

Words Street: 歩きながら歌詞を楽しむための複合現実システム

山田大誠^{†1} 高有為^{†1} 宮田一乗^{†1}

概要: モバイル音楽プレーヤーやスマートフォンの普及によって、歩きながら音楽を聴くという鑑賞スタイルは当たり前のもとなつてきているが、歩いて音楽を聴くのと同時に歌詞を楽しむための方法はこれまで提案されてこなかった。本研究ではそのための方法として、Microsoft HoloLens の空間認識技術を用いて文字を壁や床など周囲の環境に張り付けることにより、歌詞を音楽鑑賞者の見ている景色に馴染ませる複合現実システム、「Words Street」を提案する。実装したシステムの評価実験(被験者数4人)では、エンターテインメント性と安全性の両方において、スマートフォンアプリケーションの歌詞表示機能よりも提案手法が優れていることが示された。

キーワード: 歌詞, 音楽鑑賞, Mixed Reality, 空間認識, HoloLens

Words Street: A mixed reality system for enjoying lyrics while walking

TAISEI YAMADA^{†1} YOUWEI GAO^{†1} KAZUNORI MIYATA^{†1}

Abstract: With the spread of mobile music players and smartphones, the listening style of music while walking has become usual, but no one has proposed the methods for enjoying lyrics while walking and listening to music. In this research, as a method for that purpose, "Words Street": a Mixed Reality System that merges the lyrics into the scenery viewed by the music listener by sticking the characters to the surrounding environment such as a wall and a floor using the spatial awareness technology of Microsoft HoloLens. In the evaluation experiment of the implemented system (4 subjects), it shows that the proposed method is superior to the lyrics display function of the smartphone application in both entertainment value and safety.

Keywords: Lyrics, music appreciation, mixed reality, spatial awareness, HoloLens

1. はじめに

ソニーのウォークマン、Apple の iPod に代表されるモバイル音楽プレーヤーは、音楽を「持ち歩ける」ようにすることによって、人々と音楽との接点を大きく増やした。それまで大きなオーディオ機器の前でゆっくりと聴かれていた音楽は、公共交通機関や徒歩での移動中など、様々な場面で聴かれるようになった。iPod のほとんどのモデルが販売終了になった事からわかるように、近年はその役割をスマートフォンに譲りつつあるが、多様な音楽鑑賞スタイルはますます人々に定着している。

モバイル音楽プレーヤーやスマートフォンの普及によって生み出された鑑賞スタイルの一つに、「歩きながら音楽を聴く」がある。街中では徒歩での移動中に音楽を聴く人、公園ではウォーキング中に音楽を聴く人を多く見かけることができるように、この鑑賞スタイルは人々に定着し、当たり前のもとなつてきている。

それにも関わらず、歩きながら音楽を聴く際、同時に「歌詞そのもの」を楽しむ方法はこれまで提案されてこなかった。

現状、音楽の歌詞そのもの(歌詞のテキスト)を楽しむ方法には主に、CD などを買った際に付属する歌詞カード、音楽ストリーミングサービスなどの歌詞表示機能(図1)や、歌

詞を中心に据え、音楽に連動して歌詞を視覚的に提示するミュージックビデオであるリックビデオなどがある。歌詞カードは紙であるため、持ち運んで見ることに向いていない。歌詞表示機能やリックビデオはスマートフォンの画面を見なければならぬため、歩きながらの音楽鑑賞に向いているとは言えない。また、その他の方法として音楽の曲調などに合わせて歌詞アニメーションを視覚的に提示するスピーカー、Lyric Speaker[1]があるが、持ち運ぶことには向いていない。

そこで本研究では、歩きながら音楽を聴く際、同時に「歌詞そのもの」を楽しむための方法として、歌詞を音楽鑑賞者の見ている景色に馴染ませる複合現実システム Words Street を提案する。Words Street では、Microsoft HoloLens とその空間認識技術を用いてテキストを壁や床など周囲の環境に重畳表示することにより、歌詞を音楽鑑賞者の見ている景色に馴染ませる。本稿では、Words Street のプロトタイプを実装し、システムの評価実験を行った。

なお、Youtube で本研究のデモ動画を公開している^{*1}。本稿をより深く理解するために、デモ動画を見て読み進めることを勧める。

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology.

^{*1} <https://www.youtube.com/watch?v=KTMSiSS3A94>

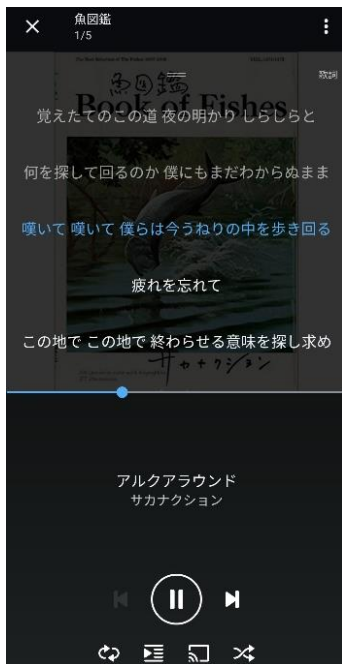


図 1 スマートフォンの歌詞表示機能*2

Figure 1 Lyrics display function of smartphone*2

2. 関連研究

2.1 AR などを用いた音楽体験の拡張に関する研究

AR(拡張現実)などを用いて音楽体験を拡張させる研究は過去にいくつか行われている。

Aman et al.[2]は、位置情報に基づいて、街中において音楽との思いがけない偶然の出会いを促す AR アプリケーション OUTMedia を実装した。Outram et al.[3]は、全身の振動子から触覚的フィードバックを与える Synesthesia Suit[4]とヘッドマウントディスプレイを用いて、触覚的及び視覚的に音楽体験を拡張する VR 作品 Crystal Vibes を制作した。

しかし、AR などを用いて歌詞の体験を拡張する方法はこれまでにほとんど提案されていない。

2.2 歌詞表現の拡張に関する研究

音楽の中でも歌詞に注目し、その表現を拡張させる研究は過去にいくつか行われている。

Kato et al.[5]は、音楽に同期した歌詞アニメーション(リリックビデオ)の制作を支援する統合デザイン環境 TextAlive を開発し、ユーザーテストによりその有用性を検証した。野中ほか[6]は、音楽動画の印象に基づいて、印象に合致した歌詞のフォントを、既存のフォントを融合させることによって作り出す手法を提案、実装した。

しかし、これらの研究は、歩きながら歌詞を楽しむという状況を想定したものではない。

3. システムデザイン

歩きながら歌詞そのものを楽しむためのシステムでは、以下の二つの点が重要になると我々は考えた。

- ① 歩行の運動を阻害しない
- ② 安全な歩行に必要な視界を確保する

ここで、外出時に歌詞を楽しむ方法として現在最も一般的であると思われる、ストリーミングサービスなどの歌詞表示機能(図 1)について考えてみる。この方法で歩きながら歌詞を楽しむ場合、いわゆる「歩きスマホ」の状態となり、これは上の①、②から考えて適切な方法ではない。

そこで我々は、透過型ヘッドマウントディスプレイを用いたシステムであれば、①、②を満たすことができるのではないかと考えた。透過型ヘッドマウントディスプレイを用いて歌詞を提示する場合、例えば、テロップのように視界の下部にテキストを表示する方法が考えられる(図 2 上)。

しかし、単に視界の一部分にテキストを表示するだけでは、ユーザーがテキストに意識を集中させた際、安全な歩行に必要な視界は意識から外れてしまい、②の条件を満たさないのではないかと我々は考えた。

つまりこの方法では、景色に重畳してテキストが表示されているものの、テキストと景色は融合しておらず、ユーザーはテキストの表示と景色を別々のレイヤーとして認識すると考えられる。ユーザーが一度に二つのレイヤーを認識するのは困難だと思われるため、ユーザーがテキストに意識を向けている間、もう一つのレイヤーである景色は認識されにくいと考えられる(図 2 下)。



図 2 テロップ方式のイメージ

Figure 2 Telop method

*2 アプリ画面は、「Amazon Music 16.14.3」, Amazon Mobile LLC, 2020. (Android) より引用している。歌詞は、

山口一郎,山口一郎.アルクアラウンド.魚図鑑.富田謙.2009. NFRrecords,2018-3-28,Amazon 通販.より引用している。

したがって、②の条件を満たすには、テキストと景色が融合されている必要があると我々は考えた。このように、現実世界とCGを融合させる技術は複合現実(Mixed Reality)と呼ばれる。

そして我々は、目指すべきユーザー体験を「周囲の道や壁など、あちこちに歌詞が書かれた街並みの中を歩いて通り抜ける体験」に設定した(図3)。



図3 提案手法イメージ
Figure 3 Proposed method

4. 実装

4.1 使用するデバイス

Words Streetの実装には、透過型ヘッドマウントディスプレイであるMicrosoft HoloLens[7]を用いた。Microsoft HoloLensには深度センサーが搭載されており、周囲の環境を立体的に把握することができる(空間認識)。これによって、現実世界とCGを融合させる複合現実(Mixed Reality)システムを実現する。

4.2 アプリケーションの実装

アプリケーションの実装にはUnity3D*3,そして複合現実アプリケーション実装のためのツールキットであるMixed Reality Toolkit[8]を用いた。アプリケーションの処理の流れを、図4を用いて説明する。

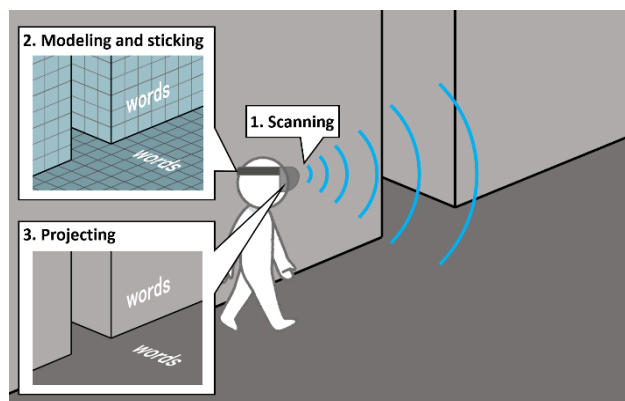


図4 アプリケーションの処理の流れ
Figure 4 Flow of application processing

まず、Microsoft HoloLensに搭載された深度センサーで、周囲の環境をスキャンする(Scanning)。次に、スキャンされたデータを元に周囲の環境の3Dモデルを構築し、テキストを表示すべきタイミングで、頭が向いている方向の先にある環境3Dモデルの平面に、張り付けるような形でテキストを配置する(Modeling and sticking)。最後に、Microsoft HoloLensに搭載された透過ディスプレイにテキストを投影する(Projecting)。

なお、Microsoft HoloLensにはアイトラッキング機能が搭載されていないため、テキストは視線の方向に関わらず、頭が向いている方向の先にある平面に張り付けられる。

また、平面にテキストを張り付ける際には、ユーザーが読みやすい向きに張り付ける必要がある。このために、テキストを張り付ける平面が壁であるか床であるかを判別し、壁の場合は床に対して垂直となる向きに、床の場合はユーザーの進行方向のベクトルと同じ向きになるようにテキストを張り付ける(図5)。

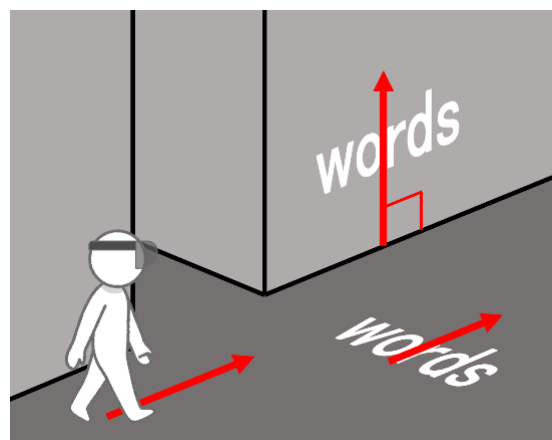


図5 テキストを張り付ける向き
Figure 5 Direction for pasting text

*3 <https://unity.com/ja>

テキストのフォントには、Adobe Systems Incorporated のオープンソースフォントである源ノ角ゴシック(Source Han Sans^{*4})のBoldを用いた。また、テキストの色は、Microsoft Hololens で投影する際にユーザーから最も見えやすい色である、白に設定した。

図6に、実装したシステムを実際に使用したデモ動画のキャプチャを示す。なお、Microsoft Hololens の画面録画においては、白いテキストは見えにくくなるため、デモ動画ではテキストの色を変更してある。



図6 デモ動画キャプチャ
Figure 6 Demonstration video

5. 評価実験

5.1 実験概要

Words Street のエンターテインメント性や安全性などを評価するため、評価実験を行った。この評価実験では、提案手法(Words Street)の比較対象として、スマートフォンの音

楽配信アプリケーションの歌詞表示機能(図1)を従来手法に設定した。

実験では被験者に、提案手法と従来手法を用いて、歩きながら歌詞を見てもらった。被験者には、提案手法と従来手法各1回ずつ、計2回実験を行ってもらった。それぞれの実験終了後にアンケートに答えてもらい、最後にアンケートへの回答内容に基づいてインタビューを行った。

2回の実験では、同じ楽曲を使用し、指定された同じコースを歩いてもらった。使用するコースは部外者が自由に立ち入れる状態、つまり実験の際に被験者が通行人とすれ違う可能性がある状態で実験を行った。なお、Words Streetを使用する前には、被験者にシステムの概要を簡単に説明した。また、同じ楽曲を2回聴くと、飽きることや慣れることによって楽曲への印象が変化し、それがシステムの印象に影響を与える可能性があると考えられる。飽きや慣れによる影響を小さくするために、実験前に使用する楽曲を数回聴いてもらった上で実験を行った。

被験者は大学院生4人で、この4人をグループA(被験者A1, A2の2人)とグループB(被験者B1, B2の2人)に分けて実験を行った。グループAでは1回目の実験で提案手法、2回目の実験で従来手法を使用してもらった。グループBではこの順番が逆となり、1回目従来手法、2回目提案手法を使用してもらった。

音楽配信アプリケーションの歌詞表示機能を見ながら歩くのは、いわゆる「歩きスマホ」であり、通常そこまでして歌詞を見るという事はあまり行われないと考えられる。しかし、これまでに歩きながら歌詞を楽しむための方法は提案されておらず、現状、歩きながら歌詞を楽しむための最も現実的な方法は音楽配信アプリケーションの歌詞表示機能であると考え、これをWords Streetの比較対象に設定して実験を行った。また、被験者には安全に十分気を付けるよう事前に教示した上で実験を行った。

5.2 アンケートとインタビュー

アンケートでは、Words Street と音楽配信アプリケーションの歌詞表示機能のそれぞれについて、エンターテインメント性や安全性などを評価してもらった。なおアンケートは、それぞれの実験が終わった後のタイミング、つまり、1回目の実験が終わった後すぐ1回目のアンケートに、そして次の2回目の実験が終わった後すぐ2回目のアンケートに答えてもらった。アンケートの内容を表1に示す。

*4 <https://github.com/adobe-fonts/source-han-sans/tree/release/SubsetOTF>

表 1 アンケートの内容

Table 1 Contents of questionnaire

| Hololens 歌詞表示システム(Words Street)使用後に行うアンケート | | |
|--|-------|---|
| 番号 | 回答形式 | 設問内容 |
| Q1 | 5段階評価 | HoloLens 歌詞表示システムで、歩きながら歌詞の”テキスト”を楽しむことができましたか. (1 あまり楽しめなかった ~5 非常に楽しめた) |
| Q2 | 5段階評価 | HoloLens を使って歌詞を見ることは、安全な歩行の妨げになると感じましたか. (1 妨げになる ~5 妨げにならない) |
| Q3 | 5段階評価 | HoloLens を使って歌詞を見る際、歌詞のテキストは安全な歩行に必要な視界の妨げになると感じましたか. (1 視界の障害になる ~5 視界に影響がない) |
| Q4 | 自由記述 | HoloLens を使って歩きながら音楽を聴く際、何か感じたこと・思ったことがあれば教えてください. |
| 音楽配信アプリケーションの歌詞表示機能の使用後に行うアンケート | | |
| 番号 | 回答形式 | 設問内容 |
| Q1 | 5段階評価 | スマートフォンの歌詞表示機能で、歩きながら歌詞の”テキスト”を楽しむことができましたか. (1 あまり楽しめなかった ~5 非常に楽しめた) |
| Q2 | 5段階評価 | スマートフォンを使って歌詞を見ることは、安全な歩行の妨げになると感じましたか. (1 妨げになる ~5 妨げにならない) |
| Q3 | 5段階評価 | スマートフォンを使って歌詞を見ることは、安全な歩行に必要な視界の妨げになると感じましたか. (1 視界の障害になる ~5 視界に影響がない) |
| Q4 | 自由記述 | スマートフォンの歌詞表示機能を使って歩きながら音楽を聴く際、何か感じたこと・思ったことがあれば教えてください. |

Q1 では、それぞれの手法で歩きながら音楽を聴く際、歌詞のテキストをどれだけ楽しめたか(エンターテインメント性)を評価してもらった。

Q2 では、それぞれの手法が安全な歩行の妨げになるかどうかを評価してもらった。これは、3 章 システムデザインで述べた、歩きながら歌詞を楽しむためのシステムで重要となる 2 つのポイント(① 歩行の運動を阻害しない、② 安全な歩行に必要な視界を確保する)を総合的に評価してもらう意図の設問である。

Q3 では、それぞれの手法で歌詞を見ることは、視界の妨げになるかどうかを評価してもらった。これは、3 章で述べた 2 つのポイントのうち、特に 2 つめ(② 安全な歩行に必要な視界を確保する)を評価してもらう意図の設問である。

2 回目のアンケートに答えてもらった後、アンケートの回答に基づいてインタビューを行った。5 段階評価の設問については、なぜそのように評価したかについてインタビ

ューし、自由記述の設問については、書いてもらった内容についてより詳しく説明してもらった。

6. 実験結果

6.1 システムの評価

Words Street と音楽配信アプリケーションの歌詞表示機能に対する Q1~Q3 の評価を図 7 に示す。図の左側の列は被験者グループ A であり、1 回目の実験で提案手法、2 回目目で従来手法を使用している。右側の列はグループ B であり、実験の順番が逆(従来手法の次に提案手法)になっている。また、上段は Q1、中段は Q2、下段は Q3 の結果を示している。

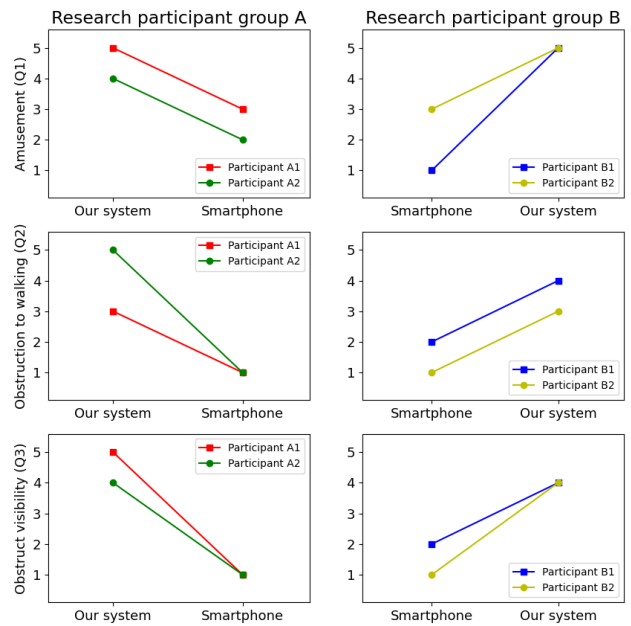


図 7 各手法の評価結果

Figure 7 Evaluation results of each method

グラフから、実験の結果、4 人全ての被験者が Q1~Q3 の設問において、提案手法を従来手法よりも高く評価したことがわかる。

Q1(歌詞のテキストをどれだけ楽しめたか)では、4 人の被験者のうち 3 人が、提案手法を 5 段階中の 5 と評価しており、高い評価を得ることができた。

一方で、Q2(安全な歩行の妨げになるか)では、提案手法は従来手法より良い評価を受けているものの、4 人の被験者のうち 2 人が提案手法を 5 段階中の 3 と評価し、この部分についてはまだ課題が残っていることがうかがえる。しかし、Q3(歌詞を見るのが視界の妨げになるか)については、4 人の被験者のうち 3 人が提案手法を 5 段階中の 4、1 人が 5 と評価しており、Q2 と比べると高い評価を受けている。

これらのことから、Words Street はエンターテインメント性、安全性の両面において従来手法よりも優れているこ

と、そして、システムは視界をあまり妨害しないものの、安全に歩行するにあたって何か課題を残しているということがわかる。

6.2 インタビュー調査

Q1~Q3 の評価の理由や、Q4 の自由記述について、インタビューを行った。インタビューによって得られた意見をもとに、提案手法の課題などについて考察していく。

6.2.1 Q1 の回答に関するインタビュー

Q1(歌詞のテキストをどれだけ楽しめたか)について、提案手法の評価理由として、以下のような意見が得られた。

- 歌詞が細かいフレーズで区切られて表示されるため、直感的に歌詞が頭に入ってきやすかった。(評価5)
- 味わたったことのない新鮮な体験で楽しかった。(評価5)
- 歌詞が遠くの床に張り付けられると、歌詞が上下につぶれてしまって読みにくかった。(評価4)

一方、従来手法の評価理由として、以下のような意見が得られた。

- 再生されている箇所以外の歌詞が上下の行に表示されていて、どこが歌われているのかが分からなくなる。情報過多だと感じた。(評価1)
- 周囲の状況とスマートフォンの画面で視線をせわしく上下させる必要があり、あまり歌詞を楽しめなかった。(評価2)
- 人とすれ違う際は、歌詞を一切見ることができなかった。(評価3)

これら Q1 の評価理由から、従来手法では周囲の環境に気を取られあまり歌詞を楽しめないことがわかった。また、提案手法では情報量の少なさが好評だったことがわかったが、その一方で、遠くに歌詞を張り付けると文字がつぶれてしまって読みにくいという、環境にテキストを張り付けることの弊害があることもわかった。

今回実装したシステムでは、テキストの縦横比などは操作しなかったが、路面標示(道路に書いてある「止まれ」など)のように文字を引き延ばすことによって、テキストを読みやすくすることができると思われる。

6.2.2 Q2 の回答に関するインタビュー

Q2(安全な歩行の妨げになるか)について、提案手法の評価理由として、以下のような意見が得られた。

- テキストがある場所に少し目が取られるため、あまり近くの床にテキストを張り付けるのはよくないかもしれないと感じた。(評価3)
- テキストそのものが視界の邪魔になることは無いが、そっちに気を取られ過ぎると少し安全性が無くなるかもしれないと感じた。(評価3)
- テキストが張り付けられる位置が、視線の向きではなく頭の向きで決定するのに違和感があった。このせいで、歌詞を横目でちらっと見るということがあまりで

きなかった。(評価3)

- ホログラムが投影される視野角が狭いので、もっと視界全体を使って投影できればいいと思った。(評価3)
- 歌詞のテキストに集中し過ぎると安全でなくなるかもしれないが、テキストをじっと見つめずに、流し見程度で見れば、安全性は高いと感じた。(評価4)
- デバイスを装着すること自体は、歩行の妨げにはならなかった。(被験者全員)

一方、従来手法の評価理由として、以下のような意見が得られた。

- 集中して音楽を聴いていたので、終わってみて、かなり周りを見られていなかったと思った。(評価2)

これら Q2 の評価理由から、テキストに気を取られ過ぎることが、提案手法での安全な歩行を妨げる一つの要因であること、テキストを流し見程度で見れば安全性は高いことがわかった。

また、視線の方向によってテキストを張り付ける位置を決定し、ホログラムが投影される視野角を広げることによって、テキストの流し見がしやすくなる可能性が示唆された。

6.2.3 Q3 の回答に関するインタビュー

Q3(歌詞を見ることが視界の妨げになるか)について、提案手法の評価理由として、以下のような意見が得られた。

- ポスターが張られているような感じで、テキストが視界の邪魔になることはなかった。(評価4)
- テキストがポツンとある感じで、テキストが視界の邪魔になることはなかった。(評価4)
- 壁や床に歌詞が表示されるので、歌詞に集中し過ぎない限り、歩行の妨げにはならないと感じた。(評価4)
- テキストそのものが視界の邪魔になることは無いが、そっちに気を取られ過ぎると少し安全性が無くなるかもしれないと感じた。(評価4)

一方、従来手法の評価理由として、以下のような意見が得られた。

- 視界の端に人影が見えた時にびっくりした。(評価1)
- Hololens の歌詞表示機能を体験した後だったので、歩きスマホで視線が下がっていることを強く感じた。(評価1)
- 音楽に集中すると自然とスマートフォンの画面の方を見てしまい、視覚と聴覚が防がれてしまい、歩きながらだと危険だと感じた。(評価2)

これら Q3 の評価理由から、投影されるテキストそのものが視界の妨げになることはないが、テキストに気を取られると安全な歩行の妨げになることがわかった。また、従来手法は安全な歩行に必要な視界を大きく妨げることがわかった。

6.2.4 Q4 の回答に関するインタビュー

Q4(それぞれの手法に対して感じたことの自由記述)につ

いてインタビューを行い、詳しく説明してもらった。

提案手法に対する感想には、以下のようなものがあった。

- 歌詞のテキストは空間に張り付けるよりも、立体的に浮かび上がっていた方が読みやすさは上だと思う。しかし、安全性を考えると張り付けていた方がいいのかもしれない。
- 首を動かすことでテキストが表示される位置が変化したので、首を振りながら歩いたが、この動作は日常で行うことは無いので違和感があった。視線の動きだけでテキストの位置が決定するといったと思った。
- 詩をじっくりと楽しみたい時には、音楽を流しながら歌詞を同時に見るということはしないので、そういう歌詞の楽しみ方をしたい時に使うシステムではないと思った。

従来手法に対する感想には、以下のようなものがあった。

- 歩きスマホをしていいのか？という罪悪感が少しあった。
- 前を見ながらスマートフォンの画面で歌詞も見ると、視線の動きがせわしなかった。もっと落ち着いて歌詞を見たかった。

7. まとめと今後の展望

本研究では、歩いて音楽を聴く際に歌詞を楽しむための複合現実システム、Words Street を提案した。安全に歩きながら歌詞を楽しむために、Words Street では「周囲の道や壁など、あちこちに歌詞が書かれた街並みの中を歩いて通り抜ける体験」を目指すべくユーザー体験に設定し、システムデザインを行った。実装には透過型ヘッドマウントディスプレイである Microsoft HoloLens を用い、周囲の環境を立体的に認識し、平面にテキストを張り付けることによって目指すべきユーザー体験を実現した。

評価実験では、スマートフォンの音楽配信アプリケーションの歌詞表示機能を比較対象に設定し、4人の被験者にシステムを評価してもらった。その結果、Words Street はエンターテインメント性、安全性の両面において比較対象よりも優れていることがわかった。しかし一方で、Words Street は安全に歩行するにあたって何か課題を残しているということもわかった。

実験後のインタビューから、張り付けられたテキストに気を取られることで安全性が失われること、そして、歌詞を流し見で見れば安全性は高いことがわかった。また、視線の方向に基づいて歌詞のテキストを表示する、ホログラムが投影される視野角を広くするなどによって、より流し見がしやすくなる可能性が示唆された。

今後の展望として、視線に基づいて歌詞のテキストを張り付ける位置を決定するアイトラッキング機能の実装、また、より広い視野角にホログラムが投影されるデバイスでの実装を行う予定である。なお、この2つについては、

Microsoft HoloLens の後継機である Microsoft HoloLens2 を用いることで実現できる。

本稿の評価実験では、テキストを周囲の環境の平面に張り付けること自体の効用・影響については検証しなかった。今後、歌詞を表示する様々なパターンの複合現実システムを実装し、平面に張り付けるという方法が安全性の面で本当に優れているのかについても検証する予定である。また、歌詞を流し見や横目で軽く、つまり安全に見るために、どのような工夫ができるのかについても検討していく。

また本稿では、「周囲の道や壁など、あちこちに歌詞が書かれた街並みの中を歩いて通り抜ける体験」そのものの面白さ、楽しさについては深く検証できていない。今後、他の複合現実体験と比較しながら、安全性や歌詞の読みやすさだけでなく、体験そのものについても深く評価・検証していくつもりである。

謝辞 本研究のために Microsoft HoloLens を快く貸してくださった西本一志教授(北陸先端科学技術大学院大学)と、お忙しい中実験に協力してくださった被験者の皆様に感謝します。

参考文献

- 1) Introducing COTODAMA Lyric Speaker. (2020年5月1日). 参照先: COTODAMA official website: <https://lyric-speaker.com>
- 2) Pirkka Åman, Lassi A. Liikkanen, Giulio Jacucci, Atte Hinkka. (2014). OUTMedia – Symbiotic Service for Music. Symbiotic 2014: LNCS 8820, pp. 61–71.
- 3) Benjamin Outram, Yukari Konishi, Aria Shimbo, Reiko Shimizu, Kouta Minamizawa, Ayahiko Sato, Tetsuya Mizuguchi. (2017). Crystal Vibes feat. Ott: A psychedelic musical virtual reality experience utilising the full-body vibrotactile haptic synesthesia suit. IEEE: 10.1109/VSMM.2017.8346269.
- 4) Yukari Konishi, Nobuhisa Hanamitsu, Benjamin Outram, Kouta Minamizawa, Tetsuya Mizuguchi, Ayahiko Sato. (2016). Synesthesia suit: the full body immersive experience. SIGGRAPH '16: ACM SIGGRAPH 2016 VR Village.
- 5) Jun Kato, Tomoyasu Nakano, Masataka Goto. (2015). TextAlive: Integrated Design Environment for Kinetic Typography. CHI '15: Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems.
- 6) 野中 滉介, 齊藤 絢基, 中村 聡史. (2018-12-14). 音楽印象と同期した歌詞フォント融合による印象強調手法. 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC) : AA12049625.
- 7) Introducing Microsoft HoloLens. (2020年5月1日). 参照先: Microsoft HoloLens official website: <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>
- 8) What is the Mixed Reality Toolkit. (2020年5月1日). 参照先: Mixed Reality Toolkit README FILE: <https://hololabinc.github.io/MixedRealityToolkit-Unity/README.html>