

I-009

# 360 度カメラ画像における画像領域と遠近感を考慮した H.265/HEVC 符号化画質評価とクロスリアリティ主観品質評価

## A Study on HEVC Image Quality Assessment for eXtended Reality (XR) Considering Image Region and Perspective Based on 360 Degrees Camera

河畑 則文<sup>†</sup>

Norifumi Kawabata

### 1 まえがき

2016 年以降、毎年のように「今年は VR 元年」と呼ばれてきている。当初の VR は、パーソナルコンピュータと HDMI ケーブルをつないで映像を伝送する機器や眼鏡をかけたままでは装着することが難しい機器が多く、基本的に裸眼で VR 機器を視聴することが一般的であった。しかしながら、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 流行時の在宅勤務やテレワーク環境の整備が急務とされていた 2021 年には、眼鏡をつけていても装着できる VR 機器が登場しており、ユーザインタフェース的には改善や変化が見られた。セカンドライフを始めとするアバターを作成してサービスを展開する技術は、コロナ禍以前の 2000 年代前半には既に存在していたが、前述の通り、使用する環境や条件が整い、2021 年頃から認知されてきたと考えられ、VR / AR / MR / XR システムに関係する多視点 3D 画像や 360 度カメラ画像の画質評価に関する研究もまた再注目されている。我々は、今までに多視点 3DCG 画像の符号化画質評価に関して、S-CIELAB 色空間を考慮したコントラスト強調 [1]、物体または背景領域における符号化画質の評価手法 [2]、主観評価値の統計的分析 [3]、そして、視機能を考慮した 3D 映像のアンケート結果に関する統計的分析 [4] を行ってきた。加えて、本研究の先行研究として、360 度カメラ画像の H.265/HEVC 符号化画質評価について、客観的画質と主観画質の双方から評価実験を行った [5]。結果として、主観評価では客観評価よりも評価値の増減が大きく、コンテンツ制作や画像提示の際には気を付けていく必要があることが示唆されたが、画像領域や遠近感といった人間の視覚特性に関する特徴が 360 度カメラ画像の画質評価にどの程度影響するかは明らかではない。

本稿では、360 度カメラ RICOH THETA Z1 51GB を用いて 360 度カメラ画像を生成し、H.265/HEVC 符号化処理をして、画像領域の面積、360 度カメラからの遠近感について画像フィルタ処理を考慮することにより、どのように符号化画質を制御すればよいかを検討した。そして、8K HDR XR 機器である Xperia View を用いることにより、クロスリアリティに関する応用についても考察した。

### 2 関連研究

本研究との関連研究として、(1) 360 度静止画像、(2) 360 度動画、(3) 画像符号化、(4) 画質評価、(5) 3D / VR / AR / MR / XR への応用、の順に説明していく。

360 度静止画像については、携帯電話を用いた高画質なパノラマ画像に関するカラーマッチングやパノラマ画像の効率的な生成アルゴリズム [6] や 360 度画像における頭部と眼球運動に対する顕著性マップの予測 [7]、に関する研究が挙げられる。

360 度動画については、360 度動画に対する空間的かつ一時的な一貫性のあるダイナミック適応ストリーミング [8]、複数の特徴、いわゆる客観画質指標に基づく 360 度動画品質予測やそれらのデータベース作成 [9]、に関する研究が挙げられる。

画像符号化については、表示領域に適応した 360 度動画ストリーミングオンラインビットレートの選択法 [10] や直方体のパーティションを持った共通情報の抽出によるスケーラブル UHD/360 度動画符号化 [11]、に関する研究が挙げられる。

画質評価については、空間的かつ一時的な歪みモデリングアプローチによる全天周映像の品質評価 [12]、キューブマップに基づく知覚駆動ブラインド型 360 度画像の品質評価 [13]、多次元周波数情報と局所グローバルナチュラルネス解析による 360 度画像の非参照型品質評価 [14]、に関する研究が挙げられる。

3D / VR / AR / MR / XR への応用については、360 度表示可能な 3D 画像のディスプレイと伝送に対するアプローチ [15]、低コストな 360 度カラー LED ディスプレイシステムのデザインと実装 [16]、頭部の動き視差に関する立体的な 360 度シーン表現 [17]、ライトフィールド画像の Reduced Reference (RR) 型品質評価 [18]、予測符号理論に基づく立体視かつ全天周型画質評価 [19]、に関する研究が挙げられる。

これらの関連研究から、360 度カメラ静止画像に関する画像領域、遠近感を考慮した符号化画質評価に関するアプローチは見られず、本研究では XR への応用も含めて考えていく。

<sup>†</sup> 金沢学院大学 経済情報学部

Faculty of Economic Informatics, Kanazawa Gakuin University



図 1: 使用した 360 度カメラ (RICOH THETA Z1 51GB) [20]



図 2: 使用した 360 度静止画像 (TUS-COMP-IMG-LAB)

### 3 実験

#### 3.1 本研究で使用した画像コンテンツ

本研究で使用した画像コンテンツは、図 1 に示すような RICOH THETA Z1 51GB [20] で撮影された 360 度カメラ静止画像 (図 2) である。360 度静止画像の解像度は  $6720 \times 3360$  (pixels) であり、sRGB 形式である。一方、クロスリアリティ主観品質評価実験を行う際には、図 3 に示すような SONY 製のスマートフォン Xperia 1 III SO-51B を使用し、図 4 に示すような Xperia View ヘッドセット [21] を装着した。なお、Xperia View は、サイズ約  $197\text{mm} \times$  約  $108\text{mm} \times$  約  $121\text{mm}$  (フェイスパッド及びヘッドバンド除く)、質量約  $400\text{g}$  (本体+フェイスパッド+ヘッドバンド)、リフレッシュレート  $120\text{Hz}$ 、視野角約  $120$  度、最大解像度  $7680 \times 4320$  (pixels)、最大ビットレート  $60\text{Mbps}$ 、ファイル形式は PNG (Portable Network Graphics), JPEG (Joint Photographic Experts Group), MP4 (H.264 / H.265), HLS (HTTP Live Streaming), MPEG-DASH に対応している。本研究では、RICOH THETA Z1 51GB で撮影された 360 度静止画像を表示するため、解像度は  $6720 \times 3360$  (pixels) となる。また、静止画像対応フォーマット PNG を使用し、動画の仕様は適用しない。



図 3: 使用したスマートフォン (Xperia 1 III SO-51B) [21]



図 4: 使用したクロスリアリティ機器 (Xperia View) [21]

#### 3.2 実験内容

本研究では、以下のような 2 種類の実験を行った。

1. RICOH THETA Z1 51GB で撮影された 360 度カメラ符号化画像の画像領域、遠近感を考慮した品質評価
2. Xperia View を用いた 360 度カメラ画像の画像領域、遠近感を考慮した符号化画質評価に関する主観評価実験

#### 3.3 実験 1 の手順及び実験方法と評価方法

実験方法については、360 度カメラである RICOH THETA Z1 51GB で撮影された静止画像を H.265/HEVC 符号化することにより、評価用静止画像を生成した。本研究で用いた量子化パラメータは  $Q = ref, 20, 25, 30, 35, 40, 51$  の 7 種類を用いた。そして、それらの評価静止画像に対して、画像領域を指定して、遠近感に関する画像処理を行う。具体的には、図 5 のように、画像の下→上 ((a)-(c), セット 1 とする) または上→下 ((d)-(f), セット 2 とする) の領域にガウシアンフィルタによる画像の平滑化 (smoothing) 処理をすることで、ぼかしを再現して、遠近感を出すように処理を行う。単純な平均値ではなく、フィルタの原点に近

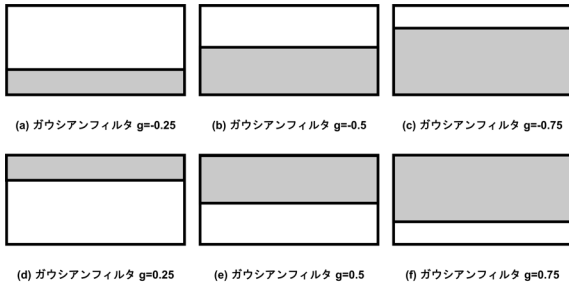


図 5: ガウシアンフィルタの画像領域の概要

いほど大きな重みを付ける加重平均化フィルタ (weighted averaging filter) における重みをガウス分布 (Gaussian distribution) に近づけたものを, ガウシアンフィルタ (Gaussian filter) と呼ぶ. 平均 0, 分散  $\sigma^2$  のガウス分布は以下の式 (1) のように表される.

$$h_s(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

また, それを 2 次元に拡張した 2 次元ガウス分布は以下の式 (2) で表される.

$$h_s(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

一般に, このように中央に重みを付けた平滑化フィルタ (smoothing filter) では, 単純な平均化フィルタ (averaging filter) に比べ, 見た目により大きな違いはないものの, より滑らかで自然な平滑化の効果が期待がされるので, 本研究ではガウシアンフィルタを用いた. その後, MATLAB R2023a を用いて PSNR (Peak Signal to Noise Ratio), SNR (Signal to Noise Ratio) に関する客観画質評価のプログラムを作成し, 作成したプログラムを実行した. まとめて, 以下のような手順で実行した.

1. RICOH THETA Z1 51GB で 360 度画像を撮影する.
2. 取得した静止画像に対して, GitHub や CMake を用いて, Visual Studio 2022 で HM Software のビルドを行い, ソリューションを生成した後, HEVC 符号化を行う.
3. 符号化処理後の静止画像に対して, 図 5 に示すような画像領域に対してガウシアンフィルタによる画像の平滑化処理をすることで, ぼかしに似た状況を再現して, 遠近感を出すように処理を行う.
4. MATLAB R2023a を用いて, 客観画質評価指標である PSNR, SNR のプログラムを作成し, 最終的に, 符号化画質評価を行う.

評価方法については, 客観画質評価指標である PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) と SNR (Signal to Noise Ratio) を用いることにより画質評価を行った. PSNR はあるデー

タが元データからどの程度劣化したかを表す指標である. 値が大きいくほど劣化は小さく, 値が小さいほど激しい劣化になる. 元画像  $I_{orig}$ , 評価画像  $I_{code}$  とするとき, 2 つの画像の PSNR は次の式 (3), (4) のように表される.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} (I_{orig}[i, j] - I_{code}[i, j])^2 \quad (3)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{MAX^2}{MSE} \right) \quad (4)$$

### 3.4 実験 2 の手順及び実験方法と評価方法

実験方法については, Xperia View のヘッドセットを用いた. 実験環境に関しては, 前述のように, ヘッドセットを頭部から顔上部にかけて装着するため, 環境照明の影響はほとんど無い. ヘッドセットは室内で座った状態で使用した. Xperia View アプリを用いることで静止画像コンテンツを再生した. Xperia View のヘッドセットを装着する前には周囲に人がいないか, ぶつかったり, 踏みつけたりする家具や物がないかを確認し, 十分なスペースを確保した上で実施した. レンズ間隔, いわゆる瞳孔間距離 (Pupillary Distance: PD) の設定は Xperia View アプリの設定に従い, レンズ間隔の調整を行ってから実施した. 本研究では, 瞳孔間距離を 65mm として設定した. このように実験前に設定をするのは, レンズを調整せずにコンテンツを視聴すると, 気分が悪くなったり, 目の疲れの症状が起きることがあるからである. 最初は短い時間でコンテンツを視聴し, 徐々に時間を延ばしていくことで実施した. なお, Xperia View のヘッドセットは眼鏡をかけたまま使用可能である. レンズ間隔を調整する場合には, レンズと眼鏡がぶつからないように気を付けて調整を行った. まとめて, 以下のような手順で実行した.

1. Xperia View アプリを Xperia 1 III SO-51B にダウンロード & インストールする. そして, Xperia View ヘッドセットに Xperia 1 III SO-51B を装着する.
2. Xperia View アプリで評価用静止画像のプレイリストを作成した上で, MOS, ACR 法を用いて, クロスリアリティ主観品質評価実験を行う.

評価方法については, 平均オピニオン評点 (Mean Opinion Score (MOS)) を用いた. そして, 5 段階評価 (大変良い, 良い, 普通, 悪い, 大変悪い) で静止画像シーケンス毎に 10 秒間提示する, 図 6 のような, ACR 法 (Absolute Category Rating (ACR) Method) を用いた. プレイリストで作成された静止画像シーケンスを 3 回繰り返すことで, 実験を行った. 主観評価の記入は Windows 11 に搭載されているボイスレコーダー (サウンドレコーダー) を使用することにより, 音声を録音して行った. 筆者が従来から使用してき

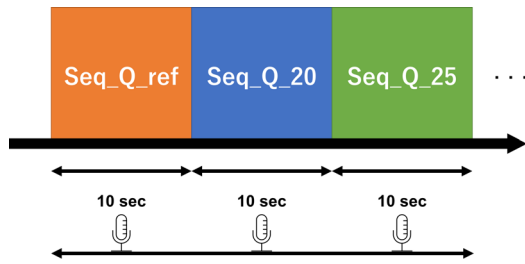


図 6: 実験 2 で用いた ACR 法



図 7: 実験 2 で使用したボイスレコーダー

たアンケートベースの Windows アプリケーションによる記入や紙による手書き記入なども検討したが [1, 2, 3, 4], XR 機器やヘッドセットを着用時に, 毎回着脱するのは効率あまり良くない, 実験時間が大幅に増大する, 評定者の VR 疲労の負担の増加などが懸念されたため, 総合的に考え, 図 7 のようなボイスレコーダーを用いた音声による収録を行った.

## 4 実験 1 の結果と考察

実験 1 の結果として, PSNR, SNR の結果をそれぞれ図 8, 9 に示す. ここで, 図 8 の横軸は量子化パラメータ  $Q$ , 縦軸は PSNR を示している. また, 図 9 の横軸は量子化パラメータ  $Q$ , 縦軸は SNR を示している.

実験 1 の結果から, 図 8, 9 のように, ガウシアンフィルタが下から上のセット 1 “a, b, c” とガウシアンフィルタが上から下のセット 2 “d, e, f” に分けられる.

PSNR に関しては, 図 8 から, セット 1 よりセット 2 の方が評価値が高くなる傾向にあった. これは, 使用した図 2 のような 360 度静止画像が研究室をテーマとして撮影しており, 上部分は暗色系の天井, 下部分は白色の研究デスクであるが, この画像内容と, HEVC 符号化とガウシアンフィルタが関係していると考えられる. 客観的画質評価指標においては, HEVC 符号化は色情報を考慮すると, 上部分の暗色系の天井では劣化が知覚しやすく, 下部分の白色の研究デスクでは劣化を知覚しにくい. 一方, ガウシアンフィルタは画像のぼけの効果が発生するため, 上部分の暗色系の天井よりも下部分の白色の研究デスクの方が劣化を知覚しやすいと考えられる. これらの影響が, ガウシアンフィルタが下から上のセット 1 とガウシアンフィルタが上

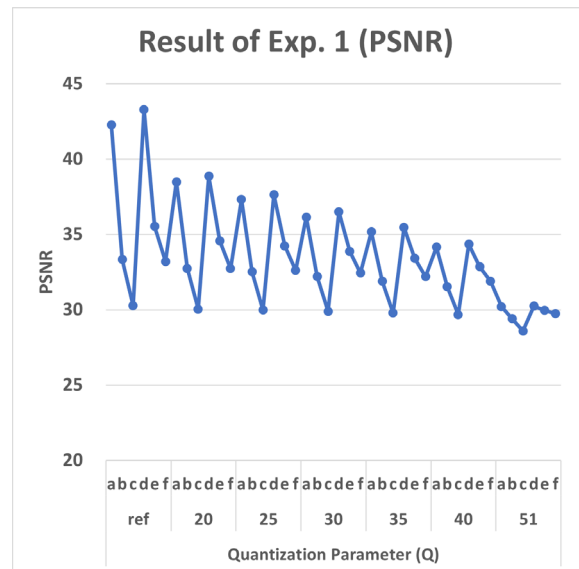


図 8: 実験 1 の結果 (PSNR)

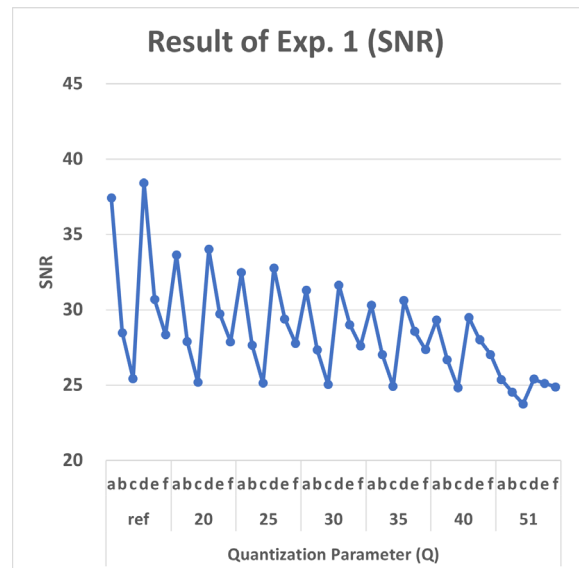


図 9: 実験 1 の結果 (SNR)

から下のセット 2 の評価値に影響したのだと推測できる. 特に, 量子化パラメータ  $Q$  が低ければ低いほど, ガウシアンフィルタの画像領域により, 評価値の変動幅が約 5~8 程度となり, 他のパターンと比べて大きくなった. 原画像である  $Q = ref$  の場合, ガウシアンフィルタによる画像領域のみが影響するため, PSNR は他のパターンよりは高くなる反面, 増減幅は 10~13 となり最大となった. 画像領域に着目すると,  $0.25 \rightarrow 0.5$  (a  $\rightarrow$  b) の方が,  $0.5 \rightarrow 0.75$  (b  $\rightarrow$  c) よりも評価値の減少幅は大きく,  $0.25 \rightarrow 0.5$  (a  $\rightarrow$  b) より  $0.25 \rightarrow 0.5$  (d  $\rightarrow$  e),  $0.5 \rightarrow 0.75$  (b  $\rightarrow$  c) より  $0.5 \rightarrow 0.75$  (e  $\rightarrow$  f) の方が評価値の減少幅は小さかった.  $Q = 51$  では, ガウシアンフィルタの画像領域が 0.5, 0.75 の時に, PSNR が 30 を下回った.

一方, SNR に関しては, 図 9 から, PSNR と単純比較

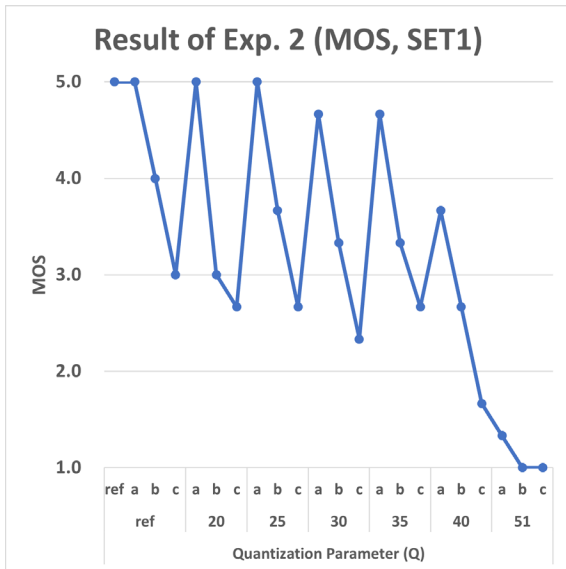


図 10: 実験 2 の結果 (MOS, SET1)

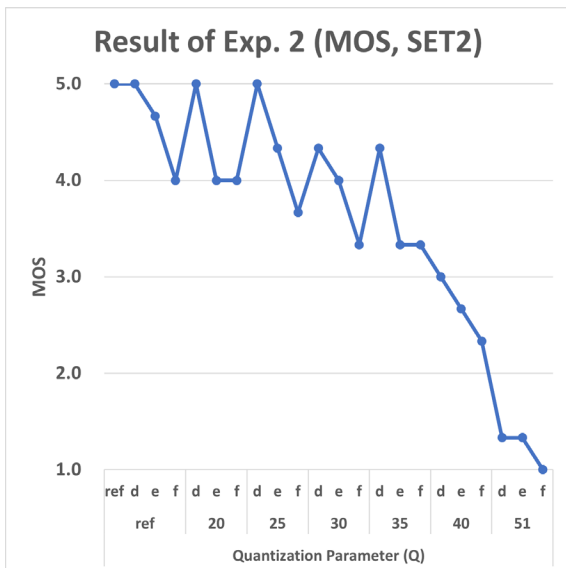


図 11: 実験 2 の結果 (MOS, SET2)

はできないが、PSNR の評価値の 5 程度減少した値で推移していることがグラフからわかる。SNR の評価値に関して、 $20 \leq Q \leq 25$  では、 $25 < SNR < 35$ 、 $30 \leq Q \leq 35$  では、 $25 < SNR < 33$ 、 $Q = 40$  では、 $25 < SNR < 30$  となり、 $Q = 51$  では、ガウシアンフィルタの画像領域が 0.5, 0.75 の時に、SNR が 25 を下回った。

これらの PSNR, SNR の結果から総合的に見ると、客観的画質指標においては、画像内容に関係があり、ガウシアンフィルタの画像領域の影響が HEVC 符号化による影響より大きく表れていることがわかる。

## 5 実験 2 の結果と考察

Xperia View を用いた 360 度カメラ画像の符号化画質評価に関する主観評価実験に関する実験 2 の結果を図 10, 11

に示す。ここで、図 10, 11 の横軸は、量子化パラメータ  $Q$ 、縦軸は MOS を示している。試行回数は 3 回である。

実験 2 の結果から、図 10 のようなガウシアンフィルタが下から上のセット 1 “a, b, c” と、図 11 のようなガウシアンフィルタが上から下のセット 2 “d, e, f” に分けられる。

SET1, SET2 の結果から、SET1 の方が SET2 よりガウシアンフィルタの画像領域が増えるほど、MOS の減少が顕著に見られ、特に、実験 1 の客観的画質評価とは異なり、SET1 の  $Q = 25, 30$  付近で、上下幅が 1~2.3 程度と最大となった。一方、SET2 では、パターン間で SET1 ほど MOS の変動は 1 程度と小さく、主観的にはガウシアンフィルタの画像領域の影響は少なかった。このことから、客観画質と比べて主観画質の方がセットパターンの違いが見られるということがわかる。

主観評価の場合、今回使用した画像は 360 度カメラ画像であるため、左右上下まで画像を確認することができる。まず最初は真ん中を見ており、その後、上下左右を確認することになるが、次に上か下を見ることになる。本研究では、主観評価の時間指定はあるが、特に、その際の方向についての指示はしていない。多視点裸眼 3D ディスプレイの場合は、評定者が首を左右に振り向く動作のみをするが、360 度カメラ画像の場合は、左右方向に加えて、上下方向も加わる。ヒトによる実験の場合は、ヒトは自然と足元を注視してからその後徐々に上方向を注視するケースが多い。そのため、本研究の場合、下方向から上方向にかけてガウシアンフィルタをかけた (a)-(c) のパターンが上方向から下方向にかけてガウシアンフィルタをかけた (d)-(f) よりも劣化の知覚がされやすいということになる。

実際の主観評価結果においてもこのような傾向になっており、360 度画像のクロスリアリティを考慮した主観品質の測定をする際には役に立つ知見ではないかと考える。

## 6 まとめ

本研究では、画像領域及び遠近感を考慮した 360 度カメラ画像の符号化画質評価について、

1. 360 度カメラ画像の客観的な符号化画質評価
2. クロスリアリティ主観品質評価実験

の 2 点からアプローチし、HEVC 符号化とガウシアンフィルタにおける画像領域の関係、そして、クロスリアリティに関する応用について考えた。

本研究の結果から、ガウシアンフィルタにおける画像領域は下から上の方が上から下にフィルタをかけたときよりも劣化が知覚されやすく、HEVC 符号化と比較しても、ガウシアンフィルタにおける影響の方が大きいことが客観的画質評価、クロスリアリティ主観品質評価の両方から総合的に示唆された。

今後の展望として、360度カメラにおける他のパラメータを考慮し、クロスリアリティ技術に関する日常的な活用方法について研究を進めていく。

## 参考文献

- [1] N. Kawabata and M. Miyao: “Multi-View 3D CG Image Quality Assessment for Contrast Enhancement Based on S-CIELAB Color Space,” *IEICE Trans. on Info. and Syst.*, Vol.E100-D, No.07, pp.1448–1462, July 2017.
- [2] N. Kawabata and M. Miyao: “3D CG Image Quality Metrics by Regions with 8 Viewpoints Parallax Barrier Method,” *IEICE Trans. on Fundamentals*, Vol.E98-A, No.08, pp.1696–1708, August 2015.
- [3] N. Kawabata and Y. Horita: “Statistical Analysis of Subjective Assessment for 3D CG Images with 8 Viewpoints Lenticular Lens Method,” *IIEEJ Trans. on Image Electronics and Visual Computing*, Vol.4, No.2, pp.101–113, December 2016.
- [4] N. Kawabata: “Statistical Analysis of Questionnaire Survey on the Assessment of 3D Video Clips,” *Displays*, Vol.71, No.1, 102110, January 2022.
- [5] 河畑則文, “360度カメラ画像における H.265/HEVC 符号化画質評価とクロスリアリティ主観品質評価実験”, 信学技報, vol.122, no.224, IMQ2022-12, pp.7–12, 2022年10月.
- [6] Y. Xiong, K. Pulli: “Color matching for high-quality panoramic images on mobile phones,” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.56, Issue 4, pp.2592–2600, November 2010.
- [7] Y. Zhu, G. Zhai, X. Min, and J. Zhou: “The Prediction of Saliency Map for Head and Eye Movements in 360 Degree Images,” *IEEE Trans. on Multimedia*, Vol.22, Issue 9, pp.2231–2344, September 2020.
- [8] H. Yuan, S. Zhao, J. Hou, X. Wei, and S. Kwong: “Spatial and Temporal Consistency-Aware Dynamic Adaptive Streaming for 360-Degree Videos,” *IEEE J. of Selected Topics in Signal Processing*, Vol.14, Issue 1, pp.177–193, January 2020.
- [9] R. G. de A. Azevedo, N. Birkbeck, I. Janatra, B. Adsumilli, and P. Frossard: “Multi-Feature 360 Video Quality Estimation,” *IEEE Open J. of Circuits and Systems*, Vol.2, pp.338–349, May 2021.
- [10] M. Tang and V. W.S. Wong: “Online Bitrate Selection for Viewport Adaptive 360-Degree Video Streaming,” *IEEE Trans. on Mobile Computing*, Vol.21, Issue 7, pp.2506–2517, July 2022.
- [11] F. Afsana, M. Paul, M. Murshed, and D. Taubman: “Efficient Scalable UHD/360-Video Coding by Exploiting Common Information With Cuboid-Based Partitioning,” *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.32, Issue 6, pp.3961–3977, June 2022.
- [12] P. Gao, P. Zhang, and A. Smolic: “Quality Assessment for Omnidirectional Video: A Spatio-Temporal Distortion Modeling Approach,” *IEEE Trans. on Multimedia*, Vol.24, pp.1–16, December 2020.
- [13] H. Jiang, G. Jiang, M. Yu, Y. Zhang, Y. Yang, Z. Peng, F. Chen, and Q. Zhang: “Cubemap-Based Perception-Driven Blind Quality Assessment for 360-degree Images,” *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol.30, pp.2364–2377, January 2021.
- [14] W. Zhou, J. Xu, Q. Jiang, and Z. Chen: “No-Reference Quality Assessment for 360-Degree Images by Analysis of Multifrequency Information and Local-Global Naturalness,” *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.32, Issue 4, pp.1778–1791, April 2022.
- [15] R. Otsuka, T. Hoshino, and Y. Horry: “Transpost: A Novel Approach to the Display and Transmission of 360 Degrees-Viewable 3D Solid Images,” *IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics*, vol.12, pp.178–185, March/April 2006.
- [16] S. Liu, C. Chen, K. Chou: “The design and implementation of a low-cost 360-degree color LED display system,” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.57, Issue 2, pp.289–296, May 2011.
- [17] B. Luo, F. Xu, C. Richardt, and J. Yong: “Parallax360: Stereoscopic 360° Scene Representation for Head-Motion Parallax,” *IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics*, vol.24, pp.1545–1553, April 2018.
- [18] P. Paudyal, F. Battisti, M. Carli: “Reduced Reference Quality Assessment of Light Field Images,” *IEEE Trans. on Broadcasting*, Vol.65, Issue 1, pp.152–165, March 2019.
- [19] Z. Chen, J. Xu, C. Lin, and W. Zhou: “Stereoscopic Omnidirectional Image Quality Assessment Based on Predictive Coding Theory,” *IEEE J. of Selected Topics in Signal Processing*, Vol.14, Issue 1, pp.103–117, January 2020.
- [20] “RICOH THETA Z1 51GB,” <https://theta360.com/ja/>, accessed June 16, 2023.
- [21] “Xperia View,” [https://xperia.sony.jp/product/accessories/xperia\\_view/](https://xperia.sony.jp/product/accessories/xperia_view/), accessed June 16, 2023.