

時系列学力データのビジュアルクラスタリング

青木 智寛 藤代 一成

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科

1 背景と目的

教育の現場で学力データを可視化することには多くの必要がある。たとえば、志望校に合格できるかどうかを判断する学力模試等における結果を表示する際に見られる、折れ線グラフやレーダーチャートなどが代表例として挙げられる。しかし、そこから生徒の今後の成長を予測し、実際の合格可能性を読み取ることは、合格者の特徴をとらえていない教師や受験生自身には難しい。

そこで本研究では、一定期間における時系列に沿った多人数の学力データを、一人ずつ樹木型のシンプルなグリフに割り当て並置し、動的に変化させることによって、個々の学力変化の特徴を読み取り、ユーザの手で視覚的にクラスタリングすることを考える。クラスタリングした結果から、ある個人の学力変化の様子を予想される結果に結びつけ、どのような人にもわかりやすく成長を予測させることを目的とする。

本可視化システムの概観を図1に示す。

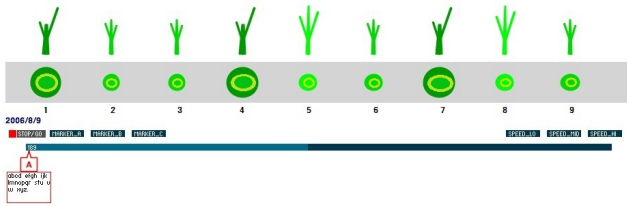


図1 本可視化システムの概観

2 対象データ

さまざまな学力データが存在するが、今回は大学入試を目指す高校生という観点から、以下のようなデータセットを可視化の対象とした。

- 時系列学力データをもつ個人
10~30人を1画面に表示させる。
- 時間
最小単位は1日とし、期間は約1年間とする。
- 全国模試における成績
全国偏差値で成績を評価する。模擬試験は1~2か月間隔で行われるものを対象とする。
- 1日の学習量
1日に消費したノートのページ数で評価する。
- 1日の学習時間
- 累積学習量
画面に表示されている日までの合計の学習量とする。
- 累積学習時間
画面に表示されている日までの合計の学習時間とする。

Visual clustering for time-varying scholastic performance data
Tomohiro Aoki Issei Fujishiro
Department of Information and Computer Science, Keio University

3 可視化方法

与えられた一人分の時系列学力データを、1本の木に見立てたグリフで表現し、時間変化にそってアニメーションで表示する。

学力がどのように変化していったかという履歴を表示するために、樹木を輪切りにした際に現れる年輪に見立てた、年輪ビューも同時に表示させた。

アニメーションは自動的に進行するが、スライダーをマウスで動かすことで、自由に見たい位置まで移動させることもできる。

また、学力データの時間間隔が1日となっているため、短時間で激しい変化が起きた場合、成長がわかりにくくなってしまふことを改善するために、隣接する時刻のグリフの表示切替えにはクロスディゾルブを用いた。

3.1 樹木型グリフ

樹木型グリフの概形を以下の図2に示す。樹木型グリフとその部位に対応するデータの割当てを以下に示す。



図2 樹木型グリフの概形

(a) 幹の高さと幹および枝の色

模擬試験における成績(偏差値)を樹木型グリフの幹の高さと幹および枝の色で表現した。データの間隔が1~2ヶ月になってしまうため、次の値が入力されるまでは前の値を保持させることにした。

木の成長を、成績の向上に関連付けるために高さに割り当てたが、高さだけでは変化が視覚的にとらえづらいため、グリフの色にも割り当てることにした。カラーモデルはHSVモデルを採用した。色相・彩度を一定にし、成績の向上にしたがって明度を明るくすることで変化を表現した。

(b) 幹の太さ 累積学習量を幹の太さで表現した。具体的には、幹の形を根元から先端に向かって細くなるような四角形で表現した。

(c) 左右の枝の長さや枝の太さ 1日の学習量の大きさを右側の枝の長さや太さで表現した。同様に、1日の学習時間の大きさを左側の枝の長さや太さで表現した。

(d) グリフの傾き 1日の学習量と1日の学習時間のバランスを、偏っている方へグリフを傾けることで表現した。これによって、アニメーション表示すると樹木が左右に揺れているように見える。学習量と学習時間の均衡が保たれている状態(傾きのない状態)は、ユーザによって指定可能にした。

3.2 年輪ビュー

成績の変化に対して、累積学習量がどのように増加していったかを、木を切り倒した際に現れる年輪のように表した(図3)。中心に対して左右で長軸の異なる楕円を2つ組み合わせることで表現した。y軸方向の幅は、累積学習量の増加に比例して大きくなるが、x軸方向の幅は3.1項(d)で述べたようにグリフが傾いた際に通過した部分だけ大きくなる。累積学習量が増加した際の幹の色が楕円の色にそのまま反映されるようにした。

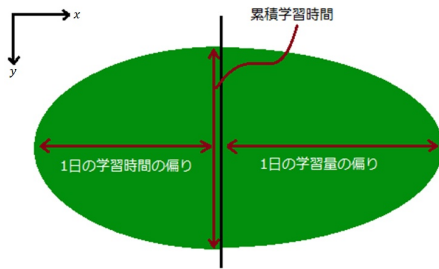


図3 年輪ビュー

3.3 スライダー・マーカ・速度選択ボタン

グリフの変化が著しい部分や、特徴的とみなされる部分を詳しく観察しやすくするために、マウスによって日付を移動できるスライダーを配置した。また、そのような部分を記録しておくために、スライダーの下にマーカをおけるようにした(図4)。マーカにはメモ欄もあり、特記事項を記録することができる。

さらに、表示速度を選択することで、グリフの変化を観察しやすくした。

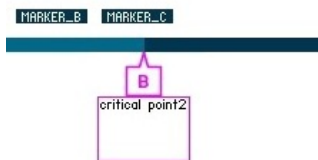


図4 マーカによる強調

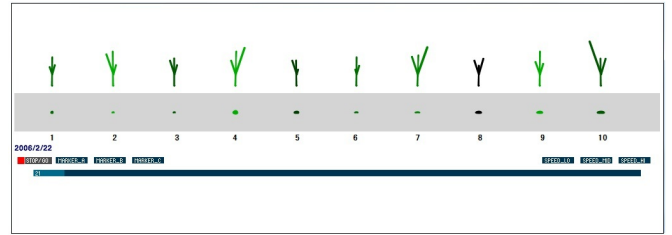
4 結果

システムの実装には、プログラミング言語・統合開発環境として processing 1.5.1[1]を使用した。

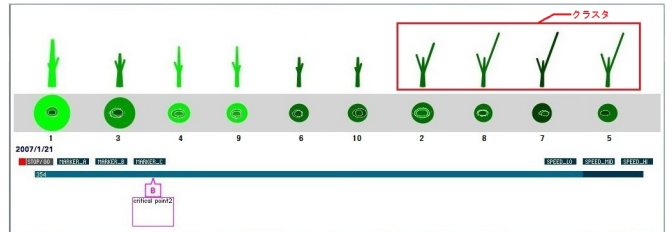
今回用いた対象データセットは、著者の青木の高校生時代の記録をもとに作成したものに、著者自身が現実を想定して擬似的に作成したものを組み合わせた、10人分のものである。

無作為に並べられたグリフの動きを、スライダーを動かしながら観察し、似通った動きをするグリフが隣接するように並び替えていった。

初めは無秩序に動いているようにみえたグリフ(図5(a))は、数回のスライダー操作やマーカの配置、また数回のグリフの並び替え操作によって、視覚的にクラスタリングされた(図5(b))。



(a) 初期状態



(b) 最終状態

図5 ビジュアルクラスタリングの実験結果

5 結論と今後の課題

5.1 結論

本システムの開発を通じて、視覚的に似たような学力推移をもつ個人を樹木型グリフによるアニメーションによってクラスタリングすることができた。

5.2 今後の課題

- (a) 実際の教育現場のデータの適用 実際には教育の現場で得られたデータセットを適用してみて初めて発見できることが多く残されていると考えられる。それらを見つけ出し、成長を予測することが本研究の真の目的なので、実際に入手し評価を行う予定である。
- (b) 仮想的な外部環境の変化 個人の学力の変化と、個人をとりまく環境の変化には切り離せない関係がある。それを樹木型グリフに(たとえば風に対応する操作を加えるなどして)仮想的に与えることで、樹木がどのように動くかを観察し、学力の本質を発見することは興味深い。
- (c) グリフ設計機能の拡充 現状では樹木型グリフの形やデータセットの割り当て方が、与えられたものに固定されているが、Glyphmaker[2]のように、ユーザ自身が確認したい特徴に対して効果的な結果が得られるように、自由に変更可能な機能を拡充する予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(B)22300037の支援により実施された。

参考文献

- [1] <http://processing.org>
- [2] William Ribarsky, Eric Ayers, John Eble, and Sougata Mukherjea, Glyphmaker: Creating Customized Visualizations of Complex Data, IEEE Computer, Vol. 27, No. 7, pp. 57-64, July 1994.