

拡張現実感による情報提示位置の変化が ユーザの記憶効率に与える影響

The Effects of Location of Information Displayed
by Augmented Reality on a User's Memorization

藤本雄一郎¹⁾, Brodrick Childs²⁾, 山本豪志朗¹⁾, 宮崎純¹⁾, 加藤博一¹⁾

Yuichiro Fujimoto, Brodrick Childs, Goshiro Yamamoto, Jun Miyazaki and Kato Hirokazu

1) 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

(〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5, {yuichiro-f, goshiro, miyazaki, kato} @is.naist.jp)

2) Massachusetts Institute of Technology

(77 Massachusetts Ave, Cambridge, MA 02139, brodrick@mit.edu)

Abstract : This study aims to investigate the effectiveness of Augmented Reality (AR) on user's memory skills when it is used as an information display method. By definition, AR is a technology which displays virtual images on the real world. These virtual images naturally contain location information on the real world. It is also known that the human brain's memory system has a noteworthy feature that can easily memorize information and retain it in a long-term memory if this information is retained along with some location on the real world. Thus, we hypothesized that displaying annotation by using AR may have better effects on the user's memory skill when it is associated with the location of the target object on the real world rather than when it is connected with an unrelated location.

Key Words: *Augmented Reality, User Study, Memorization*

1. はじめに

拡張現実感とは実世界の特定の位置に仮想物体を重畳表示させる技術であり、その有効性に関しては多くの研究がなされている。拡張現実感による情報提示の最も大きな特徴は、情報の提示位置が実世界と断絶をせず地続きであり、さらに実世界の特定の位置に関連付けて情報提示させることができる点である。この特徴を生かした有効性として実世界上に 3 次元 CG モデルなどの仮想物体を重畳表示させることで、ユーザにそのモデルの大きさや場所、姿勢に対する直感的理解を促せるということが挙げられる [1]。また、ある実世界上の特定の場所を CG の矢印などで指示してやることにより、ユーザが場所や方向を直感的に理解することの手助けをすることができる [2]。このようにさまざまな拡張現実感の有効性は実証されつつあるものの、その研究の多くは視覚的な有効性の検証に留まっている。

よって、我々は拡張現実感による情報提示の新たな有効性として、ユーザの記憶に与える効果について調べている。拡張現実感とは実世界の特定の位置に情報を重畳表示させる技術であるため、ユーザに提示される情報は本質的に「実世界上の位置」という情報を含んだものとなる。一方、人間

の記憶メカニズムには位置に関連付けられた情報を記憶しやすく、また長期記憶に残しやすいという特性がある [3][4]。よって我々は、「AR 技術による実世界でのアノテーション表示において、アノテーションをその対象物体の位置に関連付けて表示することは無関係な位置に表示した場合と比較し、提示された情報に関するユーザの記憶にポジティブな影響を及ぼす可能性がある」という仮説を立てた。

拡張現実感によりコンテキストにそって特定の場所や物体などにその関連情報を表示することにより機械の整備や製品の組み立てなどユーザの作業の補助を行うという応用に関する研究は多くなされているが、そのような補助はその作業に不慣れなものを対象としていることが多い。拡張現実感の作業支援が常に利用できれば良いが、そのような場合でも、ユーザが作業工程や必要な情報を覚え、支援システムに頼らず作業できるのが理想である。そこで前述した仮定が証明できれば上記のようなシステムは作業支援を行うに留まらず、ユーザが作業を覚えるという観点においても効果があるという可能性が提示できると考える。本論文ではその取り掛かりとして、留学生のユーザを対象として、拡張現実感による情報提示システムにより、日本の事

柄に関する文字や図形を位置に関連付けて学習するという状況設定でのユーザスタディを行った結果について述べる。

2. 人間の記憶システムに関して

人間の記憶システムの記憶過程と種類について基本的な事柄を説明する。

人間の記憶過程は主に3つの段階に分けられる。ある事柄を符号化して記憶しようとする段階を「記銘」、ある事柄を覚え続けている段階を「保持」、ある事柄を記憶から思い出そうとする段階を「想起」と呼ぶ。人間の記憶は位置に関連付けられた事柄は覚えやすく、また想起もしやすいとされている。この特徴の有効性は強力な記憶術の一つに、ある場所を頭の中で思い浮かべ、そこに記憶すべき項目を配置していく場所法というものがあることから分かる[5]。記憶術においては意識的に場所と事柄の関連付けを行うが、本研究ではそのような関連付けが無意識下であっても行われるかどうかを確かめることを念頭に置いた。

それらの過程により実現される人間の記憶は主に一時的に小さな容量の情報を保持する短期記憶(作業記憶)と継続的に大きな容量の情報を保持する長期記憶に分けられる。人間が外界から入力された情報はまず感覚登録器に入力される。登録された情報は即座に棄却されていくが、その中で選択的に注意を向けられた情報は短期記憶に保存される。短期記憶の記憶容量は1つの情報の塊を1チャンクとして 7 ± 2 チャンク程度であるとされており持続時間も数十秒程度であるが、このうち反復的に頭の中で復唱されるなどして重み付けされたいくつかの情報は複雑なプロセスを経て、さらに長期記憶へと転送される。ここで短期記憶(作業記憶)において中枢的な機能を果たすシステムとして視空間的記銘メモの存在が確認されている。これは視界情報と空間的な位置情報を視空間コードという符号化を用いて同時に保持するシステムであり、この存在が位置に関連付けられた情報は記憶されやすいという特徴をもたらしているとされている。

よって本研究ではこのような特徴を持つ短期記憶に焦点を当て、拡張現実感による位置に関連付けた情報提示が人間の記憶にもたらす影響を確かめた。

3. 評価用システム

ユーザスタディに用いる評価用システムについて説明する。被験者はカメラが取り付けられたビデオスルー型のヘッドマウントディスプレイ(HMD)を装着し、そこに眼前の環境と拡張現実感による付加情報が表示される。被験者がデスクスペースにおいてある紙面を対象とし、その紙面上の各位置を調べると拡張現実感によってその場所に関係のある情報が画像や文字として表示されるというシステムをユーザスタディのため構築した。検索対象の紙面として今回はA4サイズの日本地図を用いた。これはあらかじめ特徴点を学習しており[6]、HMDのカメラで一定以上の部分を映すことによりカメラに対するその紙媒体の位置

姿勢を認識できるようになっている。本実験では紙に対して被験者がインタラクションするため、被験者の装着したHMDのカメラに対して紙面の一部隠蔽が起こることが多い。そのような隠蔽に対して頑強であることからこの事前学習手法を用いた。

この日本地図上のいくつかの位置に目印(点状のCG)を表示させる。被験者がその位置に2cm四方のARマーカを持っていくことによりその位置の県名や県のシンボルマーク(県章)が一定時間表示されるようになっている。図1が実行画面である。被験者はこのシステムを用いて日本地図の各位置に対して調べる操作を行い、拡張現実感を用いてその位置に関連付けて表示された地名や県のシンボルマークの記銘操作を行うことを考える。本論文では地名や県のシンボルマークを提示する位置を被験者が調べた位置近傍から、関係のない位置へと変えることにより被験者の記憶への影響を確かめた。

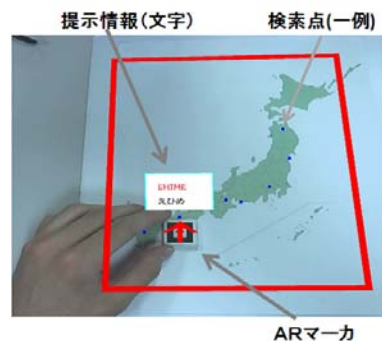


図 1: 評価用システム実行画面

4. 実験

3章で述べた評価用システムを用いて、「AR技術による実世界でのアノテーション表示において、アノテーションをその対象物体の位置に関連付けて表示することは無関係な位置に表示した場合と比較し、提示された情報に関するユーザの記憶にポジティブな影響を及ぼす可能性がある」という仮説を検証するためユーザスタディを行った。

4.1 実験概要

被験者はビデオスルー型のヘッドマウントディスプレイを装着し全ての情報はそこに表示されるものとする。被験者は奈良先端科学技術大学院大学の留学生16名であり、内12名が男性、4名が女性である。(平均27歳、標準偏差5.4歳)日本での滞在年月は2か月から7年と、偏差が大きい。全被験者はこの評価用システムをそれ以前に使用した経験はないものとする。

4.2 実験手順

実験1 日本地図に対し、点状のCGで示された8個の目印が重畳表示される。8個の目印は全47都道府県の内、事前に確認した被験者の既知の都道府県名を除いたものからランダムで選択される。被験者がそれらの点に対し任意の順番でARマーカを近づけることにより、その位置の県名がローマ字とひらがなで表示される。表示は目印にマーカ

を近づけてから 5 秒間行われ、被験者は情報の表示中、その紙面上の場所と名称の記名に努める。8 個の目印に対してその操作を繰り返した後、30 秒の時間をおいて、ランダムで提示される各目印の場所の名称を口頭で答える。この実験では正答率と被験者が 8 つの回答を全て行うまでの時間を記録した。以上の過程を下記のような情報を表示する場所を変えた 2 タイプにより繰り返した。2 タイプの実験の順序はランダムで決定される。

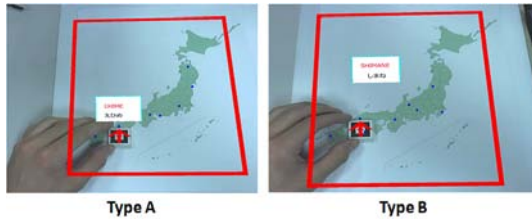


図 2: 2 タイプの表示方法の表示例

Type A: 情報は各目印のすぐ近くの位置に表示される。

Type B: 情報は紙面上部の常に同じ位置に表示される。

この 2 タイプの表示例を図 2 に示す。Type A では各目印の位置に関連付けてその位置の関連情報を表示することを想定しており、逆に、Type B では各目印とは無関係な位置に関連情報を表示することを想定している。

実験 2 日本地図に対し、点状の CG で示された 6 個の目印が表示される。手順は実験 1 と同様であるが、表示される情報が各県のシンボルマーク（県章）の画像である点が異なる。このシンボルマークの例を図 3 に示す。ランダムに選択された 6 個の目印に対して調べ終わった後、30 秒の時間をおいて、提示された 6 個のマークを含むランダムな 25 個のマークが被験者に提示される。まず、その中から被験者に自分が記憶したマークがどれか指さして回答してもらう（以下、この操作を回答群からの選択と呼ぶ）。このとき目印の位置は被験者に見せないものとする。この操作を表す図を 4 に示す。さらにその後、各目印を再度被験者に見せ、各目印の位置と選択した 6 個のマークの対応を指示してもらう（以下、この操作を場所との関連付けと呼ぶ）。この実験では場所に 25 個のマークから 6 個を選び出した結果の正答率とその後の位置と対応付けたマークの回答の正答率、それぞれ 6 つの回答を行うまでの時間を記録した。



図 3: 実験 2 の表示情報: 県のマーク (県章)



図 4: 実験 2 の回答画面

4.3 実験結果

図 5 が実験 1(文字表示) の正答率と回答を行い始めてから全て回答し終えるまでにかかった時間を Type A, Type B 間で比較したものである。

同様に図 6 が実験 2(マーク表示) において 25 個の回答群からの選択の正答率と回答時間、図 7 は選択された 6 個のマークの各場所への対応付けの正答率、回答時間を Type A, Type B 間で比較したものである。

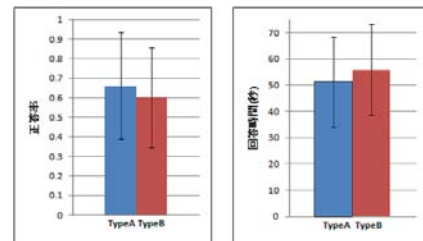


図 5: 実験 1 の結果

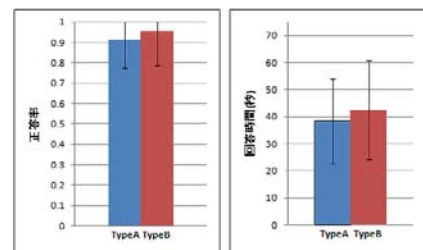


図 6: 実験 2(回答群からの選択) の結果

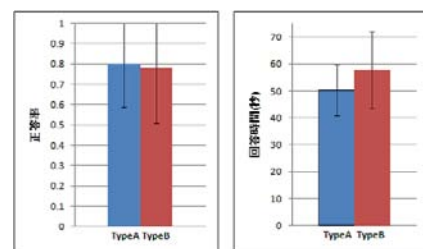


図 7: 実験 2(場所との関連付け) の結果

各結果に対して表示場所の Type A, B 間で、対応関係の要素として t 検定を行った結果を表 1 に示す。

5. 考察

正答率に関しては文字を記憶対象とした実験1, マークを記憶対象とした実験2ともに, Type A,B 間で有意な差は見られなかった。興味深い点として, 実験2の Type A において回答群からの選択よりも難易度が高いはずの場所との関連付けの方が正答率が高い被験者が数名いたことが挙げられる。これは回答群を見ただけでは想起できなかった記憶が, 学習の際に見た日本地図を再度見て目印の位置関係を確認し直すことで, 想起されたと予測される。

回答時間に関しては表1にあるように実験1では有意差はなく, 実験2において回答群からの選択では Type A が Type B に対し有意に短い傾向 ($.05 < p < .10$) があり, 場所との関連付けでは Type A が Type B に対し有意水準5%で有意に短かった。図2からも分かるように2つの表示タイプの見た目の差はわずかである。それにもかかわらずこのように結果に差が生じたのは, 常に同じ位置に結果を提示した Type B と比較し, 目印の各場所ごとに提示した Type A の方が無意識であれ意識的であれ, その場所ごとに関連付けて記憶することで記憶の想起時間が短くなったためであると考えられる。本実験においては, 被験者に対して, 事前に実験の目的の説明を行うことはせず, また位置に関連付けて記憶するように促す指示も行わなかったため, これは無意識的な関連付けであると考えられる。

この差違は実験1と比較して実験2の方が顕著であった。画像と位置は視空間的記憶メモリと呼ばれる人間の作業記憶のシステムにより同時に記憶され, 文字等と比較して記憶するのにかかる符号化の時間も短いとされている[3]。上記の差違はこのような記憶システムが影響した結果であると考えられる。

これらの結果はあくまで可能性の提示であり, 今後被験者を増やした実験を重ねることで多角的な検証を行っていく必要がある。

表1: 実験結果

	Type A	Type B	有意差
実験1:正答率	0.66	0.60	n.s.
実験1:回答時間(秒)	51.2	55.8	n.s.
実験2[選択]:正答率	0.91	0.95	n.s.
実験2[選択]:回答時間(秒)	38.3	42.6	$.05 < p < .10$
実験2[場所]:正答率	0.80	0.77	n.s.
実験2[場所]:回答時間(秒)	50.1	58.9	$p < .05$

6. おわりに

本研究では「AR技術による実世界でのアノテーション表示において, アノテーションをその対象物体の位置に関連付けて表示することは無関係な位置に表示したい場合と比較し, 提示された情報に関するユーザの記憶にポジティブな影響を及ぼす可能性がある」という仮説を立て, ユーザスタディによりその仮定の検証を行った。その結果, 位置を用いた関連付けは一定時間に記憶できる項目の量という点では影響は小さかったものの, 特にマーク(画像)の記憶において, 覚えた項目を想起する時間を短縮できるという可能性が示された。本実験においては, 記憶対象を2次元の紙面の特定の位置に配置したものに限定したが, 今後は研究室の一室など記憶対象をより広範囲な3次元の実空間に配置し同じ仮説を確かめる実験を行うことを考えている。また今回のように単一の単語や記号を記憶対象とするのではなく, 何らかの一連の作業を記録するという状況設定においても検証を重ねていく所存である。

参考文献

- [1] S. Henderson and S. Feiner: Evaluating the Benefits of Augmented Reality for Task Localization in Maintenance of an Armored Personnel Carrier Turret, Proc. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'09), pp.135-144. Oct. 2009
- [2] G. Reitmayr, E. Eade and T. Drummond: Semi-automatic Annotations in Unknown Environment, Proc. IEEE ISMAR'07, 2007.
- [3] K. A. Ericsson: Memory skill, Canadian Journal of Psychology, 1985.
- [4] Y. Ikei, H. Ota, T. Kayahara: Spatial Electronic Mnemonic: A Virtual Memory Interface, Proceedings of the conference on Human interface: Part II, Vol. 4558, pp. 30-37, 2007.
- [5] Bellezza, F.S.: The Spatial-Arrangement Mnemonic, J. Educational Psychology, 75-6, 830-837, 1983
- [6] H. Kato, K. Tachibana, M. Billinghamurst, M. Grafe: A Registration Method based on Texture Tracking using ARToolKit, Augmented Reality Toolkit Workshop (ART03), pp. 77-85, 2003.