



バーチャルアバターの声量による歩行経路の制御

Walking path control by virtual avatar's voice volume

高橋宏太¹⁾, 北崎充晃¹⁾

Kota TAKAHASHI and Michiteru KITAZAKI

1) 豊橋技術科学大学大学院 工学研究科 情報・知能工学専攻
(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1, takahashi.kota.ib@tut.jp, mich@tut.jp)

概要 : 他者の声の音圧が対人距離に影響することが報告されている。本研究では、その知見に基づき、歩行する人の周囲に声の大きさが異なるアバターを配置し、暗黙的に歩行経路を制御する方法を開発した。アバターは二人一組で会話をしており、そのうち対角線の組の音量を変化させて歩行経路を記録した。今後アバターに最も近づいた時の距離やスタート位置からゴール位置に到達するまでの歩行時間に関して評価を行う。

キーワード : アバター、音声、対人距離

1. 導入

人は他人と接するとき常に一定の距離を保っている。これは相手との関係を良好に保つことや、自身に危険が及んだときにそれを回避することに役立つ。この一定の距離のことを対人距離と呼び、相手との関係性やお互いの性別、年齢など様々な要因によってその距離が変化する[1]。例えば子供の同性ペアの対人距離を観察した実験では幼少期には性差が見られなかったが、思春期になると男性ペアの方がより多くの距離を取った [2][3]。

現実空間と同様にバーチャル空間においても対人距離が存在することが報告されている。参加者の前方に人や無機物の立体映像を提示した実験では無機物よりも人に対してより強い不快感を示し、またその大きさは参加者との距離が近いほど大きかった[4]。参加者が自らバーチャル空間のアバターに接近する実験では、目を閉じていたアバターよりも参加者の視線を追従してくるアバターに対してより大きな距離を取った[5]。これは親密平衡モデル[6]と同様の結果であり、バーチャル空間での社会的行動実験の結果が現実空間にも適用できることを示している。

近年の研究では大音量の聴覚刺激によって、自己と他者間で知覚される物理的距離および社会的距離が小さくなることが報告されており、音の大きさによって相手との親密感を調整できる可能性が示されている[7]。また声の大きさや明瞭さを変化させたアバターに接近する実験では、声の明瞭さに関わらず声が大きいつきにアバターとの親密感が高まり、親密平衡モデルにより対人距離が大きくなった[8]。そこで我々は複数のアバターをバーチャル空間に

配置し、声の大きさのバランスによって歩行経路を制御するシステムを開発した。S字の歩行経路の左右に会話する男女ペアのアバターを配置し、左右で音量のバランスを変えることで歩行経路が直線的になったり、より大回りになると予測した。

2. 方法

2.1 装置

コンピュータと Unity2021 を用いてヘッドマウントディスプレイ (HMD : Vive Pro Eye, 1440 [幅] × 1600 [高] ピクセル, 視角 110 度, リフレッシュレート 90Hz) にバーチャル環境を作成して提示した。音声は参加者が装着したワイヤレスイヤホン (SONY WI-C310) から提示した。

2.2 刺激

髪色や肌色の違いのある 8 人 (男女 4 人ずつ) のアバターを使用した。アバターは男女のペアがランダムに決定され、4 つのテーブルの周りに配置された (図 1)。

音声の大きさは各ペアとその対角線上に位置するペアで同じ大きさとなるように設定した。初めに対角線上に位置する 2 つのペアの音量を 0 (無音) から 10 (最大) までの範囲で決定し、続いて残りの 2 ペアの音量を先程のペアの音量と足し合わせることで合計が 10 になるように設定した。従って音量の組み合わせは 6 条件 (0-10, 1-9, 2-8, 3-7, 4-6, 5-5) であった。また初期位置から見て右奥と左手前のペアの音量が大きいつきに参加者はそのテーブルを避けてより大回りし、左奥と右手前のペアの音量が大きいつきはより直線的にゴール位置まで進むと予測した。本システムではこれらの条件をそれぞれ曲線条件と直線条

件と定義した。

アバターの会話には英語発話者の発話音声から作成された PTDB-TUG[9]から抽出した音声を使用した。初めに男女各 10 名の音声からそれぞれ 6 つを選び、それらを逆再生した 3 つを 1 セットとして計 40 個の会話用音声を作成した。こうして男女それぞれに 20 個の音声セットが生成される。これらの音声セットはアバターの性別に対応してランダムに割り当てた。各ペアは割り当てられた音声を交互に再生し、1 セットの音声を再生し終わったら再び最初の音声を再生して会話を続けた。

アバターの位置と音源の位置は同じ座標に設定し、音声を立体音響で再現した。従って参加者の頭部の回転やアバターとの位置関係により左右の聞こえ方が変化した。アバターの口は発話内容と連動して動いた。



図 1: (上) バーチャル環境。(下) 初期位置に立った参加者の視点。緑色の円は参加者の初期位置、赤色の円はゴール位置をそれぞれ示している。参加者は初期位置からテーブルの間を実際に歩行し、ゴール位置まで進むように指示された。

2.3 手続き

参加者が初期位置に立って 2 秒後、前方にテーブルとアバターが出現し、手前の 2 ペアの会話が始まった。参加者は会話を気にせずにテーブルの間を通るように歩き、初期位置から前方のゴール位置まで進むように指示された。手前側の 2 つのテーブルの間を通り過ぎると、手前側の 2 ペアのアバターの会話は停止し、奥側の 2 ペアの会話が再

生された。各参加者は 24 回の試行（大きさ 6 パターン×音量の大きいペア 2 パターン×男女の配置 2 パターン）を無作為な順で行った。

3. 結果

1 名の参加者の音量の比率が 10-0 のときの歩行軌跡を記録したものを以下に示す（図 2）。

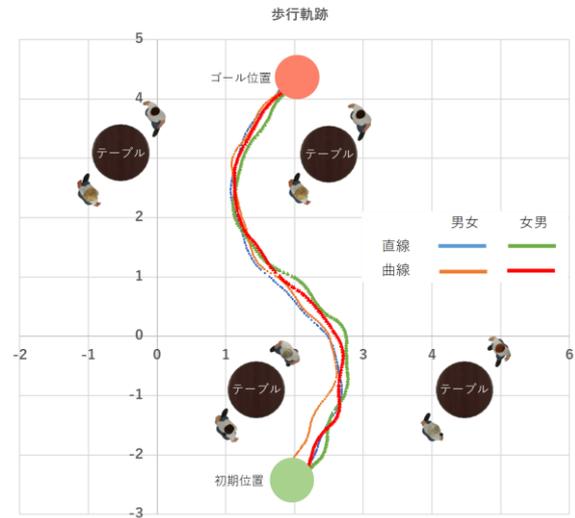


図 2: ある参加者の歩行軌跡。直線条件はより直線的に、最短経路で進むと予測した条件の経路、曲線条件はより曲線的に進み、遠回りをすると予測した条件の経路を表す。

4. 今後の展望

バーチャルアバターの声の大きさを変化させ歩行経路を制御するシステムを開発した。今後はより多くの参加者に対し評価実験を行い、アバターと最も近づいた時の距離である最接近距離や試行時間を分析することで本システムの有用性を確認していきたい。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H04489 および、JP23H03882 の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Hall, E. T. (1966). The hidden dimension (Vol. 609). Anchor.
- [2] Fry, A. M., & Willis, F. N. (1971). Invasion of personal space as a function of the age of the invader. The Psychological Record, 21(3), 385-389.
- [3] Aiello, J. R., & Aiello, T. D. C. (1974). The development of personal space: Proxemic behavior of children 6 through 16. Human ecology, 2(3), 177-189.
- [4] Wilcox, L. M., Allison, R. S., Elfassy, S., & Grelik, C. (2006). Personal space in virtual reality. ACM Transactions on Applied Perception (TAP), 3(4), 412-428.
- [5] Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C., & Loomis, J. M. (2001). Equilibrium theory revisited: Mutual gaze and personal space in virtual environments. Presence:

- Teleoperators & Virtual Environments, 10 (6) , 583-598.
- [6] Argyle, M., & Dean, J. (1965) . Eye-contact, distance and affiliation. *Sociometry*, 289-304.
- [7] D. Wang, I. Ziano, M. S. Hagger, & N. L. D. Chatzisarantis. Loudness Perceptions Influence Feelings of Interpersonal Closeness and Protect Against Detrimental Psychological Effects of Social Exclusion. *Personality and Social Psychology Bulletin*. <https://doi.org/10.1177/01461672211015896>, 2021
- [8] Takahashi, K., Inoue, Y., & Kitazaki, M. (2022, March). Interpersonal distance to a speaking avatar: Loudness matters irrespective of contents. In *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)* (pp. 774-775). IEEE.
- [9] G. Pirker, M. Wohlmayr, S. Petrik, and F. Pernkopf, "A Pitch Tracking Corpus with Evaluation on Multipitch Tracking Scenario", *Interspeech*, pp. 1509-1512, 2011.