社会的には, 我々の日常生活から産業全体までにインパクトを与える必要性和実用性を兼ね備えた課題でもある. 多くの研究者の参加を期待したい.

参考文献

- [Deacon 1997] Deacon, T.W.: The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain, Norton, 1978.
- [西田 2000] 西田豊明: 自然言語理解は可能か? - AI マップ「言語理解 - SHRDLU の先にあるもの」へのコメントと回答, 人工知能学会論文誌, Vol.15, No.6, pp. 1037-1039, 2000.
- [Halliday 1978] Halliday, M. A. K.: Language as Social Semiotic: the Social Interpretation of Language and Meanings, Edward Arnold, 1978.
- [Halliday 1999] Halliday, M. A. K. and C. Matthiessen: Constructing Experience Through Meaning: A Language Based Approach to Cognition, Cassell Academic, 1999.
- [FIPA] <http://www.fipa.org>
- [DAML] <http://daml.semanticweb.org/>
- [SemanticWeb] <http://www.semanticweb.org>
- [GDA] <http://www.i-content.org/gda/>
- [Winograd 1972] Winograd, T.: "Understanding Natural Language". Edinburgh, Edinburgh University Press. 1972.
- [Matthiessen 1991] Matthiessen, C., Bateman, J.: "Text-Generation and Systemic-Functional Linguistics, Pinter, 1991.

〔担当委員: 笠原 要〕

2001 年 10 月 29 日 受理

著者紹介

岩爪 道昭（正会員）

1998年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程終了。博士（工学）。同年学術振興会特別研究員。1999年近畿大学理工学部経営工学科助手。2000年理化学研究所脳科学総合研究センター研究員。知識情報処理の研究に従事。1995

年度人工知能学会全国大会優秀論文賞。情報処理学会、電子情報通信学会各会員、ソフトウェア科学会、機能言語学会各会員

小林 一郎（正会員）

1995年9月 東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻単位取得退学。同年10月法政大学経済学部特別研究助手。1996年 法政大学経済学部助教授。現在に至る。2000年4月より理化学研究所脳科学総合研究センター非常勤研究員。工学博士。主として言語情報処理

に関する研究に従事。人工知能学会、電子情報通信学会、言語処理学会、認知科学会、ファジィ学会、機能言語学会、日本認知言語学会、各会員。

伊藤 紀子（非会員）

2000年神戸大学大学院文化学研究科博士課程中退修士（文学）。同年理化学研究所脳科学総合研究センター研究員日本語の意味・語彙・文法研究に従事。日本機能言語学会、関西言語学会各会員

高橋 祐介（非会員）

2000年東北大学大学院国際文化研究科博士課程後期課程単位取得退学。修士（国際文化）。同年理化学研究所脳科学総合研究センター研究員。選択体系機能言語学に基づく日本語の研究に従事。国語学会、機能言語学会各会員。

藤城 浩子（非会員）

1995年三重大学大学院人文社会科学研究所科終了。修士（人文科学）1996年国際交流基金派遣専門家マレーシア工科大学講師。1998年三重大学留学生センター非常勤講師。2001年理化学研究所脳科学総合研究センターテクニカルスタッフ。日本語

文法研究に従事。日本機能言語学会、日本語教育学会各会員

菅野 道夫（正会員）

1962年東京大学理学部物理学科卒、工学博士（1975年東京工業大学）名誉博士（1997年マドリード工科大学）、1965年東京工業大学工学部助手、1977年同大学大学院総合理工学研究科助教授、1985年同教授、2000年理化学研究所脳科学総

合研究センター言語知能システム研究チームチームリーダー、知的コンピューティング、脳を創る領域の研究に従事、1991～93年日本ファジィ学会会長、1997～99年国際ファジィシステム学会会長、2000年度 IEEE Neural Network Council パイオニア賞を受賞、計測自動制御学会、日本機能言語学会、日本ファジィ学会、日本神経回路学会、情報処理学会、日本失語症学会、IEEE、米国ハリコプタ学会などの会員