



Transcale: 異世界探索に向けた 身体変容のトランジションデザインの基礎検討

斧田悠, 脇坂崇平, 齋藤達也, 南澤孝太

Haruka ONODA, Sohei WAKISAKA, Tatsuya SAITO and Kouta MINAMIZAWA

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 (〒 223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1, h.onoda@kmd.keio.ac.jp, wakisaka@kmd.keio.ac.jp, tatsuyas@kmd.keio.ac.jp, kouta@kmd.keio.ac.jp)

概要: Virtual Reality(VR) 空間では物理制限を超え、巨人や小人など多様なスケールの世界を表現することが可能である。しかし、VR 空間のスケールが変化しても、自身がどのようなスケールの存在になっているか、身体的な実感を持って理解することは難しい。その解決手段として本研究では、ユーザーの歩行に合わせてスケールが滑らかに変化する VR 体験を制作した。ユーザー自身が身体運動を用いて体のスケールを変えられることで、身体変化の実感を強く感じると仮説を立て、検証を行った。

キーワード: 身体性認知, 拡張・複合現実, インタラクションデザイン, アート・エンタテインメント

1. 研究の背景と目的

人間のスケール (物の大きさの程度) に対する感覚は日常生活に基づいている。リスは小さい生き物、山は大きいものなど、これまでの知識や経験に沿って、そのもののスケールを判断する。それゆえに日常生活とはかけ離れたスケールの世界、例えば、プランクトンや鯨といった人間とは著しくサイズの異なる生物が見る世界を正確に想像することは難しい。

一方で、バーチャル環境においては、こうした身体的な制約を無視して、多様なスケールの世界を体験することができる。教育用ビデオである「Power of Ten」では、ウイルスの様に極小の世界から、地球の大きさを超える世界まで、広大なスケールの世界を表現している¹。

近年では VR を使用して、通常では知覚できないようなスケールの世界を体験、学習させる研究も進められている [1]。VR を用いたスケールについての研究は、教育以外の目的でも行われている。例として、サイズの異なる 2 種のロボット間をトランジション (遷移) する研究 [2] や、VR 空間内で異なるスケールの視点へトランジションする研究 [3] などが挙げられる。また、Trans-scale Playground[4] では、全天球カメラを取り付けた車輪付きロボットやクワッドコプターを利用し、実写映像を用いて小人サイズや巨人サイズになり移動する体験を可能にした。

このように日常とは異なるスケールの視点を軸としたコンテンツの制作や研究は多く行われている。しかし、異なるスケールの視点間を、身体的な実感を損なわず、自在にトランジションする手法は明確にされていない。そこで本研究では、ユーザーの身体運動とある種の整合性、自然さを

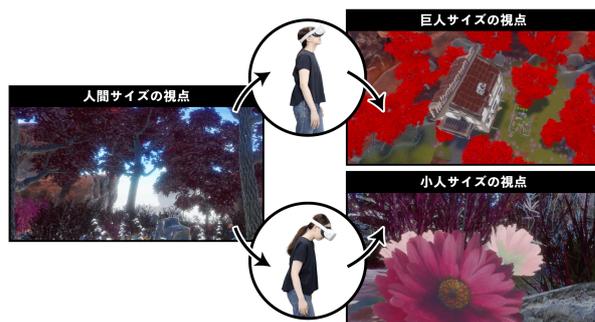


図 1: Transcale では、ユーザーが自分の身体の大きさを自由に変えながら探検できる。下を覗き込みながら歩くと小さくなり、上を覗き込み歩くと大きくなる。

維持しつつ、ユーザー自身の体の大きさが変動していくトランジションデザインを制作した。そのようなデザインによって、身体的な実感を損なれないトランジション実現できるだろうと考えたこのデザインを用いた体験を Transcale と定義する (図 1)。実際に Transcale においては、身体的な実感が損なわれないトランジションが実現できているかどうか、予備的検証を行った。

2. 提案手法

2.1 Trans-scale Embodiment

VR 空間内の体を自身の体と認識するためには、能動的にその身体を動かすことが重要である [5]。よって、VR 空間内のスケール変化をユーザー自身の身体変化だと実感するには、能動的にスケール変化を操作することが重要と考えられる。ユーザーの身体運動と VR 空間のスケール変化を紐づけることで、自身の体のサイズを自在に操作できる手法を Trans-scale Embodiment と定義する。これによ

¹Powers of Ten(1977),

<https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvdjuy0>

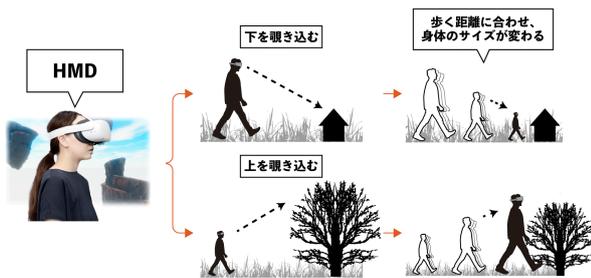


図 2: スケール変化のためのインタラクションデザイン

て、自身の体を能動的に変化させているという感覚を得られ、ユーザーは体の変化する実感を感じられることが期待される。

2.2 インタラクションデザイン

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着し、下を覗き込みながら歩くと体が小さく、上を覗き込みながら歩くと体が大きくなるシステムをデザインした (図 2)。歩く距離に比例して体のサイズが徐々に変化し、異なるスケールの視点間を連続的にトランジションできる。空間のスケールに比例して、一歩あたりの移動距離や瞳孔間距離も変化するため、ユーザーは自身の体のサイズが変化すると認識すると考えられる。

3. 体験デザイン

今回デザインした Transcale 体験では、HMD のヘッドトラッキングによってユーザーの移動距離を取得し、VR 空間内の位置へと反映される。VR 空間には、植物や鳥、蝶などの様々なオブジェクトが配置されている (図 3)。ユーザーは、人間大のサイズの視点だけでなく、自身の好むサイズの視点で自由に探索が可能である。体験の世界観は、ユーザーの好奇心を刺激し、積極的な探索を促すため、幻想的なものとした。加えて、体のスケールを変化させないと発見困難なオブジェクトを複数配置した。例えば、人間大の視点では見えづらい位置に小人用のミニチュアハウスが置かれており、ユーザーは体を小さくすることで発見し、中に入ることができる。

4. 予備的検証

ここでは、Trans-Scale Embodiment の有無で、ユーザーの主観的なサイズ感に差が出るのかを比較検討する。だが、そもそもユーザーの「主観的なサイズ感」というものは、どのように測ればよいだろうか。ここでは、Trans-Scale Embodiment の有無に関わらず、トランジション後には視覚的には同じサイズにすることを考える。その場合、ユーザーに「視覚世界に対しての自分のサイズ」を答えさせようとする時、視覚世界を直接参照してしまうと、定義上そこで差がでてくることはまず生じ得ない。つまり、「主観的なサイズ感」は、そもそも定量化手法自体を開発する必要があるものであるといえる。本研究では、以下に示す検証方法



図 3: Transcale では、ミニチュアハウス、リス、植物、浮島など、さまざまなスケールのオブジェクトが配置されている。

を暫定的に構成した。これが「主観的なサイズ感」の差を捉えるために適した手法であったかどうかは、検証作業の後に考察することとする。

検証方法は、以下の通りである。まず、人間大のスケールから 1/20 倍に小さくなるトランジションと、20 倍に大きくなるトランジションを用意し、被験者に体験させた。その後、被験者に対し、自身の体の大きさを操作する時、コントローラーを用いた時と、身体運動を用いて操作した時とで、どちらが身体的な変化の実感を強く感じたかアンケートをとった (二肢強制選択)。

4.1 検証手法

被験者には、VR 空間内で体が 1/20 倍になる体験を 2 回、体が 20 倍になる体験を 2 回、計 4 回のスケール変化を体験させ評価を行った。1/20 倍になる体験 2 回のうち 1 回はコントローラーを、もう 1 回は身体運動を用いたスケール間のトランジションとなっており、20 倍になる体験も同様である。コントローラーを用いた操作では、手に持ったコントローラーのスティックを前方に倒すことで、自身の体の大きさを操作する。身体運動を用いての操作では、下方、または上方に顔を向けながら歩くことで自身の体の大きさを操作する。

実験は以下の手順で実施した。半数はコントローラーを用いた操作、身体運動を用いた操作の順に、もう半数は身体運動を用いた操作、コントローラーを用いた操作の順に体験するよう順番を入れ替えた。

1. 体験および評価内容についての説明
2. HMD を装着
3. コントローラー (身体運動) を用いて体を 1/20 倍にする
4. 10 秒程度歩き回る
5. 身体運動 (コントローラー) を用いて体を 1/20 倍にする
6. 10 秒程度歩き回る
7. アンケートに答える
8. 体を 20 倍にするパターンも同様に、3~7 のステップを行う
9. インタビューに答える

4.2 評価方法

身体変化を強く感じた操作の方が、人間大のサイズからより大きく変化したと感ぜられるという仮説を立て、検証を行った。被験者には体験後に、コントローラーを用いた操作と身体運動を用いた操作のどちらの方が、より小さくなったか、または大きくなったかアンケートをとった。体験の前にアンケートの内容は伝えたが、その際は、どちらの操作でも同じサイズに変化するにも関わらず、あえて被験者には「別のサイズに変化している」と説明した。それにより、それぞれのサイズ変化を意識して比較させるようにした。

4.3 結果

実験には、計8名が参加した。体が1/20倍になる体験において、「身体運動を用いた操作の方が小さくなった」と答えた被験者は3人、「コントローラーを用いた操作の方が小さくなった」と答えた被験者は5人だった。また、体が20倍になる体験において、「身体運動を用いた操作の方が大きくなった」と答えた被験者は4人、「コントローラーを用いた操作の方が大きくなった」と答えた被験者は4人だった。

4.4 考察

本検証では、コントローラーを用いた操作と身体運動を用いた操作とで、身体変化の強さに有意な差は見られなかった。

その理由としては、操作方法だけでなく、体験の順番やトランジション後に歩き回る長さ、歩き回る場所の周囲にどのようなオブジェクトが配置され自身と比較できたかなどが、身体変化の強さに影響を与えたことが考えられる。被験者の内3人は、どれほど小さくなったかの判断材料にリスを用いたと回答した。そのうちの1人は、大きくなった時は判断材料が少なかったため、地面からの距離で検討したと回答した。多数配置された植物は、現実においても様々なサイズのものが存在するため、明確な比較材料になりづらかったと考えられる。リスのように実際のサイズがイメージしやすいオブジェクトが、自身と比較するのに重要になると推定される。今後の実験では、配置するオブジェクトの内容や数、歩き回れる範囲なども考慮する必要がある。

用意したアンケートでは、有意な差は見られなかったが、被験者の内2人は、歩いて小さくなる時に、地面の方向に重力や圧迫感を感じると回答した。ここから、身体運動を用いたスケール操作は、コントローラーでの操作にはない、体が小さくなっていく実感を生むことが示唆された。今回の検証では定量的な差を確認することができなかったが、他の実験方法を使えば、確認できる可能性があると考えられる。

5. おわりに

本研究では、ユーザーが自身のサイズを変える時、コントローラーを用いたよりも身体運動を用いた操作の方が、より身体変化を強く感じるという仮説を立て、検証をした。今回の予備の実験の結果では、有意な差は見られなかった。原因として、スケール間のトランジション操作の方法よりも、体験の順番やトランジション後のオブジェクトの位置関係の影響が大きかったことが考えられる。用意したアンケ-

トでは有意な差が見られなかったものの、被験者に行ったインタビューからは、身体運動を用いた操作でユーザーの体が小さくなっていく実感を生む可能性があることが示唆された。今後は、身体変化の実感を定量化する実験を行い、研究を進めていく予定である。

Transcaleのように自身の体のサイズを自在に変えることができれば、ユーザーのサイズに対する感覚が変化していくことが予想される。よって、本研究での手法は、VRにおける空間のデザイン方法にも応用できると考えられる。

また、身体運動と視覚的な変化を組み合わせることが、身体変化の実感をより強く生み出すことができるのであれば、スケール変化の体験と同様に、二次元の世界や重力の異なる世界など、そのほかの身体的変化を伴うべき世界へのトランジションの実装も期待できる。

今回はVR空間内での設計に限定されているが、今後、パノラマカメラや移動体を組み合わせることで、VR空間内だけでなくリアルな空間でもスケール変化の体験が可能になると期待される。

謝辞 本研究は JST ムーンショット型研究開発 Cybernetic being プロジェクト (JPMJMS2013) の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Linfeng Wu and Brian Sekelsky and Matthew Peterson and Tyler Gampp and Cesar Delgado and Karen B. Chen: Immersive virtual environment for scale cognition and learning: Expert-based evaluation for balancing usability versus cognitive theories, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, pp. 1972–1976, 2022.
- [2] Atsushi Izumihara, Tomoya Sasaki, Masahiro Ogino, Reona Takamura, and Masahiko Inami. 2019. Transfantom: transformation into bodies of various scale and structure in multiple spaces. In ACM SIGGRAPH 2019 Emerging Technologies, Article 27, 1–2.
- [3] J. -I. Lee, P. Asente and W. Stuerzlinger, "Designing Viewpoint Transition Techniques in Multiscale Virtual Environments," 2023 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), Shanghai, China, 2023, pp. 680-690.
- [4] Satoshi Hashizume, Akira Ishii, Kenta Suzuki, Kazuki Takazawa, and Yoichi Ochiai. 2018. Transscale Playground: An Immersive Visual Telexistence System for Human Adaptation. In Adjunct Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 66–68.
- [5] Konstantina Kilteni, Raphaela Groten, Mel Slater; The Sense of Embodiment in Virtual Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 2012; 21 (4): 373–387.