

研究概要

計算機代数いわゆる数式処理の理論とその応用の研究を行っている。数式処理の効率的なアルゴリズム研究を進めながら、一方で理工学や産業におけるいろいろな問題に対して、数式処理のアルゴリズムに基づいた新しい方法論を開発し、その成果をツールとして実装しながら実際の工学や産業上の問題への適用を推進している。応用としては、物理学、バイオからシステム制御理論などと多岐に渡る。最近では、特に「ものづくり」に着目し、先進的なものづくりの方法論を確立すべく、新しいシミュレーション技術やそれに基づくより系統的な設計・検証手法の開発に取り組んでいる。数学をベースにした新しいシステム設計論を構築し、ものづくり支援のパラダイムを創生することを目指している。

「マス・フォア・インダストリ」にかかわる H20, 21 年度の研究実績概要

(1) 数値・数式ハイブリッド計算技術による効率的な QE アルゴリズムの開発と (2) 実問題の構造を活用した効率的な最適化アルゴリズムの開発を中心に研究を進めた。(1) では、QE 計算において隘路となる代数拡大体計算に Dynamic evaluation を適用した方式に精度保証付き数値計算を融合した効率的な手法を提案し実装。国際会議 SNC2009 で発表。(2) では、制御理論におけるいくつかの重要な問題に対して代数的手法を導入した新しい方法論を提案し国際会議等で発表した。具体的には、リカッチ方程式の代数的解法 (ISSAC2009)、数値数式ハイブリッド最適化による H2 制御問題に制御器設計法 (MSC2009)、多項式スペクトル分解の代数的手法 (Journal of Symbolic Computation) 等である。今後は、適用分野の拡大や実問題への適用を試みる予定である。

研究業績

1. M. Kanno, K. Yokoyama, H. Anai, S. Hara: Symbolic optimization of algebraic functions. Proceedings of International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) 2008: pp147-154 (2008)
2. H. Yoshida, K. Horimoto, H. Anai: Inference of Probabilities over a Stochastic IL-System by Quantifier Elimination. Mathematics in Computer Science 1(3): pp473-485 (2008)
3. H. Anai, S.Hara, M.Kanno, K.Yokoyama: Parametric polynomial spectral factorization using the sum of roots and its application to a control design problem. J. Symb. Comput. 44(7): 703-725 (2009)
4. M. Kanno, K. Yokoyama, S. Hara, H. Anai: Algebraic Approach to Discrete-time Polynomial Spectral Factorization, Journal of Math-for-Industry, Kyushu University. Vol.1 JMI2009A-8, pp.57-68 (2009)
5. M. Kanno, S. Hara, H. Anai: Plant/Controller Design Integration for H2 Control by Symbolic-Numeric Hybrid Optimization Based on Sum of Roots Characterization. Proceedings of 3rd IEEE Multi-conference on Systems and Control (MSC2009) pp1619-1624 (2009)
6. M. Kanno, K. Yokoyama, H. Anai, S. Hara: Solution of Algebraic Riccati Equations Using the Sum of Roots, Proceedings of International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) 2009: pp144-145 (2009)
7. H. Iwane, H. Yanami, H. Anai, K. Yokoyama: An Effective Implementation of Symbolic-Numeric Cylindrical Algebraic Decomposition for Quantifier

Elimination. Proceedings of 3rd International Workshop on Symbolic-Numeric Computation (SNC) 2009, p55-64 (2009)

8. H. Anai: A Symbolic-Numeric Approach to Multi-Parametric Programming for Control Design: Proceedings of ICROS-SICE International Joint Conference 2009, pp.3525-3530 (2009)

9. H. Noriko, H. Anai, S. Hara: A Maple toolbox for parametric robust control system design using symbolic computation, Proceedings of ICROS-SICE International Joint Conference 2009, pp.3519-3524 (2009)

10. H. Iwane, H. Yanami, H. Anai: A Symbolic-Numeric Approach to Some Classes of Parametric Optimization Problems for Manufacturing Design, Proceedings of the 9th Asian Symposium on Computer Mathematics (ASCM) 2009, pp63-66, (2009)

11. H. Ichihara and H. Anai: A Symbolic Approach to Nonlinear Gain Analysis of a Class of Nonlinear Dynamical Systems, Proceedings of the 3rd International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences 2009, 374-377 (2009)

講演

1. 屋並仁史, 穴井宏和, 岩根秀直:QE を用いた多目的最適化へのアプローチ. 第17回日本数式処理学会大会 2008.6.6

2. 吉村秀太, 壹岐浩幸, 瓜生芳久, 穴井宏和, 兵頭礼子:QE に基づく発電機の励磁制御系設計. 第17回日本数式処理学会大会 2008.6.6

3. 岩根秀直, 穴井宏和, 屋並仁史:数値数式 CAD の実装. 第17回日本数式処理学会大会 2008.6.6

4. H.Iwane, H.Anai, and H.Yanami: Symbolic-Numeric Cylindrical Algebraic Decomposition in SyNRAC. IMACS Conference on Applications of Computer Algebra (ACA) 2008, 2008.7.29

5. H. Yanami, H. Anai and H. Iwane: SyNRAC: A Maple toolbox for solving real algebraic constraints. IMACS Conference on Applications of Computer Algebra (ACA) 2008, 2008.7.29

6. M. Kanno, K. Yokoyama, H. Anai, S. Hara: Symbolic optimization of algebraic functions. International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) 2008, 2008.7.23

7. 産業技術のための数式処理 - 実代数幾何に基づくパラメトリック設計 - Maple12バージョンアップセミナー, 2008.07.12

8. 数値・数式ハイブリッド最適化とその応用 第4回九州大学産業技術数理研究センター ワークショップモデルベース統合化システム設計を支える数理: 数値・数式ハイブリッド計算・最適化の新展開, 九州大学 情報基盤研究開発センター, 2008.09.

9. 管野政明, 横山和弘, 原辰次, 穴井宏和:問題の構造的特徴を利用した離散時間多項式スペクトル分解の代数的解法. 第37回制御理論シンポジウム. 2008.9.18

10. 岩根秀直, 穴井宏和, 屋並仁史:QE のための数値数式 partial CAD の実装. 京都大学数理解析研究所研究集会 Computer Algebra – Design of Algorithms, Implementations and Applications, 2008.11.26

11. 穴井宏和:産業技術を支える数学 ~ 数理モデルによるものづくり. 慶應義塾大学理工学部「理工学概論」特別講演, 2009.4.22

12. M. Kanno, S. Hara, H. Anai: Plant/Controller Design Integration for H2 Control by Symbolic-Numeric Hybrid Optimization Based on Sum of Roots Characterization. 3rd IEEE Multi-conference on Systems and Control (MSC2009), 2009.7.9
13. M. Kanno, K. Yokoyama, H. Anai, S. Hara: Solution of Algebraic Riccati Equations Using the Sum of Roots, International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) 2009, 2009.7.30
14. H. Iwane, H. Yanami, H. Anai, K. Yokoyama: An Effective Implementation of Symbolic-Numeric Cylindrical Algebraic Decomposition for Quantifier Elimination. 3rd International Workshop on Symbolic-Numeric Computation (SNC) 2009, 2009.8.4
15. H. Anai: A Symbolic-Numeric Approach to Multi-Parametric Programming for Control Design: ICROS-SICE International Joint Conference 2009, 2009.8.20
16. H. Noriko, H. Anai, S. Hara: A Maple toolbox for parametric robust control system design using symbolic computation, ICROS-SICE International Joint Conference 2009, 2009.8.20
16. H. Iwane, H. Yanami, H. Anai: A Symbolic-Numeric Approach to Some Classes of Parametric Optimization Problems for Manufacturing Design, The 9th Asian Symposium on Computer Mathematics (ASCM) 2009, 2009.12.14
17. H. Ichihara and H. Anai: A Symbolic Approach to Nonlinear Gain Analysis of a Class of Nonlinear Dynamical Systems, The 3rd International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences 2009, 2009.12.14

学位

博士・情報理工学（東京大学）

受賞歴

- ・平成 19 年度日本シミュレーション学会 論文賞
- 穴井宏和, 原辰次, 「数式処理を用いた多項式のロバスト根配置とその制御系設計への応用」『シミュレーション』 Vol.25, No.3, pp28 ~ 35, 2006
- ・BIOINFO 2005
(International Joint Conference of InCoB, AASBi & KSBI) 2005
- Honorable Mention Paper Award
- S. Orii, H. Anai and K. Horimoto, “Symbolic-numeric Estimation of Parameters in Biochemical Models by Quantifier Elimination”

研究集会主催

- ・第 1 回日本数式処理学会理論分科会研究会 2009 年 2 月 13 日, 東京大学
- ・IMACS Conference on Applications of Computer Algebra 2008: Organized session: ”Symbolic Computation and Deduction in System Design and Verification”, July 29, 2008 (with M.Kanno, T. Sturm, V. Sofronie-Stokkermans)
- ・IMACS Conference on Applications of Computer Algebra 2009: Organized session: ”Algorithms for Parametric Systems and their Applications”, June 27, 2009 (with Guillaume Moroz)
- ・The Joint Conference of ASCM2009 and MACIS2009, Dec.14-17, 2009
- ・第 2 回日本数式処理学会理論分科会研究会 2010 年 2 月 17-18 日, 新潟 (クロスパル新潟)

その他特記事項

論文誌編集委員, 学会役員等:

- ・日本数式処理学会 理事
- ・STARC(半導体理工学研究センター) 客員研究員 2009年4月～
- ・日本数式処理学会 会誌編集委員 2008年4月～
- ・電子情報通信学会 信号処理(SIP) 研究専門委員会 委員 2008年4月～
- ・計測制御自動学会 MBD 調査委員会 委員 2008年1月～
- ・日本シミュレーション学会 編集委員 2007年4月～

その他:

- ・「技術ウオッチ = 高度な数学で性能評価 富士通、携帯開発に活用」
日本経済新聞, 2009年8月22日 朝刊 10面掲載