

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330234

研究課題名(和文) 実世界における学習状況の理解に基づく「多様性を萌芽とした知識創造」の支援

研究課題名(英文) Support of "knowledge creation from diversity" by understanding real-world learning situation

研究代表者

岡田 昌也 (Okada, Masaya)

静岡大学・情報学部・講師

研究者番号：10418519

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：実際の社会で使える知識は、実世界の状況の中に埋め込まれており、多様な体験を通して、自律的に探索・発見されなければならない。学習者は、多様な状況に身を置いて多様な視点から問題を捉えて吟味することで新たな知識を獲得できることから、「多様性を萌芽とした知識創造」の支援が重要である。本研究は、実世界に内在する情報の構造を捉える技術、実世界の中での人の振る舞いを捉える技術を開発し、実世界における発見的学習の状況を外部から推定することに取り組んだ。その結果、実世界学習に対する実時間支援、非実時間支援において有効な行動特徴(3次元の注意配布状況など)を、抽出することに成功した。

研究成果の概要(英文)：The knowledge that can be used in a society is embedded in a real-world situation, and a learner should autonomously investigate and discover such real-world knowledge through diverse experiences. A learner can acquire new knowledge by being situated diverse situations and multidirectionally examining an issue. Thus, it is important to support "knowledge creation from diversity". This research developed technologies to grasp the structure of information existing in the world, to grasp behavior in the world, and to estimate the situation of discovery learning in the world. As a result of this research, we extracted characteristic behavior that is useful for real-time and non-real-time learning support, such as 3D distribution behavior of human attention.

研究分野：グループウェア

キーワード：グループウェア 教育工学 実世界学習 人工知能 状況推定

1. 研究開始当初の背景

実際の社会で使える知識は、教科書の中よりも、むしろ実世界の状況の中に埋め込まれている[lave91]。このような実世界知識は、多様な体験を通して、自律的に探索され、発見されなければならない。しかし、国内外における実世界学習の研究の多くは、GPS 受信器をもつ実世界学習者を、事前定義された教育シナリオにそって誘導し、決められた知識を一方的に与えるなどに留まっていた[Chu2010]。これは、学習の内容や方法をトップダウン的に定め、画一的な知識伝達を主眼にする従来の学校教育に近いアプローチであり、学習の多様性を柔軟に保証できない点が問題である。

一方、著者らは、これまでに、実世界での環境学習を例に研究する中で、学習の多様性の促進が、知識創造に寄与することを検討してきた[岡田 2012]。学習者は、多様な状況に身を置き、多様な視点から問題を捉えて吟味することで、新たな知識創造につながる。

重要課題は、実世界において自律的な知的活動を許容し、多様な学習のそれぞれに適應することによって、「画一的な知識伝達ではない、多様性を萌芽とした知識創造」を支援することである。

2. 研究の目的

背景で述べた課題を解決するためには、学習者が「実世界でいかなる状況に身を置き」、「どのような視点や興味で問題を捉え、吟味しているか」など、発見的学习の状況を推定し、適応的な支援の基礎情報として活用できる必要がある。そのためには、「実世界に埋められた情報の空間的分布特性を構造化する技術」、「実世界での行動、興味対象の情報を推定する技術」、「学習状況の理解を行う技術」が必要である。

本研究の目的は、多様性を萌芽とした知識創造を支援するために、実世界における発見的学习の状況を、センサ情報から推定できるようにし、また、実世界学習に対する実時間支援、非実時間支援において有効な行動特徴を、抽出することである。

3. 研究の方法

本研究の方法は、以下の通りである。

(1) 実世界に内在する情報の構造を捉える技術の開発

学習者が、知識活動の内容と過程を多面的に構造化記述するための知識外化手法を開発する。学習者起傾向を3次元位置情報をもとに縮約し、多角的に指標化することで、実世界学習の場に存在する情報の3次元分布特性を構造化する技術を開発する。

(2) 実世界の中での人の振る舞いを捉える技術の開発

低レベルの信号情報から身体状況を推定し、場における情報の分布特性をもとに解釈を積み上げることで、抽象度の高い知的状況を推定する技術を開発する。また、センサデータをもとにして、実世界情報へのアクセス状況を推定する技術を開発する。

(3) 学習状況を理解する技術の開発

実世界情報の構造と、情報アクセス行動を紐付けて、統合的に理解することで、学習状況を理解する技術の開発を行う。

4. 研究成果

(1) 実世界に内在する情報の構造を捉える研究(平成25年度)

平成25年度、実世界での状況把握、3次元行動、獲得知識に関してエビデンスデータを得る方法を開発し、実世界学習の場における情報分布の構造化技術を開発した。具体的には、本研究では、学習者の頭部・上体などの3次元挙動を加速度・角速度・高度センサなどで計測・記録する手法を開発した。また、知識獲得(新規に得た疑問、仮説、観察結果、発見など)の内容と過程を柔軟かつ多面的に構造化記述できる意味ネットワーク作成手法を開発した。そして、「発話・視界情報」と、「実世界でなされた学習の過程と内容」を、3次元位置情報をもとに縮約し、実世界における情報の3次元分布データを生成する技術を開発した。さらに、様々な学習者のデータを比較し、複数の指標(例えば、活動の活性度、知識獲得の困難さ)を生成し、各空間領域における情報を多角的に表現可能とする技術を開発した。例えば、「興味行動の共起関係が学習者間で少なく(学習者の個別性が高い)、かつ、活性度の高い学習活動がなされる場所」を検索し、「着眼点や感性の鋭い少数の学習者のみが価値を見い出せる、発見的知識の多い場所」を抽出するなどの技術である。

実世界学習の場における情報分布の構造化技術は、実世界における学習状況の理解に基づく「多様性を萌芽とした知識創造」の支援において、重要な基礎技術である。

(2) 実世界の中での人の振る舞いを捉える研究(平成26年度)

平成26年度は、平成25年度の成果(実世界学習の場における情報分布の構造化技術)を踏まえて、本研究をさらに推進し、身体状況、知的状況の推定技術の開発を行った。

具体的には、学習者の身体にウェアラブル

センサを身につけさせて取得したモーションデータに対して、パターン認識を行うことによって、学習者の身体状況および知的状況の時系列的生起を推定する技術を開発した。例えば、一定滞留行為（学習者が実世界で重要学習に取り組む際に特徴的に出現する身体動作）の最中において、その行為に伴われる頭部挙動・上体挙動を加速度・角速度センサなどで計測し、学習者の姿勢を自動で推定することで、学習者が「実世界に埋められた情報」に対してアクセス行動を行っているか否かを、推定する技術を開発した。また、低レベルの信号情報（センサデータ）から身体状況を推定し、さらに、これを、場における情報の3次元分布特性をもとに解釈を積み上げることで、抽象度の高い知的状況を推定するシステムのフレームワークを開発した。加えて、実世界における学習者の注意と彼らの学習状況の関連性に関して、マルチモーダルな視点から分析するための学習分析方法論について開発を行った。

これらは、実世界における発見的学習の状況を、センサ情報から推定し、多様性を萌芽とした知識創造を支援する技術の基盤となるものである。

平成 25 年度の研究は実世界に内在する情報の構造を捉えるものであり、平成 26 年度の研究は実世界の中での人の振る舞いを捉えるものであり、実世界状況の理解に対して相補的に機能する技術を開発した。

- (3) 実世界情報の構造と、情報アクセス行動を統合的に理解することで、学習状況を理解する研究(平成 27 年度)

平成 27 年度、実世界における学習の質と学習行動の関係性を明らかにするマルチモーダル分析手法を開発・実践し、状況考慮型の学習支援サービスを駆動する核となる知見の導出を行った。これは、平成 25 年度研究（実世界に内在する情報の構造を捉える研究）、平成 26 年度研究（実世界の中での人の振る舞いを捉える研究）を基盤として発展させた研究である。この研究で、実世界の空間を対象とした情報処理の質が、実世界に対する身体的相互作用、特に、3 次元の注意配布行動と関係することを示した。これは、実世界で身体と知的状況が協調すること、学習者の身体を通して外部に表出される行動から、学習者の内部の知的状況を読み解けること、を示す結果である。

この研究により、実世界学習を評価する際には、学習時における 3 次元の注意配布状況を捉えることで、彼らの学習の進み具合などを把握し、学習活動の状況が、抽象思考（生態系全体への考察など）へ発展する可能性があるか否かを捉える手がかりになることが分かった。この手がかりは、実世界学習に対する実時間支援（体験中におけるモバイル端末による支援など）、非実時間支援（事後に

おける固定端末による振り返りの支援など）の両方に有用で、学習者の状況を踏まえた支援サービスを駆動する知識エンジンの核として活用できる。すなわち、以上の研究で、「実世界における学習状況をセンサで計測・理解することによって、「多様性を萌芽とした知識創造」を支援することを可能とする」という、本研究の狙いを達成した。

なお、本研究の成果をまとめた原著論文（以下）は、情報処理学会より、「情報処理学会論文誌ジャーナル特選論文」（きわめて優れた研究成果があって、多くの人に読んでもらうことが推奨される論文）として表彰された。

【受賞論文】岡田 昌也, 多田 昌裕:「実世界における学習の質と注意配布行動に関するマルチモーダル分析手法の提案」, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 1, pp. 379-392, 1月, 2016. (査読あり)

参考文献

[lave91] Jean Lave and Etienne Wenger: *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press, Cambridge, 1991.

[Chu2010] Hui-Chun Chu et al.: A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computers & Education*, 55 (4), 1618--1627, December 2010.

[岡田 2012] 岡田昌也, 多田昌裕:「行動計測・知識外化技術による実世界学習の場の空間特性の抽出手法」, 情報処理学会論文誌, 53(4), 1433--1447, 4月 2012.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- (1) 岡田 昌也, 多田 昌裕:「実世界における学習の質と注意配布行動に関するマルチモーダル分析手法の提案」, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 1, pp. 379--392, 1月, 2016. (査読あり)

【情報処理学会論文誌ジャーナル特選論文・受賞】

- (2) Go Tanaka, Masaya Okada, and Hiroshi Mineno, "GPS-based Daily Context Recognition for Lifelog Generation Using Smartphone", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 6, No. 2, pp. 104--112, February 2015. (査読あり)
- (3) Masaya Okada, and Masahiro Tada: "Multi-perspective Indexing of Diverse Spatial Characteristics of an

Outdoor Field toward Redesigning of Real-world Learning”, Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, Vol. 23, No. 1, pp. 55--89, AACE, January 2014. (査読あり)

〔学会発表〕(計 4件)

- (1) Masaya Okada, Yasutaka Kuroki, and Masahiro Tada: “Multimodal Method to Understand Real-world Learning Driven by Internal Strategies”, Proceedings of EdMedia2016, AACE, Vancouver, Canada, June 2016 (査読あり) (accepted)
- (2) Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Analytics of Real-world Learning by Re-constructing Time-series Occurrence of Qualitatively Different Learning and 3D Human Attention”, Proceedings of E-Learn2014, pp.1476-1485, AACE, Louisiana, USA, October 29, 2014 (査読あり)
- (3) Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Formative Assessment Method of Real-world Learning by Integrating Heterogeneous Elements of Behavior, Knowledge, and the Environment”, Proceedings of The 4th International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK14), pp. 1--10, ACM, Indiana, USA, March 26, 2014 (査読あり)
- (4) Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Understanding Spatial Contexts of the Real World under Explicit or Tacit Roles of Location”, Proceedings of 25th Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction (OzCHI2013), pp. 345--354, ACM, Adelaide, Australia, November 28, 2013 (査読あり)

〔その他〕

ホームページ等

国立大学法人 静岡大学情報学部行動情報学
科 岡田昌也研究室

<http://lab.inf.shizuoka.ac.jp/m.okada/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡田 昌也 (OKADA, Masaya)

静岡大学・情報学部・講師

研究者番号：10418519

(2) 研究分担者

多田 昌裕 (TADA, Masahiro)

近畿大学・理工学部・講師

研究者番号：40418520