

基于多智能体的集成数据中心运维系统软件建模

王斌

(上海德衡数据科技有限公司, 邮编: 201201)

摘要: 为应对云计算、虚拟化、集中化、高密化等服务器的变化, 提高数据中心的运营效率, 降低能耗, 实现快速扩容且互不影响, 集成数据中心是指由多个具有独立功能、统一的输入/输出接口的模块和不同区域的模块可以互相备份, 通过相关模块排列组合形成一个完整的数据中心。基于多智能体的集成数据中心运维系统将能满足信息技术部门对未来数据中心的需求, 智能化运维管理, 支持业务连续性, 快速响应业务需求变化等。

关键词: 多智能体; 集成数据中心; 运维系统; 软件建模

Software Model for Integrated DC Operational System Based on Multi-Agent

Wang Bin

(Shanghai DataCenter Science Co., LTD, Zip: 201201)

Abstract In response to the changes in cloud computing, virtualization, centralization, density and other changes in the servers, improving operational efficiency of DC, reducing energy consumption and achieving rapid expansion without affecting each other, an integrated DC is a module consisting of multiple independent functions, a unified input/output interface which can backup each other among different regions, and forming a complete DC through module arrangement. The integrated DC operational system based on multi-agent will meet the needs of IT department for the future DC, intelligent operational management, support for business continuity, and rapid response to the changes in business needs, etc.

Key words Multi-Agent, Integrated DC, Operational System, Software Model

引言

目前三级架构、集中运维管理、多点监控管理的系统管理方式, 已很难应对云计算、虚拟化、集中化、高密化等服务器的变化, 需提高数据中心的运营效率, 降低能耗, 实现快速扩容且互不影响。

集成数据中心是指由多个具有独立功能、统一的输入/输出接口的模块和不同区域的模块可以互相备份, 通过相关模块排列组合形成一个完整的数据中心。

基于多智能体的集成数据中心运维系统将能满足信息技术部门对未来数据中心的需求, 如标准化、模块化、虚拟化设计, 动态信息技术基础设施, 智能化运维管理, 支持业务连续性, 快速响应业务需求变化等。

集成数据中心主要包括供电系统、制冷系统、机架系统、电缆连接系统、智能管理系统、气流组织管理系统等。为了确保集成数据中心所有子系统的可靠运行, 必须能够自动监视管理这些子系统。智能管理系统包括: 动力设备管理系统、网络设备硬件管理系统、环境管理系统、安防系统, 以及其他监测用的硬件和软件。

面向对象的软件设计方法(object oriented, OO)成为主流的软件设计方法, 但在复杂软件设计过程中, 面向对象的软件设计方法显得力不从心, 进而出现了面向智能体的设计方法(agent oriented, AO)。

随着计算机技术和网络技术的发展, 智能系统和分布

式系统越来越多, 这种趋势为智能体的发展提供了平台。与面向对象编程(object oriented programming, OOP)一样, 面向智能体编程(agent oriented programming, AOP)也需要引入一些影响最终软件系统的整体逻辑结构和物理结构的关键性概念。

1 多智能体系统

多智能体系统属于人工智能学科分布式人工智能的研究领域。多智能体系统是由多个可以交互的智能体组成的系统, 具有分布性、协作性和并行性等典型的复杂系统特征。

多智能体技术探讨的是一组自治的智能体集合在动态的开放环境下, 通过交互、合作、竞争、协商等行为完成复杂的系统控制与任务求解过程。

多智能体系统能够减弱对集中控制、规划和顺序控制的限制, 提供分散控制、应急和并行处理等功能, 降低软件或硬件的消耗, 提供更便捷的问题求解, 多智能体系统可应用于集成数据中心运维系统。

1.1 智能体及其结构

智能体是能够感知所处环境中的环境信息, 与其他智能体进行通信, 完成求解问题, 产生推断和决策动作功能的具有智能思维与智能行为的实体。

各个智能体都具有明确的目标, 通过感知自身内部状态和所处环境中的环境信息, 与其他智能体进行通信, 完善各自推理、控制能力, 完成问题求解。因此, 智能体看做是

一种在环境中生存的实体,它既可以是硬件,也可以是软件。

感知部分是智能体感受外界环境变化的触手,也是智能体获取环境信息与环境知识的通道。知识处理与学习部分是智能体的信息管理系统,负责对外界环境信息的加工与学习并记录在这个管理系统内,便于之后动作决策所用知识的快速调取。

响应部分是智能体改变与影响环境的操作杆,利用这一部分体现智能体的反应性,将决策信息释放到环境中。

任务目标用于智能体在所处环境中的任务管理,以此作为不断调整自身的通信、交互、竞争、合作等动作的标准。

交互通信部分是智能体在多个智能体共存下体现其社会性的保证,以此交流信息,互相学习提高各自能力与整个多智能体系统的智能性。

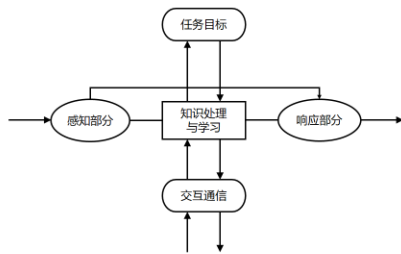


图 1

1.2 多智能体及其结构

多智能体系统是多个智能体组成的集合,各个智能体之间是松散耦合的。它的目标是将大而复杂的系统建成小的、彼此互相通信和协调的,易于管理的系统。

多智能体系统的思想是通过智能体之间的相互作用,使系统作为一个整体的问题求解能力大于单个智能体所具备的问题求解能力的代数和。

多智能体系统的结构可以分为集中式和分散式两种,其中分散式结构又可以分为分层式和分布式结构。

集中式结构有一个主控单元掌握全部环境信息及受控智能体信息,运用规划算法和优化算法,主控单元对任务进行分解和分配,并向受控智能体发布命令,组织多个智能体共同完成某一项任务。

分布式结构没有主控单元,各个智能体之间是平等的关系,智能体之间通过通信等手段进行信息交流,自主地进行决策。

分层式结构是介于集中式和分布式结构之间的一种混合结构。

1.3 面向智能体建模

OOP 强调概念与实现的一对一映射,其中单一概念与单一职责原则比较接近,单一实现类似于 MVC 的模式。MVC 模

式说出来只是一种想法或者概念,而最终形成代码才是实现。AOP 能够提供一定的自适应能力,有了自适应才有可能提供自组织能力。AOP 和 OOP 的关系更像是 class 和 method 的关系。前者不可能替代后者,并且应该在后者的基础上发展。

随着计算机应用,尤其是分布式计算的普及,通过对智能体行为准则进行建模,创建仿真环境的方法逐渐受到重视。这种建模方式被称作基于智能体的仿真。面向智能体建模具有如下特点。

(1) 确定性与随机性相结合

面向智能体的建模方式是从底层建立仿真模型,每一智能体由相对比较简单的确定法则组成。

(2) 动态仿真

波动、不平衡是复杂系统运动的常态,系统本身处于不断运动变化当中。

(3) 宏观与微观相结合

任何复杂系统中大量智能体的动态行为成为整个系统演变的基础,智能体与环境、智能体与智能体之间的相互影响、相互作用,形成系统演化的主要动力。

从程序设计的角度来看,对象和智能体都是客观世界实体的软件编程模型,面向对象编程和面向智能体编程的计算有不少相似之处。对象和智能体都是封装的数据和方法,数据对应于属性,表示它们的状态;方法是对行为的实现,表示对象或智能体所具有的操作处理或行为能力。

2 多智能体的信息融合

随着微电子技术、信号检测与处理技术、计算机技术、网络通信技术以及控制技术的飞速发展,各种面向复杂应用背景的多传感器系统大量涌现。

在这些多传感器系统中,信息表现形式的多样性、信息数量的巨大性、信息关系的复杂性以及要求信息处理的及时性、准确性和可靠性都是前所未有的。

多传感器信息融合实际上是对人脑综合处理复杂问题的一种功能模拟。在多传感器系统中,各种传感器提供的信息可能具有不同的特征:时变的或者非时变的、实时的或者非实时的、快变的或者缓变的、模糊的或者确定的、精确的或者不完整的、可靠的或者非可靠的、相互支持的或互补的、相互矛盾的或冲突的。

多传感器信息融合的基本原理就像人脑综合处理信息的过程一样,它充分地利用多个传感器资源,通过对各种传感器及其观测信息的合理支配与使用,将各种传感器在空间和时间上的互补与冗余信息依据某种优化准则组合起来,产生对观测环境的一致性解释和描述。

2.1 信息融合定义与模型

信息融合是充分利用不同时间与空间的多传感器信息资源,采用计算机技术对按时序获得的多传感器观测信息在

一定准则下加以自动分析、综合、支配，得到被测对象的一致性解释与描述，以完成所需的任务，使系统获得比它的各组成部分更优越的性能。

信息融合模型主要研究信息融合系统的内部结构、模块接口、控制与数据流、人机交互等内容，不同的抽象层次对应不同的模型。属性级模型应用较为广泛，它根据融合过程在系统中位置的不同，将信息融合过程划分为数据层融合、特征层融合和决策层融合三个层次。

(1) 数据层融合

数据层融合直接对观测数据进行融合，然后再基于融合后的数据进行后续处理，是最低层次的融合。数据融合不存在信息丢失问题，能够提供较多的细节信息，得到的结果精确度最高。但是，数据层融合要求多源数据来自于同质传感器，并且对系统的数据处理能力和通信带宽要求很高。

(2) 特征层融合

特征层融合先从观测数据中提取出具有代表性的特征，然后对特征进行融合，最后基于融合结果进行后续处理，属于中间层次的融合。

(3) 决策层融合

决策层融合的每个数据源首先根据各自数据作出决策，然后将多个决策结果进行融合，属于最高层次的融合。

2.2 基于多智能体的信息融合模型

通常，一个传感器或信息系统大多具有某种分布性。这种分布性主要表现在以下几个方面：

(1) 空间分布性

多传感器或信息源在空间上是分布的，系统可以得到来自多个方面、多个位置的多种信息，为全方位了解态势提供了可能。

(2) 时间分布性

多传感器或信息源在时间上是分布的，它们可以工作在不同的时间段或时间点、提供不同时间段或时间点的信息，这为了解全时间段或全过程态势提供了基础。

(3) 功能分布性

多传感器或信息源的类型可以各不相同，可以是同构的，也可以是异构的，它们的功能也可以各不相同，即在功能上是分布的或多样的。

上述三者相结合，为全面了解态势提供了基础。显然，利用多智能体来完成信息融合功能是可行且合适的选择。

在多智能体系统中，智能体通过协调它们的知识、目标、技能以及计划，进行决策并采取行动。在多智能体信息融合系统中，每个智能体可以具有不同领域的专家知识以及不同的决策功能，可以对环境中不同时空、不同方面、不同特点进行观测。

基于多智能体的信息融合模型中的每个智能体分别对

局部环境进行观测，对局部环境信息产生各自的信念；融合中心对不同智能体的信念进行融合，从而得出全局态势信息。

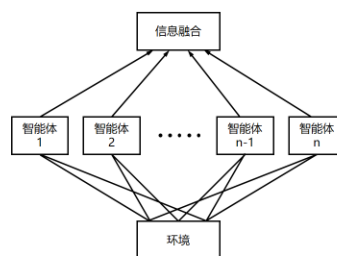


图 2

3 基于多智能体的集成数据中心运维系统

随着云计算及虚拟化，呈现出“大规模”、“高密度”、“高能耗”、“复杂化”等特点，建设与发展新一代数据中心，提升数据中心基础设施管理将变得日趋重要，数据中心的基础架构融合管理与智能将成为数据中心发展的新趋势。

3.1 软件系统建模

模式是一个高度抽象的概念，分为三部分：首先是语境，指模式在何种状况下起作用；其次是动机，指问题或预期的目标；最后是解决方案，指平衡各动机或解决所阐述问题的一个构造或配置。模式是表示语境、动机、解决方案三个方面关系的一个规则。

软件系统建模分以下几个部分：

- (1) 问题或意图：在特定的语境和动机下要达到的目标。
- (2) 语境：问题及其解决方案产生时的前提条件。语境告诉我们该模式的适用性。
- (3) 动机：描述相关的动机和约束，它们之间或与期望达到的目标之间的相互作用，通常需要对各期望的目标进行优先级排序。动机阐明了问题的复杂性，定义了相互冲突时所采取的各种权衡手段。
- (4) 解决方案：它是一些静态的关系和动态的规则，用以描述如何得到所需的结果。通常是给出一组指令来说明如何构造所需的工作组成部分。该说明可包括图表、文字，用以标示模式的结构、参与者及其之间的协作，从而表明问题是如何解决的。

3.2 基于多智能体的集成数据中心运维系统架构

目前三级架构、集中运维管理、多点监控管理的系统管理方式，已很难应对云计算、虚拟化、集中化、高密度等服务器的变化，需提高数据中心的运营效率，降低能耗，实现快速扩容且互不影响。利用多智能体来实现集成数据中心

的运维是可行且合适的选择。

集成数据中心运维系统中含有大量交互成分，其具有复杂性的特点，行为来源于系统中大量个体之间的交互。

系统中单个个体之间的行为是建模的目标之一；同时更重要的是通过建模展现系统中个体之间的交互是怎样影响全局态势的。

解决的方法是创建基于多智能体的集成数据中心运维系统架构。智能体抽象地反映出系统中的组成部分，还可以通过信息节点（传感器）感知运维环境的变化，信息节点监听器负责监听来自分布信息节点和存储上下文信息的更新，上下文检索器负责索引和检索存储的上下文信息，利用解释器为信息节点监听器和上下文检索器提供服务，上下文被检索出发生改变时，运维相关本体被用于自适应管理，以及被用于根据运维知识库中的运维相关本体来推理高级上下文，提供给效应器，通过效应器作用于运维环境。

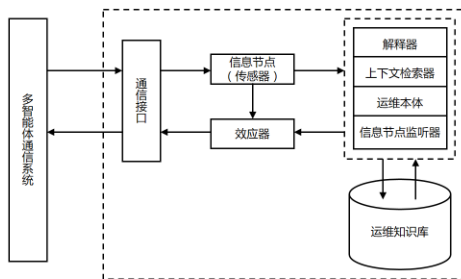


图 3

智能体仿真模型的类结构描述如下：

```
Public class agent_component extends thread
{
.....
Public void run()
{
AgentID=GetIDFromLA();
While(RunFlag!=STOP)
{
GetMessage FromBuffer();
EvaluateMessage();
SendMessage();
ModifyRulBase();
ModifyRule();
ModifyLT();
}
}
.....
}
```

3.3 运维系统信息处理流程

集成数据中心主要包括供电系统、制冷系统、机架系统、电缆连接系统、智能管理系统、气流组织管理系统等。为了确保集成数据中心所有子系统的可靠运行，必须能够自动监视管理这些子系统。智能管理系统包括：动力设备管理系统、网络设备硬件管理系统、环境管理系统、安防系统，以及其他监测用的硬件和软件。

基于多智能体的集成数据中心运维系统架构阐述了智能体直接的交互，还没解决运维系统的信息处理流程。

运维系统的运行管理由运维监控智能体、报警管理智能体、设备管理智能体、环境管理智能体与安防系统智能体共同完成，实现运维系统数据分析与可视化。各智能体通过获取运维系统的实时数据，分别进行数据转化、分析，由运维监控智能体统一进行可视化显示。

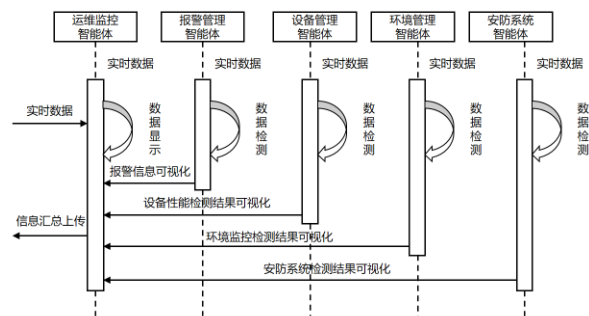


图 4

4 结论

集成数据中心只部分解决了，需高数据中心的运营效率，降低能耗，实现快速扩容且互不影响，并没有完全解决数据中心运维的智能化管理。

而基于多智能体的集成数据中心运维系统很好地解决了，异构设备的智能化管理，安防系统自动化控制，监控报警的自适应控制，大大提高了效率，减少了人工。

本论文从理论上阐述了基于多智能体的集成数据中心运维系统架构，及其运维系统信息处理流程，并结合智能体建模，对软件系统实现进行了初步探讨。

参考文献：

[1] 普尔、迈科沃思著，人工智能：计算 Agent 基础，北京：机械出版社，2014.12，21-22 28-41 115-122 363-392
 [2] 吴杰宏著，移动智能体及其主动保护技术，北京：北京航空航天大学出版社，2017.3，73-82
 [3] 唐贤伦著，群体智能与多 Agent 系统交叉结合：理论、方法与应用，北京：科学出版社，2014.9，12-21
 [4] 范波、张雷著，多智能体机器人系统信息融合与协调，北京：科技出版社，2015.7，16-37
 [5] 王仕成、张金生著，复杂系统基于 Agent 的建模与仿真，北京：国

防工业出版社, 2015. 2, 115-160

[6]高阳等主编, 多智能体系统及应用, 北京: 清华大学出版社, 2015. 7, 194-210

[7]张洁著, 基于 Agent 的制造系统调度与控制, 北京: 国防工业出版社, 2013. 1, 167-187

[8]李敬花著, 基于多智能体的多型号生产调度技术研究, 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2017. 1, 23-30 37-39

[9]程显毅等编著, 面向 agent 开发环境 JACK 的实践, 北京: 科学出版社, 2009. 7, 1-10

[10]张池军著, 基于语义 Web 的 LBS 服务架构及其服务发现算法研究, 北京: 清华大学出版社, 2014. 5, 86-109

[11]贝特西·拜尔等编著, Google 运维解密, 北京: 电子工业出版社, 2016. 10, 355-369

[12]韩晓光著, 系统运维全面解析: 技术、管理与实践, 北京: 电子工业出版社, 2015. 11, 244-250

[13]程小丹等著, 从运维菜鸟到大咖, 你还有多远: 数据中心设施运维指南, 北京: 电子工业出版社, 2016. 4, 378-381

[14]钟景华等著, 中国数据中心运维管理指针, 北京: 机械工业出版社, 2016. 11, 352-358