

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21510139

研究課題名（和文） サービスへの応用を指向したデータマイニングの数理モデル構築と評価

研究課題名（英文） Development and Evaluation of Mathematical Models for Service-Oriented Data Mining

研究代表者

香田 正人（KODA MASATO）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：20114473

研究成果の概要（和文）：データマイニングにサービス指向の人間系やマネジメント系の経験知を組み込むことを可能とする，“knowledge-rich”な技術体系を確立した。すなわち，サービス指向データマイニングの展開に必要なシステムの入出力関係に着目した帰納的メタモデルの構築法を，高次元モデル表現技法を拡張することにより開発した。さらに，サービス提供の多様な形態にも柔軟に対応できるよう，モデル因子の変動や論理仮説が出力に与える影響度を評価するグローバル感度解析手法の数理的拡張も行った。

研究成果の概要（英文）：This study addressed technical issues involved in the development of service-oriented data mining to create service innovations. The levels of data mining possible in such service-oriented framework are identified, and core technologies are unified in a single “knowledge-rich” architecture. In particular, mathematical models for the service-oriented data mining are developed, which include the extension of high dimensional model representation (HDMR) and an inductive methodology for global sensitivity analysis of meta-models.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：データマイニング工学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学、社会システム工学・安全システム

キーワード：データマイニング、グローバル感度解析、メタモデル、サービス科学

1. 研究開始当初の背景

新しい科学概念としての“サービス・サイエンス”が，米国競争力協議会報告書（通称「パルミサーノ・レポート」，2004年12月）で公表されて以来，サービス・サイエンスの研究が欧米を中心に注目を集めていた。そうした中で，ヘルスケアやファイナンスから通

信販売や宿泊・旅行業などに至る多様なサービス業態に加えて，サービス価値の複雑な提供プロセスにも柔軟に適用可能な，データマイニング技術の必要性が認識されていた。すなわち，知識発見科学としてのデータマイニングが，サービス・サイエンスの基盤技術であると理解されていた。

具体的には、サービス・プロセスの実体験により顧客満足を越えた「顧客感動 (customer delight)」を引き起こすような高いサービス品質の提供と、サービス生産性の飛躍的な向上を同時に実現するには、サービス指向データマイニングの高度なシステムを構築することが必要である。しかし、無形性を特徴とするサービスの研究は国際的にも端緒に付いたばかりで、サービス指向データマイニングの実現に向けた先端的なシステムの開発と産業展開が内外の産業界や学界でも待たれていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、サービスの汎用的・理論的研究に基づく顧客志向のサービス・イノベーションを創出するために、サービス指向データマイニングの諸特性を的確に表現できる数理モデルの構築を行い、その方法論と評価法を確立することである。

3. 研究の方法

- (1) サービスの基本的特徴の一つは、生産と消費の同時性にある。こうした特徴に関連する人間系やマネジメント系の経験知をデータマイニングの知識発見システムに効果的に組み込むことを可能にするため、サービス指向データマイニングに必要とされる要素技術の調査を行い、“knowledge-rich”なサービス指向技術体系として総合的に集約する。
- (2) サービス指向データマイニングの特性を数理的に表現するためシステムの入出力関係に着目し、入出力間の変換関数(写像)を機械学習手法により同定して、帰納的メタモデルを構築する。そのため、高次元モデル表現技法 (HDMR: High Dimensional Model Representation) を適用する。
- (3) サービス提供の多様な形態に柔軟に対応できるよう、モデル因子の変動や論理仮説の修正、モデル構造の変更等が出力に与える影響度を効率的に評価して、導出メタモデルの頑健性を向上させる。そのため、グローバル感度解析技法 (Global Sensitivity Analysis) に基づく感度解析法の新しい定式化を行い、メタモデルの品質保証を実現するための評価を行う。
- (4) 研究で得られた帰納的メタモデルやシステムのプロトタイプを現実のビジネス事例やサービス・データに適用して、開発した方法論と評価法(すなわち、高次元モデル表現技法、グローバル感度解析手法)の有効性を評価する。

4. 研究成果

- (1) サービス指向データマイニングに必要な要素技術を、“knowledge-rich”なサービス指向技術体系に集約する方法論を確立した。
- (2) サービス指向データマイニングの開発に理論基盤を与える汎用性の高い数理モデルを導出した。
- (3) サービス提供の多様な形態に柔軟に対応するため、システムの入出力関係に着目したサービス指向データマイニングについて、帰納的メタモデルの構築法を確立した。導出された構築法は高次元モデル表現技法 (HDMR) の理論的な拡張となっている。
- (4) 帰納的メタモデルの品質保証をするために、グローバル感度解析技法 (Global Sensitivity Analysis) の新しい定式化 (random balance designs) を行い、サービス指向データマイニングに対する有効性を数値データにより検証した。

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 8 件)

- ① 香田正人、グローバル感度解析と高次元モデル表現 (HDMR)、オペレーションズ・リサーチ (日本オペレーションズ・リサーチ学会機関誌)、査読有、56巻、2011、339-343.
- ② 香田正人、ポスト・ノーマルサイエンスとグローバル感度解析、横幹 (横幹連合会誌)、査読有、5巻、2011、37-40.
- ③ 香田正人、グローバル感度解析に対するカオス力学系やメタモデルの視点、オペレーションズ・リサーチ (日本オペレーションズ・リサーチ学会機関誌)、査読有、55巻、2010、632-637.
- ④ 香田正人、本間俊充、感度解析について、オペレーションズ・リサーチ (日本オペレーションズ・リサーチ学会機関誌)、査読有、55巻、2010、613-621.
- ⑤ 水野圭、鈴木秀男、ネットワーク分析を用いたプロスポーツクラブの業績評価指標の関係性に関する研究、日本経営工学

- 会論文誌、査読有、30巻、2010、263-274.
- ⑥ Masato Koda, Uncertainty and Sensitivity Analyses based on Chaos Search in High-dimensional Parameter Space、高次元データの統計学—理論・方法論・関連分野への応用— (筑波大学・シンポジウム報告書)、査読無、2009、35-45.
 - ⑦ Rita Arauz, Hirofumi Matsuo, Hideo Suzuki, Measuring Changes in Quality Management: An Empirical Analysis of Japanese Manufacturing Companies, Total Management and Business Excellence、査読有、20巻、2009、1337-1374.
 - ⑧ 松浦峻、鈴木秀男、長谷川雄大、呉宏堯、森初男、2水準過飽和実験計画を用いたパラメータ設計、品質 (日本品質管理学会論文誌)、査読有、39巻、2009、92-103.

[学会発表] (計 12 件)

- ① Haruka Yamashita, Hideo Suzuki, Study on the Methods of Heuristic Approximation for Principal Points of Binary Data、9th ANQ Congress、2011年9月28日、ホーチーミン市、ベトナム.
- ② Shu Ikeda, Shun Matsuura, Hideo Suzuki, A New Method for Estimating Error Variances in Split-Plot Experiments、9th ANQ Congress、2011年9月28日、ホーチーミン市、ベトナム.
- ③ Daichi Ueki, Hideo Suzuki, Prediction of Drugstore Sales and their Action Planning: Study on Product Reduction Using Bayesian Network、9th ANQ Congress、2011年9月28日、ホーチーミン市、ベトナム.
- ④ 山下遥、鈴木秀男、2値データにおける Principal Pointsに関する研究 (その2) —GAを用いたPrincipal Pointsの近似解法—、日本品質管理学会 第95回研究発表会、2011年5月17日、成城大学、東京.
- ⑤ Hideo Suzuki, A study of the relationship between customer satisfaction and Blog information: A Case Study of TV Drama in Japan、18th ASBBS、2011年2月26日、ラスベガス、米国.
- ⑥ 岡田雅利、鈴木秀男、Bayesian Networkを用いたブランド・エクイティモデルの構造に関する研究、日本品質管理学会第40回年次大会研究発表会、2010年10月30日、成城大学、東京.
- ⑦ 山下遥、鈴木秀男、2値データにおける Principal Pointsに関する研究、日本品質管理学会 第40回年次大会研究発表会、2010年10月30日、成城大学、東京.
- ⑧ Stefano Tarantola, Masato Koda, Dieter Zeitz, On the Estimation of First Order Sensitivity Indices through Random Balance Designs、ESREL 2010 Annual Conference、2010年9月5日、ロードス島、ギリシャ.
- ⑨ Stefano Tarantola, Masato Koda, Improved Random Balance Designs for First Order Sensitivity Indices、6th International Conference of Sensitivity Analysis of Model Output (SAMO2010)、2010年7月21日、ミラノ、イタリア.
- ⑩ 岩田卓也、鈴木秀男、テレビドラコンテンツにおける視聴者の行動推移分析、日

本ダイレクトマーケティング学会 第9
回全国研究発表大会、2010年7月3日、早
稲田大学、東京.

- ⑪ 堤浩記、鈴木秀男、GISを用いた商圈分
析－百貨店のPOSデータの解析－、日本
ダイレクトマーケティング学会 第9回
全国研究発表大会、2010年7月3日、早稲
田大学、東京.
- ⑫ Masato Koda、Operations Research and
Knowledge Modeling in Data Mining
(Keynote Address : 招待基調講演)、2nd
International Conference On Computing
& Informatics (ICOCI'09)、2009年6月
24日、クアラルンプール、マレーシア.

[図書] (計3件)

- ① 香田正人、他、医療におけるデータマイニ
ング講座、日本医学出版、2012 (印刷中).
- ② 鈴木秀男、日科技連出版社、顧客満足度
向上のための手法－サービス品質の獲
得、2010、159.
- ③ 香田正人、他、ビジネスインテリジェン
ス・ソリューション総覧、産業技術サー
ビスセンター、2009、527.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

香田 正人 (KODA MASATO)
筑波大学・システム情報系・教授
研究者番号：20114473

(2) 研究分担者

鈴木 秀男 (SUZUKI HIDEO)
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：10282328