

令和 3 年 6 月 13 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00261

研究課題名(和文) 高い視認性を有する総合的な視覚化プラットフォームの開発

研究課題名(英文) Development of a comprehensive visualization platform with high visibility

研究代表者

松山 克胤 (Matsuyama, Katsutsugu)

岩手大学・理工学部・准教授

研究者番号：80404804

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)：オブジェクトの概観や特徴を理解しやすいように描き出す視覚化システムの実現を目指し、オブジェクトの種類に応じてその特徴を考慮したシステム設計と開発を行なった。これまでに、2次元レイヤーオブジェクト、3次元形状オブジェクト、2次元画像オブジェクト、および、テキストや数値データを対象とした研究を行い、オブジェクトの再配置を行う技術、視認性を考慮した情報表示(レンダリング)技術、および、レンダリングを効果的に行うためのユーザインタフェース技術の開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オブジェクトの概観や特徴を理解しやすいように描き出す情報視覚化技術により、オブジェクト同士の関係性を把握しやすいように表示したり、シーンの概観や特徴を理解しやすいように描き出したりすることが可能となる。複雑なデータを対話的操作によって理解・分析する、データ間の新しい相関を発見する、オブジェクト間の類似性・相違性などの知見を得る、経験的な知識を定量的に確認する、ユーザの意思決定を支援するなどの応用が考えられる。

研究成果の概要(英文)：In order to realize a visualization system that depicts the overview and characteristics of objects in a way that is easy to comprehend, we have designed and developed a system that takes into account the characteristics of each type of object. We have conducted research on 2D layered objects, 3D shape objects, 2D image objects, and text objects, and developed techniques for relocating objects, information display (rendering) techniques that take visibility into consideration, and user interface techniques for effective rendering.

研究分野：ユーザインタフェースデザイン、インタラクティブグラフィックス、可視化

キーワード：ヒューマンインタフェース インタラクション 可視化 コンピュータグラフィックス

## 1. 研究開始当初の背景

本報告者は、多視点的レンダリング技術の開発、および、レンダリングのためのユーザインタフェース技術の開発を行っており、これまでに、主に3次元形状モデルを対象として、オブジェクトの概観と詳細の表示を連続的に切り替えることができるようなユーザインタフェースとソフトウェア技術の開発を行ってきた。

本研究は、これまでに開発してきた技術を基に対象の汎用化を目指すものであり、3次元形状モデルだけでなく、様々な種類のオブジェクトへの拡張を行う。オブジェクトの概観や特徴を理解しやすいように描き出すために、その特徴に応じたレンダリング、可視化、および、ユーザインタフェース技術を開発する。

## 2. 研究の目的

オブジェクトの概観や特徴を理解しやすいように描き出す視覚化システムの実現を目指し、オブジェクトの種類に応じて視認性を考慮したレンダリング手法、可視化手法、および、ユーザインタフェースの設計と開発を行い、その効果を検証する。

本研究では、オブジェクトの種類として、2次元レイヤーオブジェクト、3次元形状オブジェクト、2次元画像オブジェクト、および、テキストや数値データを対象とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、オブジェクトの種類に応じた課題の細分化を行い、以下のような研究項目を設定する。

- (1) 2次元レイヤーオブジェクトの3次元空間への配置
- (2) 3次元形状オブジェクトの2次元画像レンダリング
- (3) 2次元画像オブジェクトの2次元空間への配置
- (4) テキストや数値データの2次元空間への配置と可視化

それぞれの研究項目に対して具体的なデータを選定し、データに応じた特徴を特定し、特徴と視認性を考慮した情報システムをデザインする。それぞれの研究項目で行った設計と開発については次節に記述する。

## 4. 研究成果

### (1) 2次元レイヤーオブジェクトの3次元空間への配置

既存の技術として、2次元レイヤーオブジェクトを重ね合わせて立体表現を行う手法がいくつか存在するが、このような研究が3次元オブジェクトを入力するものであるのに対し、本研究では2次元画像を入力として、レイヤー上に配置することで立体表現を行う手法を開発した。レイヤー上の画像を編集するユーザインタフェース(図1)、3次元CGを使用した陰影シミュレーション、印刷により実際に制作可能な構造で出力する手法、および、制作時の視認性を向上させる手法などを開発した。いくつかの入力画像で実験を行い、各機能の効果を確認した。

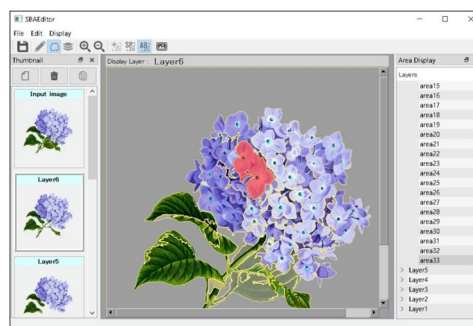


図1 開発したユーザインタフェース

### (2) 3次元形状オブジェクトの2次元画像レンダリング

3次元形状オブジェクトの多視点的レンダリングに関する研究を行った。一般的な透視投影によるレンダリング手法と異なり、多視点的レンダリング手法は、カメラパラメータの操作が複雑であることや、高速な計算が難しいことが問題となる。この問題に対して、レンダリングの高速化を行う手法を検討した。

はじめに、技術調査によって、レンダリング速度はカメラモデルの汎用性とポリゴン数とのトレードオフの関係にあることを示した。次に、既存技術とは異なる手法として、回帰による投影手法の設計を行い、基礎的な実験を行った。また、ニューラルネットワークによるレンダリングの先端的な技術の調査を行い、利点と課題を検討した。

### (3) 2次元画像オブジェクトの2次元空間への配置

#### 画像の切断と再配置の最適化

デジタルファブ리케이션分野への貢献を目指して、民芸のひとつである裂織を対象としたデザインスペースの拡張に関する研究を行った。裂織は、布などの素材に対して、裂き操作と織り操作を行うことで、生地制作を行うものである。この裂織について、制作される生地の模様をデザインするための技術開発を行った。本研究では、裂き操作の対象となる画像（リソース画像）と、実現したい模様を表す画像（ターゲット画像）を入力として受け取り、リソース画像を切断した後に再配置したものが、ターゲット画像に近づくようなシステムを作成した。裂き操作と再配置操作に対して目的関数を定義することで最適化問題として扱い、この最適解を求めることで、最適な裂き方と再配置を得るようなシステムを開発した。

#### 衛星画像の類似度に基づく画像の理解

水産分野への貢献を目指して、海表面水温分布を表す衛星画像を対象とした画像の理解に関する研究を行った。画像処理技術として、2つの画像間の類似度を計算する手法は多数存在するが、これらの手法の多くは、一般的に何らかの被写体を撮影した写真を想定している。これに対し、本研究では、衛星画像の特徴を考慮した画像間の類似度を計算する手法を開発した。具体的には、ニューラルネットワークによる機械学習手法であるオートエンコーダを採用し、衛星画像を学習させることで、類似度を計算できるようにした。この類似度計算を基に、類似した画像のグループ化（図2）や、類似度を考慮した画像の配置を行うことで、数年に渡り撮影された衛星画像に関する理解を支援する技術を開発した。

さらに、衛星画像と漁獲データの日付による紐付けを行い、類似した海況における漁獲の調査などが行えるような情報システムの設計と実装を行った。開発したシステムを評価して、有用性の検討を行った。

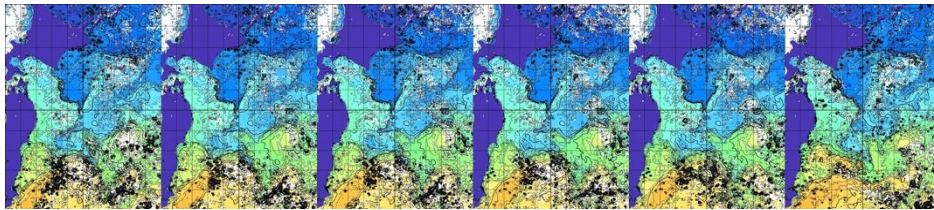


図2 類似画像のグルーピング結果の例

### (4) テキストや数値データの2次元空間への配置と可視化

#### テキストオブジェクトを2次元空間に配置する手法の開発

有限の2次元空間の領域内にテキストを配置する手法を開発した。具体的にはテキストを迷路上に配置する問題に対して、制作者が指定する制約のもと、テキストの配置が適切かどうかを評価する関数を定義した。この評価関数について最適解を探索することで、適切な配置を出力する。制作者がテキストデータや配置に関する制約の編集を行えるようなユーザインタフェースをデザインして実装した。

#### 文字数の制約を考慮したテキスト置換手法

上記のと関連して、有限の2次元空間の領域内にテキストを配置する手法の一つとして、文章中の単語を、その意味が失われないように他の単語に置換することで、文章の短縮が可能かどうかを実験した。入力されたテキストに対して、形態素解析による単語への分割、単語の分散表現の計算、分散表現に基づく変換候補の作成により単語の置換を行うシステムを試作した。

#### テキストデータ内の単語による結びつけ

複数の異なるテキストデータベース対象に、テキストデータを形態素解析により単語に分割し、同じ単語の結びつけを行うことで異なるテキストデータを連結するシステムを試作した。データの連結により、検索の方法を拡張できる可能性を検討した。

#### 機械学習結果の可視化

機械学習モデルの違いを可視化する手法を検討した。具体的なデータとして、交通バスの運行データを対象として使用した。複数の異なる機械学習手法を用いてバスの運行時間の予測を行う学習モデルを作成し、各学習モデルについて、正解との誤差を可視化することで、モデルの持つ傾向を把握できるかどうかを検討した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 丸山健太, 松山克胤	4. 巻 20
2. 論文標題 iSea: 海況と漁獲データの結びつけによる関連性の可視化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 芸術科学会論文誌	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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kenta Maruyama, Katsutsugu Matsuyama
2. 発表標題 A Method of Finding Characteristic Ocean-Satellite-Image Groups using Autoencoder
3. 学会等名 International Workshop on Advanced Image Technology 2020 (IWAIT 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nyamjav Jargalsaikhan, Katsutsugu Matsuyama
2. 発表標題 An Investigation of Machine Learning Methods for Predicting Bus Travel Time of Mongolian Public Transportation
3. 学会等名 International Workshop on Advanced Image Technology 2020 (IWAIT 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉大輔, 松山克胤
2. 発表標題 シャドーボックスアート制作支援ツールの基礎的検討
3. 学会等名 令和元年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡野稀央隆, 松山克胤
2. 発表標題 遺伝的プログラミングを用いた長さ制約付き迷路の生成
3. 学会等名 令和元年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉大輝, 松山克胤
2. 発表標題 Variational Auto Encoderを用いた柄画像の学習
3. 学会等名 令和元年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丸山健太, 松山克胤
2. 発表標題 t-SNEを用いた海況情報と漁獲情報の視覚化に関する検討
3. 学会等名 平成30年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山克胤
2. 発表標題 多視点画像の描画に関する基礎的検討
3. 学会等名 平成30年度 第4回芸術科学会東北支部研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木身起友, 松山克胤
2. 発表標題 字数制約を有する文章生成システムの検討
3. 学会等名 令和2年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kiotaka Okano, Katsutsugu Matsuyama
2. 発表標題 A Method for Generating Mazes with Length Constraint using Genetic Programming
3. 学会等名 NICOGGRAPH International 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小菅結, 松山克胤
2. 発表標題 レンビ情報の特徴を考慮した検索に関する検討
3. 学会等名 平成30年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Chiba, Katsutsugu Matsuyama
2. 発表標題 An Examination of a Support Tool for Designing Shadow Box Art
3. 学会等名 NICOGGRAPH International 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Xuemei Feng, Katsutsugu Matsuyama
2. 発表標題 A Basic Examination on Features of Neural Network Rendering Methods for 3D Image Generation
3. 学会等名 令和2年度 第1回芸術科学会東北支部研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉大輝, 松山克胤
2. 発表標題 裂き織りを対象とした意図する模様を実現するための裂きと配置の最適化手法の検討
3. 学会等名 令和2年度 第2回芸術科学会東北支部研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山健太, 松山克胤
2. 発表標題 iSea: 海況と漁獲データの結びつけによる関連性の可視化
3. 学会等名 NICOGRAPH 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丸山健太, 松山克胤
2. 発表標題 漁獲量データと海水温画像を用いたアプリケーションの検討
3. 学会等名 令和2年度芸術科学会東北支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松山克胤, 八木健一郎
2. 発表標題 水揚げデータを用いた水産物可視化システムの試作
3. 学会等名 平成29年度 第2回芸術科学会東北支部研究会
4. 発表年 2017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