

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 3月31日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500081

研究課題名（和文） 大局的構造と局所的構造の異種複合構造を俯瞰するための
情報可視化技術の開発研究課題名（英文） Development of information visualization techniques for obtaining
overview of compound structures of local and global structures

研究代表者

三末 和男（MISUE KAZUO）

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：50375424

研究成果の概要（和文）：大局的構造とその構成要素である局所的構造が異なる構造を備えるような、複合構造を俯瞰するための情報可視化技術の開発を目指した。そのような目的に対して、(1) バグ管理データを対象とした視覚的システムを開発し、試用を行った。(2) いくつかの構造の異なる複合構造の視覚的表現を設計した。(3) 複合構造の可視化のための要素技術として大局的構造のレイアウト技術を開発した。

研究成果の概要（英文）：We aimed to develop information visualization techniques to obtain overviews of compound structures. The compound structures consist of a global structure and local structures, which differ from the global structure. For such purposes, (1) we have developed a visual system targeting a bug tracking data and performed trial use. (2) We have designed visual representations for several different compound structures. (3) We have developed a new layout technique as a fundamental technique for visualization of a global structure.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：情報可視化

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：可視化、情報可視化

1. 研究開始当初の背景

(1) 情報可視化技術はこれまでも大規模な対象に挑戦してきている。その対象の規模はすでに億単位のレコードが課題となりつつある。対象レコード数が一般的なディスプレイのピクセル数を遥かに越えるため、1ピクセルにできるだけ多くの情報を詰め込むピクセル指向の可視化技術が注目されている。可視化対象は単に大規模であるだけでなく、

一般的には構造を備えており、多くの場合その大規模あるいは複雑な構造の把握を支援することが期待される。そのため、大規模な木構造のための空間効率の良い表現手法、大規模なネットワークの高速なレイアウト手法や複雑なネットワークの理解を助ける表現手法などが開発されている。このように、大規模なデータ群あるいは大規模構造に関して様々な研究が進められているが、それら

を構成する要素は単純化して扱われる傾向にあり、視覚的表現においては要素の構造はほとんど無視されている。

(2) 一方で、各要素の構造に着目した場合、構造を備える要素群を俯瞰するための手法としては、**Small Multiples** と呼ばれる手法がしばしば利用されている。散布図行列やトレリスグラフィックスと呼ばれる手法が代表的で、多くの視覚的分析ツールに組み込まれている。最近ではそのような表現にインタラクティブな工夫を施したツールも開発されている。しかしながら、対象規模は通常数十程度と小規模であり、技術的にはユーザーインターフェースの改善に留まっている。

2. 研究の目的

本研究は大規模な「異種複合構造」を俯瞰するための情報可視化技術の開発を目指す。ここで言う異種複合構造とは、全体としてある大局的構造を構成する要素が、大局的構造とは異なる局所的構造を備えるような複合構造を意味する。そのような複合構造の例として企業の構造を挙げることができる。たとえば、企業は組織としての構造を持つとともに、組織の構成要素であるプロジェクトや個人の活動も状態遷移のような何らかの別の構造を備えている。

3. 研究の方法

(1) 視覚的システムの開発：異種複合構造の視覚的表現およびその操作体系を試用評価するためにプロトタイプシステムを開発した。入手が困難な企業活動データの代替としてバグ管理データを利用して、プロトタイプシステムを設計および開発するとともに、試行を通じて改良を進めた。

(2) 複合構造の視覚的表現の検討：多様な異種複合構造に対応できる視覚的な表現を設計するために複合構造の視覚的表現や異種表現の複合系などを設計およびその操作体系を開発した。

(3) 複合構造の可視化技術の開発：大局的構造と局所的構造の複合構造を視覚的に表現する場合、局所的構造の制約条件を満しつつ大局的構造を表現するための基礎技術を開発した。

4. 研究成果

(1) 視覚的システムの開発

プロジェクト管理データ（バグ管理データ）を可視化対象としたプロトタイプシステ

ムを開発した。プロジェクト管理データは「チケット」と呼ばれる管理単位の時間変化を局所的構造とみなすこととした。また複合構造として捉える際には、さまざまなカテゴリを大局的構造として扱うことにした。

① まず初めに、大量の局所的構造を扱うことを試みることにし、プロトタイプ第0版と言えるツールを開発した。開発したツールの画面例を図1に示す。縦方向で時間軸を表すとともに、ひとつのチケットの状態変化を縦の線で表示している。ディスプレイの横方向のピクセル数よりも多いチケットを同時に表示するために、着色等の工夫をしている。この表現手法により大量のチケットの変化を一度に俯瞰することができ、状態変化の同時性や特徴的パターンなどを把握できる。

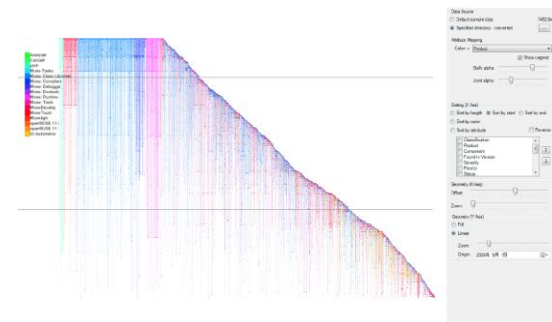


図 1:ColorWave: 大量のチケットを可視化するツール

② 続いて、大局的構造も同時に表現することを試みた。大局的構造として階層的カテゴリを扱うこととし、その表現手法として木構造に利用される Treemap を採用したツールを開発した。開発したツールの画面例を図2に示す。木構造の葉に相当する部分が各チケットであり、葉を表現する Treemap のセルにチケットの状態変化を表すチャートを埋め込むことにした。画面領域が不十分であるため、全チケットを同時に表現しようとする、ひとつのチケットに微少領域しか割当てることができない。そのため彩色を工夫することで、最終状態を把握しやすくした。図2に示すツールは改良を経たもので、画面例では約20,000 チケットを同時に表示している。このビューでは局所的構造の細部までは把握できないが、色の分布によって現状のおおまかな特徴を把握することができる。

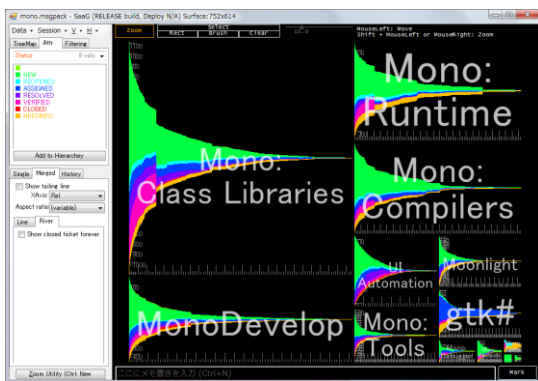
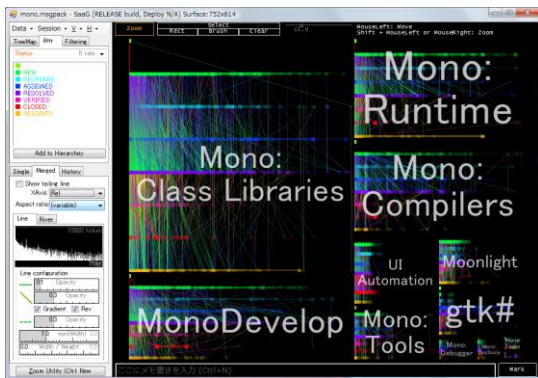
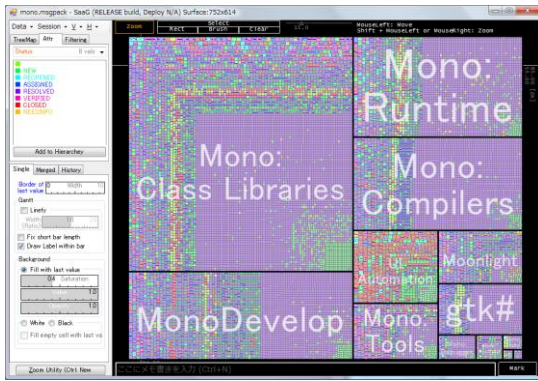


図2 SaaG：大量チケットのカテゴリ構造と状態変化を可視化するツール

(2) 複合構造の視覚的表現の検討

① 2部グラフはグラフの一種でエッジに関して制約がある。その制約は、ノードが二つの集合に分けられ、同じ集合内のノード間にエッジが存在しないというものである。2部グラフとして、二つの集合間の対応関係は表現できる。複合構造の視覚的表現を検討するための一つのアプローチとして、2部グラフのひとつの集合が階層構造を備えているような複合構造について検討した。たとえば、商品と購買者の関係は2部グラフとして表現できる。さらに商品が商品カテゴリによって階層構造を成していることは多い。このよう

な複合構造の視覚的表現の開発を行なった。これまで、2部グラフの視覚的表現として「アンカーマップ」と名付けた手法をすでに開発していた。開発した表現手法はこれを拡張したもので、ひとつの集合の階層性を視覚的にも表現するものである。図3に開発した階層型アンカーマップの可視化例を示す。

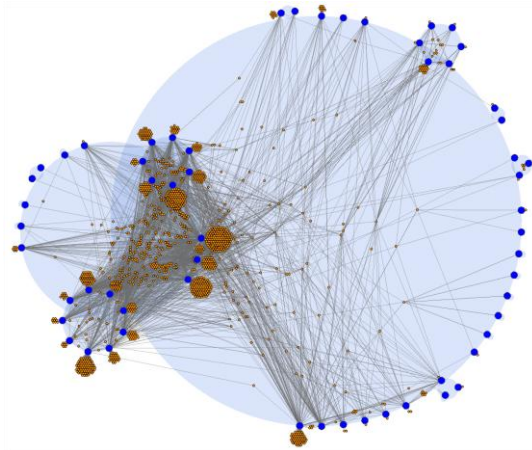


図3 階層型アンカーマップ

② 同じ構造を異なる表現手法で表現するとともに、それらを融合する方法についても検討した。Parallel Coordinates Plot (PCP) は、多変量データの分析にしばしば利用される可視化手法である。その一方で、多変量データは表形式で観察することもしばしば行なわれる。分析過程に沿うと、まず表形式に整理したデータをPCPで可視化するという流れが一般的と考えられるが、PCPで分析中であっても詳細データにアクセスするために表形式に戻ることも考えられる。そこで、表とPCPを自由に行き来きできるだけでなく、局所的にPCPと表を融合した表現およびそれを操作するツールを開発した。図4に開発したツールの画面例を示す。

(3) 複合構造の可視化技術の開発

Treemap は木構造の表現手法として広く利用されている。その特徴は空間効率の良さであり、表示空間を余すことなく視覚的表現に利用する。木構造の葉や枝点が長方形で表現されるため、葉や枝点に付随する情報を埋め込むにも便利である。しかしながら、長方形の大きさや縦横比は様々であるため、埋め込まれたチャートを比較することはあまり容易ではない。そこで、局所的構造として時系列データを想定し、横軸が時間軸となる折線グラフや棒グラフを埋め込むことを前提と

した制約を検討した。チャートを比較しやすくするためには横軸のスケールが揃っていることが重要と考え、Treemapの葉に対応する長方形の横幅を統一することを制約とした。また、チャートを埋め込むためには、極端に横長や縦長の長方形では不相当である。そこで、長方形の縦横比もできるだけ1に近づくことを要件として採用した。このような要件を満たすことは困難で、ある程度空間充填率を犠牲にすることにした。アルゴリズムとしては、Treemapがトップダウンに空間を分割するのに対して、ボトムアップに試行錯誤を繰り返しながらレイアウトを行う方式を採用した。図5は開発した手法による描画例である。

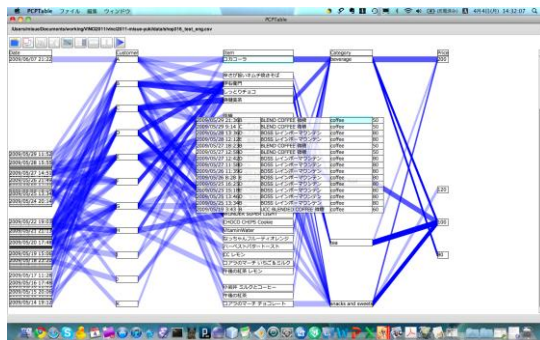


図4 表形式とPCPを融合した表現

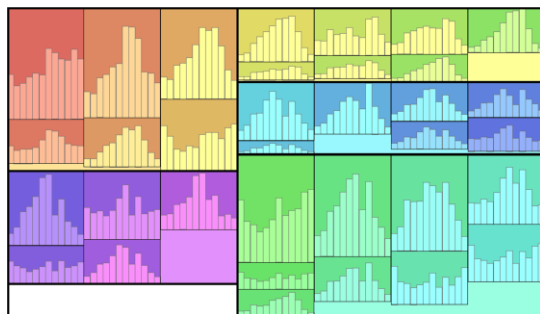


図5 葉の横幅を統一したTreemap

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計7件)

① Kazuo Misue and Seiya Yazaki, Panoramic View for Visual Analysis of Large-scale Activity Data, First International Workshop on Theory and Applications of Process Visualization

(TAProVis 2012), pp. 36-47, 2012年9月3日発表, Tallinn, Estonia. 査読有
DOI: 10.1007/978-3-642-36285-9_76

② Aimi Kobayashi, Kazuo Misue, Jiro Tanaka, Edge Equalized Treemaps, 16th International Conference Information Visualization (IV2012), pp.7-12, 2012年7月11日発表, Montpellier, France. 査読有
DOI: 10.1109/IV.2012.12

③ Kazuo Misue, Takashi Yuki, A Visual Analysis Tool That Smoothly Switches Between Tabular Forms and Parallel Coordinates, The 2011 Visual Information Communication - International Symposium (VINCI'11), 2011年8月4日発表, Hong Kong. 査読有.
DOI : 10.1145/2016656.2016659

④ Takao Ito, Kazuo Misue, Jiro Tanaka, Drawing Clustered Bipartite Graphs in Multi-Circular Style, 14th International Conference Information Visualization (IV10), pp.23-28, 2010年7月27日発表, London, UK. 査読有
DOI: 10.1109/IV.2010.13

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三末 和男 (MISUE KAZUO)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号 : 50375424