

VR アバターの視覚的特徴や認知負荷が 視聴覚統合に基づく音源定位に及ぼす影響

1275103 末延洸龍 【知覚認知脳情報研究室】

Effect of Visual Features of VR Avatars and Cognitive Load on Audiovisual Integration-Based Sound Localization

1275103 Kouryu SUENOBU 【Perceptual and Cognitive Brain Information Processing Lab.】

1 はじめに

近年、コロナ禍を端緒としてリモート形式での会議が一般的になった。その中でも VR 環境でアバターを用いたリモート会議は対面の会議に近い状態で行えるため注目されている。会議では複数のアバターが同時に呈示され、かつその音源位置は必ずしも正確に呈示されるとは限らないため、複数のアバターが呈示されている状態での音源定位の特性を明らかにすることは重要である。音源定位における視聴覚統合の特性として、視覚刺激と音源が異なる位置に呈示されると、音源が視覚刺激の位置に知覚される腹話術効果と呼ばれる現象があり [1]、人の顔と声のように、視覚刺激と音声が入脈的に一致する場合、その効果が大きくなることが報告されている [2]。しかし、先行研究では男女のアバターが同時に呈示されている場合において、男女の声質や音声に同期した口の動きによる一致・不一致が音源定位に及ぼす影響は明らかにされていない。そこで実験 1 では、男女のアバターを同時に呈示し、音声と男女アバターの見た目の一致・不一致及び音声と同期したアバターの口の動作の一致・不一致を操作し、どの要因がより音源定位に影響を与えるか検討した。

また、会議中は会話内容の記憶やメモを取る等、会話以外の負荷のかかるタスクを行うことも多い。そのため、音源定位とは異なる課題を同時に行うことがアバターの音源定位に及ぼす影響を明らかにすることも重要である。そこで、実験 2 では視覚的・聴覚的な負荷課題がそれぞれアバターに対する音源定位に影響を与えるか検討した。

2 実験参加者及び実験装置

実験 1 では 24 名（男性 12 名、女性 12 名）、実験 2 では 23 名（男性 12 名、女性 11 名）の大学生が実験に参加した。VR 環境による視覚刺激（アバター）の呈示にはヘッドマウントディスプレイ（HMD）を使用し、聴覚刺激の呈示には単一指向性の小型スピーカーを使用した。

3 実験 1

3.1 呈示刺激及び条件

受聴位置から半径 150 cm の円周上に男女のアバターを並べて配置し、アバター間を 10 deg に設定した。アバターの左右位置はランダムな順で入れ替えて呈示し、アバターの目線の高さは椅子に座った参加者の目線とほぼ同じ高さの 120 cm とした。アバター動作条件として、音声と同期して両アバターの口が動く条件、男性アバターののみ口が動く条件、女性アバターののみ口が動く条件、両アバターの口が動かない条件の計 4 条件を設定した。聴覚刺激として実験者（男性）の声を録音した音声と、その音声をボイスチェンジャーで女性の声に変換した音声を使用し、ランダムな順で呈示した。音声内容は 3 文字の単語 10 種類をランダムな順で呈示した。スピーカーは受聴位置を中心とした半径 150 cm の円周上に 10 deg ずつずらした位置に 6 個配置し、聴覚刺激は 1 個のスピーカーをランダムな順に選択し呈示した。

3.2 実験手続き

実験参加者は回転椅子に座り、HMD を装着し、コントローラーを右手に持った状態で実験を開始した。実験開始後、スピーカーの個数や配置を把握させないため、参加者が椅子を半回転した後、逆方向に回転し、VR 空間上の特定の位置に呈示されたオブジェクトの正面位置で停止し、注視点を注視した状態でコントローラーのボタンを押した。その後、アバターが呈示され、音声が生じられ、コントローラーのスティック入力により、バーを左右方向に移動させて音源位置を回答した。

3.3 実験結果及び考察

2 体のアバターの中央に音声を呈示した場合を 0 deg 条件、声の性別と一致するアバターの位置に音声を呈示した場合を 5 deg 条件、声の性別と一致しないアバターの位置に音声を呈示した場合を -5 deg 条件、5 deg 条件よりも外側に 5 deg ずらした位置に音声を呈示した場合を 10 deg 条件、-5 deg 条件よりも外側に 5 deg ずらした位置に音声を呈示した場合を -10 deg 条件とした。これらの 5 条件を男女それぞれのアバターに対す

る音源位置の影響の要因として分析を行った。また、両アバターの口が動く条件、声の性別と一致するアバターの口が動く条件、声の性別と一致しないアバターの口が動く条件、両アバターの口が動かない条件の4条件を口の動きの要因として分析を行った。声と性別が一致するアバター方向への角度を正として知覚された音源位置を算出した結果の平均値を図1に示す。アバターに対する音源位置と口の動きを要因とする対応ありの2要因分散分析を行った結果、アバターに対する音源位置 ($F(1.16, 26.64)=128.32, p=0.00, \eta^2=0.67$)、口の動き ($F(1.39, 31.92)=22.60, p=0.00, \eta^2=0.04$) の各主効果及び、これらの交互作用に有意な差が認められた ($F(5.07, 116.65)=12.68, p=0.00, \eta^2=0.02$)。多重比較の結果、5 deg 条件において、声と性別が一致しないアバターの口が動く条件と、他の3条件との間に有意な差がみられた ($p<0.01$)。また、-5 deg 条件において、声と性別が一致するアバターの口が動く条件と、他の3条件との間に有意な差がみられた ($p<0.01$)。

-5 deg 条件において、口の動きに関わらず、音源が声と性別が同じアバターの位置には知覚されず、声と性別が一致するアバターの口が動く条件ではそのアバターの方向に有意に近づく結果となったが、その他の条件においては現実空間上に呈示された音源位置に近い位置に知覚されていた。このことから、音声とアバターの性別が一致しているという高次の文脈的一致の効果は、アバター呈示位置と音源呈示位置の空間的一致の影響よりも弱く、低次の空間的一致の要因が、よりアバターに対する音源定位に影響を与えられ、音声と同期したアバターの口の動きによる効果においては、空間的一致の影響よりも強く、アバターに対する音源定位に影響を与えることが示された。以上の結果より、VR環境において話者から発話されているように知覚させるためには、同期した口の動きを表示することが効果的であることが示された。

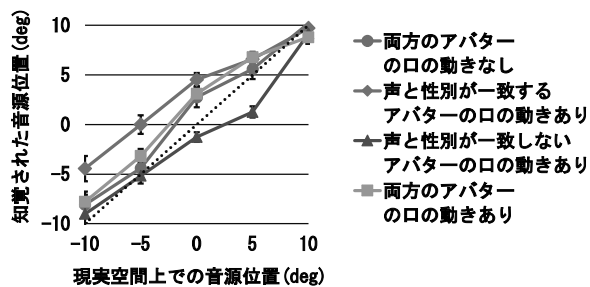


図1: アバター条件ごとの知覚された音源位置

4 実験2

4.1 呈示刺激及び実験条件

認知負荷条件として、聴覚負荷条件、視覚負荷条件、負荷なし条件の計3条件を設定した。アバターは男性アバター1体を使用し、アバター位置は実験1と同じであった。聴覚刺激は実験者の声を録音した音声を使用し、音声内容、スピーカー位置は実験1と同じであ

た。聴覚刺激呈示条件として、アバターと同一位置条件、アバターに対して左右方向に5 deg ずらした条件、10 deg ずらした条件の計3条件を設定した。また、視覚負荷条件では、音声内容と異なる3文字の単語をアバターの目線から20 cm 下に呈示した。

4.2 実験手続き

音源定位の課題の手続きは実験1と同じであった。聴覚負荷条件では、再生された音声内容が2試行前に再生された音声内容と同じ場合にコントローラーのボタンを押す課題を、視覚負荷条件では、呈示された単語が2試行前に呈示された単語と同じ場合にコントローラーのボタンを押す課題を音源定位課題との二重課題とした。

4.3 実験結果及び考察

負荷条件ごとの知覚された音源位置の平均値を図2に示す。横軸は呈示された音源位置を基準値0 degとしたアバターの相対的位置であり、縦軸はアバターの方向に偏位すると正の値となる。アバターの相対的位置と認知負荷条件を要因とする対応ありの2要因分散分析を行った結果、相対的位置の主効果は有意であったが ($F(2, 44)=15.02, p=0.00, \eta^2=0.23$)、認知負荷条件の主効果 ($p>0.05$) 及びこれらの交互作用に有意な差は見られなかった ($p>0.05$)。このことから、少なくとも本研究で設定した程度の視覚や聴覚による認知負荷はアバターによる腹話術効果を減少させる効果は生じず、VR環境において音声を話者のアバター位置に音源定位させる効果を検討する際には、他のタスクによる認知的負荷の影響はそれほど考慮しなくても良い可能性がある。

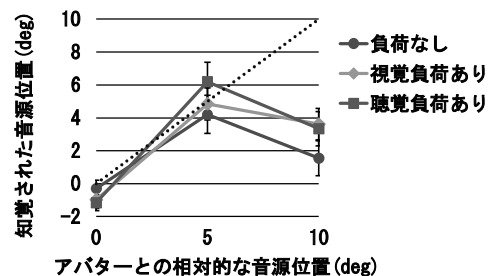


図2: 負荷条件ごとの知覚された音源位置

5 まとめ

本研究では、男女のアバターの視覚的特徴の違いや、視覚・聴覚による認知負荷を与えた状態における視聴覚統合に基づく音源定位への影響について検討した。実験1では、音声とアバターの性別が一致・不一致に関わらず、口が動くアバターの方向に音源位置が知覚された。実験2では、認知負荷が生じていても視覚刺激の影響が減少する効果は見られなかった。

参考文献

- [1] L. Chen, J. Vroomen, "Intersensory binding across space and time: A tutorial review", *Atten Percept Psychophys*, 75, pp.790-811, 2013.
- [2] R. I. Bermant, R. B. Welch, "Effect of degree of separation of visual-auditory stimulus and eye position upon spatial interaction of vision and audition", *Percept Mot Skills*, 42, pp.487-493, 1976.