

動的環境における不完全情報に対応する ユーザコミュニケーションシステムの開発研究

学位論文内容の要旨

近年、情報端末の普及とそのモバイル化が急速に進んでいることから、操作に馴染みのないユーザによる様々な環境での利用に対する方策が、情報端末側にも求められている。特に、ユーザとのメッセージのやり取りを担うコミュニケーションシステムがますます重要になってきており、その構築においては、次の2つの要因が無視できなくなっている。一つは文脈やコミュニケーションの状況に影響を与える環境やユーザの内的状態等が変化し得ることに起因する動的要因であり、もう一つはコミュニケーションから直接得られる情報だけではメッセージの意味や意図を十分に理解し得ないことに起因する不完全要因である。本論文では、この2つの不安定な要因の下でコミュニケーションシステムが機能するための仕組みを提案し、それらを複数の実験的なシステムの構築を通して議論する。

これまでに報告、提案されたコミュニケーションシステムでは、コミュニケーションの内容や手順を制限し、動的要因や不完全要因への対応を避けているものが多い。不完全要因に対しては、ゴール・プラン知識（コミュニケーションに際してユーザが保持していると想定される目標（ゴール）や計画（プラン）に関するシステム側の知識）や、マルチメディア情報等を利用する方法があげられるものの、それらに基づくアプリケーションを概観する限り、表面的に情報を補完する以上の処理は行われていない。動的要因に対しては、例えばカーナビゲーションシステムのように、モバイル環境において外界の情報を積極的に取り入れる情報端末の研究はあるが、コミュニケーションの流れや手順までも追従するものは少ない。さらに、コミュニケーションにおいて、動的要因と不完全要因は相補的關係にあることが少なくないが、その両者を同時に扱う研究は、ほとんど報告されていない。

従来の研究のように個別の技術の利用では、動的要因を誘発するような動的環境において、不完全要因の基となっている不完全情報を適切に扱うことには限界がある。そこで、本論文では以下の5つの方法を検討するとともに、これらの有機的結合に着目した。i) ゴール・プラン知識を、仮説生成・管理機構と組み合わせて利用すること。ii) ユーザの空間位置に対応してゴール・プラン知識を、空間情報・知識と組み合わせて利用すること。iii) コミュニケーション過程で、感情情報や社会的関係に関連する情報を扱うこと。iv) 表現方法として自然言語テキスト情報以外のメディア情報を扱うことができるようにすること。v) ユーザや環境の変化に対応して、コミュニケーションシステムのプランニングもダイナミックなものにすること。

本論文は9つの章から構成されている。本論文の主要部である第3章から第8章のうち、第3章から第5章では動的要因と不完全要因に対応する基礎技術研究が、第6章から第8章ではそれらの要因への対応が考慮されたアプリケーション研究が扱われている。

第1章では、本論文の目的、背景、章構成について述べている。

第2章では、第3章以降の準備としての基礎的知識や従来研究を述べている。

第3章では、動的要因に対して、プランニング機構が機能するための基礎研究として「変化する外界に対応したダイナミックなプランニング」が扱われる。プランニングは知的システムに共通する基本的な能力で、ここではルートプランニングが課題として用いられるが、この仕組みは後に述べる第7章の発話プランニングにも応用される。

第4章では、知識の不完全要因に対して、コミュニケーションシステムが機能するための基礎研究として「仮説生成推論機構を用いた未知語を含む文の解析」が扱われる。仮説をコミュニケーションシステムの枠組みの中で利用することは非常に意義があり、不完全情報だけでなく、動的環境への対応にも役立つ。この章では構文解析と意味解析が課題となっているが、第7章では、ユーザの意図やゴールを仮説で表現するような応用がなされている。

第5章は、コミュニケーションシステムが発信するメッセージにおける不完全要因に対して、社会的相互作用に関する情報を利用するための基礎研究として「述語複合体の解析・生成とその表現」が扱われる。日本語の述部はニュアンス等を伝えるという意味で不完全要因に深く関わっている。ここでは、活用文法を用いず、語と語の膠着性という観点から述部を構成し直した述語複合体の構造が計算機処理に向いていることに注目し、文脈自由文法を基礎とした知識表現とアルゴリズムとして構成し直されている。

第6章では「類似画像検索を用いた目的地決定支援システム」について述べている。このシステムは、伊豆地方の風景画像とそれに関連する情報のデータベースに対して、ユーザが類似画像検索、位置範囲指定検索、カテゴリー検索等を組み合わせて利用できるようにすることで、不完全要因に対応している。必ずしも、ユーザが複数種類の検索キーを明示的に指定しなくてもよいように、システム側が自動的に、関連する情報を含めた検索を行っている。例えば、ユーザがある画像を検索キーとして選択した場合でも、その画像情報に加えて、その画像の意味情報を利用したカテゴリー検索が同時に実行されるようになっている。

第7章では「札幌市中心街の道案内システム」について述べている。このシステムは、札幌市中心街の店の紹介や、その店までの移動方法をユーザに案内するもので、特に、コミュニケーションの過程でユーザのゴールが変化するという動的要因に対応する。具体的には、明示的に発話文に示されていなくてもゴールの変化が検出できるように、文脈管理の中で、推測されるユーザのゴール内容の矛盾に注目する方法が示されている。ここで推測されるゴールの内容は仮説として表現されている。

第8章では「空間位置情報とゴール・プラン知識をダイナミックに用いた対話システム」について述べている。このシステムは、ゴルフ場における初級ゴルフプレイヤーをユーザとし、そのユーザが必要だと思われる情報を音声対話によって提供するシステムである。特に、アウトドアで活動するユーザとコミュニケーションする中で、ユーザの移動や、状況から明らかな情報が省略されていることに対応するために、空間情報とゴール・プラン知識に基づくトップダウン情報とボトムアップ情報を照合する発話文解析方法が述べられる。また、その手法は音声認識装置から得られる認識結果を補正することにも利用されている。

第9章では本論文のまとめと今後の課題を述べている。

学位論文審査の要旨

主査	教授	水田	正弘
副査	教授	佐藤	義治
副査	教授	栗原	正仁
副査	教授	赤間	清
副査	助教授	南	弘征

学位論文題名

動的環境における不完全情報に対応する

ユーザコミュニケーションシステムの開発研究

近年、一般ユーザの拡大やモバイル化を背景として、情報機器においてユーザとのコミュニケーションを担うコミュニケーションシステムの役割が、ますます重要視されるようになってきている。特に、次の2つの不安定要因に対応する方法が重要な課題となっている。一つは、コミュニケーション環境やユーザの内的状態の変化（動的要因）であり、もう一つは、メッセージの表面的な処理だけでは、その意味や意図を理解するのに不十分であるということ（不完全要因）である。この2つの要因は、互いに絡み合いながら、コミュニケーションシステムにおけるメッセージの処理をより困難にしている。

本論文は、従来、十分整理されてこなかった動的要因や不完全要因の性質を明確にした上で、これらの要因下でコミュニケーションシステムが有効に機能するための仕組みを、著者が作成した具体的なシステムを通して述べている。このような研究領域について、マルチメディア情報の利用にフォーカスした研究は多数あったが、メッセージ自体の深い意味処理についてはほとんど着目されてこなかった。本論文では、仮説生成推論、空間知識・情報、ゴール・プラン知識（ユーザが保持しているであろうと予想されるゴールやプランに関するコミュニケーションシステム側の知識）、擬似感情表現等を用いる方法が提案されている。

本論文は9つの章から構成されているが、その内容から4つの部分に分けられる。つまり、導入となる第1章と第2章、基礎研究について述べられた第3章から第5章、アプリケーション研究について述べられた第6章から第8章、そしてまとめとしての第9章である。各章の内容は以下の通りである。

第1章では、本論文の目的、背景、章構成に加え、動的要因と不完全要因の性質がまとめられている。第2章では、コミュニケーションシステムの基礎的知識や適応的ユーザインタフェース、マルチモーダル化、擬人化エージェント等に関する従来研究が述べられている。

第3章では、環境変化による動的要因に対して、プランニング機構がダイナミックに機能するための仕組みが扱われている。プランニングは知的システムに共通する基本的な能力であるが、本論文においてはルートプランニングが課題として用いられている。第4章

では、コミュニケーションシステムがユーザのメッセージを解析するのに十分な知識を有していない場合の不完全要因に対して、仮説生成推論を応用する方法が扱われている。具体的な適用課題として、未知語を含む文の構文・意味解析が説明されている。

第 5 章では、発信すべきメッセージに間接的な表現を利用するための基礎研究の一つとして、日本語の述部の生成方法が扱われている。日本語の述部はニュアンス等を伝えるという意味で不完全要因に深く関わっており、本論文では活用文法を用いず、語と語の膠着性という観点から述部を構成し直した述語複合体の知識表現と生成アルゴリズムが述べられている。

第 6 章では、類似画像検索を用いた目的地決定支援システムについて述べている。具体的には、従来の類似画像検索に対して、画像の意味情報を自動的に取り込んだ結果を出力する仕組みについて説明がなされている。第 7 章では、札幌市中心街の道案内システムについて述べている。このシステムは、コミュニケーションの中でユーザのゴールが変化するという動的要因に対応するため、仮説生成推論とゴール・プラン知識を組み合わせで用いている。また、文脈に対応してシステムから、擬似感情に基づく顔画像のコントロールが行えるようになっている。第 8 章では、ゴルフ場においてプレイヤーに必要な情報を音声対話によって提供するシステムについて述べている。空間知識・情報とゴール・プラン知識をダイナミックに用いることにより、アウトドアで活動するユーザが発する曖昧なメッセージを解析することができるようになっている。また、その手法は音声認識結果を補正することにも利用されている。

第 9 章では本論文の総括がなされ、今後の課題が述べられている。

これを要するに、著者は、不安定なコミュニケーション要因の下で、仮説生成推論、ゴール・プラン知識、擬似感情情報、空間知識・情報を効果的に組み合わせで利用する方法を開発し、その有効性を示したものであり、ユーザインタフェースやコミュニケーションに関連する情報技術の発展に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。