

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11451

研究課題名（和文）知識コンテンツ精練における会話戦略とゲーム化されたクラウドソーシングの活用

研究課題名（英文）Conversation Strategy in Knowledge Contents Refinement and Utilization of Gamified Crowdsourcing

研究代表者

桑原 和宏（Kuwabara, Kazuhiro）

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：10374092

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は高品質の知識ベースの構築手法を明らかにすることを目的に、クイズゲームの形式で多数のユーザから知識の獲得と検証を行う手法を中心に検討した。クイズゲームとしては、知識獲得を行う穴埋め形式のクイズと検証を行うYes-Noタイプのクイズを規定した。クイズゲームの出題順を制御することにより、多数のユーザが分散して持っている知識を効率よく獲得するとともに、並行して獲得した知識の検証が行えることをシミュレーション実験により確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

知的なシステムを実現する上では、高品質な知識ベースが欠かせない。機械学習技術の発展により、大量のデータから知識を自動的に獲得することが可能になっているものの、必ずしも質の高い知識が得られるとは限らない。高品質な知識とするには人間の能力を活用することが有望である。本研究では多数の人間の協力を得て効率よく知識を獲得・検証する手法を提案したところに学術的な意義がある。また、社会にとって有用な知的なシステムの構築に貢献できるという社会的な意義がある。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to identify a method for building a high-quality knowledge base. We focused on a method for acquiring and verifying knowledge from many users in the form of a quiz game. The types of quiz game we considered were a fill-in-the-blanks quiz for knowledge acquisition and a Yes-No quiz for verification. Simulation experiments confirmed that by controlling the order of questions in the quiz game, it is possible to efficiently acquire knowledge that is distributed among many users and to verify the acquired knowledge in parallel.

研究分野：情報学

キーワード：知識コンテンツ 会話戦略 クラウドソーシング ゲームフィケーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

高品質の知識ベースの構築は、知的なシステムを実現する上で重要な役割を果たす。機械学習の急速の発展により、大量のデータから知識を獲得することが実用的になっているものの、必ずしも質の高い知識ベースを構築できるとは限らない。知識ベースの内容(知識コンテンツ)に不足や不具合が発見された時には、知識コンテンツを精練する必要がある。そこでは、人間の能力を活用するヒューマンコンピュータシオンのアプローチも有望である。しかし、多数・多様なユーザ(ワーカー)を活用して知識コンテンツを精練する手法は明らかではない。ユーザとシステムとの対話をどのように設計すべきか、また、ユーザのインセンティブをいかに高めることができるか、それらの「問い」に対して本研究では取り組む。

2. 研究の目的

本研究は高品質の知識ベースを多くのユーザ(ワーカー)を活用して構築する手法を明らかにすることを目的とする。機械学習により大量のデータから知識を獲得することが可能になっているが、その品質を保証することは難しい。ここでは、ユーザに質問を提示し、その解答として情報を引き出すことで、知識コンテンツを精練することを目指す。そのために、ユーザとシステムとの対話において、効率よく情報を引き出すための質問を生成し、さらに生成された質問を適切な順序で提示する手法の確立を目指す。同時に、ユーザのインセンティブを保持するためにゲーミフィケーションの考え方を導入する。

3. 研究の方法

知識コンテンツの具体的な題材として、観光地を対象とした対話的推薦システムにおける知識コンテンツ、ならびに失語のある人に向けた単語想起支援システムにおける知識コンテンツを取り上げる。ここでは、(<主語>, <述語>, <目的語>)からなる三つ組(トリプル)として表現される知識を対象とする。

トリプルは、様々知識間の関係をグラフ構造で表現する知識グラフの基本単位である。題材とした観光地の情報の例では、「高知城」という観光地が、「歴史」に関係が深いことは、「(高知城, 「歴史」, 1)」などと表現できる(ここでは関係の深さの程度を数値で表すことを想定している)。また、単語想起支援システムは、喚語困難と呼ばれる言いたいことが言葉として表現できない症状に対して、知識ベースの知識をもとに一連の質問を提示し、その解答をもとに失語のある人が言おうとしている言葉を推測するものである。知識として例えば、「(りんご, 「色」, 「赤」)」があるとすれば、言いたいことを推測する際に「色は赤ですか?」などの質問を生成し、それに対する答えが「はい」であれば失語のある人が表現したい言葉が「りんご」である可能性があることがわかる。

また、多くのユーザ(ワーカー)が存在する場合の性質を調べるためにユーザのモデル化を行うとともにシミュレーション実験環境を準備し、様々な状況について実験できるようにする。

4. 研究成果

(1) 対話的推薦システムにおける知識の精練

観光地を対象とした対話型推薦システムにおける知識において、誤った推薦が行われるなど知識に問題があると推測される時に、対話的に知識の不具合の原因を推測する手法を提案した。対象とした対話型推薦システムは、ユーザに対し、ユーザの好みを尋ねる質問を出し、その解答から推測したユーザの好みと観光地に関する知識とを基にユーザの好みにあう観光地を推薦する。通常の推薦モードでは推薦する観光地の絞り込みが効率よく行えるようにユーザの好みを尋ねる質問の順番を制御し、観光地を推薦する。一方、推薦された観光地が適切でない場合には、知

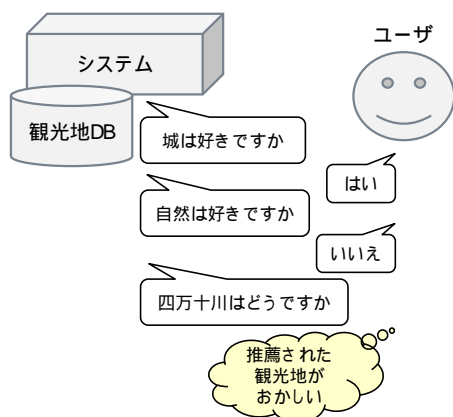


図1: 不具合の発見

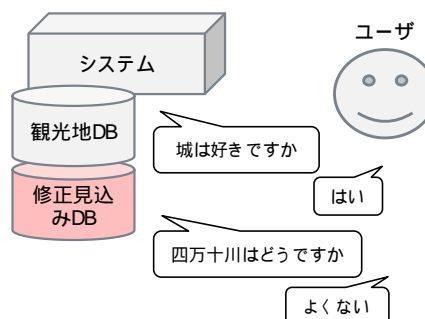


図2: 不具合の修正

識の不具合を探る修正モードに移行する(図1)。修正モードでは、それまでの質問応答の結果から、不具合の箇所を推測する。ここで、不具合としては特定の観光地(<主語>に対応)の<述語>に対する値(<目的語>)が適切でないことを想定した。推測された不具合の箇所から実際に不具合の原因を特定できるような質問を行う。この時、観光地データベースに対して不具合の場所を特定するために修正見込みデータベースを考え、これを用いて出す質問を制御する(図2)。表面上は通常の推薦モードと同様の対話を行うため、対象領域の知見さえあれば、知識の内部構成に詳しくないユーザであっても知識の修正に貢献が行えるところが特徴である。

(2) 獲得した知識の検証

ユーザから獲得した知識の正当性の検証をクイズゲームの形式で行う方式を提案した。ユーザから獲得した誤りを含む可能性がある知識を仮定し、ユーザに正当性を問う YES-NO タイプのクイズとして提示する。ユーザが必ずしも正答を返すとは限らないという仮定のもとで、多くのユーザが参加する場合のシミュレーションモデルを構築し、クイズの提示順の戦略と正当性検証の効率との関係性を調べた。

シミュレーションにおいては仮想的にユーザの正答率を設定し、(a)ランダムにクイズを出す戦略(random)、(b)クイズ出題の頻度が高いトリプルに関するクイズを優先的に出題する戦略(narrow)、(c)クイズ出題の頻度が低いトリプルに関するクイズを優先的に出題する戦略(wide)を実装し、ゲームのセッション数と検証されたトリプル数の変化を調べた。その結果、ランダムにクイズを出す場合に比べ、narrow の戦略を選択すると、セッション数の増加に伴い検証されるトリプル数が徐々に増加し、また、wide の戦略では最初は検証されるトリプルが少ないものの、特定のセッション数を超えると検証されるトリプル数が著しく増加することが確認された。さらにユーザの信頼度のパラメータを導入し、検証されたトリプルへの貢献度が高いユーザを信頼度の高いユーザと推定し、信頼度の高いユーザの検証結果に重みを加えることにより、トリプルの検証の効率を上げることも可能である。

また、ユーザのインセンティブを確保するためにユーザに対する報酬の与え方を検討した。ここでは、ユーザごとに過去のクイズの解答を記録しておき、結果的に検証されたクイズに対して貢献したユーザには報酬(ボーナスポイント)を与えることとした。そのため、ユーザに対する報酬はトリプルが検証された時点で計算されることになる。ユーザへの報酬の計算における透明性を確保するためにユーザの解答履歴を、ブロックチェーンを使って記録する方式を提案した。これにより、ユーザの解答履歴の改ざんを防ぐことができ、報酬の計算の透明性を高めることが期待できる。

チャットサービス上にプロトタイプシステムを構築し、実際のユーザが参加できる実験システムを構築した(図3)。シミュレーション実験用にはユーザの代わりに仮想ユーザとなるポットに切り替えられるようにしている。さらに実験的に構築したブロックチェーンとも接続できるようにした。

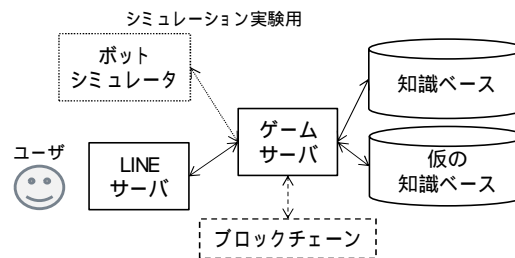


図3：実験システム

(3) クイズゲームを活用した知識の獲得

三つ組(トリプル)の形式で表現される知識を対象として穴埋め形式のクイズゲームを考案し、多くの分散したユーザが持っている知識を獲得できることを示した。ここでの実験では、システムには最初は特定の<主語>と<述語>のみを知っているものの対応する<目的語>は知らないという前提を置いた。仮想的な知識としてn個の<主語>とm個の<述語>とその組み合わせに対応した<目的語>のデータを仮想的な知識として想定した(図4)。仮想ユーザは

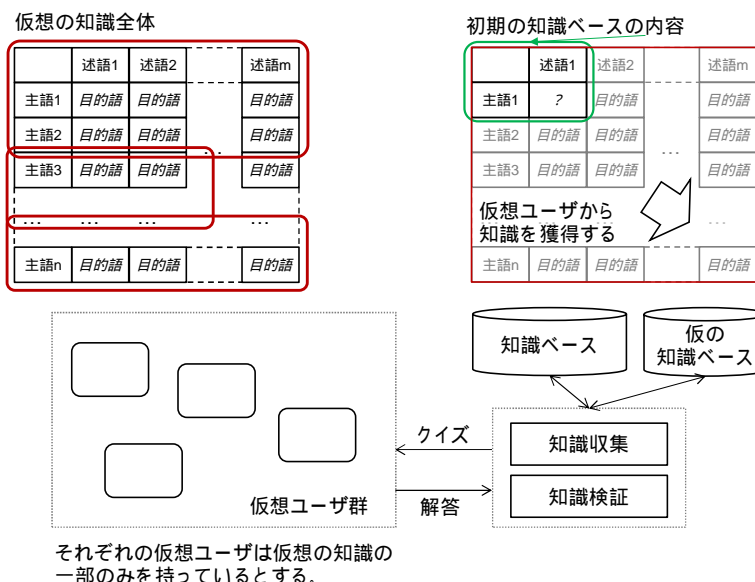


図4：分散した知識の獲得

その仮想的な知識全体の一部のみを持っているとする。仮想ユーザに対して穴埋め形式のクイズを提示し、その解答を得る。仮想ユーザは自分の持っていない知識について出題されたクイズに対しては、解答をスキップすることと仮定した。穴埋め形式として、トリプルの<主語>、<述語>、<目的語>のいずれかを埋めるクイズを作成した(図5)。種々のクイズのタイプを組み合わせることにより、ユーザが分散して持っている知識の全体を獲得できることを確認した。

さらに、各ユーザに対してクイズの優先度を計算する。すなわち、ユーザの解答履歴をもとに、ユーザが持っている知識を推測することにより、ユーザがそれぞれのクイズに解答可能か否かを推測し、解答可能性が高いクイズの優先度を上げるようにした。優先度の高いクイズを出題することで、ユーザが解答をスキップすることが減り、知識の獲得を効率よく行えることを示した。

(4) 知識の獲得と検証の並行動作

最後に知識獲得に用いる穴埋め形式のクイズと知識検証に用いる YES-NO タイプのクイズを混合して出題する方式を検討した。獲得された知識は、まず仮の知識ベースに格納され、仮の知識ベースに格納された知識の検証を通った知識が(正式な)知識ベースに格納される。穴埋め形式のクイズと YES-NO タイプのクイズの間の優先度を制御することにより、知識の獲得と検証のバランスを制御できることを示した。

目的語の追加

りんごの色は です。

主語と目的語の追加

の色は です。

述語と目的語の追加

りんごの は です。

図5：穴埋め形式のクイズの例

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Helun Bu and Kazuhiro Kuwabara	4. 巻 8
2. 論文標題 Validating Knowledge Contents with Blockchain-Assisted Gamified Crowdsourcing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Computer Science	6. 最初と最後の頁 471-491
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/S2196888821500202	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 -

1. 著者名 Yuichiro Ikemoto, Varit Asawetvutt, Kazuhiro Kuwabara and Hung-Hsuan Huang	4. 巻 3
2. 論文標題 Tuning a conversation strategy for interactive recommendations in a chatbot setting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Information and Telecommunication	6. 最初と最後の頁 180-195
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/24751839.2018.1544818	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7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Helun Bu and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 Task Selection Based on Worker Performance Prediction in Gamified Crowdsourcing
3. 学会等名 15th KES Conference on Agent and Multi-Agent Systems---Technologies and Applications (KES-AMSTA 2021)（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Helun Bu and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 Toward Crowdsourced Knowledge Graph Construction: Interleaving Collection and Verification of Triples
3. 学会等名 14th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2022)（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Didier Gohourou and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 Building a Domain-Specific Knowledge Graph for Business Networking Analysis
3. 学会等名 13th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dai Yodogawa and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 Co-exploring a Search Space in a Group Recommender System
3. 学会等名 11th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Dai Yodogawa and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 Reaching Agreement in an Interactive Group Recommender System
3. 学会等名 12th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Helun Bu and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 Toward Blockchain-Assisted Gamified Crowdsourcing for Knowledge Refinement
3. 学会等名 12th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichiro Ikemoto and Kazuhiro Kuwabara
2. 発表標題 On-the-spot Knowledge Refinement for an Interactive Recommender System
3. 学会等名 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関