

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330273

研究課題名(和文) 多変数システム制御のための多次元ファジィ集合構築支援システム

研究課題名(英文) Multi dimensional fuzzy system editor to handle multi variable systems

研究代表者

西野 順二 (Junji, Nishino)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号：00281030

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、身の回りの問題は多変数複雑システムであると考え、多次元ファジィ集合によって分かりやすく効率良く問題解決するための、多次元ファジィ集合の生成、編集、利用法について明らかにした。ロボット操作やサッカーの認識など10次元から46次元までの様々な問題について、タブレットインタフェース、多様体モデル、パーシステントホモロジーの利用を多次元ファジィシステムに統合し、その効果をたしかめた。

研究成果の概要(英文)：Our daily life matters are described with many number of variables as a complicated system. Multi-Dimensional fuzzy system is a new way to handle such complicated systems, using Konohen-fuzzy modelling and reasoning. We make it clear how to handle a huge sized multi dimensional fuzzy set, to edit, and to use. Forexample 10-DOF humanoid robots and 46-DOF macroscopic modelling of soccer games are targeted. Tablet system to edit multi dimensional fuzzysset, manifold model of fuzzy sets, and persistent homology calculation to determin topological model are examined and used to solve problems. We show the effectiveness of proposed methods with experimental results.

研究分野：ソフトコンピューティング

キーワード：ファジィ集合 多変数システム タブレット 多様体 パーシステントホモロジー

1. 研究開始当初の背景

社会における計算機の出現とシステムの複雑化が進み、とくに多変数システムの効果的な理解と利用が必要とされている。ファジィシステムは複雑なシステムを人の直感にもとづく柔らかな情報処理によって扱う手法であるが、これまでは多次元システムの表現に不足があった。

従来の多変数問題に対しては、ファジィ推論規則の前件部(条件部)にすべての変数についての命題を論理積による連言として記述してきた。この手法のメリットはシステム構築者が変数単位での直感を活かせるところにある。一方で連言命題は問題空間を直積として記述するため、詳細に書き表すとき、規則数の組み合わせ爆発を起こし十分な記述ができなくなるデメリットがあった。

多次元ファジィ集合は多次元空間における個々の部分空間に対する意味づけの表現であり、問題にたいする複雑な概念知識を直積に分解されずに統合した一つのファジィ集合で表現できる特徴があり、これを用いる方法が検討されてきた。

この多次元ファジィ集合を用いるときの課題として、多変数多次元空間であるためシステム構築者の直感がはたらきづらい、システムの調整をするときに多次元空間のファジィ集合が視覚的に提示できないという問題があった。

2. 研究の目的

多変数システムを的確にモデリングする多次元ファジィシステムのより効果的な利用を促進するため、システム表現の根幹となる多次元ファジィ集合の効率のよい生成と編集を目的とした。

主たる課題は多次元空間における集合やサンプル点群の直感的な扱いであり、これを解決する手法として、近年発達の著しいタブレットインタフェースの利用の検討が第一の目的である。

また、研究の進展によって数理的に多次元ファジィ集合が持つ幾何的構造の重要性が明らかとなり、これを計算機的に解決するための、計算機幾何学の様々な手法の検討を副次的な目的とした。

3. 研究の方法

目的を達成するため、具体的な多変数複雑システムについて、多次元ファジィシステムを利用した問題解決をすることで、ファジィ集合の生成と編集における課題を洗い出し解決する方法を取った。

多次元ファジィ集合の生成と編集を新た

な方法で行うため、まず多次元インタフェースである多点入力タブレットを用いたシステムの開発と原理の構築を行った。実際のモデルに対し、2次元でしか表示できないスクリーンと、10点までの多点入力が可能なタブレットの特性のすり合わせを、CGエディタや各種データ編集モデルを参考に検討、構築した。

研究を進める中で、多次元ファジィ集合が有用である課題の拡大もすすめた。課題解決の基本手法として、対象実験モデル(実機またはシミュレータなど)を構築、対象課題の設定とそれに応じたデータサンプルの収集、人によるデータの選択と意味づけ、サンプルの多次元ファジィ集合化と利用。このために、一般に困難と言われる以下の課題に取り組む。人型ロボット、ターン制戦略ゲーム、ミニ四駆AI、弓道反省モデル、野球心理戦モデル、サッカー局面評価、不完全情報多人数ゲーム。

タブレット編集については表示が2次元(VRによってもたかだか3次元)に制約されるため、対象モデルのトポロジカルな特徴を抽出し、多様体の「表面をなぞる」ような手法を検討する。

多次元ファジィ集合の計算量も課題であり、GPGPUによる並列計算についても検討する。

後半で明らかになった、対象問題のトポロジカルな性質に対応するため、計算幾何学のパーシステントホモロジーによるサンプル点の幾何構造同定を検討する。

4. 研究成果

本研究では、開始当初の多次元空間におけるファジィ集合の直接的な操作を目指し、多点タッチ可能なタブレットインタフェースを使用した、多次元ファジィ集合編集ユーティリティの開発を行った。これにより、対象問題について10次元程度のデータの扱いを目指すシステムができた。(発表成果 17, 13)

また、このときデータオリエントに多次元ファジィ集合を生成する基本的な手法についても整理した。(発表成果 16)

対象問題の拡大については、方法に示した様々な問題について、多変数複雑システムとして捉える方法、多次元ファジィ集合による解決システムの表現、問題の解決、という手順をみきわめて様々な応用をすすめた。それぞれの課題のなかで、従来の手法に比べて優位であったり、遜色のない結果を得ることができた。(発表成果 15, 10, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 5, 3, 2)

とくに社会的に新しい課題として、安価高有用システム、安価なものを知的技術を適用し豊かな生活に有用なシステムにする、という課題に着手した。多くの日用品は安価でばらつきが多く、精密なモデリングや、精密な制御はなじまない。こうしたばらつきを人が柔らかくモデリングできることを、多次元ファジィシステムによって解決した。このためミニ四駆 AI 大会を企画・主催し、ここでの高速車輪ロボットに関する様々なデータを多次元ファジィ問題としてモデリングした。(発表成果 12, 2)

当初のタブレットモデルを用いた編集についても、サンプルデータの幾何学的性質、すなわち多次元空間に埋め込まれた多様体としての性質についても検討した。(発表成果 17,16,13,6,4)

最終的には、対象の多次元システムについて計算機的にその幾何構造を求める手法としてパーシステントホモロジーを援用し、多次元ファジィ集合の生成をより効果的に行う方法を見出した。(発表成果 1)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 31件)

1) 原田貴史、西野順二、パーシステントホモロジー群による多次元ファジィ集合の同定、第42回東海ファジィ研究会、2017年2月19日、日間賀島公民館(愛知県・知多郡)

2) 甘利裕太、西野順二、ミニ四駆 AI のコース学習における加速度センサの知的補正、第42回東海ファジィ研究会、2017年2月19日、日間賀島公民館(愛知県・知多郡)

3) 西野順二、佐土瀬寛、原田貴史、多次元ファジィ集合を用いたサッカー試合局面の意味付け、第45回人工知能学会 AI チャレンジ研究会、2016年9月26日、響ホール(京都府・京都市)

4) 西野順二、多次元ファジィ集合の多様体モデリング、第32回ファジィシステムシンポジウム、2016年8月31日、佐賀大学(佐賀県・佐賀市)

5) 佐藤 弘典、西野順二、ファジィ推論による野球の心理戦の情報提示システム、第32回ファジィシステムシンポジウム、2016年8月31日、佐賀大学(佐賀県・佐賀市)

6) 原田 貴史、西野順二、大規模データにおける GPGPU を用いた多次元ファジィ集合の高速生成、第32回ファジィシステムシンポジウム、2016年8月31日、佐賀大学(佐

賀県・佐賀市)

7) 武藤孝輔、西野順二、ターン制戦略ゲームにおけるファジィ大局的評価、第32回ファジィシステムシンポジウム、2016年8月31日、佐賀大学(佐賀県・佐賀市)

8) 神津 隆大、西野順二、ファジィ推論を用いたモンテカルロ法におけるプレイアウトの改良、第32回ファジィシステムシンポジウム、2016年8月31日、佐賀大学(佐賀県・佐賀市)

9) Kosuke Muto, Junji Nishino, Fuzzy Evaluation of Macroscopic Situation for Turn based Strategic Games, SCIS & ISIS 2016, 2016年8月25日、北海学園(北海道・札幌市)

10) 原田貴史 西野順二、このへんファジィによる弓道反省システム、第40回東海ファジィ研究会、2016年02月11日、日間賀島公民館(愛知県・知多郡)

11) 武藤孝輔、西野順二、ターン制戦略ゲームにおける UCT とファジィ評価の適用、ゲームプログラミングワークショップ、2015年11月06日、軽井沢学習研修所(長野県北佐久郡)

12) 西野順二、ミニ四駆 AI 大会が意味するもの、FAN2015 招待パネル、2015年09月15日、愛媛大学(愛媛県・愛媛市)

13) 西野順二、多次元ファジィ集合の編集、第31回ファジィシステムシンポジウム、2015年09月02日、電気通信大学(東京都・調布市)

14) 関穂高、西野順二、10自由度ロボットアームのこのへんファジィ制御、第38回東海ファジィ研究会、2015年02月14日、日間賀島公民館(愛知県・知多郡)

15) 武藤孝輔、西野順二、ターン制戦略ゲームにおける UCT とファジィ評価の適用、第38回東海ファジィ研究会、2015年02月14日、日間賀島公民館(愛知県・知多郡)

16) Junji Nishino, Konohen Fuzzy : a sample points based computational model for multi-dimensional fuzzy set, IEEE International Conference on Granular Computing(GrC 2014)、2014年10月23日、Noboribetsu Grand Hotel(北海道・登別)

17) 西野順二、タブレットベース多次元ファジィ集合編集システム、第30回ファジィシステムシンポジウム、2014年9月2日、高知城ホール(高知県・高知市)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0件）

取得状況（計 0件）

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

西野順二（NISHINO, Junji）

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・

助教

研究者番号：00281030