

# 金融网络中资金异常流动监测的可视化支持研究

杨莉<sup>1</sup>, 薛耀文<sup>1</sup>, 高慧敏<sup>1</sup>, 张鹏翥<sup>2</sup>

(1. 太原科技大学, 山西 太原 030024;

2. 上海交通大学, 上海 200052)

**摘要:**对金融网络中异常资金流动的可视化研究是学术界和中国反洗钱监测分析中心一直关心的问题。金融网络的可视化能够提高监测和侦破效率。在金融网络仿真模拟平台的基础上,设计了账号节点的可视化交易网络图。该网络图给出了多个账号节点合理的布局显示方法,并从监测准则、显示方式、账号节点的曲线图、具体的资金流动链等方面详细地表示了账号节点之间的交易关系,使之从不同的角度实现了对资金异常流动的图形可视化。并在较大数量账号的显示方面提出了一种新的观点。

**关键词:**金融网络;资金流动;异常;监测;可视化

**中图分类号:**TP391.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2008)08-0192-03

## Visualization Technology of Supervision on Abnormal Capital Flow in Financial Network

YANG Li<sup>1</sup>, XUE Yao-wen<sup>1</sup>, GAO Hui-min<sup>1</sup>, ZHANG Peng-zhu<sup>2</sup>

(1. Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China;

2. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China)

**Abstract:** The research of visualization of the abnormal capital flow in financial network is the issue of concern of academic world and China Anti-Money Laundering Monitoring & Analysis Center all the time. The visualization of financial network can enhance the efficiency of supervising and detecting. The designing of the visible transaction network chart of the points of account numbers is based on the simulation platform in the financial network. It has pointed out the reasonable method of layout of many account number nodes, and showed the transaction relations of the account number nodes in detail from supervising criterions, modes of display, graphs of the account number nodes, the detailed chain of capital flow, so it has realized graphical visualization of abnormal capital flow from different points of view. And put forward a new idea on display of larger quantities of account number nodes.

**Key words:** financial networks; capital flow; abnormal; supervision; visualization

## 0 引言

资金异常流动,助长了投机行为,扰乱了正常金融秩序;各种犯罪所得,利用金融网络,绕过监管,达到犯罪所得合法化的图谋。这些资金异常流动,“已经成为世界各国和国际社会必须采取一致行动、努力铲除的社会毒瘤”<sup>[1]</sup>。

2004年7月,中国反洗钱监测分析中心正式成

立,其职能主要是收集大额和可疑交易信息,整理分析交易信息。2006年10月31日全国人大常委会会议通过《中华人民共和国反洗钱法》,并于2007年1月1日起开始实施。继《反洗钱法》颁布之后,2006年11月14日中国人民银行又发布了两部重要规章——《金融机构反洗钱规定》和《金融机构大额交易和可疑交易报告管理办法》,形成了我国反洗钱工作领域“一法二规”较为完善的法律体系<sup>[2]</sup>。

在资金异常流动的监测中,面对各金融机构汇报的大额和可疑数据,账号之间的关系繁杂,现有的一些复杂网络可视化软件无法适应金融网络的可视化要求,难以表现金融网络中的各种复杂的特征和属性<sup>[3,4]</sup>。为此笔者尝试了资金异常流动监测中的可视化支持研究。在 eclipse 开发环境中,利用 Java 语言,从不同的角度实现了对资金异常流动的图形可视化。

收稿日期:2007-11-01

基金项目:国家自然科学基金重点项目(70533030);山西省软科学项目(051032-2)

作者简介:杨莉(1982-),女,山东济宁人,硕士研究生,研究方向为计算机仿真与虚拟现实;薛耀文,博士,教授,研究方向为金融系统工程;高慧敏,博士,教授,研究方向为复杂系统的建模、仿真、优化与调度,多智能体技术。

## 1 可视化支持系统的设计

### 1.1 账户间的理论关系

在金融网络中账户节点及账户节点间的交易关系有存款、取款和转账,其理论关系如图 1 所示。

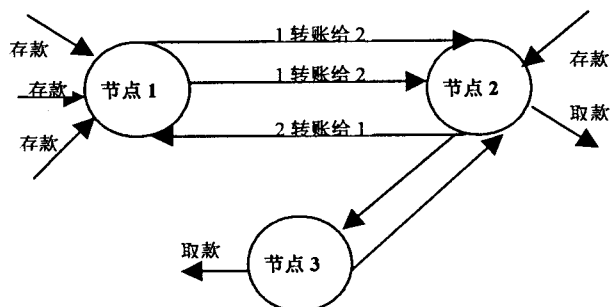


图 1 账户间理论关系图

### 1.2 可视化系统结构、数据流程图、功能模块

#### 1.2.1 系统结构图

资金异常流动可视化系统实现资金流动数据库和图形库的建设、管理工作。使用可视化手段实现数据库和图形库的挂接、查询,并最终实现在资金异常流动中的各种应用。其系统结构如图 2 所示。

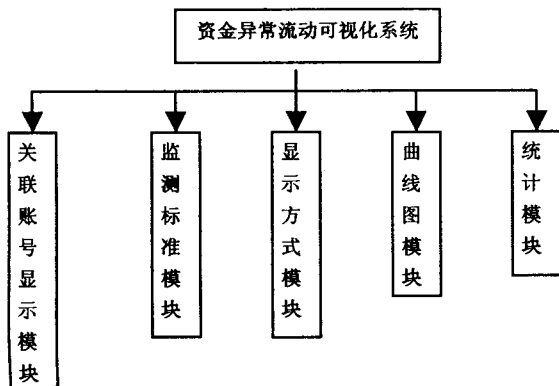


图 2 可视化系统结构

#### 1.2.2 可视化数据流程图及功能模块

本系统是基于资金异常流动模拟监测系统(Capital Abnormal Flow Simulation Inspection System, 简称为 CAFSIS)的可视化<sup>[5]</sup>,与监测系统结合的数据流程图如图 3 所示。

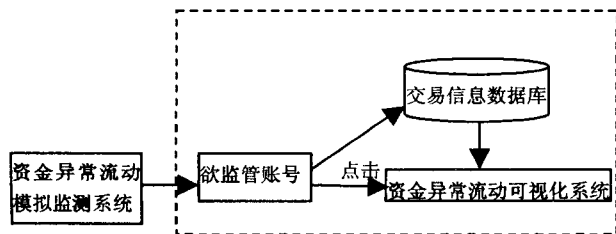


图 3 与监测系统结合的数据流程图

#### 1.2.3 功能模块

本系统所具有的功能模块如下:

(1)关联账号显示功能模块。该功能模块实现与被查询的账号有关系的所有账号节点的显示。

(2)监测准则功能模块。监测准则分为数量标准、路径标准、法律标准、强度标准。若点击不同的监测准则,则网络图上出现对应的显示。如点击数量标准里的绝对标准,则用箭头的个数以不同的颜色表示出现异常的次数。

(3)显示功能模块。该功能模块表示金融网络图的显示方式。用户可查询账号交易的次数和交易量。

(4)曲线图功能模块。由交易数据库中的基础数据生成相应账号节点的交易(存取款、转账)图。

(5)统计功能模块。该功能模块显示的是用户按顺序点击智能节点(账号)的资金流动链。通过这一项可以清楚地看到完整的资金流动链,并且当鼠标移动到节点和箭头线时,可以显示出账号的具体信息和账号之间的交易信息,从而大大地方便了监测人员发现异常资金流动链。

## 2 资金异常流动可视化算法

### (1) 关联账号分布算法。

所有的关联账号的分布是一个同心圆,以放射状显示,第一个圆均匀地分布 8 个节点,第二个圆相对于第一个圆逆时针旋转  $\alpha$  度,半径增加一定像素均匀地分布 18 个,第三个圆相对于第一个圆逆时针旋转  $b$  度,半径增加一定像素显示 30 个。依次类推(假设关联账号节点数足够多)。点分布算法:

假设节点数为  $n$ ,圆的半径为  $r$ ,圆心的坐标为:  $(r, r)$ ,则在圆上均匀地分布  $n$  个节点的公式如(1)、(2)所示。

$$x[i] = (\text{int})(r - r * \text{Math}.\sin(i * (2 * \text{Math}.\text{PI})/b)) \quad (1 < i < n + 1) \quad (1)$$

$$y[i] = (\text{int})(r - r * \text{Math}.\cos(i * (2 * \text{Math}.\text{PI})/b)) \quad (1 < i < n + 1) \quad (2)$$

(2) 将一条线绕起点顺时针旋转  $\alpha$  度。

将一条起点为  $(x_1, y_1)$  和终点为  $(x_2, y_2)$  的线旋转  $\alpha$  度;假设旋转后线的终点为  $(x_3, y_3)$ ;可用矩阵表示,如公式(3)所示。

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

(3) 画带箭头的线。

画线只需知道起点和终点,而带箭头线就是在终点再划两条小线段。本系统的带箭头的线的算法:先画一条线,并取该线的  $1/8$  或  $1/16$ (靠近终点)的线段,并将小线段顺时针旋转  $30^\circ$  和逆时针旋转  $30^\circ$ 。

### 3 可视化系统的实现及仿真

#### 3.1 可视化

利用 CAFSIS 平台显示异常资金流动界面,如图 4 所示。

帐号	存款	取款	转账对方帐号	转账金额	帐面余额
01030503020222	0	0	01010403010224	-2340000	183155
01010403010224	0	0	01030503020222	2340000	610026
01020401020226	11	0	<NULL>	0	11
01020401020226	232321323	0	<NULL>	0	232321
01020401020226	0	-2323233	<NULL>	0	229998
01020401020226	0	0	01020501010220	-23232323	208765
01020501010220	0	0	01020401020226	23232323	210899

图 4 异常资金流动界面

移动鼠标定位于某一账号,如账号 01030503020222,点击之后出现所有与它有交易关系的关联账号的可视化网络图,如图 5 所示。

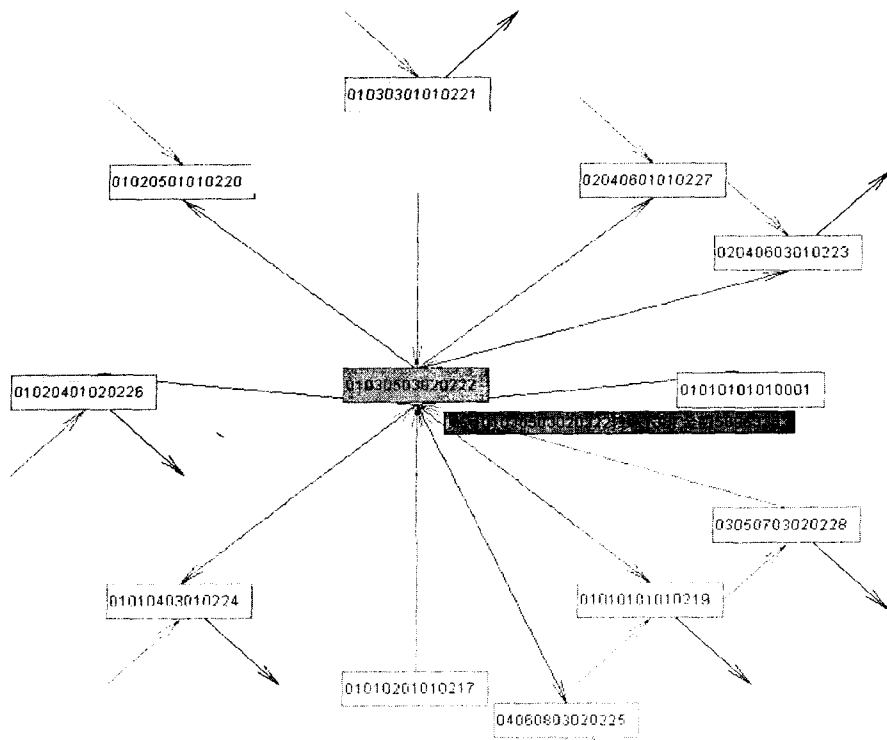


图 5 可视化查询

此交易网络图通过算法,能够自动排列账号位置。被查询节点以圆心的位置显示,与查询节点有关系的节点以一个同心圆以放射状显示。用带箭头的线表示两个账号之间进行了交易,双向箭头表示相互进行了交易,单向箭头表明了该节点给箭头所指节点转移了资金。如果节点发生了存取款也有相应的箭头表示。把鼠标移至该中心节点,就可以显示出该中心节点总的资金交易状况。在该节点上点击鼠标的右键,出现快捷菜单,里面包含该账号的交易信息、客户信息、开户行信息、历史流水。分别点击对应项出现详细的显示信息。具体如下:

当点击账号节点 01010403010224 的交易信息时

调用数据库出现符合条件的所有信息。即对该可视化图形的具体描述。包括:存款、取款、转账对方账号、转账金额、账面余额、交易时间等,如图 6 所示。

帐户 01010403010224 的交易信息				
帐号	存款	取款	转账对方帐号	转账金额
01010403010224	6.765765...	0.0	Null	0.0
01010403010224	0.0	-6.765765...	Null	0.0
01010403010224	0.0	0.0	02040603010223	-1232323.0
01010403010224	0.0	0.0	01030503020222	-5000000.0
01010403010224	0.0	-4000000.0	Null	0.0
01010403010224	3.0E8	0.0	Null	0.0
01010403010224	0.0	0.0	01030503020222	2000000.0
01010403010224	0.0	0.0	01030503020222	2340000.0

图 6 账户的交易信息图

当鼠标移至转账线,出现该账号的转账总金额、次数、时间等。移至存取款的箭头线上时,出现该账号的

存取款总金额、次数、时间等。双击某一关联账号(如账号 010205010220)则出现与该节点有关系的所有关联账号,依次类推。该可视化界面可以随意放大、缩小、旋转,并且所有节点可以任意拖动,之间的连线也跟着伸展,直至检测人员满意。

#### 3.2 曲线图

由交易数据库中的基础数据利用曲线图模块生成相应账号节点的交易图(如图 7 所示)。

### 4 结束语

在账号的布局方面采用同心圆的显示方式,从不同的角度清晰地显示出了各个账号的

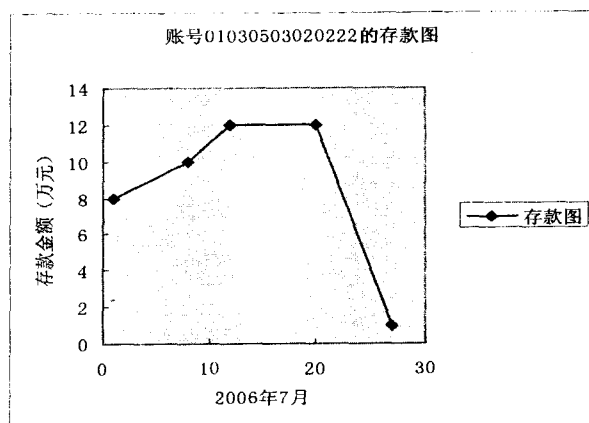


图 7 存款图

(下转第 198 页)

强度值。提取信号强度之后还需用背景值来修正。如图 3 所示。

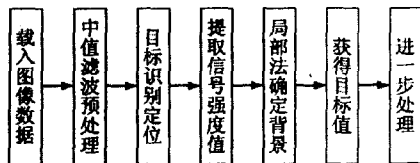


图 3 图像处理流程图

预处理阶段采用中值滤波对图像去噪,其主要工作是去除图像中的杂质、噪声等以使样点更易识别,去噪的效果直接影响到图像后续处理结果的精确度和准确性。由于这些操作会损害原始数据,所以处理后的图像主要用于目标识别和定位,查找出目标后需要结合原始图像进行处理。

由于荧光信号位置的不固定性,要提取出其强度信息,必须先使用模式匹配技术识别出图像中的荧光信号目标点,并确定其位置坐标。样点位置确定以后,需要限定样点范围,将此区域内的所有像素点当作目标信号处理;然后对所圈定范围内的像素进行操作就可得到信号值。有两种目标样点确定范围的方法,一种是使用一个正好能够涵盖住样品点的圆圈;另一种是用数学形态学方法得到样品点的轮廓,以此轮廓限定其范围。前者实现起来较为简单,但由于荧光物质不一定均匀,采集得到的样点可能并不规则,容易出现范围圈定过大的问题;而后者对样点形状不敏感,相对来说较为可靠,因此使用基于数学形态学的处理方法。确定好样点的范围之后,就可以用掩模技术提取出样点信号的强度值等数据信息。

由 CCD 采集得到的原始图像中,样点信号叠加了背景信号,因此需要确定图像的背景强度值,从提取出来的信号强度值中减去背景值从而获得可供分析的目标校正信号值。邻近背景法是在样品点区域之外的邻

近区域内,选择特定部分作为计算背景光密度值的参考。其比较适合于背景变化较强、样品点扩散较重的芯片图像。由于文中所涉及的 ICE 芯片荧光图像的背景区域所占比例较高,因此采用邻近背景法来确定背景光密度值。

#### 4 结束语

该系统充分利用 TMS320DM642 DSP 处理器高速的并行运算能力以及 S3C2410 ARM 嵌入式微处理器强大的实时控制和传输特性,通过 DSP 图像处理模块和 ARM 实时控制传输模块的协调工作来完成整个嵌入式 ICE 芯片扫描分析系统的运作。该系统不仅运算和处理速度快,实时性高,而且两种芯片合作,可使系统更加稳定可靠。

#### 参考文献:

- [1] Chee M, Yang R, Hubbell E, et al. Accessing Genetic Information with High-Density DNA Arrays[J]. Science, 1996, 274:610-613.
- [2] Derisi J L, Iyer V R, Brown P O. Exploring the Metabolic and Genetic Control of Gene Expression on a Genomic Scale[J]. Science, 1997, 278:680-684.
- [3] Mangru S D, Harrison D J. Chemiluminescence detection in integrated post-separation reactors for microchip-based capillary electrophoresis and affinity electrophoresis[J]. Electrophoresis, 1998, 19:2301-2307.
- [4] Issaq H J. A decade of capillary electrophoresis[J]. Electrophoresis, 2000, 21:1921-1939.
- [5] Dolnik V, Liu S, Jovanovich S. Capillary electrophoresis on microchip[J]. Electrophoresis, 2000, 21:41-54.
- [6] 向荣,王义明,罗国安.集成毛细管电泳芯片技术进展[J].分析化学,1999,27(1):104-110.

(上接第 194 页)

交易关系,使监测人员能通过分析可视化金融网络图研究智能节点集群关系,发现异常群体。但是在较大数量账号的显示方面还存在着不足之处,需要进一步改进。可以从如下角度考虑:当账号足够多时在显示方面采用类似于 Google Map 的放大显示原理,在中间设个放大区域,将要查看的的账号节点移动到放大区域,则能清晰地显示其交易关系,会取得理想的效果。

#### 参考文献:

- [1] 欧阳卫民. 国际反洗钱的现状和趋势[J]. 中国金融, 2005 (17):29-32.

- [2] 何俊德,何晋杰. 论金融开放条件下我国的金融监管[J]. 科技与管理, 2006(1):77-79.
- [3] Storoy S, Thore S, Boyer M. Equilibrium in Liner capital market networks[J]. The journal of Finance, 1975, 30(4): 1197-1211.
- [4] Anna N, Jose G. Dynamics of international financial networks with risk management[J]. Quantitative Finance, 2004(4):276-291.
- [5] 薛耀文,张朋柱,范静. 复杂金融网络中资金异常流动仿真监测平台设计与实现[J]. 系统工程理论方法应用, 2005, 14(5):449-453.