



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610042764.2

[43] 公开日 2006年10月18日

[11] 公开号 CN 1848787A

[22] 申请日 2006.4.30
 [21] 申请号 200610042764.2
 [71] 申请人 西安交通大学
 地址 710049 陕西省西安市咸宁路 28 号
 共同申请人 浪潮(北京)电子信息产业有限公司
 [72] 发明人 伍卫国 王磊 薛正华 董小社
 胡雷钧 王恩东 王守昊

[74] 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司
 代理人 李郑建

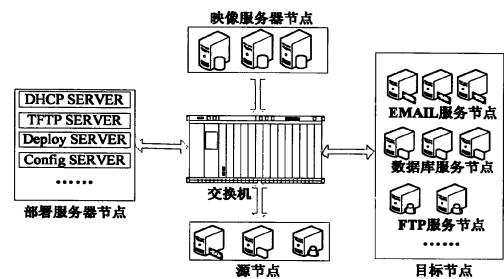
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种集群服务器系统节点的自动化快速部署方法

[57] 摘要

本发明涉及一种集群服务器节点的自动化快速部署方法，采用客户机/服务器体系结构，基于磁盘映像的安装方式，采用操作系统映像与应用服务映像分离的部署原则，采用可靠组播与单播两种网络传输模式，使用预引导执行环境 PXE 协议、动态主机配置协议 DHCP、简单文件传送协议 TFTP、网络文件系统 NFS、网络唤醒 WOL 等来实现集群系统的快速自动化部署。本方法包括映像获取、定义目标节点(绑定节点与操作系统映像、应用服务映像及配置信息的过程)、安装目标节点操作系统、安装配置目标节点应用服务、配置目标节点操作系统标识和测试六个步骤，实现了集群服务器系统节点安装过程的自动化，简化了集群服务器系统节点的安装过程，能提高集群服务器系统构建的效率。



1. 一种集群服务器系统节点的自动化快速部署方法，其特征在于，该方法采用客户机/服务器体系结构，该体系结构中配置有部署服务器节点、交换机、一台或多台映像服务器节点、源节点和待安装软件系统的目标节点；

目标节点、部署服务器节点和映像服务器节点之间均通过以太网连接，采用星型的网络拓扑模型，所有目标节点要通过交换机或 hub 与部署服务器节点直接连通；其中，部署服务器节点作为体系结构中的服务器端，用来提供动态主机配置协议服务、简单文件传送协议服务、部署服务和配置服务；

对目标节点进行部署时，首先，使目标节点从网卡启动，通过 DHCP 协议和 TFTP 协议从部署服务器节点上下载部署代理，在内存中运行部署代理，部署代理通过与部署服务器节点通信后，完成对该目标节点的操作系统安装；接着，部署服务器节点控制目标节点从本地硬盘启动，运行刚才部署的操作系统，由配置代理完成应用服务映像的安装和操作系统信息的配置；经过配置之后，该目标节点就是一台能够立即使用的集群节点。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，映像服务器节点基于磁盘映像的安装方式，采用操作系统映像与应用服务映像分离部署，其中：

操作系统映像是一个包括需要在目标节点上安装的操作系统的映像文件，由部署代理通过磁盘映像方式获取源节点的操作系统的拷贝生成；

应用服务映像是一个需要在目标节点上安装的应用服务软件的映像文件，由管理员上传并且定义相关 XML 描述文件生成；两种映像文件均存储在映像服务器节点上，管理员在目标节点安装前，根据目标节点的具体使用目的动态组合映像，目标节点通过 NFS 文件系统访问映像服务器节点上的映像文件。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当部署服务器节点对目标节点部署操作系统映像时，采用可靠组播或单播网络传输模式；使用网络文

件系统 NFS、预引导执行环境 PXE 协议、动态主机配置协议 DHCP、简单文件传送协议 TFTP、网络唤醒 WOL 来实现集群系统的快速自动化部署。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述的采用可靠组播传输模式，一次部署一组相同操作系统映像的目标节点，该模式更适用于集群节点数多，并且待安装的操作系统类型较少的集群系统的部署。

5. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述的采用单播传输模式，能够同时部署多台具有不同操作系统映像的目标节点，更适用于集群节点数少，且节点待安装的操作系统类型较多的集群系统的部署。

6. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在目标节点下载应用服务映像之前，映像服务器节点首先采用 NFS 文件系统将应用服务映像共享到网络中，然后由目标节点通过单播的通信模式下载需要的应用服务映像，完成应用服务软件的安装和配置。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的映像服务器节点和部署服务器节点可以合用一台计算机节点。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的部署代理是在目标节点内存中运行的一个包含嵌入式操作系统的服务软件，该软件包括目标节点硬件自动探测程序、部署实施程序以及对硬盘进行操作的工具；

目标节点硬件自动探测程序负责自动获取硬件部件信息并根据相关的信息加载合适的驱动程序，确保在不同的目标节点硬件平台上能够运行该操作系统；

部署实施程序根据管理员的预先设定，采用可靠组播或者单播的传输模式将操作系统映像下载并安装到目标节点的本地硬盘上；

对硬盘进行操作的工具主要包括磁盘拷贝、磁盘分区工具。

一种集群服务器系统节点的自动化快速部署方法

技术领域

本发明属于计算机技术领域，涉及一种用于集群服务器系统节点的自动化快速部署方法，特别涉及在集群服务器节点上安装 Unix 及 Linux 类操作系统和应用软件的方法。本发明也可适合于计算机生产厂家及计算机销售公司在产品出厂前或销售前的批量系统预定制过程中使用。

背景技术

高性能集群计算系统目前应用非常广泛，集群的规模也在不断扩大，在集群的构建和运行期间，集群节点上操作系统和应用软件包的人工重复安装和升级会成为一项艰巨的任务。

在本发明以前的现有技术中，一般以手动或 ghost（Symantec 公司开发的硬盘复制软件）硬盘刻录或 NFS 共享网络安装方法来部署集群节点的操作系统和应用软件。手动安装方法主要使用光盘安装，安装每台节点会耗费大量的时间和人力，并且节点的配置过程非常繁琐，很容易出错。在构建集群系统的工程实践中常用的是 ghost 硬盘刻录法和 NFS 共享网络安装法：ghost 硬盘刻录法需要对被安装节点的硬盘进行拆卸，并且要求目标磁盘与源磁盘大小相同；NFS 共享网络安装的方法需要把网络中的一台节点配置为 NFS 服务器，把操作系统安装盘中的文件复制到这台节点上，然后使被安装节点通过网卡或软盘启动，从 NFS 服务器节点上下载相关文件并完成安装。

现有的一些部署软件如 OSCAR（Open Source Cluster Application Resource，由 Open Cluster Group 开发的一套集群应用软件包）和 SystemImager（系统镜像器）等应用范围较小，功能比较单一，操作使用不方便。

发明内容

针对上述技术现状,本发明目的是给出一种新的适用于集群服务器系统节点的自动化快速部署方法,该方法能够简化集群服务器系统的安装工作,实现安装过程的自动化。

实现上述发明方法的技术解决方案是:一种集群服务器系统节点的自动化快速部署方法,其特征在于,该方法采用客户机/服务器体系结构,该体系结构中配置有部署服务器节点、交换机、一台或多台映像服务器节点、源节点和待安装软件系统的目标节点;

目标节点、部署服务器节点和映像服务器节点之间均通过以太网连接,采用星型的网络拓扑模型,所有目标节点要通过交换机或 hub 与部署服务器节点直接连通;其中,部署服务器节点作为体系结构中的服务器端,用来提供动态主机配置协议服务、简单文件传送协议服务、部署服务和配置服务;

对目标节点进行部署时,首先,使目标节点从网卡启动,通过 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) 协议和 TFTP (Trivial File Transfer Protocol) 协议从部署服务器节点上下载部署代理,在内存中运行部署代理,部署代理通过与部署服务器节点通信后,完成对该目标节点的操作系统安装;接着,部署服务器节点控制目标节点从本地硬盘启动,运行刚才部署的操作系统,由配置代理完成应用服务映像的安装和操作系统信息的配置;经过配置之后,该目标节点就是一台能够立即使用的集群节点。

映像服务器节点基于磁盘映像的安装方式,采用操作系统映像与应用服务映像分离部署,其中:

操作系统映像是一个包括需要在目标节点上安装的操作系统的映像文件,由部署代理通过磁盘映像方式获取源节点的操作系统的拷贝生成;

应用服务映像是一个需要在目标节点上安装的应用服务软件的映像文件,由管理员上传并且定义相关 XML 描述文件生成;两种映像文件均存储在

映像服务器节点上，管理员在目标节点安装前，根据目标节点的具体使用目的动态组合映像，目标节点通过 NFS 文件系统访问映像服务器节点上的映像文件。

当部署服务器节点对目标节点部署操作系统映像时，采用可靠组播或单播网络传输模式；使用网络文件系统 NFS、预引导执行环境 PXE（Preboot Execution Environment）协议、动态主机配置协议 DHCP、简单文件传送协议 TFTP、网络唤醒 WOL（WakeUp On LAN）来实现集群系统的快速自动化部署。

本发明方法的优点是：

A. 提供单一控制点功能。管理员只需要通过终端连接到部署服务器节点上，所有的控制操作都由部署服务器节点完成。目标节点只需要在部署前通过 BIOS 设置为网卡启动，其部署过程是完全自动化的；目标节点不需要键盘、鼠标、显示器、光驱、软驱等外围设备。

B. 提供多类型操作系统映像的获取与部署功能。基于磁盘映像的安装方式，在映像获取代理中绑定了磁盘操作工具，不论映像源节点上安装何种类型操作系统，均可获取其操作系统映像。

C. 采用操作系统映像和应用服务映像分离的部署思想，管理员在集群目标节点安装过程中，可以根据目标节点的具体使用目的动态组合映像。大大提高了集群部署系统的适应性，适用于集群中多类型服务节点的部署。同时，映像文件在映像服务器节点上占用的空间得到显著下降。

D. 在操作系统映像的传输过程中，采用可靠组播与单播两种网络传输模式。使用可靠组播模型传输操作系统映像，时间短，效率高，但要求待部署目标节点应该定义相同的操作系统映像；使用单播模式传输操作系统映像，可以同时给多台目标节点安装不同的操作系统映像，但部署过程耗时较长。操作系统映像和节点之间的对应关系，由管理员根据目标节点的应用安排确定。

E. 集群目标节点应用服务软件的安装、配置和操作系统标识信息的配置自动化，目标节点完全不需要人工干预。

附图说明

图 1 为本发明方法采用的结构示意图。其中，“DHCP SERVER”代表“DHCP 服务器”，“TFTP SERVER”代表“TFTP 服务器”，“Deploy SERVER”代表“部署服务器”，“Config SERVER”代表“配置服务器”。图中一台节点作为部署服务器节点，提供 DHCP 服务、TFTP 服务、部署服务和配置服务，目标节点通过交换机与部署服务器节点相连，从映像服务器节点上下载映像并完成安装。

图 2 为使用本发明方法进行集群节点部署的主要步骤示意图。箭头顺序描述了使用本方法进行集群部署的主要步骤流程。

图 3 为使用本发明方法通过 PXE 引导一台目标节点启动的详细过程示意图。主要描述了一台目标节点通过 PXE 协议从网卡启动，然后在内存运行部署代理的过程。其中“bootstrap”的确切含义是引导程序。

具体实施方式

参见图 1，图 1 是本发明方法采用的结构示意图。其中，“DHCP SERVER”代表“DHCP 服务器”，“TFTP SERVER”代表“TFTP 服务器”，“Deploy SERVER”代表“部署服务器”，“Config SERVER”代表“配置服务器”。图中一台节点作为部署服务器节点，提供 DHCP 服务、TFTP 服务、部署服务和配置服务，目标节点通过交换机与部署服务器节点相连，从映像服务器节点上下载映像并完成安装。

本发明采用客户机/服务器体系结构，基于磁盘映像的安装方式，采用操作系统映像与应用服务映像分离的部署原则，采用可靠组播与单播网络传输模式，使用网络文件系统 NFS、预引导执行环境 PXE 协议、动态主机配置协议 DHCP、简单文件传送协议 TFTP、网络唤醒 WOL 等来实现集群服

务器系统的快速自动化部署。

本方法的体系结构中需要配置一台节点作为部署服务器节点，同时还需要配置一台或多台节点作为映像服务器节点，或者将映像服务器节点和部署服务器节点合用一台节点。

部署服务器节点作为部署体系结构中的服务器端，通过在其上安装部署服务软件包，以提供映像获取、映像传输、节点配置、DHCP 和 TFTP 服务；负责映像获取、映像管理、目标节点操作系统安装以及安装完成后所需要的各种应用服务软件的安装和配置。目标节点是部署体系结构中的客户端，从网卡启动后通过与部署服务器节点通信获得部署代理，部署代理根据管理员的预先设定，采用可靠组播或者单播的传输模式将操作系统映像部署到目标节点的本地硬盘上。部署代理是一个包含嵌入式操作系统的服务软件包，在集群目标节点内存中运行。部署代理中包括目标硬件自动探测程序、部署实施程序以及对硬盘进行操作的工具；目标硬件自动探测程序负责自动获取硬件部件（板卡及芯片组等）信息并根据相关的信息加载合适的驱动程序，以确保在不同的硬件平台上能够运行该操作系统。部署实施程序根据管理员的预先设定，采用可靠组播或者单播的传输模式将操作系统映像下载并安装到目标节点的本地硬盘上。对硬盘进行操作的工具主要包括磁盘拷贝、磁盘分区等工具。

目标节点的启动过程遵守 Intel 公司的预引导执行环境协议 PXE；根据 PXE 协议，部署服务器节点上需要提供动态主机配置协议 DHCP 服务、简单文件传送协议 TFTP 服务。

图 3 主要描述了一台目标节点通过 PXE 协议从网卡启动，然后在内存运行部署代理的过程。其中“bootstrap”的确切含义是引导程序。

本方法在具体实施的时候，部署服务器节点和目标节点都可以选用普通的商用计算机，但部署服务器节点必须有键盘、鼠标、光驱、软驱和监视器

等输入输出设备，目标节点则不需要这些输入输出设备。目标节点的网卡必须能支持 PXE 启动，才可实现目标节点安装过程的全部自动化。目前一般的商用计算机都能支持 PXE 启动功能。

目标节点、部署服务器节点和映像服务器节点之间均通过以太网连接，采用星型的网络拓扑模型，所有目标节点要通过交换机或 hub 与部署服务器节点直接连通。选用的以太网交换机要支持组播功能，否则只能选用单播传输模式。

在本方法中，部署代理是一个包含嵌入式操作系统的服务软件包，在目标节点内存中运行。部署代理中包括目标硬件自动探测程序、部署实施程序以及对硬盘进行操作的工具。同时，部署代理必须支持组播与单播传输模式。在具体实现部署代理时，可以通过定制 Linux 操作系统来得到部署代理。

图 2 为使用本发明方法进行集群节点部署的主要步骤示意图。箭头顺序描述了根据本方法进行集群部署的主要步骤流程。具体步骤如下：

步骤 1：获取操作系统映像和应用服务映像

1) 获取操作系统映像

获取操作系统映像的过程类似于拍照的工作过程，其具体步骤如下：

(1) 手动的安装好模板节点，作为映像的源节点，源节点上至少需要安装操作系统和目标节点的配置代理(用于目标节点操作系统映像部署完成后配置该节点)。

(2) 确保源节点从网卡启动后，部署服务器节点通过 PXE 控制源节点下载一个映像获取代理，该映像获取代理是一个包含嵌入式操作系统的服务软件包，其中包括了对硬盘进行操作的工具。源节点从内存启动映像获取代理后，利用映像获取代理上的磁盘工具捕捉磁盘映像并作为操作系统映像文件存储在映像服务器节点上，由于从源节点获取的操作系统映像会被完全克隆到目标节点上，故这种方式适合目标节点与源节点的硬件设备是同构的情

况。

2) 获取应用服务映像

在获取应用服务映像时，需要把应用服务软件的安装包(rpm、tar 或者 gzip 格式)上传到映像服务器节点的指定目录中，同时创建对应的应用服务描述文件即可作为应用服务映像文件。

步骤 2：定义目标节点

把目标节点的网卡 MAC 地址与操作系统映像和应用服务映像绑定，确定各映像与目标节点的对应关系。同时，定义目标节点的 IP 地址、主机名等标识信息。这里的 IP 地址、主机名等标识信息是指目标节点部署完成后，管理人员期望的各目标节点的 IP 地址和主机名。其中一个映像文件（操作系统映像或者应用服务映像）可对应多台目标节点；一台目标节点只能绑定一个操作系统映像文件，但可以绑定多个应用服务映像文件。

步骤 3：安装目标节点操作系统

安装目标节点时，首先需要准备好映像服务器节点上的操作系统映像和应用服务映像，然后需要启动部署服务器节点的 DHCP 服务器、TFTP 服务器、部署服务器、配置服务器等。DHCP 服务器为目标节点提供动态分配的 IP 地址，并指定 TFTP 服务器的位置，通知目标节点到 TFTP 服务器指定的位置去下载启动引导文件。

TFTP 服务器为目标节点下载部署代理程序提供服务，在 TFTP 服务器的根目录中存储了启动引导文件、启动配置文件、Linux 内核和根文件系统等。目标节点下载这些文件到本机内存中并加载执行。目标节点从内存中启动部署代理后，部署代理中的部署实施程序向部署服务器节点上的部署服务器发送部署操作系统映像请求，部署服务器根据管理员设定的操作系统映像及映像传输模式类型响应部署实施程序的请求，如果采用可靠组播传输模式，部署服务器就通知目标节点启动可靠组播接收程序；如果采用单播传输

模式，部署服务器就提供操作系统映像的存储位置，部署代理根据部署服务器的响应，采用对应的传输模式将操作系统映像部署到目标节点的硬盘上。

步骤 4：安装目标节点应用服务

当目标节点完成操作系统安装后，部署服务器节点通过 PXE 控制目标节点从本地硬盘启动，部署的操作系统映像中含有的配置代理会同部署服务器节点通信，获取管理员为该目标节点定义好的配置信息，根据得到的配置信息，从映像服务器节点上下载相应的应用服务软件并进行安装和配置。

步骤 5：配置目标节点操作系统信息

集群系统是一个松耦合的系统，集群中节点是相对独立的，为了让集群中的节点能够相互协作对外提供服务，就必须对节点的标识信息进行配置。当安装、配置完目标节点的应用服务软件后，配置代理会根据管理员对该目标节点的定义，对其进行操作系统信息的配置，包括主机名、IP 地址等标识信息的配置。

经过配置之后，目标节点就是一台可以立即使用的集群节点了。

步骤 6：测试：集群系统中待安装软件系统的目标节点安装完毕后，运行测试程序，以测试操作系统和应用服务的安装配置是否正确。

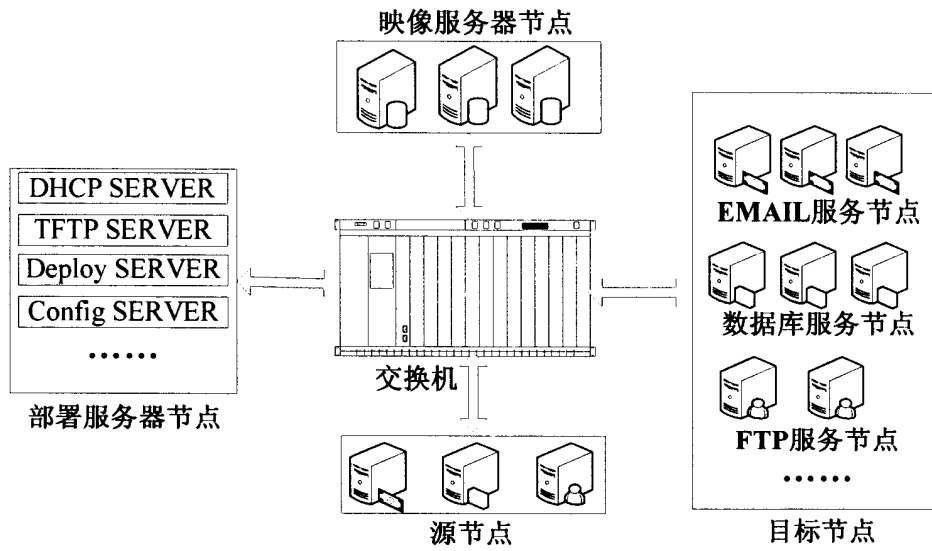


图 1

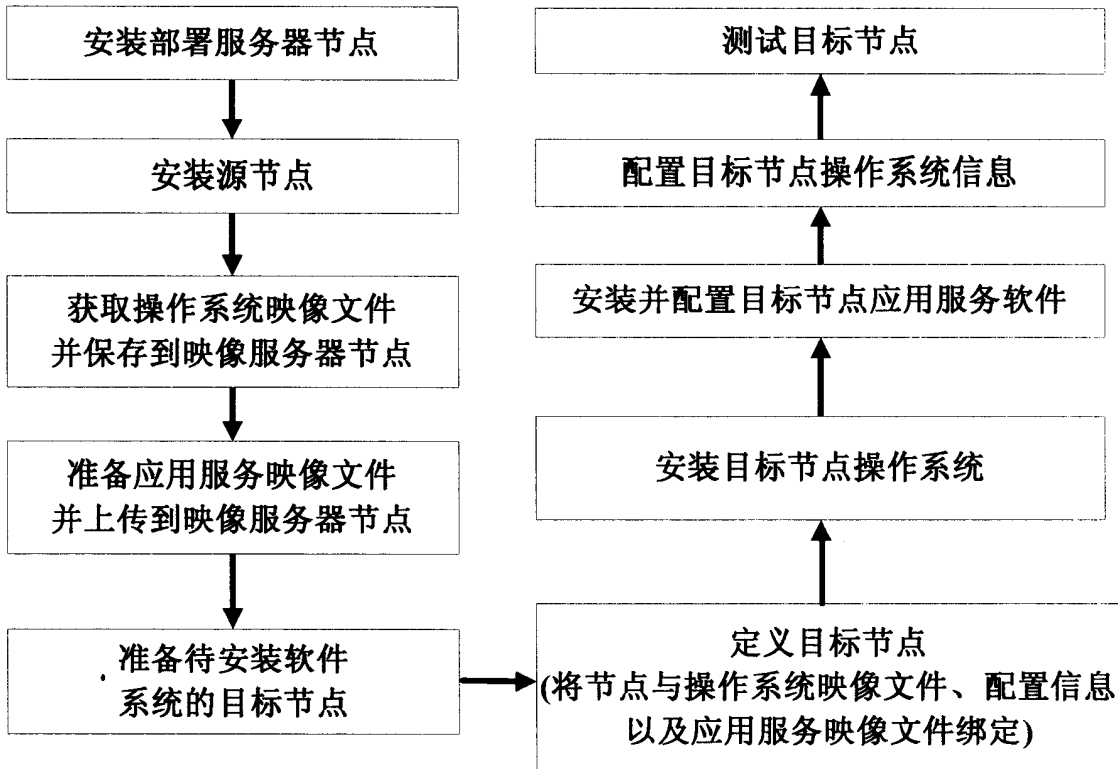


图 2

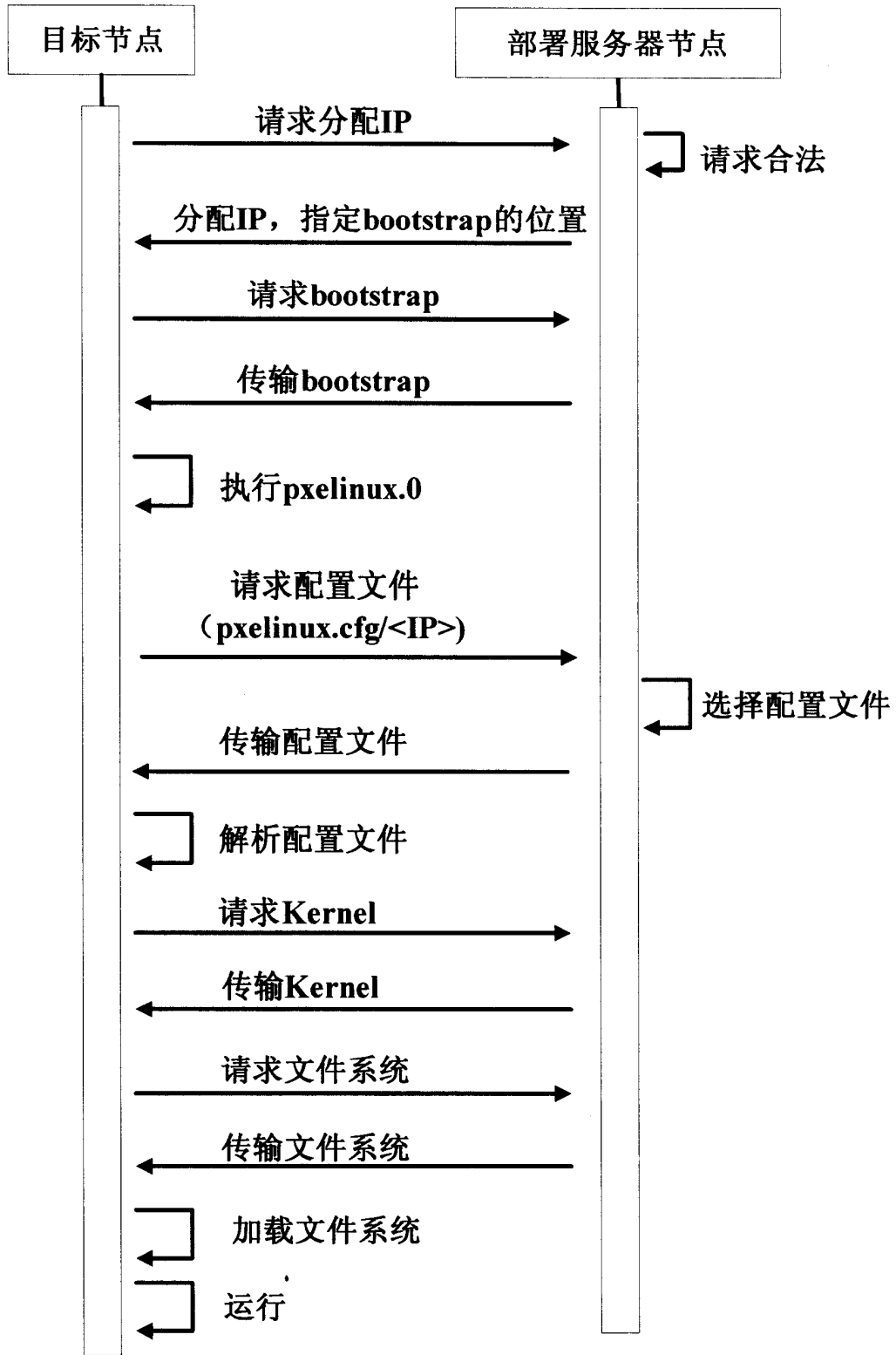


图 3