



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A New Interactive Visualization Framework for Defining Both Standard Charts and Nonstandard Charts Based on Two Tree-structured Schemata [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	石, 偉
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11748号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58730
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Wei_Shi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 石 偉

審査担当者 主 査 特任教授 田中 譲

 副 査 教 授 原口 誠

 副 査 教 授 有村 博紀

学位論文題名

A New Interactive Visualization Framework for Defining Both Standard Charts and Nonstandard
Charts Based on Two Tree-structured Schemata

(二種類の木構造スキーマを用いて、標準チャートと非標準チャートを定義可能な新しいインタラクティブ情報可視化フレームワークに関する研究)

近年、多様なデータが大規模に蓄積され、その統計的分析やデータ・マイニング等の研究開発が重要性を増すと共に、対象データ集合が持つ種々の特性や規則性を容易に把握できるようなデータ可視化チャートを簡便に定義・生成できるようなフレームワークの研究開発が盛んになっている。これらのフレームワークの目標は3種類に分類できる。第1種類のシステムでは、種々の可視化チャートを共通のAPIを遵守してプログラマが定義し、ライブラリに追加登録できるようにし、ユーザがこれらを自身のデータ集合に簡便に適用できることを目指す。第2種類のシステムでは、チャート定義用の言語を用意し、手続き的な定義ではあるが、新しい可視化チャートの定義をユーザ自身が簡便に行えることを目指す。第3の種類のシステムでは、新しい可視化チャートの定義をユーザ自身が宣言的に行えることを目指す。これら3種類のフレームワークは相補的で、第1と第2種類の組み合わせ例は既に存在する。第3種類のフレームワーク研究に関しては、従来、点チャート、折れ線チャート、棒チャート等の基本チャートを組み合わせ配置したり、入れ子に埋め込むことによって定義できるような標準チャートの定義・生成に限ってはいくつか提案があったが、非標準チャートの例として多くの研究者が自動生成を試みた Minard 作成のナポレオンのロシア遠征の可視化チャートに関しては、宣言的定義のみによって自動生成した例は過去にない。

著者は、このような非標準チャートの宣言的定義による自動生成は、2種類の階層構造を持ったスキーマを導入することにより可能になることを示した。可視化チャートは、可視化を行おうとする対象システムを構成している種々のオブジェクトをその多様なプロパティと共に可視化表現するのが目的である。著者は、関係データベース上に、可視化対象となる各々のオブジェクトに対応するオブジェクト指向ビューをすべてまとめて宣言的に定義できるように、DVS(データ・ビュー・スキーマ)と名付けた木構造のスキーマを導入した。DVSの階層は、オブジェクトの構成構造に対応しており、グループ・バイ演算や、部品構成、派生属性の関数定義を示す。DVSを用いると、これで定義したオブジェクトの値をデータベースから検索出力するためのオブジェクト指向検索要求を Hibernate の HQL 言語を用いて自動生成することができる。こうして得られる各オブジェクトは、可視化表現に対応付けなくてはならない。各オブジェクトは視覚部品を組み合わせた合成視覚部品によって可視化される。この合成視覚部品の組み合わせ構造や、同種オブジェクトの異なるインスタンスに対応する合成視覚部品の間の位置関係、異種オブジェクトに対応する合成視覚部品の間の位置関係など

を宣言的に定義するのに, CVS(チャート・ビュー・スキーマ) と名付けた木構造のスキーマを導入している. チャートを構成する座標系, 凡例, 背景等の要素も同様に CVS としてあらわされ, 全体のチャートは, これらを部分木として持つ木構造スキーマとして表される. DVS と CVS を宣言的に定義したのち, これらの間で値の受け渡しをリンクで定義することにより, DVS から自動生成された HQL 検索要求が Hibernate フレームワークを用いて関係データベースへの SQL 検索要求へとマッピングされ, 検索結果が再び DVS が定義しているオブジェクト指向構造に変換され, ユーザ定義のオブジェクト集合が検索出力として得られる. これらの属性値が DVS と CVS の間のリンクによって CVS に受け渡され, CVS が定義する合成視覚部品をテンプレートとして用いて, 複雑なチャートが自動生成される.

著者は, このフレームワークを用いて, Minard のロシア遠征チャートの宣言的定義と自動生成に初めて成功するとともに, これに別のチャートを入れ子で埋め込んだ拡張が DVS と CVS の書き換えで容易に行えることを示した. さらに, 2.5 次元表現の別の非標準チャートの定義・生成にも適用して, このフレームワークの汎用性を示している.

本論文の成果は以下のようにまとめられる.

1. 関係データベースの検索と非標準チャートを用いたデータ可視化を宣言的定義のみによりユーザ自身が即座に定義することができ, この定義に基づいてシステムが可視化チャートを自動生成することができるフレームワークを提案した.
2. このフレームワークにより, これまで宣言的定義が困難とされてきた Minard によるナポレオンのロシア遠征チャートの宣言的定義と自動生成に初めて成功し, このチャートの拡張も容易に行えることを示した.

これを要するに, 著者は, 非標準可視化チャートの宣言的定義と自動生成を可能にするフレームワークを提案し, 従来, 宣言的定義が困難とされていた可視化チャートの宣言的定義と自動生成に初めて成功したものであり, データベースの可視化の分野において貢献するところ大なるものがある. よって著者は北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める.