

順序つき階層構造の三次元視覚化手法の 提案と評価

7U-3

大隈隆史 竹村治雄 片山喜章 岩佐英彦 横矢直和

奈良先端科学技術大学院大学

1 はじめに

近年、大規模な情報の管理や利用を支援するアプリケーションが要求されている。この要求を解決する方法として三次元ユーザインタフェース (3DUI) を用いたシステムが注目されている。奥行き表現を利用して作業空間を拡大できるからである。

大規模な情報は階層的に管理されている場合が多い。階層構造を持つ情報の三次元視覚化を行なう手法として Cone Tree[1] が知られている。Cone Tree では3Dグラフィックスとインタラクティブアニメーションを用いてユーザの認知的負荷を軽減し、大規模な階層構造情報の利用を可能にすると Robertsonらは主張している。3Dグラフィックスやインタラクティブアニメーションは3DUIの基本的特質の側面をとらえるものとして重要だと考えられる。しかし、Robertsonらはこれらを用いる有効性について実験などによる具体的な確認を行なっていない。土本らは被験者に指定のノードを探索させる実験によりこの確認を行なった[2, 3]。

本稿では、Cone Tree を用いて3DUIに関する実験を行なった過去の実験から[4]、情報の探索時における Cone Tree の問題点を指摘し、この問題点を解決する三次元視覚化手法として Spiral Tree を提案し、その評価を行う。

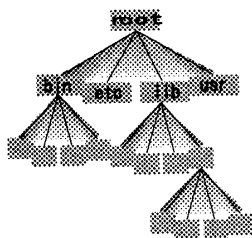


図 1: Cone Tree

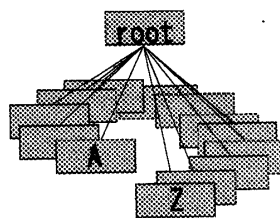


図 2: Spiral Tree

2 Cone Tree とその問題点

Cone Tree において、一つの情報はノードと呼ばれる長方形のプレートで表される。情報の親子関係は円錐形で視覚化される。親ノードを円錐の頂点、子ノードを円錐の底の円周に均等に配置する。この円錐を階層的に配置することで階層構造を三次元視覚化する(図1)。ユーザがノードをマウスで選択するとノードはアニメーションにより画面手前側に移動する。

一般に、情報には順序づけ可能な属性を持つものが多い。例えばファイル構造では「ファイル」という情報に対する「ファイル名」「ファイルサイズ」などがこれにあたる。ユーザはある情報を検索する時、この順序を手がかりに探索を行なうことが多いと考えられる。

しかし、Cone Tree では同一階層のノードを円周上に並べるため、各階層内の情報のある順序にしたがって整列しても先頭と末尾の位置が分かりづらい。このため、ユーザは同一階層内のノードの順序を探索の際に十分に利用することができない。

3 Spiral Tree

Cone Tree において情報探索過程で順序情報が利用しづらいという問題点を解決するためには、整列された階層の先頭と末尾を明示する必要がある。これには、

- (1) 末尾と先頭の間に切れ目を入れる、
- (2) 先頭ノードの色を変えて表示する、
- (3) 各階層のノードを螺旋上に並べる、

などの方法が考えられる。本稿では(3)の方法を採用する。(3)を採用する理由は、(1),(2)に比べて、

- 円錐の軸方向へのずれにより同一階層内のノード同士の重なりが減少するため、注目している階層についての一覧性が増す。

- ノードの色を別の属性の視覚化に使用できる。

といった利点があるからである。この方法で階層の先頭と末尾を明示するように Cone Tree を改良した

視覚化手法を Spiral Tree と呼ぶ (図 2)。

4 評価実験

4.1 実験手法

Spiral Tree の有効性を確認するために以下の実験を行なった。

Cone Tree の横置き型である Cam Tree と、横置き型 Spiral Tree を実験用に作成し、階層構造情報を被験者に提示した。ノードには順序をつけるための属性として名前を与え、同一階層内のノードは名前によって辞書式順序で並べた。実験は次の試行を繰り返すことで進めた。

- (1) 被験者にフルパス名を提示することで目標ノードを指定する。
- (2) 被験者は各 Tree を操作して目標ノードを選択 (マウスでクリック) する。

また、試行中も画面上部に目標ノード名を表示した。

この際、目標が指定されてから目標を選択するまでに要した作業時間を測定し、比較することで表示法の違いが作業時間に与える影響を調べた。

表示した階層構造はルートノードの子ノード数 16、そのうち更に子を持つノードの数を 4 つとし、それぞれ 16 の子ノードを持つものとした (図 3)。

試行数は Cam Tree, Spiral Tree とともに一人 100 試行、被験者は 6 名であった。実験にはグラフィック WS(SGI 社 Onyx RE2), WS に標準装備のマウス、21 インチディスプレイを使用した。

4.2 結果と考察

以上の実験から得られたデータについて 6 名の平均値に分散分析 ($\alpha = 0.01$) を行った結果、表 1 のような結果を得た。この結果から Spiral Tree による三次元視覚化は Cone Tree による視覚化よりも探索

表 1: Spiral Tree と Cone Tree の比較

	Spiral Tree	Cam Tree
平均時間 (秒)	5.68	6.57
分散	1.49	2.92
分散分析	有意差あり ($P \ll 0.01$)	
平均クリック数	1.34	1.38
分散	0.043	0.064
分散分析	有意差なし ($P = 0.24$)	

作業時間の短縮に有効であることが分かる。また、1 クリックあたりの探索作業時間が減少していることから、Spiral Tree による視覚化は順序付き階層構造でのノードの発見を容易にしていると考えられる。さらに、被験者全員が Spiral Tree による視覚化の方が探索が行ないやすいと報告しており、操作感覚の向上にも有効であったことが分かる。一方、クリック数の減少が確認できなかったのは、比較的単純な階層構造で実験を行なったため、注目している階層の一覧性が増すという Spiral Tree の利点が顕著に現れなかったためだと考えられ、今後検討を要する。

5 むすび

順序付き階層構造情報の表示手法について、従来の Cone Tree の改良型である Spiral Tree を提案し、その効果を比較実験により確認した。その結果、Spiral Tree で視覚化した順序付き階層構造情報からの探索作業の効率が Cone Tree で視覚化した場合よりも高いことが確認できた。今後の課題として

- 他の視覚化手法との比較、
- 順序付きでない階層構造情報を視覚化した場合の影響の調査、
- 階層数、階層あたりのノード数と探索時間、クリック数の関係に関する評価

等が挙げられる。

参考文献

- [1] Robertson G.G., Mackinlay J.D. and Card S.K.: "Cone Trees: Animated Visualizations of Hierarchical Information", *Proc. SIGCHI'91: Human Factors in Computing Systems*, pp.189-194, (1991).
- [2] 土本, 竹村, 片山, 萩原: "階層情報の 3 次元表示に関する実験の評価", 日本ソフトウェア科学会 11 回大会論文集, pp.277-280, (1994).
- [3] 土本, 竹村, 片山, 萩原, 横矢: "階層情報の 3 次元視覚化に関する評価", 情報研報, HI59-8, (1995).
- [4] 大隈, 竹村, 片山, 横矢: "三次元視覚化における奥行き提示方法の効果について", 1995 信学春季全大, A-264, (1995).

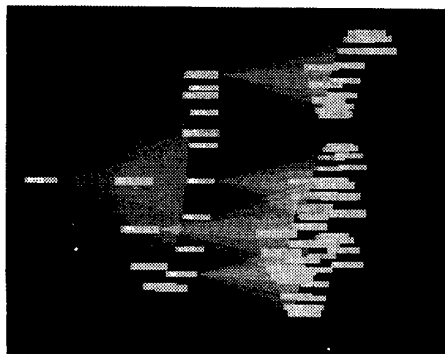


図 3: 実験に使用した Spiral Tree