

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：10103

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700881

研究課題名(和文) 修学指導支援システムのWebユーザインタフェース動的生成機能の開発

研究課題名(英文) Development of dynamic generating mechanism of Web user interface for student guidance support system

研究代表者

佐藤 和彦 (SATO, Kazuhiko)

室蘭工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90344548

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、情報検索システムが扱う情報の仕様や抽出・可視化のニーズの変化に柔軟に対応し、システム側の改修を要しない自由度の高い検索インタフェースを実現した。データ間の関係やデータ形式、データごとの利用要件などをXML形式で記述されたメタデータで管理し、それに基づいてインタフェースを動的に生成する機構を開発した。この機構により、検索者は自由に条件項目を指定することができる(検索の自由度)。また、システム開発者は、XMLメタデータを編集するだけで自由にシステムのインタフェースをデザインできる(修正の自由度)。開発した機構を複数の検索システムに適用してその有用性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In my research, a new mechanism of retrieval interface that users can freely set search criteria was realized. By using it, retrieval system can flexibly respond to changes in specifications of the database and user needs. All data information such as data format, relationships between data, and so on, is managed by the meta data described in XML format. I have developed a mechanism to dynamically generate interfaces based on this metadata. By using the retrieval system based on the mechanism, retriever can set conditions freely (The degree of freedom for retrieval). In addition, system developers can design the interface flexibly (The degree of freedom for improvement). I confirmed usefulness by applying my mechanism to several search systems.

研究分野：教育工学

キーワード：教授学習支援システム 情報検索インタフェース インタフェース動的生成

1. 研究開始当初の背景

従来、大学における教務相談窓口やチューター制度などによる指導では、基本的に学生が相談に訪れるのは「単位を落としてしまった後」であり、履修計画の見直しなどの事後的な対応しか取れないのが現状である。また、修学支援を目的とした取り組みとしては、(1) 教師と学生間、あるいは教師間、学生間で相互に情報交換を行い教材やノウハウを共有して教育品質の向上を目指すような修学環境を実現する研究や、(2) 授業間のつながりや学生好み・能力に応じて適切な履修計画を立案するシステムの研究などがある。しかしながら、これらの先行研究においても、既に単位を落としてしまった学生に対しては有効な支援を行えない。大学は教育をサービスとして提供する以上、学生が「落としてしまう前」に、事前にリスクを把握し、的確な指導を学生に対して行うような修学支援のシステムが必要である。

これに対して、研究代表者は学生の取得済単位や現時点での履修状況、出席状況などの修学データから現在履修中の科目を修得できなかった場合のリスクを分析し、単位を落としてしまう前に、本人と指導教員に示すことで適切な指導につなげる支援を実現した。一方で、修学指導を行う場合、学生個人の現状を把握するために学生全体の中での指導対象学生の位置づけを示すなど、学生全体のデータ分析も必要となるが、それらについての機能はこれまで考慮してこなかった。

蓄積した修学データを利用して学生全体のデータを分析することによる支援を検討する上で、データの可視化手法が新たな課題となる。データの抽出・可視化を行う場合は通常、検索インタフェースが機能としてシステムに組み込まれる。柔軟なデータ抽出を実現する場合、用途に合わせたインタフェースを必要な数だけ用意する(手法)か、あるいは全ての条件を並べた複雑な検索インタフェースで対応する(手法)。しかし、前者は開発コストが大きく、後者は様々な条件を指定することができる一方でインタフェースが複雑となり利用者が使いにくいものとなる。また、いずれの方法でもデータの仕様変更に対してはシステム側の改修が必要となってしまう。その新たな課題を解決する方法が求められていた。

2. 研究の目的

本研究では、上記に挙げたような修学に関わる学生データの仕様変化や学生情報の抽出・可視化のニーズに柔軟に対応し、システム側の改修を必要としない検索インタフェースを開発し、これまでの修学指導支援システムに導入することを目的とする。そのために、システム内部のインタフェースおよびユーザインタフェースを動的あるいは自動で生成する機構の開発を進める。データ間の関係やデータ形式、個々の学生データごとの利

用要件や検索要件などを XML 形式で記述されたメタデータで管理し、それに基づいてインタフェースを生成する。これにより、学生データの項目を検索条件として自由に選択可能となり、出力項目としても自由に選択可能な機構を実現する。

本研究で開発するインタフェース動的生成機能は、修学指導支援システムでの利用だけを想定したものではなく、Web ベースの情報検索システムに広く応用可能な技術として実現する。本研究の提案機能が実現した場合、Web アプリケーションにおけるインタフェース設計が現在よりも容易になり、データの仕様変更に近い柔軟な情報検索システムが実現可能となる。

3. 研究の方法

既に関済済みのプロトタイプをベースにして、まず、インタフェース動的生成機構で利用される XML メタデータの仕様設計(作業)を行う。これと並行して、XML メタデータを簡単に作成するための作成支援エディタの開発(作業)を進め、それを用いて修学指導支援システムで用いる XML メタデータを作業 1 で定義した仕様に沿って作成する(作業)。

次に、作成された XML メタデータに基づいて動作するインタフェース動的生成機能の実装(作業)を行う。検索インタフェースの入力フォームの動的生成機能および、データベース問合せ(SQL)の自動生成機能、検索結果の出力フォームの自動生成機能をそれぞれ設計開発し、既に関済済みの修学指導支援システムに組み込む。そして、実装された機能について評価実験(作業)により、その性能評価を行い、本研究の有効性を実証する。

さらに、最終年度においては、本申請で提案したインタフェース動的生成機構が、修学指導支援システム以外の Web 情報検索システムに広く応用可能であることを示すために、他の目的のための情報検索システムに本機構を適用し、その実現可能性について検証するとともに、それら適用事例に合わせた発展的な機能について拡張を進める(作業)。

4. 研究成果

(1) 作業 のインタフェース動的生成機能で利用される XML メタデータの仕様設計に関しては、初年度において、これまでの試作版で用いていたメタデータの仕様をベースとして改めて見直しを行った。研究代表者が本システムの利用目的としている修学情報の検索への利用だけでなく、広く本技術が応用可能なように汎用化を念頭に置き、設計を進めた。再設計された仕様については発表論文において発表を行った。

(2) 作業 の XML メタデータを効率的に生成するための XML メタデータエディタの開発では、修学支援システムで用いられるメタ

ータを作成するためのものを試作した。Java 言語を用いて GUI ベースで視覚的にデータベース間の関係や、インタフェースの生成ルールなどを記述できるように工夫した。さらに、初回の作業時において、まったくの白紙の状態から作成を開始するのではなく、対象とするデータベースのテーブル構成などの情報を自動的にエディタが取得し、データベース構成情報やテーブルの属性情報などの静的な情報にかかるメタデータを自動的に生成する機能を導入した。これにより、XML メタデータ作成に係る時間の削減を実現した。この成果については、学会発表 および において発表した。

(3) 作業 では、修学指導支援システムで用いる XML メタデータの再定義を行うとともに、作業 で設計し直した新たな XML メタデータの仕様に基づいて実装した。修学指導支援システムで扱う修学情報の検索だけでなく、他の用途にも本技術が利用可能かを検証するために、論文検索システムを対象として、インタフェース動的生成を行うシステムも開発を進めた。この成果は学会発表 で発表を行った。

(4) 作業 としては、上記の作業 から作業 までの成果から、それらに基づいて動作するインタフェース動的生成機能の実装を行った。検索利用時のユーザへの簡便さを実現するために、検索対象となるデータの種別や有効値の範囲などから入力制限を自動的に取得し、生成されたインタフェース上で有効値の判定や入力に対する指示などをユーザに対して行う機構も合わせて実現した。また、類似する条件で連続した検索を行う場合、本機構を用いる方法は、従来のインタフェースよりも使いづらいことが予備実験より明らかとなった。そのため、1 度検索に用いられた条件の組合せを保存して、それを再利用できる機構についても実現した。これらの成果については、学会発表 において発表した。

(5) 作業 の検索インタフェース動的生成機構の評価実験については、これまでの試作版と新たに開発した動的生成機構を用いた比較実験を行った。修学情報データベースに対する学生の修学情報の抽出について、検索条件をいくつか用意し、その条件に基づいた検索を本機構を用いて行った際の、適合率及び再現率について検証した。いずれの実験においても、新たに開発した動的生成機構が成績を上回った。また、本インタフェース動的生成機構を用いずに構築された通常の Web インタフェースと、同様の検索を行う組み合わせを本機構により行った場合における、インタフェースの生成にかかる時間と、検索結果を得るまでにかかる時間を調査した。これについては、動的生成にかかる時間が、従来の方法に純粋に加わったことが時間の違いであり、インタフェース生成部を含む検索画面の出力や、検索処理にかかる時間についてはいずれも従来の Web インタフェースとの差は

見られなかった。そのため、実用において、本機構を用いても従来と同様に利用可能であることが明らかとなった。これらの成果については学会発表 及び において発表した。

(6) 最終年度において、作業 として、本申請において開発したインタフェース動的生成機構が修学情報検索システム以外のシステムに広く利用可能な技術であることを示すために、他の目的のためのシステムへの適用を進めた。具体的には、廃棄物処分場の埋立ガスデータを可視化するシステム、一般的な商品データベースを利用した商品検索システム、卒業研究の進捗可視化システムの 3 つのシステムへの適用を行った。いずれのシステムにも、本動的生成機構は問題無く適用でき、利用できることが明らかとなった。この成果については、学会発表 , 及び で発表を行った。

(7) 上記の結果から得られた成果の国内外における位置づけとしては、Web 検索インタフェースの動的生成機構は、これまでに例はなく、まったく新しい取り組みであるといえる。本機構に類似するものとして、Web インタフェースの自動生成技術があるが、これらはインタフェースデザインに関する技術である。デザインルールなどの情報に基づいてインタフェースを生成する機構であり、ユーザに検索の自由度を与え、ユーザの選択によって動的にインタフェースが生成される本機構とは目的が大きく異なる。また、動的に変化するインタフェースとして HTML5 など最近の Web 技術を利用することでインタラクティブ性を持つインタフェースを実現することはできる。しかし、これらも動的に変化する範囲については、あらかじめ設計段階で定める必要があり、その範囲においてのみ選択が許されるものである。また、インタフェースの条件項目や検索対象の情報項目に修正を加える場合にはシステムレベルで改修を要し、頻繁な変化に対するコストが高い。これに対して、本機構は、インタフェースの生成ルールともいえる XML メタデータを編集するだけで、検索システム自体には修正を要することなく、新たな項目や情報の変更が可能であり、ほとんどコストを必要としない。以上の面でも、本機構は他のインタフェース生成技術に比べて非常に有用であるといえる。

(8) 今後の展望として、分散データベースへの対応が挙げられる。現在の本機構は、単一のデータベース上にある複数のテーブルを自由に組み合わせて検索条件をユーザが自由に設定できる。しかし、自由度の高い検索を考えた場合、本来、検索対象となるデータは単一のデータベース上ではなく、ネットワーク上に分散する複数のデータベースで管理される情報を統合的に検索できることが望ましい。そのため、本研究における次なる展望として、分散データベースに関する技術を本機構に新たに導入することで、さらに

発展性の高いシステムへと改良を加えていく予定である。すでに、複数の異なるデータベース間で情報検索を行う分散 SQL 技術の開発を進めており、これらの技術の本機構への導入を今後進めていく計画である。

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)

[学会発表](計 14 件)

佐藤智樹, 佐藤和彦, カメラ入力によるタブレット端末向け数式グラフ化ソフトウェアの提案, 平成 26 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2014 年 10 月 25 日, 北海道科学大学(北海道, 札幌市)

山崎章裕, 佐藤和彦, Web 検索インタフェース動的生成機構の汎用化と拡張, Multi-Discipline Workshop and Research Meeting in Soya, 2014 年 8 月 4 日, 稚内北星学園大学(北海道, 稚内市)

若竹優一, 佐藤和彦, 卒業研究の進捗円滑化のための進捗状況可視化システムの開発, Multi-Discipline Workshop and Research Meeting in Soya, 2014 年 8 月 4 日, 稚内北星学園大学(北海道, 稚内市)

Dibesh Shrestha and Kazuhiko Sato, A Proposal of Web-based Energy Management System for Unstable Community Wireless Network, Design and Implementation of Sustainable e-learning System in an Unstable Community Wireless Mesh Network, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2014 年 7 月 5 日, 秋田大学(秋田県, 秋田市)

北村学, 佐藤和彦ほか, Web 情報検索インタフェース動的生成フレームワークのための XML メタデータエディタの開発, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2013 年 11 月 22 日, 会津大学(福島県, 会津若松市)

千石一貴, 佐藤和彦ほか, XML メタデータを用いた Web 情報検索インタフェースの動的生成手法の改善, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2013 年 11 月 22 日, 会津大学(福島県, 会津若松市)

安藤由悦, 佐藤和彦ほか, 研究活動支援のための関連論文検索システムの開発, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2013 年 11 月 22 日, 会津大学(福島県, 会津若松市)

山崎章裕, 佐藤和彦ほか, Web 検索インタフェース動的生成機構の改善と汎用化, 平成 25 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2013 年 10 月 19 日, 室蘭工業大学(北海道, 室蘭市)

宮田康平, 佐藤和彦ほか, 廃棄物処分場の埋立ガスデータ可視化ソフトウェアの開発, 平成 25 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2013 年 10 月 19 日, 室蘭工業大学(北海道, 室蘭市)

若竹優一, 佐藤和彦, 卒業研究のための進捗状況可視化システムの提案, 平成 25 年度

電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2013 年 10 月 19 日, 室蘭工業大学(北海道, 室蘭市)

高橋風樹, 佐藤和彦, 基本情報処理技術者試験のための自己学習成果の可視化手法の提案, 平成 24 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2012 年 10 月 20 日, 北海道大学(北海道, 札幌市)

北村学, 佐藤和彦ほか, Web 情報検索インタフェース動的生成フレームワークのための XML メタデータエディタの提案, 平成 24 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2012 年 10 月 20 日, 北海道大学(北海道, 札幌市)

安藤由悦, 佐藤和彦ほか, 学生の研究調査支援を目的とした関連論文検索システムの提案, 平成 24 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2012 年 10 月 20 日, 北海道大学(北海道, 札幌市)

千石一貴, 佐藤和彦ほか, XML メタデータを用いた Web 情報検索インタフェースの動的生成手法の検討, 平成 24 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2012 年 10 月 20 日, 北海道大学(北海道, 札幌市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 和彦 (SATO, Kazuhiko)

室蘭工業大学・工学研究科・准教授

研究者番号: 9 0 3 4 4 5 4 8