

高知大学大学院総合人間自然科学研究科

理学専攻応用理学コース情報科学分野

2010年度修士論文要旨

歩行支援ロボットの開発に向けて

応用理学コース 情報科学分野 高橋 育子

近年、日本では高齢化が進み、現在(平成 22 年 9 月 15 日推計)では 65 歳以上の高齢者人口は 2944 万人で、総人口に占める割合は 23.1%となり超高齢化社会に突入している。そんな中で、介護者の不足や介護者への精神的・体力的な負担、介護を行う家族もまた高齢者であるという老老介護などの問題が発生している。その問題を解消するために、多様な介護・介助ロボットが開発されている。しかしロボットの実用化に向けては、安全性や柔軟性、重量、コストなど様々な問題がある。

高齢者の中には身体的衰えのある人が多く、下肢の筋力や関節の機能低下は年齢と共に必然的に起こり、歩くことが困難になり下肢を運動させる機会が減少してしまう。そこでいろいろな歩行支援ロボットの開発が行われてきたが、これらは力をサポートすることが目的であり、対象者自身がバランスをとるということについてはあまり考えられていない。しかし人間が歩行するには力に加えバランス感覚も重要になる。そして、人間の感性に近いバランス制御を行うには柔軟性やロバスト性が必要である。

本研究では、人間が得意とする「あいまいさ」を扱うことができる Fuzzy 制御を用いて、バランスを取りながら歩行を助け、日常生活で使えるロボットの提案を目標とした。提案する歩行支援ロボットの形状は、足の付け根、おなかの横の部分に左右 2 個ずつ計 4 個モータとセンサもしくはカメラを取り付ける。これにより現在の姿勢情報を取得し、モータがモータと繋がっているフレームを動かすことで、パワーアシストやバランス制御を行う。また歩行支援ロボットで重要となるのは、外乱に強く柔軟性の高いバランス制御であると考え、歩行支援ロボットの前段階として、本研究室で作成していた自走式倒立振子を用いて、正しい姿勢情報の取得と Fuzzy 制御を用いた外乱に強いバランス制御についての考察を行った。その結果、外乱に強いバランス制御を行うには、ハード面では、使用するセンサやセンサの位置を正しく決めることによって、現在の正しい姿勢情報の取得をすることが重要であることがわかった。倒立振子ではジャイロセンサを用いて角速度を計測し、現在の姿勢情報の取得を行った。また、ソフト面では制御時間が重要である。制御時間を長くすると制御が遅れる、しかし反対に制御時間を短くすると制御は細くなるが、細くなり過ぎるとなめらかな制御はむずかしくなるため適切な制御時間にしなければならない。Fuzzy 制御を用いた制御の場合、制御時間を抑える為にはルール数、分割数を制限し、それに合ったメンバーシップ関数を設定しなければならない。それとともに、外乱に耐えるには状態が大きく乱れたときと安定領域内のときのルールベースをわける必要があることがわかった。

FDLによる組込みソフトウェア開発ガイドライン

応用理学コース 情報科学分野

多和田 侑

近年、様々な研究機関でファジィ理論を応用したシステム（ファジィシステム）が開発されている。ファジィシステム開発時の問題として、ファジィ理論による推論（ファジィ推論）の実装方法が異なる、ファジィシステムの性能比較ができない、ファジィ推論により得られた知識を活かす事ができないなどが挙がっていた。そこで、それらの問題を解決するためにファジィシステム開発用言語として、ファジィシステム記述言語（FDL：Fuzzy systems Description Language）の言語仕様が策定された。

FDLの言語仕様はC言語の言語仕様を基礎としている。そして、ファジィシステムの開発に必要なファジィ集合、ファジィ演算、ファジィ推論記述を実装できるようにC言語の言語仕様を拡張している。FDLの言語仕様をC言語の言語仕様を基礎とすることで、FDLを用いてシステム開発をする際にC言語の既存の資源を活用できる。FDLの処理系はFDLの言語仕様がC言語を基礎としていることもあり、FDLのプログラムソースをC言語のプログラムソースへと変換する仕様となっている。従って、様々なアーキテクチャ向けに開発されているC言語の処理系を利用することが出来るため、FDLの処理系の規模を最小限に抑える事が出来る。現在はWindows, Linux, MacOSなどの一般的なOS環境のUNIX環境上でfdltocを用いたシステム開発が可能である。

ファジィ理論は組込みシステムでも利用されており、ファジィ推論を応用したファジィ制御の研究が多くの研究機関で行われている。組込み分野はファジィ制御の得意とする分野であることから、FDLによる開発の利点が組込みソフトウェア開発で発揮されるのは明らかである。また、今までの組込み系CPUの処理能力の関係からFDLによって開発されたファジィシステムを組込み系ハードウェア上で運用することは難しかったが、現在の組込み系CPUは飛躍的に処理能力が向上している。

本研究ではFDLによるファジィ推論を利用した組込みソフトウェア開発について考察を行った。FDLの言語仕様と処理系、及びFDLライブラリ関数が組込みソフトウェア開発に対応できるかを検討し、FDLの処理系とFDLライブラリ関数の改良、そして、FDLによる組込みソフトウェア開発のガイドラインを提案する。

本研究でのFDLの処理系とFDLライブラリ関数の改良により、FDLによるソフトウェアのリソース量の増大を削減する。そして、組込みソフトウェアでは処理時間と処理効率、リソース量が重要視されるため、本研究で提案する開発ガイドラインは、処理時間とリソース量に重点を置いてそれらの効率的な削減方法について提案する。この開発ガイドラインに沿ってFDLを用いて組込みソフトウェア開発を行えば、従来の手法による開発よりも開発時の工程を軽減することが可能であり、FDLによる開発の利点を活かしながら組込みソフトウェア開発をすることが出来る。

医療情報用分散データベースシステムの研究

応用理学コース 情報科学分野 趙 シン

近年、病院で管理されているデータベースは、機密レベルの高い個人情報
が記録され、さらに、それぞれの病院では異なるスキーマで設計された
システムが導入されている。このため、病院間で患者に関する情報交換を
行うには技術的に困難な問題であった。一方、患者の視点からは、病気の
重症度や治療の進行によって転院しなければならない場合があり、本人の
診療情報を他病院に転送する要望がある。

このため、異なるオペレーティングシステムや異なるデータベースで構
築された病院システム間で円滑にデータ交換を可能とする仕組み作りが必
要である。

本研究では、患者の要望に応じて、各病院の異なるオペレーティングシ
ステムや異なるデータベース設計で構築された病院情報システム間でのデ
ータ交換を容易に行える技術を確立することである。また、各病院では患
者のプライバシーを保護するため、患者個人の認証と病院管理者の認証に
より情報交換の許諾を行える環境を構築する。これらの要件を満たすデー
タ交換の Protokol 及びデータ交換を行う基本的なオブジェクト等の提案
と設計及びその評価を目的とする。

具体的なデータ交換方法としては、異なるデータベース環境として、リ
レーショナルデータベース (RDB) を基本とした SQL Server により構築さ
れたデータベースとオブジェクト指向データベース (OODB) を基本とし
た Caché により構築されたデータベースとの間およびユーザ間の通信イン
ターフェースを実現するため、SOAP (Simple Object Access Protocol)
を利用してシステムを設計し、その一部を実装した。SOAP とは、分散ネ
ットワークにおいて XML ベースのデータを交換するための Protokol で
あり、SOAP の Web サービスのソフトウェアを利用した。

提案するシステムにより、従来の TCP/IP と HTTP を用いたデータベー
ス間のデータ交換システムの開発に比較して、短期間でシステム開発を行
うことができた。また、異なるオペレーティングシステムや異なるデータ
ベース間において、容易にデータ交換が行えるソフトウェアとして利用で
きることを実証した。このソフトウェアは、クライアントとサーバ側のア
プリケーション開発において、通信 Protokol を意識させないオブジェク
ト開発を可能とし、効率的なシステム開発が可能であることが分かった。

手話トレーニングマシンの開発に向けて

応用理学コース 情報科学分野 辻 由彦

近年、日本では約 343,000 人の聴覚障害者の方がおり、(平成 18 年 : 障害保険福祉研究情報システム調べ) 裁判員制度への参加も例外ではなく、聴覚障害者の活躍の場は年々広がりがつつある。聴覚障害者と健常者のコミュニケーションを取る方法としては、手話・点字・筆談・読唇術などがあげられる。本研究ではその中でも最もポピュラーな手話に注目して手話入力システムの開発を行っている。この手話入力システムとは、手話の動作を読み取り、言葉に変換するシステムのことである。日立製作所が同じく裁判員制度での聴覚障害者のサポートのために、2010 年 5 月から、裁判でよく使われる用語を手話アニメーションで表示するアプリケーションを無償提供しているが、それでは聴覚障害者への一方通行なコミュニケーションになってしまうため、意思疎通には不十分であると考えられる。本研究では、手話入力システムとして手話認識装置と手話トレーニングマシンに注目した。手話認識装置は、手話を翻訳して、テキスト化し、手話を使えない人とコミュニケーションを取る事を目的としたものである。手話トレーニングマシンは手話の学習をサポートする事を目的としている。手話トレーニングマシンでは予め学習者の入力が予測できるので、手話の文法的な意味合いを考慮する必要が無い事から、手話認識装置の前段階として研究を行っている。手話トレーニングマシンは登録してある教師データと、ユーザからの入力データを比較、その違いを提示して手話の学習を手助けする事が主な機能である。その提示方法は、3次元空間での手の動きをCGで再現し、教師の動作と学習者の動作を重ねて表示、その際動作の違いを強調表示することにより、学習者に対して相違点を明示する事により、改善点の派遣を促し効率的に学習を支援するという方法である。学習者の手話を効率的・効果的に評価するという点から、非常に実践的な学習方法として位置づけられる。

一般に手話認識システムに利用される手の動作を読み取る装置は、複眼カメラで手を撮影し、画像処理やモーションキャプチャ等で手の動きを読み取る手法と、手袋状になっていて各間接部分などの状態を読み取る手法の2つに大きく分類され、これらを総称してデータグローブと呼ぶ。本研究では手話において必要不可欠な3次元での情報取得に加え、ノートパソコンと簡易なデバイスのみを用いる事で携帯性を考慮した手話トレーニングマシンの開発を目標とした。そこで、3次元的なデータについては3軸加速度センサ、手の形状については曲げセンサ、手の裏表や位置情報を取得するためにノートパソコンなどに内蔵されるwebカメラを用いてシステムの構築を行った。

プレゼンテーション構造に着目した プレゼンテーション・リハーサルにおける議論フェーズ支援環境の構築

応用理学コース 情報科学分野 西森 博紀

1. はじめに

近年、大学などの教育現場ではプレゼンテーション・リハーサルが日常的に行われている。プレゼンテーション・リハーサルは同僚や仲間内からの批評をもとにプレゼンタに知識の不十分さや不適切さに対する気づきを与えることで、プレゼンタの知識を洗練化する機会である^[1]。したがって、プレゼンテーション後に行われる議論において、プレゼンタが改善に必要な結果を十分に得ることが重要である。しかし、プレゼンテーション・リハーサルにおける議論を対象とした研究事例は少ない。そこで、本研究では効果的な議論を行うために、改善すべき議論フェーズの諸問題を考察し、問題を解決するための支援方法の検討、及び、検討に基づいた計算機援用による支援環境を構築した。

2. リハーサルにおける議論の問題

本研究では、リハーサルにおける議論を効果的に行うための支援環境の実現を目的としている。そのために、以下に示す問題を改善することが望ましい。

- (1) 指摘意図の正確な伝達が困難
- (2) 議論内容の重複による議論時間の浪費
- (3) 全レビューからの指摘の収集が困難
- (4) 議論結果の記録の不備による改善作業の不十分さ

3. 議論支援方法の提案

3.1 支援環境に必須となる基本機能

本研究では、前章の問題を解決するアプローチとして、以下に示す支援環境に必須となる基本機能を検討した。これらの機能は、参加者全員がパソコンを持ち、ネットワーク環境整備下でリハーサルを行うことを前提として実現される。

- (1) 指摘の記録・収集と発表状況の記録
- (2) 指摘箇所の分布を把握した議論項目の選択
- (3) 容易な指摘に関連するリソースの参照
- (4) 参加者全員が把握した議論結果の記録・整理

これらの機能を実現することで効果的な議論を行うための支援環境を構築する。(1)は既に研究室内で開発されているリハーサル支援システムによって実現されている^[2]。したがって、リハーサル支援システムで得られたリソースを活用して他の機能の実現する。そこで、本研究ではプレゼンテーション構造に着目した議論支援方法を提案した。

3.2 プレゼンテーション構造を用いた議論支援方法

プレゼンテーション構造とは、プレゼンテーションの構成を階層構造で表現したものであり、プレゼンテーションのタイトル、役割、スライドの順に階層化されている。このプレゼンテーション構造を用

いることで、基本機能(2)～(4)の実現が可能だと考えた。(2)、(4)に関しては、構造上に指摘や議論結果の記録を視覚化して関連付けることで、分布の把握や整理が可能となる。(3)に関しては、構造上に関連付けられた指摘を選択した際に、リハーサル支援システムで得られる指摘に関連したリソースを提示することで、プレゼンタへの指摘や改善案の検討を円滑に行うことができる。

構造や指摘内容はプレゼンテーション毎に異なるため、スライドからの構造の抽出や構造に対する指摘の関連付けを自動化することは難しい。したがって、本研究では議論中での支援に加えて、議論支援の準備段階としてプレゼンタによる構造作成と各レビューによる指摘の関連付けを検討した。

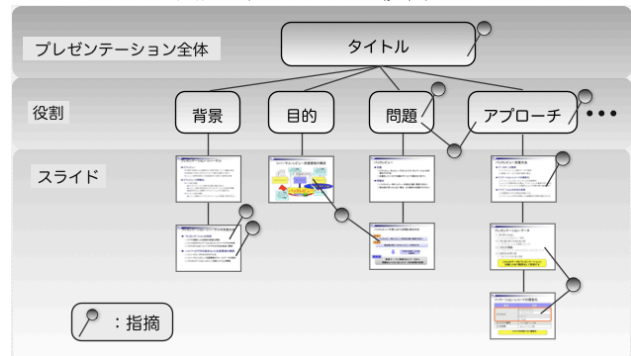


図 プレゼンテーション構造を用いた指摘の整理

4. 議論支援システムの開発

本研究では、前章で提案した議論支援方法に基づいたプロトタイプシステムの開発を行っている。プロトタイプシステムには、リハーサル支援システムに加えて、プレゼンタの構造作成用ツール、ピアの構造への指摘関連付けツール、議論中に構造や指摘に関連するリソースの提示と議論結果の記録を行う議論用ツール、それらを連携する議論サーバを試作した。

5. おわりに

本研究では、プレゼンテーション・リハーサルにおける議論支援方法を提案し、それを実現するためのプロトタイプシステムの開発を行った。本システムを利用することで、効果的な議論を行うための支援環境を実現できた。

参考文献

- [1] A.Kashihara & S.Hasegawa: "LearningBench: A Self-Directed Learning Environment on the Web", Proc. of ED-MEDIA2003, pp.1032-1039, 2003
- [2] R.Okamoto, & A.Kashihara: "Presentation Review Supporting Environment with Realtime-created Hypervideo Technique", Proc. of International Conference on Computers in Education (ICCE 2007), November Hiroshima, JAPAN, 2007

LSI レイアウト設計における全組合せ検索配置法と ECO 最適化法に関する研究

応用理学コース

情報科学分野

宮城 悠

高度情報化を支える LSI (大規模集積回路) 設計技術は, 近年になり性能劣化と設計効率低下の問題に直面している. 高性能で安価な電子機器の実現は, コア部品となる LSI の半導体メーカーによりムーアの法則に沿う微細加工技術による多機能化, 高速化および低消費電力化が支えてきた. しかし回路の大規模化は, 従来自動設計手法の解の品質低下を生じさせる. 回路性能を向上させるため, より高品質な最適化手法の研究が求められている. また, 回路規模が大きくなるにつれて設計ミスも増加する. さらに加工微細化に伴って“DSM 問題 (DeepSubMicron)”, 即ち設計後に予想できない信号遅延や電圧降下などの性能劣化問題も表面化する. そのため近年の LSI 設計では繰り返し修正 (Engineering Change Order:ECO) が必須となり, その設計効率向上の研究が求められている.

本論文は, レイアウト配置設計における高品質な最適化手法と, LSI 設計全体における ECO 最適化手法についての研究である.

LSI 設計におけるレイアウト配置問題は, LSI 回路の全配置素子をチップ (レイアウト領域) 上に, 回路の全配線が最短となるような位置を決める問題である. 厳密な最適配置解を得るには, 素子 N 個の位置の全並び替えの組合せを調べて配線長が最短となる素子位置を探せばよいが, その問題のクラスは NP 完全となるため現実的ではない. そこで従来は, 近似最適化手法, 例えばシミュレーテッドアニーリング法 (SA 法) やペアワイズ交換法に基づく配置手法が用いられている. しかし, これら従来手法では, 素子数が増大すると近似解の品質が低くなる. 本論文では, 部分的に配置組合せ全てを調べて最適化する新たな配置手法を提案する. $M!$ が計算可能な範囲の素子群 (部分素子数 $M \in$ 全素子数 N) では, 配置組合せ全てを調べて最適化することができる点に着目した方法である. 簡単な回路データの配置実験で調べたところ, N が 16 個程度までの回路で, 2 秒に満たない処理時間で厳密解を得られることが判明した. N が小さい範囲では有効であることから, 従来法と併用 (ハイブリッド) アルゴリズムとして使うことで品質向上が図れそうである.

LSI 設計フローにおける ECO 最適化問題は, いくつかで構成される LSI 設計段階において, 回路修正をどの段階まで戻って行うかを決める問題である. 厳密に最適な段階を求めるには, 全ての設計段階をやり直せばよいが, 設計長期化や設計コスト増大となるため現実的ではない. そこで従来は, 人手による経験などに頼り修正段階を決定している. しかし, 人手による方法は不確実なため, 修正が十分でない場合も生じ, さらなる修正が必要となる. 本論文において, 配置設計段階における ECO の改善効果の推定による新たな ECO 最適化手法を提案する. ランダム配置から配置 ECO を推定し, ECO 最適化を目指すものである. 先ほどの簡単な回路データの部分領域内において, 配置の一部分についてランダム配置と配置 ECO の相関を調べ, 両者に強い相関があること, ランダム配置が極短時間でできることから部分領域の配置 ECO を推定できることを明らかにした. また, 任意の領域での配置 ECO 推定手法も示した. その結果, 本手法は, 先ほどの簡単な回路では配置 ECO を精度よく推定できることを示した.

本研究により新たな配置改善手法および新たな ECO 最適化手法の提案により, 今後の LSI (大規模集積回路) 設計技術における性能向上と設計効率向上が期待できる.