

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：33503

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12060

研究課題名（和文）ユーザの価値観とコンテキストに基づくQoE評価および自由視点映像への応用

研究課題名（英文）QoE evaluation based on user values and context and its application for free viewpoint video

研究代表者

稲積 泰宏（Inazumi, Yasuhiro）

山梨英和大学・人間文化学部・准教授

研究者番号：30367255

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、自由視点映像の応用技術に対する、ユーザの使い勝手を考慮したQoEを推定することである。そこで、本研究では、異なる視点の映像間で連結する意味情報を考える。自由視点映像の三次元空間を意味情報として表現することにより、意味情報に基づくQoE評価手法を開発するために、静止画像を対象として深層学習を用いた意味情報の抽出アルゴリズムの実装を行なった。これにより、静止画像に対する客観的なQoE評価モデルを構築することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、「画素集合の比較」ではなく「意味情報の比較」によるQoE評価モデルを実装することが可能となった。この知見は、自由視点映像だけではなく、あらゆる映像信号処理の問題を「意味情報の比較」に捉え直す可能性があり、応用範囲が広いと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to estimate the user-friendly QoE for free viewpoint video application technology. Therefore, in this study, we consider semantic information that is connected among images from different viewpoints. To develop a QoE evaluation method based on semantic information by representing the three-dimensional space of free viewpoint video as semantic information, we implemented an algorithm for extracting semantic information using deep learning on still images. This enabled us to construct an objective QoE evaluation model for still images.

研究分野：情報通信工学

キーワード：QoE ユーザの価値観 コンテキスト 自由視点映像

## 1. 研究開始当初の背景

自由視点映像は、複数のカメラが設定された領域において、ユーザによる能動的な視点の制御により、3次元空間上の映像を様々な角度から多角的に視ることを可能とする映像システムである。

留守中の防犯やペットの監視、スポーツ中継、遠隔手術における術野映像など、様々な応用が期待される。これらの応用技術の多くは、映像が情報通信ネットワーク上で伝送されることを想定しており、第5世代移動体通信ネットワーク(5Gネットワーク)等、次世代通信システム上での実証実験も行われている。通信環境を想定せず自由視点映像のみを扱う場合には、十分な設備を投入すれば、その目的に応じた自由視点映像を実現することができる。しかし、通信環境を想定した場合には、有限の通信資源で映像情報をリアルタイム転送する必要があるため、計算コスト・通信コストを考慮した自由視点映像の構築が必要である。特に防犯や遠隔手術への応用を考えた場合には、時として生命に危険を及ぼす場合も想定されるため、単に高い品質の映像を転送すればいいというものではなく、その応用技術に対するユーザの価値観や使い勝手を考慮することが不可欠である。

通信システムの評価手法として、ユーザ体感品質である QoE(Quality of Experience) を推定する評価(QoE 評価)がある。電話の音声伝送、4K や 8K など映像伝送の QoE、ロボットアームの遠隔制御等のハプティック通信の QoE など、様々な通信システムに対する QoE 評価が検討されている。上記に述べた自由視点映像を評価する上でも QoE が適切な評価指標である。自由視点映像では、(1) 映像、(2) ユーザによる視点制御の二つの観点から QoE を評価する必要がある。(1) は既に数多くの QoE 評価手法が提案されており、映像に対する、既存の QoE 評価は、映像を画素の集合と捉え、その信号処理や統計的性質などに基づいている。(2) はハプティック通信と同様に遠隔制御の一つと考え、(1)(2) を個別に考えた場合には、QoE に関する検討が既になされていると言える。しかし、(1)(2) の複合的要素を考慮した自由視点映像の QoE 評価手法は、これまでに皆無である。特に、自由視点映像の場合、各ユーザによる視点制御で映像内容がリアルタイムに変化するため、映像を画素の集合と捉える既存の QoE 評価手法のアプローチは適用できないという問題がある。

以上より、本研究の核心をなす学術的「問い」は、「画素の集合に基づく既存の QoE 評価手法が適用できない、複合的要素を考慮した自由視点映像の QoE 評価を構築するためには、どのような発想の転換が必要か?」である。

## 2. 研究の目的

前述の学術的「問い」を解決するために、本研究では、意味情報(映像に含まれる要素間を連結し、意味を持たせた要素の集合から構成される情報)を考える。さらに、自由視点映像の3次元空間を、意味情報ネットワーク(異なる視点の映像間で連結する意味情報の集合)として表現する。意味情報ネットワークから意味情報を解析することで、自由視点映像の本質である意味情報(いつ、どこに、何と何が、どのような関係で、存在しているか?等)が記述できる。以上より、「画素の集合に基づく既存の QoE 評価手法が適用できない、複合的要素を考慮した自由視点映像の QoE 評価を構築するためには、どのような発想の転換が必要か?」という問いに対して、本研究では、「自由視点映像の3次元空間を意味情報として表現することにより、画素の制約がない、意味情報に基づく QoE 評価手法への発想の転換」により解決する。そこで本研究の目的は、自由視点映像の応用技術(防犯、遠隔手術等)に対する、ユーザの価値観や使い勝手等を考慮した、意味情報に基づく QoE 評価法を構築することである。

## 3. 研究の方法

本研究では、「画素の集合に基づく既存の QoE 評価手法が適用できない、複合的要素を考慮した自由視点映像の QoE 評価を構築するためには、どのような発想の転換が必要か?」という問いの解決に向けて、意味情報に基づく QoE 評価の確立を行う。

- (1) 意味情報の分析 意味情報に着目する方法として、利用シーンに応じた画像内容の分析を行う(屋外、屋内、人物など)。
- (2) 意味情報予測モデルの実装 利用シーンを限定した意味情報の予測モデルの実装を行う。
- (3) 既存の客観評価モデルと意味情報予測モデルとの統合可能性の検証 意味情報予測モデルを客観評価モデルと組み合わせることの効果を検証する。

#### 4 . 研究成果

##### (1) 意味情報の分析

公開されている大規模データセットで、意味情報の分類について調査を行った。また、さまざまな天候での屋外のデータとして、道路や車両の映像を撮影してオリジナルデータセットを収集し、それぞれの画像内容の共通点や相違点の分析を行った。

##### (2) 意味情報予測モデルの実装

基本的な意味情報の予測モデルは深層学習により実装することができた。一方で、屋外データの困難なタスクにおいては、予測が困難となっている。したがって、(1)における、屋外データの意味情報の定義を予測モデルの実装を踏まえて、再検討する必要がある。

##### (3) 既存の客観評価モデルと意味情報予測モデルとの統合可能性の検証

画像内容を説明できる意味情報を実装することで客観評価モデルの精度向上に寄与することが明らかになった。しかしながら、屋外データの困難なタスクにおけるモデル化が不十分なため、十分な検証はできなかった。

今後の展望として、本研究で導入した客観評価モデルと意味情報予測モデルを統合したフレームワークを参考に、各種の映像処理に応用展開することが挙げられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 長尾 海杜, チャンドラー デイモン, 稲積 泰宏,
2. 発表標題 "領域検出を用いた点字ブロック識別器の性能評価,"
3. 学会等名 P3-14, PCSJ2022 IMPS2022, 2022年11月.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武井 祐馬, 橋本 岳, チャンドラー デイモン, 稲積 泰宏,
2. 発表標題 "物体検出を用いたグレア領域の自動検出,"
3. 学会等名 P3-18, PCSJ2022 IMPS2022, 2022年11月.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mohit Naidu, Yi Zhang, Liu Hantao, Yasuhiro Inazumi, Damon M. Chandler
2. 発表標題 Quality Assessment of Compressed Driving Videos: Standard vs. ROI-Based Coding
3. 学会等名 P-1-21, PCSJ2019・IMPS2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松田 崇弘  (Matsuda Takahiro)  (50314381)	東京都立大学・システムデザイン研究科・教授    (22604)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------