

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 14 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500192

研究課題名(和文)メタバースにおける移動分析・行動分析・体験集約による体験学習支援

研究課題名(英文) Movement Analysis, Action Analysis, and Experience Summarization for Supporting Experimental Learning in Metaverse

研究代表者

THAWONMAS Ruck (THAWONMAS, Ruck)

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：50320122

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：ネット上の仮想三次元空間であるメタバースのセカンドライフ(Second Life, 以下SL)での体験学習を支援するための、「移動・行動分析」, 及び「体験集約」に関する研究成果が得られている。SLでの体験学習は、実世界での体験学習と同じように、仮想の博物館などの見学を通じて問題の解決や探究活動に主体的、創造的、共同的に取り組む態度を育てると期待できる。これらの研究成果は、体験学習支援に止まらず、SLのようなメタバース内での効果的な教育サービスの創出につながると期待できる。

研究成果の概要(英文)：Research findings cover two major topics for supporting experimental learning in the 3D virtual space, or metaverse, Second Life (henceforth, called SL), i.e., Topic 1 movement and action analysis and Topic 2 experience summary. Experimental learning in SL, as that in real world, can be expected to foster active, creative and corporative attitudes in problem solving and exploring through visiting places such as virtual museums. These findings, besides experimental learning, have also high potential for creation of effective educational services within metaverses like SL.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：メタバース 体験学習 移動分析 行動分析 体験集約

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、ネット上の仮想三次元空間で、現実世界に近いリアリティを持つ「メタバース」の中で最も普及しているのが Second Life (SL) である。SL 内には、スミソニアン博物館、ハーバード大学やカリフォルニア大学など、海外の多くの教育・研究機関が仮想の施設を設置している。教育・学習に関する新しい道具として SL に注目した研究、または SL 内の展示館でのユーザの移動振る舞いの分析及び展示物の説明文の自動生成に関する研究は出つつあるが、SL 内の仮想の施設での体験学習及びその支援に関する研究事例はない。

SL での体験学習は、実世界での体験学習と同じように、仮想の博物館などの見学を通じて問題の解決や探究活動に主体的、創造的、共同的に取り組む態度を育てると期待できる。更に、多くの人々が時間と空間の制約を受けることなくコンテンツを鑑賞・体験することを可能にすることから、理想的な学習環境であると言える。しかし、学習効果を高めるためには、実世界での体験学習と同様に以下の学習支援が必要である。

(1) 設置された展示物またはコンテンツへの学習者の関心の誘発

(2) 学習者同士のコミュニケーションや新たな知見の発見の促進

(3) 学習者の種類に応じた内容で構成されるコンテンツの提示

上記の各学習支援は、申請者がこれまで研究開発してきた「移動・行動分析」及び「体験集約」の研究成果を発展させることで実現できる。

2. 研究の目的

申請者が研究分担者として参加しており、平成 22 年度に開始した「メタバースを用いた日本文化に関する「状況学習」の支援環境に関する総合的研究」(基盤研究(B)、平成 22 年度~26 年度)では、SL 上の日本文化に関する総合的な学習環境を構築することを目的としている。基盤研究(B)での応募者の役割は体験学習ゲームを作成することである。

本研究(基盤研究(C))では、このゲーム空間や他の SL 空間などを訪問するユーザを対象にした、前記の「移動・行動分析」及び「体験集約」の手法を確立し、その有用性の評価する。

3. 研究の方法

「移動・行動分析」に関しては博物館のような複数のコンテンツが内在する空間を対象とした以下の手法を提案した。

(1) 移動または観覧状態の特定及び観覧展示物の推定に着目し、それぞれの

ための手法を提案した。前者では、速度、加速度、最も近い展示物との距離などを入力としたサポートベクターマシンを用いた。後者では、当該展示物の最適観察範囲との距離やユーザの移動方向と同展示物とのなす角などの情報から算出する。

(2) 訪問の履歴に対して特異値分解を適用した後、その特異値により類似する展示物を特定する手法を提案した。

(3) 本研究で使用される諸パラメータを最適化するため、従来の Differential Evolution で用いられている差分変異個体の生成アルゴリズムに滑降シンプレックス法による降下方向の概念を混ぜた、従来法における問題点を解決する手法を提案した。

「体験集約」に関しては本学が SL 内に所有しており、20 個の展示物を展示している仮想博物館(以降、R 博物館)での体験を対象に、その体験を漫画的な表現で集約するための以下の手法を提案した。

(4) 博物館での移動時間に基づいたコマの撮影時間(抽出時間)を決定する手法を提案した。

(5) 映画の撮影技法に則り、体験履歴から状況を分割し、その状況に適したカメラワークイディオムを用いて撮影を行う体験集約手法を提案した。

(6) 対話型遺伝的アルゴリズムを用いてユーザの好みに適したコマ割りの決定法を提案した。

4. 研究成果

3 章で述べた各方法に関する研究成果は以下の通りである。

(1) 表 1 より、R 博物館を対象とした、12 名の参加者からなる評価実験において従来法(括弧内の数字)と比較してすべての典型的な指標について提案手法のほうが優れていることが分かる。

表 1 R 博物館における状態特定及び観覧展示物推定の
評価結果

	Accuracy	MCC	Recall	Precision	F-measure
状態	80.4%	0.514	0.794	0.818	0.806
特定	(71.6%)	(0.426)	(0.715)	(0.692)	(0.703)
観覧展示物	83.2%	0.580	0.844	0.732	0.784
推定	(78.3%)	(0.547)	(0.706)	(0.774)	(0.738)

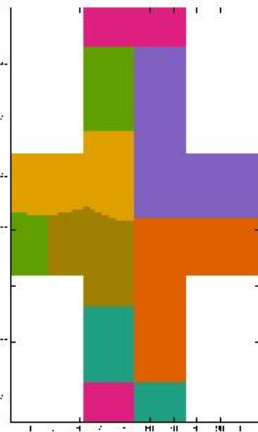


図 1 提案手法による R 博物館のセグメント化

- (2) 図 1 は提案手法によりセグメント化された, R 博物館の平面図を示す. 同じ色で彩色されたセグメントに観覧時間の観点で類似する展示物が展示してあることが確認された.
- (3) 表 2 は最適化問題において代表的なベンチマーク問題の 1 つである Rastrigin 関数の最適化に必要とした, 各手法の評価回数を示す. ここで提案手法は $N_{x_{max}} = N_D/2$ か N_D で, 従来法は $N_{x_{max}} = 0$ である. この表より提案手法の方が少ないすなわち収束が速いことが分かる.
- (4) 図 2 は提案手法によるコマ抽出の結果を示す. また, 26 人の参加者を対象としたアンケートの結果より提案手法のほうが定間隔でコマを撮影する従来法より優れていることが確認された.
- (5) 図 3 は提案手法によるカメラワークの結果を示す. また, 26 人の参加者を対象としたアンケートの結果より提案手法のほうが SL の標準カメラワークより優れていることが確認された.
- (6) 図 4 は提案手法によるコマ割りの結果を示す. また, 進化過程における評価値が増加することが確認された.

表 2 RASTRIGIN 関数の最適化に必要とした評価回数

	AVERAGE	MEDIAN	BEST	WORST
$N_{x_{max}} = N_D$	247376	246650	229600	287400
$N_{x_{max}} = N_D/2$	271315	272950	245800	293800
$N_{x_{max}} = 0$	285736	285100	264400	316300

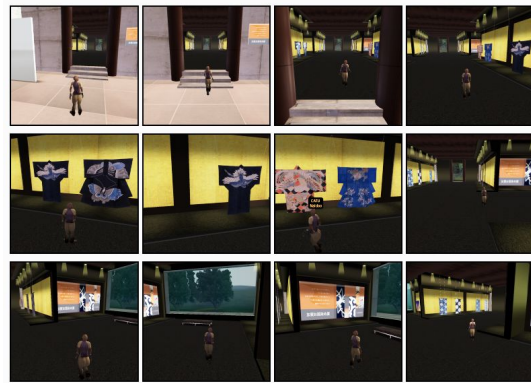


図 2 提案手法による R 博物館での体験に対する
コマ抽出の結果

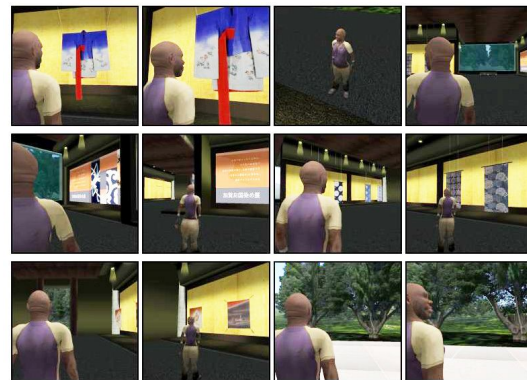


図 3 提案手法による R 博物館での体験に対する
カメラワークの結果



図 4 提案手法による R 博物館での体験に対する
コマ割りの結果

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計8件)

Ryohei Baba, Akira Fukumoto, and Ruck Thawonmas, "Frame Layout Determination with IGE for an Automatic Comic Generation System," Proc. of the 2nd IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2013), 査読: 有, Tokyo, Japan, pp. 185-186, Oct. 1-4, 2013.

Yuhei Ando, Ruck Thawonmas and Frank Rinaldo, "Inference of Viewed Exhibits in a Metaverse Museum," Proc. of the International Conference on Culture and Computing (Culture and Computing 2013), 査読: 有, Kyoto, Japan, pp. 218-219, Sep. 16-18, 2013.

芦田高志, ターウォンマツト・ラック, "局所的降下方向と差分変異個体の混合による Differential Evolution の改良," 電子情報通信学会論文誌 D, 査読: 有, vol. J96-D, no.3, pp.432-440, Mar. 2013.

Ruck Thawonmas and Kohei Kato, "Camera Control for Generating Comics from Virtual-Museum Visitors' Experiences," International Journal on Artificial Intelligence Tools, 査読: 有, vol. 21, no. 2, 1240008: doi 10.1142/S0218213012400088 (13 pages), 2012.

Yuhei Ando, Ruck Thawonmas, and Frank Rinaldo, "Level of Interest in Observed Exhibits in Metaverse Museums," Proc. of the Innovations in Information and Communication Science and Technology IICST 2012, Second Postgraduate Consortium International Workshop, 査読: 有, Tomsk, Russia, pp. 62-66, Sep. 10-13, 2012.

Ruck Thawonmas and Kohei Kato, "Camerawork for Comics Generated from Visitors' Experiences in a Virtual Museum," Lecture Notes in Computer Science, J. Anacleto et al. (Eds.), 査読: 有, vol. 6972, pp. 143-148, 2011.

Ruck Thawonmas and Akira Fukumoto, "Frame Extraction Based on Displacement Amount for Automatic Comic Generation from Metaverse Museum Visit Log," Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services, Smart Innovation, Systems and Technologies, 査読: 有, vol. 11, pp. 153-162, 2011. DOI: 10.1007/978-3-642-22158-3_16

Kingkarn Sookhanaphibarn, Ruck Thawonmas, and Frank Rinaldo,

"Eigenplaces for Segmenting Exhibition Space," Proc. of the 4th Annual Asian GAME-ON Conference on Simulation and AI in Computer Games (GAMEON ASIA 2012), 査読: 有, Kyoto, Japan, pp. 21-25, Feb. 24-25, 2012.

[学会発表](計6件)

安藤 優平, THAWONMAS Ruck, "博物館のコンテンツ推薦システムにおけるユーザ評価の自動化手法," 平成 25 年度情報処理学会関西支部 支部大会講演論文集 (CD-ROM), G-08, 2013 年 9 月 25 日.大阪大学(大阪府)

辻 健太, ターウォンマツト・ラック, "IGA を用いた漫画におけるカメラワークの進化," ゲーム学会第 11 回全国大会論文集, pp. 47-48, 2013 年 3 月 3 日.大阪電気通信大学(大阪府)

楠本 直輝, Ruck Thawonmas, "NEAT における種ランク付けを用いた Niching 手法," 情報処理学会第 75 回全国大会予稿集, 2S-4, pp. 343-344, 2013 年 3 月 6 日.東北大学(宮城県)

福本 亮, THAWONMAS Ruck, "自動漫画生成システムにおける GE を用いたコマ割り生成手法," 平成 24 年度情報処理学会関西支部 支部大会講演論文集(CD-ROM), G-09, 2012 年 9 月 21 日.大阪大学(大阪府)

植田大智, THAWONMAS Ruck, "3D オンラインゲームのプレイログによる自動漫画生成: インタラクティブ GE によるカメラワーク決定手法," 平成 24 年度情報処理学会関西支部 支部大会講演論文集 (CD-ROM), G-08, 2012 年 9 月 21 日.大阪大学(大阪府)

中村 亮太, THAWONMAS Ruck, "滞在時間と遷移確率による類似ユーザの判別と, 対象ユーザの移動先予測," 平成 23 年度情報処理学会関西支部 支部大会講演論文集(CD-ROM), C-15, 2 ページ, 2011 年 9 月 22 日.大阪大学(大阪府)

[図書](計6件)

玉井未知留・稲葉光行・細井浩一・Ruck Thawonmas・上村雅之・中村彰憲, "3D メタバースを用いた日本語・日本文化学習環境の構築," 「デジタル・ヒューマニティーズ研究と Web 技術(シリーズ日本文化デジタル・ヒューマニティーズ)」, 稲葉光行(編集), ナカニシヤ出版, pp. 109-126, 2012 年.

Kingkarn Sookhanaphibarn ・ Ruck Thawonmas ・稲葉光行, "仮想環境での鑑賞者の観覧行動に対する視覚的分析ツール: Second Life における仮想展示の事例研究," 「デジタル・ヒューマニティーズ研究と Web 技術(シリーズ日本文化デジタル・ヒューマニティーズ)」, 稲葉光

行(編集),ナカニシヤ出版,pp. 158-174, 2012年.

Michiru Tamai, Mitsuyuki Inaba, Koichi Hosoi, Ruck Thawonmas, Masayuki Uemura, and Akinori Nakamura, "Constructing Japanese Language/Culture Learning Environment Using 3D Metaverse," Digital Humanities Research and Web Technology (Series in Digital Humanities for Japanese Arts and Cultures), Mitsuyuki Inaba (ed.), Nakanisha Publisher, pp. 274-292, 2012.

Kingkarn Sookhanaphibarn, Ruck Thawonmas, and Mitsuyuki Inaba, "Visual Analytics Tool for Visitor Circulation in Virtual Environments: A Case Study from a Gallery in SecondLife," Digital Humanities Research and Web Technology (Series in Digital Humanities for Japanese Arts and Cultures), Mitsuyuki Inaba (ed.), Nakanisha Publisher, pp. 320-334, 2012.

THAWONMAS Ruck・首田大仁, "メタバース内の美術館への訪問ログからの訪問時間に基づいた漫画の自動生成," 「デジタル・アーカイブの新展開 (シリーズ日本文化デジタル・ヒューマニティーズ)」, 八村広三郎 (編集), 田中弘美 (編集), ナカニシヤ出版, pp. 135-149, 2012年. Ruck Thawonmas and Tomonori Shuda, "Automatic Comic Generation Based on Visiting Time from Metaverse-Museum Visiting Logs," New Developments in Digital Archives (Series in Digital Humanities for Japanese Arts and Cultures), Kosaburo Hachimura and Hiromi Tanaka (eds.), Nakanisha Publisher, pp. 310-323, 2012.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.ice.ci.ritsumeai.ac.jp/~ruck/paper.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
THAWONMAS Ruck (THAWONMAS Ruck)
立命館大学・情報理工学部・教授
研究者番号 : 50320122

(2) 研究分担者
()

研究者番号 :

(3) 連携研究者
()

研究者番号 :