

基于 Agent 的存储区域网络 (SAN) 智能管理技术^①

Agent - based Intelligent SAN Management

曾庆辉 (重庆西南师范大学计算机与信息科学学院 400715)

摘要:利用 Agent 技术对存储区域网络(SAN)进行智能管理是一种全新的设想。本文提出了一种基于 Agent 的存储区域网络的管理体系,各部件本地的管理任务由监控 Agent 完成,SAN 的整体由管理 Agent 与各监控 Agent 协同完成,大大减轻了用户管理的负担。而且整个管理体系可伸缩性强,各 Agent 还具有一定的学习和推理能力,能够具有智能地完成各种管理任务。

关键词:Agent SAN 网络管理 协同工作

1 引言

随着 SAN 的广泛采用,人们已经不满足其仅仅提供主机到存储设备一种网络化的连通方式,而且对其易用性、安全性、可管理性都提出更高的要求。目前的 SAN 主要都采用 Fabric 拓扑方式,其核心部件是一个 FC 交换机,由 FC 交换机完成存取路由算法,确定数据的存取位置。因而,目前对 SAN 的管理主要是基于专用的存储管理软件,通过 FC 交换机内置的部件代理获取交换机相关状态参数,对交换机进行被动式的监控。为了更好的发挥 SAN 的优势,尽量减少停机时间和数据瓶颈,实现 SAN 的自我纠错,自我恢复,自我优化,实现 SAN 的智能化管理是很必需的。

Agent 技术和多 Agent 技术是近年来人工智能领域的研究热点,广泛应用于各个领域,取得了巨大的成功,包括在局域网络的智能管理方面。Agent 具有独立的问题求解能力和与环境其他 Agent 合作求解问题的能力,具有智能性、自治性、社会性、移动性等特点。多 Agent 系统 MAS (Multi - Agent System) 是由一组独立的、但又协同工作的 Agent 构成的计算机系统,各 Agent 之间可以相互通信、以协调完成某一共同任务。各个 Agent 可以动态配置自己以适应环境的变化并做出相应的反应,因此,Agent 系统具有感知环境的能力,并对环境的变化做出最佳动作以达到预定目标,可满足对 SAN 进行智能管理要求。考虑到 Agent 技术的优点,本文将 Agent 技术应用于 SAN 的智能管理领

域,尝试构造一种全新的 SAN 智能管理体系结构,对现有的 SAN 管理体系结构进行研究和改进,以期改善对 SAN 的管理能力,充分发挥 SAN 在数据存储的优势。

2 基于 Agent 的 SAN 智能管理体系

将 Agent 引入到现有的需要用户“直接操纵”的 SAN 管理体系,可以实现“间接操纵”的管理,即用户与 Agent 通信、交流、协作,而具体管理任务由 Agent 接受用户委托,按照用户需求去完成。这样,对于用户来说,就很好地隐藏了具体任务的复杂性,而且 Agent 还可以代表用户监视 SAN 中的各种事件,并做出相应的动作。

结合 Agent 的性能特点和 SAN 的结构特点,本文提出一种基于 Agent 的 SAN 智能管理体系,如图 1 所示。

2.1 智能管理体系结构概述

SAN 中的各个部件,包括服务器与 FC 交换机的接口卡、存储器与 FC 交换机的接口卡,FC 交换机,都配置有 Agent 的运行环境,以保证 Agent 的正常运行。各个部件中的 Agent 负责监控所在部件的工作状态,我们把这种 Agent 称为监控 Agent (如图 1 的 Agent Si、Agent Ci、Agent Sw)。因为 FC 交换机在 SAN 中的核心

^① 1 本文部分研究得到重庆市自然科学基金资助。(项目编号:CSTC,2004BB2086)

作用,因此除了有监控 Agent 监控交换机本身的状态之外,交换机中还有遍历整个 SAN 以收集 SAN 整体信息的浏览 Agent(图 1 的 Agent BR)和对 SAN 中所有 Agent 进行管理的管理 Agent(图 1 的 Agent MA)。

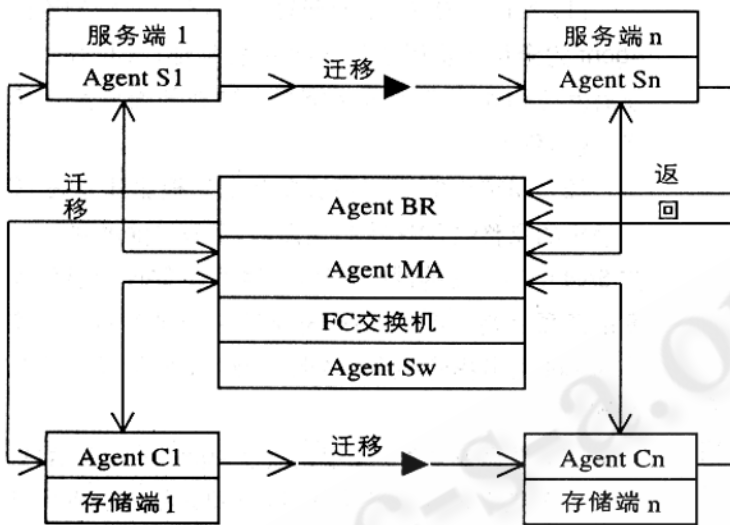


图 1 基于 Agent 的 SAN 智能管理体系结构

监控 Agent 对流入或流出 Agent 所在部件的数据流进行采集、分析和日志记录。如果发现异常,就根据预定的规则库采取一定的动作使之恢复到正常的工作目标;如果在处理异常过程中,无法成功解决问题,则向管理 Agent 发出警报,由管理 Agent 判断分析之后,向相应的监控 Agent 发出相应指令;监控 Agent 接到指令后,便根据指令要求采取相应的动作,完成管理任务。监控 Agent 处理异常的算法描述如下:

```

if (异常事件)
{
    动作序列 < -- select(异常事件,规则库);
    if 动作序列 is not NULL
        { do 动作序列 }
    else
        {
            SendAlert(异常事件,Agent MA);
            Wait(Agent MA);
            动作序列 < -- ReceiveCommand(异常事件,Agent MA);
            do 动作序列;
        }
}

```

管理 Agent 负责监控管理各部件监控 Agent。在正常情况下,收集各监控 Agent 的信息,记录各部件工作状态。为了保证得到 SAN 的完整和准确的信息,管理 Agent 还定时或根据使用浏览 Agent。浏览 Agent 是一种可以在 SAN 中各个部件中移动 Agent,并收集各个部件的相关信息(图 1 中的虚线表示的就是浏览 Agent 的迁移路线)。根据监控 Agent 和浏览 Agent 的返回信息,管理 Agent 可以得到整个 SAN 和各个部件的状态信息,并在 FC 交换机上建立一张完整准确的 SAN 状态信息表。

当管理 Agent 收到监控 Agent 的报警信息之后,通过查阅 SAN 状态信息表和设置在 FC 交换机上的中心规则库,可以判断故障的原因和提出解决办法,然后就向相关的 Agent 发出相应的指令,及时排除故障(图 1 中的实线表示了管理 Agent 和监控 Agent 之间的交互)。

2.2 Agent 模型分析

2.2.1 监控 Agent

监控 Agent 的模型结构图 2 所示,它由感知模块、动作模块、部件状态表、规则库和控制模块等部分组成。感知模块是 Agent 与所在部件及其他 Agent 进行交互的接口;部件的各种状态参数可通过感知模块直接写入部件状态表;规则库中存放相应部件各类异常事件的控制知识,监控规则和方法;动作模块负责实施 Agent 的具体动作。控制模块则是 Agent 的神经中枢,如果部件状态表中的部件状态参数出现异常,控制模块根据规则库找到相应的控制知识,并让动作模块做出相应的动作;如果感知模块接受的是管理 Agent 的指令,控制模块控制规则库加入相应的规则,并让动作模块做出指令规定的动作。

2.2.2 管理 Agent

管理 Agent 的模型结构图 3 所示,它由感知模块、动作模块、SAN 状态表、中心规则库、管理意图模块和控制模块等部分组成。感知模块是 Agent 与其他 Agent 进行交互的接口;各个部件的状态参数可由各部件监控 Agent 或浏览 Agent 通过感知模块写入 SAN 状态表;中心规则库中存放 SAN 各类异常事件的控制知识,监控规则和方法;动作模块负责实施 Agent 的具体动作,主要是向各监控 Agent 发出指令;管理意图是管

理 Agent 特有的,该模块存放 SAN 整体管理要达到的效果以及 SAN 的安全策略。控制模块是 Agent 的控制中心,如果感知模块接收到监控 Agent 发来的异常警

要人工干预的情况下,根据 SAN 具体状态协调与各 Agent 协作以达到用户的管理意图,完全对用户隐藏了复杂的管理操作,在简化了用户管理负担的同时顺利完成各项 SAN 管理任务。

(1) 实时监控任务。毫无疑问,具有智能性的监控 Agent 完全可以实时监控 SAN 中各种部件,并有能力及及时发现和处理各种异常情况。这在前面已经讨论了,就不赘述了。

(2) 网络性能监控和调整任务。根据建立在 FC 交换机的完整的 SAN 状态信息表,管理 Agent 可以得知 SAN 中端到端的性能表现,及时发现 SAN 中出现拥塞的瓶颈之处。管理 Agent 也就可以立即对各部件监控 Agent 发出指令,调整各部件参数,实现网络负载均衡。

(3) 数据安全。根据监控 Agent 的返回信息,如果发现某个部件突然失效,则立即让相应的备份接替,保证数据安全。使 SAN 具有良好的容错容灾能力。

(4) 网络安全管理。管理 Agent 可以构建一个综合的 SAN 安全策略,并允许用户定制不同的安全策略。监控 Agent 首先可以检测到 Fabric 访问或 SAN 管理操作,如果无法判断此访问是否合法,就向管理 Agent 询问;管理 Agent 根据安全策略,判断访问是否合法,如果合法,则发出指令让给监控 Agent 放行,并记录在监控 Agent 的规则库中,如果非法,则发出指令让监控 Agent 拒绝访问,同时做好日志记录。如果安全策略有变化,管理 Agent 会通知相应的监控 Agent 改变相应的规则记录。这样就构建起一个安全的 SAN,防止未授权的 Fabric 访问,控制所有的 SAN 的管理操作。

概括起来,本文提出的 SAN 智能管理体系有以下优点:

① 具有良好的可伸缩性,可进行智能管理。Agent 具有易扩展、易维护等优点,也就可以方便地对系统进行维护和升级。传统的 SAN 管理中各部件代理功能相对单一固定,而本系统中,各 Agent 的规则库均可动态变更,管理 Agent 中的管理意图和安全策略也可以改变,这样各 Agent 的功能就相对多样,由管理 Agent 协同各 Agent 共同完成 SAN 管理,无需用户干预就可满足用户需求及系统状态的动态变化。

② 大大减轻网络负载。监控 Agent 本身带有规

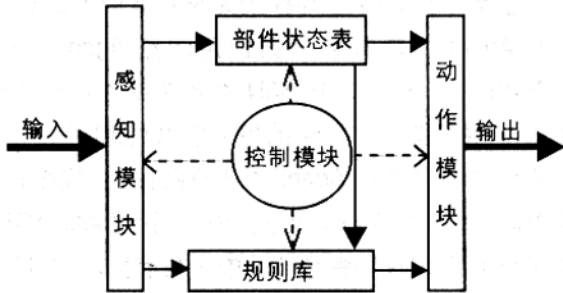


图 2 监控 Agent 的模型结构

报或 SAN 状态表中的状态参数出现异常,控制模块查找中心规则库中相应的控制知识,并让动作模块向相关的监控 Agent 发出相应的指令;如果 SAN 的现有状态与管理意图有冲突,控制模块也通过中心规则库并让动作模块发出相应指令规定以实现管理意图。

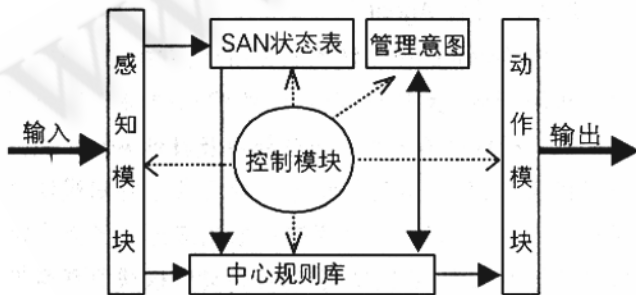


图 3 管理 Agent 的模型结构

2.2.3 浏览 Agent

浏览 Agent 是一种结构简单的移动 Agent,主要功能就是在 SAN 中各个部件中迁移,收集各部件的信息,包括监控 Agent 的信息,然后把信息返回给管理 Agent。类似于一个监控 Agent,所不同的就是规则库中是有有关在 SAN 中迁移的知识。

2.3 智能管理体系分析

采用图 1 所示的基于 Agent 的 SAN 智能管理体系,监控 Agent 代替了传统管理中功能相对固定和单一的部件代理,管理 Agent 则完成了传统 SAN 管理中大部分需要人工来完成的任务。这样,用户只需要和管理 Agent 交流管理意图,管理 Agent 就可以在不需

则库,具有一定的计算能力和智能,可以分析处理大部分的本地数据和异常情况,只传送管理 Agent 需要的状态信息和少部分无法解决的问题到管理 Agent。这样也减轻了管理 Agent 的负担和大量数据传送带来的网络负荷。

③ 故障影响的局部性和解决问题的全局性。由于有监控 Agent,可以在最早的时间发现并隔离故障部件,同时通知管理 Agent。管理 Agent 则从全局角度来解决问题,如立即启用冗余部件或让其他部件共同承担故障部件的功能,保证 SAN 的正常运作。

④ 状态信息的可信度高。有时,当某个监控 Agent 出现问题,那么它所提供的状态信息也不一定准确。而本系统中有浏览 Agent 定时或根据需要浏览整个 SAN 的状态信息,检验监控 Agent 提供的信息的准确性,基本上可以避免管理 Agent 中部件状态信息的不准确。

3 小结及展望

基于 Agent 的 SAN 智能管理系统充分利用 Agent 的特性和优点,实现了存储网络的智能管理,大大减轻

了在传统 SAN 管理中用户的负担,并能保证使 SAN 工作在用户要求的最佳状态。

本文借鉴了 Agent 技术应用于局域网管理的成功经验,对 Agent 技术应用于 SAN 管理的研究做了一个初步的尝试。由于在 SAN 中运行的 FC 协议与在局域网运行的其他协议并不一样,还应进一步的研究在 SAN 中多 Agent 之间的通信问题以及 Agent 运行环境的创建等问题。

参考文献

- 1 Walter Brenner, etc. Intelligent Software Agent: Foundations and Applications. Berlin: Springer - Verlag, 1998.
- 2 Michael Wooldridge, 多 Agent 系统引论, 石纯一等译, 电子工业出版社, 2003。
- 3 李新林, 基于 WEB 的网络管理技术研究与实现, 硕士论文, 2002。
- 4 <http://www.ca.com/>
- 5 <http://www.brocade.com/>
- 6 <http://www.zdnet.com.cn/>