

8-17-2020

Fusion Comparing Visualization Method for Pesticide Residue Detection Data

Hongqian Chen

1. Beijing Key Laboratory of Big Data Technology for Food Safety, School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China;;

Li Hui

2. College of Management, Beijing Union University, Beijing 100101, China;

Fang Yi

1. Beijing Key Laboratory of Big Data Technology for Food Safety, School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China;;

Qixian Liu

1. Beijing Key Laboratory of Big Data Technology for Food Safety, School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China;;

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Fusion Comparing Visualization Method for Pesticide Residue Detection Data

Abstract

Abstract: To express efficiently the association and difference among cities, categories and standards in pesticide residue detection data analysis, *a fusion visualization method based on data statistic and OpenGL graphics library* was proposed. The method can accelerate the dataset comparing and selecting for the expert interaction and data analysis. The method firstly summarizes the detection data in pesticide residue detection database according to its various category and belonging region. All the data are shown in one fusion visualization result. *The result can assist expert to compare efficiently and analysis intuitively the dataset.* The data of the selected dataset in expert interaction are measured based on multiple regional MRL standard. *The measured results based multiple standards are shown in one fusion visualization interface.* The fusion visualization can achieve to support the fast evaluation and representation for the detection data. The experimental results denoted the method can achieve the intuitive and accurate global data overview and prognostication. The method can support the expert interaction in real time.

Keywords

data visualization, data comparing, fusion visualization, pesticide residue detection data

Authors

Hongqian Chen, Li Hui, Fang Yi, Qixian Liu, and Chen Yi

Recommended Citation

Chen Hongqian, Li Hui, Fang Yi, Liu Qixian, Chen Yi. Fusion Comparing Visualization Method for Pesticide Residue Detection Data[J]. Journal of System Simulation, 2016, 28(2): 354-360.

一种农残检测数据的融合对比可视化方法

陈红倩¹, 李慧², 方艺¹, 刘启贤¹, 陈谊¹

(1. 北京工商大学计算机与信息工程学院食品安全大数据技术北京市重点实验室, 北京 100048;

2. 北京联合大学管理学院, 北京 100101)

摘要: 针对农残检测数据分析过程中, 多城市、多类别、多标准间的高效对比与数据筛选, 提出了一种基于 OpenGL 图形库并结合数据统计的融合可视化方法。该方法基于农残检测数据库, 对检测结果进行分类汇总; 将汇总后的数据融合显示在一个可视化界面中, 实现数据的快速对比与直观初步分析; 将专家交互选定的数据集, 依据多国/地区 MRL(Maximum Residue Limits)标准进行衡量, 将衡量结果再次融合显示至一个可视化界面中, 实现检测结果在多标准条件下的快速评价与表达。实验结果表明, 方法能够对一定规模的农残检测数据进行快速展示, 并能从可视化结果中高效的进行数据概览与预判, 算法处理效率能满足实时交互需求。

关键词: 数据可视化; 数据对比; 融合可视化; 农残检测数据

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2016) 02-0354-07

Fusion Comparing Visualization Method for Pesticide Residue Detection Data

Chen Hongqian¹, Li Hui², Fang Yi¹, Liu Qixian¹, Chen Yi¹

(1. Beijing Key Laboratory of Big Data Technology for Food Safety, School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China; 2. College of Management, Beijing Union University, Beijing 100101, China)

Abstract: To express efficiently the association and difference among cities, categories and standards in pesticide residue detection data analysis, a fusion visualization method based on data statistic and OpenGL graphics library was proposed. The method can accelerate the dataset comparing and selecting for the expert interaction and data analysis. The method firstly summarizes the detection data in pesticide residue detection database according to its various category and belonging region. All the data are shown in one fusion visualization result. The result can assist expert to compare efficiently and analysis intuitively the dataset. The data of the selected dataset in expert interaction are measured based on multiple regional MRL standard. The measured results based multiple standards are shown in one fusion visualization interface. The fusion visualization can achieve to support the fast evaluation and representation for the detection data. The experimental results denoted the method can achieve the intuitive and accurate global data overview and prognostication. The method can support the expert interaction in real time.

Keywords: data visualization; data comparing; fusion visualization; pesticide residue detection data

引言

食品安全关系到国计民生, 近年来已经成为世



收稿日期: 2015-07-24 修回日期: 2016-01-12;
基金项目: 十二五国家科技支撑项目(2012BAD29B01-2);
北京市自然科学基金资助项目(4154066);
作者简介: 陈红倩(1982-), 男, 山东, 博士, 副教授, 研究方向为虚拟现实与可视分析; 李慧(通讯作者 1983-), 女, 博士, 讲师, 研究方向为数据挖掘与知识发现。

界各国的关注点, 中国作为世界上人口最多的国家, 食品安全问题在社会经济中的重要性尤为突出。目前国内已开始建立市场级检测体系, 并积极建立完善的食品安全应急体系。2010 年国务院成立食品安全委员会, 2011 年建立国家食品安全风险评估中心, 大力推进农业标准化建设, 初步构建了市场准入许可、食品安全评估、出厂强制检验、

日常抽检、风险监测等制度。

在食品安全检测数据分析过程中,农药残留含量检测数据(一般简称农残检测数据)是重要的一类数据,主要表征采集到的食品样品中的农药化合物在样品中的残留量,并将该数据与国家规定的最大残留限量标准相比对,以验证其是否达标。

本文针对农残检测数据,设计并提出了一种基于数据统计的融合可视化方法,该方法能够将一定规模的农残数据根据其所属的地区和类别进行分类统计,将统计结果集中显示至一个融合的可视化界面中,提供给领域专家,为专家提供快速的城市间、类别间、多衡量标准间的直观对比,以进行初步分析。并通过交互手段进行数据筛选,对筛选出的数据集,使用多国/地区 MRL 标准进行衡量,将多个衡量结果,再次通过融合可视化的方法,融合至一个可视化界面中,辅助专家进行不同衡量标准下的检测结果的综合评价。实验结果表明,本方法能够对农残检测数据进行快速展示,并能基于可视化结果,进行高效的数据概览和预判,针对一定规模的数据集,算法能够在实时交互的条件下实现可视化显示。

1 相关工作

在食品安全及预警的相关研究成果中,由于近年来食品安全备受关注,其相关技术得到了快速发展,很多学者在这一领域进行了努力探索,并取得了许多重要的成果。国外学者主要是从食品安全监控体系的构成、运行机制和可能的失效三方面进行研究。在食品安全监控的研究方面,著名学者 Whitehead^[1]提出了食品控制体系中所包括 6 个要素。国内学者对于食品安全预警体系的研究,主要集中在食品供应链的管理和监督,通过提高管理水平和加强监督及问责机制来保障食品安全。

目前针对农残检测数据的分析,目前主要有 3 类研究:(1)借鉴专家经验知识,进行基于经验的数据分析。根据专家的经验知识进行数据分析,的确有其快速性,但这种方法无法准确的说明论点的程

度范围,而对价值信息获取的过程无法保证充分性;(2)通过数学统计方法进行分析,这种方法能获得概况信息,但无法从概况信息中获取哪些才是最需要关注的的数据内容,从而进一步进行数据分析;(3)使用支持向量机、关联规则挖掘、数据序列预测等经典数据挖掘方法,对检测结果数据进行处理与分析,但由于食品安全数据的特殊性,在关联规则与数据序列预测方面甚至会得出一些错误的结论。

数据可视化(Data Visualization)技术以直观方式表达抽象信息,使得用户能够目睹、探索以至快速理解大量的信息,已经被证明为一种提高信息获取能力的有效方法,并在实践中得到广泛的应用。采用可视化技术对农残检测数据进行快速展示是一种可行方法。2009 年, Tony Hey 等人主编的《第四范式:数据密集型的科学发现》^[2]中认为:“现阶段应用于大多数科学学科的数据管理工具都不够成熟,缺少数据可视化和分析工具。”2013 年孟小峰教授^[3]明确指出:“可视化技术是数据分析与信息获取的重要手段。”2013 年麦肯锡咨询报告^[4]指出:可视化技术已经成为处理数据的关键技术。信息可视化能有效抓住人们的注意力。

Sacha^[5]等人在 2014 年指出可视化与可视分析技术,将专家知识引入数据挖掘过程,通过建立探索循环、验证循环、知识产生循环,从而在数据模型和可视化结果中寻证数据中可能存在的模式。

在可视化技术方面,戴国忠等人^[6]在 2013 年对国内和国外的信息可视化进展,以及可视分析中的挑战进行了综述。对于数据的可视化,目前主要集中于层次数据、高维数据的可视化研究。层次数据的可视化方法一般包含 2 类^[7]:(1)点线式(Node-Link)方式,如双曲树(Hyperbolic Tree);(2)空间填充式,如树图(TreeMap)、Sunburst 等。本文所采用的可视化方法,从可视化技术方面属于空间填充式可视化方法。

在空间填充式可视化方法中,树图(TreeMap)可视化方法最为著名,袁晓如^[8]从树图的布局算法、交互方法、改进和变种、应用领域和用户评价

研究等角度,对树图可视化及其扩展方法的基础和研究前沿进行了综述。John Stasko^[9]等在空间填充法的基础上提出了 Sunburst 方法,基于放射圆填充可视化层次信息。

对于多维数据可视化来说,散点图与散点图矩阵和平行坐标技术是常用的可视化方法,Jorge^[10]等人在 2014 年结合散点图投影技术和平行坐标,对不同数据内容间的相似度进行了可视化。

在可视化过程中的颜色映射方面,浙江大学的潘斌^[11]提出基于用户关注度设置颜色,通过鲜明的颜色对比突出显示用户关注区域。

对于数据间的相似度比较可视化,Steffen^[12]使用动态网络对属性的相似度矩阵进行了可视化。Johannes^[13]通过 Small Multiple 显示数据在不同时间上的相似度,并将模型用于高维数据、时变数据和轨迹数据的相似性比对。Elzen^[14]从动态网络结构化的角度上,针对大规模数据中数据间的相似性进行可视分析。

2 融合对比可视化方法

本文针对农残检测数据的快速概览可视化问题,设计了一种基于多种可视化融合的方法。主要实现 2 种形式上的融合对比可视化方法:(1)针对多城市、多农产品的融合可视化;(2)针对特定数据集进行多标准下的评价结果融合可视化。

第 1 种方法基于散点图+饼图的方法,展现城市、农产品间的相互关系。第 2 种方法基于 Sunburst 可视化方法的基本原理,展现选定数据集在多衡量标准下的综合情况。

2.1 可视化数据源分析

本文针对农残检测数据进行融合可视化,农残检测数据集中的每一条记录,至少包含农产品样品、农药、检出值 3 类信息。在农产品样品信息中,又包含农产品样品的采集时间、采集地、采集人等信息。融合可视化方法所需进行的数据内容准备过程,主要包含如下内容:

1) 对农残检测数据集,根据其所属地区和类别,进行分类统计:一方面是根据数据的所属地区进行统计;另一方面是根据数据所属类别进行统计,比如农产品及其类别、农药及其类别。

2) 将农残检测数据划分为 N 个区间,并分别统计每个区间的数量。一般情况下,数据划分为 6 个区间,这 6 个区间依次是 $[0, 0.001)$, $[0.001, 0.005)$, $[0.005, 0.01)$, $[0.01, 0.1)$, $[0.1, 1)$ 以及 $[1, +\infty)$, 数据单位为 ppm。针对在第 1 步骤中筛选处理的每一个数据集,分别统计这 6 个区间的检出数。

2.2 多城市、多农产品的融合可视化

针对多城市、多农产品的融合可视化,将多个城市、多种农产品的检测结果,同时进行分类显示,从而快速的浏览检测数据的整体状况。该方法比传统的表格等方法具备更为高效的数据直观分析性能,并能通过交互,对数据进行过滤、以及通过数据联动、跳转和高亮等分析手段,进行动态分析。

多城市多农产品的农残检测数据可视化的设计思路为:以直角坐标系为主框架, X 轴为城市, Y 轴为蔬菜,部分地区部分蔬菜没有检测或检出农药所以对应位置为空。整个可视化界面划分为若干个区域,每个区域中使用饼状图显示 N 个区间(一般为 6 区间)的统计数,从而快速浏览农残检测数据的整体情况。

每个饼图代表了 6 个浓度区间检出数的关系,饼状图的区间映射方法如图 1 所示。

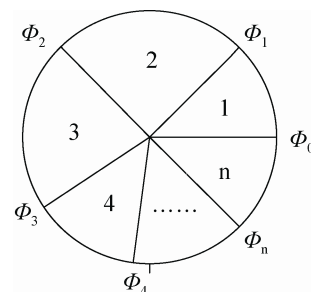


图 1 区间统计量映射示意图

区间映射饼图,在映射过程中依次从圆心向右方向逆时针作为区间起始区间方向,相位角越大的

区间表示的含量越高, 每个区间所占的相位角度计算方法如公式(1)所示,

$$\phi_i = \frac{x_i}{x_1 + x_2 + \dots + x_n} \times 2\pi + (\phi_{i-1} + \phi_{i-2} + \dots + \phi_1) \quad (1)$$

其中, n 为映射区间的个数, 多城市多时间饼图对 6 个浓度区间进行可视化, 因此 n 的取值范围为 [1, 6]。 x_1 到 x_n 为饼图中每一个扇形区间对应的数据值, 即为在 2.1 中所获取的区间统计数, x_i 除以数据总数计算出每一个数据占总数据的百分比, 再乘 2π 求出每一个扇形区间的相位角度。 i 取值范围为 [1, n] 对应饼图的第 i 个扇形区间。

区间映射图中的各个角度对应直角坐标系中的角度, 逆时针进行绘制。扇形角度为递推关系, ϕ_i 为第 i 个扇形对应的结束角度, ϕ_{i-1} 是第 i 个扇形的起始角度, 也是第 $i-1$ 个扇形的结束角度, 而第一个扇形的起始角度 ϕ_0 默认为 0 度。

在绘制过程中, 区间映射饼图是由 OpenGL 图形库中的 GL_TRIANGLE_FAN 模式进行绘制的, 该模式下, 每个圆弧上的坐标点的计算方法如公式(2)和公式(3)所示,

$$x_i = x_0 + R \times \cos \phi_i \quad (2)$$

$$y_i = y_0 + R \times \sin \phi_i \quad (3)$$

其中: (x_0, y_0) 为饼图中心坐标; R 为饼图的半径。

区间映射饼图中, 需要为每个区间映射颜色。本文所设定的区间颜色映射关系为: [0, 0.001] 区间表示为绿色, [0.001, 0.005] 区间表示为浅蓝色, [0.005, 0.01] 区间表示为蓝色, [0.01, 0.1] 区间表示为黄色, [0.1, 1] 区间表示为紫色, [1, +∞) 区间表示为红色。

通过上述方法, 即可快速概览农残检测数据, 针对各个地区总体情况、多个地区多种蔬菜对比情况、每种蔬菜的不同检测标准统计这 6 个区间的检出数, 进行农药残留含量的数据可视化。

2.3 多 MRL 标准的评价结果融合可视化

目前, 中国、日本、欧盟、美国、中国香港、CAC(国际食品法典委员会)等都制定了相应的农

产品中最大农药残留限量标准(MRL 标准)。通过使用多种 MRL 标准同时进行分析, 能够更为全面的评价该检测数据。

如某种农产品中的某农药含量, 仅通过中国 MRL 进行衡量假使为不超标。假如仅采用中国 MRL 标准进行衡量, 则可能会直接因为不超标而忽略该数据, 但假如能采用多种 MRL 标准进行衡量, 所得出的结论为: 以中国、中国香港、CAC-MRL 标准衡量不超标、以日本、欧盟、美国 MRL 标准衡量超标, 则可进一步判定该数据所表征的样品虽在国内属于检测合格, 但仍属于有危害性的一类, 可以进一步进行横向或纵向追踪分析。

本文设计了一种多 MRL 标准下的评价结果融合可视化方法。该方法将农残检测数据, 首先分为有农药检出和无农药检出 2 类; 对于有检出的情况, 再次根据农药毒性分为高毒/剧毒农药和一般农药 2 类; 对于一般毒性类, 再按照各国家/地区 MRL 标准进一步评价为超标和未超标。

根据指定数据集中的农残检测数据, 在可视化结果中分为 3 种情况: 1) 无农药检出的农产品; 2) 含有高毒/剧毒农药的农产品; 3) 含有一般农药, 通过根据不同国家/地区的 MRL 标准, 可能超标或不超标的情况。

本文中所提出方法的映射关系示意图如图 2 所示, 第 1 种情况和第 3 种情况为单一扇区, 第 2 种情况在映射区间扇形外侧, 通过叠加不同的圆环区域, 映射不同标准对应的评价结果所占比例。圆环从内到外依次为: 中国、日本、欧盟、美国、中国香港、CAC 6 种标准。同时, 将映射区间的扇区半径, 再次映射为检出频次。

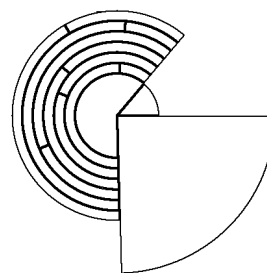


图 2 多标准评价结果映射示意图

多标准下的融合可视化绘制方法中,在绘制不同标准的有毒农药含量时图形为圆环,环形的绘制采取 GL_TRIANGLE_STRIP 模式进行绘制。

首先将检测结果,分为无农药、有一般农药、有高毒/剧毒农药 3 种情况,并将 3 种情况以扇区的形式进行绘制,其每个扇区区间的所占相位角度计算方法如公式(4)所示,

$$\phi_i = \frac{x_i}{x_1+x_2+\dots+x_n} \times 2\pi + (\phi_{i-1} + \phi_{i-2} + \dots + \phi_1) \quad (4)$$

其中, n 为所分的扇区区间数,针对 3 类数据, n 的取值范围为[1, 3]。 x_1 到 x_n 为饼图中每一个扇形对应的数据的值。 x_i 除以数据总数计算出每一个数据占总数据的百分比,再乘 2π 求出每一个扇形的角度。 i 的取值范围为[1, n] , 对应饼图的第 i 个扇形。饼图中的各个角度对应直角坐标系中的角度,逆时针进行绘制。扇形角度为递推关系, ϕ_i 为第 i 个扇形对应的结束角度, ϕ_{i-1} 是第 i 个扇形的起始角度,也是第 $i-1$ 个扇形的结束角度,而第一个扇形的起始角度 ϕ_0 默认为直角坐标系中的 0 度。在编程时为方便实现,将 $x_1+x_2+\dots+x_n$ 提前计算出来保存到数组中以便计算。

在一般农药类别的检出数据中,根据不同国家/地区的 MRL 标准,对选定数据集中的数据进行可视化。不同检测标准评价结果中,超标、未超标的分界线相位角计算公式为

$$\phi = \frac{x}{x_1+x_2+\dots+x_n} \times 2\pi + \phi_0 \quad (5)$$

其中: ϕ_0 为一般农药类扇形区间的起始角度; ϕ 为超标和未超标分界线的角度; x 为一般农药含量超标的检测数据,除以总检测数得到超标数占总数的百分比求得分界线对应的角度。

在颜色映射过程中,根据指定数据集中的农残检测数据,在可视化结果中分为 3 种情况: 1) 无农药检出的情况,直接使用绿色进行表示; 2) 含有高毒/剧毒农药的农产品,直接使用红色进行表示; 3) 对一般农药,通过根据不同国家/地区的

MRL 标准,在映射区间扇形外侧,针对每一种标准,采用不同的颜色,并使用其浅颜色表示未超标,使用深颜色表示超标。

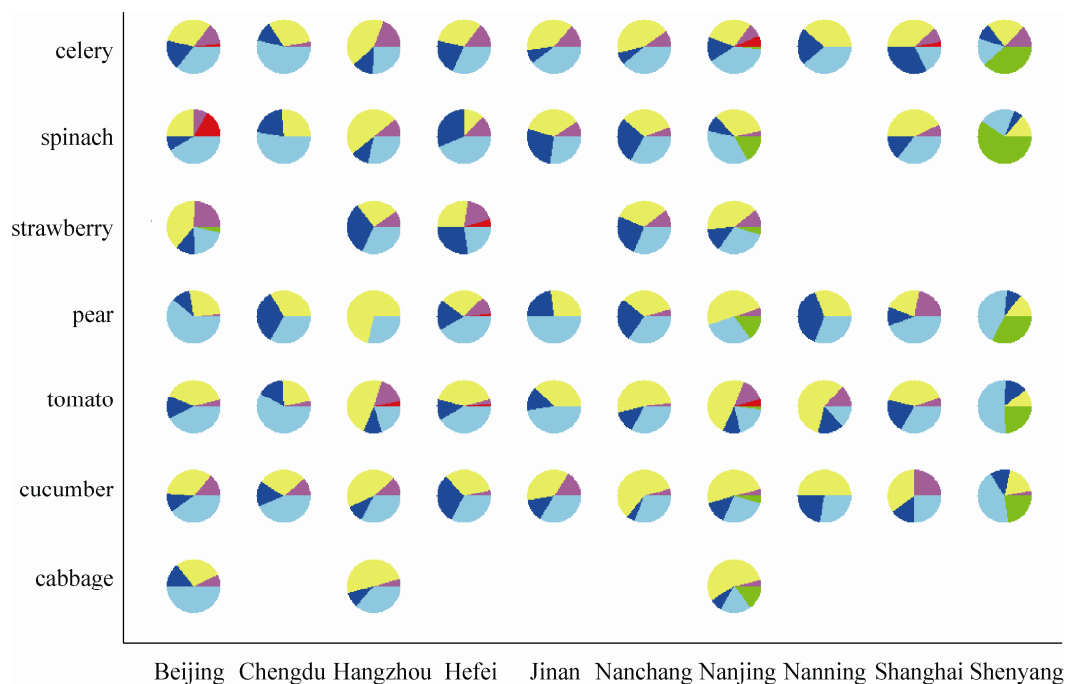
3 实验结果与分析

基于本文的算法思想,已经实现了基于本文系统模型的流式数据可视化,硬件平台为 intel core i5 2 410 M 2.3 GHz CPU, 4 G 内存和 AMD Radeon 6 630 M 显卡。编程语言为 C++语言,图形平台为 OpenGL。

本文中所提出的各方法步骤已经应用于农残检测数据的融合可视化中,图 3 为多城市多农产品融合可视化的一个可视化效果。由图 3 中可以看出大部分地区大部分蔬菜的农药残留含量为黄色和浅蓝色,即[0.001, 0.005)区间和[0.01, 0.1)区间。另外,从图中不难发现,沈阳市的农药残留含量整体上较低,大部分为浅蓝色和绿色,即大都在 0.01 以下,而与此同时,北京、南京、上海等地发现了农药残留含量 1 以上的蔬菜,这可能与该地区经济特点或供货渠道有关。(需要指出的是:本论文中所使用的数据内容已进行混淆,请勿直接采信,但不影响阐述数据分析过程)

图 4 为某城市中在多 MRL 标准下的评价结果融合可视化效果。实际数据为选定数据集共有 46 例样品,其中 2 例农产品无检出,2 例农产品有高毒农药检出,检出频次为 4 次,20 例样品中有一般农药检出,其中根据中国 MRL 有 1 例样品超标,根据日本、欧盟、美国、中国香港、CAC-MRL 标准为 5, 4, 3, 4, 2 次超标。

从图 4 中可以看出,在该城市中,约 1/10 的农产品无农药检出,也有 1/10 的农产品中检出高毒/剧毒农药存在,检出频次约为农产品数的 2 倍(从绿色无农药扇区半径开始向外数为 2 格)。根据中国 MRL 标准,只有很少的农产品超标,根据日本、欧盟、美国、中国香港、CAC 等 MRL 标准,则稍多样品中检出超标农药,从另一个侧面可以看出,中国 MRL 标准还有待进一步完善。



注: 本论文中所使用的数据内容已进行混淆, 请勿直接采信, 但不影响阐述数据分析过程。

图 3 某城市中黄瓜的农残检出量及多 MRL 分析效果图

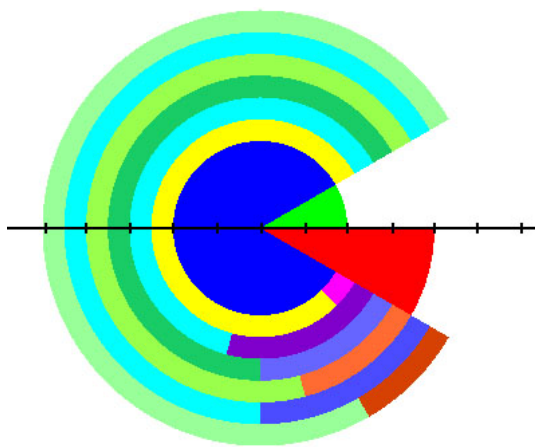


图 4 某城市中黄瓜的农残检出量及多 MRL 分析效果图

4 结论

本文针对农残检测数据, 设计并提出了一种基于数据统计的融合可视化方法, 该方法能够将一定规模的农残数据根据其所属的地区和类别进行分类统计, 将统计结果集中显示至一个融合的可视化界面中, 提供给领域专家, 为专家提供快速的城市间、类别间、多衡量标准间的直观对比, 以进行初

步分析。并通过交互手段进行数据筛选, 对筛选出的数据集, 使用多国/地区 MRL 标准进行衡量, 将多个衡量结果, 再次通过融合可视化的方法, 融合至一个可视化界面中, 辅助专家进行不同衡量标准下的检测结果的综合评价。

实验结果表明, 文中方法能够对一定规模的农残检测数据进行快速展示, 并能从可视化结果中高效的进行数据概览与预判, 算法处理效率能满足实时交互需求。

致谢

本论文受十二五国家科技支撑项目 (2012BAD29B01-2)、北京市自然科学基金资助项目 (4154066)、北京市教委科技计划面上项目 (PXM2014_014213_000004)、北京市优秀人才培养资助项目 (2014000020124G029)、虚拟现实技术与系统国家重点实验室开放基金 (BUAA-VR-14KF-04) 项目资助。

参考文献:

- [1] Whitehead A J. Elements of an effective national food control system [J]. Food Control(S0956-7135), 1995, 6(5): 247-251.
- [2] Tony Hey, Stewart Tansley. 第四范式: 数据密集型科学发现[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [3] 孟小峰, 慈祥. 大数据管理: 概念、技术与挑战 [J]. 计算机研究与发展, 2013, 50(1): 146-169. (Meng Xiaofeng, Ci Xiang. Big data management: concepts techniques and challenges [J]. Journal of Computer Research and Development, 2013, 50(1): 146-169(in Chinese).)
- [4] McKinsey Global Institute May 2011 Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity 麦肯锡《大数据--下一个创新、竞争和生产力的前沿》[EB/OL]. (2011-06-04) [2015-06-01]. <http://www.cninews/mckinsey-global-institute-big-data-report/>.
- [5] Sacha D, Stoffel A, Stoffel F, et al. Knowledge generation model for visual analytics [J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (S1077-2626), 2014, 20(12): 1604-1613.
- [6] 戴国忠, 陈为, 洪文学, 等. 信息可视化和可视分析: 挑战与机遇——北戴河信息可视化战略研讨会总结报告 [J]. 中国科学: 信息科学, 2013, 43(1): 178-184.
- [7] Wattenberg M. A note on space-filling visualizations and space-filling curves [C]// Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005, IEEE Symposium on. USA: IEEE, 2005: 181-186.
- [8] 张昕, 袁晓如. 树图可视化 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, 24(9): 1113-1124.
- [9] John Stasko, Eugene Zhang. Focus+Context Display and Navigation Techniques for Enhancing Radial, Space-Filling Hierarchy Visualizations [C]// IEEE Symposium on Information Visualization, InfoVis 2000. USA: IEEE, 2000: 57-65.
- [10] Jorge Poco, Aritra Dasgupta, Yaxing Wei, et al. SimilarityExplorer: A Visual Inter-Comparison Tool for Multifaceted Climate Data [C]// Eurographics Conference on Visualization (EuroVis). USA:IEEE, 2014, 33(3): 341-350.
- [11] 潘斌, 王帅, 陈为, 等. 用户关注度相关的装配模型动态可视化 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2011, 23(6): 971-976.
- [12] Steffen Hadlak, Heidrun Schumann, Clemens H Cap, et al. Supporting the Visual Analysis of Dynamic Networks by Clustering associated Temporal Attributes [J]. IEEE Trans. Visual. Comput. Graph (S1077-2626), 2013, 19(12): 2267-2276.
- [13] Johannes Kehrer, Harald Piringer, Wolfgang Berger, et al. A Model for Structure-Based Comparison of Many Categories in Small-Multiple Displays [J]. IEEE Trans. Visual. Comput. Graph (S1077-2626), 2013, 19(12): 2287-2296.
- [14] Stef van den Elzen, Danny Holtén, Jorik Blaas et al. Reordering Massive Sequence Views: Enabling Temporal and Structural Analysis of Dynamic Networks [C]// Proc. IEEE PacificVis. USA: IEEE, 2013: 33-40.

《系统仿真学报》荣获“2014 中国最具国际影响力学术期刊”证书

由中国学术期刊(光盘版)电子杂志社与清华大学图书馆联合成立的中国学术文献国际评价研究中心, 以美国汤森路透 Web of Science 收录的 1.2 万余种期刊为引文统计源, 首次研制发布了 2012《中国学术期刊国际引证年报》(CAJ-IJCR 年报)。第一次给出了我国 5600 余种中外文学学术期刊总被引频次、影响因子、半衰期等各项国际引证指标, 并采用了新的国际影响力综合评价指标 CI 对期刊排序, 发布了“中国最具国际影响力学术期刊”(排序 TOP5%)和“中国国际影响力优秀学术期刊”(排序 TOP5-10%), 在国内外学术界产生了较大反响。之后, 2013 年版年报, 将引文统计源期刊扩展到 1.44 万多种。目前, 2014 版国际、国内年报与 TOP5%和 TOP5-10%期刊的遴选业已完成, 《系统仿真学报》被列入“2014 中国最具国际影响力学术期刊”行列。

我学报连续 2 年被列入 TOP5%国内一流的中国最具国际影响力学术期刊, 走向世界, 进入国际一流, 指日可待!