

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19700218

研究課題名（和文） クリフォード代数を用いた幾何データの類似関係可視化

研究課題名（英文） Visualization of geometric data with geometric algebra

研究代表者

橋 完太（TACHIBANA KANTA）

工学院大学 情報学部・准教授

研究者番号：20402539

研究成果の概要（和文）：幾何データを対象とした機械学習手法と、情報可視化手法について、クリフォード代数を導入した。導入の効果、問題点を明らかにし、学術論文7件と会議論文31件を通して発表した。

研究成果の概要（英文）：I introduced Clifford algebra, which is also known as geometric algebra, to machine learning and information visualization methods. I clarified its effects and remained issues and presented 7 journal papers and 31 oral presentations.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成19年度	1,300,000	390,000	1,690,000
平成20年度	900,000	270,000	1,170,000
平成21年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：ソフトコンピューティング

キーワード：クリフォード代数、四元数、ベイズ推定、特徴抽出、情報可視化

1. 研究開始当初の背景

近年の計算機性能や計測技術の発達に伴い、シミュレーションや観測によって多自由度で大規模なデータが入手可能となっている。特に、幾何的な性質を持つ対象について対象間の類似関係を理解したいという要望が存在するが、そのための効率的なアルゴリズムは、いまだ実現されていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、幾何対象に関する計算技術向上である。大規模データに適用可能とした自己組織化マップなどの学習機械について、

学習モデルに用いる代数をクリフォード代数へと拡張する。

3. 研究の方法

名古屋大学在籍時のCOEプログラムが分野横断的であるという特性を活かし、計算化学・気象学の研究者からデータ提供を受けて以下の共同研究を展開した。1. クリフォード代数を用いた生体分子立体構造の類似度定義により、自己組織化マップ上での生体運動を可視化。2. クリフォード代数を用いて気象データから台風など特異現象を検出する手法の提案。また、本学に異動後は、代数を拡張

した場合の機械学習に関する基礎技術の確立と、また、応用として大量の映像データの理解、認識を目指し、クリフォード代数を用いる特徴の記述と、その特徴空間を用いた場合のベイズ推定の性質の明確化を行った。

4. 研究成果

その結果、主に以下の成果を得た。学術論文7件、著書の分担執筆1件、プロシーディングス編集1件、会議発表31件である。特に、共同研究を行った気象学の研究者は、共著の国際会議発表が高く評価され、IEEE Computational Intelligence Society Young Researcher Award を受けた。また、Aware Computing に関する国際ワークショップにおいて Best Paper Awards を受賞した。

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)

[雑誌論文] (計7件)

1. Kanta Tachibana and Takeshi Furuhashi. Self-organizing map with generating and moving neurons in visible space. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 11, No. 6, pp. 626–632, Jul. 2007.
2. Norihiko Sugimoto, Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. High speed method of detecting vortex without empirical conditions —application to risk-assessment of tropical cyclone—. *Theoretical and Applied Mechanics Japan*, 57. 2009, 297-307
3. Norihiko Sugimoto, Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. High speed non-empirical hurricane identification in huge climatology data. *Hurricanes and Climate Change*, 2008. 251-263
4. Pham Minh Tuan, 橋完太, Eckhard M. S. Hitzer, Sven Buchholz, 吉川大弘, 古橋武. 幾何データからの Geometric Algebra を用いた特徴抽出. *統計数理*, 56(2). 2008. 185-198
5. Norihiko Sugimoto and Kanta Tachibana. A first attempt to apply high speed spherical self-organizing map to huge climate datasets. *Science Online Letters on the Atmosphere*, 4. 2008. 41-44
6. Eckhard M. S. Hitzer, Kanta Tachibana, Sven Buchholz, and Isseki Yu. Carrier method for the general evaluation and control of pose, molecular conformation, tracking and the like. *Advances in Applied*

Clifford Algebras Vol. 19, No. 2. 2009. 339–364

7. Norihiko Sugimoto, Kanta Tachibana, Hideo Shiogama, and Toru Nozawa. Visualization of huge climate data with high speed spherical self-organizing map. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics* Vol. 13, No. 3. 2009. 210–216

[学会発表] (計31件)

1. Norihiko Sugimoto, Kanta Tachibana, Sven Buchholz, Hideo Shiogama, and Toru Nozawa. Natural variability visualized by self-organizing map. In *7th EMS Annual Meeting, 8th European Conference on Applications of Meteorology (EMS2007)*, San Lorenzo de El Escorial, Spain, Oct. 1–5 2007.
2. Sven Buchholz, Kanta Tachibana, and Eckhard M. S. Hitzer. Optimal learning rate of Clifford neurons. In *Artificial Neural Networks — ICANN 2007*, Vol. 4668 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 864–873, Berlin / Heidelberg, 2007. Springer. 17th International
3. Conference, Porto, Portugal, Sep. 9–13, 2007, Proceedings, Part I.
4. Eckhard M. S. Hitzer, Kanta Tachibana, and Sven Buchholz. Positioned minimal Euclidean blade method for the general evaluation and control of pose, molecular conformation, tracking, etc. In *Workshop on Clifford Analysis and Applications (WCAA2007)*, p. 33, Ghent, Belgium, Sep. 3–5 2007.
5. Norihiko Sugimoto, Kanta Tachibana, and Sven Buchholz. Modes of climate variability visualized by self-organizing map. In *Second International Conference on Earth System Modelling (ICESM2007)*, Hamburg, Germany, Aug. 27–31 2007.
6. Norihiko Sugimoto and Kanta Tachibana. Dominant modes of climate variability extracted by self-organizing map. In *The 24th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2007)*, Perugia, Italy, Jul. 2–13 2007.
7. Norihiko Sugimoto and Kanta Tachibana. Recent climate change visualized by selforganizing map. In *1st International Summit on Hurricanes and Climate Change*, Crete, Greece, May 27–Jun. 1 2007.
8. Kanta Tachibana, Minh Tuan Pham,

- Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Robust learning and inference of geometric data. International Symposium on Frontiers of Computational Science, Nov. 27–29, 2008. Nagoya, Japan.
9. Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Eckhard Hitzer, Sven Buchholz, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Robust geometric feature extraction and classification. International Symposium on Advanced Mechanical and Power Engineering (ISAMPE 2008), Oct. 9–12 2008. Busan, Korea.
 10. Norihiko Sugimoto, Kanta Tachibana, Hideo Shiogama, and Toru Nozawa. Application of high speed spherical self-organizing map to climate research. Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2008), Sep. 17–21 2008. Nagoya, Japan.
 11. Sven Buchholz, Eckhard Hitzer, and Kanta Tachibana. Coordinate independent update formulas for versor Clifford neurons. Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2008), Sep. 17–21 2008. Nagoya, Japan.
 12. Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Eckhard Hitzer, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Clustering of questionnaire based on features extracted by geometric algebra. Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2008), Sep. 17–21 2008. Nagoya, Japan.
 13. Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Eckhard M. S. Hitzer, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Classification and clustering of spatial patterns with geometric algebra. 3rd International Conference on Applied Geometric Algebras in Computer Science and Engineering (AGACSE 2008), Aug. 17–19 2008. Grimma, Germany.
 14. Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Eckhard M. S. Hitzer, Sven Buchholz, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Feature extractions with geometric algebra for classification of objects. International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2008), Jun. 1–6 2008. Hong Kong, China.
 15. Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Eckhard M. S. Hitzer, Sven Buchholz, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Geometric algebra feature extraction and classification. In 8th International Conference on Clifford Algebras (ICCA8), May 26–30 2008. Campinas, Brazil.
 16. 橋完太, 森本孝之. ランダム行列によるノイズ除去の統計的仮説検定とその共ボラティリティへの適用. 第73回MPS研究会, Mar. 5–6 2009. 沖縄科学技術研究基盤整備機構(沖縄県恩納村).
 17. Pham Minh Tuan, 橋完太, 吉川大弘, 古橋武. Geometric algebraによる特徴抽出を用いたアンケートデータからの購入希望度推定. 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2008, Nov. 26–28 2008. イーグレひめじ・姫路市国際交流センター(兵庫県姫路市).
 18. Pham Minh Tuan, 橋完太, 吉川大弘, 古橋武. Geometric algebraを導入した特徴抽出による半教師学習. 第18回インテリジェントシステムシンポジウム, Oct. 23–24 2008. 広島県情報プラザ(広島県広島市)
 19. Norihiko Sugimoto, Kanta Tachibana, Hideo Shiogama, and Toru Nozawa. Climate variability visualized by high speed spherical self-organizing map. 8th EMS Annual Meeting, 7th European Conference on Applied Climatology (EMS2008) Sep. 29–Oct. 3 2008 Amsterdam, Netherlands.
 20. Norihiko Sugimoto, Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Ryo Mizuta, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. High speed non-empirical cyclone detection method. 8th EMS Annual Meeting, 7th European Conference on Applied Climatology (EMS2008) Sep. 29–Oct. 3 2008 Amsterdam, Netherlands.
 21. Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi. Feature extraction with geometric algebra for semi-supervised learning of time-series spatial vector. The Third International Workshop on Data-Mining and Statistical Science (DMSS2008) Sep. 25–26 2008 Tokyo, Japan.
 22. 杉本憲彦, Pham Minh Tuan, 橋完太, 水田亮, 吉川大弘, 古橋武. 曲率強調流線による高速な渦(台風)抽出手法. 日本流体力学学会年会 2008 6 Sep. 2008 神戸大学, 神戸.
 23. Pham Minh Tuan, 橋完太, 吉川大弘, 古橋武. アンケートデータのクラスタリングへの

- Geometric Algebra の適用. 第 24 回ファジィシステムシンポジウム Sep. 3-5 2008 阪南大学(大阪府松原市).
24. Kanta Tachibana. Extraction of geometric features from objects for machine learning. A colloquium. Center of Research Excellence for Computer Graphics, Technische Universität Darmstadt. Aug. 20 2008 Darmstadt, Germany.
25. Kanta Tachibana and Eckhard M. S. Hitzer. GA neural networks. A tutorial lecture. 3rd International Conference on Applied Geometric Algebras in Computer Science and Engineering (AGACSE 2008). Aug. 17-19 2008 Grimma, Germany.
26. 杉本憲彦, Pham Minh Tuan, 橋完太, 吉川大弘, 古橋武. 経験的条件を用いない高速な渦(台風)抽出手法の提案. 第 57 回理論応用力学講演会 Jun. 2008 東京.
27. Kanta Tachibana. Motion tracking with geometric algebra-valued particle filter. Computer Graphics, Vision and Mathematics (GraVisMa) 2009, 平成 21 年 9 月 2 日. University of West Bohemia, Czech
28. Minh Tuan Pham, Tomohiro Yoshikawa, Takeshi Furuhashi, and Kanta Tachibana. Pattern recognition based on two-dimensional dendrogram map using spring model. The 1st Int. Workshop on Aware Computing (IWAC2009), 平成 21 年 9 月 17 日. 会津大学、福島県
29. Minh Tuan Pham, Tomohiro Yoshikawa, Takeshi Furuhashi, and Kanta Tachibana. Robust feature extractions from geometric data using geometric algebra. the 2009 IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics (SMC'09), 平成 21 年 10 月 12 日. Texas, USA
30. 橋完太. 統計的検定とバイズ理論について. 感性工学を志す学生と若手研究者のための SUMMER SEMINAR. 平成 21 年 8 月 22 日. 筑波大学、茨城県
31. 今井淳一, 橋完太. オプティカルフローに基づく多関節運動のバイズ推定. 第 35 回ファジィワークショップ. 平成 22 年 3 月 19 日. 電気通信大学、東京都

[図書] (計 件)

橋完太, 杉本憲彦他. 大北正昭, 徳高平蔵, 藤村喜久郎, 権田英功 (編) シュプリンガー・ジャパン,

東京. 自己組織化マップとそのツール 2008 226pages

[産業財産権]
○出願状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

○取得状況 (計◇件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者
橋 完太 (TACHIBANA KANTA)
工学院大学・情報学部・准教授
研究者番号 : 20402539

(2) 研究分担者 ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :