

第7班

『インターネット・エコミュージアムのためのデータマイニングとユーザインタフェース等の基盤技術に関する研究』

(1) 共同研究員名

研究代表者：木下宏揚

共同研究員：佐野賢治 能登正人 森住哲也 宮田純子

研究協力者：小松大介

(2) 研究目的

本共同研究は、第二期共同研究計画における非文字資料の検索、流通等に関する成果を踏まえて、インターネット・エコミュージアムや只見町に開設予定の民族博物館において必要なデータマイニングやデータの入力や検索に適したユーザインタフェースなどの基盤技術を開発することを目的とする。

第二期共同研究計画における非文字資料の検索、流通等に関する成果を踏まえて、インターネット・エコミュージアムや只見町に開設予定の民俗博物館において必要なデータマイニングやデータの入力や検索に適したユーザインタフェースなどの基盤技術を開発することを目的とする。具体的な事業内容は以下の項目から成る。

- (1) オントロジーを用いたデータマイニングの実際の資料に対する応用
- (2) 資料のデータベースをクラウド化する際の個人情報保護と著作権管理
- (3) 資料の整理とデータ入力や流通を円滑に行うためのゲーム理論や、群知能などに基づく価値交換モデルの構築
- (4) 資料を直感的に取り扱うことを可能とする、群知能を用いた操作のコンテキストに基づくユーザインタフェースの構築

(3) 活動経過（目的達成のための方法、各年度の研究・調査経過、成果の公開状況等）

2014年度研究経過

(1) 民具データベースのRDF化とオントロジーを導入した情報検索システム

近年研究や教育に役立てることを目的として、収蔵資料をデータベース化してウェブ上で公開する博物館が増加している。しかしこの博物館資料のデータベースが関係データベースに代表される従来の技術で実現される場合、資料の分類の変更や資料について熟知していない者の利用に十分に対応することはできない。また現状では博物館によって資料の整理の仕方が異なるため、複数の博物館のデータベースの情報を統合したり横断的に検索したりすることは極めて困難である。以上の

問題を改善する試みとして、本研究では福島県只見町の民具データベースを対象にオントロジーを導入した情報検索システムを提案した。提案システムではデータベースはRDF化され、その上でデータの意味を扱うのに必要となる語彙と知識がOWLによってオントロジーに記述されている。こうすることでデータベースに記載された資料に関するメタデータをコンピュータが理解できるようになるため、意味検索や他のデータベースとの相互運用の簡易化が可能になった。

(2) 個人情報保護のためのハイブリッドハニーポットと著作権管理のための電子透かし

情報技術の進歩は、深刻化が進んでいる様々なセキュリティ問題と連携してきており、様々なタイプのセキュリティシステムが絶えず進化してきている。例えば、侵入検知システム（IDS）はネットワーク内の攻撃を検知をし、ハニーポットは不法侵入を観察するのに効果的な方法である。我々はこれらのシステムを用いることで、ネットワーク内の統計的な情報と、ハッカーのハッキング技術を得ることができ、システムを強化することができる。本研究ではハニーポットとIDSとファイアウォールの技術的詳細を論じ、それらを動的に連携する手法を提案した。電子透かしでは、透かし情報を埋め込む際の手順を知る者にとっては、埋め込まれた情報を読み取り、改ざんすることができる。そのため、容易に透かし情報を読み取り、改ざんをできなくする必要がある。本研究では、二回ウェブレット変換を行い中間領域へスペクトル拡散を用いて埋め込むことでより高い秘匿性を持ち、画像劣化が少なくかつ耐久性を持った電子透かしを提案した。

(3) 破産ゲームを用いた価値交換システム

コミュニティ内での価値の交換システムを提案した。研究室を例にし全体提携することによってより良い配分になるような結果を求めた。使用するゲーム理論によって配分の結果が異なり、モデルに合わせて使用することにより応用できると考えられる。また先行研究と比べ、解が一つになるため極端な答えが出ることはない。今後の課題としてはプレイヤーの人数を増やして価値の交換を行う。また価値の交換範囲を研究室だけでなくもっと大きい範囲に拡大する。これにより能力の異なる研究者のグループに対して指導的立場の研究者がどのくらいのエフォートを割けば最もメンバーの満足度が高まるかが分かる。

(4) 相互類似による引力と斥力を表現した群知能を用いた情報リソースの管理

データの分野やジャンルなどの類似度に応じてファイルを集めることで、多くのファイルを一目で把握可能とするファイルシステムを提案した。この提案システムでは、ファイルは自己組織化された集合値と見なした群知能を用いることで、効率的にファイルを集めることを可能とする。さらに、古い情報をデジタル化した民具データを用いて提案システムによるシミュレーションをすることで、有効性を示した。

2015年度研究経過

(1) デジタルアーカイブ作成を前提とした民具データベースの構築

近年では資料情報のデジタル化が進みインターネット上で資料を検索し、参照可能な施設も増えつつある。しかし、国内でのデジタル化される資料情報についての保存方針は未整備であり統一されていない。そのため、情報を共有するにあたって互換性の確保は大きな課題である。加えて、博物館の資料は多様であり、デジタル化においては各博物館によって、あるいは資料群によって異なる

る規格で作成している。特に民俗学の分野では、研究者によって資料の分類方法は一樣ではない。また、名称に方言を含むことが多く、類義語から記載のずれが生じやすいという問題がある。本研究では、民俗資料特有の情報の維持と資料情報の互換性の確保を目的とし、民俗資料の一例として福島県南会津郡只見町に伝わる民具を対象とする。民具の持つ重要な要素に注目し、民具情報構造化モデルを提案した。また、民具のデータベース化を行うとともに、民具の検索システムについても検討を行った。

(2) 資料のデータベースの個人情報保護と著作権保護

近年、企業や個人が扱う情報は増加しており、その情報が漏えいする可能性も増加している。日本では2016年から「マイナンバー制度」が開始され、さらなる情報漏えいが懸念される。マイナンバー制度では情報が紐付けされているため、一つの情報から多くの情報が流出してしまう恐れがある。そこで、ハイパーグラフによる推論経路分析にロールベースアクセス制御モデルの「役割」という主体を制約条件として付加することで、分析の精度向上ができると考え、ハイパーグラフによる推論経路分析を、主体と客体の両面から評価するセキュリティモデルを提案した。著作権保護でデジタルコンテンツに電子透かしが用いられる。そして、デジタルコンテンツの劣化が少ない電子透かしの様々な研究が行われている。しかし、埋め込み対象として画像全体や全ての輪郭に埋め込んでいる物が多い。その結果、劣化を引き起こしている。本研究では、一部分に埋め込んで劣化を抑えたいと考え、離散コサイン変換とハフ変換を用いて、周波数領域に埋め込む方法を提案した。

(3) 資料の作成や流通のための価値交換システム

近年、ビットコインの原理が発表されて以来、ビットコインを利用する取引の増加も続いている。このような状況の中では、ビットコインの匿名性による犯罪が深刻化している。現在、取引を可視化するため、ビットコインの上位レイヤーのカラードコインに関する研究が進行中である。本研究は、カラードコインとアントコロニー最適手法（ACO）を用いて、購買者の商品購買行動を分析し商品に対する市場の好みを推測して商品の購入する順番を推薦するシステムを提案した。本システムは、カラードフェロモンという利用者の属性に相当するものを使い、属性が対応させた商品の購入順を無色フェロモンのACOによる最短経路問題に還元する。これにより、利用者は効率のいい買い物ができると思う。

(4) ユーザインタフェース

近年、個人で複数のデバイスを所持する人が増えてきており、それに伴い管理するファイルの量が増大している。そのため管理の手間が増し、扱いにくくなっている。ファイルの多次元の空間的な管理は、システム上要素が多いためPCは管理しやすいが、人間が把握するのは困難である。そこでPCの階層構造でのファイル管理を前提とし、それに対してファイルが使用される振る舞いを組み合わせる。本稿では、振る舞いをFA（Firefly Algorithm）を用いて評価し、ファイルの配置の最適化がなされる動的なファイルマネージャを提案した。

2016 年度研究経過

(1) ブロックチェーンを応用した個人情報保護

ブロックチェーンはビットコインの主要な要素技術であり、信頼できる第三者を仮定しないで、順序関係に意味のある事象の系列を保証し、改ざんを防止する技術である。情報漏えい検出法における推論規則の発火条件をブロックチェーンによるログシステムを応用して管理する手法を提案した。これにより重要度の異なる研究資料や個人情報を入手する際の優先順序を示唆することが可能となる。

(2) 電子透かしを用いたペーパーウォレット

ビットコインアドレスとビットコインウォレットの秘密鍵を記録した物理的なペーパーウォレットを電子透かしを用いて構成する方法を提案した。これにより、研究者間のブロックチェーンベースの価値交換のセキュリティの向上が可能となる。

(3) ゲーム理論を用いた地域活性化システム

地域の活性化のためにプロジェクトを企画した場合、コストの負担に積極的なグループと消極的なグループが存在する。各グループ間の戦略を提携ゲームで、グループ内の提携を非定型ゲームでモデル化しプロジェクトが成功した場合と失敗した場合に対して、それぞれ最適なモデルとして浄化ゲームと破産ゲームを適用することで最適な利益配分を決定する手法を提案した。

(4) ブロックチェーンの DRM への応用と問題点の検討

ブロックチェーンの DRM の応用が提案されているが、所有権の移転を表現可能なスマートプロパティを適用したとしても不正コピーを防止するためには従来の DRM のフレームワークを用いなければならない。そこでブロックチェーンを契約の表現に適用したスマートコントラクトと従来のコピー防止技術を組み合わせることにより、信頼できる第三者を必要としない DRM の手法を提案した。

(4) 研究成果（成果物、獲得された知見、収集資料の解題等）

主な学会発表

1. Rie Jimbo, Sumiko Miyata, Kazumitsu Matsuzawa, Hirotsugu Kinoshita, "RDFization of Database for Folk Implements and Ontology-assisted Information Retrieval System," IEEE ICCE 2015 Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW), 2015 IEEE International Conference on Year: 2015, pp. 490-491, DOI: 10.1109/ICCE-TW.2015.7217015
2. Toshihide Hanyu, Sumiko Miyata, Tetsuya Morizumi, Hirotsugu Kinoshita, Development of the folk implements database for the digital archive, "IEEE ICCE 2015 Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW), 2015 IEEE International Conference on Year: 2015, pp. 484-485, DOI: 10.1109/ICCE-TW.2015.72170116. 主な業績 40
3. Sumiko Miyata, Kazuhiro Suzuki, Tetsuya Morizumi and Hirotsugu Kinoshita, "Access control model for the My Number national identification program in Japan," In Proc. of IEEE COMPSAC 2014, pp. 152-157, Jul. 2014.

4. 木下宏揚、“仮想通貨 Bitcoin を支える技術”、KDDI 総研 Nextcom Vol. 26 2016 Summer, pp. 24-33, Jun. 2016.
5. 羽生敏英、宮田純子、森住哲也、木下宏揚、“デジタルアーカイブ作成を前提とした民具データベースの構築”、信学技報、vol. 114, no. 494, SITE2014-77, pp. 215-220, 2015 年 3 月。
6. 小泉駿、宮田純子、森住哲也、木下宏揚、“ACO を用いた検索過程および検索履歴を考慮した検索手法”、信学技報、vol. 114, no. 494, SITE2014-78, pp. 221-226, 2015 年 3 月。
7. 石田克憲、小泉駿、宮田純子、森住哲也、木下宏揚、“相互類似による引力と斥力を表現した群知能を用いた情報リソースの管理”、信学技報、vol. 114, no. 494, SITE2014-80, pp. 233-238, 2015 年 3 月。神保理恵、宮田純子、木下宏揚、松澤和光、“自然言語処理におけるオントロジ応用についての考察”、人工知能学会第 47 回ことば工学研究会 SIG-LSE-B402, pp. 13-19, 2014 年 12 月。
8. 羽生敏英、宮田純子、森住哲也、木下宏揚、“Ontology を用いた非文字資料の検索”、信学技報、vol. 114, no. 25, SITE2014-4, pp. 53-58, 2014 年 5 月。

(5) 今後の課題と展望（自己点検・評価）

第三期共同研究では、インターネット・エコミュージアムや只見町に開設予定の民俗博物館において必要なデータマイニングやデータの入力や検索に適したユーザインタフェースなどの基盤技術を開発することが目的であった。

オントロジーを用いたデータマイニングの実際の資料に対する応用については、基盤技術の開発は当初の目標をほぼ達成している。実際の只見民具カードのデータでの運用は、関係データベースで表現されている部分について RDF で表現した XML データベースへの変換が必須であるが、試験的に一部の変換でのみ評価を行っているため、全てのデータについて変換を行うことが、残された課題となる。また、只見民具カードに記載されている非定形の情報は関係データベース化されていないため、これをどのようにデータベース化していくかも重要な課題となる。資料のデータベースをクラウド化する際の個人情報保護と著作権管理については、情報漏えいを検出するカバートチャンネルのモデルや著作権管理のための電子透かし、自律的な著作権管理を実現するエージェントベースの情報カプセルなど基盤技術の開発は目標を達成しているが、実用に耐える実装が残された課題である。また、個人情報保護や著作権管理へのブロックチェーンの適用などが今後の課題となる。資料の整理とデータ入力や流通を円滑に行うためのゲーム理論や群知能などに基づく価値交換モデルの構築については、ゲーム理論に基づく手法は基本的ないくつかのモデルを提案できたが、実際の研究者のコミュニティにおいてどのモデルが最適か検討が必要となる。また、これを実用に供するように実装することも今後の課題となる。群知能に基づく手法については、構想にとどまり十分に検討することができなかった。資料を直観的に取り扱うことを可能とする、群知能を用いた操作のコンテキストに基づくユーザインタフェースの構築については、いくつか理論的な検討を行い基礎的なフレームワークを構築し、初歩的なシミュレーションや実装を行ったが、実用システムを構築して評価実験などを行うことが今後の課題である。