

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12024

研究課題名（和文）一般化逆作用素を用いたビッグデータ向け知識創造サイクルモデル

研究課題名（英文）A method for Knowledge Creation and Knowledge Utilization by Generalized Inverse Operator for Big Data

研究代表者

北川 高嗣（KITAGAWA, TAKASHI）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：60153095

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000 円

研究成果の概要（和文）：知識創造サイクルモデルの構築及び検証については、これまで構築して来たディア関連系システムをベースに、知識創造サイクルモデルの構築を行なった。本研究では知識創造と知識利活用を互いに逆の演算とみなし、それら両方を備えることによって、知識の正当性の確認を可能とする。しかしながら、必ずしも知識創造演算が、適切に（すなわち逆演算が一意に定義できるという意味において）設定されるとは限らないため、制約条件、補助条件、確率的な演算を援用し、逆作用素を決定する必要がある場合も多い。これらについて、すでに3件の独創性のあるモデルを提案することに成功した。

研究成果の概要（英文）：We developed "A Method of Knowledge Creation and Knowledge Utilization" by Generalized Inverse Operator" for Big Data, We established a model by regarding the Knowledge creating Operator and the Knowledge Utilization Operator as the inverse operator mutually. The main problem is the creating the inverse operator is not well-posed and we cannot construct the inverse operator properly, We need some auxiliary conditions and probabilistic process to the problem. We succeeded to make the problem well-posed by combining the auxiliary constrained conditions, notion of generalized inverses and probabilistic conditions. We applied this method to 3 different class of problems and successfully implemented the method to the system.

研究分野：情報数理、メディア情報学、データ解析、数値解析学

キーワード：知識創造 一般化逆作用素 メディア情報学 情報数理 数値解析

1. 研究開始当初の背景

近年，コンピュータを用いた新たな価値創造の枠組みとして，ビッグデータの研究が盛んに行われている．ビッグデータ研究の持つ特徴は，現実の事象について，人間には気付かないような関係性を発見するところにある．すなわち，我々人間が仮説を立てて，その仮説にあうデータが取れるかどうかを検証するといったような方法ではなく，まずデータがあり，そこにある関係性をコンピュータに可能な限り探させるという方法を探る．

そうして見つかる関係性には物理学の法則のような常に成り立つようなものばかりではなく，ある限定された環境下でのみ成り立つような法則も多数含まれる．そのような関係性を，法則を発見する事を主目的とするのではなく，あくまで現実の問題を解決することを目的として，逐次検証，再構築していかなくてはならない．

2. 研究の目的

本研究の目的は，コンピュータを用いた新たな知識創造の枠組みである，知識創造サイクルモデルを提案し，計算可能なシステムとして構成する事である．本研究では知識創造と知識利活用を互いに逆の演算と見なし，それぞれ知識を抽出する作用素を順作用素，抽出した知識を現実作用させる作用素を一般化逆作用素と定義する．

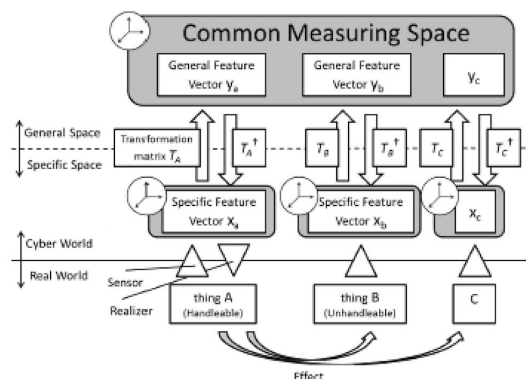
そしてそれら両方を備えることによって始めて知識の検証が可能となることを示し，また検証によって知識を再創造するサイクルを構成する方法を提案する．以上について理論的な体系を構築するため，具体的なビッグデータの事例にも取り組みながら，理論的な考察を行っていく．

3. 研究の方法

「知識創造サイクルモデルの構築及び検証」

については，これまで構築してきたメディア関連連携システムをベースに，本提案システムである知識創造サイクルモデルの構築を行った．本提案システムにおいては，ビッグデータ研究のコアとなる理論を提唱することを目指しているため，汎用的に用いられるよう，理論的検証を重点的に行う．

図1：知識創造と知識利活用サイクル．



本研究では知識創造と知識利活用を互いに逆の演算と見なし，それら両方を備えることによって知識の検証を可能とする．現在その理論の一部を示しており，これを補完する形で研究を進めていく．図1は，提案モデルである知識創造サイクルモデルを，実装可能なシステムとして構成した知識創造サイクルシステムの例となる．また，図2 は，提案モデルにおける知識創造と知識利活用の定義を示したものである．これらの例においては，知識の表現形式として，ある事象における特徴 (Specific feature) と，それをメタ表現した特徴 (General feature) との関係との相関行列に限定した場合を想定し，理論を構築している．

相関行列を用いて知識を表現するという事は，知識を線形な変換に限定しているという事になり，このままでは非線形な変換を意味するような知識を表現できていないが，ビッグデータ研究においてコンピュータを用いて発見する知識を，相関行列で表わされるものに特化した方が良い可能性などについても考察し

た。

図2：知識創造と知識利活用の定義

| 知識創造 | 知識利活用 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">・ 抽象化<ul style="list-style-type: none">- センシング(無限次元データ→有限次元データ)- 専門空間から汎用空間への写像・ 関係性の発見<ul style="list-style-type: none">- 計量用共通空間への写像と、ベクトル類似度の計量 | <ul style="list-style-type: none">・ 関係性の利用<ul style="list-style-type: none">- 目的に合わせて関係性を選択する・ 具体化<ul style="list-style-type: none">- 汎用空間から専門空間への写像- リアライゼーション(現実世界のパラメータへ変換) |

4. 研究成果

知識創造サイクルモデルの構築及び検証については、これまで構築してきたメディア間連携システムをベースに、本提案システムである知識創造サイクルモデルの構築を行った。本提案システムにおいては、ビッグデータ研究のコアとなる理論を提唱することを目指しているため、汎用的に用いられるよう、理論的検証を重点的に行った。

本研究では知識創造と知識利活用を互いに逆の演算と見なし、それら両方を備えることによって知識の検証を可能とする。実装可能なシステムとして構成した知識創造サイクルシステム、提案モデルにおける知識創造と知識利活用の定義を示し、これらの実績として、具体的な知識創造モデルの提案を以下により行った。“A Method of Knowledge Creation and Knowledge Utilization” by Generalized Inverse Operator”, Ryotaro Okada, Takafumi Nakanishi and Takashi Kitagawa, 2014 IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics, pp.253-258, 2014

また画像認識によるデータ群からの逆問題による、画像分類手法の構成を以下により行った。“The Method of Image Feature Selection for Integration of Image Classification by Bag-of-Keypoints”, Kyohei Matsumoto, Ryotaro Okada, Takafumi Nakanishi, Takashi Kitagawa, CSCI'15, The 2015 International Conference on Computational Science and

Computational Intelligence, December 7-9, 2015, Las Vegas, USA.

知識創造サイクルモデルの構築及び検証については、これまで構築してきたディア関連システムをベースに、知識創造サイクルモデルの構築を行なった。本研究では知識創造と知識利活用を互いに逆の演算とみなし、それら両方を備えることによって、知識の正当性の確認を可能とする。しかしながら、必ずしも知識創造演算が、適切に（すなわち逆演算が一意に定義できるという意味において）設定されとは限らないため、制約条件、補助条件、確率的な演算を援用し、逆作用素を決定する必要がある場合も多い。これらについて、すでに3件の独創性のあるモデルを提案することに成功した。

上記に述べた2つの手法に加え、画像認識の評価関数を最適化するように、Bag of Keypointsの手法を用いることで、従来手法を自在に組み合わせ、自動的に分類手法を構成するような試みを行っている。これは、データ群の特色に応じた分類手法を動的に構成するものであり、従来の手法ありきの方法論とは全く異なるものである。

具体的に知識創造に対応する作用素の構成を、実例として、音楽解釈モデルの逆作用素の構成を行うことに成功した。（「メディアコンテンツを対象とした統計的一般化逆作用素構成方式とその楽曲メディアコンテンツ生成への適用」情報処理学会論文誌、2016）また、オウンドメディアのユーザの滞留の状況から、どのようなコンテンツがより長くユーザを滞留させるに有効であるかを分析する手法の構成も行なった。（“Evaluation Indexes of Customer Journey for Contents of Owned Media”, Information Modeling and Knowledge Bases - EJC 2016）

これらの手法群は、データオリエントドサイエンスの萌芽となるものと考えられる。

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 6 件)

1. T. Nakanishi, A Discovery Method of Anteroposterior Correlation for Big Data Era, Software Engineering, In: Lee R. (eds) Studies in Computational Intelligence, Springer, Cham, Vol. 569, pp. 161-177, 2015, 査読有
2. 岡田 龍太郎, 中西 崇文, 本間 秀典, 北川 高嗣, "メディアコンテンツを対象とした統計的一般化逆作用素構成方式とその楽曲メディアコンテンツ生成への適用", 情報処理学会論文誌, 57(5), pp.1341-1354, 2016, 査読有
3. K. Matsumoto, R. Okada, T. Nakanishi, T. Kitagawa, "The Method of Image Feature Selection for Integration of Image Classification by Bag-of-Keypoints", 2015 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), IEEE, pp.589-594, 2015, 査読有
4. K. Matsumoto, T. Nakanishi, T. Kitagawa, "Evaluation Indexes of Customer Journey for Contents of Owned Media", In Proceedings of the 26th International Conference on Information Modelling and Knowledge Bases - EJC 2016, Tampere, Finland, pp. 395-402, June 6-10, 2016, 査読有
5. T. Nakanishi, R. Okada, T. Kitagawa, "Automatic Media Content Creation System According to an Impression by

Recognition-Creation Operators", In proceedings of 15th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2016), pp.175-180, 2016, 査読有

6. T. Nakanishi, R. Okada, Y. Tanaka, Y. Ogasawara, K. Ohashi, "A Topic Extraction Method on the Flow of Conversation in Meetings", 2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), IEEE, pp.351-356, 2017, 査読有

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔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

6. 研究組織
(1)研究代表者 北川 高嗣
(KITAGAWA Takashi)
筑波大学・システム情報系・教授
研究者番号: 60153095
(2)研究分担者

(3 連携研究者 清木 康 (KIYOKI Yasushi)

慶應義塾大学・環境情報学部・教授

研究者番号：10169956

連携研究者 櫻井鉄也 (Tetsuya Sakurai)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：60187086

連携研究者 中西崇文 (NAKANISHI Takafumi)

国際大学，GLOCOM，准教授

研究者番号：80435784