

空間認識能力計測のためのスマートフォンVRシステムの構築

嶋田 光佑*

廣井 慧†

梶 克彦‡

河口 信夫†*

*名古屋大学大学院工学研究科

†名古屋大学未来社会創造機構

‡愛知工業大学情報科学部

1 はじめに

空間認識能力の違いが原因で道に迷う人と迷わない人が存在するが、この違いは明らかにされていない。心理学の分野では、定性的な空間認識能力計測 [1] や、イメージポイントング課題 [2] を用いた計測などが行われているが、歩行者ナビ使用時における定量的な計測は行われていない。そこで我々は、歩行者ナビ利用者の空間認識能力の計測 [3] を目的とした仮想空間システムの開発を行ってきたが、従来システムは持ち運びには不向きな専用の機器 (Oculus とデスクトップ PC) を要するため、場所の制限や時間などの実験コストが高かった。そこで本稿では、空間認識能力計測のためのスマートフォン VR システムを構築し、任意の場所、及び時間における実験を可能にし、実験のコストを削減する。また従来システムとの比較実験を行う。

2 空間認識能力計測のためのスマートフォンVRシステム

2.1 システム構成

本研究で開発したスマートフォン VR システムの概要と使用中の様子を図 1 に示す。3D モデルはゼンリン社¹が提供するデータを、Unity Asset Store から、2D 地図は Open Street Map² を用いる。被験者は VR ヘッドセットの入力モジュールを用いて、地図の拡大・縮小や仮想空間内での移動などの操作を行う。システム使用中に被験者が見ている映像の一部を図 2 に示す。被験者は下を向くことで、仮想空間内の 2D 地図が見られる。表 1 に本システムの操作方法を示す。本稿では GearVR の入力モジュールである、タッチパッドを用いた操作方法を例にあげる。本システムでは、Galaxy Edge7 と GearVR を用いたが、この環境には依存せず、VR が動作するスマートフォンと、スマートフォン VR ゴーグルを用いることで、空間認識能力の計測が可能である。

Smartphone VR System for Measuring Spatial Ability.

Kosuke Shimada * Kei Hiroi † Katsuhiko Kaji ‡ Nobuo Kawaguchi †

* Graduate School of Engineering, Nagoya University †Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University ‡Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

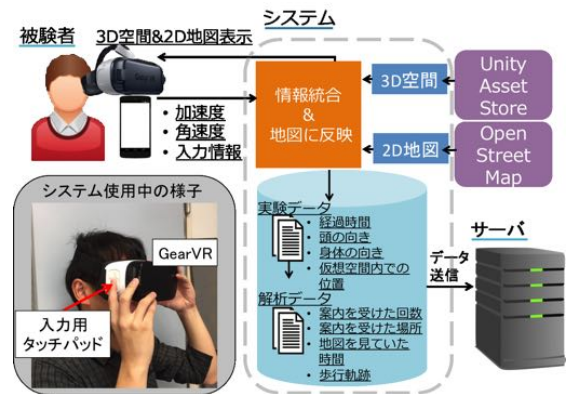
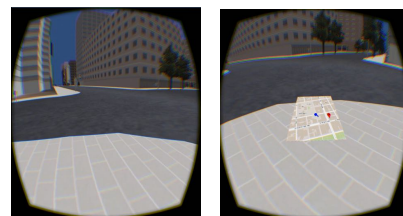
¹株式会社ゼンリン. <http://www.zenrin.co.jp/>²Open Street Map. <http://www.openstreetmap.org/>

図 1: スマートフォン VR システムの概要



(a) 前を向いている (b) 下を向いている

図 2: システム使用中における被験者の視界

仮想空間の利用により、実世界における実験と比べコストが削減できる、実験の設定変更が容易になる、被験者の実験データを容易かつ正確に記録できるといった利点が挙げられる。さらにシステムのプラットフォームをスマートフォンにすることで、場所や環境を問わず誰でも能力を計測できる。

2.2 システム考察

本システムを用いて仮想的な移動の実験で「地図を見た回数」、「地図を見ていた時間」、「地図を見た場所」、「移動距離」、「移動軌跡」のような、歩行者ナビを利用して移動する際の行動データを取得できる。また仮想空間システムを用いて、歩行者ナビの利用中における思考や行動を、把握の速さと正確さという評価基準で空間認識能力を計測できる。例えば「目的地の方向を把握する」といった行動の能力計測手法については、3D空間内で、手に持った地図に表示されている目的地の方向を向いてもらうテストを行う。その際、実験開始から解答するまでの時間と、解答方向と正解方向の角度を評価基準として能力を計測する。このような評価を行うことで、何が理由で迷っていたのか等を客

表 1: スマートフォン VR システムにおける操作

操作例	操作方法
仮想空間内での移動	長押し
2D 地図の閲覧	下を向く
2D 地図の拡大	上にスワイプ
2D 地図の縮小	下にスワイプ
テストの解答	トリプルタップ

表 2: 従来システムと提案システムの比較実験の順序

被験者 ID	使用システム順序	モデル群順序
1, 2	従来 → 提案	A → B
3, 4	提案 → 従来	A → B
5, 6	従来 → 提案	B → A
7, 8	提案 → 従来	B → A

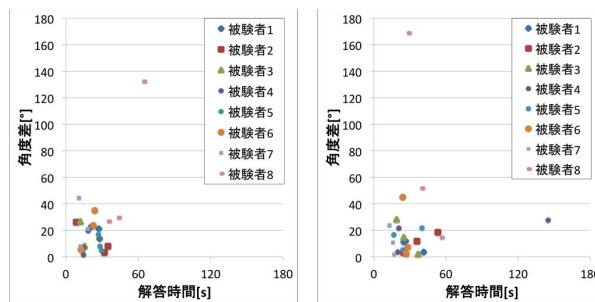
観的に計測できる。

2.3 従来システムとの比較

従来システムと提案システムの実験コストを比較する。従来システムはデスクトップ PC と専用の VR ヘッドセットが必要であったため、被験者は実験の環境が整っている場所に来る必要があり、1 人 30 分程度の実験を同時に複数名では行えなかった。しかし提案システムは、スマートフォンとスマートフォン VR ゴーグルを用いるため、アプリケーションとして公開できる。そのため安価な VR ゴーグルを持つ人であれば、任意の場所・時間での実験が可能となり、同時に複数名に対して実験を行える。

また被験者に対して、2.2 で説明した目的地の方向を把握する能力の計測手法について、従来システムと提案システムを用いた実験を行い、結果の差異の有無の検証実験を行った。実験を行う仮想空間モデルは 6 種類用意し、3 種類ずつの 2 群 (モデル群 A, モデル群 B) を用いる。結果における実験の順序、環境要因を排除するため、男女 4 名、合計 8 名の被験者に対して、表 2 のような実験順序を設定し、実験を行った。

従来システムによる実験結果を図 3(a) に、提案システムによる実験結果を図 3(b) に示す。図 3(a)(b) それぞれ、各被験者が 3 回ずつ行った試行の結果をプロットしてある。横軸は解答するまでの時間を、縦軸は解答方向と目的地の正しい方向との角度差を示している。多くの被験者は従来システムでも提案システムでも早く正しく方向を把握しており、同じ傾向になっていることが図 3 からわかる。また被験者 8 についても、従来システムにおいても提案システムにおいても 1 回ずつ方向把握を失敗しており、3 回の試行の分布は同じ傾向にあることがわかる。しかし被験者 4 については、提案システムにおいて解答時間が 140 秒程度と長くなっ



(a) 従来システムでの実験結果 (b) 提案システムでの実験結果

図 3: 従来システムと提案システム比較実験の結果

ている試行が 1 回あり、従来システムと提案システムに差がある。要因として、被験者 4 は方向の把握に時間がかかることが他の被験者と比べ頻度が多く、今回の比較実験では試行回数が少なかったため、1 回しか時間がかかった試行が見られなかったことが原因であると考えられる。

3 まとめと今後の展望

我々は空間認識能力計測のための仮想空間システムの開発を行ってきたが、従来のシステムでは専用の機器を要するため、場所や時間の実験コストが存在した。実験のコストを削減しより効率的な実験を行うために、スマートフォンを用いたシステムを開発した。また従来システムにおける実験との比較を行い、2 つのシステム間で大きな差は見られなかった。今後は従来システムと提案システムを用いた比較実験の被験者を増やし、統計的に有意差がないことを示すべきであると考ええる。

参考文献

- [1] 竹内謙彰. 「方向感覚質問紙」作成の試み (1) 一質問項目の収集及び因子分析結果の検討一. 愛知教育大学研究報告, 教育科学, Vol. 39, pp. 127 – 140, 1990.
- [2] Shin Murakoshi, Miho Kawai. Use of Knowledge and Heuristics for Wayfinding in an Artificial Environment. *Environment and Behavior*, Vol. 32, No. 6, pp. 756 – 774, 2000.
- [3] Kosuke Shimada, Kei Hiroi, Nobuo Kawaguchi, and Katsuhiko Kaji. Measurement Methods of Spatial Ability using a Virtual Reality System. *The Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking(ICMU2016)*, pp. 116–121, 2016.