



距離感の主観的印象における視覚情報呈示の影響

石川敦也¹⁾, 朝倉巧²⁾

- 1) 東京理科大学 理工学研究科 機械工学専攻 (〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641, 7518509@ed.tus.ac.jp)
2) 東京理科大学 (〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641, t_asakura@rs.tus.ac.jp)

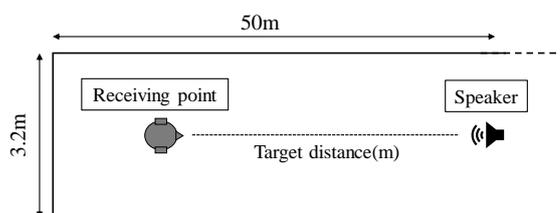
概要: 映像及び音場情報から複合的に知覚される「距離感」に関する知見を得る事を目的として検討を実施した. ヘッドマウントディスプレイ及びヘッドホンを用いて, 様々な距離を仮定した映像及び音場情報を被験者に呈示し, 「距離感」に関する主観評価実験を行った. 主観評価実験より, 視覚情報が音源までの距離感に与える影響について行った検討を報告する.

キーワード: 距離感, 主観評価実験, バーチャルリアリティ

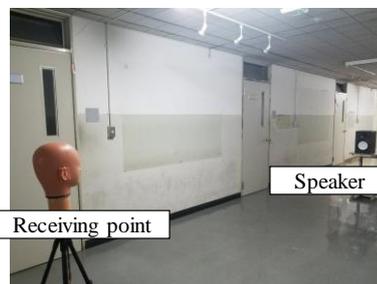
1. はじめに

近年, ヘッドマウントディスプレイ (以下, HMD) などの仮想現実空間 (以下, VR) 呈示システムの急速な普及に伴い, VR 技術の様々な分野での活用が進展している. ゲームなどのエンターテインメント分野だけでなく, 建築分野では仮想環境での建物評価[1], 防災分野では洪水の疑似体験システム[2]などへの利用が挙げられ, より臨場感のある VR 空間の再現が求められている. そこで, 適切な空間情報を付与できるような視聴覚情報を実現させるために, VR 空間の構成要素の一部である対象物との距離感に着目し, 検討を行った. 視覚および聴覚情報のそれぞれから知覚される距離感については過去にも検討がなされている[3][4]. しかし, 視覚および聴覚情報から複合的に知覚される距離感に関する検証や知見は少ない. そこで, HMD およびヘッドホンを用いて視覚と聴覚情報を同時に呈示することで, 聴覚情報から知覚された距離感が, 視覚情報の呈示によって受ける主観的影響について調査した.

カメラからスピーカまでの距離は, 音データと同様の 5 種とした. 一方で, VR シミュレーションにおいて仮想的な空間情報を呈示する状況を想定し, 3D オブジェクトを用いて撮影場所と同寸法の仮想空間を作成し, 実験で使用した.



(a) Plan view of the measured location.



(b) Measurement situation.

Fig. 1 Spatial relationship between the source and receiving points.

2. 主観評価実験の概要

2.1 実験で用いた試験音データ

東京理科大学構内のある廊下において, インパルス応答を測定した. 図 1(a)のように音源 (ラウドスピーカ) およびダミーヘッド (アコー, SAMURAI HATS TYPE 7828B) を配置した上で, 音源と受音点の距離を 2 m, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m の 5 条件とし, 距離別のインパルス応答を計測し, 後述する主観評価実験において使用した.

2.2 実験で用いた試験映像データ

音データを計測した廊下内において, パノラマカメラ (Galaxy Gear 360) を用いて試験映像を収録した. パノラマ

3. 距離感に関する主観評価実験

3.1 実験条件

音源までの距離感の知覚が, 音および映像の呈示によって受ける影響について検討するため, 主観評価実験を行った.

試験音および映像は, それぞれヘッドホン (Audio-

Atsuya ISHIKAWA, Takumi ASAKURA

technica, ATH-1000Z), HMD (Oculus Rift, CV1) を用いて呈示した。試験音は、2.1 節で測定したインパルス応答および「ワインは人類で一番はじめに巡り合ったお酒」という短文を音読する男性音声を上記のインパルス応答に畳み込んで作成した音の2種類とした。また、試験映像はパノラマカメラで収録した廊下の実映像、および仮想的に再現した廊下空間の2種類とした。なお、後者の映像は3D環境統合開発ソフト Unity を利用して作成した。被験者人数は、正常な聴力を有する20代の男性10人とした。主観評価実験は2部に分けて実施した。1部では、試験映像および音データを両者独立に、かつランダムな順序呈示した上で、音源までの距離を回答させた。条件数は、それぞれ2種(音データ, あるいは映像データ) × 5種(音源-受音間の距離) = 10条件ずつとした。2部では、試験映像および音データを組み合わせ、1部同様ランダムな順序で呈示した上で、音源までの距離を回答させた。条件数は、2種(音データ) × 2種(映像データ) × 5種(音源-受音間の距離) = 20条件とした。加えて、映像と音のデータのそれぞれの音源-受音点間距離が異なる mismatches の条件についても一部評価させた。また、全被験者の回答結果の平均値 $Dist_{ave}$ と実際に呈示した音源距離 $Dist_{corr}$ の差分を、下記に示す相対誤差 (Relative error) に換算して評価した。

$$\text{Relative error}[\%] = \frac{Dist_{ave}[\text{m}] - Dist_{corr}[\text{m}]}{Dist_{corr}[\text{m}]} \times 100$$

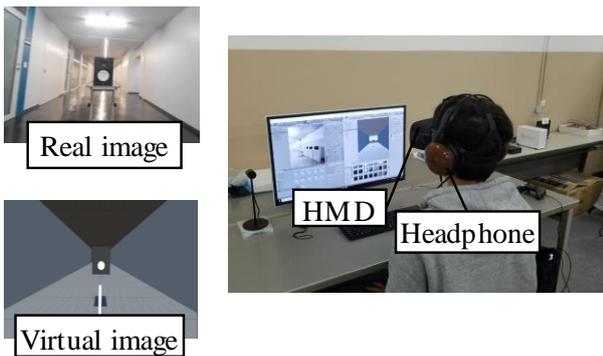


Fig. 2 Experimental condition.

3.2 音と映像の独立呈示による実験結果

音と映像を独立に呈示した場合の結果を図3に示す。なお、各被験者による回答結果と実距離の誤差に関する平均値、および標準偏差を示す。(a)の音のみ呈示した条件では、インパルス応答および男性音声の条件ともに、距離が遠くなるほど、音源の位置を、より手前側に評価する結果となった。(b)の映像のみ呈示した条件では、実映像および仮想映像の間で同様の傾向がみられ、距離が遠くなると音の場合と同様により手前で評価する結果となった。

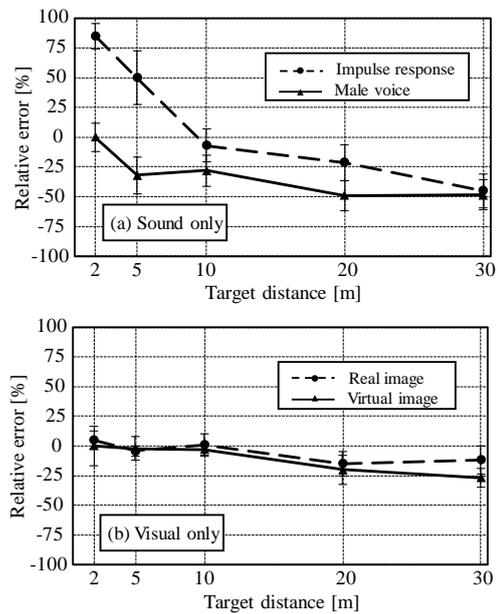


Fig. 3 Results of separately presented sound and image.

3.3 音と映像の同時呈示による実験結果

音と映像を併せて呈示した場合の結果を図4および5に示す。なお、両図において、図3で示した独立呈示による結果も併せて示してある。図4では、インパルス応答と各種映像を併せて呈示した条件の誤差は、音の単独呈示による誤差より小さく、映像の単独呈示による誤差より大きい値を示した。これは、音源との距離感の知覚に対して、音と映像情報の両者が併せて影響しているためと推測される。図5では、男性音声と各種映像を併せて呈示した条件の誤差は、映像の単独提示による誤差に近い値を取る結果となった。

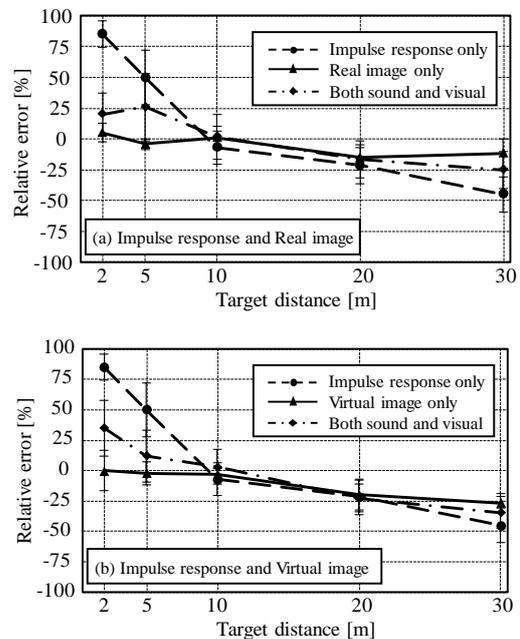


Fig. 4 Results of the condition with "Impulse response" and the real/virtual image.

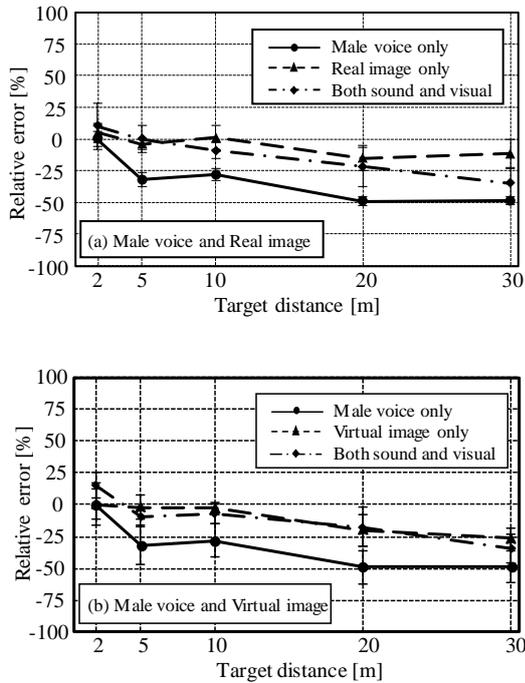


Fig. 5 Results of the condition with “Male voice” and the real/virtual image.

次に映像および音の音源 - 受音点間距離の条件がミスマッチとなるような条件の実験結果を図 6 に示す。例えば、音源-受音点間距離が 30 m の映像と距離が 10 m のインパルス応答を併せて呈示した条件(i)では、音のみ呈示の場合 9.5 m, 映像のみ呈示の場合 22 m と距離感を評価していたが、両者を併せて呈示した場合には、その中間的な値である 15.5 m となった。この傾向は条件(e)および(h)を除く他のミスマッチ条件でも見られた。

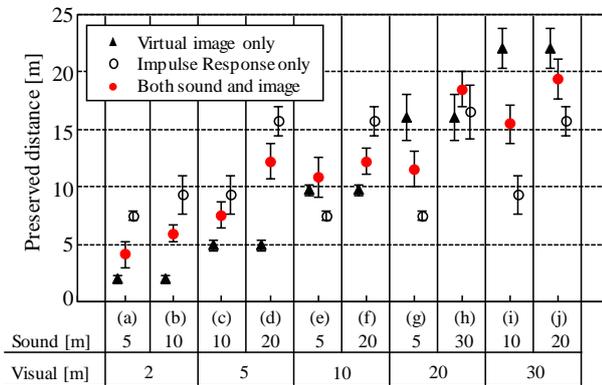


Fig. 6 Result of mismatching condition

4. おわりに

ヘッドマウントディスプレイとヘッドホンを用いて視覚および聴覚情報の同時に呈示した際における対象物との距離感に関する検討を行った。音と同時に視覚情報を呈示することで、音源までの主観的な距離感が変化する結果を得た。以上の検討により、音源までの主観的な距離感は

視覚情報に大きな影響を受けることがわかった。今回の検討で得られた「距離感」の知覚に関する知見は、環境シミュレータ中の仮想空間における「臨場感」の知覚に対して大きく寄与すると考えられる。今後、多様な空間における臨場感の検討へ、得られた知見を応用した検討を実施する予定である。

5. 参考文献

[1] 小野浩史, 森川泰成: 仮想住環境シミュレーションシステムの開発, 日本建築学会技術報告集, 14, 171-176, 2001
 [2] 田近伸二, 高田知学, 檜山和男: VR 技術を用いた災害疑似体験システムの構築, 土木学会第 63 回年次学術講演会
 [3] 馬淵大宇, 吉岡陽介, 藤井皓介, 遠田敦, 佐野友紀: 没入型仮想環境における距離感の精度に影響を与える要因の検証, 日本建築学会技術報告集, 23, 223-228, 2017
 [4] 金海永, 鈴木陽一, 高根昭一, 小澤賢司, 曾根敏夫: 絶対判断と相対判断による音像距離知覚の比較, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 4(2), 455-460, 1999