

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710026173.0

[43] 公开日 2008 年 1 月 16 日

[11] 公开号 CN 101106493A

[22] 申请日 2007.8.17

[21] 申请号 200710026173.0

[71] 申请人 中国科学院国家天文台南京天文光学
技术研究所

地址 210042 江苏省南京市板仓街 188 号

[72] 发明人 帅小应 张振超

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所

代理人 樊文红 栗仲平

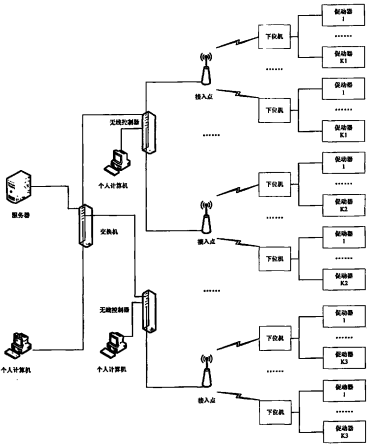
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

大型天文望远镜无线局域网控制方法

[57] 摘要

本发明涉及大型天文望远镜无线局域网控制方法，目的在于提供一种基于无线局域网的 TCS 控制方法，对整个望远镜系统提供有力、实时的及无线的控制。本发明的技术方案是：一种大型天文望远镜无线局域网控制方法，大型天文望远镜无线局域网控制方法由主控制系统、本地控制系统和无线局域网系统组成，所述无线局域网系统采用 802.11a 协议，所述无线局域网和有线局域网构架采用无线接入点 (AP) 加网卡形式。



1、一种大型天文望远镜无线局域网控制方法，大型天文望远镜无线局域网控制方法由主控制系统、本地控制系统和无线局域网系统组成，其特征是：所述无线局域网系统采用 802.11a 网路协议，所述无线局域网和有线局域网构架采用无线接入点（AP）加网卡形式。

2、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制方法，其特征是：该方法还包括以下步骤：

- 1) 服务器接收通过检测系统得到的数据，处理运算得到每个促动器应加的力的大小；
- 2) 服务器采用异步非阻塞 I/O 依次向每个 LCU 发送数据；
- 3) AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；
- 4) LCU 接收数据，根据命令格式，向所属的促动器发送执行指令；
- 5) 促动器将执行结果返回给 LCU，LCU 通过无线方式传回 AP；
- 6) 服务器异步读取数据；
- 7) 本次通信过程结束。

3、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制方法，其特征是：在频道段中选用 5.725~5.825 4 个信道，其中二个信道用于位移及力促动器控制，另二个用于其他控制，每个信道对应于一个无线网络。

4、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制方法，其特征是：所述无线接入点采用 PCF 方式与 LCU 之间通信：无线接入点通过轮询方式将数据发送权交给各下位机，由无线接入点确定各下位机接入顺序和时间，并且交换控制帧信息。

5、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制方法，其特征是：所述服务器采用异步非阻塞 I/O 方式向每个 LCU 发送数据。

6、根据权利要求 2 所述的无线局域网控制方法，其特征是：上述步骤

4) 中的命令格式包括子镜号、LCU ID、开环或闭环控制命令、力值、步数的命令格式。

7、根据权利要求2所述的无线局域网控制方法，其特征是：所述服务器采用异步非阻塞 I/O 方式向每个 LCU 发送数据时，执行下列步骤：

服务器端：

- 1) 服务器创建 TCP 套接字；
- 2) 绑定端口号（5790）；
- 3) 监听无线网络连接；
- 4) 接受来自 LCU 数据；
- 5) 异步读、写数据；
- 6) 处理数据；
- 7) 转入步骤 3）。

客户端：

- i. 创建 TCP 套接字；
- ii. 连接服务器；
- iii. 读数据；
- iv. 处理数据；
- v. 写数据；
- vi. 结束。

大型天文望远镜无线局域网控制方法

技术领域

本发明涉及大型天文望远镜的控制方法，特别涉及大型天文望远镜无线局域网控制方法。

背景技术

大型天文望远镜的控制系统（TCS）是一个复杂的系统，包含有望远镜指向及跟踪控制系统、力促动器控制系统、位移促动器控制系统及圆顶控制系统等。通过力促动器控制系统及位移促动器系统，能克服薄镜面拼接望远镜镜面误差，使望远镜的像质提高，使大型天文望远镜的建造成为可能。大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜（以下简称LAMOST）分别由24块六角形子镜拼接成施密特改正板 M_A 和37块六角形子镜拼接成球面主镜 M_B 组成。 M_A 及 M_B 的每一块子镜分别由三套位移促动器控制镜面位移，共183套。 M_A 的每块子镜下装有34套力促动器，共816套。大型天文望远镜的子镜可以扩展到成千上万，并同时把位移控制和子镜变形控制集中在同一个控制系统里完成。由此带来控制对象的数量达到了空前庞大的程度，这对望远镜的控制系统提出了极大的挑战。

现有的望远镜控制系统都采用以太网控制或总线控制，控制系统中受控单元数有几千甚至上万个，控制系统网络工程难度大，尤其是在有限的范围内工程布线更为复杂。主控制机与本地控制单元之间都经过有线连接，而望远镜因跟踪天体要作指向及跟踪运动，太多的布线给望远镜的控制与运动带来了不便。

随着无线网络技术的发展,使实现基于无线网络的大型天文望远镜控制系统成为可能。

但是,望远镜的无线控制存在以下难点:

- 1、受控对象数量极大,成千上万,而且分布范围非常有限,一般在几十米的范围内;
- 2、受控对象抗干扰能力差,不易采用大功率无线发射装置,同时无线通信易受干扰;
- 3、望远镜控制系统对实时性及精确性要求高,要求网络响应速度快,传送数据准确及可靠性高;
- 4、无线局域网络中无线设备共享无线通信介质,当同一接入点接入无线设备过多时(一般几十个),因竞争资源而将严重影响通信性能,降低通信及响应速度;
- 5、无线接入点(AP)之间存在相互干扰,当多个AP信道重叠且覆盖范围重叠时,相互干扰严重,不能正常通信;
- 6、现有较为普遍的无线局域网WLAN为802.11b或802.11g,均使用2.4G频段,只有三个非重叠信道,易受来自无线电话及微波的干扰。

发明内容

本发明的目的在于,克服现有技术的缺陷,提供一种基于无线局域网(Wireless Local Network-WLAN)的TCS(简称WTCS)控制方法,对整个望远镜系统提供有力、实时的及无线的控制。

本发明的技术方案是:一种大型天文望远镜无线局域网控制方法,大型天文望远镜无线局域网控制方法由主控制系统、本地控制系统和无线局域网系统组成,所述无线局域网系统采用802.11a协议,所述无线局域网和有线局域网构架采用无线接入点(AP)加网卡形式。

所述的802.11a无线网络协议采用OFDM技术,工作在5GISM频段,

共有 12 个信道，目前本国开放 4 个信道，传输速率可高达 54Mbps，抗干扰能力强。采用 802.11a 无线网络协议，能够满足系统的稳定性、抗干扰性及传输速度。IEEE 802.11a，共有 12 个信道，信道分别为：5.15~5.25GHz 4 个信道；5.25~5.35GHz 4 个信道；5.725~5.825GHz 4 个信道。802.11a 采用正交频分多路复用（OFDM）调制技术，具有较强的抗干扰能力及高速的传输能力。本方法中选用 5.725~5.825 4 个信道，由于位移及力促动器控制系统中被控单元数较多，故将其中二个信道用于位移及力促动器控制，另二个用于其他控制，每个信道对应于一个无线网络。设定每个 LCU 连接的 SSID，在望远镜控制系统中受控对象促动器的位置固定，限制网络漫游。并且作为本发明的进一步改进，AP 中采用定向天线，调制成条状覆盖范围，避免相互干扰。

作为本发明的进一步改进，AP（无线接入点）和本地控制系统之间采用时间片轮转算法进行轮询通信。在望远镜控制系统中，服务器端主要发送的是控制信息，每次发送的数据量并不大，同时无线接入设备分布密度大，有限范围内数量大。针对无竞争型实时望远镜控制业务，采用点协调功能（PCF）的无线接入点（AP）集中控制接入算法，AP 通过轮询方式将数据发送权交给各下位机，从而无竞争地使用信道，由 AP 确定各节点接入顺序和时间，并且交换控制帧信息，满足大数量受控对象访问的需要。

作为本发明的进一步改进，网络通信模式采用异步非阻塞 I/O（AIO）模型实现服务器端和下位机端的点对点之间的通信。异步非阻塞 I/O（AIO）模型是一种处理与 I/O 重叠进行的模型，使用异步 I/O 可以对处理和 I/O 操作重叠进行，构建 I/O 速度更快、效率更高的应用程序。服务器请求在成功发起后，请求会立即返回，在后台完成读/写操作，应用程序然后执行其他处理操作。当 I/O 的响应到达时，就会产生一个信号或执行一个基于线程的回调函数来完成这次 I/O 处理过程。在异步非阻塞 I/O 中，可以同时

发起多个传输操作，可以更高效地使用可用 CPU 资源。在 AIO 中，利用 aiocb (AIO I/O Control Block) 结构，此结构包含了有关传输的所有信息，aio_read 函数请求对一个有效的文件描述符进行异步读操作，aio_write 函数用来请求一个异步写操作。

所述大型天文望远镜无线局域网控制方法还包括以下步骤：

1. 服务器接收通过检测系统得到的数据，处理运算得到每个促动器应加的力的大小；
2. 服务器采用异步非阻塞 I/O 依次向每个 LCU 发送数据；
3. AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；
4. LCU 接收数据，根据命令格式，向所属的促动器发送执行指令；
5. 促动器将执行结果返回给 LCU，LCU 通过无线方式传回 AP；
6. 服务器异步读取数据；
7. 本次通信过程结束。

本发明具有如下的有益效果：采用 802.11a 无线网络协议，设定 AP 工作信道及 SSID，其中位移及力促动器控制对象多，分配二个信道，并且采用定向天线，调制成条状覆盖范围，避免相互干扰；采用 PCF 访问方式，设置网络分配向量 (NAV) 对介质进行控制，创建无竞争的轮询访问方式，满足大数量受控对象访问的需要；同时采用异步非阻塞 I/O 网络通信，提高网络通信性能。

附图说明

图 1 是本发明实施例 1 大型天文望远镜无线局域网控制架构图；

图 2 是本发明实施例 1 中服务器采用异步非阻塞 I/O 向每个 LCU (客户端) 发送数据的流程图；

图 3 是本发明实施例 1 中服务器采用的异步非阻塞 I/O 模型图；

图 4 是本发明实施例 1 中控制系统控制流程图。

具体实施方式

实施例 1

如图 1 所示，一种大型天文望远镜无线局域网控制方法，控制系统包括主控制系统、本地控制系统和无线局域网系统，主控制系统包括服务器、交换机和 PC，采用快速以太网网络结构；本地控制系统包括下位机（LCU）和促动器，采用 RS485 总线网络结构；无线局域网系统采用 802.11a 网路协议，无线局域网和有线局域网构架采用无线接入点（AP）加网卡形式。

IEEE 802.11a，共有 12 非重叠的信道，信道分别为：5.15~5.25GHz 4 个信道；5.25~5.35GHz 4 个信道；5.725~5.825GHz 4 个信道。802.11a 采用正交频分多路复用（OFDM）调制技术，具有较强的抗干扰能力及高速的传输能力。本方法中选用 5.725~5.825 4 个信道，由于位移及力促动器控制系统中被控单元数较多，其中二信道用于位移及力促动器控制，另二个用于其他控制，每个信道对应于一个网络。设定每个 LCU 连接的 SSID，在望远镜控制系统中受控对象促动器位置固定，限制网络漫游。

如图 4 所示，大型天文望远镜无线局域网控制方法控制过程包括以下步骤：

1. 服务器接收通过检测系统得到的数据，处理运算得到每个促动器应加的力的大小；
2. 服务器采用异步非阻塞 I/O 依次向每个 LCU 发送数据；
3. AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；
4. LCU 接收数据，根据命令格式，向所属的促动器发送执行指令；
5. 促动器将执行结果返回给 LCU，LCU 通过无线方式传回 AP；
6. 服务器异步读取数据；
7. 本次通信过程结束。

上述步骤 4 中的命令格式包括子镜号、LCU ID、开环或闭环控制命令、力值、步数等命令格式。

AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信：AP 通过轮询方式将数据发送权交给各下位机，下位机无竞争地使用信道，由 AP 确定各节点接入顺序和时间，并且交换控制帧信息。

如图 2 所示，服务器采用异步非阻塞 I/O 向每个 LCU 发送数据的流程如下：

服务器端：

- 1) 服务器创建 TCP 套接字；
- 2) 绑定端口号（5790）；
- 3) 监听无线网络连接；
- 4) 接受来自 LCU 数据；
- 5) 异步读、写数据；
- 6) 处理数据；
- 7) 转入步骤 3）。

客户端：

- i. 创建 TCP 套接字；
- ii. 连接服务器；
- iii. 读数据；
- iv. 处理数据；
- v. 写数据；
- vi. 结束。

如图 3 所示，服务器采用的异步非阻塞 I/O（AIO）模型如下：服务器请求在成功发起后，请求会即返回，在后台完成读/写操作，应用程序然后

执行其他处理操作。当 I/O 的响应到达时，就会产生一个信号或执行一个基于线程的回调函数来完成这次 I/O 处理过程。在异步非阻塞 I/O 中，可以同时发起多个传输操作，可以更高效地使用可用 CPU 资源。在 AIO 中，利用 `aiocb` (AIO I/O Control Block) 结构，此结构包含了有关传输的所有信息，`aio_read` 函数请求对一个有效的文件描述符进行异步读操作，`aio_write` 函数用来请求一个异步写操作。

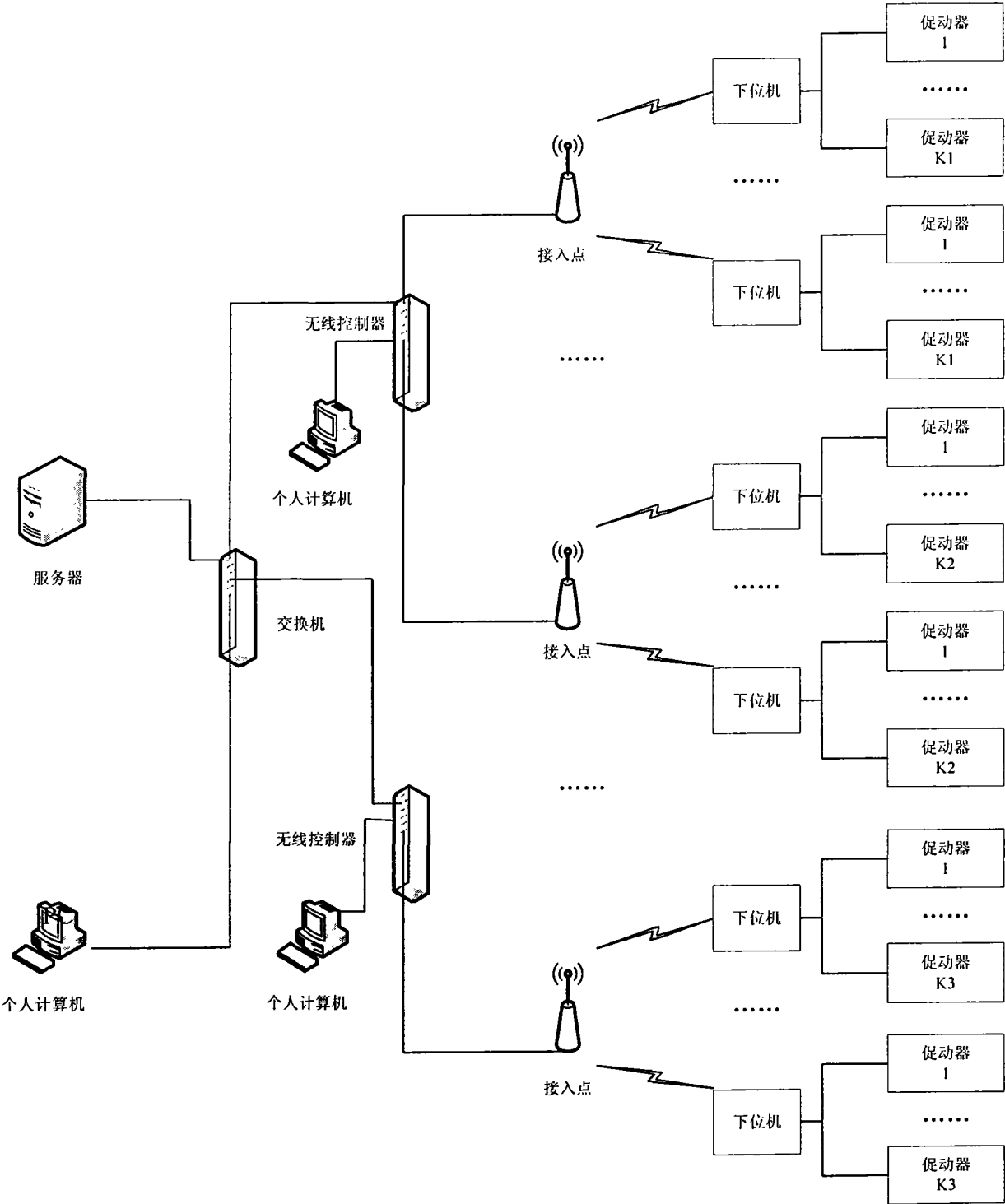


图 1

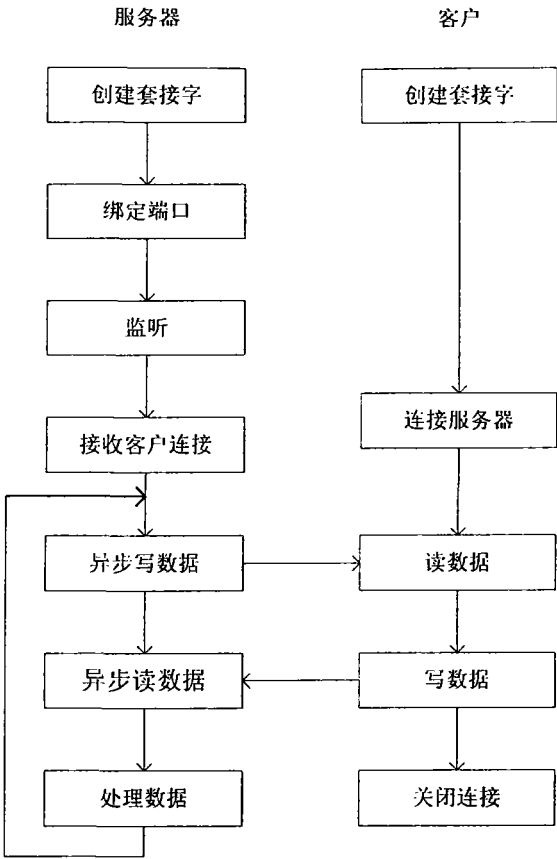


图 2

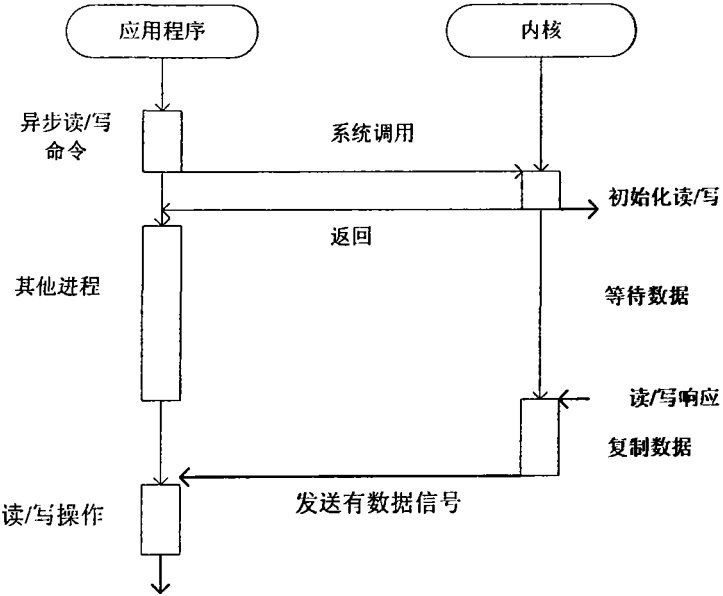


图 3

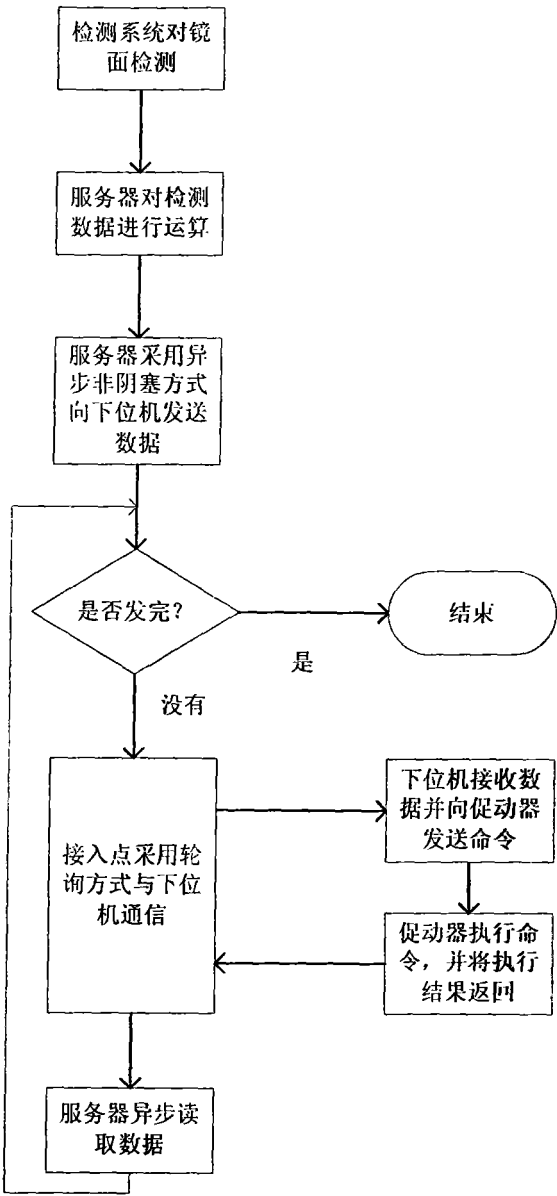


图 4