

# アイトラッキングを用いた 立体映像視聴時の字幕提示手法の検討

清水裕介<sup>1</sup> 大西鮎美<sup>1</sup> 寺田 努<sup>1,a)</sup> 塚本昌彦<sup>1</sup>

**概要：**3D 映画やゲームなどの 3D コンテンツにおいて字幕が必要になるケースは多いが、字幕の最適な出し方や字幕提示の枠組みはこれまで確立されていない。そこで本研究では、3D コンテンツにおける最適な字幕配置を調査する。まず、没入型 HMD を装着して実際に 3D 映画を観賞し、映像及び字幕の見づらさや視聴者の不快感など、3D コンテンツの字幕における問題点を抽出した。調査結果をふまえ、視線情報が取得できる HMD を用いて字幕位置を視線に合わせて変えられるシステムを構築し、没入感を考慮しつつ視点と字幕の深度の差を小さくする字幕配置手法、文字の縦横方向の距離の差を小さくする字幕配置手法を 4 種類提案した。さらに、それらの字幕配置手法の評価のために簡易な実験を行った。

## 1. 研究の背景と目的

字幕は 3D コンテンツにおいて重要な役割を果たしているが、文字情報の出し方の最適な手法や枠組みは確立されていない。これまでに 3D コンテンツの字幕を読みやすくするための提示手法はいくつか提案されており、そのほとんどが奥行き知覚の混乱の改善に着目している [1]。しかし、奥行き方向と縦横方向では視線の移動方法が原理的に異なっており、それぞれが映像や字幕の見やすさに影響する可能性がある。そこで本研究では、3次元の視線移動を考慮し、3D コンテンツに字幕を付与する場合の最適な字幕配置を調査する。

## 2. 提案システム

### 2.1 想定環境

図 1 のように没入型 HMD を装着して立体映像を見ているときの最適な字幕提示を行うシステムを提案する。本研究で対象とする 3D コンテンツは、VR ゲームや 3D 映画など場面が頻繁に移り変わったり、オブジェクトが動き回ったりし、視聴者は映像内のオブジェクトを目で追う必要があるものとする。このようなコンテンツにおいて、視聴者はオブジェクトや映像自体を見ることを優先し、字幕は内容の理解を助けるために補助的に用いるものとする。

### 2.2 3D 映画鑑賞による問題点の抽出

3D コンテンツの字幕において何が問題となりうるのか

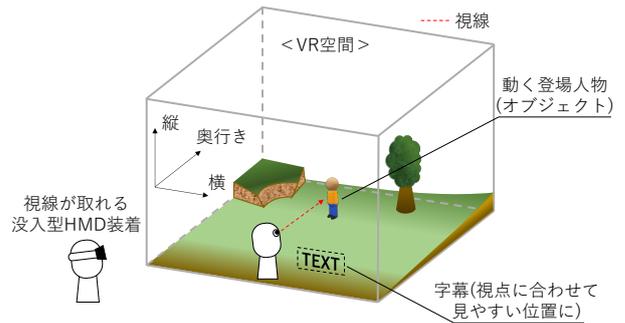


図 1 提案システムの使用イメージ

を抽出するために、没入型 HMD を装着して実際に 3D 映画を鑑賞し、映像および字幕の見えづらさや視聴者の不快感の原因を調査した。被験者は 3D 映画を鑑賞後、視聴時の不快感や見えづらかった箇所を自由に述べ、その感想を記録した。被験者 2 名の感想から、立体映像を視聴する上で問題となりそうな点を以下にまとめる。

#### 問題 1 深度の差で文字が二重に見える

注視しているオブジェクトの深度が字幕の深度よりも大きいと、字幕に焦点があっていない状態で左右の目の映像を処理するため、文字の位置がずれ、二重になっているように見える。

#### 問題 2 文字が手前にあるため没入感を感じづらい

文字がオブジェクトよりも手前にあると、オブジェクトはその文字より飛び出して来るようには見えないため、字幕無しよりも没入感が減ってしまう。

#### 問題 3 文字が有効視野にないことでぼやけて見える

文字がオブジェクトよりも手前にあると、オブジェクト

<sup>1</sup> 神戸大学大学院工学研究科

<sup>a)</sup> tsutomu@eedept.kobe-u.ac.jp

はその文字より飛び出してくるようには見えないため、字幕なしよりも没入感が減ってしまう。

### 2.3 提示手法

抽出された問題点をふまえ、没入感を考慮しつつ視点と字幕の深度の差を小さくする手法、視点と字幕の縦横方向の距離の差を小さくする手法を4種類提案する。視点と字幕の深度や縦横方向の距離の差を小さくするためには、視線情報を取得してその時に見ている視点に動的に深度や縦横の位置を合わせる必要がある。そこで、図2のようなシステムを構築する。システムは、アイトラッカで視聴者の視線や眼球の情報を取得し、それらに基づいて図3のように字幕の配置を動的に変化させる。

#### 手法1 奥行き方向移動

手法1は、アイトラッカで視聴者の視点の奥行きを取得し、見ている点と同じ深度に字幕を配置する。これにより焦点がずれることによって文字が二重に見えることを防ぐ。また、常に視点と同じ深度に字幕が出るため、視聴者は縦横の視線移動のみで字幕を見ることができる。

#### 手法2 縦横方向移動

手法2は、アイトラッカで視聴者が見ている方向を取得し、見ている方向に字幕を配置する。これにより字幕が視聴者の有効視野から離れて文字がぼやけることを防ぎ、映像と字幕の間の視線移動を減らして視聴者の眼精疲労を低減する。

#### 手法3 縦横方向移動+最前面配置

手法3は、手法2と同様に視聴者が見ている方向に字幕を配置する。空間内に字幕を配置すると、字幕に対して遮蔽が起り、字幕が見えなくなる可能性がある。手法3では字幕を最前面に配置することで遮蔽を防ぐ。しかし、字幕を最前面に配置することで没入感が減る可能性があるため、手法2との比較が必要である。

#### 手法4 奥行き+縦横方向移動

手法4は、アイトラッカで視聴者が見ている方向と視点の奥行きを取得し、見ている点と同じ座標に字幕を配置する。これにより文字がぼやける問題と二重に見える問題を同時に解決できる。オブジェクトと字幕の間の視線移動が最も少なくなるが、最も字幕の移動が多くなるため、文字が読みにくくなったり、没入感を失わせたりする可能性がある。

## 3. 評価実験

提案手法の有効性を評価するため、実験を行なった。実際の映画を評価に用いると変動する要因が多いため提案手法の有効性を評価できないと考え、字幕以外の変動要因を単純化した評価環境を構築した。この評価環境には、空間に斜め奥の方向に動くオブジェクトが配置されており、字幕の配置方法のみを変えられる。これを用いて、縦横方向、



図2 システム構成



図3 実装した字幕提示の例

奥行き方向のどの要素が文字やオブジェクトの見やすさに寄与するかを評価する。

実験の際、アイトラッカの認識精度やノイズによって、字幕提示位置がずれることが考えられ、手法の違いよりもそれらが結果に影響する可能性がある。そこで、本実験では被験者にオブジェクトを見続けるように指示し、視線データがオブジェクトを見ているという結果になると仮定して、オブジェクトの座標を視点座標とした。その座標に基づき字幕を提示する。提案した4種類の手法と、従来の字幕を映像の下部に固定する提示手法を被験者に視聴させた。被験者は男女2名で、評価指標には字幕の可視性、可読性、眼精疲労などを用いた。

実験の結果、被験者共通で字幕を縦横または奥行きどちらか一方のみに移動させたときに眼精疲労が小さくなった。また、縦横と奥行きを全てを移動させたときに、可視性と可読性が高い結果となった。

## 4. まとめ

本稿では、立体映像視聴時に視聴者の視線情報に合わせて配置を変化させる字幕提示手法を提案した。各手法を比較した結果、眼精疲労や可視性、可読性において被験者に共通した傾向がみられた。今後は、この調査が3D空間への字幕配置手法の基礎データとなるよう字幕配置手法の特性を明らかにする取り組みを続ける。

## 参考文献

- [1] L. Sidenmark, N. Kiefer, and H. Gellersen: Subtitles in Interactive Virtual Reality: Using Gaze to Address Depth Conflicts, *Workshop on Emerging Novel Input Devices and Interaction Techniques*, pp. 1–6 (Mar. 2019).