



音像に対する映像の弁別角度と映像に対する音像の 弁別角度の差異

Difference between the discrimination angle of
sound image to image and image to sound image

河井薫¹⁾, 武藤憲司²⁾

Kaoru KAWAI, Kenji MUTO

- 1) 芝浦工業大学大学院 理工学研究科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, ma21045@shibaura-it.ac.jp)
2) 芝浦工業大学 工学部情報通信工学科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, k-muto@shibaura-it.ac.jp)

概要：本研究の目的は音像と映像の位置をずらして提示したとき、それらのずれを知覚する最小の刺激量である弁別閾を測定することである。それにより超現実感技術を利用するときに音像に対して映像を提示できる範囲を把握することができる。本報告では、音像と映像のずれを知覚する弁別角度を測定したときと音像に対して映像をずらしたときと映像に対して音像をずらしたときの弁別閾に生じる差異を報告する。

キーワード：クロスモダリティ、音像、映像、角度、弁別閾測定

1. はじめに

近年、超現実感技術を提供するデバイスとして HMD (Head Mounted Display) が普及している。HMD の特徴は、広範囲に臨場感のある映像を提示できることである。これとともに、広範囲に臨場感のある音の提示が求められる。現在、超現実感技術で用いられている音提示技術は主に 3 つある。まず、頭部伝達関数を用いてヘッドホンで立体的な音響を提示するものである。また、スピーカから耳介までの伝達関数を用いて HMD 内蔵スピーカから立体的な音響を提示するものである。一方大規模施設などは、マルチスピーカの制御によって立体的な音響を提示するものもある。それぞれはヘッドホンのわずらわしさや、スピーカの内蔵による HMD の重量の増加や、マルチチャンネルスピーカによるシステムの大規模化など問題点があげられる。そこで我々は、視聴覚刺激提示方法として、スピーカなどで作る単一の音像に対し映像を提示したとき、音と映像の相互作用を利用して違和感がない範囲に映像を提示することを提案した[1]。音像に対する映像の違和感のない提示範囲を検討するため、単一音像とアバタ映像のずれを知覚する弁別閾を調査している。

音と映像を提示するとき、映像の位置に音の位置が誘導される。この視覚と聴覚の相互作用は腹話術効果として知られる。この腹話術効果により、音像と映像の位置がずれていても一致する範囲が存在する。その腹話術効果の

報告は、視聴覚刺激の関連性が腹話術効果に与える影響 [2-3] や、視覚的注目が腹話術効果に与える影響 [4] など数多くある。しかし、これらの腹話術効果の生起要因を検

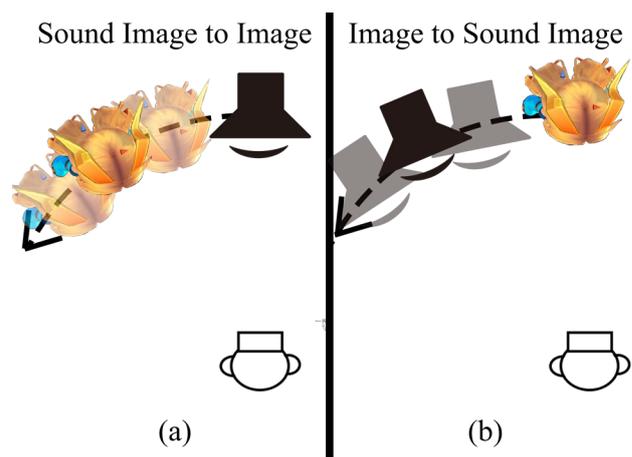


図 1 弁別角度の測定における二種類の視聴覚刺激提示方法。(a)：音像に対する映像の提示条件、(b)：映像に対する音像の提示条件

Fig. 1 Two presentation method of audiovisual stimulus for the measurement of discrimination threshold angle. (a) Presentation condition of sound image to image. (b) Presentation condition of image to

討した結果では、音像に対する映像の提示可能範囲を把握することは難しい。そこで、映像提示機器の大型化により映像提示範囲に対して必要な音の提示範囲の把握をするために、実際の使用環境へ腹話術効果の応用を目的とした報告もある。長谷川らはスクリーンを用いて、水平面であつた範囲における映像が音像位置に与える影響を人が話す視聴覚刺激を用いて測定した[5]。木村らは、水平面であつた範囲における音像に対して映像を提示したときに、音と映像の位置が分離したことを知覚する最小の角度の弁別閾である弁別角度を、光点と白色雑音を用いて調べた[6]。これらは図1(a)のように、音像を固定して映像をずらしたときの映像が音像の位置感覚に与える影響を調べている。しかし、実際に超現実感技術を利用する際、視覚刺激が提示されると視覚刺激の方に頭部が向く傾向にある。その際、図1(b)のような、映像に対する音像の弁別角度を把握する必要がある。

本報告では、映像提示位置が正面の映像に対する音像の弁別角度を報告する。また、従来の音像に対する映像の弁別角度も同じ提示刺激で測定する。さらに、音像に対する映像の弁別角度と映像に対する音像の弁別角度の差の有無を検討する。

2. 音と映像の位置の弁別角度測定方法と装置

本測定では、音像と3Dアバタ映像を広範囲に提示できる機器を利用して音と映像を提示し、音像と映像の弁別角度を調査する。音像に対する映像の弁別角度を測定するときは、音像に対して映像をずらして提示する。映像に対する音像の弁別角度を測定するときは、映像に対して音像をずらして提示する。そして、それぞれの測定において弁別角度を求める。被験者が音と映像の位置が違うと感じたときに回答させ、これらより弁別角度を分析する。このとき、スピーカの位置から音像位置を推察されると、腹話術効果に影響を及ぼす可能性がある。よって、スピーカは映像提示範囲に数多くスピーカを配置する。

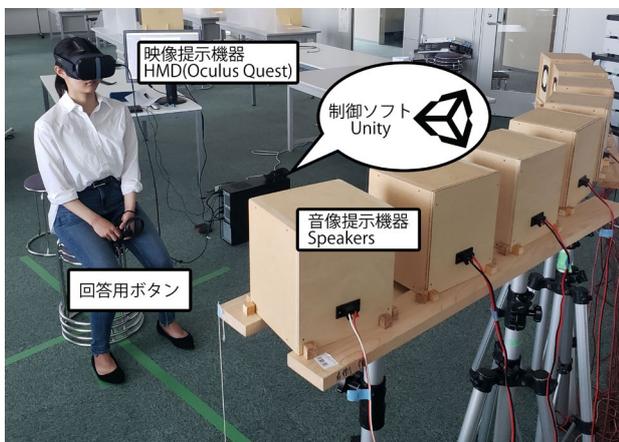


図2 音像と映像の位置の弁別角度測定の様子
Fig.2 Appearance of measurement of discrimination threshold angle between position of sound image and image.

この測定で用いた装置と測定の様子を図2に示す。音像提示機器として、高さ1.3m、半径2m、円周上に7.5度ずつ8つのスピーカ（ユニット：Fostex FE 103En、エンクロージャ：180（横）×200（縦）×160（奥行）[mm]）を設置した。映像提示機器としてHMD（Oculus Quest）を利用し、測定中に被験者がスピーカ位置を視認できないようにした。音像と映像の位置の不一致を回答するボタンとして、HMD付属のコントローラを用いた。視聴覚刺激は、腹話術効果において視覚刺激と聴覚刺激の親密度が腹話術効果の作用に影響を及ぼすという知見[7]から、人が話す視聴覚刺激を提示した。そのために3Dアバタ映像であるユニティちゃんと、付属の音声データである「こんにちは、私ユニティちゃん」[8]を用いた。この測定では、この音声データの再生時間3秒と間隔3秒を1ループとして繰り返し提示する。測定用アプリケーションをUnityで作成し、アバタ映像位置を任意の位置に、音像は再生するスピーカで指定の位置に提示した。被験者の耳の高さはスピーカと同じ高さに座面を調整した。刺激音の大きさは、被験者位置で等価騒音レベルが65dBに調整した。測定は机が配置されている実験室で行った。本測定は弁別閾測定法の一つである恒常法を用いて分析する[9]。音と映像を提示して、その位置が一致していないと回答した回答数を、全提示回数で除した不一致率を求める。不一致率が累積標準正規分布に則ると仮定したとき、50%になる音と映像の位置のずれ角度が弁別角度となる。

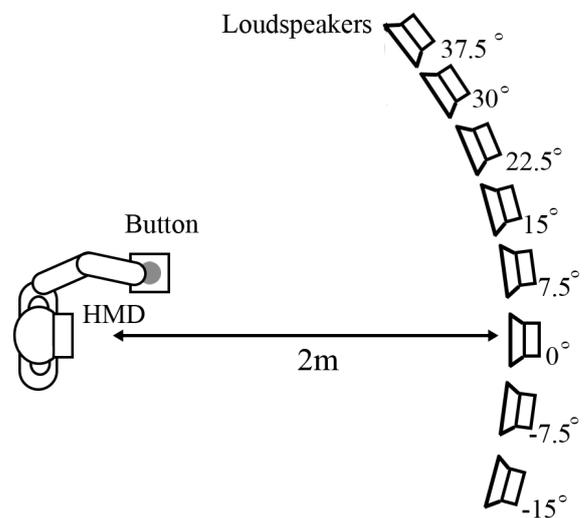


図3 音と映像の位置の弁別角度測定における実験機器と被験者の配置

Fig.3 Layout of devices and participant for the measurement of the discrimination threshold angle between sound position and image position.

3. 音像と映像の弁別角度測定

3.1 音像に対する映像の弁別角度の測定条件

音像に対する映像の弁別角度測定条件を示す。図3のように、被験者正面を0度とし、0度の位置に聴覚刺激を提示した。視覚刺激提示位置は聴覚刺激位置に対して0~25度の範囲において5度刻みの位置の一方所に提示した実験を行った。また、被験者が音像位置を特定して測定結果に影響を与えないよう0度、15度、30度のそれぞれ1点から聴覚刺激を提示した。15度方向音像に対しては-25~25度の範囲に、30度方向音像に対しては0~25度の範囲に、5度刻みの一方所に視覚刺激を提示した。これらの視聴覚刺激22パターンを組み合わせごとに20回ずつ試行した。視覚刺激位置と聴覚刺激位置の位置が異なると判断した場合、ボタンを押すよう被験者に教示した。頭部固定のために、被験者正面に固定されている印に対して視線に追従する光点が重なるよう指示した。被験者は年齢22~22歳の健康な男女6名(男性4名、女性2名)であった。

3.2 映像に対する音像の弁別角度の測定条件

映像に対する音像の弁別角度測定条件を示す。図3のように被験者正面を0度としたとき、視覚刺激を0度の位置に提示した。聴覚刺激提示位置は視覚刺激位置0度に対して0~30度の範囲に7.5度刻みの位置の一方所に提示した。また、被験者が音像位置を特定して測定結果に影響を与えないよう、0度または30度それぞれ1点の位置に視覚刺激と提示し、それぞれに音像を提示した実験を行った。30度方向映像に対して0~30度の範囲に、7.5度刻みの位置の一方所において聴覚刺激を提示した。これらの視聴覚刺激10パターンを組み合わせごとに20回ずつ試行した。3.1と同様に視覚刺激位置と聴覚刺激位置の位置が異なると判断した場合、ボタンを押すよう被験者に教示した。頭部固定のために、被験者正面に固定されている印に視線に追従する光点が重なるよう指示した。被験者は年齢20~22歳の健康な男女6名(男性5名、女性1名)であった。

3.3 音像と映像の弁別角度測定結果

0度方向音像に対する映像の弁別角度測定と、0度方向映像に対する音像の弁別角度の測定結果を図4に示す。棒グラフが各被験者の弁別角度の平均値であり、誤差棒が標準偏差である。

音像に対する映像の弁別角度の測定結果は、音像の角度が0度のとき、平均値は5.5度で標準偏差は0.7度であった。映像に対する音像の弁別角度の測定結果は、映像角度が0度のとき、平均値は13.5度で、標準偏差は4.9度であった。これらの測定は同一被験者ではないため、等分散性の検定を行った。その結果、音像に対する映像の弁別角度の標準偏差である0.7度と、映像に対する音像の弁別角度の標準偏差である4.9度の間には有意水準5%で有意差が見られた。さらに、音像に対する映像の弁別角度の平均である5.5度と、映像に対する音像の弁別角度の平均である

13.5度に差があるのかを確かめるため、Welchのt検定を行った。この結果、有意水準5%で有意差が見られた。

3.4 考察

これらの測定結果は平均、分散ともに、映像に対する音像の弁別角度と音像に対する映像の弁別角度で有意差が生じた。映像に対する音像の弁別角度は5.5度で、音像に対する映像の弁別角度は13.5度であった。音像に対する映像の弁別角度より映像に対する音像の弁別角度が大きくなった。長谷川らは、正面の音像より斜め方向の音像の方が、音像定位にばらつきがあること、そして、音像の提示角度が増加するにつれ映像の誘導量が増えることを報告している[5]。この実験では、映像に対する音像の弁別角度は正面の映像に対して斜め方向に音像を提示するので、弁別角度の平均と分散が大きくなった。これは、長谷川らの報告と同じ傾向であると考えられる。

また、映像に対する音像の弁別角度の測定結果は、10度方向に音像を提示したときの映像の弁別角度が約11度で、30度方向に音像を提示したときの映像の弁別角度が約15~18度となった木村らの測定[6]と同じ傾向であると考えられる。木村らは15度で弁別角度を測定していないが、10度方向音像と30度方向音像に対する映像の弁別角度の間に本測定の映像に対する音像の弁別角度の平均値がある。つまり、映像に対する音像の弁別角度は斜め方向の音像に対する映像の弁別角度から推測可能と考える。

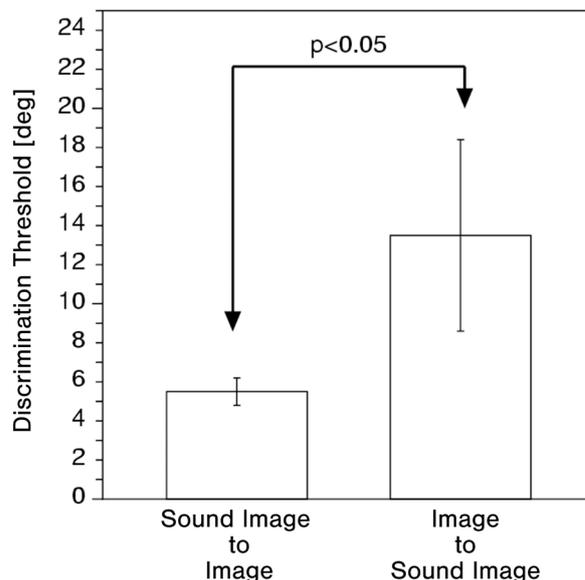


図4 音像に対する映像の弁別角度と映像に対する音像の弁別角度と標準偏差の測定結果(有意水準 $p=0.05$)

Fig.4 Average and standard division of the discrimination threshold angle between sound image to image and image to sound image. (significant level $p=0.05$)

4. むすび

本報告では、正面方向映像に対する音像の弁別角度と正面方向音像に対する映像の弁別角度を測定し、正面映像に対する音像の弁別角度の方が正面音像に対する映像の弁別角度より弁別角度の平均、標準偏差ともに大きくなることを報告した。これにより腹話術効果を応用するとき、HMDを装着した被験者が映像刺激を正面にとらえた場合、音刺激を正面にとらえた場合より音像と映像がずれていても一致しているように感じる事がわかった。一方、正面映像に対する斜め方向の音像の弁別角度は個人差が大きいため、音像提示範囲を慎重に決める必要があることもわかった。

5. 参考文献

- [1] 河井薫,武藤憲司: “音像に対する映像のずれを知覚する弁別角度の側方側と正面側の差異”, 日本音響学会秋季研究発表会, 3-1P-11, 2021.
- [2] W. R. Thurlow and C. E. Jack: “Certain determinants of the “ventriloquism effect”, *Perceptual and Motor Skills*, Vol.36, pp.1171-1184,1973.
- [3] C. E. Jack and W. R. Thurlow: “Effects of degree of visual association and angle of displacement on the “ventriloquism effect”, *Perceptual and Motor Skills*, 37, pp.967-979, 1973.
- [4] 北島律之,山下由己男:”視覚的注意が音源定位に及ぼす影響”, *The Japanese Journal of Psychology*, Vol.69, No.6, pp.459-467, 1999.
- [5] 長谷川光司,高橋一裕,阿山みよし,春日正男: ”映像情報が音像の方向定位に与える影響について”, *映像情報メディア学会誌*, Vol.55, No.3, pp.455-462, 2001.
- [6] 木村真弘,梶井浩,高橋誠,山本克之: ”周辺視野における腹話術効果”, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol.4, No.2, pp.253-260, 1999.
- [7] 藤井洋之,箕一彦: ”2 音声条件における音源定位—話者性の効果—”, *日本音響学会音楽音響研究会資料*, MA-98-50, 1998.
- [8] ユニティちゃん: ”<https://unity-chan.com/>”, 2021年6月17日参照.
- [9] 田中良久: ”心理学測定法”, 東京大学出版会, 1982年第4刷.