

機関番号：32612
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2009～2010
 課題番号：21700118
 研究課題名（和文） 意味的・時空間的マルチメディア分析・可視化機構を有する4D世界地図システムの実現
 研究課題名（英文） 4D World Map System with Semantic and Spatiotemporal Multimedia Analyzers
 研究代表者
 佐々木 史織（SASAKI SHIORI）
 慶應義塾大学・政策・メディア研究科・講師
 研究者番号：90383934

研究成果の概要（和文）：本研究では、歴史・文化に関する人文社会科学分野のマルチメディアデータ群を対象として、データ間の意味的・時空間的関連性を動的に計量・分析し、時間軸を伴った地図群（4D 世界地図）上にその分析結果を可視化する情報分析システムを実現した。利用者は、興味・関心・視点・問題領域と時空間情報の組み合わせに応じた、動的な分析と可視化によって、各自の多種多様な歴史的・文化的ストーリー（解釈）の表現とその再利用による新たな学術的メディア・コンテンツの生成が可能となった。

研究成果の概要（英文）：In this research, I implemented “4D World Map System,” a knowledge representation system which enables semantic, temporal and spatial analysis of multimedia data related to arts and social sciences, especially in history and culture, with an easy-to-reuse visualization of the analyzed results onto a 4-dimensional dynamic historical atlas (4D World Map Set). Users of this system are able to create various context-dependent historical/cultural stories according to their viewpoints in time series variation with geographic information as new academic media contents dynamically.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：データベース，情報分析，国際関係論，教育工学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：情報システム，可視化，マルチメディア，データベース，国際関係論，比較文化，時空間的分析

1. 研究開始当初の背景

人文社会科学の研究者および学生にとって重要な課題は、関連するサブ領域・サブ分野の情報源を含む大量の文書データ集合や画像データ集合の中から、各自の関心・視点・問題意識に応じた適切な情報を獲得することにある。特に、歴史学、政治学、社会学、比較文化学といった学問領域においては、データ

集合の共時的分析（データ内容の空間的な広がりに関する分析）や通時的分析（時間経緯に伴うデータ内容の変化の分析）が重要であり、データ間の意味的な関連性や時空間的関連性を分析・可視化するシステムは、これらの分析や分析結果の直観的理解を支援するものと考えられる。たとえば、歴史を学ぶ学生は、年表や地図帳を用いて歴史事象間の対応

関係を学習するという方法が一般的であり、同様に、社会科学者が文書の分析を行う場合や美術研究者が文化財の考察を行なう場合は、解釈学的・定性的な内容分析を行なうことが主流である。また、定量的な分析としては、構成要素の出現頻度の計測など、比較的シンプルな内容分析が中心である。これらの従来手法は有効な手段ではあるが、研究者や学生自身が情報源を収集・評価・コード化・順序付けし、さらに意味的、時空間的な解釈を行うには、膨大な時間を要する。一方、データベースシステムの研究領域においては、マルチデータベーススキーマ、時空間データベースシステム、意味的連想検索方式、マルチデータベースシステム、時空間的情報を伴ったマルチデータベースシステムといった手法が、異種のデータベース群間での相互運用性や動的統合を実現する手法として提案されている。

本研究の学術的な特色は、これら人文社会科学分野の専門知識と情報工学におけるデータベース技術を統合する事により、多面的な内容を含む歴史・文化に関するマルチメディアデータ群を対象として、利用者の興味・関心・視点・問題領域と時空間情報の組み合わせに応じた、動的な分析と可視化によって、利用者毎の多種多様な歴史的・文化的ストーリー（解釈）とその再利用による新たな学術的メディア・コンテンツの生成を可能とする点にある。

2. 研究の目的

本研究では、歴史・文化に関する人文社会科学分野のマルチメディアデータ群を対象として、データ間の意味的・時空間的関連性を動的に計量・分析し、時間軸を伴った三次元地図（4D 世界地図）上にその分析結果を可視化する情報分析システムを実現する。具体的には、これまでの研究において既に実現している (a) 専門分野別意味的連想検索空間の実現方式、(b) 異種の意味的検索空間の統合方式、(c) 因果関係計量データベース構築方式、(d) マルチメディアを対象とした動的メタデータ抽出・クエリ生成方式、および、(e) マルチデータベース環境での異種データの時空間的分析・可視化機能の実現方式をベースに、これらをシームレスに統合し、歴史・文化に関するドキュメントデータおよび画像データに対して意味的・時空間的な因果関係・相関量計量を行い、その分析結果を、時間軸を伴った三次元地図（4D 世界地図）上に可視化するシステムを設計、構築する。本研究において実現するシステムは、図1に示すように、基本的に二段階のステップにより構成される。第一に、時間情報・地理情報を伴った人文社会科学分野のマルチメディアデータ群を、対象メディア別の多次元ベクトル意味空間に写像する。第二に、意味空間において計量されたデータ間の関連性およ

び時空間的分析結果を、4D 世界地図上に写像する。

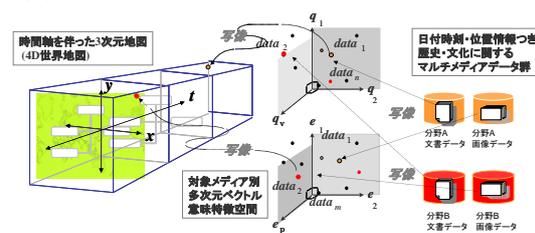


図1：意味的・時空間的分析・可視化機構を有する4D世界地図システムの基本アイデア

研究代表者はこれまでの研究成果として、国際関係分野のドキュメント検索のための意味的連想検索空間の生成方式を提案している。また、専門分野の検索空間と一般知識の検索空間とを統合する方式を提案している。この統合的意味的連想検索空間は、専門家が専門用語のキーワードを用いてニュース記事や演説などの一般語による文書を検索可能であると同時に、専門的知識を持たない利用者も一般的なキーワードを用いて専門用語を含む文書を検索することが可能な環境を提供している。

本研究は、これらの背景、研究目的に基づき、これまでの研究において実現した「国際関係文書データを対象とした知識発見・情報分析システム」を人文社会科学分野のマルチメディアデータに適用し、広域ネットワーク上に日々公開される大量の歴史・文化に関する情報を自動的に検索し、高度な知識発見・知識獲得を可能とする、総合的な情報分析・可視化システムを実現する。具体的には、利用者（分析者）の意図や視点、問題領域を自動的に抽出し、その意図に応じてドキュメントデータや画像データを多角的・動的に検索し、内容・コンテキストの時系列的変化や地域別差異に関する分析を行い、その分析結果を問題領域別・情報源別・地域別に表示・可視化する機能を持つシステムの構築を行う。利用者はこのシステムを利用することにより、各自が簡単なキーワードを用いて設定した問題領域や関心領域に、意味的に関連する歴史・文化に関する多様なマルチメディア情報源とその時間・空間的情報を伴った分析結果を、自動的にかつ定量的に獲得することが可能となる。

3. 研究の方法

研究代表者および研究協力者は、以下の計画に基づきシステムの設計および実現を行った。システム構成図を図2に示す。

2009年度

(1) 利用者が入力した検索条件に応じて広域ネットワーク上の複数情報源から該当するマルチメディアデータを収集する機能を設計、実現した。(2) 収集したマルチメディア群からメディアデータ別に意味的メタデータおよび特徴量を抽出する機能を設計、実現

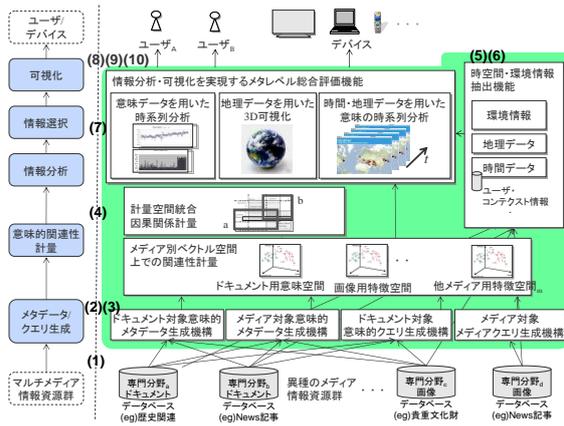


図 2：意味的・時空間分析・可視化機構を有する 4D 世界地図システムの構成

した。(3) マルチメディア群から抽出された意味的メタデータおよび特徴量を対象として、複数の集合演算子を適用し、意味的クエリおよびメディア・クエリを自動生成する機能を設計、実現した。(4) メタデータ化されたメディアデータの情報をベクトル化し、専門分野別・メディアデータ別の検索空間に写像する機能を設計、実現した。(5) 分析対象メディアデータおよびクエリ生成用メディアデータ群から時間的・空間的情報をメタデータとして抽出する機能を設計、実現した。

2010年度

(6) 歴史・文化に関する時間的・空間的情報データベースの設計、実現を行った。(7) (1)~(5)の情報検索システムと(6)の時間的・空間的情報データベースとの連結・統合を行うグローバル・アナライザの設計、実現を行った。(8) (7)の連結により得られた情報から因果関係を分析する知識発見システムを設計、実現した。(9) (8)から得られた分析結果を時系列およびイシュー別・地域別に表示可能とする多元的オブジェクト(4D世界地図)を設計し、実現した。(10) (8)から得られた分析結果を4D世界地図上に表示する機能を設計、実現した。(11)ユーザ・インタフェースの設計、実現を行った。

4. 研究成果

本研究では、3. 研究の方法に記した(1)~(11)の基礎技術・機能を設計・実現・連結することにより、意味的・時空間的マルチメディア分析・可視化機構を有する 4D 世界地図システムを構築した。具体的には、(1)複数情報源から該当するマルチメディアデータ群を収集する機能、(2)メディアデータ別に意味的メタデータおよび特徴量を抽出する機能、(3)意味的クエリおよびメディアデータ・クエリを自動生成する機能、(4)専門分野別・メディアデータ別の検索空間に写像する機能、(5)分析対象メディアデータおよびクエリ生成用メディアデータ群から時間的・空間的情報をメタデータとして抽出する機能、(6)歴史・文化に関する時間的・空間的情報データベース、(7)メディア別意味的情報検索シ

テムと時間的・空間的情報データベースとの連結・統合を行うグローバル・アナライザ、(8)分析結果を 4D 世界地図上に可視化する機能、および、(9)利用者が検索条件を入力するユーザ・インタフェースの機能群の構築と統合により、意味的・時空間的マルチメディア分析・可視化機構を有する 4D 世界地図システムの総合的な実験システムを実現し、これら研究成果を国内外の学会において発表した。利用者は、本システムの機能群を用いることにより、インタフェースにおける検索条件ならびに問題領域に関するキーワード・メディアを入力するだけで、検索・分析意図に応じて自動的に生成された意味的クエリおよびメディアデータ・クエリによって、歴史・文化に関するマルチメディア群を多角的・動的に検索・分析し、内容やコンテキストの時系列的変化や地域別差異に関する分析し、問題領域別・情報源別・地域別に 4 次元地図上に表示された分析結果を、自動的にかつ定量的に獲得することが可能となった。

さらに、本研究では、以上の基礎技術および機能群を以下の 6 つの応用分野に適用し、複数のアプリケーション・プロトタイプ・システムを構築した。

(S-1) 意味的・時空間的分析機構を有する文書データ対象 4D 世界地図システム：本システムは、歴史的・文化的な文書データ間の意味的・時空間的な関連性について、利用者の興味・関心・視点・テーマに応じて動的に計量・分析し、その結果を時系列で並べられた 4D 世界地図や 3 次元空間、2 次元グラフなどの多次元表現メディア上で可視化・表示するものである。本システムは、本研究において実現した基礎技術・機能の(1)~(11)全てを用いて構築されている。本システムのユーザ・インタフェースおよび分析結果・出力例を図 3 に示す。

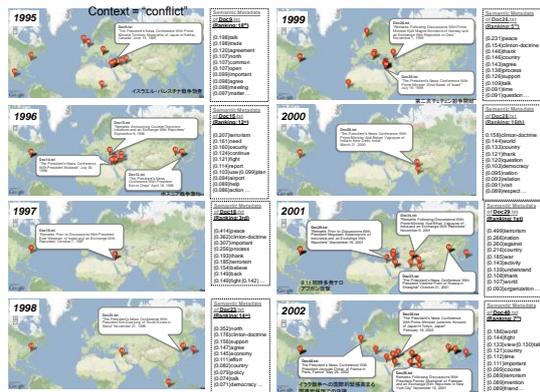


図 3：歴史・社会・文化に関する文書データを対象とした 4D 世界地図描画システムの出力例

図 3 は、意味的コンテキストを固定し、時間軸を変化させることにより、ドキュメントの地理的・空間的分布の時系列変化を示したものである。本システムの特徴は、多面的な

内容を含む歴史的・文化的文書データを対象として、利用者の興味・関心・視点と時空間情報の組み合わせに応じて、動的に、多種多様な歴史的・文化的ストーリーを生成可能とする点にある。

(S-2) 5D World PicMap システム：本システムは、4D 世界地図システムの対象データを文書から画像データに拡張し、地理・歴史・文化に関する画像データ間の色彩特徴と時空間的な関連性について、利用者の興味・関心・視点・テーマに応じて動的に計量・分析し、その結果を時系列で並べられた 4D 世界地図上で可視化・表示したものである。本システムは、本研究において実現した基礎技術・機能の(1)~(11)全てを用いて構築されている。画像特徴間の関連性計量については、画像データ群の集合から特徴量を抽出し、その特徴を用いて、利用者の意図を反映した検索用クエリを動的に生成する方式 (Imagination-based Image Search) を特徴としている。図 4 にシステム構成図、図 5、図 6、図 7 に出力例を示す。

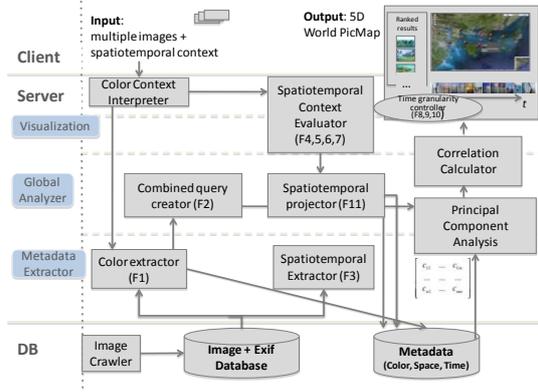


図 4 : 5D World PicMap システムの構成図



図 5 : 5D World PicMap システムの出力例(1) : 任意の画像群と集合演算の組み合わせにより、ユーザの意図を反映したクエリを生成し、画像特徴検索を行う。

(S-3) Cross-Cultural Music Museum システム：本システムは、楽曲データを用いて多国間の文化的差異・類似性を比較分析するためのミュージアム・システムである。本システムは、(1)文化別楽曲特徴の抽出、(2)文化別

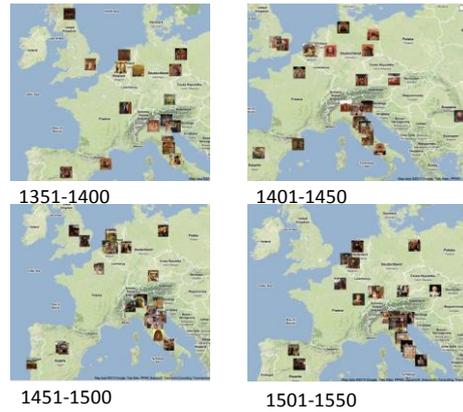


図 6 : 5D World PicMap システムの出力例(2) : 欧州の美術文化財画像データベースを対象として、通時的空間的配置の変遷を可視化



図 7 : 5D World PicMap システムの出力例(3) : 世界の風景写真データベースを対象として、一時点における共時的空間的配置を可視化

楽曲印象メタデータの抽出、(3)音楽検索とミュージアム・システム上での可視化の三機能により構成される。ユーザは、任意の印象語を用いて多国間の音楽データを比較分析・検索出来る他、文化ごとの楽曲特徴を視覚的に分析することが可能である。本システムは、本研究において実現した基礎技術・機能の(1)~(4)を用いて構築されている。図 8 に基本方式、図 9、図 10 に文化別楽曲特徴の分析・可視化例を示す。

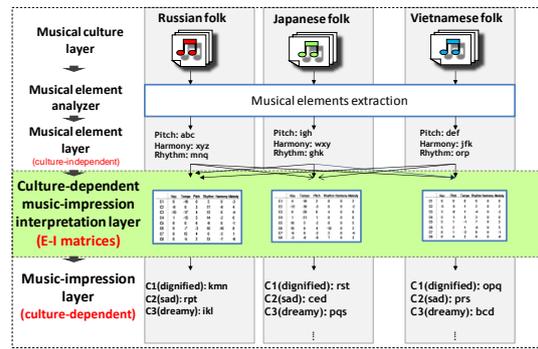
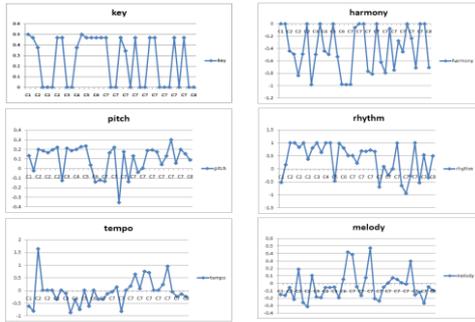


図 8 : Cross-Cultural Music Museum システムにおける文化別楽曲特徴・メタデータ抽出の基本方式

(S-4) 地域特徴情報の 4D 地図可視化システム：本システムは、住所情報を含む地域情報関連テキストを対象として、ユーザの与える



6/6/2011

図 9: Cross-Cultural Music Museum システムにおける文化別楽曲特徴抽出・可視化例

Table 1 The music analysis results of 7 random music-pieces of Vietnamese folk music

Impression by questionnaire	Input MIDI files	Musical elements (key, tempo, pitch, rhythm, harmony, melody)	Analysis Results		
			Vietnamese folk	Japanese folk	Russian folk
C3 (dreamy)	beo_dai_may_trai.mid	[Colorful bars]	C3	C3	C1
	em_di_chau_huong.mid	[Colorful bars]	C3	C3	C1
C5 (graceful)	qua_cau_gio_hay.mid	[Colorful bars]	C5	C6	C2
	tay_hung_ly_qua_can.mid	[Colorful bars]	C5	C5	C2
	ly_chuan_chuan.mid	[Colorful bars]	C5	C5	C2
C6 (happy)	co_la.mid	[Colorful bars]	C6	C6	C5
	giang_cau.mid	[Colorful bars]	C6	C6	C6

C1=dignified, C2=sad, C3=dreamy, C4=serene, C5=graceful, C6=happy, C7=exciting, C8=vigorous

図 10: Cross-Cultural Music Museum システムにおける文化別楽曲印象抽出・可視化例

コンテキストに応じた「地域状況表示地図」を動的に生成するシステムである。本システムは、コミュニティベースで蓄積された住所情報を含む文書の集合を、ユーザの与える任意のコンテキスト（任意のキーワードセット）に応じて数値として評価し、その結果を画像として地図上に重ね合わせることで、ある場所とその周囲環境の空間的配置に関してコミュニティが持つイメージ・印象・雰囲気、を地域状況表示地図として可視化する。図 11 にその出力例を示す。

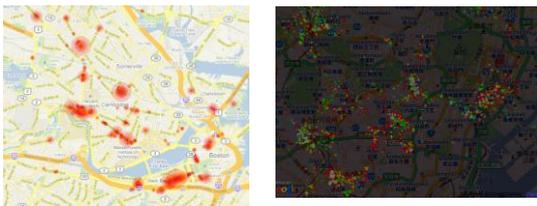


図 11: 地域特徴情報の 4D 地図可視化システムの出力例: 任意の場所・空間的配置に関してコミュニティが持つイメージ・印象・雰囲気を可視化

(S-5) 画像の色・形状類似性計量機能によるサイン・ロゴ認識システム: 本システムは、画像の色彩および形状により実空間上のサイン・ロゴ画像を認識・判別し、対応する意味的な情報を獲得するシステムである。ユーザの携帯カメラから撮影された実空間上のサイン・ロゴ画像を入力とし、あらかじめ用意された画像データベース内のサイン・ロゴ画像との類似性計量を行うことにより、対象

とするサイン・ロゴを認識・判別し、さらにそれらが有する意味カテゴリを組み合わせられた解釈により、各サイン・ロゴの意味情報を提示するものである。本方式の特徴は、国・地域・文化の違いによるサイン・ロゴ画像特徴の多様性に対応し、ユーザの現在位置に対応するサイン・ロゴの意味内容の獲得を可能とする点にある (図 12)。



図 12: 画像の色・形状類似性計量機能によるサイン・ロゴ認識システム: 国・地域・文化の違いによるサイン・ロゴ画像特徴の多様性に対応し、意味内容を提示

(S-6) 画像と時空間情報の統合的利用による 4D 生物識別システム: 本システムは、ユーザの持つ生物に関する断片的な情報（画像）を基にクエリを作成し、そのクエリに関連する情報源を特定し (図 13), 実空間に存在する事象・物体、特に自然環境に存在する生物に関する高度な知識獲得を可能とするシステムである。ユーザが撮影した生物生息情報を収集し、それらを地図上に時系列的にマッピングすることにより、生物生息情報の大局的に可視化・分析し、環境の変化の観測を可能とする (図 14)。

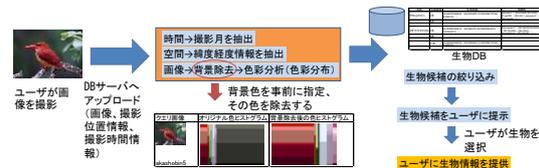


図 13: 4D 生物識別システムの画像色彩情報と時空間情報を用いた生物判別方式

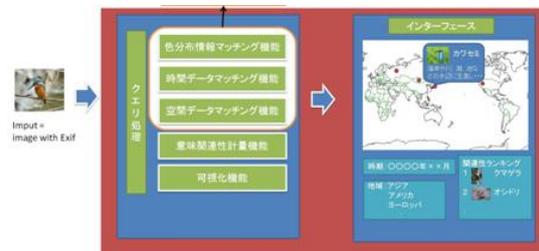


図 14: 4D 生物識別システムの 4D 世界地図へのマッピング方式

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 6 件)

- [1] Sasaki, S., Watagoshi, K., Takano, K., Hirashima, K., and Kiyoki, Y., "Impression-oriented music courseware and its application in elementary schools," *Interactive Technology and Smart Education (ITSE)*, Volume 7, Issue 2, Emerald Group Publishing Limited, pp. 85-101, July 2010, 査読有
- [2] 佐々木 史織: 政策ドキュメントを対象とした分析・知見発見・可視化システムの実現, *法学研究*, 83 卷 3 号, pp.243-279, 2010, 査読無(招待論文)
- [3] Sasaki, S., Takahashi, Y. and Kiyoki, Y., "The 4D World Map System with Semantic and Spatio-temporal Analyzers," *Information Modelling and Knowledge Bases*, Vol. XXI, IOS Press, pp. 1 - 18, May 2010, 査読有
- [4] Heimbürger, A., Jaakkola, H., Sasaki, S., Yoshida, N. and Kiyoki Y., "Context-Based Knowledge Creation and Sharing in Cross-Cultural Collaborative Communities," *Information Modelling and Knowledge Bases*, Vol. XXI, pp.76-88, May 2010, 査読有
- [5] Heimbürger, A., Sasaki, S., Yoshida, N., Venalainen, T., Linna, P. and Welzer, T., "Cross-Cultural Collaborative Systems: Towards Cultural Computing," *Information Modelling and Knowledge Bases*, Vol. XXI, pp.403-417, May 2010, 査読有
- [6] Sasaki, S., Itabashi, Y., Kiyoki Y. and Chen, X.: "An Image-Query Creation Method for Representing Impression by Color-based Combination of Multiple Images," *Information Modelling and Knowledge Bases*, Vol. XX, pp.105-112, May 2009, 査読有

〔学会発表〕 (計 16 件)

- [1] Nguyen, T. N. D., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "5D World PicMap: Imagination-based Image Search System with Spatiotemporal Analyzers," *Proceedings of The IADIS e-Society 2011 (ES 2011)*, Avila, Spain, March 9th - 13th, 2011, pp.272-278, 査読有
- [2] Nguyen, T. N., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "A Cross-Cultural Music Museum System with Impression-based Analyzing Functions," *Proceedings of The IADIS e-Society 2011 (ES 2011)*, Avila, Spain, March 9th - 13th, 2011, pp.253-261, 査読有
- [3] 豊島有紀, 佐々木 史織, 清木 康: 画像の色・形状類似性計量機能によるサイン・ロゴ認識システム, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2011), 2011 年 2 月 27 日~3 月 1 日, 静岡県, 6 pages, 査読無
- [4] 藤川 晃, 佐々木 史織, 清木 康: 目的に応じた複数意味空間連綿関係を有する法学分野文書対象意味検索システム, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2011), 2011 年 2 月 27 日~3 月 1 日, 静岡県, 6 pages, 査読無
- [5] Nguyen, T. N. D., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "Imagination-based Image Search System with Dynamic Query Creation and Its Application," *Proceedings of The 13th IASTED International Conference on Software Engineering and Applications SEA 2010*, Marina Del Ray, California, USA, Nov. 8 - 11, 2010, pp.435-442, 査読有
- [6] Nguyen, T. N., Sasaki, S., Uraki, A. and Kiyoki, Y., "A Semantic Metadata Extraction for Cross-cultural Music Environments by using Culture-based Music Samples and Filtering Functions," *World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET)*, *Proceedings of International Conference on Computer, Electrical, and Systems Science, and Engineering (ICCESSE10)*, Tokyo, Japan; pp.568-575, May 26-28, 2010, 査読有
- [7] 佐保田 恵, 佐々木 史織, 清木 康: アロマセラピーにおける心理的作用の関連性を計量する意味的

検索空間の実現, 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2010) 論文集

- (accepted 6 pages), Feb. 28 - Mar. 2, 2010, 査読無
- [8] 森 正彦, 佐々木 史織, 清木 康: 画像と時空間情報の統合的利用による生物識別システムの実現方式, 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2010) 論文集 (accepted 6 pages), Feb. 28 - Mar. 2, 2010, 査読無
- [9] Sasaki, S., Watagoshi, K., Takano, K., Hirashima, K. and Kiyoki, Y., "An impression-oriented music courseware and its application for elementary school," *Proceedings of the IADIS e-Society 2009 Conference*, Porto, Portugal, pp.11-19, March 18-21, 2010, 査読有
- [10] 佐々木 史織, *Multimedia Museum System for Cross-Cultural Communication*, 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回) 全国大会, 東京大学本郷キャンパス, 2010 年 3 月 8-12 日, 査読無
- [11] Sasaki, S., Chen, X. and Kiyoki, Y., Chanyachatchawan, S. and Somlertlamvanich, V., "A Multimedia System for Creating Japan-Thailand Cross-Cultural Collaborative Environments with Semantic Image Processing," *Workshop on Social Computing and Cultural Modeling*, Phuket, Thailand, 3-5 March, 2010, 査読無
- [12] Kiyoki, Y., Sasaki, S. and Chen, X., "A Ubiquitous Multimedia System for Creating Cross-Cultural Collaborative Environments between Japan and Thailand," *Workshop on Social Computing and Cultural Modeling*, Phuket, Thailand, 3-5 March, 2010, 査読無
- [13] 佐々木 史織, 綿越 貴久, 吉田 尚史, 平島 和雄, 清木 康: 感性音楽授業コースウェアの開発と小学校音楽授業における実践, P1p-FLS-04, 2 pages, 日本教育工学会 第 25 回全国大会, Sep. 19 - 21, 2009, 査読無
- [14] Moriya, K., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "A Regional Characteristics Visualization System by Dynamic Text Data Processing," *Proceedings of The 13th IASTED International Conference on Software Engineering and Applications SEA 2009*, November 2 - 4, Cambridge, Massachusetts, USA, pp.250-257, 2009, 査読有
- [15] Sasaki, S., Takahashi, Y. and Kiyoki, Y., "The 4D World Map System with Semantic and Spatio-temporal Analyzers," *the 19th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases*, pp.11-24, June 1-5th, Maribor, Slovenia, 2009, 査読有
- [16] Heimbürger, A., Jaakkola, H., Sasaki, S., Yoshida, N. and Kiyoki Y., "Context-Based Knowledge Creation and Sharing in Cross-Cultural Collaborative Communities," *the 19th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases*, June 1-5th, Maribor, Slovenia, pp.78-90, 2009, 査読有

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 史織 (SASAKI SHIORI)

慶應義塾大学・政策・メディア研究科・講師

研究者番号: 9 0 3 8 3 9 3 4

(2) 研究分担者

なし

研究者番号:

(3) 連携研究者

なし

研究者番号: