

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2019

課題番号：15K00479

研究課題名（和文）共同体験型自然観察会用学習支援システム

研究課題名（英文）Learning support system for group nature observation programs

研究代表者

綿抜 豊昭（Watanuki, Toyoaki）

筑波大学・図書館情報メディア系・教授

研究者番号：30211676

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、複数人が参加する体験型の自然観察会における内容と学習支援システムを統合したシステムを構築することである。また、参加者の単独および共同行動と、対象物との関係性を解析することである。複数人による多視点の捉え方を記述できる関係性のモデルを提案し、これまでは個人毎の対象物との関係として捉えていた内容を、多人数での共有認識内容も含めた行動について解析した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

複数人による多視点の捉え方を統合的に記述し、自然観察会への複数の参加者の行動パターンと観察対象物の関係を定量的に解析し、視点間の相違点や観察対象物の影響についての評価方法を確立した。多視点で捉える場合の記述モデルの確立と、参加者のグループ形成および行動が参加者間の関係によって変動する様子の解析方法を提案した。

研究成果の概要（英文）：This research aims the integration of nature exploration programs with multiple participants to the learning support system used in the exploration programs. We proposed a description model that enables representation of multiple viewpoints originated from multiple participants and relationships among them. Using this proposed model, we analyzed the activities as a group including shared cognitions among the participants, differing from conventional studies that investigated separately the individual activities.

研究分野：知識表現

キーワード：自然観察会

## 1. 研究開始当初の背景

近年、新しい形の図鑑が発行されており、発行部数も多い。例えば、小学館の図鑑 NEO シリーズは、2012 年 3 月の創刊 10 年で累計発行部数が 535 万部、また出版科学研究所によると、図鑑の推定発行部数は 2009 年の 80 万部から 2013 年の 149 万部、新刊点数も 181 点と、出版不況の中、発行部数が大きく増加している。中でも、子供向けの図鑑が発行部数を伸ばしており、これらの図鑑の特徴として、実物大を含む大きな写真や、子供向けのナレーションが付いた DVD の付録、さらには拡張現実感 (AR) の技術を利用した動画連動等が挙げられる。動画連動は、スマートフォンやタブレット型計算機のカメラ機能を利用して該当ページに記載された記号を読み取り、サーバ上の画像や動画データをダウンロードし表示するものである。子供は、これらの図鑑を繰り返し見て、動植物等の名前や特徴を覚えている、と報告されている。従って、これらの図鑑は学習コンテンツとして有用性が高いと考えられる。また、図鑑を見て興味を持ち、動物園や水族館へ行って実物を見る、ということもあるため、図鑑の有用性は否定できない。

しかし、図鑑の大きな問題点は、植物の匂いや虫の鳴き声、風が木の葉をゆらす音、動物の体温や心臓の鼓動、のように五感を使った体験を提供できないことである。例えば、子供が写真や動画でウサギを見ると「かわいい」と言うが、動物ふれあい広場などでウサギに触れると「あたたかい」と言う。本研究は、このように五感を使った体験と学習を実現するため、参加者 (学習者) がその場所へ行くことをうながし、その場所へ行くことで有効活用できる学習支援システムの確立を目的とする。

利用場所と内容の結び付きが強いシステムとして、iPad 向けの星座ガイドアプリケーション「星座表」(Escape Velocity 社) が挙げられる。このアプリケーションは、調べたい星が見える方向へ iPad を向けると、実際の星の画像に星の名前や星座を構成する星のつながり等の付加情報を表示する。一方、画像処理の研究の派生物である LeafSnap は、iPad 等で知りたい葉の写真の撮ると、葉の形状を自動認識し、その葉についての情報を表示するアプリケーションである。LeafSnap は、知りたい葉が手元にある時に有用であり、体験学習に用いる補助ツールと位置付けられる。ただし、LeafSnap を利用するには、調べたい葉を 1 枚、白紙の上に置いて写真を取ることが必要である。本研究で実施する自然観察会の場合、枝に付いた状態の葉や花、そして木の幹を這う昆虫等の写真を利用することになるため、計算機による自動認識は困難であると判断し、クラウドソースを利用して人手と計算機による両手法を統合して植物や昆虫を識別する。

自然観察会の参加者の行動を記録し、行動データから参加者の観察体験記録を生成するシステムは見当らない。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、体験型の自然観察会の内容と、使用する学習支援システムを統合したシステムを構築することである。なお、観察会終了後の学習支援のために、観察体験を生成するシステムを構築する。自然観察会の参加者の行動を記録し、行動データから参加者の観察体験記録を生成するシステムは見当らない。

また、本研究の成果として、自然観察会で実際の利用に耐える学習支援システム、体験全体を記録する自然観察会の実施方法、自然観察会での体験を振り返ることができる記録の生成と提示の方法、参加者の単独および共同行動と、対象物との関係性を解析する方法、が挙げられる。

(2) 本研究の意義としては、参加者が観察体験を振り返ることで、自身が興味を持つ事柄の認識または気づきが可能となり、その事柄についてさらに調べることのきっかけとなり得ること、参加者の行動と対象物の関係を解析することで観察体験で多くの人が興味を持った対象を客観的に把握でき、実施した自然観察会の客観的な評価方法を提供できること、観察指導員が参加者の行動を知

ることで、参加者の満足度がより高くなる観察内容を考える材料を提供できること、自然観察時の多人数のインタラクションについての行動データが得られ、今後の学習時や観察時の人の行動に関する研究の発展に貢献できること、が挙げられる。

本研究の特徴として、実験環境ではなく、実際の自然観察会で利用可能なライフログ装置を用いた学習支援システム、自然観察会に有用な学習支援システムに必要な機能を明らかにすること、画像と GPS データから複数人の共通体験を検出し、生成する方法を明らかにすることが挙げられる。

生成される体験記録は、参加者自身の観察学習記録であり、観察会終了後に記録内容を見ることで、自身が興味を持った動植物や場所がより明確になる。それらの事柄について、後日さらに調べ学習できるように、観察会の実施場所に存在する動植物に関する知識やデータと、外部の情報源へのリンクをシステムで提供することも可能である。

また、自身の観察体験を公開することで、他人との体験の共有もできる。そうすることで、自然観察会への参加意欲や興味を持った事柄についての学習意欲が増す可能性があり、学習支援として有効だと考えられる。

### 3. 研究の方法

以下の項目について研究を遂行した。

- (1) 参加者が身に付けるライフログ装置によって取得される画像データおよび位置 (GPS) データから観察対象の動植物を抽出する方法の開発
- (2) 画像データおよび位置データから参加者個人および共同の学習体験の記録を作成する方法の開発
- (3) 画像データおよび位置データから観察記録を生成する方法の開発
- (4) 観察対象の動植物に関する知識とデータの記述と提示

### 4. 研究成果

#### (1) 自然観察会

計測装置の選定、計測方法の検討、実施可能時間等の検討と検証のために、複数回のシミュレーションと予備的な自然観察会を実施し、機器の選定と自然観察会の実施方法を決定した。本研究では参加者の位置情報と観察対象が特に重要であるため、位置情報を検出するための GPS 装置と観察対象を抽出するために利用する動画記録装置の同期方法、位置と視線方向の検出方法についても考慮した。さらには、子供が参加することから実施時間や季節、行程と場所毎の時間配分についても検討した。また、季節によって観察できる内容が異なることから、次に記述している成果項目である定点観測の位置と内容を考慮した。これらの検討を経て、観察会の実施内容や時間配分、計画の具体的な内容を決定した。さらには、使用する位置情報計測装置と動画記録装置のバッテリー駆動時間と記録可能な時間を考慮し、動画の解像度および秒当りのフレーム数を決定した。なお、これら解像度およびフレーム数は、季節の変化によって開催地の動植物の多様性が変化すること、観察会を実施する日時の天候および現地の明度等の環境要因も変動する点についても考慮した。また、自然観察会実施場所に存在する動植物のラベル付けも実施した。ラベル付けには、対象とする動植物に関連する知識の収集も含まれる。

#### (2) 定点観測

実際に参加者が行動する自然観察会とは別に、自然観察会の実施場所についての状況の時系列変化を観測するために、定点観測を実施した。参加者が行動する自然観察会と同じ開催地で、同じ時間帯に同一経路を辿ることを複数回繰り返す、定点観測地点を 20 箇所設定した。これは、観察会

の開催地内の植物等の時系列変化を計測するためである。1週間に1回以上定点観測を実施し、画像データを蓄積した。また、自然観察会実施場所に存在する動植物のラベル付けも実施した。ラベル付けには、対象とする動植物に関連する知識の収集も含まれる。

### (3) 可視化システム

本研究の自然観察会には、複数人の参加者が同時に行動し、それぞれが位置および対象物計測装置を装着する。複数のGPS装置を使用した際の計測データから、参加者の位置関係の計算および移動状況の可視化、そして画像データと連動した可視化システムを構築した。参加者間の距離関係と観測対象物の可視化を実現することで、参加者の行動パターンや参加者間の行動の類似性、参加者間の相互作用関係の明確化が可能となる。

### (4) 観察対象物の記述モデル

観察対象物として、主に動植物が挙げられる。これらの記述には、従来の知識モデルは役立たず、新たに記述能力の高い記述モデルを考案し用いた。同一対象物であっても、季節等の時間的な要因、成長過程における状態の違い、さらにはどの側面から捉えるかといった視点の違いがあり、複数の記述観点から捉えられるため、記述モデルもそれに対応して複数の視点から記述可能なモデルを考案した。さらには、異なる視点間の関係性や相違点に基づく解析、複数視点の統合といった処理も必要になる。このような操作は、従来の記述モデルでは不可能である。本研究では、これらが可能なハイパーネットワークモデルを考案し、実際の記述とその解析を経て、提案モデルの有効性を検証した。

### (5) 参加者行動の解析

実際に実施した自然観察会における参加者行動の行動を解析した。解析には、観察会の実施で得られた位置情報や視点、参加者間の位置関係、同期行動の継続時間や対象物の観察、相互作用の形態を用いた。その際、参加者の位置関係の計算および移動状況の可視化、そして画像データと連動した可視化を行なった。このデータから、参加者とその保護者の行動パターンが解析できた。特に参加者同士が集まって行動するパターン、保護者と一緒に行動するパターン、保護者と離れているがゆるく一緒に行動するパターン等を検出し、これらの行動パターンと観察対象物の関係を解析した。中でも、同一場所にいても、同一対象物を観察する場合と、そのような観察対象の共有がない場合それぞれについて解析を実施した。

### (6) 自然観察会の記述モデル

自然観察会の参加者の行動パターンと関連し、複数の参加者が同一対象物を見る場合がある。そのような場合、複数の視点から捉えることと同等である。異なる視点で対象物を記述できるモデルを提案し、参加者の行動パターンと観察対象の関係を記述した。この記述には、参加者間の関係や対象物を捉える複数の視点が含まれる。また、参加者間の関係性や対象物を捉える視点は、観察会を通して不変ではなく、時系列で変化する。さらには、同一対象物の捉え方でも、観察者または参加者群の構成によっても変化する。従って、観察会は1つの視点に基づく記述では不十分となる。観察会のデータを用いて提案モデルの有効性の検証を実施した。

### (7) 自然観察会参加者の相互作用関係

GPSによる移動データとカメラから取得される動画データをどちらも複数の機器から取得したデータを統合する方法を考案し、実証実験を実施した。その結果、より詳細な参加者の行動の相互作用関係を抽出することが可能になった。同時に、より高精度のデータが取得できるようになった。

ことから、それに対応した機能を解析および可視化システムに組込んだ。参加者とその保護者の行動パターンの解析によって、複数の個人または少人数のグループが融合したり、融合する前とは異なる分裂の仕方でも複数のグループに分かれることが判った。これによって、参加者のネットワークは時系列で変化し、また、融合および分裂を扱える記述モデルの必要性が明らかになった。これまでに考案したハイパーネットワークモデルを用いたところ、このモデルは適切な記述能力を持つことが実証できた。さらには、保護者間のネットワーク構造や、時系列で変化する参加者と保護者の関係性の構造は、参加者全員のネットワークを多視点で捉えるだけでなく、その変動パターンを含めて記述する必要性を明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 T. Maeshiro	4. 巻 11
2. 論文標題 Framework based on relationship to describe non-hierarchical, boundaryless and multi-perspective phenomena	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 381-389
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.9746/jcmsi.11.381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Maeshiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Hypernetwork model to describe human-machine system of systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of APWConCSE 2018	6. 最初と最後の頁 7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Maeshiro, Y. Ozawa, M. Maeshiro	4. 巻 10905
2. 論文標題 A System Description Model to Integrate Multiple Facets with Quantitative Relationships Among Elements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Human Interface and the Management of Information: Supporting Learning, Decision-Making and Collaboration	6. 最初と最後の頁 531-540
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Maeshiro, Y. Ozawa, M. Maeshiro	4. 巻 10274
2. 論文標題 A System Description Model with Fuzzy Boundaries	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Human Interface and the Management of Information: Supporting Learning, Decision-Making and Collaboration	6. 最初と最後の頁 390-402
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Maeshiro, M. Maeshiro	4. 巻 9734
2. 論文標題 A System Description Model Without Hierarchical Structure	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 HIMI 2016	6. 最初と最後の頁 48-59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-40349-6 6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Maeshiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Human-machine model of decision makings for predictions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of APWConCSE 2019	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) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 T Maeshiro, M. Maeshiro
2. 発表標題 A system description model without hierarchical structure
3. 学会等名 HCI International 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔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
研究 分担 者	真栄城 哲也  (Maeshiro Tetsuya)  (30361356)	筑波大学・図書館情報メディア系・准教授   (12102)	