

报文传输方法、装置、节点设备和通信系统

相关申请的交叉引用

本申请要求在2023年03月29日提交中国专利局、申请号为202310359063.5、申请名称为“报文传输方法、装置、节点设备和通信系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种报文传输方法、装置、节点设备和通信系统。

背景技术

通信系统通常包括通过有线方式或无线方式连接的多个节点设备,不同的节点设备之间可以通过指定的网络协议进行数据传输。

目前的通信系统中,每个节点设备设置有一个网络端口。两个节点设备之间进行通信时,通过两个节点设备上设置的网络端口进行单路径通信。例如,第一节点设备与第二节点设备之间进行通信时,通过第一节点设备上设置的网络端口与第二节点设备上设置的网络端口进行单路径通信。

随着通信需求的不断增多,通信过程中需要传输的数据量也逐渐增多。在需要传输的数据量较多时,单路通信的带宽负载压力很大,影响通信性能。

发明内容

本申请实施例提供一种报文传输方法、装置、节点设备和通信系统，可以实现多路径通信，提升通信性能。

第一方面,本申请实施例提供一种报文传输方法,该报文传输方法可以由串行总线通信系统中的第一节点设备执行,该串行总线通信系统中包括多个节点设备,第一节点设备可以是多个节点设备中的任意一个节点设备,第一节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备,第一节点设备可以是第一报文的源节点设备,也可以是用于转发第一报文的交换机或交换设备。第一节点设备和目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口。目标节点设备的设备级端口与目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系。该报文传输方法可以包括:第一节点设备确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识,基于目标节点设备的设备级端口标识,从第一节点设备的多个网络端口中确定第一报文的目标出端口,并通过第一报文的目标出端口发送第一报文,其中,第一报文的目标出端口为与目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口。

本申请实施例提供的报文传输方法，第一节点设备包括多个网络端口，在发送第一报文时，第一节点设备可以确定第一报文的目標节点设备的设备级端口标识，基于目標节点设备的设备级端口标识，从多个网络端口中确定第一报文的目標出端口，上述过程基于节点设备的设备级端口标识从多个网络端口中选择目標出端口，通过多个网络端口参与选路机制，可以实现多路径通信，均衡多个网络端口的带宽负载，提高通信效率，提升通信性能。并且，目標节点设备的设备级端口与目標节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系，基于此，第一节点设备可以仅保存自身的网络端口与其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息，第一节点设备在从多个网络端口中选择目標出端口时，需遍历的数据量也较少，可以节省节点设备的计算资源。

在一种可能的实现方式中,第一节点设备中保存有路由表,路由表中保存有第一节点设备的多个网络端口与所述串行总线通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。第一节点设备可以基于目标节点设备的设备级端口标识,在路由表中查找目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口,从候选网络端口中确定第一报文的目标出端口。

上述实现方式中,第一节点设备无需保存除自身之外的其他节点设备的网络端口的信息,无需维护数量庞大的网络端口之间的路径可达对,第一节点设备仅保存自身的网络端口与其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,因此,节点设备上保存的路由表的数据量较小,可以节省存储空间,节约路径可达对的维护资源。

在一种可能的实现方式中,第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口具有端口标识;路由表可以包括位表,位表的每一行对应一个网络端口的端口标识,每一列对应一个节点设备的设备级端口标

识,或者,所述位表的每一行对应一个节点设备的设备级端口标识,每一列对应一个网络端口的端口标识。位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

上述实现方式中,通过位表保存网络端口与节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,可以有效减小存储数据量,节约存储空间。

5 在一种可能的实现方式中,路由表中还包括缺省位表,缺省位表中的每一位用于指示第一节点设备的一个网络端口与设备级端口标识未包含在路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;如果在路由表中未查找到目标节点设备的设备级端口标识,第一节点设备可以基于路由表中的缺省位表,确定目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口。

10 上述实现方式中,缺省位表中省略节点设备的设备级端口标识,路由表中通过缺省位表可以同时记录一个网络端口与多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,进一步节省节点设备的存储空间,同时进一步节省节点设备在选择目标出端口时所消耗的计算资源。

在一种可能的实现方式中,如果候选网络端口包括多个,第一节点设备可以根据多个候选网络端口的负载信息,从多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口,作为第一报文的目标出端口。

15 上述实现方式中,当候选网络端口包括多个时,根据多个候选网络端口的负载信息,从多个候选网络端口中选择目标出端口,有利于实现网络端口之间的负载均衡。

在一种可能的实现方式中,在路由表中查找目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口之后,第一节点设备可以根据候选网络端口的拥塞信息,控制向目标节点设备发送报文的频率,以减少网络拥塞,提高数据可达率。

20 在一种可能的实现方式中,如果第一报文的目标出端口包括多个,且第一报文的长度大于设定长度,则第一节点设备可以将第一报文拆分为多个报文,将拆分后的多个报文通过多个目标出端口分别发送至目标节点设备。

上述实现方式中,可以通过多个目标出端口共同发送第一报文,从而实现多路径负载分担,有效利用多个网络端口的带宽负载,进一步均衡多个网络端口的负载,提高通信效率和通信性能。

25 在一种可能的实现方式中,第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识和目标节点设备的设备级端口标识;目标节点设备的设备级端口标识用于为转发第一报文的节点设备指示第一报文的目标节点设备;源节点设备的设备级端口标识用于为目标节点设备指示发送第一报文的源节点设备。

30 在一种可能的实现方式中,在通过第一报文的目标出端口发送第一报文之后,第一节点设备还可以接收目标节点设备发送的第一报文的响应报文。该响应报文是目标节点设备通过响应报文的报文出端口发送的,响应报文的报文出端口是目标节点设备基于第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从目标节点设备包含的多个网络端口中确定的;响应报文中携带的目标节点设备的设备级端口标识为第一报文中的源节点设备的设备级端口标识。

35 上述实现方式中,报文中携带源节点设备的设备级端口标识和目标节点设备的设备级端口标识,而非携带网络端口的端口标识,可以将发送报文的源节点设备和接收报文的多个网络端口均有效利用起来,实现多路径选路机制和多路径通信。

第二方面,本申请实施例提供一种报文传输方法,该报文传输方法可以应用于串行总线通信系统;所述串行总线通信系统中包括多个节点设备,多个节点设备中的第一节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备;第一节点设备和目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口;目标节点设备的设备级端口与目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系;所述方法包括:

40 第一节点设备确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识;所述第一节点设备为所述多个节点设备中的任意一个节点设备;

所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口标识,从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的目标出端口,并通过所述目标出端口向所述目标节点设备发送所述第一报文;所述第一报文的目标出端口为与所述目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口;所述第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识;

45 所述目标节点设备基于所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从所述目标节点设备包含的多个网络端口中确定所述第一报文的响应报文的报文出端口,并通过所述响应报文的报文出端口发送所述响应报文。

在一种可能的实现方式中,所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口标识,从所述第

一节点设备包含的多个网络端口中确定所述第一报文的目标出端口, 包括:

所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口; 所述路由表中保存有所述第一节点设备的多个网络端口与所述串行总线通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;

5 所述第一节点设备从所述候选网络端口中确定所述第一报文的目标出端口。

在一种可能的实现方式中, 所述第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口具有端口标识;

所述路由表包括位表, 所述位表的每一行对应一个网络端口的端口标识, 每一列对应一个节点设备的设备级端口标识, 或者, 所述位表的每一行对应一个节点设备的设备级端口标识, 每一列对应一个网络端口的端口标识;

10 所述位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

在一种可能的实现方式中, 所述路由表中还包括缺省位表, 所述缺省位表中的每一位用于指示所述第一节点设备的一个网络端口与设备级端口标识未包含在所述路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息; 所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口的标识, 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口, 包括:

15 若所述第一节点设备在所述路由表中未查找到所述目标节点设备的设备级端口标识, 则所述第一节点设备基于所述路由表中的缺省位表, 确定所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口。

在一种可能的实现方式中, 所述第一节点设备从所述候选网络端口中确定所述第一报文的目标出端口, 包括:

20 若所述候选网络端口包括多个, 则所述第一节点设备根据多个所述候选网络端口的负载信息, 从所述多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口, 作为所述第一报文的目标出端口。

在一种可能的实现方式中, 所述方法还可以包括:

所述第一节点设备在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口之后, 根据所述候选网络端口的拥塞信息, 控制向所述目标节点设备发送报文的频率。

25 在一种可能的实现方式中, 所述第一节点设备通过所述第一报文的目标出端口向所述目标节点设备发送所述第一报文, 包括:

若所述第一报文的目标出端口包括多个, 且所述第一报文的长度大于设定长度, 则所述第一节点设备将所述第一报文拆分为多个报文, 并将所述多个报文通过多个所述目标出端口分别发送至所述目标节点设备。

30 第三方面, 本申请实施例提供一种报文传输装置, 应用于第一节点设备; 所述第一节点设备是串行总线通信系统包括的多个节点设备中的一个节点设备; 所述第一节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备; 所述第一节点设备和所述目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口; 所述目标节点设备的设备级端口与所述目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系; 所述装置包括:

35 端口确定单元, 用于确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识; 基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的目标出端口; 所述第一报文的目标出端口为与所述目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口;

报文发送单元, 用于通过所述第一报文的目标出端口发送所述第一报文。

在一种可能的实现方式中, 所述端口确定单元, 具体用于:

40 基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口; 所述路由表中保存有所述第一节点设备的多个网络端口与所述串行总线通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;

从所述候选网络端口中确定所述第一报文的目标出端口。

在一种可能的实现方式中, 所述第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口具有端口标识;

45 所述路由表包括位表, 所述位表的每一行对应一个网络端口的端口标识, 每一列对应一个节点设备的设备级端口标识, 或者, 所述位表的每一行对应一个节点设备的设备级端口标识, 每一列对应一个网络端口的端口标识;

所述位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

在一种可能的实现方式中, 所述路由表中还包括缺省位表, 所述缺省位表中的每一位用于指示所述

第一节点设备的一个网络端口与设备级端口标识未包含在所述路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息; 所述端口确定单元, 具体可以用于:

若在所述路由表中未查找到所述目标节点设备的设备级端口标识, 则基于所述路由表中的缺省位表, 确定所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口。

5 在一种可能的实现方式中, 所述端口确定单元, 具体可以用于:

若所述候选网络端口包括多个, 则根据多个所述候选网络端口的负载信息, 从所述多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口, 作为所述第一报文的目标出端口。

在一种可能的实现方式中, 所述端口确定单元, 还可以用于:

10 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口之后, 根据所述候选网络端口的拥塞信息, 控制向所述目标节点设备发送报文的频率。

在一种可能的实现方式中, 所述报文发送单元, 具体可以用于:

若所述第一报文的目标出端口包括多个, 且所述第一报文的长度大于设定长度, 则将所述第一报文拆分为多个报文;

将所述多个报文通过多个所述目标出端口分别发送至所述目标节点设备。

15 在一种可能的实现方式中, 所述第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识和所述目标节点设备的设备级端口标识; 所述目标节点设备的设备级端口标识用于为转发所述第一报文的节点设备指示所述第一报文的源节点设备; 所述源节点设备的设备级端口标识用于为所述目标节点设备指示发送所述第一报文的源节点设备。

在一种可能的实现方式中, 报文传输装置还可以包括报文接收单元;

20 所述报文接收单元, 用于接收所述目标节点设备发送的所述第一报文的响应报文; 所述响应报文是所述目标节点设备通过所述响应报文的报文出端口发送的, 所述响应报文的报文出端口是所述目标节点设备基于所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识, 从所述目标节点设备包含的多个网络端口中确定的; 所述响应报文中携带的目标节点设备的设备级端口标识为所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识。

25 第四方面, 本申请实施例提供一种节点设备, 包括存储器和处理器, 所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的计算机程序, 当所述计算机程序被所述处理器执行时, 使得所述处理器实现第一方面提供的任一种方法。

第五方面, 本申请实施例提供一种通信系统, 包括多个节点设备, 所述节点设备采用第四方面提供的节点设备。

30 第六方面, 本申请实施例提供一种计算机可读存储介质, 所述计算机可读存储介质内存储有计算机可执行指令, 该计算机可执行指令用于使计算机执行上述第一方面提供的任一种方法。

第七方面, 本申请实施例提供一种计算机程序产品, 包含有计算机可执行指令, 该计算机可执行指令用于使计算机执行上述第一方面提供的任一种方法。

35 上述第二方面至第七方面中任一方面可以达到的技术效果可以参照上述第一方面中有益效果的描述, 此处不再重复赘述。

附图说明

- 图 1 为本申请实施例提供的一种通信系统的结构示意图;
- 图 2 为本申请实施例提供的另一种通信系统的结构示意图;
- 40 图 3 为本申请实施例提供的一种节点设备的结构示意图;
- 图 4 为本申请实施例提供的一种报文传输方法的交互流程图;
- 图 5 为本申请实施例提供的一种报文的头部的示意图;
- 图 6 为本申请实施例提供的一种报文传输方法的流程图;
- 图 7 为本申请实施例提供的一种报文传输装置的结构框图;
- 45 图 8 为本申请实施例提供的另一种报文传输装置的结构框图;
- 图 9 为本申请实施例提供的另一种节点设备的结构示意图。

具体实施方式

为了使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图，对本申请实施例进行详细描述。本申请的实施方式部分使用的术语仅用于对本申请的具体实施例进行解释，而非旨在限定本申请。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，并不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，

5 本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

在介绍本申请实施例提供的具体方案之前，对本申请中的部分用语进行解释说明，以便于本领域技术人员理解，并不对本申请中的用语进行限定。

(1) 统一总线 (unified bus, UB) 通信系统：也可以称为互连局域网 (community local area network, Clan) 通信网络或 Clan 域 (domain) 网络，是一种较小规模的局域网。UB 通信系统中的各个节点设备之间可以直接进行报文传输，或通过交换设备进行报文传输。

(2) 基于 SERDES 的通信系统：SERDES 是英文串行器 (SERializer)/解串器 (DESerializer) 的简称，是一种时分多路复用、点对点的串行通信技术。该通信系统中，在发送端多路低速并行信号被转换成高速串行信号，经过传输媒体 (光缆或铜线) 到达接收端，在接收端高速串行信号重新转换成低速并行信号。

15 本申请实施例中“多个”是指两个或两个以上，鉴于此，本申请实施例中也可以将“多个”理解为“至少两个”。“至少一个”，可理解为一个或多个，例如理解为一个、两个或更多个。例如，包括至少一个，是指包括一个、两个或更多个，而且不限制包括的是哪几个，例如，包括 A、B 和 C 中的至少一个，那么包括的可以是 A、B、C、A 和 B、A 和 C、B 和 C、或 A 和 B 和 C。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，

20 单独存在 B 这三种情况。另外，字符“/”，如无特殊说明，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。除非有相反的说明，本申请实施例提及“第一”、“第二”等序数词用于对多个对象进行区分，不用

为了提升通信性能，本申请实施例提供一种报文传输方法，该方法可以应用于串行总线通信系统，如高速串行总线通信系统、UB 通信系统、基于 SERDES 的通信系统等。该方法可以由通信系统中的节点设备执行，该节点设备可以包括多个网络端口。该节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备，该节点设备和目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口。目标节点设备的设备级端口与目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系。该节点设备确定第一报文的的目标节点设备的设备级端口标识，基于目标节点设备的设备级端口标识，从该节点设备的多个网络端口中确定第一报文的的目标出端口，并通过第一报文的的目标出端口发送第一报文，其中，第一报文的的目标出端口为与目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口。该过程通过多个网络端口参与选路机制，可以实现多路径通信，均衡多个网络端口的带宽负载，提高通信效率，提升通信性能。

本申请实施例提供的报文传输方法可以应用于图 1 或图 2 所示的通信系统中。图 1 或图 2 所示的通信系统均可以理解为 UB 通信系统，通信系统中可以包括多个节点设备，节点设备也可以称为端节点 (end node)。图 1 或图 2 所示的通信系统也可以理解为一个服务器集群，通信系统中的节点设备可以是服务器集群中的服务器，也可以是安装在服务器中的网卡或通信芯片。

图 1 中示例性地示出了节点设备 100 和节点设备 600，节点设备 100 与节点设备 600 之间可以通过多个节点设备进行通信连接，如图 1 所示，节点设备 100 与节点设备 600 之间通过节点设备 200、节点设备 300、节点设备 400 和节点设备 500 连接，其中，节点设备 200、节点设备 300、节点设备 400 和节点设备 500 可以是交换机或交换设备 (switch)，用于进行报文的转发。在其他实施例中，节点设备之间可以通过更多或更少的交换机连接。图 2 中示例性地示出了三个节点设备，分别是节点设备 700、节点设备 800 和节点设备 900，不同的节点设备之间通过网络连接，该网络也可以称为内部连接网络 (interconnect network)。

图 3 示例性地示出了节点设备 100 的结构示意图，UB 通信系统中的任意一个节点设备的结构均可以如图 3 所示。节点设备 100 包括多个网络端口 (port)，例如，图 3 中所示出的网络端口 110、网络端口 120、网络端口 130 和网络端口 140，多个网络端口服务于同一节点设备。节点设备 100 还包括一个设备级端口 150，网络端口 110、网络端口 120、网络端口 130 和网络端口 140 与设备级端口 150 具有绑定关系。UB 通信系统中不同的节点设备可以配备不同数量的网络端口，一些节点设备也可以仅配备

一个网络端口。

节点设备可以理解为 UB 通信系统中的网元，可以是物理机、计算机、服务器等电子设备，节点设备中可以包括虚拟机、应用程序等虚拟资源对象，多个网络端口可以共同为同一个资源对象服务。例如，资源对象可以指功能组件（function entity，FE），FE 是 UB 通信系统中可寻址的最小粒度的网元。示例性地，一个节点设备中可以包括多个 FE，如节点设备中可以包括 FE0、FE1 和 FE2 三个功能组件，以及 Port0 和 Port1 两个网络端口，每个功能组件均可以与 Port0 和 Port1 两个网络端口绑定。

在 UB 通信系统中，每个节点设备均具有一个设备级端口，该设备级端口具有设备级端口标识，设备级端口标识可以是 UB 通信系统中的结构管理网元（UB fabric management，UFM）为接入 UB 通信系统的每个节点设备的设备级端口分配的，设备级端口标识用于标识一个节点设备的设备级端口在通信系统中的网络地址，也可以称为 Clan 网络地址（clan network address，CNA），每个节点设备的设备级端口的 CNA 在 UB 通信系统内是唯一的，用于交换机在进行报文转发时寻址。UB 通信系统中的交换机作为一种节点设备，也具有唯一标识的设备级端口标识 CNA。示例性地，如果节点设备是 FE，也可以采用组件编号（entity identity，EID）作为设备级端口标识。

一个节点设备可以包括一个或多个网络端口，网络端口可以称为 Clan 网络端口（clan network interface，CNI）。一个节点设备的多个网络端口与该节点设备的设备级端口具有绑定关系。每个网络端口具有端口标识，端口标识也可以由 UB 通信系统中的 UFM 进行统一编码，每个网络端口的端口标识在 UB 通信系统内是唯一的，用于标识网络端口的网络地址，端口标识也可以称为端口地址（port address）。

如果一个节点设备具有一个网络端口，该网络端口的端口标识与该节点设备的设备级端口标识可以相同，也可以不同。如果一个节点设备具有多个网络端口，每个网络端口均具有不同的端口标识，任意一个网络端口的端口标识与该节点设备的设备级端口标识均不同。示例性地，该节点设备的设备级端口标识可以作为第一级地址编码（primary CNA），该节点设备的每个网络端口的端口标识可以作为第二级地址编码（secondary CNA 或 secondary CNI）。例如，对于图 3 中所示的节点设备 100，UFM 为节点设备 100 分配设备级端口标识，该设备级端口标识可以是第一级地址编码 CNA0，用于标识节点设备 100 在通信系统中的逻辑位置。UFM 还为节点设备 100 的各个网络端口分配一个端口标识，用于标识各个网络端口在通信系统中的逻辑位置。其中，网络端口 110 的端口标识可以是 CNI1，网络端口 120 的端口标识可以是 CNI2，网络端口 130 的端口标识可以是 CNI3，网络端口 140 的端口标识可以是 CNI4。CNI1、CNI2、CNI3 和 CNI4 是第二级地址编码。CNA0、CNI1、CNI2、CNI3 和 CNI4 均可以是 16 位（bit）的地址编码。

在 UB 通信系统中，每个节点设备中均保存有路由表（routing table）。在报文传输过程中，发送报文的源节点设备不需要关注报文的目标节点设备的报文输入端口，目标节点设备通过任一网络端口均可以完成报文的接收。发送报文的源节点设备仅需要保障源节点设备上发出报文的出端口与目标节点设备的设备级端口之间的路径可达性。同理，转发报文的节点设备也不需要关注报文的目标节点设备的报文输入端口。因此，每个节点设备均无需保存除自身之外的其他节点设备的网络端口的信息，以及网络端口与网络端口之间的路径可达信息，而仅需在路由表中保存自身的网络端口与其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

以第一节节点设备为例，第一节节点设备内的路由表中保存有第一节节点设备的多个网络端口与通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。其中，第一节节点设备可以是通信系统中的任意一个节点设备。

第一节节点设备内的路由表可以包括位表，在一些实施例中，位表的结构可以如表 1 所示，位表的每一行对应通信系统中的一个节点设备的设备级端口标识，每一列对应第一节节点设备的一个网络端口的端口标识。在另一些实施例中，也可以是，位表的每一列对应通信系统中的一个节点设备的设备级端口标识，每一行对应第一节节点设备的一个网络端口的端口标识。位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

表 1

端口标识 设备级 端口标识	CNI0	CNI1	CNI2	CNI3	CNI4	CNI5	
pCNA1	0	1	1	0	0	1	

pCNA2	0	1	0	1	0	1	
pCNA3	0	0	0	1	0	1	
pCNA4	0	0	0	1	0	1	
... ..							
Default	0	0	0	1	0	1	

示例性地,假设第一节点设备的设备级端口的设备级端口标识为 pCNA0,表 1 所示的路由表的行标识中标注有 UB 通信系统中除第一节点设备之外的多个节点设备的设备级端口的设备级端口标识,如设备级端口标识分别为 pCNA1、pCNA2、pCNA3、pCNA4 等,路由表的列标识中标注有第一节点设备的各个网络端口的端口标识,用于标识第一节点设备的多个网络端口。如端口标识分别为 CNI0、CNI1、CNI2、CNI3、CNI4、CNI5 等。路由表的第一行用于记录第一节点设备的多个网络端口与设备级端口标识为 pCNA1 的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,第二行用于记录第一节点设备的多个网络端口与设备级端口标识为 pCNA2 的节点设备之间的路径可达信息。每个单元格保存一个路径可达信息,每个路径可达信息仅占用一个比特位 (bit),其中,“0”表示对应的网络端口与对应的节点设备之间路径不可达,“1”表示对应的网络端口与对应的节点设备的设备级端口之间路径可达。例如,路由表的第一行的第一个单元格中的“0”表示第一节点设备的网络端口 CNI0 与设备级端口标识为 pCNA1 的节点设备的设备级端口之间路径不可达,路由表的第一行的第二个单元格中的“1”表示第一节点设备的网络端口 CNI1 与设备级端口标识为 pCNA1 的节点设备的设备级端口之间路径可达。从路由表的第一行可以看出,与设备级端口标识为 pCNA1 的节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口包括 CNI1、CNI2、CNI5 等,从路由表的第二行可以看出,与设备级端口标识为 pCNA2 的节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口包括 CNI1、CNI3、CNI5 等。

路由表中还可以包括缺省位表,缺省位表中的每一位用于指示第一节点设备的一个网络端口与设备级端口标识未包含在路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。示例性地,图 1 中的路由表的最后一行的“Default”表示缺省位表,缺省位表中的“0”表示对应的网络端口处于未使能状态,即对应的网络端口不可用,“1”表示对应的网络端口处于使能状态,即对应的网络端口可用。当一个网络端口故障或其他原因不可用时,在缺省位表中对应的缺省路由标记为“0”。例如,最后一行的第一个单元格中的“0”表示网络端口 CNI0 处于未使能状态,网络端口 CNI0 与缺省节点设备的设备级端口之间均路径不可达,其中,缺省节点设备包括路由表中未展示出设备级端口标识的所有节点设备。最后一行的第四个单元格中的“1”表示网络端口 CNI3 处于使能状态,网络端口 CNI3 与缺省节点设备的设备级端口之间均路径可达。

由于 UB 通信系统的节点设备无需保存除自身之外的其他节点设备的网络端口的信息,无需维护数量庞大的网络端口之间的路径可达对,而仅保存自身的网络端口与其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,因此节点设备上保存的路由表的数据量较小,可以节省存储空间,节约路径可达对的维护资源。并且,路由表中还可以通过缺省位表同时记录一个网络端口与多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,进一步节省存储空间。

在 UB 通信系统中,任意一个源节点 (initial end node) 设备向目标节点 (target end node) 设备发送报文时,可以基于目标节点设备的设备级端口标识,在源节点设备保存的路由表中查找报文的目标出口,通过目标出口输出该报文。

在另一些实施例中,位表中每一位也用于指示第一节点设备的一个网络端口与其他节点设备的一个网络端口之间的路径可达信息,即位表的每一列对应第一节点设备的一个网络端口的端口标识,每一行对应通信系统中的其他节点设备的一个网络端口的端口标识。

在另一些实施例中,位表中的一些位可以用于指示第一节点设备的一个网络端口与其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息,另一些位可以用于指示第一节点设备的一个网络端口与其他节点设备的一个网络端口之间的路径可达信息。示例性地,如表 2 所示,位表的每一列对应第一节点设备的一个网络端口的端口标识,位表的第一行对应通信系统中的第二节点设备的设备级端口标识 pCNA1,位表的第二行对应通信系统中的第三节点设备的一个网络端口的端口标识 CNI21,位表的第三行对应通信系统中的第三节点设备的另一个网络端口的端口标识 CNI22。其中,第一行与第一列交叉位置对应的“0”表示第一节点设备的端口标识为 CNI0 的网络端口与设备级端口标识为 pCNA1 的第二节点设备的设备

级端口之间路径不可达。第二行与第一列交叉位置对应的“1”表示第一节点设备的端口标识为 CNI0 的网络端口与第三节点设备的端口标识为 CNI21 的网络端口之间路径可达；第三行与第二列交叉位置对应的“0”表示第一节点设备的端口标识为 CNI1 的网络端口与第三节点设备的端口标识为 CNI22 的网络端口之间路径不可达。本申请对路由表的具体格式不作限定。

5

表 2

	CNI0	CNI1	CNI2	CNI3	CNI4	CNI5	
pCNA1	0	1	1	0	0	1	
CNI21	1	0	0	1	0	1	
CNI22	0	0	0	1	0	1	
... ..							

图 4 示出了报文传输过程中，第一节点设备与目标节点设备之间的交互流程图。下面以第一节点设备向目标节点设备发送报文为例，说明报文传输的具体过程。如图 4 所示，该过程可以包括如下步骤：

S401，第一节点设备确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识。

10

在一些实施例中，第一节点设备可以是发送第一报文的源节点设备。源节点设备的传输层可以基于源节点设备的事务层发送的传输请求，向目标节点设备发送第一报文，其中，传输请求可以是事务层向传输层下发的下载或上传（load/store）操作请求，或者一次直接内存访问（direct memory access, DMA）读写（read/write）操作请求等。

15

第一节点设备的传输层接收到第一节点设备的事务层发送的传输请求，可以基于传输请求中携带的目标节点指示（hilt）信息确定目标节点设备的设备级端口标识。在一些实施例中，传输请求中可以携带目标节点设备的设备级端口标识。在另一些实施例中，第一节点设备中保存有与第一节点设备连接的各个节点设备的设备级端口标识，传输请求中携带的 hilt 信息中可以携带用于保存目标节点设备的设备级端口标识的存储空间的目标地址信息，第一节点设备的传输层可以根据 hilt 信息中携带的目标地址信息，从目标地址信息对应的存储空间获取目标节点设备的设备级端口标识。

20

在另一些实施例中，第一节点设备可以是用于转发第一报文的交换设备。例如，第一节点设备可以接收第一报文的源节点设备发送的第一报文，并将第一报文转发至目标节点设备。如果第一节点设备是用于转发第一报文的交换设备，第一节点设备可以从第一报文中获取目标节点设备的设备级端口标识。

S402，第一节点设备基于目标节点设备的设备级端口标识，从第一节点设备的多个网络端口中确定第一报文的目标出端口。

25

其中，第一报文的目标出端口为与目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口。第一节点设备包括多个网络端口，每个网络端口具有端口标识。第一节点设备中保存有路由表，该路由表可以如表 1 所示，包括第一节点设备的多个网络端口与通信系统中节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。第一节点设备可以基于目标节点设备的设备级端口标识查询路由表，在路由表中查找目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的网络端口，将目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的网络端口作为候选网络端口。

30

例如，假设目标节点设备的设备级端口标识为 pCNA2，第一节点设备在路由表中查找 pCNA2 对应的路径可达的网络端口，确定端口标识为 CNI1、CNI3 和 CNI5 的网络端口与目标节点设备的设备级端口 pCNA2 之间路径可达，将端口标识为 CNI1、CNI3 和 CNI5 的网络端口作为候选网络端口。

35

在一些实施例中，如果第一节点设备在路由表中未查找到目标节点设备的设备级端口标识，则可以通过路由表中的缺省位表，确定与目标节点设备的设备级端口之间路径可达的候选网络端口。缺省位表中标识“1”标识对应的网络端口与路由表中未展示出设备级端口标识的所有节点设备的设备级端口均路径可达。例如，假设目标节点设备的设备级端口标识为 pCNA10，表 1 所示的路由表中不包含该设备级端口标识，此时，可以通过路由表最后一行的缺省位表，确定 pCNA10 对应的路径可达的候选网络端口。从表 1 中可以得出，pCNA10 对应的路径可达的候选网络端口包括端口标识为 CNI3 和 CNI5 的网络端口。

40

确定候选网络端口后，第一节点设备可以从候选网络端口中确定第一报文的目标出端口。在一些实施例中，如果从多个网络端口中确定的候选网络端口仅包括一个，则第一节点设备可以将该候选网络端

口作为第一报文的目标出端口。在另一些实施例中,如果从多个网络端口中确定的候选网络端口包括多个,则第一节点设备可以根据多个候选网络端口的负载信息,从多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口,作为第一报文的目标出端口。示例性地,在一种实施例中,第一节点设备可以根据负载均衡策略,从多个候选网络端口选择负载最小的一个候选网络端口,作为第一报文的目标出端口。例如,假设端口标识为 CN11、CN13 和 CN15 的三个候选网络端口中,端口标识为 CN15 的候选网络端口的负载小于端口标识为 CN11 和端口标识为 CN13 的候选网络端口的负载,则可以将端口标识为 CN15 的候选网络端口作为第一报文的目标出端口。在另一种实施例中,第一节点设备可以根据负载均衡策略,从多个候选网络端口选择负载小于或等于设定负载阈值的一个或多个候选网络端口,作为第一报文的目标出端口。例如,假设端口标识为 CN11、CN13 和 CN15 的三个候选网络端口的负载均小于或等于设定负载阈值,则可以将端口标识为 CN11、CN13 和 CN15 的三个候选网络端口均作为第一报文的目标出端口。在另一种实施例中,第一节点设备可以根据多个候选网络端口的负载信息,将多个候选网络端口按照负载由小到大进行排序,选择排列在前的设定数量或设定比例的多个候选网络端口,作为第一报文的目标出端口。例如,假设设定数量为 2,端口标识为 CN11、CN13 和 CN15 的三个候选网络端口按照负载由小到大进行排序后,顺序为 CN15、CN11 和 CN13,则可以将排列在前的两个候选网络端口,即端口标识为 CN15 和 CN11 的候选网络端口作为第一报文的目标出端口。

在一种可选的实施例中,第一节点设备在确定候选网络端口之后,还可以根据候选网络端口的拥塞信息,控制向目标节点设备发送报文的频率,以减少网络堵塞。

S403,第一节点设备向目标节点设备发送第一报文。

第一节点设备通过第一报文的目标出端口向目标节点设备发送第一报文。第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识(src_pCNA, SCNA)和目标节点设备的设备级端口标识(dst_pCNA, DCNA)。其中,目标节点设备的设备级端口标识用于为转发第一报文的节点设备指示第一报文的目标节点设备,源节点设备的设备级端口标识用于为目标节点设备指示发送第一报文的源节点设备。示例性地,如图 5 所示,源节点设备的设备级端口标识 SCNA 和目标节点设备的设备级端口标识 DCNA 可以封装在第一报文的头部,SCNA 在第一报文中可以占用两个字节(byte),DCNA 在第一报文中也可以占用两个字节,每个字节包括 0~7 共 8 个比特(bit)位。

报文中采用源节点设备的设备级端口标识和目标节点设备的设备级端口标识,而非使用网络端口的端口标识,可以原生的将发送报文的源节点设备和接收报文的多个网络端口均有效利用起来,实现多路径选路机制和多路径通信。

在一些实施例中,第一节点设备可以是发送第一报文的源节点设备,第一报文中的源节点设备的设备级端口标识可以是第一节点设备的设备级端口标识,第一节点设备可以通过第一报文的目标出端口直接将第一报文发送至目标节点设备,也可以通过第一报文的目标出端口将第一报文发送至交换设备,由交换设备将第一报文转发至目标节点设备。交换设备可以根据第一报文中携带的目标节点设备的设备级端口标识,从交换设备包含的多个网络端口中选择目标出端口,以进行报文的转发。

在另一些实施例中,第一节点设备可以是转发第一报文的交换设备,第一节点设备可以通过上述过程确定的第一报文的目标出端口直接将第一报文转发至目标节点设备,也可以通过上述过程确定的第一报文的目标出端口将第一报文转发至另一交换设备,由另一交换设备将第一报文转发至目标节点设备。

为了更有效地利用多个网络端口的带宽,进一步平衡各个网络端口之间的带宽负载,在一些实施例中,如果第一报文的目标出端口包括多个,且第一报文的长度大于设定长度,则第一节点设备可以将第一报文拆分为多个报文,通过多个目标出端口将多个报文分别发送至目标节点设备。其中,设定长度可以是报文传输链路上传输的一个数据包的长度。例如,在一种实施例中,如果第一报文的目标出端口包括三个网络端口,可以将第一报文拆分为三个报文,分别通过三个目标出端口发送三个报文,每个目标出端口用于发送一个报文。

上述方法,可以通过多个目标出端口共同发送第一报文,从而实现多路径负载分担,进一步实现多个网络端口的负载均衡。

S404,目标节点设备根据第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从目标节点设备的多个网络端口中确定第一报文的响应报文的报文出端口。

目标节点设备可以通过目标节点设备的任意一个网络端口接收第一报文,并获取第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,根据第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从目标节点设备的多个网

络端口中确定第一报文的响应报文的报文出端口。

目标节点设备从多个网络端口中确定第一报文的响应报文的报文出端口的过程，与步骤 S402 中第一节点设备确定第一报文的目标出端口的过程相同，在此不再赘述。

S405，目标节点设备向第一节点设备发送第一报文的响应报文。

- 5 目标节点设备可以通过响应报文的报文出端口向第一节点设备发送第一报文的响应报文。在一些实施例中，如果第一节点设备是第一报文的源节点设备，目标节点设备可以通过响应报文的报文出端口直接将第一报文的响应报文发送至第一节点设备，或者，可以通过响应报文的报文出端口将第一报文的响应报文发送至交换设备，通过交换设备将第一报文的响应报文转发至第一节点设备。在一些实施例中，如果第一节点设备是转发第一报文的交换设备，目标节点设备可以通过响应报文的报文出端口将第一报文的响应报文发送至第一节点设备，由第一节点设备将第一报文的响应报文转发至第一报文的源节点设备。

- 10 本申请实施例提供的报文传输方法，可以应用于 UB 通信系统中，UB 通信系统可以包括多个节点设备，其中，部分或全部节点设备可以具有多个网络端口，每个节点设备具有设备级端口标识，每个网络端口包括端口标识。每个节点设备中保存有路由表，路由表中保存有该节点设备的多个网络端口与通信系统中除该节点设备之外的其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。第一节点设备在发送报文时，传输层可以根据报文的目标节点设备的设备级端口标识查询路由表，从第一节点设备的多个网络端口中选择报文的目标出端口，通过报文的目标出端口进行报文发送，通过多个网络端口参与选路机制，可以实现多路径通信。并且，传输层在选择目标出端口时，可以采用负载均衡策略实现负载均衡。

- 15 在本申请实施例中，每个节点设备均无需保存除自身之外的其他节点设备的网络端口的信息，以及网络端口与网络端口之间的路径可达信息，而仅需在路由表中保存自身的网络端口与其他节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。因此，节点设备上保存的路由表的数据量较小，可以节省存储空间；并且，在从多个网络端口中选择目标出端口时，节点设备需遍历的数据量也较少，可以节省节点设备的计算资源。

- 20 与上述实施例基于相同的技术构思，本申请实施例提供一种报文传输方法，该方法可以应用于通信系统中的第一节点设备中，第一节点设备可以是通信系统中的任意一个节点设备，第一节点设备包括多个网络端口。例如，第一节点设备可以是图 3 所示的节点设备 100。图 6 示出了本申请实施例提供一种报文传输方法的流程图。如图 6 所示，该方法可以包括如下步骤：

S601，第一节点设备确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识。

- 30 其中，第一节点设备可以是发送第一报文的源节点设备，或者，第一节点设备可以是用于转发第一报文的交换设备。

S602，第一节点设备基于目标节点设备的设备级端口标识，从第一节点设备包含的多个网络端口中确定第一报文的目标出端口。

其中，第一报文的目标出端口为与目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口。

- 35 在一些实施例中，第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口具有端口标识。第一节点设备中保存有路由表，路由表中保存有第一节点设备的多个网络端口与通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。第一节点设备可以基于目标节点设备的设备级端口标识，在路由表中查找目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口，从候选网络端口中确定第一报文的目标出端口。

示例性地，如果候选网络端口包括多个，第一节点设备可以根据多个候选网络端口的负载信息，从多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口，作为第一报文的目标出端口。

- 40 在一些实施例中，如果在路由表中未查找到目标节点设备的设备级端口标识，第一节点设备可以基于路由表中的缺省位表，确定目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口。其中，缺省位表用于指示第一节点设备的多个网络端口与设备级端口标识未包含在路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

S603，第一节点设备通过第一报文的目标出端口发送第一报文。

- 45 在一些实施例中，如果第一报文的目标出端口包括多个，且第一报文的长度大于设定长度，则第一节点设备可以将第一报文拆分为多个报文，将拆分后的多个报文通过多个目标出端口分别发送至目标节点设备。

第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识和目标节点设备的设备级端口标识；目标节点设备

的设备级端口标识用于为转发第一报文的节点设备指示第一报文的的目标节点设备;源节点设备的设备级端口标识用于为目标节点设备指示发送第一报文的源节点设备。

在一些实施例中,第一节点设备通过第一报文的的目标出端口发送第一报文之后,还可以接收目标节点设备发送的第一报文的响应报文。该响应报文是目标节点设备通过响应报文的报文出端口发送的,响应报文的报文出端口是目标节点设备基于第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从目标节点设备包含的多个网络端口中确定的;响应报文中携带的目标节点设备的设备级端口标识为第一报文中的源节点设备的设备级端口标识。

本申请实施例提供的报文传输方法,在发送第一报文时,第一节点设备可以确定第一报文的的目标节点设备的设备级端口标识,基于目标节点设备的设备级端口标识,从多个网络端口中确定第一报文的的目标出端口,上述过程通过多个网络端口参与选路机制,可以实现多路径通信,均衡多个网络端口的带宽负载,提高通信效率,提升通信性能。

与上述实施例基于相同的技术构思,本申请实施例还提供一种报文传输装置,该报文传输装置可以应用于通信系统中的第一节点设备中,第一节点设备可以是通信系统中的任意一个节点设备。报文传输装置可以用于实现图6所示的方法实施例的功能,因此可以实现上述方法实施例所具备的有益效果。

如图7所示,该报文传输装置700可以包括端口确定单元701和报文发送单元702。当报文传输装置700用于实现图6所示的方法实施例的功能时:端口确定单元701可以用于执行S601和S602,报文发送单元702可以用于执行S603。比如:端口确定单元701,用于确定第一报文的的目标节点设备的设备级端口标识,并基于所述目标节点设备的设备级端口标识,从所述多个网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口;所述第一报文的的目标出端口为与所述目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口;报文发送单元702,用于通过所述第一报文的的目标出端口发送所述第一报文。其中,端口确定单元701和报文发送单元702均可以通过软件实现,或者可以通过硬件实现。

在一些实施例中,如图8所示,报文传输装置700还可以包括报文接收单元801。报文接收单元801,用于接收目标节点设备发送的所述第一报文的响应报文;所述响应报文是所述目标节点设备通过所述响应报文的报文出端口发送的,所述响应报文的报文出端口是所述目标节点设备基于所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从所述目标节点设备包含的多个网络端口中确定的;所述响应报文中携带的的目标节点设备的设备级端口标识为所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识。

需要说明的是,在其他实施例中,端口确定单元701、报文发送单元702和报文接收单元801可以用于执行报文传输方法中的任意步骤,端口确定单元701、报文发送单元702和报文接收单元801负责实现的步骤可根据需要指定,通过端口确定单元701、报文发送单元702和报文接收单元801分别实现报文传输方法中不同的步骤来实现报文传输装置的全部功能。

与上述方法实施例基于相同的技术构思,本申请实施例中还提供一种节点设备,该节点设备可以是通信系统中的任意一个节点设备,可以是端节点设备,也可以是交换设备。该节点设备可以是上述第一节点设备,可以用于实现图6所示的方法实施例的功能,因此可以实现上述方法实施例所具备的有益效果。

在一些实施例中,该节点设备900的结构可以如图9所示,包括处理器901以及与处理器901连接的存储器902,还包括通信模块903。通信模块903可以包括一个设备级端口和多个网络端口,设备级端口与多个网络端口具有绑定关系。处理器901与存储器902,以及通信模块903之间可以通过总线相互连接。通信模块903用于与通信系统中的其他节点设备之间进行报文传输。

处理器901可以作为节点设备900的主处理器,即节点设备900的控制核心。总线可以是外设部件互连标准(peripheral component interconnect, PCI)总线或扩展工业标准结构(extended industry standard architecture, EISA)总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。本申请实施例中不限定上述处理器901与存储器902,以及通信模块之间的具体连接介质。

存储器902可以是易失性存储器,例如随机存取存储器;存储器也可以是非易失性存储器,例如只读存储器ROM,快闪存储器,硬盘(hard disk drive, HDD)或固态硬盘(solid-state drive, SSD)、或者存储器902是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质,但不限于此。存储器902可以是上述存储器的组合。存储器902可用于存储软件程序以及模块。

处理器901可以包括一个或多个处理器,处理器901通过运行存储在存储器902中的软件程序以及

模块,从而执行节点设备 900 的各种功能应用以及数据处理,如本申请实施例提供的报文传输方法,从多个网络端口中选择报文的目标出端口。

可以理解的是,本申请实施例示意的结构并不构成对发送设备的具体限定。在本申请另一些实施例中,发送设备可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者拆分某些部件,或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件,软件或软件和硬件的组合实现。

本申请实施例还提供一种通信系统。该通信系统可以包括多个节点设备,该通信系统的结构图可以如图 1 或图 2 所示,通信系统中的每个节点设备具有设备级端口和多个网络端口,设备级端口具有设备级端口标识,每个网络端口均具有端口标识。在一些实施例中,通信系统中的第一节点设备确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识,基于目标节点设备的设备级端口标识,从第一节点设备的多个网络端口中确定第一报文的目标出端口,并通过第一报文的目标出端口发送第一报文,其中,第一报文的目标出端口为与目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口。目标节点设备接收到第一报文后,基于第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从目标节点设备包含的多个网络端口中确定第一报文的响应报文的报文出端口,并通过响应报文的报文出端口发送响应报文。上述过程基于节点设备的设备级端口标识从多个网络端口中选择目标出端口,通过多个网络端口参与选路机制,可以实现多路径通信,均衡多个网络端口的带宽负载,提高通信效率,提升通信性能。

本申请的实施例中的方法步骤可以通过硬件的方式来实现,也可以由处理器执行计算机程序或指令的方式来实现。计算机程序或指令可以构成计算机程序产品。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品,包含有计算机可执行指令。在一种实施例中,该计算机可执行指令用于使计算机执行图 6 所示的方法实施例中的功能。

计算机可执行指令可以被存放于计算机可读存储介质中,本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质内存储有可执行指令。在一种实施例中,该计算机可执行指令用于使计算机执行图 6 所示的方法实施例中的功能。

本申请实施例提供的计算机可读存储介质可以是随机存取存储器(random access memory, RAM)、闪存、ROM、可编程只读存储器(programmable ROM, PROM)、可擦除可编程只读存储器(erasable PROM, EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(electrically ePROM, EEPROM)、寄存器、硬盘、移动硬盘、CD-ROM 或者本领域熟知的任何其它形式的计算机可读存储介质。

计算机可执行指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机程序或指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线或无线方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是集成一个或多个可用介质的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质,例如,软盘、硬盘、磁带;也可以是光介质,例如,数字视频光盘(digital video disc, DVD);还可以是半导体介质,例如,固态硬盘。

在本申请的各个实施例中,如果没有特殊说明以及逻辑冲突,不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用,不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元。方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

尽管结合具体特征及其实施例对本申请进行了描述,显而易见的,在不脱离本申请的精神和范围的情况下,可对其进行各种修改和组合。相应地,本说明书和附图仅仅是所附权利要求所界定的方案进行示例性说明,且视为已覆盖本申请范围内的任意和所有修改、变化、组合或等同物。

显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的范围。这样,倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1. 一种报文传输方法, 其特征在于, 应用于第一节点设备; 所述第一节点设备是串行总线通信系统包括的多个节点设备中的一个节点设备; 所述第一节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备; 所述第一节点设备和所述目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口; 所述目标节点设备的设备级端口与
5 所述目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系; 所述方法包括:
 确定第一报文的的目标节点设备的设备级端口标识;
 基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口; 所述第一报文的的目标出端口为与所述目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络
10 端口;
 通过所述第一报文的的目标出端口发送所述第一报文。
2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口, 包括:
 基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的
15 路径可达的候选网络端口; 所述路由表中保存有所述第一节点设备的多个网络端口与所述串行总线通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;
 从所述候选网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口。
3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口
20 具有端口标识;
 所述路由表包括位表, 所述位表的每一行对应一个网络端口的端口标识, 每一列对应一个节点设备的设备级端口标识, 或者, 所述位表的每一行对应一个节点设备的设备级端口标识, 每一列对应一个网络端口的端口标识;
 所述位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。
- 25 4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 所述路由表中还包括缺省位表, 所述缺省位表中的每一位用于指示所述第一节点设备的一个网络端口与设备级端口标识未包含在所述路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息; 所述基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口, 包括:
30 若在所述路由表中未查找到所述目标节点设备的设备级端口标识, 则基于所述路由表中的缺省位表, 确定所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口。
5. 根据权利要求 2~4 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述从所述候选网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口, 包括:
35 若所述候选网络端口包括多个, 则根据多个所述候选网络端口的负载信息, 从所述多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口, 作为所述第一报文的的目标出端口。
6. 根据权利要求 2~5 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口之后, 所述方法还包括:
40 根据所述候选网络端口的拥塞信息, 控制向所述目标节点设备发送报文的频率。
7. 根据权利要求 1~6 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述通过所述第一报文的的目标出端口发送所述第一报文, 包括:
 若所述第一报文的的目标出端口包括多个, 且所述第一报文的长度大于设定长度, 则将所述第一报文
45 拆分为多个报文;
 将所述多个报文通过多个所述目标出端口分别发送至所述目标节点设备。

8.根据权利要求 1~7 中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识和所述目标节点设备的设备级端口标识;所述目标节点设备的设备级端口标识用于为转发所述第一报文的节点设备指示所述第一报文的的目标节点设备;所述源节点设备的设备级端口标识用于为所述目标节点设备指示发送所述第一报文的源节点设备。

9.根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述通过所述第一报文的的目标出端口发送所述第一报文之后,所述方法还包括:

接收所述目标节点设备发送的所述第一报文的响应报文;所述响应报文是所述目标节点设备通过所述响应报文的报文出端口发送的,所述响应报文的报文出端口是所述目标节点设备基于所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从所述目标节点设备的多个网络端口中确定的;所述响应报文中携带的目标节点设备的设备级端口标识为所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识。

10.一种报文传输方法,其特征在于,应用于串行总线通信系统;所述串行总线通信系统中包括多个节点设备,所述多个节点设备中的第一节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备;所述第一节点设备和所述目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口;所述目标节点设备的设备级端口与所述目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系;所述方法包括:

第一节点设备确定第一报文的的目标节点设备的设备级端口标识;

所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口标识,从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口,并通过所述目标出端口向所述目标节点设备发送所述第一报文;所述第一报文的的目标出端口为与所述目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口;所述第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识;

所述目标节点设备接收到所述第一报文后,基于所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从所述目标节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的响应报文的报文出端口,并通过所述响应报文的报文出端口发送所述响应报文。

11.根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于,所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口标识,从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口,包括:

所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口标识,在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口;所述路由表中保存有所述第一节点设备的多个网络端口与所述串行总线通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;

所述第一节点设备从所述候选网络端口中确定所述第一报文的的目标出端口。

12.根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口具有端口标识;

所述路由表包括位表,所述位表的每一行对应一个网络端口的端口标识,每一列对应一个节点设备的设备级端口标识,或者,所述位表的每一行对应一个节点设备的设备级端口标识,每一列对应一个网络端口的端口标识;

所述位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

13.根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述路由表中还包括缺省位表,所述缺省位表中的每一位用于指示所述第一节点设备的一个网络端口与设备级端口标识未包含在所述路由表中的节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;所述第一节点设备基于所述目标节点设备的设备级端口的标识,在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口,包括:

若所述第一节点设备在所述路由表中未查找到所述目标节点设备的设备级端口标识,则所述第一节点设备基于所述路由表中的缺省位表,确定所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口。

14.根据权利要求 11~13 任一项所述的方法,其特征在于,所述第一节点设备从所述候选网络端口

中确定所述第一报文的目标出端口, 包括:

若所述候选网络端口包括多个, 则所述第一节点设备根据多个所述候选网络端口的负载信息, 从所述多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口, 作为所述第一报文的目标出端口。

5 15. 根据权利要求 11~14 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第一节点设备在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口之后, 根据所述候选网络端口的拥塞信息, 控制向所述目标节点设备发送报文的频率。

10 16. 根据权利要求 10~15 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一节点设备通过所述第一报文的目标出端口向所述目标节点设备发送所述第一报文, 包括:

若所述第一报文的目标出端口包括多个, 且所述第一报文的长度大于设定长度, 则所述第一节点设备将所述第一报文拆分为多个报文, 并将所述多个报文通过多个所述目标出端口分别发送至所述目标节点设备。

15 17. 一种报文传输装置, 其特征在于, 应用于第一节点设备; 所述第一节点设备是串行总线通信系统包括的多个节点设备中的一个节点设备; 所述第一节点设备用于将第一报文发送至目标节点设备; 所述第一节点设备和所述目标节点设备均包括设备级端口和多个网络端口; 所述目标节点设备的设备级端口与所述目标节点设备的多个网络端口之间具有绑定关系; 所述装置包括:

20 端口确定单元, 用于确定第一报文的目标节点设备的设备级端口标识; 基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 从所述第一节点设备的多个网络端口中确定所述第一报文的目标出端口; 所述第一报文的目标出端口为与所述目标节点设备的设备级端口之间路径可达的网络端口;

报文发送单元, 用于通过所述第一报文的目标出端口发送所述第一报文。

25 18. 根据权利要求 17 所述的装置, 其特征在于, 所述端口确定单元, 具体用于:

基于所述目标节点设备的设备级端口标识, 在路由表中查找所述目标节点设备的设备级端口对应的路径可达的候选网络端口; 所述路由表中保存有所述第一节点设备的多个网络端口与所述串行总线通信系统中的多个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息;

从所述候选网络端口中确定所述第一报文的目标出端口。

30 19. 根据权利要求 18 所述的装置, 其特征在于, 所述第一节点设备的多个网络端口中的每个网络端口具有端口标识;

所述路由表包括位表, 所述位表的每一行对应一个网络端口的端口标识, 每一列对应一个节点设备的设备级端口标识, 或者, 所述位表的每一行对应一个节点设备的设备级端口标识, 每一列对应一个网络端口的端口标识;

35 所述位表中每一位用于指示一个网络端口与一个节点设备的设备级端口之间的路径可达信息。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的装置, 其特征在于, 所述端口确定单元, 具体用于:

若所述候选网络端口包括多个, 则根据多个所述候选网络端口的负载信息, 从所述多个候选网络端口中选择至少一个候选网络端口, 作为所述第一报文的目标出端口。

40 21. 根据权利要求 17~20 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述第一报文中携带有源节点设备的设备级端口标识和所述目标节点设备的设备级端口标识; 所述目标节点设备的设备级端口标识用于为转发所述第一报文的节点设备指示所述第一报文的目标节点设备; 所述源节点设备的设备级端口标识用于为所述目标节点设备指示发送所述第一报文的源节点设备。

45 22. 根据权利要求 21 所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括报文接收单元;

所述报文接收单元, 用于接收所述目标节点设备发送的所述第一报文的响应报文; 所述响应报文是所述目标节点设备通过所述响应报文的报文出端口发送的, 所述响应报文的报文出端口是所述目标节点

设备基于所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识,从所述目标节点设备包含的多个网络端口中确定的;所述响应报文中携带的目标节点设备的设备级端口标识为所述第一报文中的源节点设备的设备级端口标识。

- 5 23.一种节点设备,其特征在于,包括存储器和处理器,所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的计算机程序,当所述计算机程序被所述处理器执行时,使得所述处理器实现权利要求 1~9 中任一项所述的方法。

- 10 24.一种通信系统,其特征在于,包括多个节点设备,所述节点设备采用权利要求 23 所述的节点设备。

25.一种计算机可读存储介质,其特征在于,存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于使计算机执行如权利要求 1~9 中任一项所述的方法。

- 15 26.一种计算机程序产品,其特征在于,包含有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于使计算机执行如权利要求 1~9 中任一项所述的方法。