日常言語コンピューティング(第2報)

- 日常言語に基づく計算機資源の管理・実行環境を目指して -

Everyday Language Computing -Toward Language-based Computational Environment

岩爪 道昭 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
Michiaki IWAZUME Lab. for Language-based Intelligent Systems, Brain Science Institute, RIKEN
iwazume@brain.riken.go.jp

小林 一郎 法政大学 経済学部 経済学科
Ichiro KOBAYASHI Faculty of Economics, Department of Economics, Hosei University
koba@mt.tama.hosei.ac.jp

杉本 徹 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
Toru SUGIMOTO Lab. for Language-based Intelligent Systems, Brain Science Institute, RIKEN
sugimoto@brain.riken.go.jp

岩下 志乃 (同上)
Shino IWASHITA iwas@brain.riken.go.jp

高橋 祐介 (同上)
Yusuke TAKAHASHI tkhsysk@brain.riken.go.jp

伊藤 紀子 (同上)
Noriko ITO itoh@brain.riken.go.jp

菅野 道夫 (同上)
Michio SUGENO msgn@brain.riken.go.jp

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

Summary

The a Everyday language computing (ELC) is a new computational paradigm that all people, from small children to aged persons, can access and use computing systems with his/her own everyday language. As a way to realize ELC, we proposed a framework of language-based operating system (LOS), and we are now working intensively to develop the fundamental part of it. In this paper, we report our status of research on LOS. One of the main components of LOS is the semiotic base, which is a database of linguistic knowledge based on Systemic Functional Linguistic Theory. We explain the architecture of the semiotic base and corpus experiments conducted to determine the contents of it. A client's secretary agent is a user interface of LOS which realizes everyday language communication between a user and the system. We explain a client model that realizes personalized communication and the plan module that manages the structure of dialogue. In LOS, all kinds of information processing are done through everyday language. Language protocol is a computer protocol based on everyday language, and language-based application is a kind of agent software that provides services through language. We explain the characteristics of language protocol, the structure of language-based application programming interface (LAPI), and text interpretation process of language-based applications. Finally, we discuss prospects of this project and mention future work that remains to be done. We argue that by processing meaning of language rather than processing numbers, we attempt to provide a more human-like computer system and an intelligent computational environment to all people.

1. はじめに

ヒトと他の種をわける大きな違いの一つは、言語に関する知の存在が挙げられる。Deacon[Deacon 97]は、ヒトの脳は言語とともに進化してきており、言語の使用なくしては、ヒトの脳の発達はなかった、としている。

したがって、我々が、ヒトにより近い知性を持つコンピュータを実現しようとするとき、言語を使った情報処理を考えないわけにはいかない。

筆者らは、ヒトの知性における言語が果たす役割を重要視し、従来の数値や形式的記号論理に基づく情報処理から、日常言語による情報処理を行う「日常言語コンピューティング(Everyday Language Computing) (以後 ELC と略記)」という新しいパラダイムを提案している[岩爪 02]。また、このパラダイムの実現形態の一つとして、「日常言語オペレーティングシステム(Language-based Operating System) (以後 LOS と略記)」の実現を目指し、研究を進めている[岩爪 02]。

本稿では、近未来チャレンジ課題としての ELC の概要、現在までの取り組み、今後の展望や技術的課題について紹介する。

2. 近未来チャレンジ ELC の概要

2.1 ELC の概要

ELC の適用可能な応用分野としては、(1)オフィス(ビジネスアプリケーション等)、(2)学習(生涯学習を含む)、(3)モバイル(現実物理環境)、(4)ホームユース(情報家電等)、(5)工学的応用(プラント等)等が考えられる(図1参照)。

ELC の応用範囲は、上記以外にも考えられるが、近未来チャレンジ ELC における我々の目標は、これらの応用を実現するための以下の基礎技術を確立することにある(詳細は[岩爪 02]を参照)。

- (a) 日常言語インタフェース
- (b) 言語テキストの理解・生成機能
- (c) パーソナライゼーション
- (d) 自然言語によるコンピュータ通信
- (e) 日常言語による計算機リソース管理

2.2 これまでの取り組み

(1) 対象ドメイン・タスクの設定

我々は、これまで、前節の(a)～(e)の技術課題に取り組むために、より具体的な対象ドメイン、タスク、応用アプリケーションとして以下のものを設定し、研究を進めてきた。

対象ドメイン：基本アプリケーション(特に、ワープロソフト)

対象タスク：言語による基本的なアプリケーション操作、インタラクション

応用アプリケーション：知的ワープロ、知的ヘルプシステム

対象ドメインとして、ワープロソフト、メールソフト、ブラウザ等の基本アプリケーションを選択した理由は、

- ・ビジネス(応用分野(1))からホームユース(応用分野(4))まで最も利用頻度が高いこと、

図1 LOSの応用分野

- ・ユーザのレベルも初心者からエキスパートまで幅広いこと、
 - ・さらに基本アプリケーションは、アプリケーション間の連携や OS としての機能を考える上でも必須になるドメインであること、
- などが挙げられる。

対象タスクや応用アプリケーションの選択に関しては、昨年度提案した LOS 構成のミニマムセットを設定し、

- ・「言語による管理・実行」に関する仕組みを検討でき、
- ・応用分野(2)(学習)や(5)(工学的応用)への適用可能性が高い、

と思われる課題を設定した。(LOS の概要については[岩爪 02]を参照)。

(2) これまでの取り組みの概要

我々は、前述の対象ドメイン・タスクに関して LOS の研究を進めるにあたり、まずクライアント環境(C-LOSと呼ぶ)に焦点を当て、その最小コンポーネントセット(以下では、この最小セットを C-LOS-0と呼ぶ)を設定した。

C-LOS-0における各コンポーネントと我々の取り組み、前述の基礎技術との関連を図2に示す。

図2 これまでの取り組みの概要

セミオティックベースに関する取り組み:

LOS の基盤技術のひとつである言語テキスト理解・生成の資源を提供するセミオティックベースに関する検討を行った(主として, 技術課題(b)に該当). 具体的には, 以下の3つの課題に取り組んだ.

- ・コーパス収集・分析
- ・セミオティックベースの内部資源(コンテンツ)に関する検討
- ・テキスト理解・生成方式(主に対話プランニング)の検討

クライアント秘書に関する取り組み:

クライアント秘書は, ユーザインターフェースとしての機能を持ち, 主に(a)~(c)に関連するモジュールである. 具体的には, 次の課題に取り組んだ.

- ・言語使用に関するクライアントモデル
- ・クライアントモデルによるテキスト理解・生成
- ・状況に応じたプランニング

言語プロトコルに関する取り組み:

LOS アプリケーション層に存在する様々なアプリケーション(エージェント)間の通信や内部の知識表現に関する検討を行った(主として(d), 一部(b), (e)にも関連).

- ・言語による通信形態
- ・言語的知識表現

言語アプリケーションに関する取り組み:

LOS アプリケーション層におけるサービスの構成法について取り組んだ(主として(f), 一部(d)関連).

- ・言語プログラミングインタフェースの構成法
- ・言い換えによる意味理解

以下, 第3章~第6章では, それぞれ, セミオティックベース, クライアント秘書, 言語プロトコル, 言語アプリケーションに関する取り組みの詳細について述べる. また, 既存研究の比較や今後残された技術課題についても明確にする. 第7章では, 今後の研究のロードマップを示す.

3. セミオティックベース

本章では, セミオティックベースに関する取り組みについて述べる.

セミオティックベースの基本的アイデアは, Halliday と Matthiessen [Halliday 99], [Halliday 00]によって選択体系機能言語理論(以下, SFLT)の言語分析の視点に基づき「意味ベース(meaning base)」として提案されたものである.

SFLTは主として言語分析を中心に発展してきた言語理論であり, 計算機応用に関しては, 主にテキスト生成に適用されてきた. したがって, テキスト理解・生成だけでなくプランニングなどの情報処理全般に関するLOSの基盤資源とするためには, 意味ベースを拡張する必要がある.

そこで我々は, LOS ためのセミオティックベースの仕様策定にあたり, 必要なコーパス資源の収集・分析, コーパスアノテーション用タグセットとタギングツールの開発, セミオティックベース利用アルゴリズム等について検討を進めてきた.

内容	初心者	初級者	中級者(下)	中級者(上)	上級者
質問の仕方	抽象的	具体的			
質問回数	同じこと何度も	多い	少ない		無い
用語	知らない	基本のみ	ほとんど知っている		
操作ミス	する	ほとんどしない			
作業の速さ	遅い			早い	
作業方法	作業を一つ一つ順番に			全体を計画的に	
他への応用	できない		できる		
問題解決	できない	補助が必要	たまに補助必要	まれに補助必要	完全に自力
その他	キーの使い方 を知らない	機能に関 心をもつ	文書にこだわ る	他の解決法を 知っている	とにかく何 でもできる

図3 ユーザレベル判定基準

また, これらと平行して, 作業を効率化するために, 既存のSFLTによるツール¹に関する調査・利用や既存の電子化辞書・機械可読辞書の共有・再利用についても取り組んできた[伊藤 02].

以下では, これらの取り組みのうち, コーパス収集・分析, セミオティックベースの仕様および利用法(主に対話プランニング)について紹介する.

3.1 コーパスの収集・分析

SFLT では, 実際の言語データを重視する. 我々は前述したドメイン, タスクを想定した対話コーパス収集実験を行った[伊藤 01], [藤城 01].

(1) ユーザとインストラクタによる対話実験

コンピュータ初心者のインストラクタに対する質問の仕方(言葉の使い方)やインストラクタのユーザレベル判定とそれに応じた説明の仕方を調べるため, 模擬対話実験を行った.

被験者は, ユーザ役:10代~50代までの男女17名, インストラクタ役:インストラクタ, ヘルプデスク経験者男女3名で, 予め用意した文書見本(ハードコピー)に従い, ワープロソフトを使って書類を作成する, というタスクを実施した.

見本は, 資格試験の一つであるMOUS[MOUS]で公開されている評価スキル・評価タスクを参考に初級者用(回覧版, 案内状), 上級者用(専門文書)の見本を用意した. 実験中の会話および作業の様子は, すべてテープレコーダおよびビデオによって収録した.

インストラクタ役は, 実験中にユーザ役から質問された内容をチェックリストに書きこむ. チェックリストは, タスク名(例えば, 脚注作成), 操作(タスクを実現するための具体的操作)ごとに用語に関する質問内容, 操作に関する質問の内容を書きこむようになっている. また, それと平行して, 各タスクごとに, 実験ユーザ習熟度について初心者・初級者・中級者(下)・中級者(上)・上級者という5段階評価と判定の手がかりとなった質問内容や言葉使いについて解答してもらった. さらに, 実験終了後に, ユーザ役の総合的な習熟度判定とその基準となる理由について解答してもらった.

インストラクタのアンケートを集計した結果, ユーザの習熟度判定には, 図3に示すような基準があることが判明した. この基準は, 後述するクライアントモデルにおけるプロパティ特性情報を決定する上で重要な手がかりとなっている.

しかし, 一方で, 収集されたコーパスに対して, 語彙の出現頻度などの統計的な手法のみ適用した予備調査では, 上記

¹ SFLTに基づく分析ツールには Systemic Corder[SysCoder], SysFun[SysFun]などがある.

コンテクストベース		システム	汎用-状況依存	観念構成的機能に関連		対人的機能に関連		テキスト形成的機能に関連	
				状況系	汎用	状況タイプ		伝達様式	
						活動領域	役割関係		
コンテクストベース	テキスト系	知識系	状況依存	状況依存	状況記述知識				
					状況内知識				
					ユーザプロフィール				
					ジャンル構造、ステージ、ムーヴ				
					対話管理知識				
	インタラクション系	談話管理知識	状況依存	対話管理知識					
		発話管理モジュール	状況依存	発話内容	発話機能	主題構造			
	コーパス		状況依存	対話事例部					
				対話履歴部					
	意味ベース		汎用部・状況依存部	現象	発話機能	語彙概念連鎖			
要素									
現象間接続									
語彙文法ベース		汎用	過程構成	ムード	主題				
			位相	モダリティ・テンス			接続関係		
			辞書		汎用	汎用電子化辞書			
状況依存	状況依存辞書								

図 4 セミオティックベースの概要

のようなデータ構造は明確に出ていないことも判っており、インストラクタの教示知識のモデル化などについて引き続きデータ収集・分析を進めている。

(2) システムの構成を考慮した対話実験

ユーザが言語によってコンピュータに操作指示を行うという想定で、操作指示に伴うやり取りの言語データを収集し、目的達成のためにユーザと秘書インタフェース、秘書インタフェースと言語アプリケーションの間でどのようなやり取りが行われるか模擬対話実験を行った。

被験者 30 名はそれぞれ、

ユーザ役：パソコン初心者男女、

秘書役：パソコン中級から上級者、

言語プロフィール役：パソコン中級者、

言語アプリケーション役：パソコン上級者、

言語アプリケーション補佐役：パソコン上級者、

5つの役割に分かれ、共同で「招待状」を作成する、というタスクを実施した。

ユーザは秘書役との対話を通して指示を与えるが、パソコンの操作は全て別室の言語アプリケーション役が行う。秘書役はユーザとの対話を通して「招待状」作成をサポートし、一方で言語アプリケーションに指示を与える。言語プロフィールは適宜必要なプロフィール情報を提供する。それぞれのコミュニケーションは口頭またはコンピュータ上のチャットシステムを通じて行われる。ただし、言語アプリケーション役のチャットは言語アプリケーション補佐役が担当し、随時言語アプリケーション役に口頭でチャットの内容を伝える。

会話はテープに録音した後、言語データとして書き起こし、チャットシステムのログと共に分析を行った。言語アプリケーション役の作業画面(他の被験者も共有している)、ユーザの様子はビデオ録画し、アクションタグを付与した。さらに、実験終了後、言語アプリケーション役は、文書作成時の操作モニターのビデオを見ながら自分の行った操作について説明を行い、これを録音収集する。

以上のコーパスデータは継続して分析中であるが、クライアント秘書側のユーザ依存のテキスト理解(一次理解)とアプリケーションへのグラウンディング(二次理解)を切り分け、

ユーザの平易な言葉がアプリケーションにどのようにマッピングされるのかを調べる手がかりとなっている。

また、上記で述べた実験以外にも、知的ワープロや知的ヘルプシステムの実装に必要なコーパスデータを収集するための実験や既存のマニュアル知識の分析・構造化等も進めている。

3.2 セミオティックベースの構成に関する検討

SFLT に基づく自然言語処理の研究は多数存在するが [Winograd 83][McKeown 90][Matthiessen 91], それらの多くは、

・テキスト生成が中心、

・語彙文法層、意味層のみで状況層に関する考察が少ない、

・日本語を対象とした実証システムの研究は皆無、という問題があった。

そこで、我々は Halliday が提案している意味ベースのアイデアを拡張し、コンテキスト、意味、語彙文法ベースの他に、言語の状況依存性を考慮して編纂された電子辞書やコーパスデータを取り入れていること検討した。図 4 にセミオティックベースの構成を示す。

以下、セミオティックベースの構成要素について簡単に説明する。

(1) コンテキストベース

SFLT では、コンテキストには、状況のコンテキスト(Context of Situation)と文化のコンテキスト(Context of Culture)があるとしているが [Halliday 78], ELC におけるコンテキストベースでは、前者のみを明示的に取り扱う。

コンテキストベースはその内容によって、**コンテキスト系**、**テキスト系**、**インタラクション系** の三つに分けることができる。

i) コンテキスト系コンテンツ

ここでは、状況それ自体(状況タイプ)と、状況に関連する知識を扱う。

状況タイプ

SFLT では、状況タイプ(situation type)を、活動領域(field)、役割関係(tenor)、伝達様式(mode)という3種類の意味特徴の組によって表現する。これらの値には、それぞれに対応し

た選択体系網が存在する。しかしながら、状況を明示的に取り扱うためには、状況タイプ概念を拡張するとともに、状況に付随する様々な知識も取り扱う必要がある。

例えば次のような特徴は、システム(クライアント秘書)が処理を行う際に利用すべき資源(辞書項目の集合、意味概念の集合、知識の集合、コーパス等 LOS で利用可能な資源全てを差す)の範囲に大きく影響を与えると考えられる。

- ・作業中のタスクの種類や実行段階に関する特徴

例えば、「ワープロを使って文書を作成している」、「文書において印刷の設定を行っている」など。

- ・ユーザに関する特徴

例えば、「コンピュータの初心者である」といったユーザプロフィール等。

- ・ユーザが置かれている状態に関する特徴

例えば、「時間がなくて焦っている」など。

- ・システム的环境状態やタスクの実行結果等に関する特徴

例えば、「ディスクの空き容量が不足している」など。

以上のような特徴の集合の要素によって表されるものを状況タイプと考える[杉本 02c]。

知識

知識系の情報としては、状況記述知識、状況内知識、ユーザプロフィールを用意する。状況記述知識は、指定された状況そのものの特徴を自然言語で記述したもので、インタラクションを取り巻く状況に対するコメントリーの役割を果たす。状況内知識は、与えられた状況のなかで使われる知識に関して、やはり自然言語を使って記述したものである(言語的知識表現については第5章で述べる)。これに該当する知識は、与えられた状況でのタスクの解決手順、状況の中で一般に通用している知識などがあげられる。ユーザプロフィールに関しては、第4章で後述する。

ii) テキスト系コンテンツ

ここでは主としてテキストの進行の仕方を扱う。その中心的役割を果たすのが、ステージベースである。ステージベースは、SFLT のジャンル構造の部分に相当し、ある特定の状況タイプにおける対話の場面の系列を構造化したものである。また、ある一つの場面のことをステージと呼んでいる。

個々のステージは、ステージの ID、ステージ目標、ステージ内プラン、ムーブによって構成される。ここで、ムーブとは、ある一つステージにおける対話やりとり(情報交換)の最小単位である。ムーブが集合することで、個々のステージにおけるプランが形成される。

iii) インタラクション系コンテンツ

ここでは、リアルタイムで行われているインタラクションを処理する部分を扱う。

談話管理知識は、外部からの入力文の意味理解後に適切な応答内容を導き出したり、ユーザやエージェントが一定の動作を行った後に別のエージェントから話しかけるときの発話内容を導き出しするための規則・手順を集めたもので、話し手のプラン認識・聞き手のプランニングの際に参照する。

発話管理モジュールは、現在のインタラクションの状態を認識し、談話管理知識を参照してどのような発話をすべきかについて管理する。このモジュールは、大きく分けてタイプ部とインスタンス部とに分かれる。タイプ部で、発話の観念構成的機能(発話内容)と对人的機能を指定したのち、インスタン

ス部で具体的な発話を構成し、テキスト化するための情報を意味ベースに配信する。

関連研究

ジャンル構造と類似した研究には、Shank のスクリプト (Script) [Schank 77] や MOP (Memory Organization Packets) [Schank 82] や認知科学におけるスキーマ (Schema) などが挙げられる。ジャンル構造が主に言語使用という観点からテキスト展開の構造化を試みているのに対し、スクリプト、MOPs、スキーマなどは、ヒトの認知的側面からみた記憶知識構造を取り扱っている違いがある。但し、ジャンル構造は対話以外のプランニングにも関わっており、これらの概念を特に区別する必要はない。

状況に関する既存の理論としては、状況意味論 [Barwise 83] がある。SFLT におけるコンテキスト層との根本的な違いは、SFLT が状況そのものを明示的に取り扱うのに対し、状況意味論は、ある特定された状況における意味の形式的側面を取り扱っていることである。したがって、状況意味論における意味と対比されるべきものは後述する意味層であると言える。

(2) コーパスベース

セミオティックベース内の資源を使ってタグ付けされたテキストは、コーパスベースとしてセミオティックベース内に蓄積される。また、セミオティックベースに蓄積されたコーパスは、その状況における知識として利用できるように、後述するコンテキストベース内に蓄積されている状況内知識と同じデータ構造をとる。

コーパスベースは、セミオティックベースに初期状態が入っている対話事例部と、ユーザが当該のセミオティックベースを使い始めてから理解・生成されたすべての言葉のやりとりを保存した対話履歴部によって構成されている。これらのデータは、対話プランニングやユーザモデリングに利用される。

(3) 意味ベース

意味ベースは、観念構成部、相互作用構成部、テキスト性構成部から成り立っている。観念構成部では、テキストを構成する語彙の意味、意味役割などの資源が保持されている。相互作用構成部では、発話機能に関する資源が保持されている。テキスト性構成部では、テキスト内の主題、語彙的結束性、修辭構造に関する資源が保持されている。

意味ベースは、状況ベースと語彙文法ベースの橋渡しとして、重要な役割を担っている。すなわち、状況ベースから配信される状況に特化した概念や知識と、語彙文法ベースから配信される日本語の文法に即した語彙項目の意味特徴間の対応が常に取れるようにしておかなければならない。

関連研究

すでに、状況意味論 [Barwise 83] における、「状況」と SFLT における「状況、コンテキスト」の違いについては述べた。一方、意味ベースとの対比では、状況意味論の意味は、意味ベースにおいて言語の論理に関する意味を取り扱う観念構成部に該当すると考えられる。意味ベースでは、この他、発話機能 (speech function) に関する意味も取り扱っており、語用論の意味 [Austin 62], [Searle 69] とも対応している。したがって、既存の言語理論と比較して、より日常的な“意味”取り扱った言語理論と言える。

(4) 語彙文法ベース

語彙文法ベースは、テキストを構成する語彙や文法に関する資源を保持している。これらの資源は、テキスト理解時において、コンピュータ上またはコンピュータ内でやりとりされる言い回しを解析し、意味特徴の分析につなげるために用いられる。また、テキスト生成時において、受け取った意味特徴をもとに、言い回しを選択し、テキストを生成するために用いられる。また、語彙文法ベースには、語彙文法特徴のほか、語彙連結情報、選択確率(ある語彙文法的特徴が、ある状況において選ばれる確率)なども含まれている。

(5) 電子化辞書

すでに述べたように、SFLT に基づく自然言語処理の研究は、主としてテキスト生成に関するものであり、テキスト理解に関する研究は少なく、特に形態素解析、構文解析システムに関する研究は皆無と言ってよい。

日常言語コンピューティングの最終的な目標は、従来の自然言語処理システムのように、

形態素解析→構文解析→意味理解→談話・文脈理解
といったシーケンシャルな処理ではなく、状況、意味、語彙・文法間の様々な制約に基づく、並列意味処理である。

しかしながら、近未来チャレンジ ELC の5年間に、形態素レベルから高次意味処理までの全てのシステムを整備することは現実的ではない。

そこで、我々は、形態素解析や係り受け解析に関しては、既存のツールを援用するとともに、それらの分析結果をハンドリングし、SFLT の言語モデルにそった結果を得るためのAPIを構築することを当面の目標としている。

これは、一種のハイブリッドパーザであるが、当然のことながら、使用するパーザの辞書の構造に依存するところが大きい。ため、既存の機械可読辞書の構造について比較検討を行ってきた[伊藤 02]。

電子化辞書は、既存の辞書項目とセミオティックベース各層の意味特徴との橋渡しをするもので、汎用辞書および状況依存辞書によって構成される。

汎用辞書

レコード番号、見出し、表記、読み、品詞、句範疇、意味ラベル、上位概念、深層格情報、表層格情報、意味共起制限の情報を含む。意味ラベルはコンテキストベースの概念ネットワークとリンクが張られており、概念との対応関係がわかるようになっている。主に、状況が特定されていない場合、または、状況が特定されていても状況依存辞書に該当する項目が登録されていない場合に用いられる。

状況依存辞書

レコード番号、見出し、表記、読み、品詞、活用、状況タイプ、語彙文法特徴、意味特徴、語彙連結情報、頻度情報を含む。個々の見出し項目として登録される対象は、通常の辞書のように単体の形態素や語彙のみでなく、いくつかの形態素や語彙の連なりを登録する場合がある。ただし、これは、特定の形態素や語彙の連なりが、ある状況で頻繁に用いられ、まとまった一つの意味を表す場合に限られる。

3.3 テキスト理解・生成(対話プランニング)

テキスト理解・生成に関する課題では、主として、対話プランニングを中心に研究を進めてきた。

対話プランニングには、対話に関する抽象的な知識(プランオペレータ)を用いて適切な理解・応答を生成する古典的なプランニング[Causey 93], [Chu-Carroll 94], 過去の対話

事例に基づくプランニング[谷口 95], ユーザ発話観測に基づき動的にプランを修正するリアクティブプランニングなどが挙げられる[Uehara 96]。

我々は、熟考型の古典プランニング、記憶ベース型の事例ベースプランニング、即応型のリアクティブプランニングの特性を活かしたハイブリッド型のアプローチを目指しているが、その第一段階として、古典的アプローチをSFLTの視点から拡張・改良した状況依存対話モデルを考案した[杉本 02b], [Sugimoto 02]。

このモデルには、次の特徴がある。

(a) 状況タイプごとにプランライブラリが用意されているため、現在の状況に合ったプランのみに焦点を絞って処理が行われる。

(b) プランの各ステージに対してラベルとして割り当てられるテキスト入出力の動作仕様には、従来の対話管理モデルで主に用いられてきた発話行為タイプと命題内容に限らず任意の種類の言語的特徴を指定することができる。例えば、ユーザに対して値の確認を行うテキスト出力において確信度に応じて「～ですか?」、「～ですね?」、「～によろしいですね?」などの言語表現を使い分けたり、逆にユーザの入力したテキストからユーザの確信度を推測する、というような推論を対話管理の枠組の中で統合的に行えるようになると期待される。

(c) テキストプランニングとテキスト入出力とアプリケーション操作という2種類の動作を自然に組み合わせることができる。この2種類の動作の組み合わせパターンは、状況ごとに異なると考えられる。

4. クライアント秘書

クライアント秘書は、ユーザが日常言語でコンピュータに対して問題解決の要求や作業の依頼を行う際のインタフェースとなるエージェントである。

ユーザインタフェースエージェントや擬人化エージェントに関する研究は事例は多く[Maes 94], [Nagao94], クライアント秘書という概念自体は新規なものではない。

ELC及びLOSにおけるクライアント秘書の位置付けは、単なる対話システムのための擬人化インタフェースではなく、個人ごとに異なるユーザの言語使用に関わる様々な情報(言いまわし、語用論的意味特徴、感性的意味等)を明示的に取り扱うための装置である、といえる。

これまでに取り組んだ技術課題は、ユーザの言語傾向などの基本とするプロファイリングモデル[Iwashita 02]とプロフィールや状況を考慮した対話プランニングである[Sugimoto 02]。プランニングについてはすでに述べているので、ここでは、クライアントモデルを中心に説明する。

4.1 クライアントモデル

現在のクライアントモデルは、ユーザに特有の言語傾向やユーザ自身についての知識からなるプロフィール情報と、それらに関するメタ情報であるプロパティ特性情報から構成される。

(1) プロファイル情報

言語傾向情報は、ユーザ特有の言語表現や程度副詞・感情語に対するイメージなどに関する知識である。例えば、「時間に関して大げさに言うことが多い」という傾向があるときに

「かなり前のファイルを探して」と入力された場合、最近のファイルも検索するようにすることが挙げられる。

プロパティ情報は、会話や事前アンケートから得られるユーザ自身に関する知識を指す。名前、性別などユーザ自身の特徴に加えて、知識レベルやスケジュール、よく使う機能やその頻度などもこれに含まれる。また、ユーザがどのくらい自動的に作業して欲しいか、どの程度まで作業内容を報告して欲しいか、などの秘書への希望も含まれ、これらは秘書の対話や作業のプランが決定されるために重要な役割を果たす。

(2) プロパティ特性情報

プロパティ特性情報は、プロフィール情報における特性や傾向などについての知識のことを指す。例えば、対話実験から得られた知識レベル判定基準(図3参照)は、ワープロ操作の知識レベルに関するプロパティ特性情報と見なすことができる。プロパティ特性情報は言語表現で記述されており、プロフィール情報を更新したり、逆にプロフィール情報からユーザの行動を推論したりするために利用される。

関連研究

自然言語対話システムにおけるユーザモデルに関する研究は、

- (a)意図のモデル化[山田 94]
- (b)信念のモデル化[Kaplan 82]
- (c) 知識レベルのモデル化[Chin 89]
- (d) 興味・関心のモデル化[高野 95]

に大別することができる[熊本 99]。

例えば、知識レベルのモデル化に関しては Chin らの KNAME(KNOWLEDGE Model of Expertise)[Chin 89]が挙げられる。このモデルでは、ユーザの知識レベルを「初心者」、「初級者」、「中級者」、「上級者」の4つのステレオタイプに分類し、取り扱う知識の難易度を「簡易」、「普通」、「複雑」、「特殊」というステレオタイプで記述している。しかし、個人によって特定の分野に知識の偏りがあるなどの差があるため、このようなシンプルなモデルでは、知識レベルの判定は難しい。(a)~(d)のいずれの研究においても、言語の使われ方やその意味の多様性を取り扱ったものはない。

我々は、万人に適用可能な共通のモデルではなく、より個人の言語使用に特化したモデル化を試みている。例えば、3.1節の対話実験では、ユーザが秘書に対して、

「もう少しポップな文字にして」

といった発話をしている。

「ポップ」という表現は「色」に対するものであったり、「字体」に対するものであったり、その両方の場合も考えられる。又、どんな「色」や「字体」を「ポップ」と感じるかは、個人差があり、あらかじめステレオタイプを準備しても用をなさない。

したがって、今後は、常に対話の流れや過去の対話履歴から、ユーザのモデルを動的に更新・学習する方式に取り組む予定である。

5. 言語プロトコル

言語プロトコルに関するこれまでの取り組みは、ヒトの自然言語による通信形態をLOSに導入するための基本的な考察、言語プロトコル配信資源の検討、言語的知識表現、言語プログラミングインタフェースの機能仕様の決定などが挙げられ

る[小林 02b]。言語プロトコルの配信資源については、基本手にセミオティックベースのコンテンツと同一であり、言語プログラミングインタフェースについては第6章後述するので、ここでは、言語プロトコルの通信形態の特徴と言語的知識表現を中心に述べる。

5.1 自然言語の通信形態

言語プロトコルは、自然言語をすべてのコミュニケーション対象物における情報伝達のための媒体(メタ言語)として機能する新しい通信規約である。従来の通信プロトコルは統一された規格の解釈をコミュニケーション対象物間 100%共有することにより、通信を実現してきた。

一方、我々、ヒトは発話された言葉の言いまわしと、他人と共有していると信じている状況しか情報を共有することなくコミュニケーションを達成している。

このようなコミュニケーションが成立する理由は、我々がコミュニケーションのために使用しているプロトコルである自然言語が柔軟な通信規約となっているためである。このような通信規約が成立するのは、伝えられた情報の解釈をすべて受け手に委ねるというコミュニケーションの形態をとっているからである。

そのために発話者の意図とは異なる解釈(つまり誤解など)もコミュニケーションの中に発生してしまうが、100%の意図伝達はできないが、コミュニケーションは成立する、柔軟かつ頑健性の高い通信が達成されている。

以下では、C-LOS-0(図2参照)における言語プロトコル通信の流れを説明する。

(1) クライアント - クライアント秘書の通信 (テキスト一次理解)

まず、クライアント秘書が送信者側のセミオティックベースを用いてユーザの発話(入力文)を分析する。分析されたオリジナルの入力文は、さらに受信者(言語アプリケーション)が解釈をし易いように補完・換言した文に変換される。

変換文は、セミオティックベースによってタグを付与した形で言語プロトコルとして生成され、言語アプリケーションに送信される。

(2) クライアント秘書 - 言語アプリケーション間の通信 (テキスト二次理解)

受信者側の言語アプリケーションでは、入力された言語プロトコルを受け取った言語プロトコルを専用のAPIによってアプリケーションが実行可能な形まで言い換えを行う(APIについては、6章で説明する)。

以上のように、テキストの一次理解・二次理解を通じて受

図5 言語知識表現

図 6 言語アプリケーションの構成

信者が解釈し易いようなテラメイドのテキストを送信側で生成しつつ、受信側ではそれを独自に解釈することが許された通信形態をとる。この方式は、複数のクライアント間での通信や言語アプリケーション同士の通信にも拡張可能である。

自然言語プロトコルによる通信では、従来のエージェント通信言語[FIPA 97a][KQML 93]に通信のように、オントロジを100%共有する必要はなく、より柔軟なコミュニケーションが可能となる。

5.2 言語的知識表現

1980年代のテキスト生成研究において、テキストの内容を決定する部分(What-to-say 決定部)とテキストの統語構造を決定する部分(How-to-say 決定部)の2つの部分を持ったアーキテクチャが一般に採用されていた[MacKeown90]。このことから、知識表現は、言語表現と区別して取り扱われていたと言える。Halliday は、論証と推論は、完全に言語を媒介として行われているにもかかわらず、現在の情報処理では、非言語的な操作として取り扱われていることを指摘している[Halliday 00]。また、通常自然言語システムは、言語の表記である文法と、知識を表記する個別の知識ベースとで動作しているということも指摘し、それら2つの表記体系を内包する1つの体系である言語として従える必要性を唱えている。

我々は、従来のAI技術で用いられてきた知識表現を意味層の中に取り入れ、状況、意味、語彙文法と言い回しによって構成される言語的知識表現を採用する[小林 02b]。

言語的知識表現は、言語プロトコルと同じ表現形式を取り、ある特定の状況において使用される意味、語彙文法、言い回しの表現の資源によって構成される。したがって、LOS 上での通信プロトコルである言語プロトコルによるメッセージをそのまま知識として利用する。言語プロトコルによって交わされた情報や知識は、言語コーパスとしてセミオティックベースの中に状況と関連づけて蓄積され、対話や問題解決の資源として利用される。言語的知識表現の一例を図5に示す。

言語的知識表現において、文法カテゴリによって表現される意味は、状況に依存した意味ネットワークとして復元可能で

あり、Semantic Web[Beners-Lee 99]などの枠組で提供される知識やオントロジなどの資源との整合性を考慮しながら、後述の言語アプリケーションプログラミングインタフェースを通じて変換可能になっている。

また、命題などによる知識表現は、知識が成り立つための真偽性を問題とするが、我々が日常使用している知識は、命題がもつ真偽性よりも日常的に我々が情報を受け入れている基準となっている確信性に依存している。

これは、同じ内容でも発話者の違いや表現の仕方によって、それを情報として価値あるものとみなすか見なさないかというヒトの日常の知的活動規範と通じている。

SemanticWebではTrust層に関する議論がなされているが、ELCにおいても、電子署名から解読される発話者の身元情報や表現内容によって情報や知識の価値計算を行うためのモデルが必要になると考えている。

6. 言語アプリケーション

言語アプリケーションは、LOSのアプリケーション層で各種のサービスを提供するエージェントソフトウェアである。我々は、これまで、既存のアプリケーションを言語で操作・管理するための言語プログラミングインタフェース(以下、LAPI)の構成法について取り組んできた。また、言語プロトコルによって配信された要求内容をアプリケーションにグラウンディングするための方式についても検討を行った[岩爪 02]、[小林 02b]。

6.1 LAPIの構成

LAPIの構成を図6に示す。LAPIは、言語プロトコルによるクライアント秘書や他のエージェントからのメッセージを受信・理解するための外部インタフェース、日常言語で表現された内容を実行可能な形式に展開するプランニングモジュール、展開された自然言語表現系列を対象アプリケーションの実装レベル(コマンド)に変換する内部インタフェースによって構成される。

(1) 外部インタフェース

LAPI 外部インタフェースは、言語プロトコルの配信データを媒体として秘書および他のエージェントから送られてきたメッセージの受理や秘書および他エージェントへの応答(質問, 実行結果の報告等)のために言語プロトコルの配信データ表現形式のメッセージを生成する機能をもつ。

(2) 解釈モジュール

外部インタフェースにより受け取った情報の内容(入力文)を、内部インタフェースがもつ言語文に変換する。この際、入力文を言語によって記述された LAPI 内部の知識を参照しながらプランニングを行い、入力文の言い換えや情報の補完によって、アプリケーションのコマンドレベルに対応する言語表現まで変換する。

LAPI 内部の知識は大別すると、**タスク依存ドメイン知識**、**タスク独立ドメイン知識**、**タスク知識**によって構成されており、外部からの要求を実行可能な実装レベルの形式に展開するための知識や、アプリケーションの実行結果を外部へ報告する際に、形式表現から言語表現へ変換するために用いられる。(内部知識の詳細は[岩爪 02])。

ELC における究極目標の一つは、これらの知識を言語コーパスから自動獲得することであるが、現時点では、マニュアルなどの半構造化文書を元に、システム構築者が、タギングツールやエディタを用いて半自動で構築することを想定している。

(3) 内部インタフェース

秘書からの入力文は、アプリケーションの言語モデルに対応付けられ、最終的には実行可能なメソッドに対応した言語文の集合に翻訳される。内部インタフェースは、これら翻訳された日常言語文を実装レベルのコマンドに変換するための変換表により、最終的にソフトウェアの操作・実行を制御するモジュールである。

6.2 言い換えに基づくテキスト理解

言語アプリケーションが行うテキスト理解(二次理解)では、セミオティックベース利用を必ずしも仮定していない。ネットワーク上に多数の専門化されたセミオティックベースが配置された場合は、それらを利用することも可能であるが、

- ・専門化されたアプリケーションが使用する言語資源はクライアント秘書より限られている、
- ・アプリケーションごとに大規模なセミオティックベースを用意するのは開発の上で制約が大きい、

と言った理由から、LAPI 内の限られた言語資源を活用することで、受け取ったメッセージをソフトウェアにグラウンディングする手法を開発する方が、アプリケーション開発者への負担は少なく、現実的である。

そこで、我々は、語彙・文法制約に基づく言い換手の手法によって、入力文として与えられたテキスト内の名詞、名詞句を LAPI のもつオブジェクトを表現する名詞、名詞句に結びつけ、ソフトウェアを制御・実行する方法を検討した[岩爪 02b]。

図 7 では、秘書から言語アプリケーションに対し、

「文字をもう少し大きくしたい。」

という依頼が伝達された際に、言語アプリケーションは、内部知識と言い換えによって

「文字のサイズを Y にする。」

図 7 文法的制約による意味理解

と再解釈し直した後、この自然言語表現と既存アプリケーションの内部表現との変換を行い、処理を実行する。

関連研究

言い換えに基づく自然言語処理システムには、Hovy らの SUMMARIST[Hovy 97]システムがある。このシステムは、WordNet[WordNet]を概念階層として利用し、特定の語彙を抽象化することで、文書の要約を行う。

また、自然言語で書かれた知識を知識源としてそのまま利用する試みとしては、日笠らの対話的ヘルプシステムがある[日笠 99]。

また、既存のソフトウェアのエージェント化に関しては、

- (a)変換器法
- (b)コード挿入法
- (c)書換え法

の 3 種類の方法がある[Genesereth 94]。

(1)に関しては、FIPAのエージェントラッパーに関する仕様[FIPA 97b]があるが、ソフトウェアとの通信パラメータ等に関する仕様をまとめているのみで、具体的な設計指針は与えられていない。

(2)および (3)の手法は、既存のソフトウェアモジュール自体に変更を加えることで、エージェント化を実現するもので、ソフトウェアモジュール自体の能力を自由に高めることができるが、ソフトウェアモジュールのコードや内部構成が明らかになっていないと適用できない。また、仮にこれらが公開されていた場合も、エージェント開発者にとっての負担は大きい。

本研究では、最も適用範囲が広くかつエージェント開発者にとって負担の少ない、(1)の変換器法に焦点をあて、具体的な構成法や自然言語知識源の利用について今後も取り組む予定である。

7. 今後の展望と課題

この1年間では、ELC および LOS に必要となる基本要素の洗い出しとそれらを用いたミニマムシステムのデザインを行った。2年目以降は、これまでに作成してきたツール、プロトタイプシステム[杉本 02b]の改良を進める一方、以下の課題に着手する予定である。

(1) セミオティックベース構築

- ・言語資源(コーパス)の収集・整備
- ・タギングツール開発
- ・セミオティックベース資源の(半)自動獲得

(2) セミオティックベース応用アルゴリズム

- ・セミオティック駆動アルゴリズム
状況・意味・語彙文法ベース間の複雑な制約ネットワークを動的に取り扱うための手法
- ・状況に関する推論
状況内推論と状況自体に関する推論

(3) 日常言語による推論方式

- ・修辭的構造に基づく推論
- ・情報・知識の価値計算モデル

(4) 日常言語プログラミング

- ・言語による言語アプリケーションの機能追加・変更
- ・言語によるプログラム生成

(5) 実証システム

- ・知的ワープロ
- ・知的ヘルプシステム
- ・プロトタイプシステムを利用した対話評価実験

上記以外のテーマ以外にも、冒頭で示した応用分野(実環境への適用, 教育・学習, マルチモーダルインタフェース, 家電/その他のハードウェア, ビジネス応用)に従事または関心のある協力者を広く募りたい。

8. まとめ

本論文では, 近未来チャレンジLOSにおける, これまでの我々の取り組みについて述べてきた。今後の課題としては, 各コンポーネントが担当すべき機能の明確化, およびセミオティックベースによって分析される言語的特徴と各コンポーネントに含まれる知識, プラン, プロファイル情報などの対応を見通しよく記述する方法の検討があげられる。

これらの研究課題を含め近未来チャレンジLOSは, 従来のAIの様々な技術が大きく関わっており, 今後も多くの研究者の参画を期待したい。

参考文献

- [Deacon 97] Deacon, T.W.: The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain, Norton, 1997.
- [岩爪 02a] 岩爪, 小林, 伊藤, 高橋, 菅野: 日常言語コンピューティング - 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 -, 人工知能学会論文誌近未来チャレンジ特集, Vol.17, No.2, pp.181-185, 2002.
- [岩爪 02b] 岩爪, 小林, 伊藤, 高橋, 菅野: ラッパーエージェントのための自然言語に基づく API 構成法, エージェント合同シンポジウム 2002 (JAWS 2002), 2002 (投稿中).
- [小林 02a] 小林, 岩爪, 杉本, 岩下, 菅野: 自然言語をコンピュータの通信規約にした通信手法の提案, 3B-1, 2002 年度人工知能学会全国大会論文集, 2002.
- [小林 02b] 小林, 岩爪, 杉本, 岩下, 小澤, 菅野: 自然言語をコンピュータの通信プロトコルにする研究, ファジィ学会誌, Vol.14, No.5, 2002(掲載予定).
- [高橋 02] 高橋, 伊藤, 藤城, 菅野: セミオティックベースにおけるコンテキスト層の検討, 2B1-02, 2002 年度人工知能学会全国大会論文集, 2002.
- [杉本 02a] 杉本, 岩爪, 小林, 岩下, 菅野: 秘書エージェントのための対話管理とその適応機能, 2B3-02, 2002 年度人工知能学会全国大会論文集, 2002.
- [杉本 02a] 杉本, 岩下, 岩爪, 小林, 高橋, 伊藤, 菅野: 秘書エージェントのための状況依存対話モデル, エージェント合同シンポジウム 2002 (JAWS 2002), 2002 (投稿中).
- [杉本 02c] 杉本, 岩下, 岩爪, 小林, 菅野: 日常言語 OS のための対話管理とアプリケーションインターフェースの試作, 2F2-11, 2002 年度人工知能学会全国大会論文集, 2002.
- [岩下 02] 岩下, 岩爪, 小林, 杉本, 菅野: 日常言語コンピューティングにおけるクライアントモデルの提案, 3B1-03, 2002 年度人工知能学会全国大会論文集, 2002.
- [藤城 01] 藤城, 高橋, 伊藤, 菅野: "コンピュータ・ユーザとサポータの対話におけるジャンル構造と語彙文法的特徴 - 対話型ヘルプシステム構築に向けて -", 第 9 回日本機能言語学会秋季大会, 仙台, Oct. 2001.
- [伊藤 01a] 伊藤, 藤城, 高橋, 菅野, "コンピュータ・ユーザとサポータの対話におけるジャンル構造の分析: 対話型ヘルプシステム構築に向けて," 第 9 回日本機能言語学会秋季大会, 東北大学, 仙台, Oct. 2001.
- [伊藤 01b] 伊藤, 藤城, 高橋, 岩爪, 小林, 菅野, "人間同士の対話と人間 - コンピュータ間の対話の対照分析およびその対話処理技術への応用," 言語処理学会年次大会, 東京大学, 2001.
- [伊藤 02] 伊藤, 高橋, 菅野: "セミオティックベース構築のために既存の電子化辞書を最大限に活用する方法," 第 10 回日本機能言語学会秋期大会
- [MOUS] <http://mous.odyssey-com.co.jp/>
- [SysCoder] <http://www.wagsoft.com/Coder/index.html>
- [SysFun] <http://minerva.ling.mq.edu.au/Resources/AnalysisTools/Tools.htm>
- [KPLML] <http://www.fb10.uni-bremen.de/anglistik/langpro/kplml/README.html>
- [Multex] <http://minerva.ling.mq.edu.au>
- [Matthiessen 91] Matthiessen, C., Bateman, J.: Text-Generation and Systemic Functional Linguistics, Pinter, 1991.
- [Winograd 83] Winograd, T.: Language as a Cognitive Process: Syntax, Addison-Wesley, 1983.
- [McKeown 90] McKeown, K. R. et al.: Text generation in comet. In Dale, R., Mellish, C. S., and Zock, M. eds., Current Research in Natural Language Generation, 103-140. Academic Press, 1990.
- [Halliday 00] Halliday, M. A. K. (照屋訳): 意味のコンピューティング: これまでの経験とこれからの展望, 日本ファジィ学会誌, Vol.12, No.5, pp.614-634, 2000.
- [Schank 77] Schank, R.C., Abelson, R., Scripts, plans, goals, and understanding., Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.
- [Schank 82] Schank, R. C. 1982. Dynamic memory. Cambridge University Press, 1982.
- [Barwise 83] Barwise, J. and Perry, J.: Situation and Attitudes, MIT Press, 1983.
- [Austin 62] Austin, J. L.: How to do things with words. London: Oxford University Press, 1962.

- [Searle 69] Searle, J. R.: Speech acts: An essay in the philosophy of language. London: Cambridge University Press, 1969
- [Chu-Carroll 94] Chu-Carroll, J. and Carberry, S.: A Plan-Based Model for Response Generation in Collaborative Task-Oriented Dialogues, Proc. of the 12th AAAI, pp.799-805, 1994.
- [Causey 93] Causey, A: Planning Interactive Explanations, International Journal of Man-Machine Studies, Vol.38, pp.169-199.
- [Elzer 94] Elzer, S., Chu-Carroll, J. and Carberry S.: Recognizing and Utilizing User Preferences in Collaborative Consultation Dialogue. Proc. of the 4th International Conference on User Modeling, pp.19-24, 1994.
- [Carberry 01] Carberry, S.: Techniques for Plan Recognition. User Modeling and User-Adapted Interaction, 11(1-2), pp.31-48, 2001.
- [谷口 95] 谷口, 上原, 前川: 対話プランニングにおける複合事例適合メカニズムについて, 情報処理学会, 人工知能研究会資料, 95-AI-98, pp.75-84, 1995.
- [Uehara 96] Uehara, K. and Taniguchi, M.: A Reactive Case-Based Text Planning Approach, Proc. of 1996 International Symposium on Spoken Dialogue, pp.93-96, 1996
- [Sugimoto 02] Sugimoto, T., Ito, N., Fujishiro, F., Sugeno, M.: Dialogue Management with the Semiotic Base: A Systemic Functional Linguistic Approach., 1st International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, 2002(to appear).
- [Iwashita 02] Iwashita, S., Sugimoto, T., Ito, N., Kobayashi, I., Iwazume, M., Takahashi, Y., and Sugeno, M.: "A Client Model in Everyday Language Computing", 1st International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, 2002(to appear).
- [熊本 99] 熊本: 自然言語対話システムにおける協調的応答の生成, ユーザモデリングと適応的インタラクション, 人工知能学会誌, Vol.14, No.1, pp.3-10
- [Kaplan 82] Kaplan, S. J.: Cooperative Responses from a Portable Natural Language Query System, Artificial Intelligence, Vol.19, No.2, pp.165-187, 1982.
- [山田 94] 山田, 溝口, 原田: 質問応答システムにおけるユーザ発話モデルと協調的応答の生成, 情処学論, Vol.35, No.11, pp.2265-2275, 1994.
- [Chin 89] Chin, D. N.: Modeling What The User Knows in UC, in Kobsa, A. and Wahlster, W. Eds., User Models in Dialog Systems, pp.74-107, Springer-Verlag, Berlin, 1989.
- [高野 95] 高野, 平井, 北橋: 献立データベースにおける自然言語インタフェースについて, 人工知能学会研資, SIG-SLUD-9502, 2, pp.8-15.
- [Hovy 97] Hovy, E. Lin, C.: Automated Text Summarization in SUMMARIST. In Proc. of the ACL Workshop on Intelligent Scalable Text Summarization, pp.18-24, 1997.
- [WordNet] <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>
- [Maes 94] Maes, P.: Agent the reduce work and information overload, communication of the ACM, Vol.37, No.7, pp.30-40, 1994.
- [Nagano 94] Nagao, K. and Takeuchi A.: Social interaction: Multimodal conversation with social agents, In Proceedings of AAAI-94, pp. 22-28, The MIT Press, 1994.
- [Beners-Lee 99] Berners-Lee, T.: Weaving the Web, <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/Weaving/>, 1999.
- [KQML 93] Specification of the KQML Agent-Communication Language-plus example agent politics and architectures, by The DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group, 1993
- [FIPA 97a] FIPA: FIPA'97 Specification: Part2: Agent Communication Language, <http://www.fipa.org>, Foundation for Intelligent Physical Agents, 1997.
- [FIPA 97b] FIPA: FIPA'97 Specification: Part3: Agent Software Integration, <http://www.fipa.org>, Foundation for Intelligent Physical Agents, 1997.
- [日笠 99] 日笠, 藤井, 黒橋: 入力質問と知識表現の柔軟なマッチングによる対話ヘルプシステムの構築. 情報処理学会研究会 自然言語処理研究会, 134-14,, 1999.
- [Genesereth 94] Genesereth, M. R. and Sketchpcl, S. P.: Software Agents, Commun. ACM, Vol.37, No.7, pp.48-53, 1994
- [橋田 94] 橋田, 宮田, 長尾: 確率的制約プログラミング. 情報処理学会人工知能研究会(SWoPP, '94), Vol.94, pp.49-58, 1994.
- [GDA] <http://www.i-content.org/gda/>
- [中島 96] 中島: 情報統合のための有機的プログラミング. 人工知能学会誌, Vol.11, No.2, pp.27-34, 1996.
- [中島 90] 中島: 状況を対象とした推論. 人工知能学会誌, Vol.5, No.5, pp.588-594, 1990.
- [Hasan 99] Hasan, R: Speaking with Reference to Context, Mohsen Ghadessy (ed.) Text and Context in Functional Linguistics, John Benjamins, 1999
- [Halliday 99] Halliday, M. A. K. and C. Matthiessen: Constructing Experience Through Meaning: A Language Based Approach to Cognition, Cassell Academic, 1999.

〔担当委員: 阿部 明典〕

2002 年 9 月 2 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 年より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、ソフトウェア学会、機能言語学会各会員。

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。

杉本 徹 (正会員) 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 研究員。1989 年 3 月 東京大学理学部数学科卒業。1991 年 3 月 東京工業大学大学院理工学研究科情報科学専攻修士課程修了。1995 年 3 月 東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻博士後期課程修了。同年 4 月から 2001 年 3 月まで東京理科大学理工学部情報科学科助手。2001 年 4 月より現職。自然言語理解に関する研究に従事。博士 (理学)。情報処理学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会各会員。

博士 (理学)。情報処理学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会各会員。

岩下 志乃 (非会員) 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 研究員。1996 年 3 月 筑波大学第三学群工学システム学類卒業。2001 年 3 月 同大学院博士課程工学研究科知能機能工学専攻修了。同年 4 月より現職。感性情報、個人化、ヒューマンインタフェースに関する

研究に従事。博士 (工学)。1999 年 日本ファジィ学会奨励賞受賞。日本ファジィ学会、ヒューマンインタフェース学会、日本感性工学会各会員。

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。

伊藤 紀子 (非会員) 2000 年神戸大学大学院文化科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。

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、米国ヘリコプタ学会各会員。