

基于智能 Agent 的金融交易模拟终端设计与实现

朱永彬¹, 薛耀文¹, 高慧敏¹, 张朋翥²

(1. 太原科技大学, 山西 太原 030024; 2. 上海交通大学, 上海 200052)

摘要: Agent 技术在仿真与虚拟现实得到了广泛的应用, 在反洗钱的研究过程中, 因为诸多原因不能获取现实中的金融交易数据仓库, 为了构建反洗钱研究模拟平台所需要的数据仓库并对现有的反洗钱监测理论方法进行验证, 文中提供了采用智能 Agent 角色模拟的实现方式, 设计了基于不同角色目标的个体 Agent 模型及决策模型, 并对所得到的数据进行了分析验证, 使 Agent 技术在金融网络研究中得到了进一步的应用。

关键词: 智能仿真; 建模; 个体 Agent 模型; Agent 决策模型

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)08-0249-05

Design and Implementation of Finance Business Simulation Terminal Based on Agent

ZHU Yong-bin¹, XUE Yao-wen¹, GAO Hui-min¹, ZHANG Peng-zhu²

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

2. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China)

Abstract: Agent technology has been widely used in simulation and virtual reality. During the research of the anti-money laundering, can't obtain the actual financial transaction data warehouse because of various reasons. In order to construct the data warehouse needed by the simulation platform of anti-money laundering research system and verify the existing anti-money laundering monitoring theoretical method, provides an implementation approach adopted role-simulation based on intelligent agent, and designs agent models and their decision-making models for different role aims. The results data obtained by this system were validated to be well. Consequently the application of agent technology in the financial network has been further studied.

Key words: intelligence simulation; modeling; agent model; agent decision-making model

0 引言

洗钱和反洗钱的博弈, 就像病毒软件和反病毒软件之间的对抗方式一样, 在不断地繁衍和变化更新。反洗钱的理论研究已经从最基本的纯经济学的理论研究前进到运用计算机专业知识方面的聚类研究方法和集群研究方法。在利用聚类研究方法和集群研究方法构建反洗钱模拟监测平台的时候却因为金融保密等诸多因素难以得到足够多的真实的银行数据, 而利用人力来构建这样一个数据仓库显然不切实际, 所得到的数据也与实际金融交易所产生的数据相去甚远。通过建立金融交易模拟终端软件智能体的方式来产生更贴

近实际交易过程中所产生的交易数据, 从而为利用聚类研究方法和集群研究方法进行反洗钱的研究构建数据仓库, 并为模拟监测平台对各种监测方法的验证提供必要的数据库支持。

1 金融交易模拟终端 Agent 模型

Agent 是一种具有自主性、智能性、社会性、反应性、主动性和协作性的软件实体, 能够较好地用于虚拟现实^[1,2]。在金融交易模拟终端(Finance Business Simulation Terminal, 以下简称 FBST)的设计中, 利用 Agent 的诸多特性来模拟现实中的金融交易行为, 在此文中用“角色”来描述现实中的金融行为者, 即利用 Agent 来完成金融交易中一个或多个角色的金融行为^[3,4]。在现实中的每个金融行为主体(以下简称主体)对应一个角色, 主体具有不同的类型特征(包括: 年龄, 职业, 身份, 社会地位等), 这些特征在很大程度上能够决定其金融行为类型, 也就是说特定类型的金融

收稿日期: 2007-11-22

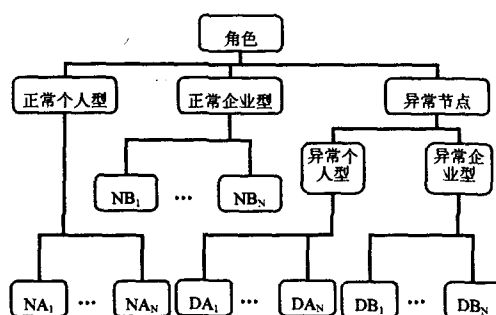
基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70533030); 山西省软科学资助项目(051032-2)

作者简介: 朱永彬(1982-), 男, 四川内江人, 硕士研究生, 研究方向为系统建模与仿真; 薛耀文, 教授, 博士, 研究方向为金融网络等; 高慧敏, 教授, 研究方向为系统建模与仿真等。

行为主体在其金融行为周期内(如一个月、一个季度等)其金融行为特征量(交易流量、交易频次、交易路径、交易强度)变化不大^[5],因此可以用主体的类型特征和金融行为特征来描述一个金融角色,再利用 Agent 来扮演该角色,实现虚拟现实的目的。

1.1 角色类型

在现实中具有诸多的金融行为主体(个人、企业或事业单位等),在金融世界里扮演着相应的金融行为角色,为此,需要为不同的金融角色进行分类,在虚拟世界里建立对应的角色类型库,再为不同的角色建立对应的角色行为库,在虚拟世界里把现实行为主体复制出来。在 FBST 中角色类型的分类如图 1 所示。



A: 职业类型 B: 企业类型 N: 正常 D: 异常

图 1 角色类型

显然,对每一个现实行为主体建立其对应的角色类型库和角色行为库是不现实的,但是,可以用一个或多个典型的主体来代表其同一类的行为主体。比如说,对于“学生”这一类的行为主体,没有必要建立每一个学生的对应的角色类型库和角色行为库,可以把“学生”按其“学历”来划分,抽取出具有经常金融行为能力层次的主体,比如“大学生”、“研究生”等,再把同一类的主体按消费级别进行划分,为不同的级别建立角色类型库和角色行为库,因为在同一级别的主体其行为类型也是大致相同的。

1.2 角色目标

现实金融交易行为可以分为正常交易行为和异常交易行为两大类,因此在虚拟环境中就存在两种不同的角色目标:正常角色目标和异常角色目标,不同的角色目标将产生不同的角色行为数据。

·正常角色目标。扮演正常个人或正常企业的正常的金融交易行为,产生模拟现实交易记录数据,帮助建立模拟现实金融交易的大量数据记录,为后期实验作数据准备。

·异常角色目标。扮演进行洗钱犯罪活动的犯罪分子的异常金融交易行为,产生模拟现实交易记录数据,帮助建立模拟现实金融交易的大量数据记录,并为模拟监测平台的监测方法的验证提供异常交易数据来

源。

1.3 角色行为

在现实中存在诸多类型的金融行为主体,从而存在众多不同的主体的金融行为,可以由主体的行为目标的不同将其分为主要的两大类,即正常的金融交易行为和异常的金融交易行为。对不同类型、不同层次的主体,抽取其表现在主体账户上的诸多行为特征(如流量、频次、路径、目标等),并让扮演该角色的 Agent 具有其角色主体的行为特征,那么角色 Agent 就能很好地产生该主体的行为。

1.3.1 正常交易角色行为习惯

对于正常的交易行为主体,通常都具有相应的主体行为习惯,因此,对于一个总是进行正常交易行为的特定类型的角色,赋予其符合该类型的正常的交易习惯;具有角色习惯的行为角色具有相对稳定的行为特征,具体体现在(在习惯周期内,如以月为单位)资金流量、交易方式、路径方向、交易频度都相对稳定。主体的金融习惯可以从以下几个方面进行描述:

- ① 行为习惯周期持续时间长度;
- ② 行为习惯周期时间长度(如以月为单位);
- ③ 转换角色和转换行为(角色的类型转换必导致其相应的角色行为的改变);
- ④ 习惯资金量;
- ⑤ 习惯交易方式(存取次数、存取资金最大/最小量、ATM 次数、POS 次数);
- ⑥ 习惯路径方向(流入/流出资金关系账户);
- ⑦ 习惯资金流量波动量;
- ⑧ 习惯资金最大/最小流动次数;
- ⑨ 交易强度(交易间隔最短/最长时间)。

1.3.2 异常交易角色行为

异常交易角色行为主要是模拟进行洗钱活动的违法犯罪行为,实际的洗钱过程分为三个阶段,分别是:放置(Placement)、离析(Layering)和归并(Integration)三个阶段^[6]。放置阶段是活动主体将非法所得投入清洗系统,把现金转变为其它既便于控制和使用又能避免引起怀疑的形态的洗钱活动的第一步;活动主体再通过离析阶段错综复杂的交易,反复频繁地转移资金,达到模糊犯罪收入的非法特征、掩盖犯罪收入的来源和去向等目的,最终把犯罪收入“清洗”为合法的收入;在最后的归并阶段,基本上已不再具有明显的非法收入特征的分散资金被重新归拢融入到合法的金融经济体系中^[5]。在参考文献[5]中提供的洗钱阶段示意图和洗钱金融网络示意图很好地描述了进行洗钱活动的异常交易角色的行为模型。

在异常交易过程中,主体活动所要考虑的主要因

素如下:

- ① 确定放置账户;
- ② 确定归并账户;
- ③ 确定可利用账户(离析账户);
- ④ 原始转移资金量;
- ⑤ 资金转移时限;
- ⑥ 选择效用最大路径;
- ⑦ 风险估计;
- ⑧ 分割交易量;
- ⑨ 完成资金转移。

1.4 个体 Agent 模型

在 FBST 中, Agent 就像一个出色的演员, 外部环境为 Agent 提供不同的角色类型, 再给它一定的角色行为准则, Agent 就能很快进入该角色, 并出色地扮演该角色。因此可以把 Agent 分解为角色识别子系统(RoleSensor)和行为子系统(Action), 通过角色识别子系统接收外部环境的角色指派, 通过行为子系统产生相应角色的行为。

其模型如图 2 所示。

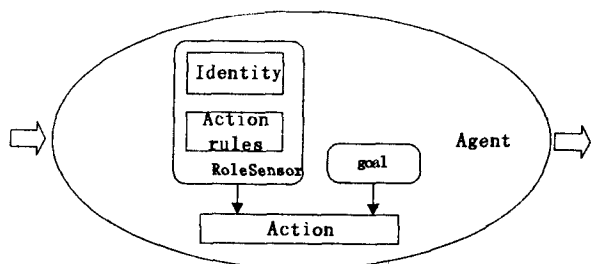


图 2 Agent 个体模型

函数 Identity 代表 Agent 的类型特征, 函数 Action rules 代表 Agent 的行为特征, RoleSensor(感知)是 Identity 和 Action rules 的函数, 表示 Agent 感知角色变化并确定其相应的角色类型和相应角色的行为准则, goal 为角色所要实现的行为目标, Action 代表 Agent 决策过程。假设类型特征是离散的有限集合 $I = \{i_0, i_1, i_2, \dots\}$, 行为特征为有限集合 $Ar = \{r_0, r_1, r_2, \dots\}$, 由前述可知, 主体的类型特征和其相应的行为特征可以描述一个特定的角色, 则角色类型 RoleSensor 可以表示为:

$$(I, Ar) \rightarrow \text{RoleSensor}$$

goal 为相应的角色目标, 则 Action 为函数:

$$\text{Action: RoleSensor} \rightarrow \text{goal}$$

角色 RoleSensor 要实现其角色目标 goal 所要进行的动作。则 Agent 可以表示为:

$$\text{Ag} = \langle \text{RoleSensor} \rightarrow \text{goal}, \text{Action} \rangle$$

即 FBST 中的 Agent 是具有能够扮演某种角色和同时具备实现相应角色目标的行为能力的实体。

2 Agent 决策模型

Agent 的决策过程是 Agent 具有智能性的关键因素, Agent 的动作子系统 Action(...) 实现 Agent 的决策过程, 实现 Action(...) 的方法则依靠人工智能技术, 如有限状态机、产生式系统、神经网络等。在 FBST 中, 对于实现正常交易行为目标的 Agent 则主要采用基于规则的系统来构建其决策模型, 由于在正常交易行为中往往存在角色行为习惯, 每个扮演特定角色的 Agent 用其行为习惯规则就能很好地表达其拥有的知识, 则扮演正常交易行为角色的 Agent 的决策模型如图 3 所示。

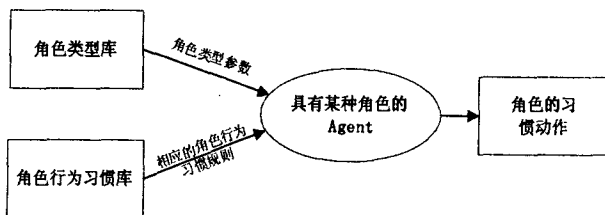


图 3 正常角色目标 Agent 的决策模型

在 FBST 中, 对于总是扮演正常角色的 Agent, 角色 Agent 首先随机选取一个可操作账户, 相应地也就确定了其要扮演的角色类型, 再选取相应角色类型的行为习惯规则, 在其习惯周期内随机选取可操作行为时间点以完成其习惯行为, 并向服务器提交其行为结果数据, 然后再在可操作时间段内(模拟工作时段)进行角色转换, 扮演另一个进行正常交易的角色。在 FBST 的运行网络中, 一个角色 Agent 终端就类似于一个银行的储蓄所, 从而对现实的正常交易金融网络进行了很好的模拟。

对于异常金融交易行为(洗钱行为), 不存在行为习惯, 其关注更多的是行为目标的实现, 采用基于规则的系统无法构建相应的 Agent 的决策模型。异常交易行为 Agent 的决策过程实际上是对洗钱过程中的离析阶段可利用账户的选择、洗钱路径的选择、路径风险评估、整体效用计算和如何逃避抓捕进行综合决策的过程, 最终实现在最大控制成本内并追求效用最大化的情况下完成资金转移。其决策过程相对于正常交易角色的 Agent 的决策过程要复杂得多, 采用博弈论决策思想^[7,8]能真正体现实际的决策过程。

实现交易决策过程中的博弈算法如下, 相关参量的计算公式由参考文献[5]提供:

```
! 循环下列语句直到收到运算完毕的消息
CALCULATECost() ' 计算当前成本
CALCULATEEff() ' 计算当前效用
CALCULATEVent() ' 当前节点风险评估
IF (CALCULATECost < 最大成本) OR
(CALCULATEEff < 最大效用) THEN
```

```

IF CALCULATEVent = "HIGH" THEN
  CALCULATEeDist() ' 计算效用最大差值
  CALCULATEcDist() ' 计算成本最大差值
  IF (CALCULATEeDist = "LOW") OR
    (CALCULATEcDist = "LOW") THEN
    OPERATE() ' 进行交易
    完成交易
  ELSE
    放弃当前节点, 寻找另外的可用节点
  END IF
ELSE
  OPERATE() ' 进行交易
END IF
ELSE
  OPERATE() ' 进行交易
END IF
ELSE
  完成交易
END IF

```

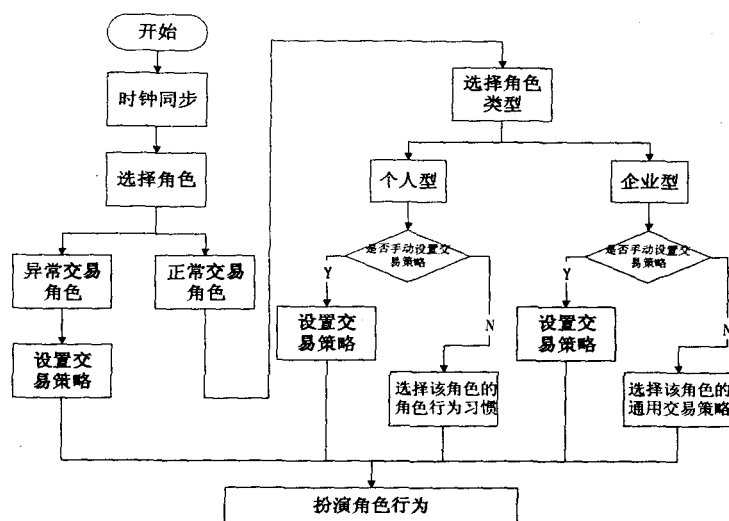


图4 FBST初始化流程

资金流动分析器

3 设计实现

在 Agent 的设计和实现过程中,主要借鉴面向对象技术中的类和对象的概念,采用 Agent 类作为各 Agent 的结构模板。单个 Agent 的角色特征变量和行为特征变量封装在类的属性中,角色识别子系统(RoleSensor)和行为子系统(Action)分别集成在类的不同的方法中,FBST 的初始化如图 4 所示。

在 FBST 的实现过程中,同时还用到了多线程技术,采用不同的线程分别实现 Agent 动作的产生和 Agent 与服务器之间的通信^[9]。在实际的设计过程中,实际上并没有让终端 Agent 直接产生行为数据,而是让其向服务器提交行为消息编码。服务器方接收到终端的消息编码后再进行解码,分解出终端 Agent 的行为指令,再由服务器进行数据库操作,得到终端 Agent 相应的行为数据。根据金融交易方式的不同类型,相应的存在三种不同的消息编码格式(存/取/转账)。

实验最后在系统模拟监测平台利用资金流量分析器对实验数据进行了如下两个方面的分析:

首先,在实验数据库中随机地抽取若干个账户进行年流量分析,所得到的分析图如图 5 所示。

从曲线图可以看出,账户数据的年流量呈正常波动,符合小型的正常的企业型账户的正常资金变化规律,未发现超出预期模拟变化现象的数据。

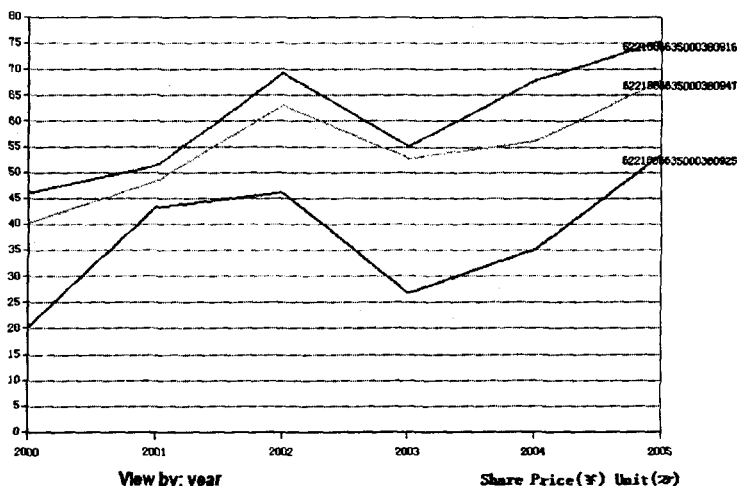


图5 随机提取的3个账户数据的年流量分析

资金流动分析器

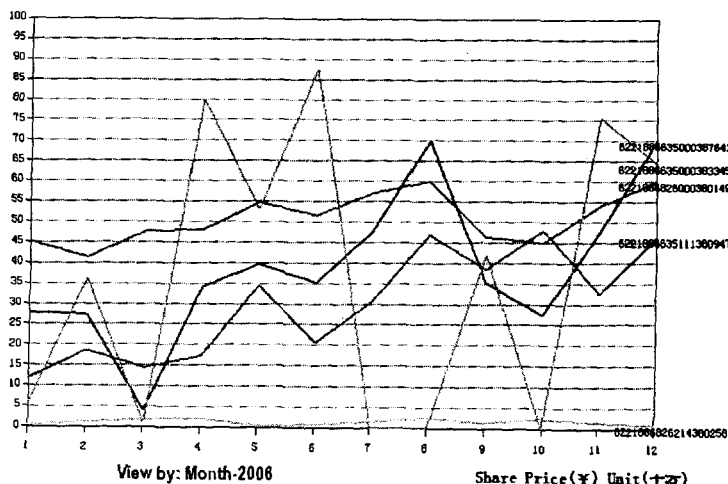


图6 随机提取的5个账户的2006年的月流量分析

其次,在实验数据库中随机地抽取若干个账户进

行月流量分析,所得到的分析图如图 6 所示。

由曲线图得出,对于模拟资金异常流动(洗钱行为,账号尾数为 383345 的曲线)的账户数据与正常交易型账户数据相比具有明显的变化特征,正常交易型账户的数据变化也较符合其自身的类型特征。

从以上分析结果来看,所得到的模拟数据还是比较满意的。

4 结束语

运用 Agent 智能仿真技术,模拟了现实金融交易中的正常金融交易行为和异常的金融交易行为(洗钱行为),所设计的 Agent 智能体所产生的行为动作具有一定的针对性。通过构建金融交易模拟终端的方式来为反洗钱模拟平台的设计以及对多种监测方法的验证提供数据支持。通过对系统产生数据的分析,得出以下结论:

(1) 账户之间的交互具有较好的自由度,与关系账户之间的数据联系具有比较好的随机性。

(2) 账户之间的交互频度具有较好的随机性,能够较贴近现实的产生金融交易所具有的复杂网络特性的数据关系,能为下一步利用复杂网络进行反洗钱研究提供一定的数据支撑。

(3) 正常交易的数据行为特征能较好地符合其自身的类型特征;异常交易的数据行为特征具有显著的突出性,能够较好地用于对监测方法进行数据验证。

文中构建的对于正常交易的角色 Agent 的行为特征来源于其行为特征库,由于对提取相应的行为特征

(上接第 143 页)

率达 92.25%,但如运用到临床营养中其错误率仍需要进一步降低,主要是专家和营养师提供的数据和统计的规模需要加大。

5 结束语

目前,Fuzzy 逻辑控制技术已日趋成熟,随着 Fuzzy 理论与其它新理论、新方法、新技术的相互交叉、渗透和融合,Fuzzy 理论将会有更加广泛的应用空间^[4-8]。模糊专家系统中知识表示及推理仍有许多问题还需要进一步的研究,将其它多种不确定性知识表示和处理技术与模糊理论相融合,建立相应的不确定性知识表示及处理模型,结合神经网络技术,实现知识获取的自动化,能通过不断的学习,提高专家系统的效率,是下一步的研究课题。

参考文献:

[1] 徐宗本,张讲社,郑亚林. 计算智能中的仿生学:理论与算

所需要的实例数量收集不足,系统相应地存在一些不足之处:所涉及的账户基数不够,数量偏少;角色类型的行为特征的统计分析不够完备,应增加提取同一类型的行为特征的实例数量。

参考文献:

- [1] Wen Zhigang, Mehdi Q H, Gough N E. A New Animation Approach for Visualizing Intelligent Agent Behaviours in a Virtual Environment[D]. USA: School of Computing and Information, Technology University of Wolver Hampton, 2002.
- [6] 梁英武. 支付交易与反洗钱[M]. 北京:中国金融出版社, 2003.
- [5] 薛耀文,张朋柱,范 静. 基于成本约束的智能节点洗钱效用与路径分析[J]. 清华大学学报:自然科学版, 2006(S1): 1165 - 1171.
- [2] 蒋云良,徐从富. 智能 Agent 与多 Agent 系统的研究[J]. 计算机应用研究, 2003, 20(4): 31 - 34.
- [3] Laird J E, van Lent M. Human - level AI's Killer Application: Interactive Computer Games[M]. [s. l.]: AAAI Press / The MIT Press, 2000: 1171 - 1178.
- [7] 潘创业,谢能刚,包家汉. 多目标并行博弈算法的研究与应用[J]. 机械工程学报, 2006(2): 13 - 15.
- [4] Davis I. Strategies for Strategy Game AI[C]//In Papers from the AAAI 1999 Spring Symposium on Artificial Intelligence and Computer Games. [s. l.]: AAAI Press, 1999: 24 - 27.
- [9] 高 曙,陈定方. 基于多 Agent 的分布式虚拟设计/制造系统研究[J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(22): 227 - 241.
- [8] 沈 慧,潘 郁. 基于 Agent 的电子商务博弈协商过程的研究[J]. 微计算机信息, 2006, 22(24): 236 - 238.

法[M]. 北京:科学出版社, 2003: 167 - 232.

- [2] 李 凡. 模糊信息处理系统[M]. 北京:北京大学出版社, 1998.
- [3] 朱林立. 基于模糊理论的常见疾病诊断及营养治疗专家系统的研究[D]. 昆明:云南师范大学, 2007.
- [4] Cordon O, Herrera F, Peregrin A. Searching for Basic Properties Obtaining Robust Implication Operators in Fuzzy Control[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2000(111): 237 - 251.
- [5] Galvo T, Mesier R. Weighted triangular norms - based aggregation operators[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2003(137): 3 - 10.
- [6] Wang G J, Wang H. Non - fuzzy Versions of Fuzzy Reasoning in Classical Logics[J]. Information Sciences, 2001, 138(1): 12 - 36.
- [7] Zheng Yalin, Zhang Winxiu. Fuzzy lattices with shell and dangerous signal recognition logic systems[J]. The International Journal of Fuzzy Mathematics, 2000, 2: 283 - 294.
- [8] 李德毅,杜 鹞. 不确定性人工智能[M]. 北京:国防工业出版社, 2005.