

# VR HMD の違いがユーザの主観的品質評価に与える影響の調査 Investigation of the Impact of Differences in VR HMDs on Users' Subjective Assessment

真田 貴衣<sup>1)</sup> 佐藤 寧洋<sup>1)</sup>  
Takae Sanada Yasuhiro Sato

## 1 はじめに

近年、通信ネットワークの高速化を背景に Virtual Reality (VR: 仮想現実) を利用したサービスが広く普及し、教育現場など多岐にわたっている。このような VR を利用したサービスでは、ユーザが仮想的な映像を現実のように感じることができるかを指す「没入感」が重要な要素となっており、この没入感を評価する指標として QoE (Quality of Experience) が注目されている [1]。一般に VR 動画が高画質であれば高い没入感が得られると考えられるが、ネットワーク経由での配信サービスでは没入感を損なわない画質を確保するネットワーク制御が求められる。QoE は通信品質やデジタルサービスのユーザの体感評価を示しており、従来のネットワーク性能を客観的に示す QoS (Quality of Service) とは異なり、よりユーザ視点にたった評価が可能な指標である。この体感評価に影響を与える要素として、人的影響要因 (HIFs)、コンテキスト影響要因 (CIFs)、システム的影响要因 (SIFs) の 3 種に分類される [2]。本稿ではシステム要因に対する主観評価実験を行い、VR 視聴における没入感とネットワーク品質との関係を明らかにすることを目的とする。異なる VR HMD (Head Mounted Display) を用いた視聴環境における、様々な品質の動画に対するユーザの主観評価値を測定する。

## 2 主観評価値の測定方法

### 2.1 対象とする VR 動画

評価実験で使用する VR 動画は、室内の講義風景を Insta 360 ONE R を使用して撮影した。動画は、5.7K の 360° 動画であり、平均ビットレートは 20 Mbps であった。撮影した動画から 10 秒切り取り、ビットレートを劣化させた 6 種類の動画を用意した。動画のビットレートは 0.5 Mbps、1 Mbps、2.5 Mbps、5 Mbps、8 Mbps、10 Mbps とした。

### 2.2 動画の評価方法

被験者に対する動画の提示方法は、ITU-T [3] で勧告されている DCR (Degradation Category Rating) 法を使用した。図 1 に実験フローを示す。DCR 法では、各評価単位ごとに基準動画 (20 Mbps) と提示動画の比較により評価を決めてもらい、「5: 劣化が認められない」、「4: 劣化が認められるが気にならない」、「3: 劣化が認められわずかに気になる」、「2: 劣化が認められ気になる」、「1: 劣化が認められ非常に気になる」の 5 段階 (DCR の評価カテゴリ) で評価してもらった。

### 2.3 測定環境

測定実験は奥行 6.8 m、横幅 2.8 m、高さ 2.4 m の個室で行い、オフィスチェアに座った状態で、Meta Quest 2 と Meta Quest 3S で視聴してもらった。表 1 に使用

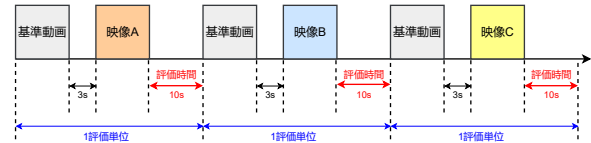


図 1: DCR 法 評価フロー

表 1: VR HMD 性能比較

	Meta Quest2	Meta Quest3S
SoC	Snapdragon XR 2	Snapdragon XR 2 Gen2
RAM	6 GB	8 GB
ヘッドの厚み	93.1 mm	73.9 mm
重量	503 g	514 g
コントローラー	Touch コントローラー	TouchPlus コントローラー

した VR HMD の性能差をまとめた。どちらもディスプレイ解像度は  $3664 \times 1920$  (片目  $1832 \times 1920$ ) である。測定基準をできるだけ統一するために、被験者には実験開始前に操作方法や評価事項、実験概要を説明した。基準動画と評価動画を 1 評価単位ごとに配置したものを一連の動画に統合し、被験者には一つの動画として視聴し、評価してもらった。なお、提示動画は 0.5、1、2.5、5、8、20 Mbps と品質の低いものから提示し、被験者には提示している動画の順番を開示していない。評価実験の所要時間は約 15 分程度である。実験は 4 月 28、29 日の 2 日間を用いて行い、被験者は同学部所属の 19 歳から 24 歳までの男女 15 名とした。実験中におけるサイバーicknessに注意し、事前に体調が悪くなったら退席などの処置が取れることを被験者に伝え、配慮して実験した。

### 2.4 系列カテゴリ尺度法

測定に用いているは順序尺度であることから、各評価値の大小関係を示している。しかし、評価値の間の差は一定ではないため、連続的に取り扱うことは不適であり、閾値を求めるためには距離尺度に変換する必要がある。そこで本稿では得られた 5 段階評価に対して系列カテゴリ法 (Method of Successive Categories) を用いて距離尺度へ変換し、上位カテゴリと下位カテゴリ間で比較できるようにした [4]。系列カテゴリ法では、各評価 (カテゴリ) 値のばらつきは正規分布にしたがうことを仮定しており、得られた測定値から各評価値の境界値を統計的に推定する。

## 3 測定結果

実験によって得られた 5 段階評価値を系列カテゴリ法を用いて距離尺度へ変換し、どの程度の劣化が没入感の低下につながるかを推定する。

得られたアンケート結果を図 2 に示す。Meta Quest 2 の結果をまとめた図 2a からは 0.5 Mbps の評価が 1 から 3 の低い値に集中していたが、今回の評価動画で最も高品質である 20 Mbps の評価は大きくばらついており評価が安定しなかった。このことから、基準動画に

1) 大阪電気通信大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Osaka Electro-Communication University

した 10 Mbps と 20 Mbps にあまり差を感じていない被験者が多かったことが考えられる。次に Meta Quest 3S の結果をまとめた図 2b では、20 Mbps の評価が 4 から 5 に集中しており、0.5 Mbps の評価も 1 から 3 に集中していた。このことから、図 2a と比較すると、より詳細に知覚し品質の差を感じ取っている結果となった。

図 3 に DCR 法で行なった測定結果から変換した各映像に対する被験者からの評価値の平均を示す。結果からはどちらの VR HMD においても 5 Mbps の評価がもっとも高くなっていた。図 3a の結果からは 2.5 Mbps で評価が下がり始めており、20 Mbps まで大きな変化が得られていない。そして、1 Mbps と 20 Mbps における評価値が近いことから、この二つの品質に違いを感じられていない結果となっていた。図 3b の結果では 8 Mbps で評価が下がっている変化が見られており、5 Mbps と 20 Mbps の値が近く、図 3a にみられた特徴が Meta Quest 3S でも見られた。

どちらの評価でも劣化の激しい 1 Mbps から 2.5 Mbps の評価が低くなっており没入感が失われていると考えられた。しかし、基準動画より高品質である 20 Mbps の評価がどちらの結果からも高い評価を得られておらず、比較的劣化の少ない動画であっても良い没入感が感じられていなかった。この原因は、撮影機材による影響が大きいと考えられる。全体的な結果から、Meta Quest 2 より Meta Quest 3S の方が動画品質の違いをより詳細に感じられている結果となっていた。結果の背景には、コントローラーの操作性の向上や、HMD の薄型化による装着性の向上が挙げられる。これにより視聴時の安定感が高まり、視聴体験の質が向上し、被験者の評価に影響を及ぼした可能性がある。

映像品質ごとに評価のばらつきが見られた原因は、被験者への動画提示順が影響した可能性が考えられる。被験者に対して動画を提示する際、品質の低い動画から順に高品質な動画を提示する方法を採用したことが、被験者の主観評価や比較基準に影響が大きいと思われる。

#### 4 まとめ

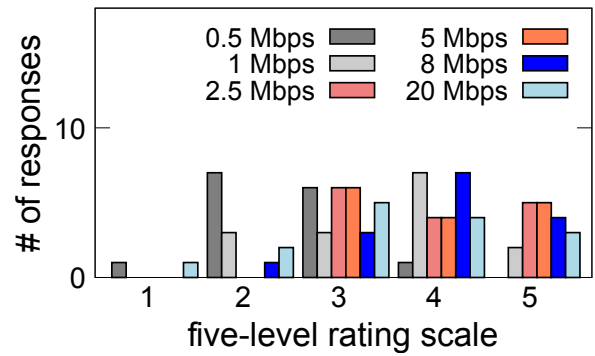
VR HMD の違いにおけるユーザの主観評価値測定と統計分析を行なった。今後は、提示方法をランダムにすることで被験者の評価に変化が生じるか調査するため、Meta Quest 3S を用いて、提示パターンを変更した映像を複数個用意し、主観評価実験をする予定である。さらに、基準動画のビットレートについても改めて検討し、多くの被験者にとって「没入感」が得られるような画質を再考したい。

#### 謝辞

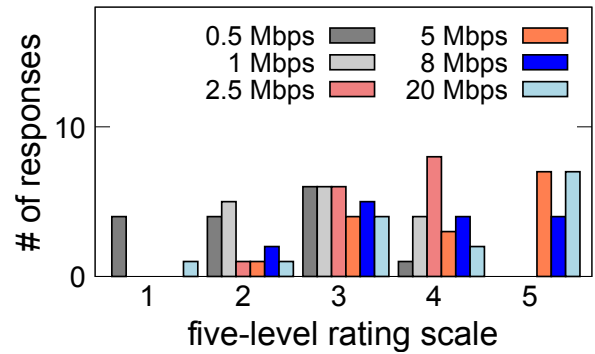
本研究は JSPS 科研費 JP23K22201 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1]Ruan, J. and Xie, D.: A Survey on QoE-Oriented VR Video Streaming: Some Research Issues and Challenges, Electronics, Vol. 10, No. 17, pp. 1–21 (2021).
- [2]ITU-T: Quality of experience assessment of extended reality meetings, Recommendation P.1320 (2022).
- [3]ITU-T: Subjective Test Methodologies for 360° Video on Head-mounted Displays, Recommendation P.919 (2020).
- [4]J.P. ギルボード著 and 秋重義治監訳: 精神測定法, 培風館 (1959).

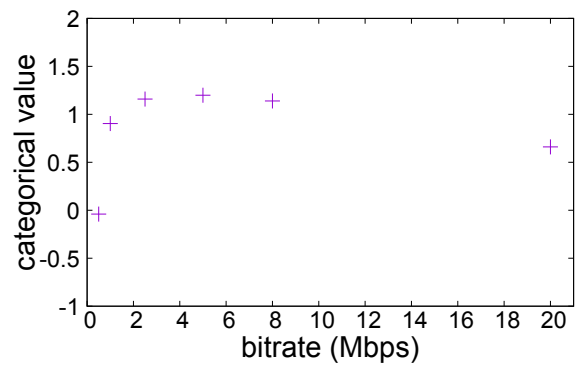


(a) Meta Quest 2

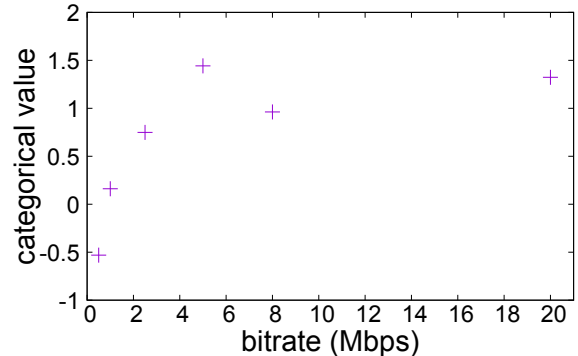


(b) Meta Quest 3S

図 2: DCR 法のアンケート結果



(a) Meta Quest 2



(b) Meta Quest 3S

図 3: 系列カテゴリ法による推定結果