



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104320320 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201410653553. 7

(22) 申请日 2014. 11. 18

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 任秉银 梁兆东 崔贤玉

(74) 专利代理机构 哈尔滨市伟晨专利代理事务所 (普通合伙) 23209

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

H04L 12/40 (2006. 01)

H04L 12/24 (2006. 01)

H04L 12/26 (2006. 01)

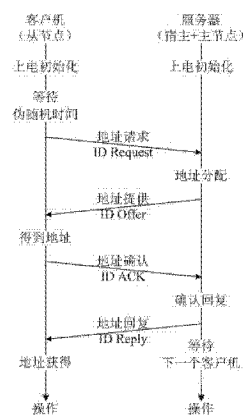
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法

(57) 摘要

本发明属于分布式通信控制技术相关领域,公开了一种对自动测试装备中的 CAN 总线从节点功能进行自动辨识和网络地址自动分配的方法;为了实现 CAN 总线网络的自动构建,提出了一种基于客户机 / 服务器模式的 CAN 总线系统从节点网络标识符的自动配置方法;该方法分为节点功能辨识和节点地址自动分配两个阶段:采用在从节点中烧写固定功能代码进行节点功能的辨识,采用网络状态机进行从网络地址的自动分配,通过不同时上电避免功能相同的从节点在请求地址分配时报文发送的冲突问题,从而实现 CAN 总线系统节点标识符的自动配置;该技术可以在基于 CAN 总线的分布式自动测试装备中应用,使 CAN 总线系统中的节点模块具有更好的互换性和扩展性。



1. 自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,包括以下两个步骤:

步骤 a、采用固定功能代码 Type-ID 进行从节点功能的辨识,

步骤 b、采用网络状态机进行从节点标识符的自动分配。

2. 根据权利要求 1 所述的自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,所述的步骤 a 中,固定功能代码 Type-ID 烧写在位于从节点的微处理器中,用于识别从节点的具体测试功能。

3. 根据权利要求 1 所述的自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,所述的步骤 a 中,具有相同 Type-ID 的多个从节点模块同时进行报文发送,只给其中一个从节点模块上电,其它从节点模块延时上电。

4. 根据权利要求 1 所述的自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,在步骤 b 中,将 CAN 总线应用层扩展协议的 29 位标识符划分为五部分,具体为:

ID28~ID25 为收发报文的节点网络状态 NS (Network State);

ID24 为传输的报文是否需要响应报文的请求位 R (Request);

ID23~ID16 为不同网络状态下主从节点操作节点设备的服务类型 ST (Service Type);

ID15~ID8 为接收报文的节点网络标识 Node-ID 的目的地址 DA (Destination Address);

ID7~ID0 为发送报文的节点网络标识的源地址 SA (Source Address)。

5. 根据权利要求 1 所述的自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,步骤 b 所述的网络状态机具体为以从节点为客户机,以主控设备为服务器的网络模式。

6. 根据权利要求 5 所述的自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,步骤 b 所述的自动分配的具体方法为:

步骤 b1、客户机在上电初始化后,利用 Type-ID 作为初始地址并发送地址请求报文 ID Request 给服务器;

步骤 b2、服务器在获得地址请求报文 ID Request 后,进入地址分配进程并发送地址提供报文 ID Offer 给客户机;

步骤 b3、客户机在得到服务器分配的地址后,发送地址确认报文 ID ACK 给服务器;

步骤 b4、服务器在得到客户机的地址确认 ID ACK 报文之后,发送地址回复报文 ID Reply 给客户机。

7. 根据权利要求 6 所述的自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,其特征在于,地址请求报文 ID Request、地址提供报文 ID Offer、地址确认报文 ID ACK 和地址回复报文 ID Reply 的优先权依次递增。

自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法

技术领域

[0001] 本发明属于分布式通信控制技术相关领域,具体涉及一种对自动测试装备中 CAN 总线从节点功能进行自动辨识和网络地址自动分配的方法。

背景技术

[0002] 随着通信技术、电子技术和计算机技术的快速发展,可对产品性能进行综合测试的自动测试装备(Automatic Testing Equipment, ATE)广泛应用于飞机、汽车以及机器人等领域。随着 ATE 的组成模块越来越多,总线技术成为提高 ATE 测试效率的必然选择。在各种总线技术中,基于异步串行传输通信协议的 CAN (Controller Area Network) 总线技术以其多主方式、报文主动过滤重发、极低的误码率、高通信速率、可扩展性和开放性好以及芯片成本低廉等特性在 ATE 领域得到了广泛应用。

[0003] CAN 总线系统只有在满足“报文拥有唯一的对象标识(Communication Object Identifier, COB-ID)”条件下才能进行正常通信。COB-ID 的引入使 CAN 总线得以实现客户机 / 服务器模式的通信结构,相对源地址 / 目的地址结构更柔性。在实际的 CAN 总线中更多的通信结构是兼容源地址 / 目的地址,即在 COB-ID 中包含节点网络标识,如 CANopen 的预定义连接集和 DeviceNet 的标识符定义。在兼容源地址 / 目的地址情况下,COB-ID 的唯一性可以等价于节点网络标识的唯一性,因此可以用节点网络标识代替 COB-ID。

[0004] 而在基于 CAN 总线的 ATE 中,节点网络标识一般采用 DIP 开关、旋钮开关、连接器插针、内部存储器存储和连接器存储等非自动配置方式。像开关插针之类的配置方式不仅容易出现设置错误,而且在恶劣工况下,需外加特定保护装置,而存储器存储和连接器存储都需要在系统运行前通过外部编程工具依次进行设置,这些都导致了 ATE 的操作过程复杂、测试模块的可扩展性差、测试模块的互换性差,以上问题可以通过节点网络标识的自动配置来解决。然而,CAN 协议本身并不包括与硬件系统紧密相关的应用层协议,因此,需要 ATE 研制人员根据测试对象的特点自行开发符合测试需求的应用层协议,进而实现 CAN 总线节点网络标识的自动配置。

[0005] 申请号为 201010232879.4 的发明专利“一种车载 CAN 总线标准格式标识符的分配方法”公开了一种车载 CAN 总线标识符分配策略,将 CAN 总线的标准格式标识符按分段管理的分配策略分为报文发送周期的类别 Class ID、车载电子系统电控单元地址 ECU Address、报文的信号路由标识位 Routing Indicator 和车载电子系统电控单元的报文索引 ECU Frame Index 等四个部分。通过对 CAN 总线的标准格式标识符进行分段管理,使车载 CAN 总线系统具有更好的通用性和扩展性,提高生产效率,降低生产成本。但该专利并未涉及 CAN 节点网络标识符的自动配置方法。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明公开了一种自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法,该方法可以有效解决基于 CAN 总线的 ATE 操作过程复杂、测试模块的可扩展性

差、测试模块的互换性差的问题。

[0007] 本发明的目的是这样实现的：

自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法，包括以下两个步骤：

步骤 a、采用固定功能代码 Type-ID 进行从节点功能的辨识，

步骤 b、采用网络状态机进行从节点标识符的自动分配。

[0008] 上述自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法，所述的步骤 a 中，固定功能代码 Type-ID 烧写在位于从节点的微处理器中，用于识别从节点的具体测试功能。

[0009] 上述自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法，所述的步骤 a 中，具有相同 Type-ID 的多个从节点模块同时进行报文发送，只给其中一个从节点模块上电，其它从节点模块延时上电。

[0010] 上述自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法，在步骤 b 中，将 CAN 总线应用层扩展协议的 29 位标识符划分为五部分，具体为：

ID28~ID25 为收发报文的节点网络状态 NS (Network State)；

ID24 为传输的报文是否需要响应报文的请求位 R (Request)；

ID23~ID16 为不同网络状态下主从节点操作节点设备的服务类型 ST (Service Type)；

ID15~ID8 为接收报文的节点网络标识 Node-ID 的目的地址 DA (Destination Address)；

ID7~ID0 为发送报文的节点网络标识的源地址 SA (Source Address)。

[0011] 上述自动测试装备中 CAN 总线从节点标识符的自动配置方法，步骤 b 所述的网络状态机具体为以从节点为客户机，以主控设备为服务器的网络模式。

[0012] 步骤 b 所述的自动分配的具体方法为：

步骤 b1、客户机在上电初始化后，利用 Type-ID 作为初始地址并发送地址请求报文 ID Request 给服务器；

步骤 b2、服务器在获得地址请求报文 ID Request 后，进入地址分配进程并发送地址提供报文 ID Offer 给客户机；

步骤 b3、客户机在得到服务器分配的地址后，发送地址确认报文 ID ACK 给服务器；

步骤 b4、服务器在得到客户机的地址确认 ID ACK 报文之后，发送地址回复报文 ID Reply 给客户机。

[0013] 地址请求报文 ID Request、地址提供报文 ID Offer、地址确认报文 ID ACK 和地址回复报文 ID Reply 的优先权依次递增。

[0014] 本发明的有益效果：通过在 ATE 中各个从节点的微处理器中烧写各自的功能代码 Type-ID，再将 CAN2.0B 协议中 29 位扩展标识符划分为 5 段，基于客户机 / 服务器的通信模式并按照节点自动分配方法实现了从节点地址的自动分配，简化了 ATE 的操作过程，改善了 ATE 的扩展性，而且从节点数量在不超过 255 个的情况下可以随意增减和互换，有利于 ATE 的标准化，并能够有效缩短 ATE 系列化产品的开发时间，从而大大降低 ATE 的研制成本。

附图说明

[0015] 图 1 为自动测试装备硬件的逻辑结构示意图。

[0016] 图 2 为 CAN2.0B 协议中 29 位扩展标识符的位域分配示意图。

[0017] 图 3 为节点自动配置方法的报文时序图。

[0018] 图 4 为网络配置报文编码示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明具体实施方式作进一步详细描述。

[0020] 本实施例以直升机机载子系统综合测试台为基础,来说明本发明 CAN 总线从节点网络标识符的自动配置方法,即:直升机机载子系统综合测试台中 CAN 总线从节点网络标识符的自动配置方法。

[0021] 直升机常用的机载子系统一般包括:飞机控制、液压控制、燃油、交流电源、直流电源、发动机控制、润滑油、防冰、起落架、仪表等 20 多个子系统。直升机机载子系统综合测试台(以下简称为“测试台”)针对不同的机载子系统设计相应的测试模块(从节点),如燃油测试模块、发动机参数测试模块、起落架测试模块等,且所有测试模块位于同一个物理子网中,由主控设备和从节点共同构成一个基于客户机/服务器模式的主从式 CAN 网络,测试台的硬件逻辑结构如附图 1 所示:PC(工控机)为网络宿主(Host),CAN-232(CAN 总线与 RS232 的协议转换器)为主节点(Node0),两者构成服务器,从节点 Node i ($i=1, 2, \dots, N$)为客户机。PC 通过 CAN-232 管控连接到 CAN 总线上的从节点 Node i ,分析和处理各个从节点 Node i 返回的报文或数据。从节点 Node i 中都有独立的微处理器(本实施例中采用 TI 公司的数字信号处理器 TMS320F2812,下文简称为“F2812”),通过其中的收发器 SN65HVD230 和主节点 Node0 与 CAN 总线网络的宿主 PC 进行通信,执行来自 PC 的命令并接收自己采集的测试数据。

[0022] 本实施例在测试台所有从节点 Node i 的微处理器 F2812 中存储有不同测试功能的程序,并烧写有该节点的功能类型代码 Type-ID(设定取值范围:0x00~0xFF),用于识别从节点的具体测试功能,如 0x81 代表发动机参数测试模块一,0x82 代表发动机参数测试模块二,0x83 代表起落架测试模块等。Type-ID 同时作为从节点在上电初始化后连接到 CAN 总线中的初始地址。当在测试台中含有相同测试功能模块时,必须采用不同时上电,避免同一时间功能相同的模块在请求地址分配时导致节点自身标识冲突问题的发生。CAN 总线系统中每个节点都必须拥有唯一的节点网络标识符(Node-ID):主节点 Node0 的 Node-ID 设定为 0x00,从节点 Node i 的 Node-ID 的取值范围设为 0x01~0xFF。这样,测试台中的 CAN 总线网络的最大从节点数量可以达到 255 个。一般测试台只有几十个测试模块,因此完全可以满足测试台的可扩展性要求。

[0023] 由于 CAN 应用层标识符的分配直接影响报文传输的优先权、报文传输延迟、连接方式以及通信模型的建立,本实施例中采用 CAN 应用层协议 CAN2.0B 中的扩展帧格式,29 位标识符中的具体位域分配如附图 2 所示,其中:

NS(Network State)网络状态:用于表示收发报文的节点网络状态,占用 ID28~ID25,并规定 0010 为节点获得节点标识的配置状态;0011 为节点正常运行进行测试的通信状态即系统运行状态;0001 为节点健康状态的实时监测状态。

[0024] R(Request)请求位:用于表示传输的报文是否需要响应报文,占用 ID24。如主节点向从节点发出的命令/响应报文,其中的命令报文中的请求位置为 1;从节点向主节点发出的请求/响应报文,其中的请求报文中的请求位置为 1。

[0025] ST (Service Type) 服务类型 :用于表示不同网络状态下主从节点操作节点设备的具体功能,占用 ID23~ID16 ;具体包括 :地址请求(ID Request)、地址提供(ID Offer)、地址确认(ID ACK)和地址回复(ID Reply)四类。

[0026] DA (Destination Address) 目的地址 :用于表示接收报文的节点网络标识 Node-ID, 占用 ID15~ID8。

[0027] SA (Source Address) 源地址 :用于表示发送报文的节点网络标识 Node-ID, 占用 ID7~ID0。

[0028] 本实施例中测试台从节点自动配置(Automatic Node Configuration, ANC)方法的报文时序图如附图 3 所示, CAN 总线网络中任意一个从节点的网络标识符的配置过程如下 :

(1)从节点在上电初始化后,利用自身的 Type-ID 作为初始地址,发送地址请求报文 ID Request。

[0029] (2)服务器获得地址请求报文 ID Request 后,进入地址分配进程 :PC 选择有效地址作为目的地址并向刚刚发送地址请求报文的从节点发送地址提供报文 ID Offer。

[0030] (3)在从节点得到服务器分配的地址后,将发送地址确认报文 ID ACK。在一个从节点发送地址确认报文 ID ACK 时,另外一个从节点可能会发送地址请求报文 ID Request, 为保证让请求地址的从节点及时得到网络标识符 Node-ID, 采取 CAN 优先权仲裁,即地址配置过程中的四类报文(ID Request、ID Offer、ID ACK、ID Reply)的优先权依次递增。

[0031] (4)服务器在得到从节点的地址确认 ID ACK 报文之后,发送地址回复报文 ID Reply, 从节点在得到此报文后代表自身已获得网络地址标识符,完成了一个从节点的网络标识符的自动配置。

[0032] 此后服务器开始处理下一个从节点的地址分配,直至测试台的所有从节点获得有效地址。在测试台 CAN 总线系统处于网络标识符自动配置的状态下,PC 采取移位寄存器初始值为 0 并依次递增的方法,保证能够为每一个客户机分配唯一的地址。

[0033] 本实施例中测试台在从节点网络标识符的自动配置过程中,四类报文的服務类型 ST 的编码如表 1 所示,客户机和服务器之间成功传输地址的报文时序图如附图 4 所示。

[0034] 表 1 不同配置状态下的服务类型编码

配置状态	服务类型 ST 编码
地址请求-ID Request	0x40
地址提供-ID Offer	0x30
地址确认-ID ACK	0x20
地址回复-ID Reply	0x10

上面对本发明的实施例作了描述,但是本发明并不局限于上述直升机机载子系统综合测试台的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,相关领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权力要求所保护的范围内,还可以在其它主从式 ATE 中应用,这些均属于本发明的保护范围之内。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

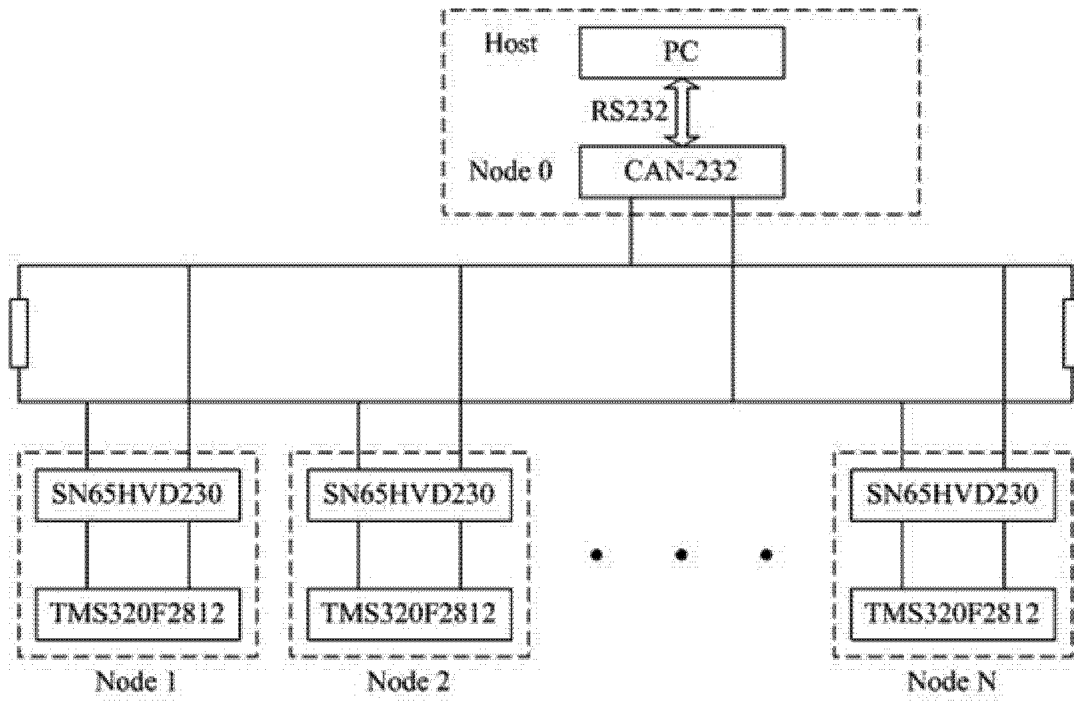


图 1

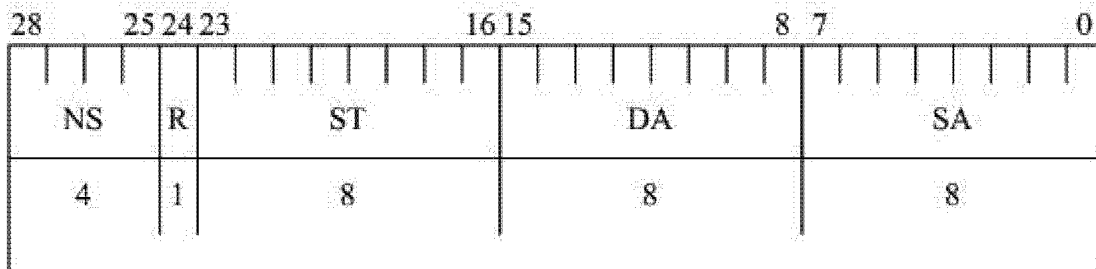


图 2

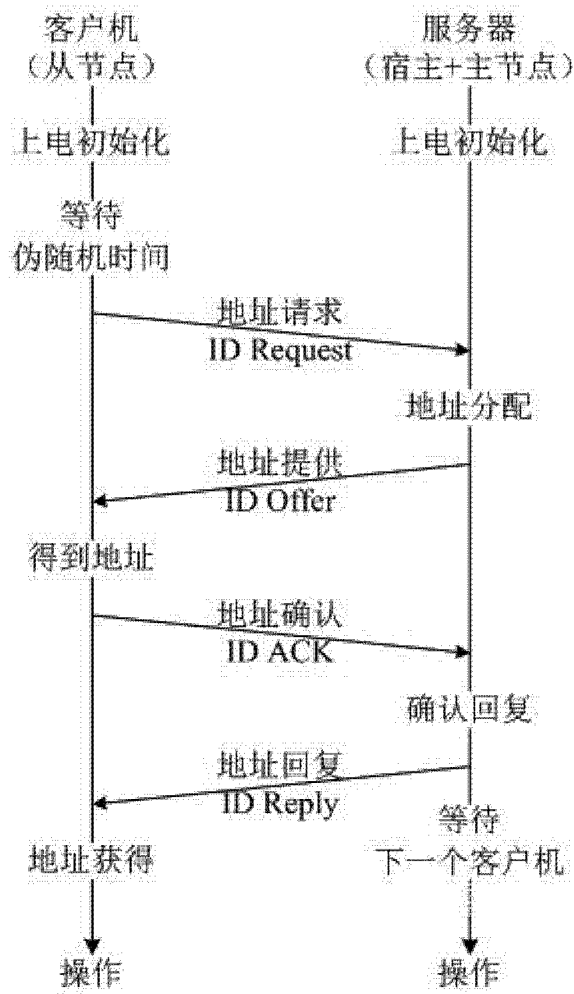
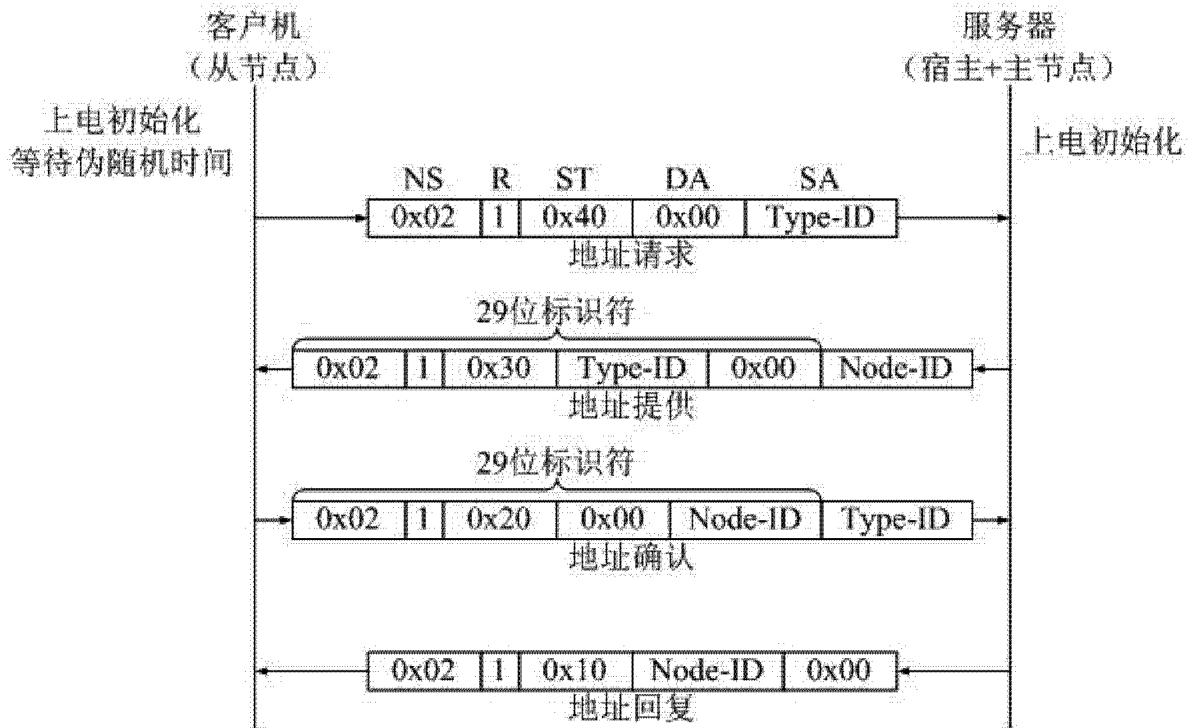


图 3



7

图 4