

## 仮想空間における音が身体所有感に与える影響の調査 Impact of Sound in Virtual Reality on body ownership

稲葉 健斗      梶原 祐輔  
Inaba Kento      Kajiwara Yusuke

### 1. 緒言

Virtual Reality (VR) には VRChat や Cluster などのソーシャル VR が存在する。ソーシャル VR とは自分自身の分身となるアバターを使用し他のユーザーとのコミュニケーションをとるサービスのことである。これらの世界のユーザーの生活実態について調査した研究 [1] がある。その調査の中で Phantom Sense と呼ばれるものがある。これは頭をなでられた際などにアバターが受けた刺激を、実際の刺激と錯覚して感じてしまう現象のことである。Phantom Sense は多くのユーザーが感じており「高いところから落ちる時の落下感」や「耳で囁かれた時の吐息」などがある。この現象は VR 上だけでなく現実世界でも類似しているものが存在し身体所有感の錯覚と呼ばれている。ここで身体所有感とはある感覚器官から得られた刺激によって、観測された対象が自己の身体の一部であると感じる感覚を指す。身体所有感の錯覚とは自分以外のマネキンの腕などの偽物の物体に対して自分の体であると認識する現象のことである。

本研究では VR 上で聴覚情報が視覚情報及び身体所有感に与える影響について明らかにする。

† 公立小松大学 サステイナブルシステム科学専攻  
Komatsu University, Graduate School of Sustainable  
System Science

### 2. 関連研究

身体所有感の錯覚は継続的に更新される視覚情報や触覚情報と視覚情報を時空間的に一致させることや視覚情報と運動情報の一致させることなどが条件とされている。VR 上では形状、テクスチャ、空間構成など重要と報告されている。

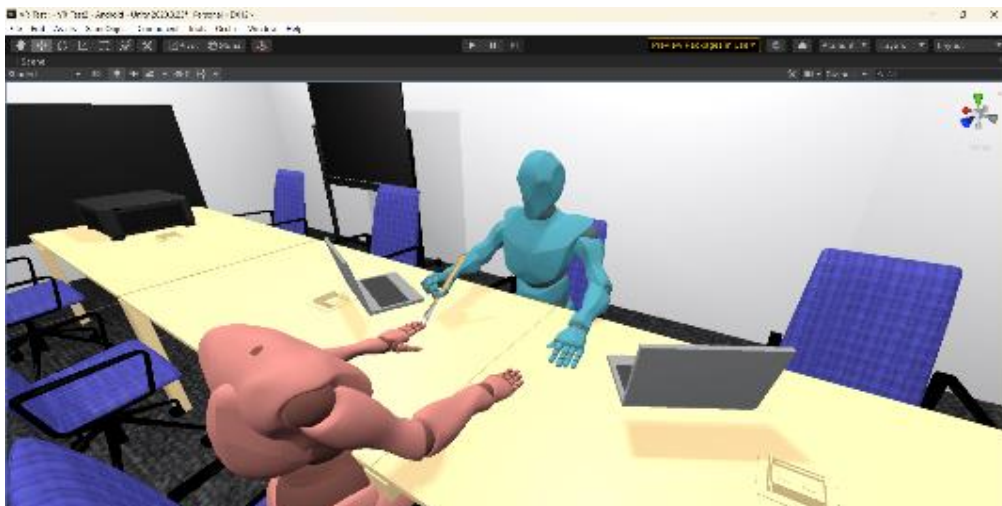
身体所有感の錯覚を引き起こす実験としてラバーハンド実験がある。この実験では手を模したラバーハンドを置き、視覚情報と触覚情報を同期させることにより身体所有感の錯覚が生じることが報告 [2] された。このような視覚情報と触覚情報の同期による身体所有感の錯覚は VR 上で腕の仮想 3D オブジェクトに対しても錯覚を想起させることを報告 [9] された。

### 2. 実験

目的は VR 上で視覚刺激と同時に本物の刺激音を聞かせた場合と、偽物の刺激音を聴かせた場合を比較することで、聴覚刺激が身体所有感の錯覚に与える影響を明らかにすることである。また、聴覚刺激を同期した場合と非同期の場合を比較することで視覚情報と聴覚情報の統合性の違いによる身体所有感の錯覚の影響について明らかにする。実験に使用した VR 環境を図 1 に示す。

実験の流れはラバーハンド実験を行った後 VR 上でのラバーハンド実験を行う。VR ラバーハンド実験で使用する音、音と視覚情報の同期、非同期の計 7 回行う。それぞれの実験後にアンケートを行う。20

図 1 VR アプリケーション



～23歳の男女13人(M = 21.4, SD = 0.84)に対して実験を行った。使用した音は筆音と生活音、不快な音である。筆音は本物に近い音である。生活音は大学の実験室で実験したため机や椅子などのキャストの音を採用した。不快な音は人にストレスを与える周波数帯の音を採用した。身体所有感の測定にはリッカート尺度(最小値-3、最大値3の7件法)を使用する。アンケートは関連研究のラバーハンド実験[3]を参考に作成した。ラバーハンド実験のアンケート結果を表1に示す。VR上でのラバーハンド実験を表2に示す。

3. 実験結果

Q4とQ6は音に関する質問である。Q4では筆音(同期)は生活音(同期)と不快な音(同期)に比べ高かった。一方でQ4では筆音、生活音、不快な音において、負数だった。このことより本物と違う音は身体所有感に対して負の効果を与える可能性があることが示唆された。また音の同期、非同期による影響は見られなかった。

4. 結言

本研究では視覚刺激及び聴覚刺激が、身体所有感に与える影響を明らかにした。

参考文献

[1]バーチャル美少女ねむ、Mila “ソーシャル VR 国勢調査 2021” . <https://drive.google.com/file/d/1FKzZxOjjrc1BumKASBmWyWssp72nrfxH/view> ,(参照 2023 - 02 - 04)  
that eyes see. Nature, 391, 756-756.  
[2]Sanchez-Vives MV, Spanlang B, Frisoli A, Bergamasco M, Slater M (2010) Virtual Hand Illusion Induced by Visuomotor Correlations. PLoS ONE 5(4): e10381. doi:10.1371/journal.pone.0010381  
[3]Bortvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands ‘feel’ touch

表1 ラバーハンド実験 アンケート結果

	RHE								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
平均	2.15	1.46	2.31	0.08	-0.92	-0.85	1.69	-0.92	-0.69
標準誤差	0.15	0.42	0.33	0.55	0.66	0.53	0.46	0.54	0.60

表2 VR ラバーハンド実験 アンケート結果

		同期			非同期		
		筆音	生活音	不快な音	筆音	生活音	不快な音
Q1 偽物の手の位置で触られていると感じる瞬間があった	平均	0.46	0.38	0.38	0.92	0.69	-0.08
	標準誤差	0.43	0.46	0.46	0.38	0.40	0.50
Q2 自分が感じているものは偽物の手によって引き起こされていると感じる瞬間があった	平均	-0.54	-0.08	-0.38	0.00	-0.31	-0.77
	標準誤差	0.50	0.46	0.49	0.38	0.46	0.38
Q3 偽物の手が自分の手であるように感じる瞬間があった	平均	-0.23	-0.31	-0.54	0.00	-0.31	0.00
	標準誤差	0.53	0.55	0.45	0.44	0.50	0.48
Q4 偽物の音が本物の音のように感じる瞬間があった	平均	-0.62	-2.31	-2.62	-0.77	-2.31	-2.46
	標準誤差	0.64	0.31	0.27	0.38	0.26	0.27
Q5 左手または左腕が複数あるように感じる瞬間があった	平均	-2.00	-2.00	-2.15	-1.85	-1.92	-1.92
	標準誤差	0.48	0.38	0.37	0.39	0.35	0.35
Q6 自分が感じているものは音の影響を受けていると感じる瞬間があった	平均	-0.23	-1.46	-1.15	-0.62	-1.92	-1.92
	標準誤差	0.58	0.55	0.67	0.51	0.52	0.50
Q7 自分の手が偽物の手になったと感じる瞬間があった	平均	-0.08	-0.62	-0.92	-0.46	-0.69	-1.00
	標準誤差	0.61	0.50	0.47	0.46	0.52	0.42
Q8 偽物の手の形、肌の色などが自分の手に似てきていると感じる瞬間があった	平均	-2.23	-2.23	-1.77	-1.54	-1.92	-1.62
	標準誤差	0.23	0.28	0.32	0.40	0.33	0.42