

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500115

研究課題名(和文)脳機能計測と生体計測の情報統合による多視点裸眼3DTVのユーザ体感品質測定

研究課題名(英文)QoE measurement of multi-view glassless 3DTV by information integration of biometric measurement and brain function measurement

研究代表者

堀田 裕弘(Horita, Yuukou)

富山大学・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) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：画質評価で主に用いられるアンケートによる主観評価実験に代わる手法として、生体情報NIRSによって得られる脳血行動態に着目し、動画像を観察した被験者の脳血行動態と画質との関連性の検証を行った。結果、無圧縮動画像と高圧縮動画像には有意な差があり、動画像の品質の違いにより主観品質と脳血行動態には関連性があった。

符号化劣化の知覚による表情筋の変化を測定する実験では、画質が変化した場合、目の周囲の筋活動の増加が観察され、その筋活動から画質の変化が推定可能なことを示した。印象の強い画像で行った結果、画質による表情筋の筋電図の変化は測定できなかったが、表情の左側優位の傾向や快・不快の感情は測定できた。

研究成果の概要(英文)：In general, image quality assessment is using a questionnaire. In order to better this methods, we are trying to use the biological information in image quality assessment. We researched influence of cerebral blood flow on image quality by NIRS (Near-infrared spectroscopy). As a result, we found the effect that oxy-Hb in frontal lobe was increased when the subject is watching a moving image. Moreover, the effect was higher when the image quality is degraded.

Next, we conduct the experiment which measures change of facial muscles by the consciousness of coding degradation. In the experiment, when the image quality was changed, the increase in eye-line activity was observed in the muscles around eyes. It was shown that change of image quality can be presumed from eye-line activity.

研究分野：総合領域

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：マルチメディア 脳機能計測 生体情報 画質評価 NIRS 脳波 表情筋

1. 研究開始当初の背景

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コンピュータ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。このデータを統計処理することにより、個人内ばらつきや個人差(個人間ばらつき)などを抑制して主観評価データの信頼性のある程度向上させることができる。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、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生体計測により得られた神経生理学的なデータを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、さらにリアルタイム処理可能なデータ処理方法確立することで、映像品質に関連するユーザ体感品質(Quality of Experience)を脳機能計測や生体計測のデータから直接的に推定する革新的な画質評価法の開発が必要と考え、これらを次世代の多視点裸眼 3DTV に応用することを考えた。

2. 研究の目的

これまで、長年実施されてきたアンケートに基づく心理学的アプローチによる画質評価から脱却し、脳機能計測(NIRS)と生体計測(表情筋筋電、サーモグラフィ、視線カメラなど)の情報統合による神経生理学的アプローチに基づく革新的な画質評価技術を開発し、この技術を多視点裸眼 3DTV におけるユーザ体感品質(Quality of Experience)の推定システムに応用することで、次世代の多視点 3D 映像コンテンツ制作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

研究計画段階での方法は以下である。

静止画像を対象とした主観評価実験の実施(脳機能計測と生体計測、官能評価)

本研究課題を行うための準備段階として、静止画像の画像品質と前頭葉の血流量変化を調べ、NIRS を用いた画質評価の可能性についての基礎検討をすでに行った。評価画像(刺激材料)を JPEG 符号化された静止画像として、Spectratech 社の OEG-16 を用いて oxy-Hb の値を測定した。実験結果より、画像品質の変化と oxy-Hb の変化には関連性がみられた。そこで、本研究課題では、同様に、符号化劣化を伴う静止画像を対象として、

脳機能計測(NIRS、脳波も可)と生体計測(表情筋筋電、サーモグラフィ、視線カメラなど)を同時に行う。また、数値や評価語による官能評価も同時に行う。このとき、画質評価で問題となるコンテンツ依存性を含めた解析を行うために、被験者の数や映像シーケンスの数を増やして計測実験を行う。さらに、提示する評価画像コンテンツについての影響についても詳細な検討を行う。

計測データのデータ処理解析法の検討(静止画像)

主観評価実験により得られた各種計測データによる客観的画質評価の可能性と有用性を精査するために、各種計測データに適合したデータ処理方法を検討する。脳機能計測(NIRS、脳波も可)と生体計測(表情筋筋電、サーモグラフィ、視線カメラなど)から得られた計測データは時系列データでもあるので、これらの特徴を生かしたデータ処理方法が重要となる。そこで、NIRS では、脳機能マッピングとして NIRS-SPM 法(KAIST の Jong Chul Ye 教授が開発)を利用する。表情筋筋電でも、表情筋筋電図を作成するための筋電図マッピング法を検討する。

8 視点裸眼 3DTV を対象とした主観評価実験の実施(脳機能計測と生体計測、官能評価)

8 視点裸眼 3DTV を対象として研究を行う。8 視点の 3D コンテンツは非圧縮画像記録システム(9 視点)を利用し、種々な撮影条件下の映像コンテンツ(10~20 秒程度)を 10 種類程度作成する。また、CG 映像は、NICT 作成のコンテンツを利用する。これらを MPEG-2、H.264 で符号化し、主観評価実験用の素材とする。2 視点 3DTV の実施計画と同様に、符号化劣化を伴った 8 視点 3DTV を裸眼で視聴し、その時の脳機能計測(NIRS、脳波も可)と生体計測(表情筋筋電など)を同時に行う。同様に、ユーザ体感品質測定も同時に行う。

4. 研究成果

【平成 23 年度】

符号化劣化を伴う静止画像を主な対象として、脳機能計測(NIRS、脳波)と生体計測(表情筋筋電、サーモグラフィ、視線カメラなど)の同時計測実験を実施した。併せて、数値や評価語による官能評価も同時に行った。この主観評価実験により得られた各種計測データによる客観的画質評価の可能性と有用性を精査するために、各種計測データに適合したデータ処理方法を検討した。脳機能計測として NIRS と脳波を用い、刺激素材としては人間の視覚の空間周波数特性を測定する場合に用いる縞模様の画像、また、感情誘発(快適、嫌悪など)が生じる静止画像を用いた。

画像の空間周波数が NIRS での前頭葉脳血流に与える影響、脳波に与える影響について調査した。計測した脳波から波発生量を信号処理により求め、人間の視覚の空間周波数特

性との比較を行った。その結果、視覚の空間周波数特性と波反応が正の相関を示す被験者と負の相関を示す被験者が存在した。高感度の空間周波数の編模様刺激が、見えすぎて不快を感じる被験者は負の相関を示していた。

NIRSを用いた実験では、嫌悪感を誘発する感情誘発画像と風景画像を用いて脳血流の反応を調査した。その結果、被験者ごとに反応が異なることが示された。また、NIRSを用いた実験結果の安定性を確保するために、同一刺激の繰り返し提示を行って、その反応の変化を調査した結果、4回程度の繰り返し提示のデータを平均化することで安定した実験結果が得られることを確認した。

次に、他の生体計測として表情筋筋電についての検討を行った。符号化劣化が大きい劣化画像と原画像を提示し、積分筋電図(IEMG)を用いて表情筋筋電図の解析を行った。その結果、被験者が低品質画像を評価している間、皺眉筋や眼輪筋、前頭筋などに大きな筋活動がみられた。よって、主観評価値と表情筋筋電図の割合には高い相関性があった。

【平成24年度】

個人の嗜好の違いおよび印象の受け方の違いを個人特性と定義し、異なる内容の静止画像とその符号化によって生じる画質劣化に対する個人特性について、脳血流の変化から調べることを目的とし、NIRSを用いた計測実験により検証を行った。予備実験では、人の好みや印象が強く左右されるようなコンテンツを10種類選出した。本実験では、選出したコンテンツを用い、異なる内容の静止画像とそのJPEG符号化劣化画像を視覚刺激として被験者に提示し、注視時の前頭葉脳血流がどのように変化するのか、また、計測した脳血流の変化量について、心理値や従来のアンケート評価方法とどのような関係があるか調査した。計測データの解析は、脳機能の解析で信頼性の高い脳機能画像解析ソフトウェアNIRS SPMを用いて行った。得られたt検定の結果を用いて、心理値(Pleasure, Arousal, Dominance)と品質の評価値の推定を行った。脳血流の変化量Hbは隣接するチャンネル同士で非常に相関が高いため、一部の計測チャンネル領域のみの変化だけで個人特性を表すことは適当ではないため、計測した全領域のHbの変化量に対して主成分分析を行った。主成分分析の結果の寄与率が高い第1主成分～第4主成分について賦活パターンを可視化したところ、第1主成分と第2主成分では主に右脳領域において賦活がみとめられたため、画質評価中は主に前頭前野の右脳領域が支配的に賦活していた。5つの評価項目に対してステップワイズ法を用い推定式の構築を行ったところ、重相関係数Rが0.6前後か、それよりも低い値を示していた。したがって、個人特性や品質に対する評価値は、脳血流の変化を利用することで推定できるといえ、従来のアンケートを用いる主観評価法とは異なり、

言葉や評価尺度などを用いることなく画質評価が行えることを示した。

【平成25年度】

8視点裸眼レンチキュラレンズ方式における3DCG画像の主観評価実験を行い、結果を統計的に考察した。実験結果から、静止画像と動画像、8視点と2視点、動きが激しいか穏やかであるかによって結果が分かれた。また、3DCGの動画像ではパラメータを少し変化させるだけで、視聴するのに大きく影響が出た。クラスター分析での評定者の比較では「エキスパート」と「一般」の評定者により分類することができた。

画質評価で主に用いられるアンケートによる主観評価実験に代わる手法として、生体情報NIRS(Near-infrared spectroscopy)によって得られる脳血行動態について着目し、動画像を観察した被験者の脳血行動態が、その呈示された動画像の画質と関連性が見受けられるかの検証を行った。その結果、無圧縮動画像とQP26動画像には、主観評価も脳血行動態もあまり差が見られなかった。一方、無圧縮動画像とQP44動画像には有意な差があり、主観評価においても点数が低かった。以上のことから、画質が劣化するとoxy-Hbは上昇を見せ、動画像の品質の違いが与える主観品質と脳血行動態には関連性があり、その活動には有意差が示された。

表情筋の筋電図を用いた静止画像の画質評価に関する研究を行った。符号化劣化の知覚による表情筋の変化を測定する実験を行い、画像の画質が変化した場合、目の周囲の筋肉において筋活動の増加が観察され、筋活動から画質の変化を推定可能なことを示した。提示画像を印象の強いものとし実験を行った結果、画像から受ける印象による表情の変化が大きく、画質による表情筋の筋電図の変化を測定できなかったが、表情の左側優位の傾向や快・不快の感情は測定することが可能であった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

田村隆行, 柴田啓司, 稲積泰宏, 堀田裕弘, 符号化劣化の知覚による表情筋筋電図の変化, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol.133, pp.1625-1626, 2013 査読有

〔学会発表〕(計17件)

上田愛美, 柴田啓司, 稲積泰宏, 堀田裕弘, 杉本修, 内藤整, NIRSによる空間周波数が前頭葉脳血流に与える影響の調査, 電気学会2011年電子・情報・システム部門大会, MC1-1 2011年9月7日

砂原一輝, 佐藤雅治, 柴田啓司, 稲積泰宏, 堀田裕弘, 視覚の空間周波数と波発生量との関連性, 電気学会2011年電子・情報・システム部門大会, MC1-2 2011年9月7日

砂原一輝,佐藤雅治,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,視覚の空間周波数の違いが波に与える影響,電子情報通信学会2011年ソサイエティ大会,A-21-9

2011年9月15日

上田愛美,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,NIRSを用いた画像コンテンツと画質劣化が脳血流に与える影響,電子情報通信学会2011年ソサイエティ大会,AS-6-6

2011年9月15日

上田愛美,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,杉本修,内藤整,NIRSを用いた画像の繰り返し提示による脳血流への影響,電子情報通信学会技術報告,IMQ2011-28

2012年3月2日

田村隆行,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,杉本修,内藤整,表情筋筋電図を用いた画質評価の基礎検討,電子情報通信学会2012年総合大会,A-21-2

2012年3月21日

上田愛美,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,画像内容や画質劣化とoxy-Hbの関連性,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会,IMQ2012-10

2012年07月27日

田村隆行,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,表情筋の変化を用いた画質評価法の検討,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会,IMQ2012-11

2012年07月27日

砂原一輝,佐藤雅治,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,画質劣化が視覚誘発電位と事象関連電位に及ぼす影響,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会,IMQ2012-16

2012年10月12日

河畑則文,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,8視点レンチキュラレンズ方式を用いた3DCG画像のある視点に符号化劣化が生じた場合の画質評価,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会,IMQ2012-17

2012年10月12日

堀田裕弘,砂原一輝,上田愛美,田村隆行,高本考一,西条寿夫,杉本修,符号化動画の主観的心理因子と生体情報との関連性,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会,2013-03-MVE-IE-WIT-IMQ-CQ

2013年03月11日

田村隆行,日下雄人,堀田裕弘,高本考一,河村圭,内藤整,西条寿夫,符号化動画の品質と脳波の関連性,画像符号化シンポジウム2013(PCSJ2013)

2013年11月06日~2013年11月08日

杜洋,堀田裕弘,高本考一,西条寿夫,河村圭,内藤整,異なる画質の符号化動画の主観的心理要因と生体情報の関連性,画像符号化シンポジウム2013(PCSJ2013)

2013年11月06日~2013年11月08日

日下雄人,林亮輔,堀田裕弘,画素解像度

の違いが主観的印象に与える影響の検証,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会IMQ2013-71

2014年03月06日~2014年03月07日

京谷繁明,杜洋,堀田裕弘,動画の品質が脳血行動態及び主観評価に与える影響,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会IMQ2013-72

2014年03月06日~2014年03月07日

田村隆行,柴田啓司,稲積泰宏,堀田裕弘,表情筋の筋電図を用いた静止画像の画質評価に関する検討,電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ研究会IMQ2013-81

2014年03月06日~2014年03月07日

河畑則文,堀田裕弘,8視点レンチキュラレンズ方式による3DCG画像の主観評価値における統計的分析,電子情報通信学会イメージメディアクオリティ研究会

2013年05月17日

〔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

6. 研究組織

(1) 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