

機関番号：32714

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500144

研究課題名（和文） 自律的なモバイルエージェントによる教育コンテンツ流通の研究

研究課題名（英文） Studies on Distributing Educational Contents using Mobile Agents

研究代表者

松本 一教 (MATSUMOTO KAZUNORI)

神奈川工科大学・情報学部・教授

研究者番号：40350673

研究成果の概要（和文）：テキストデータを主とする教育コンテンツを流通させる手法を確立するために、コンテンツの内容を表現するための半構造を持つデータ構造を開発した。これを用いて表現されたコンテンツに対して、相関ルールマイニングを拡張した方法を開発して、著者の特徴のルールを獲得できるようにしてコンテンツの不正利用を防ぐなどを可能とした。また、コンテンツの利用パターンのマイニングにより、利用者へ効果的に提示する方法を開発した。これらの各技術をエージェント技術により実装して利用できるようにした。

研究成果の概要（英文）： We develop a semi-structured data expression for educational contents which mainly consist of textual information. By extending association rule mining, we develop a new mining method that extracts effective rules for identifying authorship of contents. We then provide a mechanism that avoids an illegal use of contexts. We also develop a method that data-mines access patterns of contents, which are used for recommendations of useful contents. We finally develop a system that integrates these methods on the basis of agent technologies.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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：データマイニング，コンテンツ，テキストマイニング，エージェント

1. 研究開始当初の背景

インターネットを用いた教育が常識となり、多くのコンテンツが提供されるようになっていく。優れたコンテンツ開発のコストは大きい。インターネット上で多くのコンテンツが利用可能となることで、オープンソースソフトウェアと同じように、教育の質が向上していくと期待される。しかし、技術上の課題も多数残されている。本研究では特に、

- (1) コンテンツの作成者の意思を遵守しながら再利用を可能にする仕組みが

不十分であること、

- (2) 利用者が意図しない再利用等を自動的に判定する仕組みが不十分であること、
 (3) 良いコンテンツを多数の候補の中から、自動的に見出し推薦する技術が未確立であること、

という状況に着目し、これらが自由なコンテンツ流通による質向上の主たる障壁であると判断した。そこで、これらの解決を目指して本研究を申請するに至った。

2. 研究の目的

上記の背景で述べた2つの大きな課題を解決することにより、教育コンテンツの流通が拡大し、質が向上していく枠組みを提供することを目的とする。そのために必要となる汎用的なデータ構造を明らかにし、その上に普及可能な技術を開発することが目的である。

3. 研究の方法

様々なコンテンツを統一的に扱い汎用性のある技術とすることを旨とするために、改変や再利用などを理論的に扱えるデータ構造を明らかにする。それを出発点として、コンテンツ流通を制御する仕組みを開発する。良いコンテンツを自動的に見出すことに関しては、データマイニング技術の応用を目指す。

4. 研究成果

[データ構造の開発]

半構造化データとしてXMLが広く普及しているので、これをベースとして、変数および変数への代入という概念を導入した。これにより、コンテンツの一部を自由に置き換えるという操作の理論的な扱いを可能とした。即ち、コンテンツの一部を改変したり、一部に他を取り込んで再利用することの統一的で形式的な扱いができるようになった。また、代入可能性に制限を設定できるようにすることで、再利用の範囲をコントロールすることも可能となった。図1はこの概念図である。

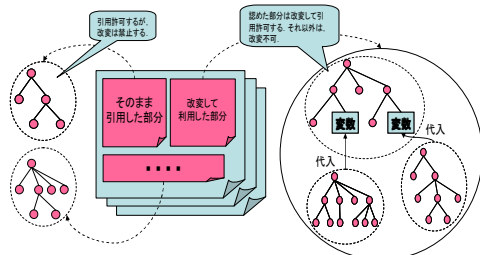


図1. コンテンツ表現のデータ構造

[有益なコンテンツ発見技術]

有益なコンテンツを見出すための手法として、(I) 半構造化データに対するマイニング開発、(II) 相関ルールマイニングの開発、(III) 時系列データマイニングの開発を行った。これらの概要を説明する。

(I) 半構造化データに対するマイニングでは、利用頻度や評価に関するログ情報を用いて上位コンテンツに共通する構造を見出すことができるようになった。即ち、良い構造を持つコンテンツの共通部分構造が自動的に抽出でき、成功事例に従った類似構造として新規のものを作成したり、構造を再利用して部分的な置換による改良を行うことができるようになった。

(II) 相関ルールマイニング技術開発では、評価の高いコンテンツに含まれる語彙データの同時生起を相関ルールとして抽出し利用できるようにした。このとき語彙データに関する概念階層を用いた一般化相関ルールとしての発見ができるような技術を開発した。この手法を(I)の構造マイニングと組み合わせることにより、構造情報とテキスト情報の両者による成功事例の分析が可能となる。

(III) 時系列データマイニングの開発では、ユーザのコンテンツ利用の時系列的な履歴シーケンスのログデータを利用する。このような履歴ログには、中間的に別のコンテンツ参照が挿入されることが一般的であるため、単純な部分シーケンスとしては扱うことができない。また、同一のコンテンツではないものの類似性の高いコンテンツの参照も考慮する必要がある。そこで、部分的な不一致および長さの不一致も考慮した上でさらに、コンテンツ間の類似度まで込めたシーケンスとして、その類似度を見出す技術をDPマッチング技術をベースとして、新たに開発した。この類似度を用いてシーケンスのクラスタリングを行うことにより、ある程度類似して用いられているコンテンツのアクセスパターンを抽出することができるようになった。抽出した知識を使って、あるアクセスパターンが観測されたとき、高い確率で出現する次のパターンを予測できるようになる。即ち、ユーザへの適切な推薦の仕組みを提供したり、頻度が少なく適切でないと推測される利用への警告を発したりするための理論的な枠組みを構築できた。

[コンテンツ設計と流通技術]

良いコンテンツを開発するためには、成功事例からその理由を見出す必要がある。そこで、アクセス頻度、評価などの観測可能な変数から未知の潜在因子を発想支援技術を用いて、半自動的に見出す方法を開発した。ある程度の手による試行錯誤を伴うが、隠された成功理由の同定ができるようになった。また、コンテンツの流通可能性を向上させるためには、適切な索引付けを行って利用者が容易に検索できるようにする必要がある。そこで本研究では、一種のソーシャルタグとして、利用者が与える情報を利用する方法を開発した。しかし、単なるキーワードのタグでは表現能力が弱いため、マインドマップを拡張して定義した図的な手法での表現を用いることにした。利用者がコンテンツを利用した経験からの表現力の高いタグを与えることができる。このような図的表現間のマッチングを開発し、利用者の曖昧さを含む要求を柔軟に検索することができるようにして、より広く流通させることの見通しを得た。

【作成者意思の遵守技術】

この目的を達成するためのツールとして、許可していない再利用を自動的に発見する技術を開発した。テキスト情報に注目して、利用者毎にそのテキスト中に隠されている暗黙の規則性を相関ルール集合として抽出しておく。利用者毎に抽出された相関ルール集合に対して、それらの相違度を比較できる方法を開発した。テキストのNグラムへの適用で、この手法の信頼性を向上できることが実験的に実証できたため、これを用いることで、ある作成者のテキストが他で利用されているかどうかの判定が可能となる。また、コンテンツ中に隠された他の作成者と推測される部分を指摘することも可能となる。この方法では、利用者識別のための情報を特に埋め込むことなく、テキスト情報だけで判定ができるという大きな利点がある。

【エージェント技術による統合】

本研究では開発した方法全体を、エージェント技術を用いて統合する方法を採用した。本方式によるコンテンツ利用では、モバイルエージェントフレームワークとして提供されている Freedia を必要とする。その前提の元で、本章の最初で述べたデータ構造を用いて、コンテンツを表現し Freedia モバイルエージェントにおける内部データとして扱う。代入等の制限として表現される作成者の意思は、同じエージェント内のポリシー（知識）として実装できる。ポリシーの解釈もエージェントの推論エンジンとして実装できる。これにより、エージェントが自らの内部データとして表現されたコンテンツを常に監視しながら移動することができるようになる。なお、他のコンテンツを再利用することは、データ構造としては変数への代入となるが、エージェントの立場ではエージェント合成となる。任意の階層構造でのエージェント合成が Freedia で可能であることを利用して、この仕組みを実現できた。図 2 にエージェントによる実装の概念図を示す。

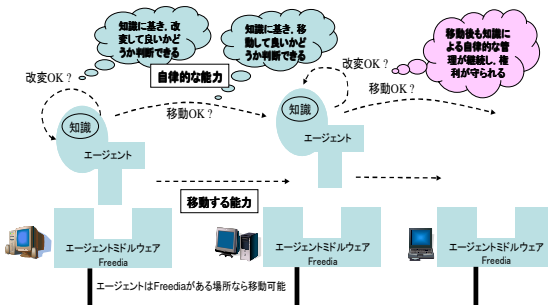


図 2 エージェントによる実装概念図

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 Hiroshi SUGIMURA and Kazunori MATSUMOTO, Clues Driven Time Series Data Mining with an Automatic Improvement Mechanism, Proc. International Conference on Data Engineering and Internet Technology (DEIT 2011), 937-942, (2011), 査読有.
- ② Hiroshi SUGIMURA, Ryosuke SAGA, and Kazunori MATSUMOTO, Identifying Authors of text based on association rules, Proc. IADIS International Conference Information Systems 2011 (IS2011), 355-358, (2011), 査読有.
- ③ Ryosuke SAGA, Kodai KITAMI, and Kazunori MATSUMOTO, Graphical modeling by creativity method for structural equation modeling, Proc. Japan-Cambodia Joint Symposium on Information Systems and Communication Technology, 51-56, (2011), 査読有.
- ④ Hiroshi SUGIMURA, Yuta TANIGUCHI, Ryosuke SAGA, and Kazunori MATSUMOTO, Text authorship detection using decision trees and association rules over n-gram, Proc. IADIS International Conference Data Mining 2010 (MCCSIS 2010), 167-170, (2010), 査読有.
- ⑤ Hiroshi SUGIMURA and Kazunori MATSUMOTO, Datamining tool with exploratory search and feature discovery, Proc. IADIS International Conference Intelligent Systems and Agents 2010 (MCCSIS 2010), 147-150, (2010), 査読有.
- ⑥ Hiroshi SUGIMURA, and Kazunori MATSUMOTO, Hints Driven Knowledge Discovery and Management, Proc. IADIS International Conference on Information Systems (IS2010), 541-544, (2010), 査読有.
- ⑦ Yuichi OSATO, Hiroshi SUGIMURA, Kazunori MATSUMOTO, Supporting Information Seeking: Collective Intelligence Approach, Proc. IADIS International Conference on Information Systems (IS2010), 563-566, (2010), 査読有.
- ⑧ Kengo Yoshida, Tetsuhiro Miyahara, Tetsuji Kuboyama, Evolution of Multiple Tree Structured Patterns using Soft Clustering, Proc. 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE 2010), 749-753, (2010), 査読有.
- ⑨ Shin,I., Kawamura,T., Nakagawa,H., Nakayama,K., Tahara,Y., and OhSuga,A., ONTOMO: Development of Ontology Building Service - Evaluation of Instance Recommendation using Proper Noun Extraction, Proc. 25th ACM Symposium On

- Applied Computing (SAC2010), 1442-1443, (2010), 査読有.
- ⑩ Hiroshi Sugimura, Yoshiaki Takano, Yasushi Tanaka, Kazunori Matsumoto, Managing Compound Information using Intelligent Agents, Proc. IADIS International Conf. on Information Systems 2009 (IS-2009), 465-468, (2009), 査読有.
 - ⑪ Yasushi Tanaka, Yoshiaki Takano, Hiroshi Sugimura, Kazunori Matsumoto, Knowledge Acquisition and Maintenance based on Data Mining with Preference, Proc. IADIS International Conf. on Information Systems 2009 (IS-2009), 469-472, (2009), 査読有.
 - ⑫ Yoshiaki Takano, Yasushi Tanaka, Hiroshi Sugimura, Kazunori Matsumoto, Proc. IADIS International Conf. on Information Systems 2009 (IS-2009), 481-484, (2009), 査読有.
 - ⑬ Nobukazu Yoshioka, Misuse cases + Assets + Security Goals, Proc. Workshop on Software Security Process (SSP'09), 424-429, (2009), 査読有.
 - ⑭ Yamamoto, J., Nakagawa, H., Nakayama, K., Tahara, Y., and Ohsuga, A., A Context Sharing Message Broker Architecture to Enhance Interoperability in Changeable Environments, Proc. 3rd International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, (UBICOMM2009), 31-39, (2009), 査読有.

[学会発表] (計 13 件)

- ① 北見孝大, 佐賀 亮介, 松本 一教, 創造的開発技法における因果モデル洗練のための閾値設定法の検証, 情報処理学会第73回全国大会, 2011年3月2日, 東京都東京工業大学, 査読無.
 - ② 北見孝大, 佐賀 亮介, 松本 一教, 重回帰分析とSEMによるゲームソフトのヒット要因の定量化, 第9回 情報科学技術フォーラム (FIT 2010), 2010年9月7日, 福岡市 九州大学, 査読無.
 - ③ 杉村 博, 松本 一教, 新しい時系列データクエリの記述方法をもちいた知識発見, 第9回 情報科学技術フォーラム (FIT 2010), 2010年9月7日, 福岡市 九州大学, 査読無.
 - ④ 吉岡信和, モデル検査ツールを使った設計モデルの検証, Modeling Forum, 2009年9月18日, 東京ミッドタウンホール, 査読無.
 - ⑤ 杉村 博, 松本 一教, ヒントの改良にもとづくデータマイニングシステム, 第24回 人工知能学会 全国大会論文, 2010年6月9日, 長崎市 ブリックホール, 査読無.
 - ⑥ 杉村博, 大里雄一, 松本一教, 図書館リ
- ファレンス知識の共有に関する考察, 人工知能学会第5回知識流通ネットワーク研究会, 2009年9月18日, 名古屋市 名古屋駅前イノベーションハブ, 査読無.
 - ⑦ 大里雄一, 杉村博, 松本一教, 知識工学手法を用いた図書館パスファインダー構築, 第8回情報科学フォーラム(FIT 2009), 2009年9月4日, 仙台市 東北工業大学, 査読無.
 - ⑧ 杉村博, 松本一教, ユーザ入力にもとづく時系列データマイニングシステム, 人工知能学会第23回全国大会, 2009年6月19日, 高松市 サンポートホール高松, 査読無.
 - ⑨ 杉村博, 高野義士, 田中靖士, 松本一教, テンプレートにもとづく時系列データからの相関ルールマイニングシステム, 情報処理学会 第71回全国大会, 2009年3月11日, 草津市 立命館大学, 査読無.
 - ⑩ 高野義士, 杉村博, 田中靖士, 大里雄一, 伊藤知司, 松本一教, 経験知識にもとづく時系列データの予測システム, 第71回全国大会, 2009年3月11日, 草津市 立命館大学, 査読無.
 - ⑪ 田中靖士, 杉村博, 高野義士, 大里雄一, 伊藤知司, 松本一教, アイテム探索を利用した相関ルールマイニング, 第71回全国大会, 2009年3月11日, 草津市 立命館大学, 査読無.
 - ⑫ 伊藤知司, 杉村博, 殿生剛士, 田中靖士, 高野義士, 大里雄一, 松本一教, マインドマップを用いた発想支援に関する考察, 第71回全国大会, 2009年3月11日, 草津市 立命館大学, 査読無.
 - ⑬ 杉村博, 松本一教, DPマッチングを利用する時系列データからのデータマイニング, 人工知能学会 第22回全国大会, 2008年6月12日, 旭川市 ときわ市民ホール, 査読無.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 一教 (MATSUMOTO KAZUNORI)
 神奈川工科大学・情報学部・教授
 研究者番号: 40350673

(2) 研究分担者

宮原 哲浩 (MIYAHARA TETSUHIRO)
 広島市立大学・情報科学研究科・准教授
 研究者番号: 90209932
 吉岡 信和 (YOSHIOKA OBUKAZU)
 国立情報学研究所・特任准教授
 研究者番号: 20390601
 大須賀 昭彦 (OHSUGA AKIHIKO)
 電気通信大学・大学院情報システム学研究科・教授
 研究者番号: 90393842