

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 4 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330136

研究課題名(和文) 生体信号を利用したアトモスフェア・メタデータの抽出・記述・利用に関する多角的研究

研究課題名(英文) Extraction/Description/Utilization of Atmosphere Metadata using Bio-signals

研究代表者

亀山 渉 (KAMEYAMA, Wataru)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：90318858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：オーディオビジュアル情報選択の個人化と効果的なコンテンツ推薦システムの実現に向け、個人毎に異なる視聴者の情動反応を生体信号から直接抽出して利用する方法について研究を行った。本研究では、瞳孔径、視線、基礎律動等に注目し、それらの相互関係を含めて情動反応を分析した。分析の結果、複数の生体情報を用いることによって、個人毎に特徴的な情動反応を抽出できることが明らかとなった。また、個人間の特徴量の分析により、同じような情動反応を起こす視聴者をグループに分類できる可能性が示唆された。今後の課題として、大規模な視聴者データの獲得と実際のコンテンツ推薦システムでの性能評価があげられる。

研究成果の概要(英文)：In order to realize an effective contents recommendation system considering the personalization of audiovisual contents selection, a method to directly extract viewers' emotion, which is different from viewer to viewer, using bio-signals and to use it for the system has been studied. In this study, we focus on bio-signals of pupil size, gazing, fixation, background activity of brain, etc., and have analyzed them including the relationship among them. The results show characteristic features different among viewers are extracted by using multi-modal bio-signals. The analysis of the features among viewers also suggests that viewers can be categorized into some groups of viewers with the similar emotion to a certain AV content. The future study includes obtaining huge size of viewers' data and performance evaluation in actual contents recommendation system using the metadata extracted by the bio-signals.

研究分野：情報通信工学

キーワード：アトモスフェア・メタデータ メタデータ 瞳孔径 視線 基礎律動 生体信号

1. 研究開始当初の背景

情報爆発時代を迎え、メタデータの果たす役割は益々重要となっている。オーディオビジュアル情報（以下 AV 情報）の場合、抽出すべきメタデータの種類は多岐に渡る。この内、題名や制作者等のメタデータは手作業で入力されるが、内容に関するメタデータを自動的に抽出する多くの研究が行われている。中でも、AV 情報のムードやジャンルを表すメタデータは、メタデータ国際標準（引用文献）ではアトモスフェア・メタデータと呼ばれ、AV 情報選択の個人化やコンテンツ推薦システムで有用となる重要なメタデータの一つである。ここでは、AV 情報の内容に対して、「楽しい」や「スリルのある」といった情動的なキーワードをメタデータとする。一般に、アトモスフェアは非常に個人的な要因に由来するものであり、同じ AV 情報を視聴しても、視聴者の反応は個々の視聴者の過去の経験や知識等によって異なる。また、AV 情報選択の個人化に資するためには、時々刻々と変化する AV 情報の部分部分で異なるアトモスフェアを抽出する必要がある。アトモスフェア・メタデータをいかに効率よく且つ内容的に正確に反映して抽出し記述できるかというこのような課題に関して、幾つかの研究が存在するものの、効果的な方法は見つかっていない状況であった。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、AV 情報選択の個人化と効果的なコンテンツ推薦システムの実現を目指し、個々に異なる視聴者の情動反応を生体信号から直接抽出して利用する手法を明らかにする。生体信号としては、瞳孔径、視線、基礎律動等に着目し、以下の3点を具体的な研究目的とした。

(1) 瞳孔径情報及び基礎律動情報等による視聴者の情動反応解析手法の検討：マルチモーダルな生体情報を用いることによる詳細な情動分析手法を明らかにする。

(2) 視聴者情動反応による視聴者グループ分類手法の検討：同じような情動反応を起こした視聴者群をグループ化できれば、協調フィルタリング等の手法を用いてある視聴者にとって未知のコンテンツを推薦することができると考えられるため、情動反応を基にした視聴者のグループ化手法を検討する。

(3) アトモスフェア・メタデータの記述手法の検討：上記の検討で抽出されたアトモスフェア・メタデータの記述方法を検討する。

3. 研究の方法

(1) 瞳孔径情報及び基礎律動情報等による視聴者の情動反応解析手法の検討：被験者に様々な AV 情報を鑑賞してもらい、その際の瞳孔径、基礎律動、心拍、鼻部皮膚温度情報から、被験者の情動反応を解析する手法を検討した。

(2) 視聴者情動反応による視聴者グループ分類手法の検討：AV 情報を被験者に鑑賞してもらい、視線、瞳孔径、瞬目情報等から被験者の情動反応解析と被験者間の情動反応の類似性について検討を行った。

(3) アトモスフェア・メタデータの記述手法の検討：上記(1)(2)の検討を基に、記述手法の検討を行った。

4. 研究成果

(1) 瞳孔径情報及び基礎律動情報等による視聴者の情動反応解析手法の検討

瞳孔径、基礎律動、心拍、鼻部皮膚温度による情動反応分析

10人の被験者に10種類の異なった映像を鑑賞してもらった際の瞳孔径情報のみで被験者データをクラスタリング、並びに、基礎律動情報のみでクラスタリングを行った結果、意味のあるクラスタリング結果は得られなかった。これに対し、瞳孔径と基礎律動情報の双方を用いてクラスタリングを行った場合、例えば、映像中の驚く場所や退屈な場所というようなクラスタが得られた。この結果から、マルチモーダルな生体情報を利用する必要性が明らかになった（学会発表）。

この結果を踏まえ、40人の被験者に9種類の異なった映像を鑑賞してもらった際の瞳孔径、基礎律動、心拍（LF/HF）データに対し主成分分析を行った結果、映像毎に異なったデータ分布を得ることができた。ある被験者のデータ分布を図1に示す（学会発表）。図1では、異なった映像に対するプロットが異なった色で示されている。図1右の場合、怖い映像が黒、悲しい映像がピンク、面白い映像が青で示されている。同様に、瞳孔径、基礎律動、鼻部皮膚温度データをクラスタリングによって解析した結果、鼻部皮膚温度利用の有効性を確認した（学会発表）。

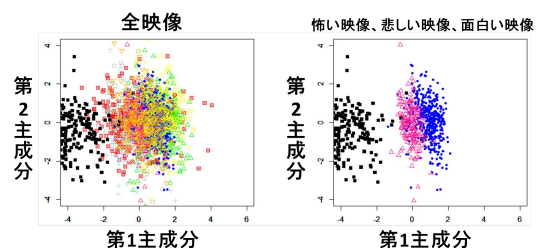


図1 ある被験者の主成分分析結果

対光反射反応を考慮した瞳孔径補正

アイトラッカで観測される瞳孔径は、鑑賞している AV 情報に対する情動反応と注視している画面の輝度による対光反射反応の合計値として観測される。よって、画面の輝度による瞳孔径変化を補正し、情動反応による瞳孔径変化量のみを求める必要がある。対光反射補正方式として、画面に提示された一定の輝度パターンによる瞳孔径の変化から、3層ニューラルネットワークを利用して補正する方式が提案されている。本研究では、この方式を基に、加算平均を用いたノイズ除去

と、様々な周波数の輝度変化パターンの提示によって正確に対光反射補正を行う方法を見出した(学会発表)。ただし、この方法では、補正に必要な様々な輝度パターンの提示と測定瞳孔径の加算平均(10試行以上)のため、数時間の長い測定が必要であった。そこで、加算平均回数の最適回数、並びに、提示する輝度パターンの最適パターンを実験によって求めた。その結果、補正精度を保ちつつ、測定時間を数分に短縮できることが明らかとなった(学会発表)。対光反射補正結果例を図2に示す。

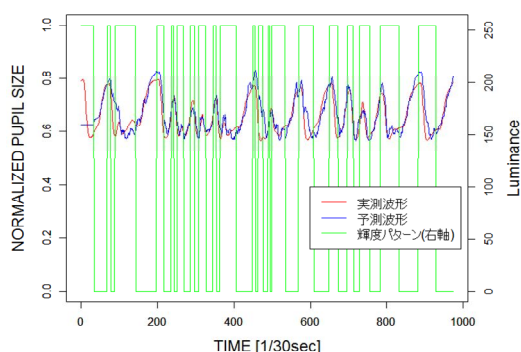


図2 対光反射補正の結果例

異なったタスクにおける生体情報の分析

被験者が対象を集中して見ているのかどうかについて、文章を読んでいる際、並びに、映像を見ている際の視線滞留時間と瞳孔径によって分析を行った。その結果、どちらの場合にも、集中している場合、視線滞留時間が有意に長くなり、瞳孔径は有意に大きくなり、瞳孔径の分散は有意に小さくなるのが分かった。図3に瞳孔径の分散の結果を示す。なお、両者では異なった分析方法を適用しており、特に、文章を読んでいる際の分析にはAdaBoostを用いて、様々な分析パラメータの内から支配的に集中度を測れる指標として、視線滞留時間と瞳孔径分散が導かれた。これらの結果から、タスクが異なっても、即ち、見る対象が異なった場合でも、これらの指標を用いて被験者の集中度を測れることが示唆された。(学会発表)

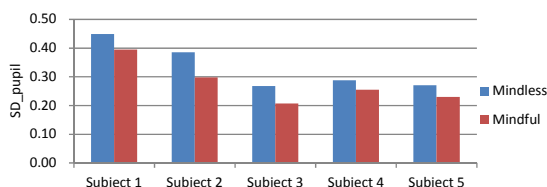


図3 文書を読んでいる際の瞳孔径標準偏差 (Mindless: 非集中時, Mindful: 集中時)

漫画を対象とした生体情報の分析

漫画を読んでいる際の被験者の生体反応を観測し、情動反応分析を行った。分析の結果、一般的に、1ページ当たりの読み時間はページ中の吹き出しの総文字数に比例することが分かった。ただし、ページによっては、推定される比例関係よりも多くの時間、ある

いは、少ない時間で読了されている場合が観測され、これらが被験者のそのページに対する興味度を表しているのではないかと考えられる。この様子を図4に示す。

この点を明らかにするため、ページ当たりの瞬目回数と瞳孔径を調べた結果、平均よりも読了時間が長いページにおいて、被験者によっては少ない瞬目回数と瞳孔径の拡大が認められた。このことから、漫画に対しても、被験者の興味度を抽出できる可能性が示唆された。(学会発表)

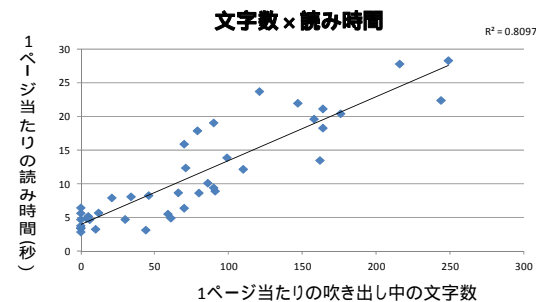


図4 ページ当たりの吹き出し中の文字数と読み時間の関係

(2) 視聴者情動反応による視聴者グループ分類手法の検討:

Frechet 距離による分析

AV 情報に対して同じような情動反応を起こす視聴者グループを分類するため、視線の動きを基に検討を行った。提案方式は、AV 情報の1秒毎に、被験者間の視線の動きの類似性を Frechet 距離で測るものである。10人の被験者に対する視線類似性分析の結果、Frechet 距離にある閾値を設定することによって、同じような視線の動きをする被験者のグループを作ることができた。その結果を図5に示す。図5から、例えば、被験者2は他の被験者のいずれとも類似しておらず、被験者3は被験者1と被験者9と最も視線の動きが類似していることが分かる。

このことから、少なくとも視線の動きの観点からは、同じように AV 情報を鑑賞する視聴者群にグループ分けできることが明らかとなった。ただし、視線の動きのみによるグループ分けは、視聴者群のある側面を利用するのみであり、より正確なグループ分けにはマルチモーダルな情報を利用する必要があると考えられる。(学会発表)

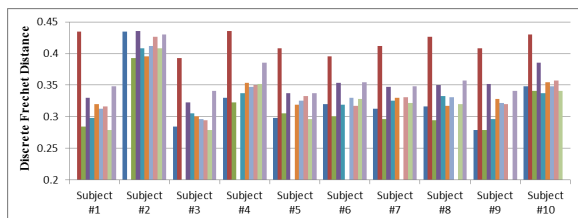


図5 Frechet 距離による被験者の類似性

生体情報を利用した画像類似度による分析

従来、様々な画像特徴量を利用して画像類

似度を測定する方法が提案されてきた。しかしながら、画像類似度は個人の主観によって判断されるところが大きく、画像特徴量による画像分類は、必ずしも個人の画像に対する感じ方を反映していない。そこで、視線と瞳孔径情報を利用し、個人の主観を反映した画像類似度を測る指標について検討を行った。実験の結果、画像間の視線滞留時間と瞳孔径から様々なパラメータを求めることによって、個人の主観を反映した画像類似度を測れる可能性が明らかとなった。また、この画像類似度は、個人間では異なったものとなることも明らかとなった。このことから、主観的な画像類似度の観点で、同じような類似度判定を行う被験者グループに分類できる可能性が示唆された(学会発表)。

また、この画像類似度を可視化する手法についても検討を行い、ある程度の結果を得た(学会発表)。しかしながら、被験者によっては主観評価に一致した画像の類似度マップを得ることはできず、引き続き検討を行っていく予定とする。

生体情報を利用した音楽印象分析

音楽に対しては、従来からジャンルメタデータが分類の一つの基準として用いられている。しかしながら、音楽に対するジャンルは個人の主観によるところが大きく、個人が感じる音楽ジャンルは、その音楽につけられているジャンル情報とは必ずしも一致しない。そのため、音楽を聴いた個人の印象を生体情報によって定量的に評価することで、個人間で異なる音楽に対する印象分析を行った。ここでは、被験者に音楽を聴いてもらっている間の基礎律動情報を用い、分析に使用した。10種類以上の音楽を十数名の被験者に聞いてもらった結果、個人の感じ方を反映した音楽分類がある程度できることが分かった。また、基礎律動を機械学習することによって、主観的な印象度毎に音楽をある程度分類できることも分かった。ただし、高い精度による分類はできておらず、分類精度を改善することが今後の課題として残されている。(学会発表)

(3)アトモスフェア・メタデータの記述手法の検討

以上の検討結果から、生体情報を基にアトモスフェア・メタデータを記述する方法について検討を行った。生体情報は時系列的に得られるため、AV情報全体に対するメタデータだけでなく、ある時刻やある時間帯に対するメタデータも付与することができる。記述方法としては、引用文献の記述に則った方式で行うこととした。

今後の課題として、大規模な視聴者データの獲得と実際のコンテンツ推薦システムでの性能評価があげられる。抽出されたアトモスフェア・メタデータを実際のシステムで利用し、AV情報選択の個人化やコンテンツ推薦

に資することができるかどうか、定量的な評価を行う必要がある。

<引用文献>

ETSI, "Broadcast and On-line Services: Search, select, and rightful use of content on personal storage systems (TV-Anytime)", TS 102 822 Series

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計27件)

Mario Saptura, Mutsumi Suganuma, Wataru Kameyama, "Preliminary Experimental Result on Image Similarity Estimation based on Eye Information", 電子情報通信学会 2016年総合大会, H-2-1, 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市)

永井 良佳, 菅沼 睦, 亀山 涉, "対光反射補正方式の計測時間短縮に関する検討", 電子情報通信学会 2016年総合大会, H-2-4, 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市)

三木 亮介, 菅沼 睦, 亀山 涉, "基礎律動を用いた楽曲印象の類似性に基づく楽曲分類", 電子情報通信学会 2016年総合大会, H-2-12, 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市)

橋本 稜平, 菅沼 睦, 亀山 涉, Simon Clippingdale, "映像視聴時の感情推定における鼻部皮膚温度の有効性の検討", 電子情報通信学会 2016年総合大会, H-2-13, 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市)

傳 櫻, 菅沼 睦, 亀山 涉, Simon Clippingdale, "マルチモーダル生体情報による映像視聴時の感情分類に関する検討", 電子情報通信学会 2016年総合大会 H-2-14, 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市)

吉田 真嵩, 菅沼 睦, 亀山 涉, "基礎律動を用いた音楽聴取者の楽曲に対する印象推定に関する検討", 電子情報通信学会 2016年総合大会, H-2-15, 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市)

Weifeng Zhang, Mutsumi Suganuma, Wataru Kameyama, "Analysis of Eye Information in Mindless Reading", 2015 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2015), RS2-11 (SISA AVM-01), 査読有, Aug. 26-28, 2015, Narashino, Chiba, Japan

西口 侑希, 菅沼 睦, 亀山 涉, "視線・瞳孔径に基づく画像類似度の可視化の検討", 電子情報通信学会 2015年総合大会, A-15-11, 2015年3月10日~13日, 立命館大学(滋賀県草津市)

江川 麻衣, 菅沼 睦, 亀山 涉, "様々な

輝度パターンを利用した対光反射補正に関する検討”，電子情報通信学会 2015 年総合大会，BS-8-4，2015 年 3 月 10 日～13 日，立命館大学（滋賀県草津市）

犬束 美咲，菅沼 睦，亀山 涉，“映像視聴時の瞳孔径と基礎律動を用いた視聴者の反応と映像力カテゴリの対応関係分析”，電子情報通信学会 2015 年総合大会，BS-8-5，2015 年 3 月 10 日～13 日，立命館大学（滋賀県草津市）

Weifeng Zhang，Mutsumi Suganuma，Wataru Kameyama，“Detection of Mindless and Mindful Reading by Eye Information”，電子情報通信学会 2015 年総合大会，A-15-10，2015 年 3 月 10 日～13 日，立命館大学（滋賀県草津市）

西口 侑希，菅沼 睦，亀山 涉，“視線情報を用いたユーザ所望画像の識別に対するスパースコーディングの適用に関する検討”，情報処理学会，研究報告オーディオビジュアル複合情報処理（AVM），2015-AVM-88(1)，pp.1-6，2015 年 2 月 27 日，沖縄県男女共同参画センター「ているる」（沖縄県那覇市）

Yuki Nishiguchi，Mutsumi Suganuma，Wataru Kameyama，“Image Classification Using Eye Movements and Pupil Size”，SS2-06，2014 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2014)，査読有，Oct.8-Oct.10，2014，Hotel Majestic Saigon，Ho Chi Minh City，Vietnam

Van Channa，Suganuma Mutsumi，Kameyama Wataru，“Preliminary Analysis of Video Watching Interest using Fixation Frequency and Pupil Size”，情報処理学会，オーディオビジュアル複合情報処理研究会（AVM），2014-AVM-86，No.4，1-4，2014 年 9 月 11 日～12 日，庄内産業振興センター（山形県鶴岡市）

西口 侑希，菅沼 睦，亀山 涉，“視線停留発生時刻の分散を用いたユーザ所望画像識別の検討”，情報科学技術フォーラム FIT 2014，H-035，2014 年 9 月 3 日～5 日，筑波大学（茨城県つくば市）

黒田 将史，西口 侑希，永島 元貴，菅沼 睦，亀山 涉，“加算平均を用いた瞳孔径の対光反射瞳孔応答モデルの検討”，情報科学技術フォーラム FIT2014，J-026，2014 年 9 月 3 日～5 日，筑波大学（茨城県つくば市）

三木 亮祐，亀山 涉，菅沼 睦，“基礎律動を用いた音楽の分類に関する基礎的検討”，電子情報通信学会 HIP 研究会，信学技報，Vol.114，No.68，HIP2014-28，pp.211-216，2014 年 5 月 29 日～30 日，沖縄産業支援センター（沖縄県那覇市）

松井 健，亀山 涉，菅沼 睦，“コミック読書時の瞬目と瞳孔径変動の関係性”，電子情報通信学会 2014 年総合大会 A-15-12 2014 年 3 月 18 日～21 日，新潟大学（新潟県新潟

市）

Ken Matsui，Mutsumi Suganuma，Pao Sriprasertsuk，Wataru Kameyama，“Preliminary Analysis on Correlation of Comic Reading Time and Comic Components”，SS-AVM-3，2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013)，査読有，Sep.30-Oct.2，2013，Aichi Industry and Labor Center，Nagoya，Japan

Pakornchat Pojanapreecha，Pao Sriprasertsuk，Mutsumi Suganuma，Wataru Kameyama，“Discovering Similarity of User Viewing Behavior using Gazing-Path”，SS-AVM-4，2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013)，査読有，Sep.30-Oct.2，2013，Aichi Industry and Labor Center，Nagoya，Japan

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)
取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.km.comm.waseda.ac.jp/research.html> (日本語)
http://www.km.comm.waseda.ac.jp/research_en.html (英語)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

亀山 涉 (KAMEYAMA, Wataru)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：90318858

(2) 研究分担者

スィーブラサスック パオ
(SRIPRASERTSUK, Pao)
早稲田大学・理工学術院・助教
研究者番号：40571899

(3) 研究分担者

菅沼 睦 (SUGANUMA, Mutsumi)
早稲田大学・理工学術院・主任研究員
研究者番号：50399507