

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：13501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12944

研究課題名（和文）医学標本館における拡張現実感を用いた学習支援システムの開発

研究課題名（英文）Augmented Reality based Support Systems for Visitors of Medical Specimen Museums

研究代表者

杉浦 篤志（SUGIURA, Atsushi）

山梨大学・大学院総合研究部・助教

研究者番号：90755480

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：画像マーカによるAR環境の構築とビデオ透過型HMDの適用により、見学者への負担を軽減したシステム構築ができた。医学部学生への評価実験を実施した。従来展示、タブレット、HMDの3つのグループに分けて、標本に関する知識問題とアンケート調査による教育的評価を検証した。情報端末の差異における有意差はなく、システムによるAR情報提示が教育的効果の有効性を示した。複数マーカを設定することで立体的な退治標本や大型標本への対応も可能となった。また、ラベル配置の自動化や光学透過型HMDを採用することで、さらなるシステムの改良を行い、医学部学生の評価実験によりその有効性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医学標本に対する効率的で効果的な学習環境が実現でき、医学の初学者教育および入学前教育に貢献することが可能となる。実物の標本を介した医学教材は、説明としてまとめられた抽象的概念と眼前の標本から得られる具体的概念とを、統合的に獲得する機会を提供する。本研究での成果で実現される機能は、医学標本のみならず、実物の人体・博物館・美術館などにもそのまま応用することが可能であり、適応範囲は広い。

研究成果の概要（英文）：An achievement survey was performed by evaluating three sample groups: control (traditional exhibition with no AR support), tablet AR, and HMD AR, consisting of a total of 80 medical students. Each subject visited pathological specimens at their own pace and subsequently completed a pathology knowledge test and a questionnaire survey. No significant difference was found in the evaluation items between the tablet AR and the HMD AR, suggesting that AR information contents might provide a stronger effect than the differences in the device. We adopted the method of multiple markers in the system. As a result, the system was able to present AR information even for 3D or large specimens. In addition, the system with an optical see-through HMD was improved by automating label placement. An evaluation experiment was conducted by medical students. The results of the study indicated that the system with an optical see-through HMD was effective.

研究分野：拡張現実感

キーワード：拡張現実感技術 医学教育 学習支援 ウェアラブル機器

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

実物の人体を通じた医学教育によって、人体構造を深く理解させることができるが、倫理的問題や社会状況などに十分な配慮が必要であり[1]、検体による実物の人体を通じた教育は簡単には提供できない。医学標本ではこれを補うことができるが、各部位を抜き出したものが多く、人体構造を理解していないと意味が読み取れないというパラドックスを含む。

研究代表者の大学には医学標本館があり、ホルマリン液浸の医学標本を展示することで、実物の臓器の構造や質感が見られる貴重な機会を提供する。学内の医学初学者、県内の医療関連学校の学生などが定常的に見学に訪れる。しかし、見学者の標本の説明は、各標本の前に置かれた札と医学標本館対応の教職員の解説に頼っており、各見学者の知識レベルや専門分野の差異に合わせた説明は、十分であるとは言えない。

医学分野以外の展示施設にも目を向けると、インタラクティブな見学を可能とする AR ハンズ・オン展示が実施されることも多く、その有効性も報告されている[2]。AR そのものの技術は医学教育分野でも注目され、皮膚や臓器などの内部構造を CG で表示する解剖学学習システム[3]などで利用されている例があるが、実物と関連付けた情報を表示する例は報告されていない。

2. 研究の目的

研究代表者は、AR 技術の提案を行ってきた。本研究課題は、この中でも AR を用いた医学標本における見学支援システムの開発を展開させるものである。研究代表者の知る限り、AR 技術が医学標本館の展示方法に応用された例は、研究代表者らの研究の他にはない。

AR では、任意の物体を画像マーカとして登録し、あらかじめ設定した情報や画像を重畳表示することができる。事前に物体の画像特徴をデータベースに登録しておき、タブレット情報端末のカメラで物体が撮影されたときに、物体に対応する情報や画像を重畳表示する。プロトタイプシステムでは、標本の画像特徴を登録しておき、標本上に仮想の部位ラベルが重畳表示されるように設定した。仮想ラベルが実物の標本と合わせて動くように画像が合成されるために、見学者は直感的に情報がその標本のものであると理解することができる。

これまでの AR を用いた医学標本の学習支援システムのプロトタイプの開発を通して、以下の課題が見出された。

スライスの標本に対する AR は実現できたが、立体形状の胎児標本や成人の大型標本は 1 画像に収まらないために、AR を実現するための対象物体としての登録と認識が難しい。

タブレット情報端末越しに標本を観察するが、標本の詳細な質感や形状が損なわれる場合がある。また、タブレット情報端末を保持することが、長時間になると見学者の負担になる。

上述の課題を以下の方法によりそれぞれ解決することで、見学者に適応的な AR による医学標本の学習支援システムを実現する。

立体形状や大型標本で特定の角度や位置ごとに複数のマーカとして設定し、それぞれの角度や位置に対応した AR 情報を表示できるようにし、複数情報を自然に往来できるようにする。

ヘッドマウントディスプレイ(HMD, Head Mounted Display)による AR 環境を実現することで、標本の質感を損なわず、端末保持の負担も軽減する。タブレット情報端末でできていた操作がこの環境でもできるように、ジェスチャによる操作技術を導入する。研究代表者が開発した AR による直感的ジェスチャ操作技術を応用する。

3. 研究の方法

(1) 画像マーカによる AR 環境の構築とビデオ透過型 HMD の適用

AR 環境を簡単に実現する手法として専用のマーカとカメラを利用するものがある。プロトタイプとして AR マーカを利用した提案システムを構築する。標本の側に設置した AR マーカを見学者が情報端末のカメラで撮影する。システムが AR マーカを認識し、情報端末の画面上に医学標本についての情報が表示される。

プロトタイプシステムでは、AR マーカの設置と展示景観の問題が見出された。本学の医学標本館はスライス状の標本が多く展示されている。そのため、スライス状の標本の断面を画像マーカとして設定し、提案システムを改良する。見学者はマーカを意識せず、AR によって標本に関する情報を得ることができる。

AR を実現するために、情報端末を手で保持することは見学者にとって負担であった。そこで、情報提示装置にビデオ透過型 HMD を採用し、手で保持する負担を軽減させる。研究代表者が開発した直感的クリックインタフェース技術を追加し、AR によって提示された標本情報を直感的なジェスチャで操作することを可能にする。(図 1)

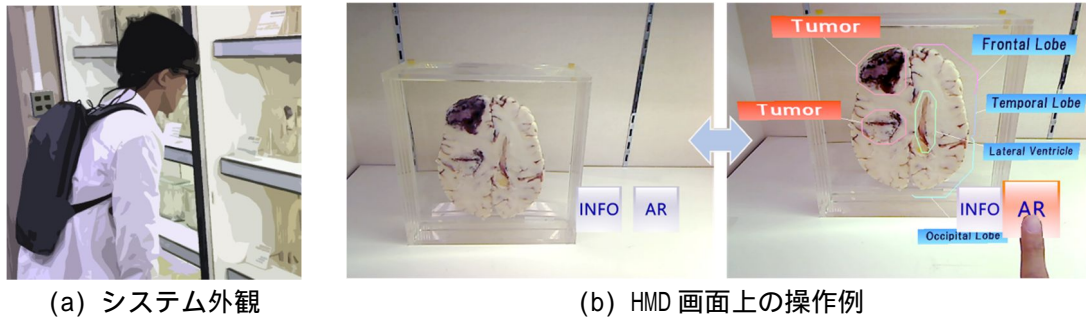


図 1: ビデオ透過型 HMD によるシステム概要

(2) 立体標本や大型標本への対応

立体形状の胎児標本では、見る方向で得られる画像特徴が変わり、大型の成人の上半身標本では 1 画像に収まらないために、それぞれ 1 つのマーカとしてシステムへ登録することが困難であった。

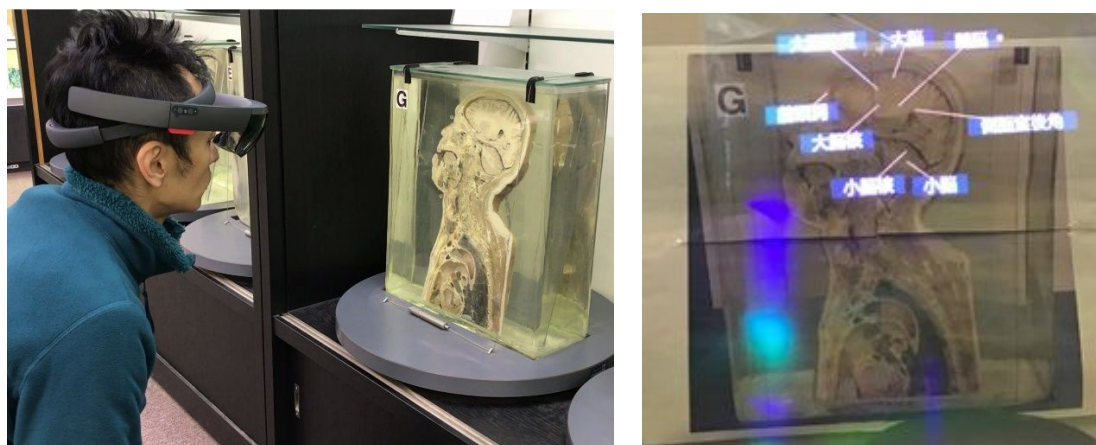
立体的な展示物に対して AR を応用しているシステムがあるが、3 次元特徴を登録する方法では、登録のためのデータ量と特徴抽出のための計算量が大きいため、装置が大掛かりになりがちである。そこで、立体形状の標本は一定の角度ごとに撮影した画像を登録するようにする。大型の標本についても、一定の範囲ごとに撮影した画像を登録するようにする。

(3) 光学透過型 HMD の適用とラベルの自動配置

タブレット端末やビデオ透過型 HMD を用いた場合における、標本を直接見ることができないことや利用時に見学者に負担を与えてしまうデメリットを減らすために、光学透過型 HMD として HoloLens[4] を採用し、手動でのラベル配置における手間を削減するために、最適なラベル配置の自動化を行う。(図 2) HoloLens は頭に装着して利用するため手に持つ必要がない。また、光学透過型方式のため、現実の風景に AR による仮想情報を重畳表示できる。そのため、使用時も見学者に負担を与えることなく、標本を直接見ながらの見学が可能となる。(図 2(a))

ラベルを最適な位置に配置する方法として、ラベル配置の最適化を実現する。ラベルの配置を最適化問題として解くことで、ラベルを最適な位置に配置することが可能である。(図 2(b))

本学医学部生 7 名に対して評価実験を実施する。実験手順は、ジェスチャ操作の練習を行った後、提案システムを利用して、1 分ほど自由に見学してもらう。その後、評価用のタスクを遂行してもらい、見学後に 5 段階のリッカート尺度によるアンケート調査に記入してもらう。



(a) HoloLens 使用時の外観 (b) 最適化によるラベル配置
図 2: 光学透過型 HMD によるシステム概要

4. 研究成果

(1) 画像マーカによる AR 環境の構築とビデオ透過型 HMD の適用

スライス状の標本の断面画像をマーカとして設定することで見学者は AR マーカを意識せず、情報端末のカメラを標本へ向けるだけで AR による情報を取得することが可能となった。ビデオ透過型 HMD をシステムへ適応することで、情報端末の保持による見学者への負担の軽減をすることができた。それぞれのシステムの評価として、標本を対象とした解剖テスト、アンケート調査を本学の医学部 1-2 年生 84 名に対して被験者実験を実施した。その結果、タブレット端末および HMD による AR 見学支援システムは有効であることが示された。(図 3)

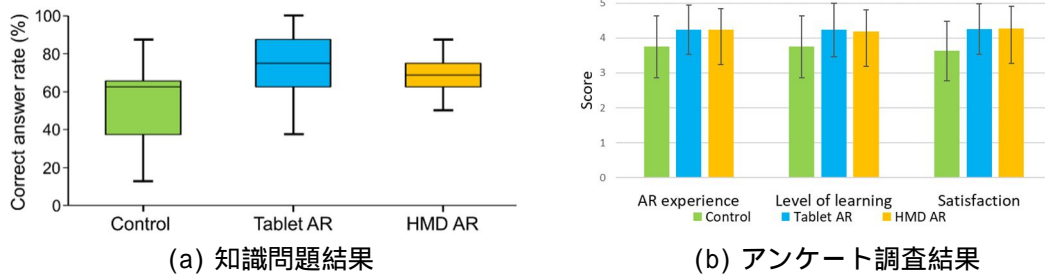


図 3: 被験者による評価結果

(2) 立体標本や大型標本への対応

立体標本である胎児標本と大型の上半身標本 2 体に対して複数マーカによるシステムを実装した。胎児標本に対しては、カメラの撮影方向に対応してマーカを設定し、見える部位の範囲に対応したラベルも設定した。上半身標本に対しては、全体が撮影される場合と拡大して一部が撮影される場合でマーカの登録を分けることで様々な角度からの見学に対応できるようにした。

複数マーカによるシステムによって、シームレスな AR 情報を提供できることが示された。

(3) 光学透過型 HMD の適用とラベルの自動配置

ラベルの自動配置を実装し、6 つの標本に対して 8 つのラベルを配置した。この自動配置では評価関数における重みを 0.2 に設定した。配置結果を図 4(a)に示す。対象の 6 つの標本に対する自動配置の処理時間は平均 3 分 32 秒であった。自動配置の結果から全ての標本に対して均等にラベルが配置されていることが分かった。

本学医学部生 7 名に対する評価実験を実施した結果を図 4(b)に示す。評価の平均はほとんど 4.0 以上であった。この結果より、最適化手法によるラベルの自動配置は見学者にとって分かりやすく、HoloLens を利用した際の標本や AR による仮想情報は有効であることが示された。

光学透過型 HMD を用いた見学支援の評価実験では、標本や AR による仮想情報は見やすいという評価が得られた。このことから医学標本館の見学において光学透過型 HMD の採用は有用であることが示された。また、ラベル配置の最適化において新たな評価関数の項を設定し、これにより見学者にとって分かりやすいラベル配置の自動化が達成できた。現状の最適化はラベルの形状や大きさなどを考慮していないため、それらを考慮した評価関数の設定が今後の課題である。

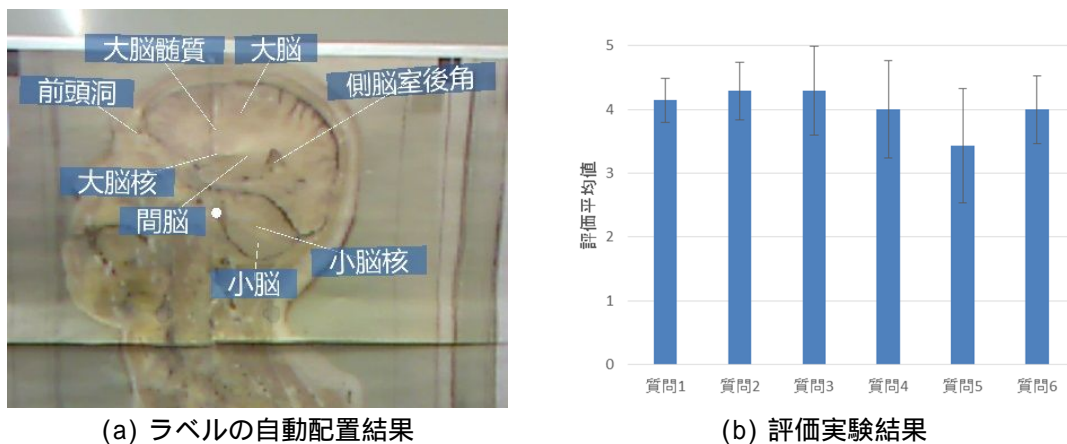


図 4: 光学透過型 HMD のラベルの自動配置と評価実験の結果

< 引用文献 >

- [1] “人体および人体標本を用いた医学・歯学の教育と研究における倫理的問題に関する提言”, 一般社団法人日本解剖学会, 2013.
- [2] Maki Kitabayashi, “Anecdotal Report for the Design of Museum Exhibits in the American Museums as a Learning Venue for Environmental Learning,” Humans and Nature, No.16, 2006.
- [3] C.H.Chien, C.H.Chen, T.S.Jeng, “An Interactive Augmented Reality System for Learning Anatomy Structure,” Proceeding of the International multiConference of Engineers and Computer Scientists, Vol.1, 2010.
- [4] Microsoft, HoloLens, <https://www.microsoft.com/hololens>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Atsushi Sugiura, Toshihiro Kitama, Masahiro Toyoura, Xiaoyang Mao	4. 巻 -
2. 論文標題 The Use of Augmented Reality Technology in Medical Specimen Museum Tours	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anatomical Sciences Education	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/ase.1822.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Atsushi Sugiura, Toshihiro Kitama, Masahiro Toyoura, Xiaoyang Mao
2. 発表標題 Augmented Reality based Support Systems for Visitors of Medical Specimen Museums.
3. 学会等名 IFAA 2019 (The 19th Congress of the International Federation of Associations of Anatomists) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Sugiura, Masahiro Toyoura, Xiaoyang Mao, Toshihiro Kitama
2. 発表標題 標本館見学による医学学習支援のための拡張現実感システム
3. 学会等名 第64回中部日本生理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Atsushi Sugiura, Hidemasa Morita, Toshihiro Kitama, Masahiro Toyoura, Xiaoyang Mao
2. 発表標題 Learning support system for medical specimen with augmented reality technology
3. 学会等名 第37回日本生体医工学会甲信越支部大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Atsushi Sugiura, Toshihiro Kitama, Masahiro Toyoura, Xiaoyang Mao	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 8
3. 書名 Teaching Anatomy	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----