

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 26 日現在

機関番号：12611

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2014

課題番号：23650043

研究課題名(和文)人の視覚特性を利用した多次元可視化手法に関する研究

研究課題名(英文)multivariate data visualization based on human vision characteristic

研究代表者

齋藤 豪 (SAITO, Suguru)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・准教授

研究者番号：00323832

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)：科学シミュレーションや計測によって得られる多値データの可視化において、従来用いられてこなかった影の表現を利用することを目指し、コンピュータグラフィクス技術を用いた影の表示方法で残された課題の改善と多変量データの値を色、陰影、影に割り当てた表示法の提案を行った。さらに影の内外での同一色の認識、影表現法と読み取りの正確性について等の評価実験を行い、データの読み取りやすさと表示の仕方の関係についての知見を得た。

研究成果の概要(英文)：For multivariate data by scientific simulations and measurements, this study proposed new visualization techniques that adopt shadow expressions to overlay data. While developing the techniques, a new fast efficient soft shadow rendering technique was also proposed. It improves cast shadow shape from the previous work we focused, and is applicable to general real time computer graphic applications. Readability evaluation tests were also performed and gave knowledge of several relationship between data readability and expression settings.

研究分野：コンピュータグラフィクス

キーワード：影 データ可視化

## 1. 研究開始当初の背景

今日、計算機による数値シミュレーション、各種センサー群による計測から得られるデータは科学、工学の様々な分野において問題分析、解決のための強力な道具となっている。しかし、得られるデータの効果的な把握方法がなければ、膨大なデータから大事な点を見逃してしまいかねない。そのため科学データの可視化技術 (scientific visualization) は年々その重要性を増している。可視化はコンピュータグラフィクス (computer graphics) の最も古くからある目的の一つであり、すでに多くの研究が成されているが、近年においても多くの提案が行われている。同時に生じるデータを分析するための、多変量データの同時表示に関してだけでも、ある種の記号の塊からなる模様を利用する手法、点描技法を模倣した表示手法が近年提案されている。しかし従来のデータ可視化において用い得られている視覚的刺激は、Senayらのサーベイ論文 [1] において述べられている、色、模様、形、大きさ、向きの組み合わせに留まっている。本研究ではヒトの視覚特性を考慮し、多変量データの表現のためには従来積極的には用いられてこなかった視覚刺激を用いることで、知覚しやすい新たなデータ可視化を提案する。

## 2. 研究の目的

影は日常にありふれた現象であり、ヒトは無意識のうちに影のなかの色、直接光の当たる色の違いを打ち消すことができる。Adelsonによって示されたチェッカーシャドウ錯視 [2] は影による影響を除去した「見え」の効果による錯視である。このように影のありなしという情報と影の影響を打ち消した色の情報の同時知覚は容易い。

そこで、本研究では計算機上で影を生成するための手法の提案と、影と色を同時に利用した多変量データの表現方法の提案を目的とする。なお研究期間当初、ツヤの可視化への応用も試みたが、影表現の応用に注力した。

影は光源、遮蔽物、投影面があって生じる現象である。コンピュータグラフィクスの研究において、光源が面光源の際に生じる輪郭のはっきりしない影はソフトシャドウと呼ばれ、この光学現象を高速に演算して再現することは、古くからの課題となっている。本研究では影の境界が過度に目立たぬようにと、ソフトシャドウの利用を考え、そのための手法の改善を目的の一つとした。目指したのは物理的な正確性は若干犠牲にしつつも、高速にソフトシャドウを生成する手法である。

もう一つの目的は、影と色を同時に用いた多変量データの可視化法の提案である。影のかかった直接光の当たらない領域と直接光の当たる領域からとでは目に入る刺激は異なるが、影の影響が除去された色を我々は即座に知覚することができる。そこで、影が投影される面と影自身とを可視化対象データに対応付けて多変量データを可視化する手法の提案を目指した。

## 参考文献

[1] H. Senay and E. Ignatius. A knowledge-based system for visualization design. *Computer Graphics and Applications*, IEEE, Vol. 14, No. 6, pp. 36 -47, nov 1994.

[2][http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow\\_illusion.htm](http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.htm)

### 3. 研究の方法

#### (1) 影の生成法

影の描画生成計算は対象シーンの物の多さにより計算量が増大する。遮蔽判定計算が増大するためである。ソフトシャドウの生成では面光源の遮蔽判定が必要なため厳密な処理ではその遮蔽判定計算は著しく増大する。シャドウマップ法に基づくソフトシャドウ生成法は光源の部分遮蔽の判定をシャドウマップ上でのぼかし処理に類する計算で行う手法であり、他の影生成法と比べ、遮蔽判定計算の増大を抑えることができる。そのシャドウマップ上での処理を最終出力画像の上で行うように変更した従来手法では、幾何投影される影の形状として正確性は損なわれるが、影であるという表現としては十分な出力を得ることができる。検討の結果、その従来法の問題点を、カメラによる透視投影を考慮し遮蔽判定の誤りを低減する処理を加えて改善することとした。

#### (2) 影と色を用いたデータ可視化手法

影と色を組み合わせたデータ可視化の手法として、影を受ける面に陰影を与え、凹凸に情報を付与する方法、色味に情報を付与する方法などを複数の方法を考案し、それらを被験者実験により調べることで影表現のデータ可視化への応用の可能性を調べた。

### 4. 研究成果

ソフトシャドウの生成法に関しては、シャドウマップ上での処理を最終出力画像の上で行う従来手法と比べ、投影面の法線や、透視投影法を考慮することで、より幾何学的に正しい影の描画を可能とし、部分遮蔽の判定を適切な範囲で計算するように制御することで、アルゴリズムは複雑になったにもかかわらず、遜色ない計算速度である

手法を提案することができた。この手法はデータ可視化に限定することなく、様々なリアルタイムコンピュータグラフィックスの応用分野で有効な手法である。

多変量データの可視化手法として、影を受ける面に凹凸があると仮定して計算した陰と影を使用することにより、地の色の読み取り易さを損なわずに情報を追加して表示する手法を提案した。また、円柱の影と区別が付きやすい模様について考察を行い、それを重ねて表示させる手法を提案した。

今回実施した被験者実験を要約すると次のとおりである。ソフトシャドウとハードシャドウでの可視化データの読み取りやすさの違いはほとんど見られなかった。斜めからの光の投影を意識して作成した長細い影の模様と単純な円形の影の模様からの大きさの読み取り実験の結果では円形の方がより正確な大きさを読み取ることができることが確認された。影のなかの色と直接光の当たる色との同一視に関する回答実験では、背景色の輝度と色の識別正答率とに有意な関係が見られた。これらの知見は、データ可視化のアルゴリズム開発に役立つものと思われる。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 1 件）

1 , Zhongxiang Zheng, Suguru Saito “Efficient Screen Space Anisotropic Blurred Soft Shadows” IEICE Transaction on Information and Systems 査読有 vol.E97-D, No.8, pp.2038-2045 (2014)

DOI :10.1587/transinf.E97.D.2038

〔学会発表〕（計 12 件）

1, 劉月春、齋藤豪、影を用いた多変量データの可視化のためのデータの読み取りに関する評価、情報処理学会第77回全国大会公演論文集 3Y-3pp.4-93-4-94(2015)

2015/3/17 京都大学（京都府京都市）

2, Zhongxiang Zheng, Suguru Saito, Screen Space Anisotropic Blurred Soft Shadows by Efficient Separable Filtering Method 査読有、Cyber-World2013, pp.124-131(2013)

2013/10/21 慶応大学（神奈川県横浜市）

3, 鄭中翔、齋藤豪、多変量データの可視化における影の利用法の提案とその評価、情報処理学会第75回全国大会公演論文集 2ZC-3 pp4-257-4-258(2013)

2013/3/6 東北大学（宮城県仙台市）

4, Zhongxiang Zheng, Suguru Saito, Multivariate data visualization using shadow, 査読有、Proceedings of the IEEE Image Electronics and Visual Computing Workshop 2012 (IEVC 2012), 6pages (2012)

2012/11/22 Hilton Kuching Hotel (Malasia Kuching)

5, 鄭中翔、齋藤豪、多変量データの可視化における影の利用に関する研究、情処研報 2012-CG-147(4) pp.1-6 (2012)

2012/6/22 お茶の水女子大学（東京都文京区）

6, 齋藤豪、鄭中翔、半影を持つ影の高速生成法と微細凹凸構造を持つ表面の質感表現の向上、映情学技報 vol.35 no.51 HI2011-86 pp.49-56 (2011)

2011/12/9 沖縄産業支援センター（沖縄県那覇市）

7, Zhongxiang Zheng, Suguru Saito, Screen space anisotropic blurred soft shadows, 査読有、SIGGRAPH 2011 Posters p.75 (2011)

2011/8/7 Vancouver Convention center (Canada Vancouver)

8, 鄭中翔、齋藤豪、スクリーン上での異方性のガウスぼかしによるソフトシャドウのリアルタイム生成、査読有、Visual Computing/ グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2011 予稿集 pp.3:1-6 (2011)

2011/6/25 くにびきメッセ島根県立産業交流会館（島根県松江市）

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者 齋藤 豪

( SAITO Suguru )

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・准教授

研究者番号： 00323832

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし