

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 25 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21300052

研究課題名（和文）診療プロセス管理のための時系列アクティブマイニングに関する研究

研究課題名（英文）Research on Temporal Active Mining for Clinical Process Management

研究代表者

津本 周作（TSUMOTO SHUSAKU）

島根大学・医学部・教授

研究者番号：10251555

研究成果の概要（和文）：

成果は次の三つにまとめられる：(1) オーダ数に関する時系列マイニングから、オーダ数の時間的ふるまいから病院全体の動態、病院全体のプロセス管理がどうあるべきかについての指針が得られた。(2) 看護オーダ数の時系列変化についてマイニング手法を適用することで、看護のオーダが、症例共通、症例固有のものに分類できた。(3) クリニカルパスによって進捗管理している疾患に関しては、パスで設定されている診療行為の実効性を評価できるとともに、本来パス上に設定されていないが、必要である診療行為の存在を発見し、クリニカルパスの更新の必要性をデータから検証できた。

研究成果の概要（英文）：

The research achievements of this project are summarized as follows: (1) Application of temporal data mining process to datasets on the number of clinical orders captured temporal characteristics of clinical orders and extracted important knowledge for clinical process management. (2) Application of temporal data mining methods to datasets on temporal change of nursing orders showed that nursing orders can be classified into three major categories: the orders common to a disease and those specific to the status of severity of patients. (3) Especially for a disease where a clinical pathway is applied, the proposed process provided an empirical validation method for the clinical pathway and supported its revision.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
2010年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2011年度	3,000,000	900,000	3,900,000
年度			
年度			
総計	12,200,000	3,660,000	15,860,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：知識発見とデータマイニング，病院情報システム，時系列マイニング，クラスタリング

1. 研究開始当初の背景

診療情報の電子化(通称 医療の IT 化)の進展に伴い、医師、看護師の診療記録、処方箋、検体検査・放射線画像、医事会計データばかりではなく、医師・看護師の診療行為の時系列的記録もが電子化されたデータ(病院情報システム)として蓄積されはじめた。これらの蓄積したデータを用いることで、診断の支援、治療効果の判定、医療事故のリスクを含めて、さまざまな種類の診療支援が可能となり、いまや病院管理の重要なツールになろうとしている。たとえば、島根大学医学部附属病院(外来:のべ1000人/日,病床数618)では、平成19年5月から稼働、さまざまな部門のデータが分散型データベースシステムとして蓄積されている。

申請時稼働しているシステムで調査したところでは、診療報酬に伴う診療行為が1日あたり7000件登録され、1日あたりで約100MBの文字型データと約10GBの画像データが蓄積されている。これは一年で、それぞれ10GB、3TBのデータとなり、これらのデータの有効活用は今後の病院情報システムでの大きな課題となってきており、大きくは次の二つの目標があげられる:

(1)診療支援: これまで、我々は慢性疾患の病像をスナップショット的にしか観測することができなかった。長期間に蓄積された慢性疾患のデータをマイニングすることで、その慢性疾患の全体像(治療例/未治療例を含めて)を把握することが可能となる。慢性疾患の長期予後についての知識を発見することで、より質のよい診療を支援できうる。さらには、全体像を横断的に調べることで、医師が直観的に把握していた疾患の概念、および疾患分類について、その概念の再構築も期待できる。

(2)病院管理: 一方、これまででも報道されて問題となっている院内感染および医療事故についても、診療行為の電子化によって蓄積されたデータをマイニングすることで、これらの事象のパターンを抽出し、感染・事故を防止することが可能となってきている。ここで用いられるデータは診療資源の配置に関わる病院管理のデータであり、ここでのマイニング技術の適用はデータに基づいた病院管理という新たな展開を生む。

2. 研究の目的

本課題の目的は、病院情報システム内に分散的に蓄積された医療行為の時系列的記録から、医師・看護師の診療過程を時空間的および横断的に分析、ある疾患の診療過程に関する時系列的パターンあるいは時系列モデリングを抽出するための基盤的技術を研究し、実践的に病院情報システム上に実装・評価することにある。研究計画・方法でも述べるように、これまでの研究から、医療のスタッフの診療行為の時系列的特徴は単にそれぞれが独立で直列的に実行されるわけではなく、複数のプロセスが並行にしかもそれぞれが影響を与えつつ実行されており、たとえば、診断→治療と直列一方向的ではない。したがって、単なる系列的マイニングやネットワーク型構造のマイニング(単なるネットワークでは構造が見えにくいという意味で)とは異なる形の構造モデルを抽出する要素技術を構築する必要がある。

3. 研究の方法

(1)必要な要素技術

本研究課題の実現において、特に重要な技術的課題は以下の三つに焦点を当てた:(a)分散データベースに蓄積された時系列データ

をいかに病院情報システムのデータから抽出し、データウェアハウスとして構築するか、(b) 時系列データとして得られたデータウェアハウスからどのような構造をもった時系列パターンを抽出するか？ (c) 抽出されたパターンを以下にユーザーが解釈しやすい形に視覚化できるか？ これらについて、図1で示された病院情報システムからデータを抽出し、研究を進めた。

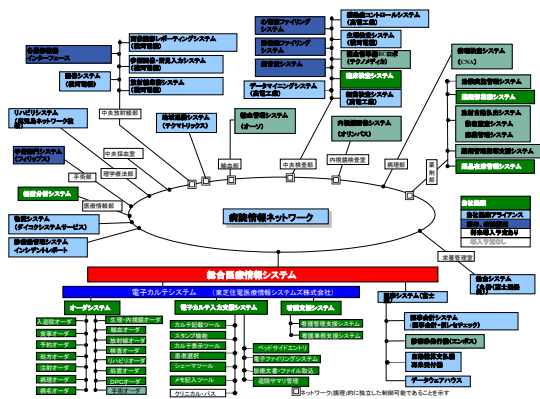


図1 島根大学医学部附属病院の病院情報システムの構成

(2) 方法全体のプロセス管理としてのアクティブマイニングプロセス

アクティブマイニングプロセスとは以下のサブプロセスをサイクル上に回すことをいう：プロセス1：アクティブ情報収集，プロセス2：ユーザ指向アクティブマイニング，プロセス3：アクティブユーザーリアクション。

これらのプロセスは本研究では、以下の図2のようなサイクルから構成される。

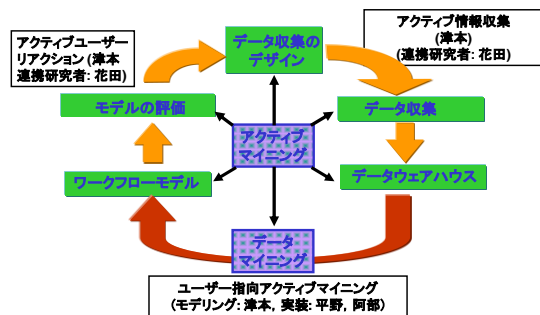


図2 アクティブマイニングプロセスと研究

代表/分担者、連携研究者との関係
 まず、病院情報システムのデータをデータウェアハウス上に集約する。次に、ユーザ指向アクティブマイニングプロセスにおいて、データウェアハウスからデータを抽出、種々のグラフマイニング、時系列マイニング等のマイニング技術を適用し、データからパターンを取り出す。アクティブユーザーリアクションでは、これらの結果を解釈し、どのような点をインターフェイス開発にいかすべきかについての知識を獲得し、インターフェイスの実装を行い、さらにその評価にどのようなデータを収集すべきかを検討する。ここで1つのサイクルが完了することになるが、ここからデータ収集のデザインの検討を次のサイクルとして、アクティブ情報収集プロセスで検討をはじめめる。なお、処方オーダーのミス削減等の実際のシステムの評価は2回目のサイクル以降のアクティブユーザーリアクションのプロセスにおいて検討される。

4. 研究成果

成果は次の四つにまとめられる：(1) オーダ数に関する時系列に軌跡マイニングの方法を適用し、オーダ数の時間的ふるまいから病院全体の動態、病院全体のプロセス管理がどうあるべきかについての指針が得られた。(2) 系列マイニングの手法から、各診療科におけるオーダの出し方に特徴があることがわかり、診療科毎のプロセス管理がどうあるべきかについての指針が得られた (3) クリティカルパスによって診療プロセスが進捗管理されていない疾患の看護オーダー数の時系列変化についてマイニング手法を適用することで、看護のオーダーが、症例共通、症例固有のものに分類でき、さらに、症例固有のものについては、症例の重症度によるオーダーのグループ化が可能であり、しかもその各

ループについての適用期間についてのパターンが抽出できた。(4) クリニカルパスによって進捗管理している疾患に関しては、パスで設定されている診療行為の実効性を評価できるとともに、本来パス上に設定されていないが、必要である診療行為の存在を発見し、クリニカルパスの更新の必要性をデータから検証できた。

本研究によって、診療プロセス管理として用いられているクリニカルパスの作成支援および実行されているクリニカルパスの検証を時系列マイニングの手法に行うことが明らかになった。さらに、これらの結果から、病院情報システムに蓄積されたデータに基づいて、医療プロセス管理に関するアクティブマイニングプロセスの有効性が示された。なお、この成果は、本年度の医療情報学連合大会で報告され、優秀論文賞を受賞した。

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 14 件)

(1) Y. Tsumoto and S. Tsumoto. Correlation and Regression Analysis for Characterizations of a University Hospital. Rev Socionetwork Strat , 査読有, 5 2011: 43-55.
DOI: 10.1007/s12626-010-0020-z

(2) S. Tsumoto and S. Hirano. Detection of risk factors using trajectory mining. J. Intell. Inf. Syst J. Intell. Inf. Syst , 査読有, 36 2011: 403-425.
DOI: 10.1007/s10844-009-0114-7

(3) S. Tsumoto and S. Hirano. Residual as Linear Sum of Matrix Determinants in Multiway Contingency Tables. International Journal of Computational Intelligence Systems , 査読有, 4, 2011: 1080-1089
DOI: 10.1080/18756891.2011.9727856

(4) H. Abe and S. Tsumoto. Evaluating a Temporal Pattern Detection Method for Finding Research Keys in

Bibliographical Data. T. Rough Sets , 査読有, 14. 2011: 1-17

DOI: 10.1007/978-3-642-21563-6_1

(5) 津本周作, 平野章二, 阿部秀尚 病院情報システムに基づく診療サービスの創出に向けて. 人工知能学会誌, 査読無, 26(2) 2011: 139-146

(6) Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano: Risk Mining in Medicine: Application of Data Mining to Medical Risk Management. Fundam. Inform. , 査読有, 98(1), 2011: 107-121.
DOI: 10.3233/FI-2010-219

(7) S. Hirano and S. Tsumoto Multiscale Comparison and Clustering of Three-Dimensional Trajectories Based on Curvature Maxima. International Journal of Information Technology and Decision Making , 査読有, 9, 2010: 889-904
DOI: 10.1142/S021962201000410X

(8) T.Y. Lin, R. Barot, and S. Tsumoto Some Remarks on the Concept of Approximations from the View of Knowledge Engineering. International Journal of Computational Intelligence and Natural Intelligence, 査読有, 4 2010: 1-11
DOI: 10.4018/jcini.2010040101

(9) Y. Tsumoto and S. Tsumoto: Exploratory Univariate Analysis on the Characterization of a University Hospital: A Preliminary Step to Data-Mining-Based Hospital Management using an Exploratory Univariate Analysis of a University Hospital. The Review of Socionetwork Strategies , 査読有, 4(2) 2010: 47-63.
Doi: 10.1007/s12626-010-0014-x

(10) Hidenao Abe, Shusaku Tsumoto, Miho Ohsaki, Takahira Yamaguchi. Improving a rule evaluation support method based on objective indices International Journal of Advanced Intelligence Paradigms, 査読有, 2, 2010: 180-197.
DOI: 10.1504/IJAIP.2010.030534

(11) Shusaku Tsumoto. Contingency matrix theory: Statistical dependence in a contingency table. Information Sciences , 査読有, 179, 2009: 1615-1627
DOI: 10.1016/j.ins.2008.11.023

(12) Shusaku Tsumoto Contingency Matrix Theory II: Degree of Dependence as

Granularity. *Fundamenta Informaticae*, 査読有, 90, 2009: 427-442
DOI: 10.1016/j.ins.2008.11.023

(13) Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano: Statistical Independence and Determinants in a Contingency Table - Interpretation of Pearson Residuals based on Linear Algebra -. *Fundam. Inform.*, 査読有, 90(3), 2009: 251-267.
DOI: 10.3233/FI-2009-0017

(14) Hidenao Abe, Shusaku Tsumoto: Investigating Accuracies of Classifications for Randomized Imbalanced Class Distributions. *Fundam. Inform.* 査読有, 90(4), 2009: 369-378
DOI: 10.3233/FI-2009-0024

[学会発表] (計 36 件)

(1) Shusaku Tsumoto Trajectories Mining (招待講演) Workshop on Geotemporal Information Processing, 3/8, 2012 Bangalore, India

(2) S. Tsumoto, Multidimensional temporal mining in clinical data. ACM Symposium on Healthcare IT 2012, Jan 28-30 2012 Miami, US

(3) S. Tsumoto Visualization of Hospital Services Using Data Mining Methods, IEEE ICDM 2012 (Workshop on Data Mining in Services), Dec 11-13, 2011, Vancouver, Canada

(4) S. Tsumoto Capturing Behavior of Medical Staff: A Similarity-Oriented Temporal Data Mining Approach. (招待講演) Future Generation of Information Technology, Dec. 8-10, 2011, Jeju, Korea

(5) 岩田春子, 津本周作 病院情報システムに蓄積されたデータに基づく時系列マイニング. 第 31 回医療情報学連合大会, 2011.11.23-25 鹿児島

(6) S. Tsumoto. Clustering-based analysis in hospital information systems, IEEE GrC 2011, Nov. 8-10, 2011, Kaohsiung, Taiwan

(7) S. Tsumoto A new framework for incremental rule induction based on rough sets. IEEE GrC 2011 Nov. 8-10, 2011, Kaohsiung, Taiwan

(8) 津本周作 データに基づいた病院サービスの構築 (招待講演), サービス科学ワークショップ 10/18, 2011 京都

(9) S. Tsumoto Information reuse in hospital information systems. IEEE IRI 2011 Aug 3-5, 2011 Las Vegas, US

(10) 津本周作 病院サービスの可視化 (招待講演), SRII Japan Chapter May 18, 2011 東京

(11) S. Tsumoto Towards Data-Oriented Hospital Services. SRII 2011 Global Conference, 2011.3.31, San Jose, USA

(12) 津本周作 病院サービスの創出に向けて. 関西サービスイノベーション創造会議 (招待講演), 2011.3.19, 大阪商工会議所.

(13) S. Tsumoto and S. Hirano. Towards Data-Oriented Hospital Services: Data Mining-Based Hospital Management ICDM 2011 Workshop on Data Mining for Services 2010.12.14, Sydney, Australia

(14) Hidenao Abe and S Tsumoto Text Categorization with Considering Temporal Patterns of Term Usages. ICDM 2011 Workshop on Data Mining for Services, 2010.12.14, Sydney, Australia

(15) 岩田春子, 津本周作 病院情報システムに蓄積されたデータに基づく看護ケアと観察に関する記述の分析. 第 30 回医療情報学連合大会, 2010.11.21, 浜松

(16) H. Abe and S. Tsumoto, Trend detection from large text data. IEEE SMC 2010, 2010.10.13, Istanbul, Turkey

(17) S. Tsumoto and S. Hirano Information Granules of Statistical Dependence in Multiway Contingency Tables IEEE GrC 2010, 2010.8.15, San Jose, USA

(18) S. Hirano and S. Tsumoto Hierarchical, Granular Representation of Non-metric Proximity Data. IEEE GrC 2010, 2010.8.15, San Jose, USA

(19) S. Hirano and S. Tsumoto. Representation of Granularity for Non-Euclidian Relational Data by Jaccard Coefficients. RSCTC 2010, 2010.6.28, Warsaw, Poland

(20) S. Hirano and S. Tsumoto. Multiscale Comparison of Three-Dimensional Trajectories Based on the Curvature Maxima and Its Application to Medicine SBP2010, 2010.4.1, Maryland, USA

(21) Shoji Hirano and Shusaku Tsumoto. Multiscale Comparison of Three-Dimensional Trajectories: A Preliminary Step. RSDGrC 2009, 2009/12/15-18 New Delhi, India

(22) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto Comparing Temporal Behavior of Phrases on Multiple Indexes with a Burst Word Detection Method. RSDGrC 2009, 2009/12/15-18 New Delhi, India

(23) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto, Detecting Similarity of Transferring Datasets Based on Features of Classification Rules. ICDM 2009 Workshop on Transfer Mining, 2009/12/6, Miami, USA

(24) Shusaku Tsumoto Trajectory Mining. M 2009 (SAS Data Mining Conference) 招待講演, 2009/10/26-27, Las Vegas, USA

(25) Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano and Hidenao Abe. Pearson residuals in multi-way contingency tables, IEEE SMC 2009, 2009/10/11-14, San Antonio, USA

(26) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto, Detecting temporal patterns of technical phrases by using importance indices in a research documents. IEEE SMC 2009, 2009/10/11-14, San Antonio, USA

(27) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto Detecting Temporal Trends of Technical Phrases by Using Importance Indices and Linear Regression. ISMIS 2009, 2009/09/14-17, Prague, Czech.

(28) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto Evaluation of a Classification Rule Mining Algorithm Based on Secondary Difference KES 2009 2009/9/28-30, San Diego

(29) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto Detecting Temporal Patterns of Importance Indices about Technical Phrases KES 2009 2009/9/28-30, San Diego

(30) Shusaku Tsumoto. Multivariate

Statistical Independence and Contingency Tables. IEEE GrC 2009, 2009/8/17-19, Nanchang

(31) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto. Detection of Trends of Technical Phrases in Text Mining IEEE GrC 2009, 2009/8/17-19. Nanchang

(32) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto A Comparison of Composed Objective Rule Evaluation Indices Using PCA and Single Indices. RSKT 2009, 2009/7/14-16, Gold Coast

(33) Hidenao Abe and Shusaku Tsumoto Evaluating a method to detect temporal trends of phrases in research documents IEEE ICCI 2009 2009/6/15-17, Hong Kong

(34) Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano and Hidenao Abe. Statistical Independence of Multivariate Contingency Tables, NAFIPS 2009, 2009/06/14-17, Cincinnati, OH, USA,

(35) Shusaku Tsumoto and Shoji Hirano Multidimensional Trajectory Mining and its Application to Medicine. IEEE CME 2009, 2009/4/9-11, Tempe, USA

(36) Shusaku Tsumoto and Shoji Hirano Data Mining in Hospital Information System for Hospital Management, IEEE CME 2009, 2009/4/9-11, Tempe, USA

〔図書〕(計1件)
呉景龍, 津本周作 オーム社,
神経医工学, 2009: 295 ページ

6. 研究組織
(1) 研究代表者
津本 周作 (TSUMOTO SHUSAKU)
島根大学・医学部・教授
研究者番号: 10251555
(2) 研究分担者
平野 章二 (HIRANO SHOJI)
島根大学・医学部・准教授
研究者番号: 60333506
阿部 秀尚 (ABE HIDENAO)
島根大学・医学部・助教
研究者番号: 00397853
(3) 連携研究者
花田 英輔 (EISUKE HANADA)
島根大学・医学部・准教授
研究者番号: 90244095