

转融通平台自动化管理系统^①

曹 雷, 吴忠华, 张绍莲, 汪 洵

(中国证券金融公司信息技术部, 北京 100032)

摘 要: 设计实现一个针对证券行业开市前环境准备的自动化运维管理系统. 利用着色赋时 Petri 网 (CTPN) 对 workflow 进行建模、基于开源 SQLLITE 建立后台数据库, 利用 Autoit 语言实现 TCP/IP 通信、用户登录、用户管理、日志查询、时间片设置、自动化执行时间设置、自动化配置项设置、手工配置项设置、执行结果查看、系统运行情况实时查看等功能. 实验结果表明, 该系统可减少人工操作失误, 大幅度提高运维效率.

关键词: 转融通平台自动化管理系统; 股市开市前准备; workflow; 着色 Petri 网; 赋时 Petri 网

ZRT Automated Management System

CAO Lei, WU Zhong-Hua, ZHANG Shao-Lian, WANG Xun

(IT Department, China Securities Finance Corporation Limited, Beijing 100032, China)

Abstract: It designed and implemented an automated-Management System to prepare pre-opening systems before trading in this paper. We designed the workflow based on colored timed Petri nets, established the database based on SQLLITE, finished TCP / IP communications, user login, user management, log queries, time-slice settings, automated execution time settings, automated configuration item settings, manual configuration item settings, result view, view real-time system operation and other functions. Experimental results show that the system can reduce wrong manual operations and greatly improve the efficiency of operation and maintenance.

Key words: ZRT platform automated management system; pre-opening preparation before trading; workflow; colored Petri net; timed Petri nets

1 概述

中国证券金融公司致力于为中国融资融券业务提供安全、可靠、高效的转融通电子化信息交易平台, 同时对国内融资融券业务进行监控. 转融通业务平台是目前国内证券行业最为复杂的业务系统之一, 涉及国内整个证券行业的主要机构和公司, 具体包括: 上海证券交易所、深圳证券交易所、中国登记结算公司及沪深分公司、深圳证券通信公司、开展融资融券业务的多数证券公司(截至目前已有 74 家证券公司)等. 整个业务链条的复杂性, 决定了系统的复杂性, 为保证日常顺利、按时开市, 每日涉及的开市前准备操作有 42 项之多, 为更好保证开市前平台准备工作的顺利进行, 需开发一套系统以实现开市前各项操作的流程化、

自动化、集中化管理.

本文针对转融通业务平台运维的特点, 基于高级 Petri 网、TCP/IP Socket 通信等设计实现了一个自动化运维系统. 整个系统由系统设置、日志查询、权限管理 3 个核心模块组成, 实现了转融通平台在开市前自动定时重启、内外联服务网关准备结果展示、异常手工重启、运行情况实时查看等功能, 同时对系统的访问安全、操作时间安全进行了控制以避免误操作对整个证券市场带来的灾难影响.

该系统主要功能是在人工审核参数后, 每日开市前自动完成历史数据清除、沪深交易所、登记公司等外部服务网连接、数据接收、转融通平台程序重启等共计 42 项操作, 同时提供手工操作、紧急停止、操

^① 收稿时间:2013-09-04;收到修改稿时间:2013-09-24

作留痕等功能. 主要目的是将每日简单、重复的人工操作由系统自动执行, 减少人工操作失误, 关键处人工复核, 确保系统准确执行, 提高运维效率.

2 系统总体设计

2.1 系统目标

自动化运维系统需实现每日开市准备操作的集中化、自动化、流程化管理功能, 有效提高系统日常运行与维护效率, 降低人工操作存在的风险.

系统整体需要完成以下功能: (1) 对操作员设置权限. (2) 可对执行的配置项进行配置、查看. (3) 自动操作时间能够进行合理配置. (4) 操作的结果应能友好展示. (5) 提供异常手工处理功能. (6) 设置操作时间片, 防止开市期间的误操作. (7) 所有操作和登录进行留痕用于未来 IT 审计.

2.2 系统功能模块设计

根据具体需求分析, 可将整个系统分为以下 3 个功能模块: 系统设置、日志查询、权限管理, 如图 1 所示.

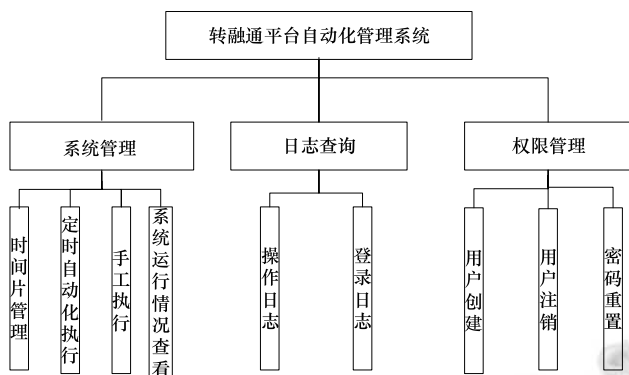


图 1 转融通平台自动化管理系统功能模块

系统配置模块是整个自动化管理系统的基础和核心, 主要负责分布在 32 台服务器上的 42 个各类服务网关、程序的管理. 根据实际应用中可能的用例, 又将该功能组件划分为 4 个子组件: 时间片管理、定时自动化执行、手工执行、系统运行情况查看. 其中时间片管理用于限制手工、自动启停内外联网关服务的时间, 以避免开市期间的误操作; 定时自动化执行用于设置自动化执行时间点, 该时间点应在时间片允许的范围内; 手工执行用于对自动操作执行存在的问题进行人为干预; 系统运行情况查看用于查看自动或手工操作的结果是否正常.

日志查询模块主要对所有操作进行留痕查看, 以便应对未来 IT 审计.

权限管理主要对系统的访问进行控制.

2.3 系统体系架构设计

根据功能模块设计的需要, 转融通平台自动化管理系统采用客户/服务器(Client/Server, C/S)模式, 整个系统采用典型的 3 层架构, 如图 2 所示, 其中, 数据访问层用来保留 42 个配置项的执行状态、配置状态以及日志、用户、时间片等信息. 操作层, 主要通过 TCP/IP 与 42 个配置项对应的服务器进行发布执行命令、查收执行结果的双向通讯. 表现层主要负责系统与用户的交互和数据传递.

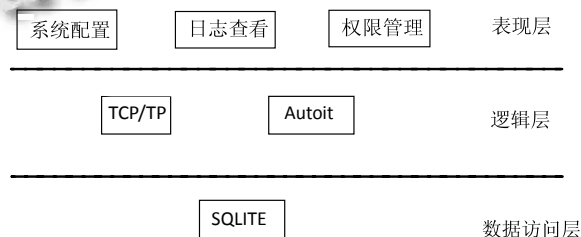


图 2 转融通平台自动化管理系统层次架构

3 关键技术

3.1 workflow 模型

WFMS(Workflow Management System, 工作流管理系统)指出: 任何复杂的工作流模型都可以用一组简单的结构复合而成^[1,2,6].

Petri 网^[3,7,8,12]是 Carl Adam Petri 于 1962 年在博士论文《用自动机通信》中首次提出来的, 其具有强大的图形化建模能力和严密的数据基础, 目前已经是 workflow 建模的主要工具之一.

定义 1. 基本 Petri 网由三元组成: $N=(P, T; F)^{[4]}$, 其中 $P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ 是一个有限的库所 (place) 集合, n 为库所的数量; $T=\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ 是一个有限的变迁 {transition} 集合, m 为变迁的数量; $F=(P \times T) \cup (T \times P)$ 是流关系集合.

库所表示资源的可用性和系统状态; 库所中的资源用“令牌(token)”表示. 变迁表示资源的消耗、使用及系统状态的变化. 变迁激发(fire)使得令牌在库所之间流动, 从而可以模拟系统的动态过程. F 则建立了库所集合和变迁集合之间的关联. 工作模型的四种基本结构以及与 Petri 网^[2]的对应关系如图 3 所示.

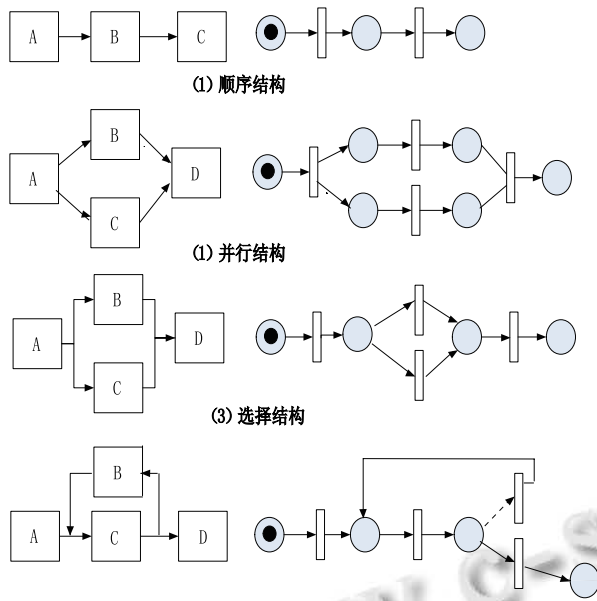


图 3 workflow 模型的四种基本结构

在实际建模中,基本 Petri 网建模能力有很大不足,缺乏控制机制、不能描述时间性的活动.为此,我们引入了扩展着色赋时 Petri 网用来辅助完成系统的工作流设计部分.

定义 2. 扩展着色赋时 Petri 网(ECTPN)^[5]有 6 组元构成: $ECTPN=(P,T,C,F,\tau,M_0)$, 其中:

① $P=\{p_1,p_2,\dots,p_n;pd_1,pd_2,\dots,pd_k\}=\{Pc,Pd\}$ 是库所集合,其中, n 为普通库所的数量; k 为决策库所的数量; Pc 表示普通库所集; Pd 表示决策库所集.以圆圈表示普通库所,以双圆圈表示决策库所.

② $T=\{t_1,t_2,\dots,t_m\}$ 是变迁集合. m 为 ECTPN 中变迁的数量; $P \cup T \neq \emptyset, P \cap T = \emptyset$. 用粗实线表示变迁.

③ $C=C(P) \cup C(T)$ 分别是与库所及变迁集合相关的颜色集合,表示库所及变迁的特征信息.其中, $C(P)=\sum C(P_i), C(P_i)$ 表示库所 $p_i(i=1,2,\dots,n)$ 中的颜色数量; $C(T)=\sum C(t_j), C(t_j)$ 表示变迁 $t_j(j=1,2,\dots,m)$ 中的颜色数量.

④ $F=I(p,t) \cup O(t,p)$ 是输入及输出函数的集合.其中, $I(p,t): C(p) \times C(t) \rightarrow N$ 是输入函数; $O(t,p): C(t) \times C(p) \rightarrow N$ 是输出函数, N 表示自然数.在 ECTPN 图形中,输入输出函数用连接变迁与库所之间的弧线表示.

⑤ $\tau: C(t) \rightarrow R^+$ 是 ECTPN 模型中变迁的时延函数集合, R^+ 表示非负实数. $\tau(t_j)=0$, 表示 t_j 为即时变迁; 如果 $\tau(t_j) > 0$, 则 t_j 为赋时变迁, 赋时变迁收到激发后,立即从输入库所移走相应令牌,经过时间 $\tau(t_j)$ 才向输出库所发送令牌.

⑥ M_0 是初始表示,表示开始加工库所中令牌数量, M_0 为 $n \times 1$ 维自然数向量.

ECTPN 由于增加了决策库所,用来解决集中管理平台中可能出现的冲突现象并控制系统进程.本文所述集中管理平台流程部分是以 ECTPN 高级 Petri 网为 workflow 建模基础,设计图 4 所示.

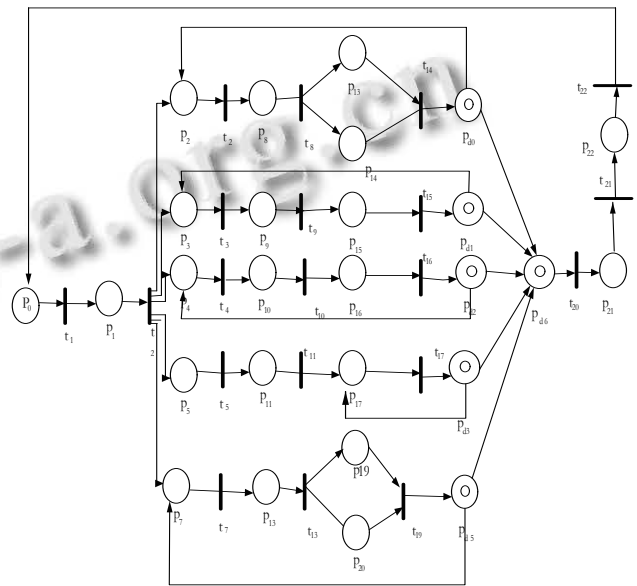


图 4 转融通平台自动化管理系统的 ECTPN 模型

图 4 中, $pd_0 \sim pd_6$ 为决策库所; $p_0 \sim p_{22}$ 为普通库所; $t_1 \sim t_{22}$ 表示变迁.决策库所还有调度及控制的规则,将根据前一个变迁发生后的系统状态,控制后续进程.限于篇幅,表 1、表 2 及表 3 仅给出模型中部分库所及变迁的含义.

表 1 决策库所及其含义

库所	含义
pd_0	上海证券交易所网关服务是否正常启动?若有,则进行系统初始化准备;否则,重新尝试启动.
pd_1	上海登记结算公司 PROP 网关服务是否正常启动,且已成功下载 ZQJSXX 文件?若有,则进行系统初始化准备;否则,重新尝试启动.
pd_2	深圳登记结算公司 Dcom 网关服务是否正常启动?若有,则进行系统初始化准备;否则,重新尝试启动.
pd_3	深圳证券通信公司消息网关服务是否正常启动?若有,则进行系统初始化准备;否则,重新尝试启动.
pd_5	深圳证券交易所网关服务是否正常启动?若有,则进行系统初始化准备;否则,重新尝试启动.

表 2 普通库所及其含义

库 所	含 义
p ₀	集中管理平台空闲.
p ₁	接收操作指令, 进行控制指令发布.
p ₂	上交所网关服务所在服务器上监听程序, 等待读入控制指令.
p ₃	上海登记结算公司网关服务所在服务器上监听程序, 等待读入控制指令

表 3 决策库所及其含义

库 所	含 义
t ₁	启动上交所双向网关服务.
t ₂	启动上海登记结算公司 PROP 网关服务.
t ₃	启动深圳登记结算公司 Dcom 网关服务
t ₄	给中国登记结算公司以及证券公司发送参数文件.

3.2 控制设计

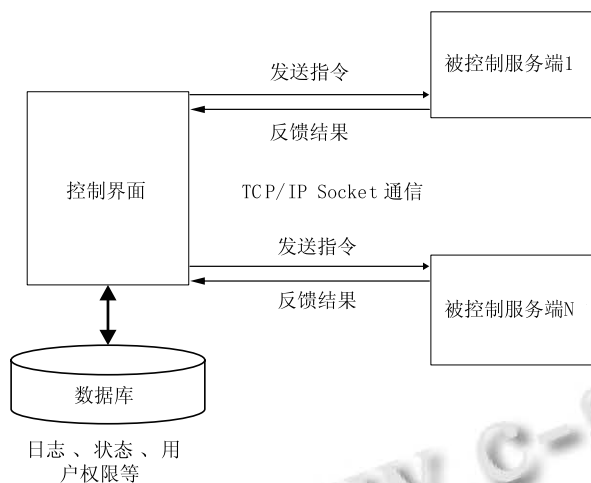


图 5 转融通平台自动化管理系统的逻辑控制层

证券行业信息系统具有以下几个典型特点:

- 1) 系统繁多, 多以 PC 服务器、windows 服务器为主.
- 2) 需要连接的外围网关服务较多比如深交所双向小站、深登 Dcom、上登 Prop 等等.
- 3) 每日都要重复启停服务、初始化整个环境为当天正常开市做准备.
- 4) 操作步骤繁多, 一旦出问题, 影响较大, 且操作人员数量基本固定.

5) 有规定的操作时间限制, 每天生产系统环境准备基本需在每个交易日的上午 9:00 前完成, 交易时间, 除非应急, 禁止对服务进行启停等操作.

为便于更好与被管理端服务器保持高效沟通, 系统基于 C/S 架构设计, 集中管理平台与被管理服务器端基于 Socket 的 TCP/IP 进行通信^[9,10], 并建立口令触发机制, 被管理服务器端只有接到集中管理平台正确的口令才能在规定的时时间片(时间窗口)内进行相关服务启停操作, 单独在被管理服务器端无法直接通过本机代理(应急时, 可以直接针对相关服务进行操作)重启相关网关, 从而保证了平台的安全性.

过程 1. 集中管理平台控制端

```

_SQLite_Startup()
_SQLite_Open(); 打开数据库获取需要启停的系统状态参数.
TCPStartup(); 打开 TCP 服务.
$ConnectedSocket = TCPConnect($szIPADDRESS, $nPORT);建立 Socket1.
TCPSend($ConnectedSocket, StringToBinary("口令", 4); 向被管理服务器发送操作口令.
    
```

过程 2. 被管理服务器端

```

$MainSocket1 = TCPListen(IP 地址, 端口); 监听程序时刻监听来自集中管理平台的信号 (通过 Socket1) .
$szIP_Accepted2 = SocketToIP($ConnectedSocket1)
While 1
$Recv = TCPRecv($ConnectedSocket1, 端口);接收到具体指令.
If @error Then ExitLoop
$Recv = BinaryToString($Recv, 4)
If $Recv <> "" Then
    
```

.....; 一旦监听到口令, 则判断信号的正确性, 如果口令正确, 则这行相应的操作, 并将启用另外一个 socket, 通过 TCP/IP 将执行结果发送到集中管理平台.

过程 3. 集中管理平台控制端

```

$MainSocket2 = TCPListen($szIPADDRESS2, $nPORT2); 监听程序实时监听来自被管理的信号 (通过 Socket2) .
$szIP_Accepted2 = SocketToIP($ConnectedSocket2)
While 1
$Recv2 = TCPRecv($ConnectedSocket2, 端口);接收到具体指令.
    
```

```
If @error Then ExitLoop
$rcv2 = BinaryToString($rcv2, 4)
If $rcv2 <> "" Then
.....; 一旦监听到口令, 则判断执行结果, 并将结果更新到后台数据库, 并展现在前端.
```

4 系统主要功能实现

从系统安全、稳定、高效角度出发, 集中管理平台设计了以下几个功能点:

4.1 时间片设置功能

该功能主要为了控制系统性风险以及人为误操作而设置, 正常交易时间 9:00-15:30 之间无法通过集中管理平台对被控服务器发布重启服务等操作. 支持修改、删除已设置的时间片.

设置时间片流程^[11]为:

```
If _DateDiff('s',$startingdate,$enddate)>0 Then;判断禁止操作的开始时间和结束时间是否有效, 如果有效则更新数据库中的时间数据.
```

_SQLite_Startup(); 打开数据库.

Local \$aRow

\$hDb

```
_SQLite_Open("D:\autoit3\Extras\SQLite\sys.db") =
```

```
ConsoleWrite("_SQLite_LibVersion=" &
```

```
_SQLite_LibVersion() & @CRLF)_SQLite_Open();
```

```
Local $sentence = "update timesetting set
```

```
startingtime="& "" & $input1 & "," & "endtime="& ""
```

```
& $input2 & "," & "updatetime="& "" & _NowCalc()&
```

```
"" & " where indexn=1"
```

```
_SQLite_QuerySingleRow($hDb, $sentence, $aRow)
```

_SQLite_Close()

_SQLite_Shutdown();更新完表中数据之后关闭数据库.

时间片对系统的控制流程为:

Do

Sleep(3000)

```
$sentence3= "select runningtime from autorunningtime where indexn=1";从数据库运行时间设置表中获取自动执行的时间.
```

```
_SQLite_GetTable($hDb, $sentence3, $result3, $row3, $column3)
```

```
$lsettingtime=@year&"/"&@MON&"/"&@MDAY&
```

```
"&$result3[2]
```

Until _DateDiff('n',\$lsettingtime,_NowCalc())=0; 如果到自动设置的时间, 就立刻执行.

autorunning();触发自动执行程序.

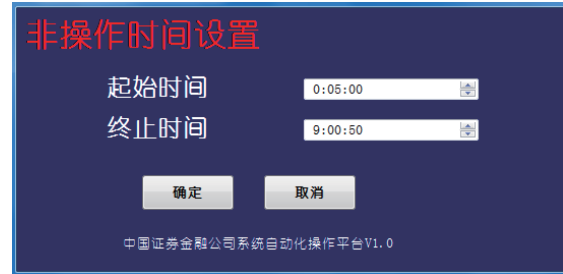


图 6 转融通平台自动化管理系统时间片设置功能

4.2 自动化执行功能

该功能主要是预先选定操作项中的指定项, 在指定时间自动对被控服务器进行相关操作, 并将结果及时反馈到指定界面中.

该操作界面执行流程为:

根据需求选择需要执行的步骤, 点击确认按钮后, 系统会自动修改后台数据库对应的步骤状态.

Case \$CheckboxX

```
If GUICtrlRead($CheckboxX) = 1 Then;功能复选框已被选中.
```

```
$checkboxstatussg[X] = "update sgczsign set sign =1 where indexn=X"
```

```
Elseif GUICtrlRead($CheckboxX) = 4 Then 功能复选框未被选中.
```

```
$checkboxstatussg[X] = "update sgczsign set sign =0 where indexn=X"
```

EndIf

在自动执行时间配置项设置的时间, 会首先从数据库获取操作项的状态(1 为需要执行, 0 为不需要执行), 来判断是否需要执行, 然后逐一自动执行选中的各项操作.



图 7 转融通平台自动化管理系统自动执行结果反馈

4.3 手工执行功能

该功能主要是选定操作步骤中的特定操作，并立即执行，同时将执行结果在前端显示。

该操作界面执行流程为：

根据需求选择需要执行的步骤，点击确认按钮后，系统会自动修改后台数据库对应的步骤状态。

Case \$CheckboxX

If GUICtrlRead(\$CheckboxX) = 1 Then; 功能复选框已被选中。

\$checkboxstatussg[X] = "update sgczsign set sign =1 where indexn=X"

ElseIf GUICtrlRead(\$CheckboxX) = 4 Then; 功能复选框未被选中。

\$checkboxstatussg[X] = "update sgczsign set sign =0 where indexn=X"

EndIf

当点击“确定”按钮时候，系统会首先从数据库获取操作项的状态(1 为需要执行)，来判断是否需要执行，然后逐一执行选中的各项操作。



图 8 转融通平台自动化管理系统控制项设置功能

4.4 日志查询功能

该功能主要是追踪用户相关登录、操作信息。

系统的每项操作都会将会在数据库 runlog 表中增加一条流水比如：

```
_SQLite_Open(); 打开 :memory: 数据库
$sentence1 = "insert into runlog values(" & "" &
_NowCalc() & "" & "," & "" & "sgcz" & "" & "," & ""
& 9 & "" & "," & "" & '成功连接 FDEP (券商及中登)
客户端' & "" & "," & "" & $onlineusername & "")"
_SQLite_Exec($hDb, $sentence1)
```

4.5 权限管理功能

该功能主要是为了创建、注销用户，以及重置密码等。

码等。

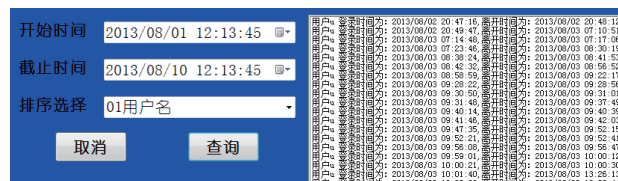


图 9 转融通平台自动化管理系统日志查询功能

该操作界面执行流程为：

Local \$sentence1 = "select * from users where username = " & "" & \$input5 & ""

Local \$row, \$column, \$result

_SQLite_GetTable(\$hDb, \$sentence1, \$result, \$row, \$column)

If \$row == 0 Then;先判断创建的用户是否存在。

Local \$sentence = "Insert into users values(" & "" & \$input5 & "" & "," & "" & \$input6 & "" & ")"; 然后将该用户信息插入 users 表对应的字段，注销用户操作，则直接删除该数据库对应的用户信息，重置密码则修改数据库中该用户对应的密码信息。

4.6 注销功能

提供用户正常退出以及用户切换功能。

该操作界面执行流程为：

Case \$GUI_EVENT_CLOSE

Case \$mainguiexyh;如果选择终止注销功能界面。

GUIDelete(\$mainguiexyh); 结束界面，并同时结束时间以及用户信息插入数据库表 runlong，以备后续 IT 审计用。

5 结语

该系统从提高运维安全性、规范性、便利性、高效性角度出发，一方面可以实现一个系统对所有相关服务器、网关、程序的管理。另一方面将具体操作步骤程序化、自动化，提高操作效率和准确性。此外，该平台的建设也代表了证券行业系统服务管理的趋势，目前证券行业核心机构和公司的平台管理也趋向于集中化、自动化。

参考文献

1 Wfmc. Workflow management coalition terminology and glossary.1999.http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1011

- _term_glossary_v3.pdf.
- VanderAast WMp, Hee K. workflow管理—模型、方法、系统. 王建民, 闻立杰等译. 北京: 清华大学出版社, 2004.
 - Molloy MK, Structurally bounded stochastic Petri and performance Models, Wisconsin, USA, 1987.
 - James T Lin. A Petri net-based integrated control and scheduling scheme for flexible manufacturing cells. Computer Integrated Manufacturing Systems, 1997, 10(2): 109–122.
 - 苏春, 许超, 孙庆鸿. 基于扩展着色赋时 Petri 网的板材 FMS 建模及分析. 东南大学学报(自然科学版), 2000, 2.
 - Fanchi J R. Flow modeling workflow. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2011, 79(1-2): 54–57.
 - Murata T. Petri nets: properties, analysis, and application. Proc. IEEE. 1989, 77(4): 541–580.
 - Mentzas G, Kavadias S. Modeling business process with workflow system: an evaluation of alternative approaches. Int. J. Inf. Manage, 2001, 21(14): 123–135.
 - 谢志鹏, 吴清江. 多线程语音聊天系统的设计与实现. 计算机工程, 2004, 23.
 - 王丰锦, 邵新宇, 喻道远, 李培根. 基于 SOCKET 和多线程的应用程序间通信技术的研究. 计算机应用, 2000, 6.
 - Jurecako M, Mlynarski M. Automated acceptance testing tools for web applications using. Test-Driven Development. ISSN 0033-2097, R. 86 NR 9/2010.
 - Zko J, Magot tJM. High-level Petri net model for XP methodology. Software Engineering in Progress. Nakom, 2007.

(上接第 51 页)



图 5 运行效果图 1



图 6 运行效果图 2

具有响应快, 移动性、天气数据精准的特点. 本系统能实时为移动终端用户提供天气信息, 帮助他们了解最新的天气情况, 为出行带来便利. 系统的解决方案给那些需要在移动设备中快速开发天气信息服务功能的

开发人员提供了新的选择. 当然系统还有很多不足的地方有待改进, 比如人机交互界面需进一步完善, 展示的天气信息需更全面等, 总之 Android 平台的开发技术还需要进一步完善, 需要在日后的工作中不断探索、研究.

参考文献

- 维基百科. 云计算. <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%91%E8%AE%A1%E7%AE%97>. 2013-6-29.
- 刘越. 云计算综述与移动云计算的应用研究. 信息技术, 2010(2), 14–19.
- 张克龙. 基于 Android 位置服务与天气应用程序的设计与实现[硕士学位论文]. 西安: 西北大学, 2012.
- 曲桂婷. 基于 Android 移动式地理信息终端的开发与研究[硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2012.
- 关东升, 赵志荣. Android 开发案例驱动教程. 北京: 机械工业出版社, 2011: 383–384.
- 明日科技. Android 从入门到精通. 北京: 清华大学出版社, 2012: 167–168.