

VR 空間での 3 次元散布図による多次元データ可視化

太田理佳子(指導教員：伊藤貴之)

1. 概要

多次元データの可視化手法は数多く発表されている。その一例として、多次元データの中から任意の 2 次元を対話的操作によって選択し、2 次元散布図で表示する手法[1]が知られている。一方で、多次元データの中には 3 変数間の相関が重要な意味を持つものもあることから、3 次元散布図による可視化が有効な場合も存在する。そこで本報告では、VR 空間を利用して効果的に 3 次元散布図を閲覧するシステムを提案する。本手法では対話的に 3 つの次元を選択するユーザインタフェースと、3 次元散布図の内部を自由に移動するユーザインタフェースを有する。本報告では Unity を用いて実装した事例を示す。

2. 関連研究

Elmqvist[1]らは、多次元データの中から任意の 2 次元を選択して 2 次元散布図を表示するにあたって、散布図行列上でのナビゲーションによってユーザが対話的に散布図を選択する手法を提案した。この手法での散布図行列はデータセットの概要表示としても機能している。ある散布図から別の散布図へと遷移する際に、散布図を 3 次元回転させるアニメーションが用いられることから「Rolling the Dice」と命名されている。これらの散布図行列および散布図は全て平面ディスプレイ上で表現される。

本報告の提案手法は、端的に言えば Rolling the Dice[1]の 3 次元散布図への拡張にあたる。2 次元散布図を平面ディスプレイ上で表現するのではなく、3 次元散布図を VR 空間内で表現するという点が異なる。本研究では将来的には Rolling the Dice の機能継承を目指す。本報告では、まず次元選択の対話的操作の場として散布図行列と、散布図の遷移アニメーションという 2 点について検討する。

また、VR 空間内での散布図を用いたデータ可視化を支援するシステムはいくつか提案されている。ImAxes[2]や Virtualitics[3]などが例としてあげられる。これらの既存のシステムを用いて、散布図として多次元データを表示するには、散布図の軸となる次元をドラッグ操作などで逐一選択する必要がある。それに対して本手法では、散布図行列上のナビゲーションにより、散布図で表現される次元の組み合わせを瞬時に繰り返し選択できる。

3. 提案手法

3.1 実行環境

本報告では 3 次元散布図を効果的に閲覧するために VR 空間を採用する。VR 空間ではヘッドマウン

トディスプレイ (HMD) を装着して空間内を視認することから、平面ディスプレイよりも幅広い表現領域および視野が得られる。それに加えて、HMD では頭部の動きによって視線方向を調整できるので、視線操作が大幅に簡単になる。物体操作には VR コントローラーを、視点操作には HMD のセンサを用いることで、2 種類の操作を分離できる点も便利である。

3.2 システムの設計

我々は本手法を Unity で構築している。システムの基盤として、GitHub で公開されている 3 次元散布図のプログラム[4]を使用している。

3.2.1 視覚的コンポーネント

本手法の視覚的なコンポーネントは 3 次元散布図と散布図行列によって構成される。散布図行列はデータセットの概要を示すと同時に、次元選択時のナビゲーションのための操作画面となり、図 1 に示すように扇形に展開する。これは奥に配置される散布図が他の散布図に重なり視認できなくなるのを緩和するためである。

また、散布図行列で選択された散布図が拡大して表示される。

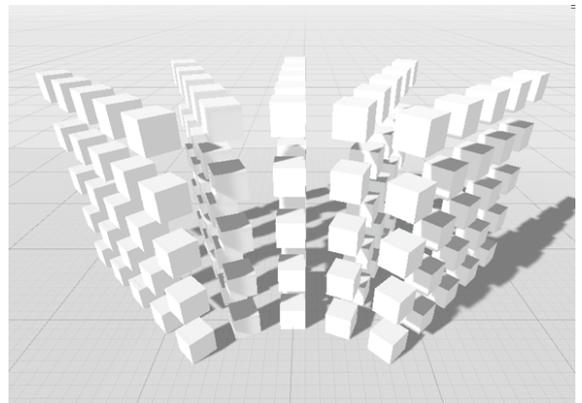


図 1: 扇形に展開した 3 次元散布図行列のイメージ図。Unity で作成した。

3.2.2 ナビゲーション

散布図行列上でのナビゲーション操作は、次元の軸に平行な方向に限定される。言い換えれば、すでに選択されている散布図の 3 つの次元のうち 2 つを不変にしたまま、1 つの次元を変更する。この変更を反復するにより、新たに選択した散布図を次々に表示できる。

3.2.3 遷移アニメーション

Heer と Robertson[5]によると、データ可視化におけるアニメーションの遷移は、可視化に対する理解を向上させることが報告されている。ゆえに本手法において、ある散布図から別の散布図へ遷移する際には、単なるデータ点の位置の瞬間的な遷移ではなく、アニメーションを用いた滑らかな遷移を実装する。Rolling the Dice[1]では散布図が3次元回転するアニメーションが用いられたのに対して、本手法では3次元のうち1次元を入れ替えたことともなう各データ点の移動を補間するアニメーションを採用する。遷移の際に変更されるのは1つの次元のみであることから、各々のデータ点は直線的に移動する。

3.2.4 散布図内部からの観察

拡大して表現される3次元散布図はVR空間に配置されているため、視点を散布図の外側にも内側にも配置できる。つまり、散布図を外側からも内側からも観察できる。2次元散布図とは異なり3次元散布図では奥行きが生まれ、多量のデータを扱う場合にはデータ点が重なり観察できない部分が生じる場合がある。よって散布図の外側からだけでなく内側から、さらに視点の位置を移動させながら観察することで、見落とししなくデータ全体を探索することを可能にする。

4. 実行結果

4.1 使用したデータ

本研究では動作確認のためのデータセットとして、FisherのIris Data(1936)を使用している。このデータセットは3種のアヤメについて、各種類につき50個体のがく片の長さ、がく片の幅、花弁の長さ、花弁の幅について測定したものである。このデータセットは動作確認だけのために使用するものであり、提案システムを用いてアヤメの分析を実施するわけではない。

4.2 実行例

散布図行列から選択し拡大表示した3次元散布図の例を図2に示す。ただし現状では提案システムが想定する機能の中に未完成な点が残っており、現在も実装中である。現段階では、散布図行列のイメージ図と3次元散布図を表現することに成功しており、今後は3次元散布図と連動する散布図行列を完成させ、各機能の実装を目指す。

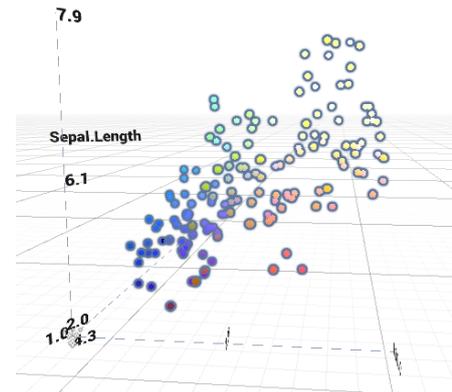


図2: 拡大表示した3次元散布図の例

5. まとめと今後の課題

本報告ではRolling the Dice[1]を拡張し、多次元データの中から任意の3次元を対話的操作によって選択し、VR空間を利用して効果的に3次元散布図を閲覧するシステムを提案した。本報告ではナビゲーション操作、遷移アニメーション、および散布図内外からの観察という3つの機能を提案しているが、Rolling the Diceはその他にもいくつかの機能を有している。今後は未実装のそれらの機能を本手法に追加することを目指す。

また提案システムの実装が完成したら、実際のデータを用いたユーザによる評価実験を実施し、実験結果にもとづいてシステムを改良する。4.1節で紹介したデータセットはシステムの作動確認のためのテストデータであり、評価実験の際には別のデータを用意する予定である。

6. 参考文献

- [1] N. Elmquist, P. Dragicevic, and J.-D. Fekete. Rolling the Dice: Multidimensional Visual Exploration using Scatterplot Matrix Navigation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14(6), 1141-1148, 2008.
- [2] M. Cordeil, A. Cunningham, T. Dwyer, B. H. Thomas, and K. Marriott. ImAxes: Immersive axes as embodied affordances for interactive multivariate data visualisation. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '17*, 71-83, 2017.
- [3] Virtualitics. <https://www.virtualitics.com/>. Last accessed: January 2023.
- [4] Scatterplot_Standalone. https://github.com/PrinzEugn/Scatterplot_Standalone. Last accessed: October 2022.
- [5] J. Heer and G. Robertson. Animated transitions in statistical data graphics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(6), 1240-1247, 2007.