

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25280036

研究課題名(和文) ユーザの行動に学び変化するマルチメディアコンテンツ生成システムの構築

研究課題名(英文) Construction of a system for generation of multimedia contents adaptively varying according to users' behavior

研究代表者

長谷山 美紀 (HASEYAMA, Miki)

北海道大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：00218463

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ユーザの行動に合わせて適応的に変化するマルチメディアコンテンツ生成システムの構築を行った。具体的に、メディア横断型相関分析法に基づいてユーザの行動とマルチメディアコンテンツ間の関係性を抽出することで、時々刻々変化するユーザの志向をモデル化し、その結果から新種のマルチメディアコンテンツを生成するシステムを実現した。さらに、実現されたシステムを複数のユーザが用いることで、相互にコンテンツを推薦することが可能なシステムを構築した。研究代表者は、本研究で構築された推薦システムを様々な場において実証し、その評価を行っている。

研究成果の概要(英文)：This study constructed a new system for creating multimedia contents which can adaptively change according to users' behaviors. Specifically, by extracting relationship between users' behaviors and multimedia contents based on cross-media correlation analysis method, every-changing users' intentions for their desired contents were modeled. Based on the obtained model, systems for creating new types of multimedia contents were realized. Furthermore, new multimedia recommendation frameworks were newly constructed, and these frameworks could realize mutual recommendation through the use of the above systems by multiple users. Finally, we performed demonstration experiments of these frameworks in various fields and verified their performance.

研究分野：画像処理

キーワード：情報検索 画像検索

1. 研究開始当初の背景

我々の身の周りには様々な種類のコンテンツが存在し、個々のユーザが保持する画像や映像等の量は急速に増加している。これらのコンテンツは一般に、取得後、HDD等の蓄積メディアに保管され、ユーザの意図的な変更なしに変化することはなく、固定化されたコンテンツとなる。したがって、個人が大量のコンテンツを保持することになった現在においては、閲覧の目的を含めても、多くのコンテンツが再利用されていないのが現状である。また、ユーザが保持するコンテンツに基づいて、新たなコンテンツを推薦する研究が進められてきた。しかしながら、ユーザが保持するコンテンツは過去に取得・閲覧したデータであり、これらを直接利用しても、時々刻々変化するユーザの志向を反映した推薦を実現することは困難であった。一方、近年の撮像・センサ機器の普及により、ユーザに関する情報を取得することが容易となってきた。したがって、研究代表者はこれらの機器により取得されるユーザの行動データからユーザの志向をモデル化することで、固定化されたコンテンツから適応的に新たなコンテンツを生成(再生)し、その活用によって上記問題の解決を目指した。

ところで、画像の色やテキストを変更し、新たなコンテンツを生成する手法は国内外において盛んに提案されてきた。しかしながら、ユーザの行動から志向をモデル化し、その結果に基づいてコンテンツを新たに生成する研究はこれまでに行われてこなかった。2000年代前半よりユーザセントリックなシステムに関する研究の必要性が益々高まっているが、ユーザセントリックなコンテンツの生成システムに関しては未着手であった。一方、ユーザから情報を推定する研究においても、これまで様々な手法が提案されてきた。しかしながら、これらの研究では、ユーザの行動や表情を分類する手法の開発に限られており、既存のコンテンツとユーザの行動情報を融合利用することで、個人の志向をモデル化し、それに従って適応的に変化するコンテンツを生成するシステムは提案されていなかった。その原因として、ユーザの行動とコンテンツという異なる種類のデータ間での関連付けを行うことが困難であることが考えられた。個人のコンテンツの利用形態の多様化が進む中、その実現が急務であり、本研究で解決すべき課題とした。

研究代表者らは、これまでに異種メディア間の関連付けを可能とするメディア横断型理論に関する研究を進めてきた。この研究により、画像や映像、音楽等の全く種類の異なるメディアを横断した検索、例えば、画像から音楽の検索を可能とする手法が実現された。したがって、これをさらに性質が異なるデータとの関連性を表現可能な理論に拡張できれば、「ユーザの行動データ」と「マルチメディアコンテンツ」という異なるメディ

ア間での関連付け、およびユーザの志向のモデル化が実現され、その結果に基づいて適応的に変化するコンテンツの生成が可能になるとの着想に至った。また、他のユーザに対して同様に得られる結果と比較することで、相互にコンテンツの推薦を行うことが可能になることに注目した。

2. 研究の目的

本研究では、ユーザの行動に合わせて適応的に変化するマルチメディアコンテンツ生成システムの構築を行った。研究代表者は、メディア横断型理論に基づき、マルチメディアコンテンツとユーザの行動データを相関分析理論により融合的に利用することで、ユーザの志向を高精度にモデル化し、その結果から適応型コンテンツを生成した。ただし、個人の行動およびコンテンツのデータは、ユーザの過去/現在の志向を表現するものであり、保持していない未知のコンテンツに対する志向をモデル化することは困難であった。そこで、本研究では、志向が類似するユーザの選択を可能とすることにより、ユーザ間で適応型コンテンツの交換を行うコミュニケーション機能を実装し、志向のモデル化と適応型コンテンツ生成に関する高度化を試みた。さらに、本研究では、以上により実現される機能を利用することで、相互にコンテンツを推薦する新たなシステムを構築した。

本研究では、「ユーザの行動に関するデータ」と「コンテンツに関するデータ」との間に存在する関係性を相関分析理論により求め、これを融合的に利用することで対象ユーザが保持するコンテンツを変換し、適応型コンテンツを生成する理論の構築を行う。このように、異種情報間の関係性を活用することで、コンテンツの変換を実現している点は、本研究の学術的な特色である。また、本研究における適応型コンテンツは、これまでのコンテンツに対して、ユーザの状況を考慮した、次元が一軸増えた新しいコンテンツと言える。つまり、従来の音響・音楽・画像・映像等のマルチメディアコンテンツに関する研究分野と同様に、適応型コンテンツとしての新たな推薦手法が創出され、先導的な研究成果が期待できる。

3. 研究の方法

本研究では、研究期間を4つのフェーズに分けて実施することで、適応型コンテンツの生成、および生成されたコンテンツをユーザ間で相互に推薦可能とするシステムの構築を目指した。具体的に、以下のフェーズ1~フェーズ4を順に実施することで、目標の達成を目指した。

【フェーズ 1】 適応型コンテンツ生成理論の実現

ユーザの行動データとコンテンツとの間の関係性をメディア横断型相関分析理論に基づいて抽出し、志向をモデル化することで、適応型コンテンツの生成を可能とする理論を構築

【フェーズ 2】 理論拡張とシステム基盤構築
類似ユーザ間においてコンテンツの交換を行うコミュニケーション機能を実現することで、適応型コンテンツ生成理論の拡張、および次フェーズで実現するシステムの基盤を構築

【フェーズ 3】 適応型コンテンツ生成システムの高度化

フェーズ 2 において実現される拡張理論に基づき、適応型コンテンツ生成システムを高度化

【フェーズ 4】 適応型コンテンツに基づく推薦システムの実装

適応型コンテンツに基づいてユーザ間で相互にコンテンツを推薦可能とするシステムを実現

まず、フェーズ 1 では、ユーザの行動データとマルチメディアコンテンツからメディア横断型相関分析理論に基づいてユーザの志向をモデル化し、適応型コンテンツを生成する手法の構築を進めた。さらに、フェーズ 2 以降においては、ユーザ間で適応型コンテンツの交換を行うコミュニケーション機能を実装することで、適応型コンテンツ生成システムの高度化、およびコンテンツの推薦システムを実現した。以上の 4 つのフェーズに加えて、本研究では、適応型コンテンツ生成、およびそれらを介した新たなコンテンツ推薦に関する実証実験を行い、実利用としての本研究の有効性を確認することを目指した。

上記の研究を円滑に遂行するため、一部要素技術については、以前に研究代表者らが開発したアルゴリズムの要素技術を用いることを検討した。また、マルチメディア処理を専門とする研究代表者(長谷山)に、相関分析・変換アルゴリズムを専門とする研究分担者(小川)、さらにはメディアインタフェースを中心とする技術に関する知識を有する分担者(八木)を加えることで、円滑かつ早期の成果創出を目指した。

4. 研究成果

以下では、研究の方法に示した 4 つのフェーズにおいて得られた研究成果について、それぞれ説明を行う。

【フェーズ 1】 適応型コンテンツ生成理論の実現

適応型コンテンツ生成理論の実現に関して、初年度は以下の成果が得られている。まず、人間の認知メカニズムを説明する特徴統合理論に基づき、ユーザがマルチメディアコン

テンツを閲覧する際に注目する情報、すなわち、ユーザの志向をモデル化することを可能とした[15]。さらに、画像・音響・テキスト特徴といった異種特徴に加え、Web 上から得られるデータを活用することで、ユーザが望むマルチメディアコンテンツを生成可能とする理論を構築した[38]。

【フェーズ 2】 理論拡張とシステム基盤構築

本フェーズでは、ユーザ間での適応型コンテンツの交換を行うコミュニケーション機能を用いた適応型コンテンツ生成理論の拡張とシステム基盤構築を行った。具体的に、対象ユーザに対して類似ユーザの選択を可能とし、選択されたユーザとのコンテンツの交換を行うコミュニケーションを導入した適応型コンテンツ生成理論の拡張を行った。また、次年度に実施する高度な適応型コンテンツ生成システム実現のための基盤構築を進めた。

さらに、本フェーズでは、ユーザの行動情報や生体情報等を用いることで、ユーザの志向を推定し、画像分類を高精度化する理論を構築した[35]。また、マルチメディアコンテンツ間の類似性を表現するネットワークを構築して解析することで、マルチメディアコンテンツの検索を高精度化する理論を構築した[13]。

以上のように、本フェーズでは、適応型コンテンツ生成システム実現のための理論構築・拡張を実現した。

【フェーズ 3】 適応型コンテンツ生成システムの高度化

フェーズ 2 により、適応型コンテンツ生成理論が拡張された。さらに、本フェーズでは、拡張された理論を適応型コンテンツ生成システムへ実装することで、その高度化を試みた。具体的に、類似ユーザ間の適応型コンテンツのコミュニケーション機能を実装し、類似ユーザから取得されるコンテンツを活用することで、適応型コンテンツ生成の高度化を実現した。これらの成果により、フェーズ 2 で構築されたネットワーク解析に基づくマルチメディアコンテンツ検索[6]を高度化、具体的には、高速化と高精度化を同時に実現する理論が実現された。さらに、志向が類似するユーザを推定し、そのユーザから取得される情報を活用することで、対象のユーザが望む音楽を高精度に獲得可能とする適応型コンテンツを提供可能とする理論を構築した[31]。この成果は、その有効性が認められ、IEEE GCCE 2015 Outstanding Poster Award を受賞した。さらに、センサを用いて取得されるユーザの顔器官特徴を用いることで、高精度な映像ジャンル推定を実現する理論を構築した[32]。本成果も、その有効性が認められ、IEEE GCCE 2015 Excellent Poster Award を受賞している。

【フェーズ 4】 適応型コンテンツに基づく推薦システムの実装

本フェーズでは、上記までに示したフェーズ 1～フェーズ 3 で得られる理論の高度化を実施しながら、適応型コンテンツに基づく推薦システムの実装を行った。具体的に、フェーズ 1～フェーズ 3 で実現されたシステムに基づいて、ユーザ間の関係と適応型コンテンツの特徴に注目した画像・映像コンテンツの推薦システムの構築を行った。このとき、フェーズ 2 の解析結果に基づき、類似ユーザが保持する適応型コンテンツの交換を行うコミュニケーション機能を用いることで、未知のコンテンツに関する志向のモデル化についても可能とし、対象ユーザへの高精度な推薦を実現した。これまでに構築した適応型コンテンツ生成理論を備えたシステムとして、Open Access Sharing Image System (OASIS) および COSMOS (Community-Oriented & Shared Multimedia recOmmendation System) を開発した。これらについては、札幌駅前通地下歩行空間北 2 条広場において公開し、実証実験を実施している。また、COSMOS については、国立科学博物館においても、実証実験を実施している。これらのシステムは、ユーザの視聴動作データを用いて、コンピュータと人間のコミュニケーションを実現することで、適応型コンテンツ生成を可能とするものである。以下では、これらのシステムの実証を中心として、その成果について説明する。

上記システムは、その高い独自性と先進性から研究の段階から非常に注目されている。具体的に、テレビや新聞等による報道だけでなく、そのシステムを用いた札幌市との実証実験(札幌市民または観光客に観光情報を推薦するサービスの提供)が、札幌雪まつり期間中に行われている。また、実証実験の期間中には、札幌市長の視察やユネスコ創造都市ネットワーク加盟国フランスの訪問団による視察が行われている。また、2016 年 4 月～6 月には、東京の国立科学博物館にて、COSMOS の展示(上記とコンテンツを変え、生物に関する情報を推薦するサービスとして展示)が行われ、約 14 万 7 千人の来場者に公開されている。

以上のように、本研究では、適応型コンテンツの生成、および生成されたコンテンツをユーザ間で相互に推薦可能とするシステムの構築を行った。構築された理論および実装されたシステムは、モデル化されたユーザの志向に基づいて変化する適応型コンテンツを介した新たな推薦と位置づけることができ、これまでの固定化されたコンテンツを用いてきた従来研究の精度向上を可能にすることが確認された。

なお、本フェーズでは、前フェーズまでに実現した理論の拡張を続けて実施している。具体的にはまず、脳活動情報を用いてユーザの画像に対する好みを推定するための理論の高精度化を実現した[19]。さらに、センサ

から得られるユーザの視聴動作特徴等を用いることで、ユーザの志向を推定し、望む映像を高精度に推定する理論についても複数提案している [1,17]。これらの理論の実現は、上記のシステム構築において大きく貢献している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 21 件)

計 21 件の雑誌論文のうち、代表的な成果を以下に示す。

1. Takahiro Ogawa, Yoshiaki Yamaguchi, Satoshi Asamizu, Miki Haseyama: "Human-centered Video Feature Selection via mRMR-SCMMCCA for Preference Extraction," *IEICE Transactions on Information and Systems*, 査読有, vol. E100-D, no. 2, pp. 409-412 (2017)
2. Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Adaptive Subspace-based Inverse Projections via Division Into Multiple Sub-Problems for Missing Image Data Restoration," *IEEE Transactions on Image Processing*, 査読有, vol. 25, no. 12, pp. 5971-5986 (2016)
3. Ryosuke Harakawa, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "A Web video retrieval method using hierarchical structure of Web video groups," *Multimedia Tools and Applications*, 査読有, vol. 75, no. 24, pp. 17059-17079 (2016)
4. Kenta Ishihara, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Classification of Gastric Cancer Risk From X-ray Images Based on Efficient Image Features Related to Serum Hp Antibody Level and Serum PG Levels," *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, 査読有, vol. 4, no. 4, pp. 337-348 (2016)
5. Ren Togo, Kenta Ishihara, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Estimation of salient regions related to chronic gastritis using gastric X-ray images," *Computers in Biology and Medicine*, 査読有, vol. 77, pp. 9-15 (2016)
6. Ryosuke Harakawa, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Accurate and efficient extraction of hierarchical structure of Web communities for Web video retrieval," *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, 査読有, vol. 4, no. 1, pp. 49-59 (2016)
7. Alameen Najjar, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Bregman Pooling: Feature-space Local Pooling for Image Classification," *International Journal of Multimedia Information Retrieval*, 査読有, pp. 1-13 (2015)
8. Takahiro Ogawa, Miki Haseyama:

- "Perceptually Optimized Missing Texture Reconstruction via Neighboring Embedding," IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 査読有, vol. E98-A, no. 8, pp. 1709-1717 (2015)
9. Keisuke Maeda, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Automatic Martian Dust Storm Detection from Multiple Wavelength Data Based on Decision Level Fusion," IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 査読有, vol. 7, pp. 79-83 (2015)
 10. Takahiro Ogawa, Yuta Igarashi, Miki Haseyama: "NMF-based Spectral Reflectance Estimation from Image Pairs Including Near-infrared Components," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 査読有, vol. 26, no. 5, pp. 855-867 (2015)
 11. Takahiro Ogawa, Shintaro Takahashi, Sho Takahashi and Miki Haseyama: "A New Method for Error Degree Estimation in Numerical Weather Prediction via MKDA-based Ordinal Regression," EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 査読有, vol. 2014, no. 1, p. 115 (2014)
 12. Kazuya Iwai, Sho Takahashi, Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "Player Tracking in Far-view Soccer Videos Based on Composite Energy Function," IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, vol. E90-D, no. 7, pp. 1885 - 1892 (2014)
 13. Ryosuke Harakawa, Takahiro Ogawa, and Miki Haseyama: "An Efficient Extraction Method of Hierarchical Structure of Web Communities for Web Video Retrieval," ITE Transactions on Media Technology and Applications, 査読有, vol. 2, no. 3, pp. 287-297 (2014)
 14. Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Image inpainting based on sparse representations with a perceptual metric," EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 査読有, vol.2013, no.179, pp.1-26 (2013)
 15. Katsuki Kobayashi, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Novel Evaluation Criterion for Visualization of Image Search Results Based on Feature Integration Theory," ITE Transactions on Media Technology and Applications, 査読有, vol. 1, no. 4, pp. 333-342 (2013)
 16. Sho Takahashi and Miki Haseyama: "Active Grid-based Pass Region Estimation from Multiple Frames of Broadcast Soccer Videos," ITE Transactions on Media Technology and Applications, 査読有, vol. 1, no. 3, pp. 220-225 (2013)
- [学会発表] (計 156 件)
以下に、156 件の学会発表のうち、代表的な成果を示す。
17. Yoshiki Ito, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Personalized Video Preference Estimation Based on Early Fusion Using Multiple Users Viewing Behavior," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 3006-3010 (2017)
 18. Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Exemplar-Based Image Completion via New Quality Measure Based on Phaseless Texture Features," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 1827-1831 (2017)
 19. Kento Sugata, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Emotion Estimation via Tensor-based Supervised Decision-level Fusion from Multiple Brodmann Areas," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 999-1003 (2017)
 20. Ryosuke Harakawa, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Tracking Hierarchical Structure of Web Video Groups Based on Salient Keyword Matching Including Semantic Broadness Estimation," IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP), pp. 1238-1242 (2016)
 21. Yuma Sasaka, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Multimodal Interest Level Estimation via Variational Bayesian Mixture of Robust CCA," ACM Multimedia Conference (ACMMM), pp. 387-391 (2016)
 22. Daichi Takehara, Ryosuke Harakawa, Takahiro Ogawa, and Miki Haseyama: "Hierarchical Content Group Detection From Different Social Media Platforms Using Web Link Structure," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 479-483 (2016)
 23. Soh Yoshida, Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "Graph-based web video search reranking through consistency analysis using spectral clustering," IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), pp. 1-6 (2016)
 24. Ryosuke Sawata, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Novel Favorite Music Classification Using EEG-based Optimal Audio Features Selected via KDLPPCA," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP),

- pp. 759-763 (2016)
25. Soh Yoshida, Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "Heterogeneous Graph-based Video Search Reranking Using Web Knowledge via Social Media Network," ACM Multimedia Conference (ACMMM), pp. 871-874 (2015)
 26. Kenta Ishihara, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Helicobacter Pylori Infection Detection from Multiple X-ray Images Based on Combination Use of Support Vector Machine and Multiple Kernel Learning," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 4728-4732 (2015)
 27. Ryosuke Harakawa, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Extraction of Hierarchical Structure of Web Communities Including Salient Keyword Estimation for Web Video Retrieval," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 1021-1025 (2015)
 28. Keisuke Maeda, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Automatic Detection of Martian Dust Storms from Heterogeneous Data Based on Decision Level Fusion," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 2246-2250 (2015)
 29. Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Missing Intensity Restoration via Adaptive Selection of Perceptually Optimized Subspaces," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 1628-1632 (2015)
 30. Takuya Kawakami, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Novel Image Classification Based on Integration of EEG and Visual Features via MSLPCCA," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 957-961 (2015)
 31. Shohei Kinoshita, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "LDA-based Music Recommendation with CF-based Similar User Selection," IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp. 215-216 (2015)
 32. Yuma Sasaka, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Video Genre Estimation from Relationship between Motion and Facial Features using SLPCA," IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp. 250-251 (2015)
 33. Kenta Ishihara, Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "Helicobacter Pylori Infection Detection from Multiple X-ray Images Based on Decision Level Fusion," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 2769-2773 (2014)
 34. Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "2D Semi-supervised CCA-based Inpainting Including New Priority Estimation," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 1837-1841 (2014)
 35. Takuya Kawakami, Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Novel Image Classification Based on Decision-Level Fusion of EEG and Visual Features," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 5915-5919 (2014)
 36. Takahiro Ogawa, Miki Haseyama: "Missing Intensity Restoration via Perceptually Optimized Subspace Projection Based on Entropy Component Analysis," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 175-179 (2014)
 37. Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "KCFA-based Missing Area Restoration Including New Priority Estimation," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 704-708 (2013)
 38. Ryosuke Harakawa, Yasutaka Hatakeyama, Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "An Extraction Method of Hierarchical Web Communities for Web Video Retrieval," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 4397-4401 (2013)
 39. Yuta Igarashi, Takahiro Ogawa and Miki Haseyama: "Spectral Reflectance Estimation from Visible Light Components and Near-infrared Components," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 2388-2392 (2013)
 40. Sho Takahashi, Miki Haseyama: "Active Grid-based Method for Visualizing Pass Regions in Soccer Videos," IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops (ICMEW), pp. 1-6, (2013)
- [その他]
 ホームページ等
 北海道大学大学院情報科学研究科メディア
 ダイナミクス研究室 HP
<https://www-lmd.ist.hokudai.ac.jp/>
6. 研究組織
- (1)研究代表者
 長谷山 美紀 (HASEYAMA, Miki)
 北海道大学・大学院情報科学研究科・教授
 研究者番号：00218463
- (2)研究分担者
 小川 貴弘 (OGAWA, Takahiro)
 北海道大学・大学院情報科学研究科・准教授
 研究者番号：20524028