透過型インタラクティブ MR システム「Cetus：ケートス」の開発と実証実験
Development and Demonstration Experiment of "Cetus", a Transparent Interactive MR System

星野 浩司† Koshi Hoshino　金 大雄‡ Daewoong Kim　中村 雅之†† Nakamura Masayuki　岩田知彦†† Iwata Tomohiko

1．はじめに

本研究は、水族館という水生生物を生きた資料として扱う科学系博物館を基盤とし、次世代の開示技術として期待される MR（Mixed Reality:複合現実）技術を基盤とした訴求力の高い教育システムを用いて、子供たちが積極的に学習できるエデュテインメント志向の体験型学習支援システムを設計・開発するものである。具体的には、近年、海外の先進企業が注力する MR 技術を用いて、水族館施設における水性生態の骨格標本を中心に、現物の展示では再現が不可能な様々な視覚情報や知識コンテンツを提供する。これにより、実物と透過比較しながら大きな視線の移動を伴うことなく鑑賞学習が可能となる。具体的には、画像解析による骨格標本へのマッチング技術を用いて携帯機器を使った実世界と海中生態の虚像世界を融合させる透過型インタラクティブ MR システム「Cetus：ケートス」を開発、実証実験するものである。本システムでは、iPad 等の携帯端末を用いて、海洋生態科学館に設置された大型のザトウクジラの骨格標本と生前の生態を再現した 3DCG 映像を MR 技術の応用として画像解析 AI によるマッチング技術を用いて、様々な角度から閲覧することが可能となる。さらに、タッチスクリーン機能により、鑑賞者が主体となって表皮内部の構造や各部位の位置確認、生態解説など骨格標本の展示解説を参照できる。ヘッドマウントディスプレイ形式の AR システムと異なり、複数の来館者が裸眼で MR 表示画面を同時に鑑賞でき、細部まで再現された高精細な 3DCG 虚像をオーバーラップ表示することで大きな視点の移動を伴うこと無く鑑賞することができ、体験型学習教材としてより具体的で訴求力の高い教育効果が望める。

2．本研究の背景と学術的「問い」

技術革新やグローバル化の進展と共に我々を取り巻く社会環境の変化は加速する一方であり、価値観や社会構造においても現在とは大きく変化していることが予想される。そのような中、将来に渡って子供たちに求められるのは、基礎的な知識や学習能力と、それらを資源に自ら物事の課題点を見つけ、解決策を考えることが出来る能力の育成にある。地域における知識情報の集積拠点である各社会教育施設は、多くの貴重な教育資源を持つことから、学校への教育支援として「博学連携」への取り組みが期待されている。ただし、従来の「博学連携」は主に博物館へ生徒が来館することを前提に考えられていることから、来館なしでは効果が生まれないという課題もある。現在、2020 年に向けて「アクティブラーニング」という新たな教育方法が検討されているが、この中では子供達の基礎的な知識や学習能力はもとより、教育指導の過程を経て子供達が「何ができるようになるのか」という目標設定が重視されている。将来において、このような新たな学習・指導方法や学びに対応した個々の生徒の知的好奇心に働きかける柔軟性ある教材や教育プログラムが求められている。これまで、筆者はミュージアムという知的情報の集積拠点における効果的な展示支援システムの研究を行ってきた。平成 24 年度～26 年度科学研究費の支援を受け、水族館の水槽に設置した透過型液晶ディスプレイを用いて「次世代型水族館学習支援システム"Glass Viewer"」の開発と実験を行った。この実験では、閲覧者それぞれが情報端末を持つのでなく、展示されている実物を見ながら、大きく視線を移動させること無く展示支援コンテンツを参照することを可能にした。ただし、本実験において、水槽内の奥行きを有する 3 次元空間において、平面で 2 次元的に表示される展示コンテンツのレイヤ表示だけでは立体的な生物のサイズ感や様々な部位の配置や名称を分かりやすく表示させる事は難しいという課題を残している。そこで、本研究では、これらの課題を解決するために画像認識 AI による立体的な骨格標本の部位やサイズの自動判別と解説の自動投影で閲覧者の鑑賞支援を行ない、3DCG 映像による MR 技術を用いることで視認性の問題を解消する。

3．関連研究と研究目的

近年、AR や MR 技術を博物館施設に持ち込んだ研究は盛んに行われており、博物館の骨格標本に肉付けする MR 研究や（近藤ほか,2009 年）、水族館向けのスマートフォン AR アプリを用いた実験が行われている（河尻ほか,2013 年）。本研究に関連するものとしては、道後（2017 年）が水族館において撮影した映像を用いて水槽内の魚を検出・追跡し、魚の解説をプロジェクション投影する研究を行っている。本研究では、これらの先行研究に対し、iPad のカメラによる撮像データを基礎とする画像解析を用いて骨格標本の向きやサイズを自動判定、マッチングし、標本の部位名称や生態情報をオーバーラップ表示させることで、視線の移動を伴うこと無くシームレスな鑑賞を実現する効果的な学習環境を構築するものである。さらに、館内で蓄積される知識情報や閲覧者のログデータを基礎とし、館外のサーバを用いてアンケート調査による効果的な教育コンテンツ構築の基礎データとする。
さらに、本研究を基礎研究として、AI 型ヘッドマウント・ホログラフィック・ディスプレイ（以下、HMHD）やクラウド型ネットワークシステムを用いて学びの視点の共有化を図る次世代型教育システムの開発を目指すものである。

†九州産業大学　芸術学部
‡九州大学　大学院　芸術工学研究院
††マリンワールド海の中道(海の中道海洋生態科学館)

図 4-1　骨格標本透過表示

図 5-1　来館者による実験風景

4．システム概要

4．1　開発、稼働環境

開発環境：Unity（開発言語：C#）　稼働 OS：iOS
仕様：iOS アプリ

4．2　教育コンテンツの内容

＜メイン画面 MR 3 DCG コンテンツ＞
骨格標本 MR コンテンツ表示（眼球・鼻・呼吸器系）
：骨格・目、鼻の位置を確認
メイン：表皮のオーバーラップ表示
すける：骨格標本透過表示（図 4-1）
目と鼻：目と鼻の位置を確認できるよう透過表示
※潮吹き、鳴き声の再生、胸びれ・尾びれの動き、クラゲの浮遊など水面下の水を表現

＜生態等 静止画・動画コンテンツ＞
いきる（生態）
└ 第１階層
・生態に関する情報を表示(静止画)
└ 第２階層
・諸元：生態データ
・生息範囲：2D 世界地図で生息範囲を解説
・外見の特徴：2D 輪郭、3DCG で外見の特徴を解説
・尾びれの形：3DCG で尾びれの特徴を解説
・体長：他の生態との比較
たべる（プランクトンの採取）：実写映像
もぐる（潜水時の動き）：実写映像
はねる（ブリーチング）：実写映像
ふ　く（噴気（潮吹き））：実写映像

5．実証実験

Apple iPad Air（第３世代）６台を用いて、マリンワールド海の中道１階骨格標本展示エリアにて、ザトウクジラの骨格標本を用いて小学３～４年生を中心に担当職員が声がけをしながら、実験にて開発した iOS アプリ「Cetus：ケートス（くじら座の名称）」による鑑賞実験を行った(図 5-1)。

実験期間：2020 年 9 月 13 日（日）～9 月 22 日（火）
実験時間：10 時～17 時の営業時間内で２～３時間/日
実験施設：マリンワールド海の中道
被験者数：110 名
男女数：男性 44 名、女性 64 名、無回答 2 名
年代別構成：10 代 29 名、20 代 21 名、30 代 29 名、
40 代 25 名、50 代 4 名、60 代 2 名
使用機器：iPad Air（第 3 世代）（6 台）、タブレット収納
キャビネットサンワサプライ CAI-CAB16W（1 台）
アンケート機能：Google フォームによるアンケート集計

6．まとめ

本研究は、ネット通信技術が発達した IOT 社会において、次世代の教育支援システムとして、近年注目される AR や MR 技術を用いた鑑賞支援システムを開発し、実証実験を行った。本システムでは、地方科学系博物館を基盤とし、画像解析による骨格標本へのマッチング技術や透過型液晶スクリーンを用いたヘッドマウントディスプレイなど閲覧機器の着用を伴わない実世界と海中生態の虚像世界を融合させる世界初の透過型インタラクティブ MR システム「Cetus：ケートス」を開発し、水族館施設（マリンワールド海の中道）にて公開実験を行った。
本実験では、水族館内にあるザトウクジラの骨格標本を画像解析によるデジタルスキャニングを行い、スキャニングしたデジタルデータを用いてザトウクジラの表皮を３DCG モデリングすることで閲覧時の解説用基本モデルとしている。３ DCG データが持つ特性として、テクスチャの透過や IK（ボーン）によるアニメーションが可能であり、ザトウクジラが海中にいるかのように周囲にプランクトンを浮遊させることで、MR 空間の海中世界を演出している。また、テクスチャの透過により、眼球や鼻が骨格上どの位置にあるのかを分かりやすく表示させている。
これまでの経験からミュージアムの展示企画者は携帯型の表示端末を敬遠する傾向にあり、これらは実物に目を向けず携帯端末にばかり興味を示す若年層の鑑賞行動に起因する。筆者は、そのような鑑賞行動を引きおこす要因として、携帯端末そのものに問題があるのではなく、携帯端末による鑑賞支援手法に改善すべき点があると考えている。
本実験では、iPad による鑑賞実験を行った後にアンケート調査を行っているが、実験に参加した被験者からは概ね好意的に受け入れられたことが集計結果から推察される。
今後は、IOT の特性である他者との通信を付加することで、鑑賞視点の共有による対話型の学習環境を構築し、より効果的な鑑賞支援システムを目指した開発・研究を進めたいと考える。さらに、2019 年より（本学術振興会）科学研究費助成事業の支援を受け（課題番号：20K12102 2020 年度基盤研究(C)「生き物の学びをつなぐ「AI アクアリウム」の開発」）、今回の開発と実証実験で得たデータを基礎として、AI 型 HMHD やアプリ形式のタブレットソフトと連携するクラウド型ネットワークシステムを用いて、ICT 技術により学びを活性化する新たな体験型学習支援システムや実践的学習プログラムを実現する“生き物の学びをつなぐ「AI アクアリウム」の開発”へ継続し、遠隔での鑑賞支援を実現するシステムの開発・研究を計画している。