

複合現実感技術を用いた記憶の宮殿型暗記支援における触覚の効果検証

佐々木 耕平† 辻 愛里†† 藤波 香織††

† 東京農工大学 生物システム応用科学府 生物機能システム科学専攻

†† 東京農工大学 大学院 工学研究院 先端情報科学部門

1 はじめに

記憶の宮殿とは古代ギリシャの暗記術をもとにしてできた、事柄を場所と関連付けて覚える暗記技術である [1]。これは有効な記憶術でありながらも [2]、その実施方法から空間やオブジェクトの鮮明なイメージを想起する必要があり、初心者にとって簡単に習得できるものではない [3]。そこで我々はこれまでに複合現実 (MixedReality: MR) を用いた記憶の宮殿型暗記支援システムを提案した [4]。このシステムでは、本来の記憶の宮殿で必要とされていた鮮明なイメージの構築を実際の体験によって行うことができるため、多くの人が使用できるが、記憶への貢献についてはさらなる改善の余地があった。そこで改良版では、暗記効果に影響を与えると考えられる体験の鮮明さをより向上させるため、実空間を使用するという MR の特徴を活かした能動的触覚刺激を加えた記憶の宮殿型暗記支援システムを提案する。本稿ではその実装と実験の方針について述べる。

2 能動的触覚刺激に関する検討

2.1 システムへの能動的触覚刺激機会の取り入れ方

MR は、現実空間と仮想空間を混合し現実のものと同様のものが影響しあう技術である。既報 [4] で提案したシステム (旧型システム) の検証実験では、MR での記憶の宮殿体験の暗記効果を向上させる要素として、実空間に触れることが効果的であると明らかになった。この点について、日焼ら [5] の研究でも、触覚刺激によりイメージの鮮明性が向上することが示されている。記憶の宮殿において鮮明なイメージを構築することはその効力に関わる重要な要素であり、検証結果はこれに基づいたものである可能性がある。また、実空間に触れながら暗記できるという点は、通常の記憶の宮殿や VR (VirtualReality) では体験することのできないものであり、MR の利点を活かすものである。そこで本研究では既報からの発展として、暗記物の配置を実空間への接触によって行うシステムを提案する。

旧型システムは図 1 のようになっており、左のリスト内ボタンをタップすることで、右にあるように対応するオブジェクトを出現させる。その後ユーザーのつまむような操作によって配置し、宮殿の構築を行うものであった。しかしこのシステムでは、実環境に触れる機会はなく、またリストやオブジェクトの操作など宮殿構築に伴う操作が多いことによって体験自体が難しいという課題があった。

配置と接触を結び付けることで、ユーザーが MR での記憶の宮殿を体験している最中に、自然に実空間への

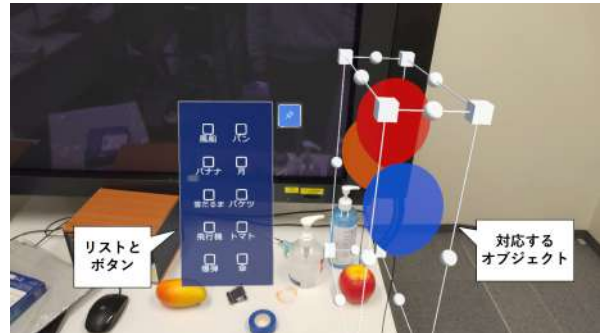


図 1: 旧型 MR 記憶の宮殿システム

接触機会を設けると同時に MR 内での操作量を減らすことが可能になる。接触配置機能を備えたシステムの概要図を図 2 に示す。PC では MR での記憶の宮殿で配置する対象となる暗記物の 3D オブジェクトデータと、配置や出現オブジェクトの制御を行う MR アプリケーションを Unity を用いて作成し、その後 MR デバイスにアップロードする。MR デバイスは Microsoft 社が開発した HoloLens2 [6] を用いる。HoloLens2 では標準で搭載されている各種センサーにより、様々な機能が提供されている。本システムではハンドトラッキング機能で手指を認識し、深度センサーで空間をマッピングした上で、ジェスチャー認識によってオブジェクトを配置・操作することで、MR での記憶の宮殿作成を行う。

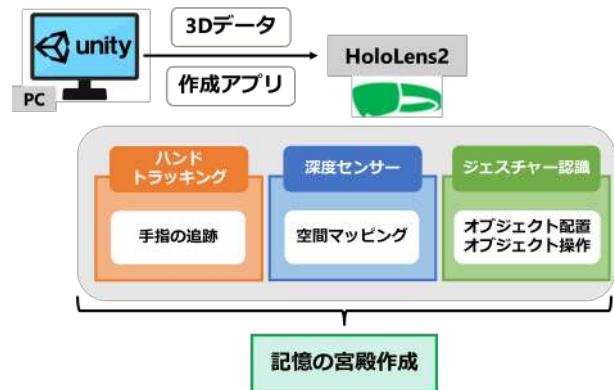


図 2: システム概要図

2.2 実環境接触判定の設計

Unity では MR 開発用のパッケージである MRTK によって様々な機能が提供されているが、手が実環境と接触したことを判定するものはない。よって Unity 内のメソッドの組み合わせによって機能を実現した。図 3 は実環境接触判定機能の構成要素を示したものである。機能の概要としては、五指に付加された Cube と空間メッシュとの接触を契機とし、ユーザーの手が実空間へ接触したという判定を行う。まず、MRTK の機能を用いて空間メッシュの生成と、両手の指の位置座標を取得する。続いて、両手の五指に空間メッシュとの接触を検知するスクリプトを追加した Cube を付加する。

Evaluation on the effectiveness of haptic sensation in "Memory Palace" memorization with a mixed reality technology

† Kohei SASAKI †† Airi TSUZI †† Kaori FUJINAMI

† Department of Bio-Functions and Systems Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

†† Division of Advanced Information Technology and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

接触検知では、空間メッシュには生成時に固有のレイヤ番号が与えられるため、そちらを用いることで空間メッシュとの接触のみを判定することが可能となる。

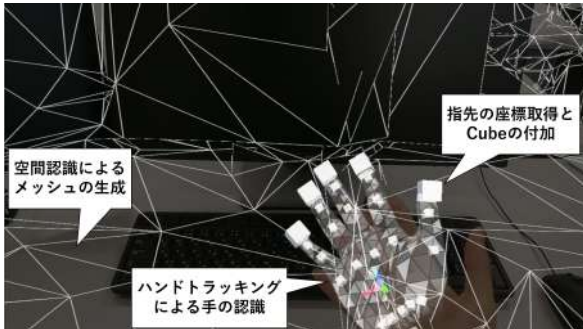


図 3: 実環境接触判定部の構成要素

3 MR アプリケーションの構成と評価

3.1 MR アプリケーションの構成

ユーザがオブジェクトに適した配置場所を選べるよう、次に出現するオブジェクトを提示する必要がある。また提示方法について、一時的な提示ではその情報を保持する必要がある点で認知負荷が高くなることを懸念し、持続的な提示が適切であると考えた。これらを踏まえ、MR アプリケーションは図 4 のように 2.2 節で述べた実環境接触判定機能に加え、次のオブジェクトを表示する NEXT 表示部（左下）とそれに対応するオブジェクトを出現させる機能（中央）を備える。

NEXT 表示部では、次に実環境接触判定が行われた際に出現するオブジェクトの 2D 画像とその名称が表示されている。図 1 の旧型システムでは、常時視界の中央にリストが表示されていたことで、暗記する対象オブジェクトの視認性を低下させる要因となった。本システムでは表示情報を削減し、さらに操作が伴わないことで位置も視界内の隅に置くことができ、視認性の低下を抑制できる。判定時には NEXT に対応するオブジェクトを中指の位置に出現させ、NEXT の表示内容を更新する。



図 4: MR アプリケーションの様子

3.2 システム評価にむけた予備実験計画

既報 [4] において、システムの使用感や実験方法が暗記効果に影響を与えていたことが示唆された。よって提案システムの評価及び実験方法の妥当性の調査を目的とする予備実験を実施する。記憶の宮殿の要件から、被験者にとって馴染みのある空間での実験を実施するため、実験を実施する研究室に在籍している大学生および大学院生 12 名を被験者とし、暗記テストを実施する。暗記テストは 15 個の形と色によって区別した

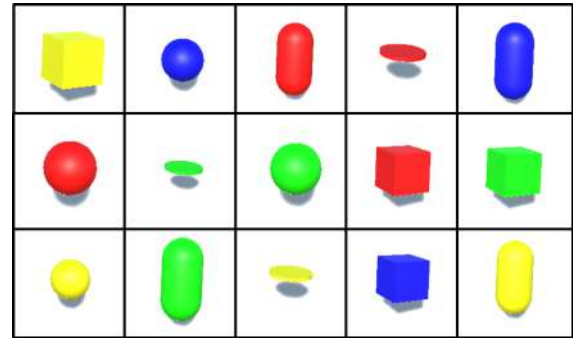


図 5: 実験で使用する基本立体オブジェクトの例

基本立体オブジェクト (図 5) を用いた 5 分間の暗記とする。基本立体オブジェクトは情報量が少ないことで、被験者ごとの覚えやすさのばらつきが小さいと考えられるため採用した。

比較項目として提案システムに加え、触覚を用いない MR での記憶の宮殿システムと紙ベースでの通常の暗記学習を実施する。MR での記憶の宮殿システムを使用する 2 条件については順序効果の相殺を目的とし、触覚ありと触覚なしの順序を入れ替えた 2 通りで実施する。なお、紙ベースでの通常の暗記学習は順序による影響を受けないと考え、両順序とも最初に実施することとした。そして評価項目は、システムと実験方法についての実験後アンケートを主とし、その他に触覚の有無による暗記学習への影響調査や、暗記テストのスコアを比較する。

4 おわりに

本稿では、能動的触覚刺激を加えた MR での記憶の宮殿型暗記支援システムを提案した。既報 [4] で得られた、実空間から受け取る触覚が提案システムによる暗記学習において有効に働く可能性があるという知見をもとに能動的触覚刺激機会の導入を検討し、MR アプリケーションの設計と実装を行った。今後は 3.2 節で示した予備実験を実施し、作成したシステムや実験方法の評価、能動的触覚刺激の暗記効果に関する知見を収集する。また得られた結果から、システムの改修や実験方法の変更等を検討し、システムによる暗記効果の検証を目的とした実験を実施する。なお、今回の予備実験では暗記対象として基本立体オブジェクトを使用するが、最終的な実験では提案システムのユースケースを考慮した実用性のある暗記物を対象とする予定である。

参考文献

- [1] Frances Amelia Yates. *The art of memory*, Vol. 64. Random House, 1992.
- [2] Eleanor A Maguire and et al. Routes to remembering: the brains behind superior memory. *Nature neuroscience*, 6(1), pp. 90–95, 2003.
- [3] Martin Dresler and et al. Mnemonic training reshapes brain networks to support superior memory. *Neuron*, 93(5), pp. 1227–1235, 2017.
- [4] 佐々木, 青木, 辻, 藤波. 複合現実感を用いた「記憶の宮殿」型暗記技術習得支援. 情報処理学会第 84 回全国大会講演論文集, 2022(1), pp. 211–212, 2022.
- [5] 日焼里美, 志和資朗. 触覚刺激がイメージの鮮明性と体験様式におよぼす影響. 広島大学大学院心理臨床教育研究センター紀要, No. 11, pp. 139–148, 2012.
- [6] Microsoft. *Hololens2*. <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> [最終アクセス 2023 年 1 月 4 日].