

黑板协作的多 Agent 钻井井控仿真系统的研究

张方舟,杨立全,严胡勇,姚姜虹,韩东洋

(东北石油大学 计算机与信息技术学院,黑龙江 大庆 163318)

摘要:针对钻井井控作业特点以及传统钻井井控仿真系统的不足,提出利用多 Agent 技术,建立一种新型基于 Agent 的井控仿真系统。利用 Agent 的自主性与协作性,使职能人员与井控设备在任意状况下都能及时应对各种井控事故。对钻井井控仿真多 Agent 系统模型、通信机制、协作机制进行了详细阐述。同时将黑板系统与多智能体系统相结合,提出了基于钻井井控仿真系统的 Agent 通信与协作的具体方案。结果表明,用黑板系统实现井控系统的通信、协作,可以有效消除系统的透明性并增强了一致性。

关键词:井控;多 Agent;通信;自治;协作

中图分类号:TP182

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)05-0216-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.05.056

Study on System of Multi-Agent Drilling and Well-control Simulation Based on Coordination of Blackboard

ZHANG Fang-zhou, YANG Li-quan, YAN Hu-yong, YAO Jiang-hong, HAN Dong-yang

(College of Computer and Information Technology, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China)

Abstract: In view of the characteristics of the oil drilling and well-control process and the existed problems of traditional simulation system, a new Agent-based drilling and well-control system was established based on Multi-Agent System (MAS). By means of autonomous and cooperative characteristics of Agent, the functionaries, well-control equipments and accident could be deal with promptly and accurately under any circumstances. The MAS modeling for oil drilling and well-control simulation, the communication mechanism and coordination mechanism were described in detail. Raise the concrete scheme to achieve MAS cooperation, coordination, monitoring based on well-control system. The result shows that eliminate transparence and strengthen consistency of MAS effectively if the well-control system's communication, coordination and cooperation are realized by the way of blackboard system.

Key words: well-control; multi-Agent; communication; autonomy; coordination

0 引言

井控安全工作是关系到油田企业和工程服务企业的生存、发展的大事,发生井喷和井喷失控会导致对油气资源的严重破坏,会给国家、人民生命财产构成重大威胁^[1]。近年来,研究成果主要集中在井控安全管理^[2]、井控安全生产技术^[3]、井控事故处理^[4]上。为使井岗操作人员娴熟地应对各种井控事故,这就要求对其进行井岗操作培训。

笔者将多 Agent 技术应用于钻井井控上,将相应设备、职能人员以及系统管理等封闭成相应的 Agent,利用 Agent 较好的协作能力来解决传统井控系统并发

性弱以及不灵活的问题^[5]。

1 钻井井控仿真系统

1.1 系统概述

钻井井控仿真系统由硬件与软件系统所组成。

系统软件由系统管理、数据采集、仿真运算等组成。系统管理主要协调系统其它模块的运行,数据采集负责采集系统设备各种参数数据,而仿真运算用于计算套、立、钻压以及悬重等参数。

硬件系统由含有各种接口及电路的专用计算机等组成。它们能如实地反映钻井过程,为井岗操作人员进行培训和考评起到至关重要的作用。

钻井井控系统具有一定的特殊性,因此它的仿真结果可能会与人们的期望或多或少地存在着差距。井控系统司钻、副司钻、井架工、压井管汇、司钻偏房、远程控制台、液控箱、节流管汇等都具有独立性以

收稿日期:2012-08-31;修回日期:2012-12-06

基金项目:黑龙江省教育科研计划项目(12511013)

作者简介:张方舟(1973-),男,博士,教授,主要研究领域为计算机网络、人工智能;杨立全(1982-),男,硕士研究生,主要研究领域为仿真与可视化、人工智能。

及自主性,且可以相互协调,以真实、准确地对钻井井控过程进行模拟。

1.2 Agent 设计

在井场各作业人员井控关井这个场景中,所有的 Agent 分为两大类:人员类与设备类。其中人员类根据其岗位职责不同可分为:司钻、副司钻、井架工、钳工等;与此类似,设备也可分为:司控台、压井管汇、司钻偏房等。由于它们的背景不同,所具备的能力与权限也不尽相同,因此其作为场景中特定的角色实现相应的责任与义务^[6]。各作业人员在井控关井这个任务中,相同岗位的人员会出现协作,但由于 Agent 具有独立性与自主性,在协作过程中也会出现拒绝的现象。

根据 HAD 中有关 Agent 的架构设计模式^[7],设计出了钻井井控仿真系统的 Agent 类图,见图 1。

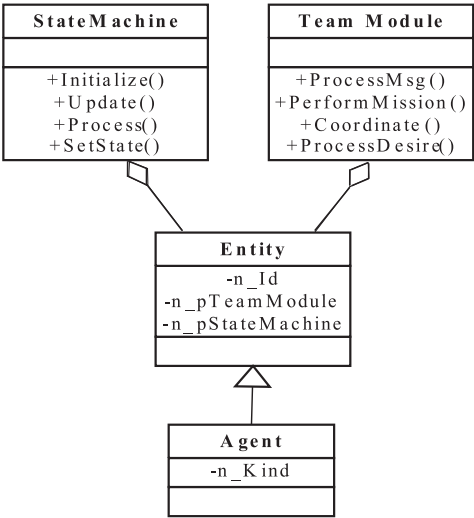


图1 钻井井控仿真系统中的 Agent 模型图

2 Agent 的通信机制

在 Agent 系统中,通信是协作的基础,也是系统能够正常运行的关键。在钻井井控仿真系统中,只有 Agent 间进行通信,才能使井控操作这种复杂的任务^[8]得以顺利地进行,因此一个稳定、有效的通信机制是系统能正常协作的关键。其通信方式主要有以下几种:1)基于点对点通信^[9];2)基于黑板的通信。本系统将黑板通信与点对点的消息通信进行合理搭配^[10],从而实现各 Agent 间相互协调问题。

2.1 消息通信

本系统井岗人员间的点对点通信的理论基础是 TCP/IP 的 Socket 技术——一种效率高的不同计算机间的通信技术。KQML 是一种基于消息的通信协议,是目前多 Agent 系统常用的通信语言。在井控系统中,无论是发送方 sender 还是接收方 receiver 都用到了

信箱机制。其具有以下特点:

- 1) 不仅能记录而且能保存消息发送者所发送的消息。
- 2) 可以把信箱中的任何消息挂到消息队列上。

2.2 黑板系统通信

可以把黑板看成一个存储区,它可以实现信息共享,在系统中的任何 Agent 都能从黑板中获得所需要的信息。在钻井井控系统中,采用了黑板系统能够将各种人员以及设备 Agent 的信息(设备状态开/关、参数等)进行信息的共享,从而使系统得以正常运行,见图 2。

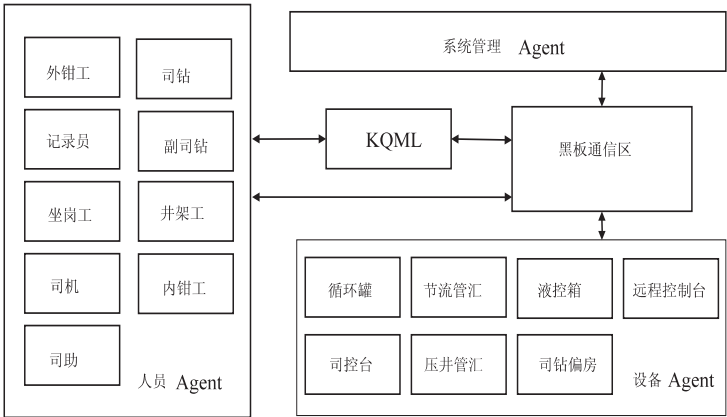


图2 钻井井控仿真通信模型

3 Agent 之间的协调与协作

在多 Agent 系统^[11]中,协作是 Agent 间相当重要的一环。若多个 Agent 的行动目标相同时,协作能让 Agent 间以最优的方式来实现。若 Agent 间的行动或观念存在冲突时,也要通过协作来消除冲突,从而达到实现目标的一致性。

3.1 职能人员 Agent 间-基于消息的协作

由于井控系统中各种 Agent 的等级不尽相同,分析他们之间的协作时就要具体问题具体分析:对于同级别的 Agent,采用的是建议方式,因为平等的 Agent 间有独立以及自主性,所以可以按实际情况决定是否采纳此建议;对不同级别的 Agent,上下级 Agent 进行协调时,采用命令方式,即上级分发任务给下级,下级需要完成,并及时给上级反馈。

以下是各井岗操作人员 Agent 进行协作通信时消息传递的伪代码实现:

```
Begin
while( isNullMsgBox == false)
{ GetMsgId(); //取消息
if( msg. Type == 0) //上级发给下级时
{ SendMsg(); //传递到接收方的消息队列}
else if( IsEnableReceiveMsg)
SendMsg(); //传递到接收方的消息队列}
```

```
else{ return false; }  
AgentMsg msg = MsgBox.removeHead(); }  
End
```

3.2 职能人员与设备 Agent-基于黑板结构的协作

在井控系统关井过程中,各职能人员 Agent 不仅需要通过消息信箱进行信息传递,从而实现 Agent 通信与协作,还要与各种设备进行交互,这里就采用了黑板结构。黑板模型作为井控仿真系统中各 Agent 进行交互的场所,它记录各设备 Agent 的信息(开/关状态及参数设置)并提供给各职能人员 Agent 共享,各个 Agent 的交互通过黑板结构来实现,在系统运行过程中黑板上信息不断更新,最终获得领域问题的解。通过黑板提供相关资源或告知使其它职能人员 Agent 调整自己的行为策略来完成协作任务。

各种 Agent 可以在黑板上更新自己的数据,他们还可通过黑板来激发其它各 Agent 的操作,这样不仅使协作变得更容易,还在一定程度上避免了死锁现象。

1)任务分解。

不妨将钻井井控事故处理看成一个任务,它是由以下几个部分所组成:事故的预处理以及分解(JKAD)部分、井岗操作(JGCZ)部分、消息传递(XXCD)部分。

总任务(JKCL)即井控事故处理,事故预处理及分解部分(JKAD)、井岗操作部分(JGCZ)、消息传递部分(XHCD)。记为:JKCL=(JKAD,JGCZ,XHCD)。子任务之间的关系:Pre(JKAD,JGCZ),Pre(JKAD,XHCD)。其中 Pre(x,y)为前序关系。

事故预处理及分解部分(JKAD)体现在关井(GJ)与开井(KJ)中,它又可分解为事故预处理(OPP):即条件准备,包括停止生产作业以及井口需满足防喷器关闭要求,同时需满足两个条件:一是钻具浮动悬挂,二是确保闸板关闭在钻杆本体。事故分解(OD):将井控事故按工况情况进行分解处理,可分为钻进、空井、起下钻杆以及铤工况等进行处理。即 JKAD=(GJ,KJ)且 JKAD=(OPP,OD),其中 Pre(OPP,OD)。

事故分解 OD 进一步分解为分解(DS)和协商(NG):主要对协作时的信号动作进行规定,例如手势以及汽笛信号等。即 OD=(DS,NG),其中 Pre(DS,NG)。

井岗操作部分(JGCZ)分解为设备状态(state),开设备(open),关设备(close),即 JGCZ=(state,open,close),其中 Pre(state,open),Pre(state,close),将 open 与 close 联系起来是对设备进行操作信息。

消息传递部分(XXCD)分解为汽笛信号(QDXH)和联络手势(LLSS)两部分,即 XXCD=(QDXH,LLSS),两者之间的关系为协商关系。

系统中各职能人员、设备责任及分配任务如表 1

所示。

表 1 井控仿真职能人员与设备对应任务表(部分)

职能人员	责 任	完成任务名
司 钻	发关井信号,负责液动放喷闸阀、环形及闸板防喷器的操作、并与副司钻进行设备的开关信号传递	QDXH, LLSS open,close
副司钻	监测远程控制台操作手柄状态,负责与司钻进行设备的开关信号传递	LLSSopen, close
井架工	负责操纵液动节流阀,并与坐岗工进行开、关信号传递	LLSSopen, close
远程控制台	记录状态信息与副司钻进行信息交互	state:开,关
司钻控制台	记录设备状态信息与司钻进行信息交互	state:开,关

2)黑板分区信息组织。

①任务区。

将任务进行分区,如图 3。将井控事故处理这个任务细分为若干子任务,执行任务前各 Agent 需要进行相互通信来实现信息共享从而更好地进行协作。

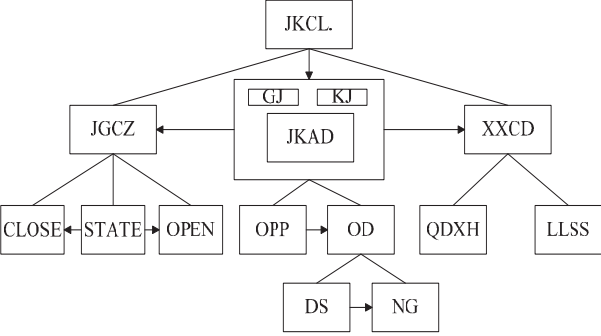


图 3 黑板任务分区信息

②通信信息区。

将井控处理任务划分为 JKAD、JGCZ、XXCD 这三个子任务。在 JKAD 中存储消息 1,2,3。JGCZ 存储的消息有:5,7 相应部分。XXCD 存储的消息有:4,6,8 以及 5,7 相应部分。

3)系统管理 Agent。

它是整个系统的核心。负责监督任务的执行,如果黑板上的信息有变动时,管理 Agent 就会协调各人员或设备 Agent 来处理消息。如何来协调处理这些消息,这就需要维护一个表,它描述了消息与动作之间的映射关系,即井控系统消息映射,见表 2。

4 结束语

文中从 Agent 间的通信与协作出发,提出了基于黑板结构的任务协作机制,并应用于钻井工程实践领域。现已能顺利实现 Agent 间的协作,在接下来的工作中,将对系统进行完善,使用户能建立一个基于 Agent 的仿真环境,能把井控安全评估融入其中,为井

控人员评估安全提供量化的依据。

表2 系统管理 Agent 消息——动作映射表(部分)

消息号	系统管理 Agent 所做动作
1	将此消息通知事故处理 Agent,新建一个井控事故处理任务,任务标识为 JK+事故标识,报告新事故到达消息,其中包括事故相关信息,将任务 OPP 状态改为正执行
2	将消息通知事故处理 Agent,报告事故处理已初步处理信息,将任务 OPP 状态改为完成,任务 OD 状态改为正执行
3	将消息通知事故处理 Agent,同时将任务 OD 状态改为完成,因为任务 JKAD 的子任务完成,将 JKAD 的状态改为已完成,任务 JGCZ 改为正执行
4	将消息通知司钻 Agent,执行 XXCD 任务,启动 QDXH(关井信号)
5	将消息通知司钻 Agent,增加 open 任务置设备液动防喷闸 Agent 状态为开;同时执行 XXCD 任务,启动 LLSS(开),并将消息通知副司钻 Agent
6	副司钻 Agent 读取远程控制台 Agent 状态;同时执行 XXCD 任务,启动 LLSS(开),并将消息通知司钻 Agent
7	将消息通知司钻 Agent,增加 close 任务置设备环形防喷器 Agent 状态为关;同时执行 XXCD 任务,启动 LLSS(关),并将消息通知副司钻 Agent
8	副司钻 Agent 读取远程控制台 Agent 状态;同时执行 XXCD 任务,启动 LLSS(关),并将消息通知司钻 Agent

参考文献:

[1] 周长虹. 井控安全技术 在钻井企业的重要应用[J]. 科技资讯,2012(3):99-99.

[2] Dziurzynski W, Roszkowski J, Tobiczyn J. Monitoring and con-

trol of ventilation in polish coal mines[C]//Proc of 8th International Mine Ventilation Congress. [s. l.]:[s. n.],2005:309-315.

[3] Mironowicz W, Wasilewski S. Monitoring of natural hazards in the underground hard coal mines[C]//Proc of International Mining Forum on New Technological Solutions in Underground Mining. [s. l.]:[s. n.],2006:87-94.

[4] Cotton S, Dennison-Johnson A, Giraldo L. Mine Escape Vehicle (MEV) Concept Development[C]//SME Annual Meeting and Exhibit 2010. [s. l.]:[s. n.],2010:206-209.

[5] 王武礼,王延江,杨华,等. 钻井井控仿真中多 Agent 系统建模研究[J]. 石油天然气学报,2008,30(5):120-123.

[6] 李慧琴,薛霄. 多 Agent 系统仿真平台[J]. 计算机系统应用,2012,21(5):8-11.

[7] Nwana H S, Ndumu D T, Lee L C, et al. ZEUS: A Toolkit for Building Distributed Multi-Agent System[J]. Applied Artificial Intelligence Journal, 1999, 13(1):129-185.

[8] 王武礼. 钻井井控仿真中多 Agent 系统建模研究[D]. 北京:中国石油大学,2007.

[9] 尹全军. 基于多 Agent 的计算机生成兵力建模与仿真[D]. 长沙:国防科技大学,2005.

[10] 耿建鲁. 基于黑板系统的多智能体系统实现方法的研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2003.

[11] 张俊瑞,陈立潮,潘理虎,等. 基于 Agent 的井下透水事故逃生模型研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(7):197-200.

(上接第 215 页)

4 结束语

文中提出一种在物联网环境中基于语义的电子商务网购商品溯源算法,这种溯源算法的创新在于结合传统溯源算法、公共密钥加密算法、语义路由的思想,可以防止不法商家篡改、伪造商品信息,帮助消费者快速判断所购商品是否为真货、行货。新算法具有冗余数据少、能耗小、响应快速、实现简单等优点。但是该算法是在假设所有感知节点都能至少被邻居节点访问一次的情况下提出的,对于极少数没有被访问过的感知节点,查询结果可能会出现错误,这是今后要研究的重点问题。

参考文献:

[1] 徐秋丽. 水货假货严重危害电子商务发展[EB/OL]. 2012 [2012 - 02 - 11]. <http://news.163.com/12/0211/04/7PV3304U00014AED.html>.

[2] 胡清,詹宜巨,黄小虎. 基于 RFID 企业物联网及中间件技术研究[J]. 微计算机信息,2009(20):158-160.

[3] 李园园,毕晓冬,张永胜,等. 物联网框架安全威胁及相应策略研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(12):149-150.

[4] Sy D, Bao Lichun. CAPTRA: Coordinated Packet Traceback [C]//Proceedings of 5th International Conference on Information Processing in Sensor Networks. [s. l.]:[s. n.],2006:152-159.

[5] Zhang Qiyuan, Zhou Xuehai, Yang Feng. CAPTRA: Coordinated Packet Traceback [C]//Proceedings of the International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. [s. l.]:[s. n.],2007:2487-2490.

[6] Cheng Bochao, Chen Huan, Liao Guotan. FBT: an efficient traceback scheme in hierarchical wireless sensor network[J]. Security and Communication Networks, 2009, 2(2):133-144.

[7] Ye Fan, Yang Hao, Liu Zhen. Catching "Moles" in Sensor Networks [C]//IEEE International Conference on Distributed Computing Systems. [s. l.]:[s. n.],2007.

[8] 叶东海,吕捷. 考虑安全与公平的电子市场[J]. 南京师范大学学报(工程技术版),2010(4):84-86.

[9] 张婷婷,周鸣争,许金生,等. 无线传感器网络中基于语义路由的事件查询算法[J]. 仪器仪表学报,2008,29(6):1661-1662.

[10] 李占波,邵金华,刘冬冬. 基于 Chord 算法的物联网信息查询机制[J]. 计算机工程,2011,37(23):108-109.

[11] 张靖,景旭,孙晓波,等. AODV 协议的简单智能化研究[J]. 哈尔滨理工大学学报,2005(1):115-117.

黑板协作的多Agent钻井井控仿真系统的研究

作者: [张方舟](#), [杨立全](#), [严胡勇](#), [姚姜虹](#), [韩东洋](#)
作者单位: [东北石油大学 计算机与信息技术学院, 黑龙江 大庆163318](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201305058.aspx