

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 28 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330131

研究課題名(和文)脳機能・生体情報統合による4KTVのユーザ体感品質測定とスマートTVへの応用

研究課題名(英文)Quality measurement of 4KTV user experience by brain function and biological information integration, and its application to smart TV

研究代表者

堀田 裕弘(Horita, Yuukou)

富山大学・大学院理工学研究部(工学)・教授

研究者番号：80209303

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)：脳血流や表情筋筋電を用いた4KTVのユーザ体感品質測定について様々な観点から検討した。まず、JPEG符号化したHDTV静止画像を観察した場合の表情筋筋電情報により符号化劣化の客観的評価ができることを検証した。次に、表示デバイスの画素解像度が異なる4K・PC・iPhoneに静止画像を提示した場合、「臨場感」に対して左右の側頭葉(ch2とch16)に有意差が見られ脳血流との相関変化あった。4K2K静止画像で嗜好の違いによって脳血流の変化量と主観評価値の相関性が一番高かったのは前頭葉の右側頭野(ch6)であることを明らかとした。

研究成果の概要(英文)：We examined the quality of user experience measurement of 4KTV using cerebral blood flow and muscle myoelectricity from various viewpoints. First, it was verified that objective evaluation of coding degradation can be performed by myoelectric information of the facial muscle when JPEG encoded HDTV still image is observed. Next, when presenting a still image to 4K & middot; PC & middot; iPhone with different pixel resolution of the display device, a significant difference was found in left and right temporal lobes (ch 2 and ch 16) with respect to "realistic feeling", and it was a correlation change between the types of display and cerebral blood flow. It was obtained that the correlation between the amount of change in cerebral blood flow and the subjective evaluation value due to the preference difference in the 4K 2 K still image was appeared the right temporal region (ch 6) of the frontal lobe.

研究分野：マルチメディア情報処理

キーワード：品質評価 脳機能 生体情報 4KTV NIRS 表情筋筋電図

1. 研究開始当初の背景

一般的に、画質評価は、視聴者自身がその品質の価値判断を下す主観的評価法(官能評価)と、コンピュータなどを利用した客観的評価法に大別される。客観的評価法とは、視聴者自身が価値判断を下す主観的評価法をコンピュータ上で模倣する技術ともいえる。人の脳における画質評価の価値判断は、高次脳レベルでの判断処理であるために、これまで開発された計算機ベースでの客観的評価システムでは、性能が十分とはいえなかった。さらに、これらの客観的評価システムを構築するには、事前に主観評価実験を行い、画質評価における人の価値判断を予め数値データとして取得しておく必要がある。この主観評価実験は、ほとんどがアンケートやSD法に基づく心理学的アプローチでデータが取得され、検定などに基づく統計処理がなされてきた。しかし、静止画像や映像のデジタルデータから、この主観評価値を予測する客観的評価法には、コンテンツの種類や符号化劣化の程度、評価者の情緒・感性、視環境の違いなど、さまざまな要因が複雑に絡み合い、これらが予測精度の向上を阻害している。

そこで、今回着想したような脳機能計測や多種類の生理的計測により得られた神経生理学的なデータを、次世代4K高精細TVを対象としたユーザ体感品質の分析・評価システムに直接入力することで心理学的アプローチでのジレンマを解消し、システムの高精度化・実用化を図る必要がある。

2. 研究の目的

アンケート形式に基づく心理学的アプローチによる画質評価から脱却するために、脳機能計測(NIRS)と生体計測(表情筋筋電など)、画像処理による表情認識情報などの情報統合による神経生理学的アプローチに基づく次世代4K高精細TVを対象とした革新的なユーザ体感品質(Quality of Experience)の推定システムを開発し、これを用いて次世代のスマートTV対応のアプリ開発に活用できる知見をまとめあげることが目的とする。

3. 研究の方法

研究目的を達成するために、次の項目を実験する。

(1) JPEG符号化したHDTV静止画像を刺激素材とした場合の表情筋筋電情報により符号化劣化の客観評価が可能かの検証を行う

(2) HDTV静止画像とHDTV動画を観察した場合の脳血行動態と画質との関連性について調査する

(3) 4K2K静止画像において好みによって脳血行動態と主観評価値の相関性に変化が見られるかを検討する

(4) 画像表示デバイスの種類や画素解像度の違いがユーザの満足度を与える影響の検

討を行う

(5) 画像コンテンツに対する嗜好の影響を検証するために脳血行動態と好き・嫌いとの関係を検討する

(6) 画像コンテンツに対する快・不快の影響を検証するために脳血行動態と好き・嫌い、快・不快との関係を検討する

(7) 嗜好度が異なる画像を評価対象として脳血行動態と教示法の違いの関係を検討する

4. 研究成果

(1) JPEG符号化したHDTV静止画像を観察した場合の表情筋筋電情報により符号化劣化の客観評価ができるかの検証：

JPEG符号化したHDTV静止画像を刺激素材とし、表情筋筋電情報により符号化劣化の客観評価の可能性のあることを世界で初めて示した。さらに、主観評価値は有意な表情筋筋電情報に加え、評価画像のエントロピー値と原画像のエントロピーの差分値を用いた回帰モデルにより精度よく推定できたことを示した。

(2) HDTV静止画像とHDTV動画を観察した場合の脳血行動態と画質と関連性について：

生体情報はNIRS(Near-infrared spectroscopy)によって得られる。この脳血行動態について着目して、HDTVサイズの静止画像(図1)と動画(図2)を観察した被験者の脳血行動態が、その呈示された動画の画質と関連性が見受けられるか検証を行った。実験環境の見取り図を図3に示す。また、静止画像を観視する時の脳活動を分離するために、画像内容に注目した場合と画質に注目した場合の脳血行動態を測定した。その結果、好きな静止画像・動画を観視する時は、嫌いな静止画像・動画と比較して、前頭葉の右側頭野での脳血行動態においてoxy-Hbの上昇傾向が見られた。



図1 HDTV静止画像

また、前頭葉の両側側では、劣化した静止画像を観視する時のoxy-HbのZ-scoreは減

る傾向が見られたが、劣化した動画像を観視する時に oxy-Hb の Z-score は増加する傾向が見られた。



図2 HDTV 動画像

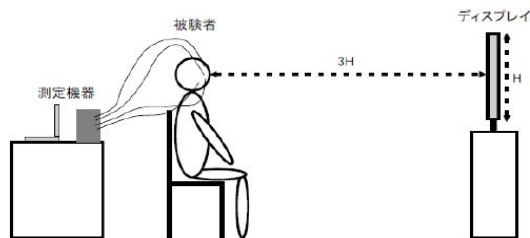


図3 実験環境の見取り

(3) 4K2K 静止画像において好みによって脳血行動態と主観評価値の相関性に変化が見られるかの検討：

4K2K 解像度において、好みによって Δ Oxy-Hb と主観評価値の相関性に変化が見られるかを検討した。測定したチャンネルの配置は図4に示す。好きの画像群では ch16、嫌いの画像群では ch14 で有意傾向が見られた。また、どちらでもない画像群に対しては ch15 で有意差があった。各画像群で有意水準 $p < 0.10$ となった ch に対して Δ Oxy-Hb の平均値と主観評価値で相関の近似曲線をとったところ、好き・嫌いの画像群では二次曲線となり、どちらでもない画像群では一次直線となった。よって 4K2K 解像度においては、画像に対する好みの違いによって Δ Oxy-Hb と主観評価値の相関性に変化が認められた。

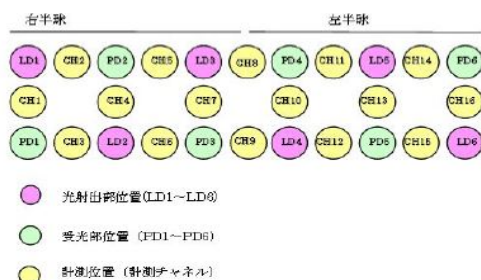


図4 チャンネルの配置図

(4) 画像表示デバイスの種類や解像度の違いがユーザの満足度に与える影響の検討：

画像表示デバイスの種類や解像度の違いが、ユーザの満足度に影響を与えるかを検討した。4K2K-TV (3840 × 2160 pixel)、PC (1366 × 768 pixel)、iPhone-6plus (1920 × 1080 pixel) の3種類の画素解像度が異なる画像コンテンツを対象とし、被験者の額に NIRS 脳機能計測装置を装着し画像を鑑賞している際の Δ Oxy-Hb を測定した。測定実験後には主観評価実験を行い、各画像に対して5段階で画質評価を行った。この NIRS による脳機能計測実験と主観評価の実験から異なる端末で画像を閲覧するときの Δ Oxy-Hb と「臨場感」と「迫力感」との関連性を調査した。

各評価画像の全 16ch のデータを 4K・PC・iPhone の群に分類し、情報端末を因子として一元配置分散分析を行った結果、ch2 と ch16 が有意水準を満たした。よって、画像を様々な情報端末で閲覧することによって情報端末のサイズや解像度によって Δ Oxy-Hb に相関変化が生じる事を明らかとした。

(5) 画像コンテンツに対する嗜好の影響を検証するために脳血行動態と好き嫌いの関係を検証：

画像コンテンツに対する嗜好の影響を検証するため、NIRS を用いた脳血流の計測実験と好き嫌いのアンケートを採る主観評価実験を行った。評価画像を 15 秒間呈示して (図5)、計 20 枚の画像 (図6) を鑑賞した。測定実験後に主観評価実験を行い、各画像に対して好き嫌いを 5 段階で評価してもらった。被験者は学生 15 名、画像解像度は 3840 × 2160 pixel である。

画像毎で各チャンネルにおいて被験者の 15 秒間の脳血流の変化量の加算平均を求め、それぞれ ch 毎にその結果と全ての被験者の主観評価値の平均の相関係数を求めた。脳血流の反応が上昇傾向にあった画像群では、画像に対する反応が大きく、嗜好の違いによって脳血流の変化量と主観評価値の相関性が一番高かったのは ch6 であることを明らかとした。

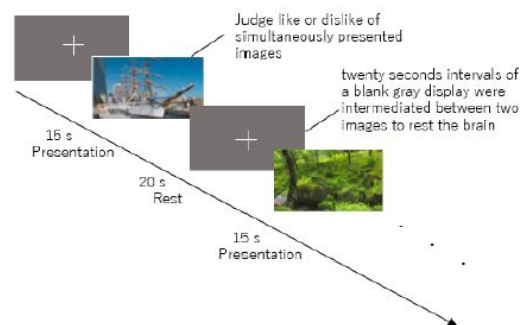


図5 生体計測の流れ



図6 「嗜好」実験の評価画像

(6) 画像コンテンツに対する快・不快の影響を検証するために脳血行動態と好き・嫌い、快・不快との関係を検証：

画像コンテンツに対する快・不快の影響を検証するため、NIRSを用いた脳血流の計測実験と好き・嫌い、快・不快のアンケートを採る主観評価実験を行った。評価画像を10秒間呈示して、計20枚の画像(図7)を鑑賞した。定実験後に主観評価実験を行い、各画像に対して快・不快、好き・嫌いを5段階で評価してもらった。被験者は学生13名、画像の解像度は1980 × 1080 pixelである。画像毎で各チャンネルにおいて被験者の10秒間の脳血流の変化量の加算平均を求め、それぞれch毎にその結果と全ての被験者の主観評価値の平均をスピアマンの相関係数により求めた。その結果、不快な画像を見たとき、ch6においてOxy-Hbが減少傾向であり(図8)、主観評価の得点も低かった。このことから脳血行動態と主観評価に関連性がある可能性を示した。



図7 「快・不快」実験の評価画像

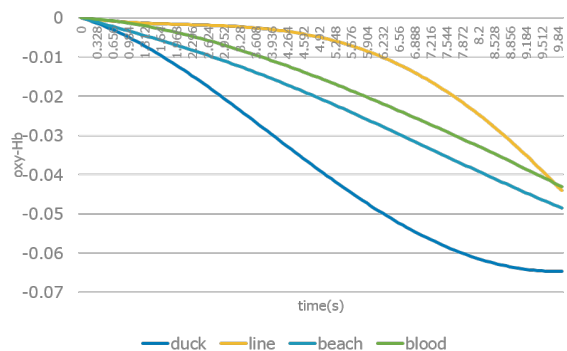


図8 不快な画像を見たとき Oxy-Hb 変化

(7) 嗜好度が異なる画像を評価対象として脳血行動態と教示法の違いの関係を検証：
嗜好度が異なる画像(図1)を評価対象として、NIRSを用いた異なる教示法(教示なし、

コンテンツ内容に注目して見る、画質劣化に注目して見る)の時の Oxy-Hb 変化量を測定し、脳活動に与える影響を検討した。被験者は学生 11 名、画像の解像度は 1980 × 1080 pixel である。その結果、教示なしのコンテンツに着目するように教示した時、「画質」間には有意な差は見られなかったが、ch2、ch6 には「嗜好」に関する有意差が見られた。画質劣化に注目するように教示した時、「画質」間には ch5、ch14 に有意差が見られた上、「嗜好」について ch2、ch6、ch14 に有意差が見られた。画質の劣化より嗜好のほうが脳血流に影響しやすいことがわかった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Analysis of Influence of Image Contents on Facial Muscle Activity for Image Quality Assessment, Dorin Gutu, Yuukou Horita, Shibata Keiji, Yasuhiro Inazumi, International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.14, No.12, pp.9-15, 2014-12. (査読有)
http://paper.ijcsns.org/07_book/201412/20141203.pdf
- ② A Study of the Relationship between Subjective Image Quality Assessment Scores and Facial Electromyograms, Dorin Gutu, Takayuki Tamura, Yuukou Horita, International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.14, No.10, pp.5-12, 2014-10. (査読有)
http://paper.ijcsns.org/07_book/201410/20141002.pdf

[学会発表] (計 10 件)

- ① 快・不快画像における脳血流行動態に与える影響, 苗加 梓, 杜 洋, 澤田大貴, 堀田裕弘, 信学技報, vol.116, no.494, IMQ2016-47, pp.163-166, 2017-3. (博多)
- ② 異なる教示方法が脳活動に与える影響, 杜 洋, 堀田裕弘, 2016 年電子情報通信ソサイエティ大会, A-16-2, CD-ROM, 2016-9. (札幌)
- ③ NIRS による異なるコンテンツが脳血流に与える影響, 澤田大貴, 杜 洋, 堀田裕弘, 2016 年電子情報通信ソサイエティ大会, A-16-3, CD-ROM, 2016-9. (札幌)
- ④ NIRS による異なる呈示環境時の脳活動の変化, 澤田大貴, 杜 洋, 稲積泰宏, 柴田啓司, 堀田裕弘, 信学技報, vol.116, no.166, IMQ2016-13, pp.37-41, 2016-7. (札幌)

- ⑤ A Study of Image Quality Assessment using the Biological Information with NIRS, Du Yang, Dorin Gutu, Inazumi Yasuhiro, Shibata Keiji, Horita Yuukou, IEICE IMQA2016, PS9, CD-ROM, 2016-3. (名古屋)
- ⑥ 情報端末の違いが酸素化ヘモグロビンに与える影響, 小笠原勇, 杜 洋, 柴田啓司, 稲積泰宏, 堀田裕弘, 2016 年電子情報通信学会総合大会, A-16-2, CD-ROM, 2016-3. (博多)
- ⑦ 異なる種類のコンテンツが脳血流に与える影響, 澤田大貴, 杜 洋, 柴田啓司, 稲積泰宏, 堀田裕弘, 2016 年電子情報通信学会総合大会, A-16-1, CD-ROM, 2016-3. (博多)
- ⑧ 画像のコンテンツ内容及び劣化が脳血流に与える影響, 杜 洋, 稲積泰宏, 柴田啓司, 堀田裕弘, 信学技報, vol.114, no.485, IMQ2014-64, pp.179-182, 2015-3. (東京)
- ⑨ 画質の異なる 4K2K 画像における好みと Δ oxy-Hb に与える影響, 會田洋平, 杜 洋, 稲積泰宏, 柴田啓司, 堀田裕弘, 2015 年電子情報通信学会総合大会 ISS 学生ポスターセッション, 2015-3. (滋賀)
- ⑩ A Study of the Relationship Between Image Quality and Cerebral Blood Flow, Yang Du, Dorin Gutu, Shibata Keiji, Yasuhiro Inazumi, Yuukou Horita, IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, 2014-10. (Lausanne)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

富山大学・大学院理工学研究部 (工学)・教授

堀田 裕弘 (HORITA, Yuukou)

研究者番号: 80209303