



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105637818 B

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201380080174.7

(22)申请日 2013.10.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105637818 A

(43)申请公布日 2016.06.01

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.11

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/071354 2013.10.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/051856 EN 2015.04.16

(73)专利权人 骁龙网络有限公司
地址 卢森堡大公国森宁戈伯镇

(72)发明人 黄开源

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204

代理人 王达佐 王艳春

(51)Int.Cl.
H04L 12/717(2006.01)
H04L 12/721(2006.01)

(56)对比文件
US 7349326 B1,2008.03.25,
US 2010284269 A1,2010.11.11,
US 5649108 A,1997.07.15,
US 2011091202 A1,2011.04.21,
CN 101471879 A,2009.07.01,
WO 0130000 A1,2001.04.26,
US 6801496 B1,2004.10.05,
WO 02087175 A1,2002.10.31,

审查员 李晴晴

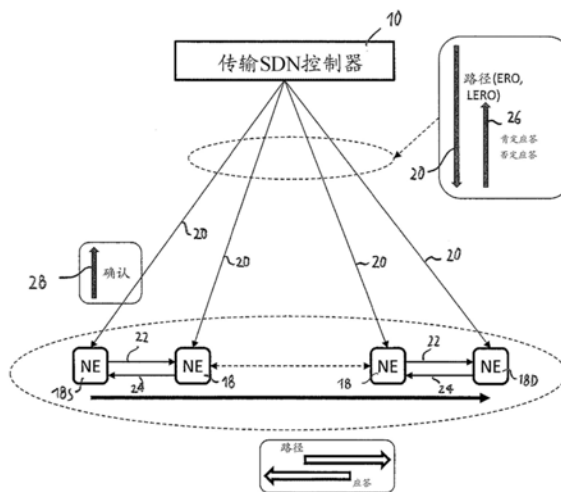
权利要求书4页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

通信网络中建立数据传输路径的方法、相应的网络元件和控制器

(57)摘要

本文公开了一种在包括多个NE和上述NE之间的链路的通信网络中建立用于从源网络元件(NE)到目的地NE的数据传输的路径的方法。该方法包括下列步骤:在中央控制器处计算从上述源NE沿着多个中间NE到上述目的地NE的数据路径;将中央控制消息从上述中央控制器发送至上述源NE、上述中间NE和上述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,上述中央控制消息包括显式路径信息,中央控制信息的至少一部分中的上述显式路径信息包括的信息比接收者NE对于其用于沿着上述路径的数据传输的设置所需的信息多;以及在上述路径中的NE之间发送分布式控制消息,上述分布式控制消息是基于由上述NE中的一个所接收到的至少一个中央控制消息的。上述分布式控制消息允许分配由于在中央控制消息的传送上失效而丢失的交换机设置信息。



1. 一种在包括多个网络元件NE和在所述NE之间的链路的通信网络中建立用于数据传输的路径的方法,所述路径从源NE到目的地NE,所述方法包括下列步骤:

在中央控制器处计算从所述源NE沿着多个中间NE到所述目的地NE的数据路径,

将中央控制消息从所述中央控制器发送至所述源NE、所述中间NE和所述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,所述中央控制消息包括显式路径信息,所述显式路径信息包括显式路由信息和交换机设置信息,所述中央控制消息中的至少一部分中的所述显式路径信息包括用于接收者NE以外的NE的交换机设置信息,

在所述路径的NE之间发送分布式控制消息,所述分布式控制消息是基于由所述NE中的一个所接收到的至少一个中央控制消息的,

所述分布式控制消息允许分配由于在中央控制消息的传送上失效而丢失的交换机设置信息。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述路径的NE根据预定的方案交换所述分布式控制消息,

所述方案的目标在于:

对于每个NE,即使在所述NE与所述中央控制器之间不存在运行的通信路径的情况下,其仍能够经由所述分布式控制消息中的一个从所述路径的另一NE接收与其用于沿着所述路径的数据传输的设置相关的路径信息,和/或

能够由所述路径的所述NE中的一个确定所述路径中的每个NE或所述路径的一部分中的每个NE

是否接收到与设置用于沿着所述路径的数据传输的所述NE相关的所述显式路径信息,和/或

是否能够用于请求的数据传输,和/或

是否已经为沿着所述路径的数据传输设置成功。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中,所述中央控制消息或所述分布式控制消息包括显式路由对象和标签显式路由对象,所述显式路由信息和所述交换机设置信息包括在所述中央控制消息或所述分布式控制消息中包括的所述显式路由对象和所述标签显式路由对象中。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述中央控制消息包括中央路径消息,所述中央路径消息包括涉及多个邻近的NE的路径的至少连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述分布式控制消息包括分布式路径消息,所述分布式路径消息包括涉及多个邻近的NE的路径的至少连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述分布式控制消息包括分布式回执消息,所述分布式回执消息包括指示下列各项中的一个或多个的回执消息:

所述路径中的一个或一组NE是否接收到与设置用于沿着所述路径的数据传输的相应NE相关的所述显式路径信息,

所述路径的一个或一组NE是否能够用于请求的数据传输,

所述路径的一个或一组NE是否为沿着所述路径的数据传输设置成功。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述分布式控制消息包括分布式路径消息,所述分布式路径消息包括涉及多个邻近的NE的路径的至少连续部分的显式路由信息和交换机设置信息,所述分布式路径消息沿着所述路径的第一方向发送,并且所述分布式回执消息沿着所述路径的第二方向发送,其中,在NE处从在所述路径的第一方向上邻近的NE接收到肯定的分布式回执消息指示用于在所述路径的第一方向上的所有NE的肯定回执信息。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述路径中的每个NE一旦从所述中央控制器接收到中央路径消息,或

从在所述路径的第二方向上邻近的NE接收到所述分布式路径消息,

就向在所述路径的第一方向上邻近的NE发送所述分布式路径消息。

9. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述路径中的每个NE一旦接收到中央路径消息或分布式路径消息就尝试在由接收到的中央路径消息或分布式路径消息所指定的NE本地设置交换,并且如果设置不成功,则

如果所述接收到的路径消息是从所述中央控制器接收到的中央路径消息,则生成否定中央回执消息,并且将所述否定中央回执消息发送至中央控制器,和/或

如果所述接收到的路径消息是从在所述路径的第二方向上邻近的NE接收的分布式路径消息,则将否定的分布式回执消息发送至在所述路径的第二方向上邻近的NE。

10. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述分布式回执消息包括涉及多个邻近的NE的路径的至少连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,如果NE接收到包括显式路由信息和显式交换机设置信息的分布式回执消息,并且还未接收到中央路径消息或分布式路径消息,则所述NE尝试在所述显式交换机设置信息中所指定的NE本地设置交换。

12. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述NE中的一个一旦确定所述路径的每个NE

接收到与设置用于沿着所述路径的数据传输的所述NE相关的路径信息,和/或

能够用于请求的数据传输,和/或

已经为沿着所述路径的数据传输设置成功,

则向所述中央控制器发送路径确认消息。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述路径确认消息从与所述中央控制器联系的、第二方向上最远的NE发送。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述第二方向上最远的NE一旦从在所述路径的第一方向上邻近的NE接收到分布式回执消息,就尝试将所述路径确认消息发送至所述中央控制器。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,在所述第二方向上最远的NE不能将所述路径确认消息传送到所述中央控制器的情况下,所述第二方向上最远的NE将路径确认失败消息发送至在所述路径的第一方向上邻近的NE,所述路径确认失败消息指示所述第二方向上最远的NE未能将所述路径确认消息传送到所述中央控制器。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中每个NE一旦从在所述第二方向上邻近的NE接收到所述确认失败消息,就尝试将路径确认消息发送至所述中央控制器,并且,如果其不能将所述确认消息传送到所述中央控制器,则其将路径确认失败消息发送至在所述路径的第一

方向上邻近的NE。

17. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述路径确认消息和/或所述路径确认失败消息对应于分布式回执消息。

18. 根据权利要求7所述的方法,其中所述第一方向是所述路径的下游方向,并且所述第二方向是所述路径的上游方向。

19. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述方法进一步包括释放路径的步骤,包括:

将中央路径释放消息从所述中央控制器发送至所述源NE、所述中间NE和所述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,所述中央路径释放消息包括释放所述路径的指令,以及

在所述路径的NE之间发送分布式路径释放消息,所述分布式路径释放消息是基于由所述NE中的一个接收到的至少一个中央路径释放消息的,

所述分布式路径释放消息允许分配由于在中央路径释放消息的传送上的失败而丢失的路径释放信息。

20. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述网络元件执行对直接连接或间接连接的邻居的发现,特别地,使用链路管理协议或等同方式执行对直接连接或间接连接的邻居的发现,并且,将邻居邻近信息转发至所述中央控制器。

21. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述中央控制器在包括IP路由和光交换的多层架构中执行路径计算。

22. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述中央控制器是管理网络中的数据流控制的SDN控制器。

23. 一种用于通信网络的网络元件NE,所述网络元件适于处理包括显式路径信息的中央路径消息,以及适于处理包括显式路径信息的分布式路径消息,所述显式路径信息包括路径的显式路由信息和交换机设置信息,所述路径具有第一方向和与所述第一方向相反的第二方向,

所述NE配置为一旦

从中央控制器接收到中央路径消息,或

从由所述显式路径信息指定的所述路径的第二方向上邻近的NE接收到分布式路径消息,

就将分布式路径消息发送至在所述路径的第一方向上邻近的NE,

其中,所述NE配置为一旦接收到中央路径消息或分布式路径消息,就尝试在由接收到的中央路径消息或分布式路径消息中包括的显式路径信息所指定的NE本地设置交换,并且,如果设置不成功,则

-如果所述接收到的路径消息是从中央控制器接收到的中央路径消息,则生成否定中央回执消息,并且将所述否定中央回执消息发送至所述中央控制器,和/或

-如果所述接收到的路径消息是从所述路径的第二方向上邻近的NE接收到的分布式路径消息,则将否定的分布式回执消息发送至所述显式路径信息中指定的路径的第二方向上邻近的NE。

24. 根据权利要求23所述的NE,其中,所述分布式回执消息包括由所述显式路径信息指定的路径的至少一部分的显式路由信息和交换机设置信息。

25. 根据权利要求24所述的NE,其中,所述NE进一步配置为:如果所述NE还未接收到中

央路径消息或分布式路径消息,则所述NE在由接收到的分布式回执消息中包括的显式交换机设置信息中指定的NE本地设置交换。

26.一种用于通信网络的网络元件NE,所述网络元件适于处理包括显式路径信息的中央路径消息,以及适于处理包括显式路径信息的分布式路径消息,所述显式路径信息包括路径的显式路由信息和交换机设置信息,所述路径具有第一方向和与所述第一方向相反的第二方向,

所述NE配置为一旦

从中央控制器接收到中央路径消息,或

从由所述显式路径信息指定的所述路径的第二方向上邻近的NE接收到分布式路径消息,

就将分布式路径消息发送至在所述路径的第一方向上邻近的NE,

所述NE进一步配置为确定其是否是与中央控制器有联系的、第二方向上最远的NE,并且如果是,则一旦确定所述路径的每个NE

接收到与设置用于沿着所述路径的数据传输的所述NE相关的路径信息,和/或

能够用于请求的数据传输,和/或

为沿着所述路径的数据传输设置成功,

就将路径确认消息发送至所述中央控制器。

27.一种用于控制在通信网络中建立从源NE到目的地NE的数据传输的路径的控制器,所述控制器配置为

计算从所述源NE沿着多个中间NE到所述目的地NE的数据路径,以及

将中央控制消息发送至所述源NE、所述中间NE和所述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,所述中央控制消息包括显式路径信息,所述显式路径信息包括显式路由信息和交换机设置信息,其中,所述中央控制消息的至少一部分中包括的所述显式路径信息包括用于接收者NE以外的NE的交换机设置信息,

其中,基于由所述NE中的一个所接收到的至少一个中央控制消息,在所述路径的NE之间发送分布式控制消息,所述分布式控制消息允许分配由于在中央控制消息的传送上失效而丢失的交换机设置信息。

28.根据权利要求27所述的控制器,其中,所述中央控制消息包括中央路径消息,所述中央路径消息包括涉及多个邻近的NE的路径的至少连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。

通信网络中建立数据传输路径的方法、相应的网络元件和控制器

技术领域

[0001] 本发明在包括多个网络元件以及在上述网络元件之间的链路的通信通路的领域内。特别地,本发明包括一种建立用于从源网络元件到目的地网络元件的数据传输的路径的方法,并且包括适于根据该方法操作的中央控制器和网络元件。

背景技术

[0002] 光传输系统的出现明显增加了光网络的原始容量,并且使包括基于网络的存储、带宽出租、数据镜像、分/差复用(ADM)、密集波分复用(DWDM)、光交叉连接(OXC)和多业务交换平台的多个新的、复杂的应用成为可能。

[0003] 管理这些类型的装置在多协议标签交换(MPLS)向通用多协议标签交换(GMPLS)协议套的演进中是主要驱动因素,从而不仅提供对基于数据包的域的控制,而且提供对时间域、波长域和空间域的控制。GMPLS进一步扩展了基于IP的协议套,基于IP的协议套管理并且控制标签交换路径(LSP)的建立和释放,标签交换路径(LSP)横跨数据包、TDM和光网络的任何组合。为此,GMPLS将新附加引入至标签的格式。新标签格式称为“通用标签”,“通用标签”包括这样的信息,该信息允许接收装置编写程序或者“设置”其交换机,并且不考虑数据结构而转发数据,数据结构是数据包、时分多路复用、波长交换等。通用标签可表示单个波长、单个光纤或单个时隙。还可包括例如ATM、VCC或IP垫片的传统MPLS标签。

[0004] 为了允许建立标签交换路径,GMPLS包括两个部分,一个部分是允许NE在NE之间传播拓扑信息的路由协议,另一部分是允许NE在NE之间协商以建立由路由所指定的连接的信号协议。在本文中,路由可被仅部分地指定,例如仅指定下一跃点和目的地。当路由被完全计算且指定时,在本文中将其称为“显式路由”。

[0005] 可采用基于OSPF-TE的协议作为路由协议。OSPF-TE是OSPF(开放式最短路径优先)的扩展,扩展了表现度,以允许流量工程(TE)和非IP网络中的使用。OSPF-TE不仅允许NE学习网络的拓扑结构,还允许NE学习当前TE性能,例如链路上的可用宽带,从而使NE能够计算满足所需的流量工程限制条件的路由或路径,所需的流量工程限制条件例如路径带宽和延迟。

[0006] 对于信令,可使用基于资源预留协议-流量工程(RSVP-TE)的协议,采用向下游发送的“路径消息”和向上游发送的“预留消息”。更具体地,路径消息包括通用标签请求,并且下游节点会将包括通用标签的预留消息(RESV)发送回来。在基于GMPLS的网络中,可能发生路径的一部分不能按照由所计算的路由所指定的那样建立,这是因为用于连接相邻NE的NE资源或链路资源可能正用于其它标签交换路径。例如,这可能在计算路由的NE不具有最新的资源分配信息时发生,或者在该路径的建立占据所需资源前同时建立的其它LSP已经占据了所需的资源时发生。这些问题的原因在于,在OSPF-TE方案中,在拓扑结构和流量工程信息由OSPF保存的情况下NE难以保持同步。这是因为每当建立连接或释放现有连接时流量工程信息就会改变。OSPF将需要通知邻居这种改变,但是改变越频繁,对于流量工程信息NE

越可能不会同步。这意味着根据过时的流量工程数据所计算的路由可能是无效的。实际上,这可能意味着,在一些中间NE处,通过信令建立的路径失效,在这种情况下,NE“遇忙返回”到在路径的上流方向上邻近的NE,然后,该在路径的上流方向上邻近的NE将尝试将与其邻近的另一NE作为下一跃点,并且从该跃点处进一步建立路径。这种情况在基于GMPLS的网络中的RSVP-TE-信令中称为“信令遇忙返回”,并且可严重减慢路径的建立。

发明内容

[0007] 因此,作为本发明基础的问题是提供用于在通信网络中建立路径的方法和装置,该方法和装置允许更快地建立源网络元件和目的地网络元件之间的数据路径,并且满足路径所需的流量工程限制条件,并且,同时提供高度的故障容限。

[0008] 本发明的方法包括以下步骤:

[0009] -在中央控制器处计算从上述源NE沿着多个中间NE到上述目的地NE的数据路径,

[0010] -将中央控制消息从上述中央控制器发送至上述源NE、上述中间NE和上述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,上述中央控制消息包括显式路径信息,上述显式路径信息包括显式路由信息和交换机设置信息,中央控制消息中的至少一部分中的上述显式路径信息包括的信息比由接收者NE对于其用于沿着上述路径的数据传输的设置所需要的信息多,

[0011] -在上述路径的NE之间发送分布式控制消息,上述分布式控制消息是基于由上述NE中的一个所接收到的至少一个中央控制消息的,

[0012] 上述分布式控制消息允许分配由于在中央控制消息传送上的失效而丢失的交换机设置信息。

[0013] 因此,本发明提供了具有显式路由信息的集中控制,其中以分布式方式转发的中央控制消息和控制信息两者都用于通用方案,以提供高水平的故障容限,从而控制路径失效。

[0014] 根据本发明,沿着从源NE多个中间NE到目的地NE的数据路径在中央控制器处计算。也就是说,中央控制器表示集中式路径计算元件(PCE)。注意,在本公开中,术语“控制器”应具有宽泛的意义,并且通常表示配备有用于实现路径计算以及下文更详细地阐述的相应方法步骤的适当软件的计算机或经由通信链路连接的多个计算机。

[0015] 该中央控制器将“中央控制消息”发送至所述源NE、所述中间NE和上述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,其中,中央控制消息包括显式路径信息。在本公开中,“显式路径信息”应包括显式路由信息和交换机设置信息。如将由技术人员理解的是,“路由信息”涉及路径中NE的身份和顺序。交换机设置信息是NE对于其用于沿着路径的数据传输的设置可能需要的附加信息。在网络元件处的“交换机设置”意指网络元件用以实施一些特定交换的配置。通常,网络元件可具有多个接口,并且每个接口可具有多个信道。在上下文中,交换机设置则可意指在配置中设置NE,使得在接口A的一些信道X上接收到的某些数据流量被引导至同一NE的接口B的信道Y。

[0016] 由于数据路径通过集中式控制器计算,所以可以克服对于如基于传统GMPLS的方案的分分布式控制方案典型的诸多问题。例如,当覆盖大型地理区域的可能非常大型的网络中所有路径通过同一中央控制器或PCE计算时,由于中央控制器具有对整个流量以及当前建立的所有路径的认识,所以可避免路径冲突。因此,可避免如“信令遇忙返回”的难题以及

区别于普通GMPLS实施例的相关问题,而这允许更快地建立路径。此外,由于中央控制器了解网络内的流量,所以中央控制器有可能始终满足路径所需的流量工程限制条件。

[0017] 但是,注意,中央控制器不仅负责集中地计算路径,而且还负责通过发送至路径上的多个NE的多个中央控制消息实际上控制连接设置。也就是说,虽然中央控制器与集中式PCE部分相似,但是其功能远超出普通PCE,这是因为中央控制器实际上涉及到路径设置控制中且负责路径设置控制。这明显区别于例如集中式PCE将用于计算路径、但是其中路径的建立(虽然基于集中计算的路径信息)仍会使用RSVP-TE信令顺序地设置的方案。然而,通过使用用于连接设置的中央控制消息,与传统的分布式GMPLS应用中的RSVP-TE往返信令相反,中央控制器可同时将多个中央控制消息发送至上述路径的多个NE,优选地,甚至发送至上述路径的所有NE,以便在NE处的连接设置可同时实现,从而减小路径设置延迟。

[0018] 然而,使用用于路径设置的中央控制消息也具有相当大的失效可能性,即,当中央控制器与NE中的一个或多个之间的控制路径可能失效时。中央控制器与路径中待设置的NE之间的地理距离越大,控制路径失效的可能性越大。如从下面的详细说明中将变得显而易见的,本发明的方法尤其对例如传输网络的、覆盖大型地理区域的网络有益,在本发明的方法中,快速路径设置和可靠地满足流量工程需要的益处具有特别重要的意义。然而,准确来说,这些类型的网络中,无论中央控制器安置于何处,其都会不可避免地安置成与网络的NE中的至少一部分相距大的地理距离,因此人们必须应付控制路径失效的固有风险。而且,如果NE设置控制如本发明中所建议的那样通过经由控制路径来自中央控制器的中央控制消息实现,则控制路径的失效通常会导致路径从总体上的设置失效。

[0019] 为了避免这种故障容限问题,根据本发明,控制信息中的至少一部分中包括的显式路径信息包括的信息比接收者NE对于其用于沿着所述路径的数据传输的设置所需的信息多。也就是说,中央控制消息中包括的显式路径信息可包括用于除了接收者NE外的NE的交换机设置信息,例如,包括用于数据路径中至少一半NE乃至所有NE的交换机设置信息。

[0020] 而且,该方法包括在上述路径的NE之间发送分布式控制消息的步骤,其中上述分布式控制消息的至少一部分是基于由所述NE中的一个接收到的至少一个中央控制消息的。在本公开中,“分布式控制消息”之所以是“分布式的”,是因为在分布式控制消息是在路径的NE之间交换而不是在中央控制器与NE之间交换的。分布式控制消息允许分配由于在中央控制消息的传送上失效而丢失的交换机设置信息。也就是说,虽然从中央控制器向NE提供集中计算的交换机设置信息的自然方式应是向每个NE发送该NE仅对于其设置所需的信息,但是根据本发明,在中央控制消息的至少一部分中包括的信息比接收者NE对于其用于数据传输的设置所需的信息多,即,中央控制消息的至少一部分中还包括用于其它NE的交换机设置信息。那么,如果中央控制消息中的一个可能未能从中央控制器传送至NE,则用于该NE的交换机设置信息仍可以包括在发送至另一NE的控制消息中的一个或多个中,并且该交换机设置信息因此能经由分布式控制消息传送至与中央控制器“断开”的NE。

[0021] 当然,如果中央控制消息实际上发送至每个NE,并且如果每个中央控制消息包括整个路径的显式路径信息,则可实现最高程度的故障容限。然而,在实际应用中,这种高程度的冗余可能是非必要的,并且本发明同样涵盖中央控制消息不发送至路径的每个NE的实施方式和/或中央控制消息不包括用于整个路径的显式路径信息的实施方式,同时仍能得到具有对于许多应用充足的故障容限的方法。

[0022] 优选地,路径的NE根据预定的方案或协议交换分布式控制消息。也可存在会允许分配由于在中央控制消息传送上的失效而丢失的交换器设置信息的许多不同的方案,下面详细地论述这些不同的方案中的一部分。然而,应理解,许多其它方案或协议将同样起作用。优选地,该方案确保下列项或至少增加下列项的可能性:

[0023] -对于每个NE,即使在NE与中央控制器之间没有运行的通信路径的情况下,其也可经由上述分布式控制消息中的一个从上述路径的另一NE接收与其用于沿着上述路径的数据传输的设置相关的路径信息,和/或

[0024] -能够有上述路径中的上述NE中的一个确定上述路径中的每个NE或上述路径的一部分中的每个NE

[0025] • 是否接收到与设置用于沿着上述路径的数据传输的上述NE有关的显式路径信息,和/或

[0026] • 是否能够用于请求的数据传输,和/或

[0027] • 是否已经为沿着上述路径的数据传输设置成功。

[0028] 因此,方案或协议应该是使得每个NE都应该能够经由上述分布式控制消息中的一个从上述路径的另一NE接收相关设置信息,即使该NE本身不具有与中央控制器的运行的通信路径。而且,如果以交换上述分布式控制消息为基础的方案允许由NE中的一个确定上述路径的所有上述NE是否接收到相关的设置信息、是否能否用于请求的数据传输和/或是否为数据传输设置成功,则该方案或协议是有利的。当然,如果所有中央控制路径都运行,则所有NE可单独向中央控制器指示它们“就绪且可用”。然而,当一个或多个NE不能与中央控制器通信时,这不再可行。那么,根据以上的消息收发方案,备用状态和可用性可由NE中单一个确定,并且,然后仅这一个NE需要向中央控制器告知整个路径或路径的至少一部分的备用状态和可用性。这允许在NE中的至少一个不能与中央控制器交换消息时明显增加方法的效率。

[0029] 优选地,显式路由信息和交换机设置信息包括在中央控制消息或分布式控制消息中包括的显式路由对象(ERO)或标签显式路由对象(LERO)中。在本文中,“标签”的意义与通用多协议标签交换(GMPLS)方案中的意义相同。特别地,标签可限定数据包交换;如果网络元件使用时分多路复用,则标签可限定时隙;在涉及波分多路复用的网络元件中,即,在称为“波长交换接口”(LSC)装置中,标签可限定波长;或者在“光纤交换接口”(FSC)装置中,标签可限定光纤或端口。在这方面,上述“交换机设置信息”可以用显式标签选择比拟。

[0030] 优选地,中央控制消息包括“中央路径消息”,其中上述“中央路径消息”包括涉及多个邻近NE的路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息,优选地包括整个路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。也就是说,“中央路径消息”是普通类的“中央控制消息”的具体示例。

[0031] 同样地,分布式控制消息可包括“分布式路径消息”,该分布式路径消息包括涉及多个邻近NE的路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息,并且优选地包括整个路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。也就是说,“分布式路径消息”是本发明的普通“分布式控制消息”的具体类型。

[0032] 在优选实施方式中,分布式控制消息包括“分布式回执消息”,分布式回执消息包括指示下列项中的一个或多个的回执信息:

[0033] -上述路径中的一个或一组NE是否接收到与设置用于沿着上述路径的数据传输的相应NE相关的显式路径信息,

[0034] -上述路径中的一个或一组NE是否能够用于请求的数据传输,

[0035] -上述路径中的一个或一组NE是否为沿着上述路径的数据传输设置成功。

[0036] 因此,在优选实施方式,该方法利用称为“分布式回执消息”的“分布式控制消息”中的第二类。“分布式回执消息”的目的是,如果NE就绪且可用于沿着路径的数据传输,则允许以高效且可靠的方式检查和通信。在优选实施方式中,分布式路径消息沿着路径的第一方向发送,并且分布式回执消息沿着路径的第二方向发送。而且,在NE处从在路径的第一方向上邻近的NE接收到肯定的分布式回执消息指示用于上述路径的第一方向上所有NE的肯定回执消息。通过这些消息收发规则,事实上可由路径中的NE中的一个确定路径中的每个NE或上述路径的一部分中的每个NE是否接收到必要的信息、是否能够用于数据传输和/或是否为沿着上述路径的数据传输设置成功。这将从如下所述的详述示例中变得更加明显。

[0037] 在优选实施方式中,上述路径中的每个NE一旦

[0038] -从上述中央控制器接收到中央路径消息,或

[0039] -从在上述路径的第二方向上邻近的NE接收到分布式路径消息,

[0040] 就将分布式路径消息发送至在上述路径的第一方向上邻近的NE。

[0041] 因此,经由中央路径消息或分布式路径消息接收显式路径信息的路径中的每个NE通过进一步的分布式路径消息在路径的第一方向上转发显式路径信息的全部或一部分。通常,NE事实上可接收中央路径消息和分布式路径消息两者,在这种情况下,实际上,分布式路径消息仍仅发送一次。根据该方案,显式路径信息自动在路径的第一方向上转发。路径中例如由于中央路径消息传送上的失效而未从中央控制器经由中央路径消息接收到显式路径信息的NE通过分布式路径消息将仍设置有其需要的显式路径信息。

[0042] 这是上述方案中的一个示例,该示例确保每个NE即使在NE与中央控制器之间不存在运行的通信路径的情况下,也能经由上述分布式控制消息中的一个从上述路径中的另一NE接收到与其用于沿着路径的数据传输的设置相关的路径信息。

[0043] 优选地,上述NE中的每个一旦接收到中央路径消息或分布式路径消息,就尝试在由接收到的中央路径消息或分布式路径消息指定的NE本地设置交换,并且如果设置不成功,则

[0044] -如果接收到的路径消息是从中央控制器接收的中央路径消息,则生成否定回执消息,并且将否定回执消息发送至中央控制器,和/或

[0045] -如果接收到的路径消息是从在上述路径的第二方向上邻近的NE接收的分布式路径消息,则将否定分布式回执消息发送至在上述路径的第二方向上邻近的NE。

[0046] 根据上述实施方式,分布式路径消息始终在第一方向上发送,并且分布式回执消息始终在第二方向上发送。这意味着在成功接收到显式路径信息的NE的第一方向上安置的所有NE也可经由在第二方向上发送的分布式路径消息接收显式路径信息。然而,如果第二方向上最远的NE(如果第二方向是上游方向,即源NE,如果第二方向是下游方向,即目的地NE)将不能够从中央控制器接收中央路径消息,则其也不能经由分布式路径消息接收显式路径信息,由于分布式路径消息始终在第一方向上发送,并且,因此对于第二方向上安置最远的NE,不存在可向其发送分布式路径消息的可用NE。为了确保在第二方向上安置最远、未

成功与中央控制器连接的NE或第二方向上安置最远、未成功与中央控制器连接的一组NE能接收到显式路径信息,在优选实施方式中,分布式回执消息还包括涉及多个邻近NE的路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息,优选地包括至少在从发送分布式回执消息的NE的第二方向上安置整个路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息。这样,显式路径信息还可以在与分布式路径消息的方向相反的方向上经由分布式回执消息通信。

[0047] 如果NE接收到包括显式路由信息和交换机设置信息的分布式回执消息,并且还未接收到中央路径消息或分布式路径消息,则NE尝试在由显式交换机设置信息中指定的NE本地设置交换。

[0048] 在优选实施方式中,NE中的一个一旦确定上述路径中的每个NE

[0049] -接收到与设置用于沿着上述路径的数据传输的上述NE相关路径信息,和/或

[0050] -能够用于请求的数据传输,和/或

[0051] -已经为沿着上述路径的数据传输设置成功,

[0052] 就将路径确认消息发送至中央控制器。“路径确认消息”是向中央控制器确认整个路径已经设置成功的单个消息。从中央控制器的角度来看,路径确认消息具有与分别从路径中的所有NE接收到的整套中央回执消息相同的信息。然而,即使中央回执消息中的一个或多个不能传到中央控制器,中央控制器也需要只等待单个路径确认消息,以被通知路径中所有NE对于数据传输就绪且可用。优选地,路径确认消息是从与中央控制器有联系的、第二方向上最远的NE发送的。也就是说,如上所述,分布式回执消息始终在路径的第二方向上发送,并且每个肯定的分布式回执消息不仅指示发送NE就绪且可用,而且对于在路径的第一方向上安置更远的所有NE同样如此。因此,如果在路径的第二方向上最远的NE(如果第二方向是上游方向,即源NE,并且如果第二方向是下游方向,即目的地NE)发送路径确认消息,则通常将是优选的,因为在路径的第二方向上最远的NE是能够实际上确认路径中所有NE都就绪且可用的NE。然而,由于中央控制通道失效,可能在路径的第二方向上最远的NE与中央控制器没有联系,使得其不能将路径确认消息发送至中央控制器。为此,根据该实施方式,路径确认消息始终从这样的NE发送,该NE在第二方向上最远,但是该NE与通用控制器有联系。

[0053] 特别地,在第二方向上最远的NE一旦从在第一方向上邻近的NE接收到分布式回执消息,就尝试将路径确认消息发送至中央控制器。然后,在在第二方向上最远的NE不能将路径确认消息传送至中央控制器的情况下,在第二方向上最远的NE将“路径确认失败消息”发送至在路径的第一方向上邻近的NE,路径确认失败消息指示在第二方向上最远的NE未能将路径确认消息传送至中央控制器。每个NE一旦从在第二方向上邻近的NE接收到路径确认失败消息,就同样地尝试将路径确认消息发送至中央控制器,并且,如果其不能将路径确认消息传送至中央控制器,则其将路径确认失败消息发送至在上述路径的第一方向上邻近的NE。这样,路径确认失败消息在路径的第一方向上转发,直到路径确认失败消息由与中央控制器具有联系的NE接收到。

[0054] 在本文中,路径确认消息可简单对应于分布式回执消息。也就是说,不需要为确认生成“新型”的消息。作为替代,每当中央控制消息从NE中的一个接收到分布式回执消息时,其将会将该分布式回执消息理解成整个路径设置成功的确认。

[0055] 同样地,路径确认失败消息可简单对应于分布式回执消息。通常,NE将从在路径的

第一方向上邻近的NE接收分布式回执消息,并且路径确认失败消息从在路径的第二方向上邻近的NE接收。因此,如果NE从在路径的第二方向上邻近的NE接收分布式回执消息,其可将分布式回执消息理解为路径确认失败消息,使得在这种情况下也不需要创建新型消息。

[0056] 虽然以上公开涉及路径设置流程,但是本发明的方法还考虑了相反的流程,也就是说,释放现有路径的流程。因此,优选地,该方法进一步包括释放路径的步骤,包括:

[0057] -将中央路径释放消息从上述中央控制器发送至上述源NE、上述中间NE和上述目的地NE之中的所有NE或至少多个NE,上述中央路径释放消息包括释放路径的指令,以及

[0058] -在上述路径中的NE之间发送分布式路径释放消息,上述分布式路径释放消息是基于由上述NE中的一个接收到的至少一个中央路径释放消息的,

[0059] 上述分布式路径释放消息允许分配由于在中央路径释放消息的传送上的失败而丢失的路径释放信息。

[0060] 因此,路径释放与之前描述的路径设置类似。中央控制器可将中央路径释放消息发送至每个NE。在正常情况下,即,在不存在控制路径失效的情况下,则每个NE仅进行本地交换设置,并且释放用于路径的本地资源,并且然后可将回执发送回中央控制器。然而,在中央控制器与NE中的一个之间的控制路径存在问题的情况下,路径释放指令还可以使用与建立路径时采用的分布式路径消息类似的方式的分布式路径释放消息转发至NE。

[0061] 为了实现数据路径的计算,中央控制器需要知道网络拓扑信息。因此,在优选实施方式中,网络元件实现直接连接的邻居的发现,并且将邻居邻近信息转发至中央控制器。为此,可采用例如链路管理协议(LMP)或等同方法。

[0062] 在优选实施方式中,中央控制器在包括IP路由和光交换的多层架构中执行路径计算。

[0063] 优选地,中央控制器是管理网络中数据流控制的SDN控制器。

附图说明

[0064] 图1是用于采用本发明的传输网络的SDN架构的示意性概观,

[0065] 图2是分布在大型地理区域内且由中央传输SDN控制器控制的多个网络元件的示意图,

[0066] 图3是传输SDN控制器和多个NE以及在传输SDN控制器和多个NE之间交换的中央控制消息和分布式控制消息的示意图,

[0067] 图4是与图3类似的示意图,其中,传输SDN控制器与NE之间除了到源NE的控制信道之外的所有控制信道均是不正常的,

[0068] 图5是与图3类似的示意图,其中,传输SDN控制器与上游最远的多个NE之间的控制信道是不正常的,以及

[0069] 图6是采集邻近信息并将邻近信息转发至传输SDN控制器的多个NE的示意图。

具体实施方式

[0070] 为了促进对本发明的原理的理解的目的,现将参考附图中所示出的优选实施方式,并且将使用特定的语言描述优选实施方式。然而,将理解的是,本发明的范围并不限于此,如现在或将来通常会由本发明相关领域中的技术人员想到的那样,能够预期在所示出

的装置和方法中的改变和进一步修改,并且能够预期所示出的本发明的原理的进一步应用。

[0071] 图1是用于采用本发明的传输网络的SDN架构的示意性概观。在图1的架构中,提供了中央控制器10,在本实施方式中,中央控制器10是控制传输网络中的数据传输的SDN控制器,并因此,称为“传输SDN控制器”。传输SDN控制器10通过例如OpenFlow的适当协议与进一步的SDN控制器通信,进一步的控制器称为端到端(E2E)SDN控制器12。E2E控制器12使源网络元件和目的地网络元件与传输SDN控制器10通信,然后,传输SDN控制器10转而控制传输网络中适当数据路径的建立。注意,在本实施方式中,“控制器”指代计算机或配备有用于实现控制的适当软件的多个互联的计算机。称为“商业应用”层的进一步商业应用程序14设置在E2E SDN控制器12之上。

[0072] 从E2E SDN控制器12的角度来看,传输SDN控制器10和底层的传输网络被视为像“单开关”,因此E2E SDN控制器12仅指定源NE和目的地NE、然后传输SDN控制器10建立源NE与目的地NE之间的数据路径,就像在交换机的源端口与目的地端口之间的“关闭开关”一样。

[0073] 传输SDN控制器10适于计算从源NE沿着多个中间NE到目的地NE的数据路径。传输SDN控制器是“中央控制器”,因为其与中央路径计算元件(PCE)类似,中央路径计算元件计算网络中可覆盖通常延伸到地下区的尺寸之外的大型地理区域且实际上能够覆盖包括多个地下区的全部地区的数据路径。

[0074] 传输SDN控制器10具有关于网络拓扑结构的最新信息,并且,由于传输SDN控制器10集中控制整个网络的数据传输,所以其还进一步具有关于整个网络的流量的最新信息。这样,传输SDN控制器10每次都可以建立互相一致且最优化使用可用资源的数据路径。

[0075] 图1还示意性地示出了由传输SDN控制器10控制的传输网络,包括路由器16和光节点18,在本文中,光节点18还称为“交换机”18,在本实施方式中,光节点18建立密集波分复用(DWDM)光网络。如技术人员将理解的,“传输网络”是给相对高的带宽提供对所传输的且长距离传输的数据进行通常较少的处理从而覆盖大的地理距离的通信网络。在下文中,光节点或交换机18以及路由器16两者都称为“网络元件”(NE)。如上所述,在本公开中,NE可以是任何类型的交换机,包括:例如层0交换机,诸如光交换机;以及层2交换机,诸如以太网交换机等。

[0076] 传输SDN控制器10包括计算关于诸如数据包、光数据单元(ODU)和光信道(OCh)层的多层的优化数据路径的多层优化PCE。传输SDN控制器10建立显式路径信息,其中,显式路径信息包括显式路由信息和交换机设置信息或在说明书的引言部分中所解释的标签选择。然后,该显式路径信息需要被传送至所确定的路径中的NE,使得每个NE可执行其用于数据传输的设置。然后,显式路径信息可经由中央控制消息从传输SDN控制器10发送至组成该路径的NE 16、NE 18中的每个。有利的是,每个NE 16、NE 18一旦接收到对于其用于沿着上述路径的数据传输的设置所需要的信息,就可以立即开始其设置,使得该路径可基本上在所有NE 16、NE 18处同时建立,而不是例如像在普通GMPLS方案中那样连续地建立。

[0077] 然而,仅在传输SDN控制器10和NE 16、NE 18之间通过中央控制消息传送相关路径信息也具有缺点,这些缺点从图2的示意图中变得明显。

[0078] 图2示意性地示出了横跨美国分布的多个网络元件18。图2进一步示出了传输SDN

控制器10以及承载在传输SDN控制器10与相应的网络元件16、18之间的中央控制消息的、用线表示的控制路径。传输SDN控制器10的精确位置未在图2中表明。然而,显然,无论传输SDN控制器10位于何处,其将必然始终与网络元件18中的至少一部分间隔较大的地理距离。这是人们为在大型地理区域中提供中央控制而必须付出的不可避免的代价。然而,控制路径越长,控制路径可能失败的风险越高。因此,对大型地理区域的集中控制与例如在数据中心或地下环境内的集中控制相比更加脆弱。

[0079] 而且,与管理平面不同,SDN控制平面必须一直运行。也就是说,对于SDN,在需要出现时,路径可能需要动态地建立、释放或修改。虽然数据平面和控制平面是分离的,但是到数据平面节点的控制路径的失效意味着节点失去SDN功能。因此,控制器的失效意味着整个网络的SDN功能的完全失效。

[0080] 为了提供高水平的故障容限以控制路径失效,在本发明的优选实施方式中,除了使用中央控制消息20外,还使用了将参考图3进行解释的分布式控制消息。

[0081] 图3中,示出了根据由传输SDN控制器10计算的路径的源NE 18S、目的地NE 18D以及多个中间NE 18。传输SDN控制器10将中央路径消息20发送至路径中的每个NE 18、18S、18D。注意,“中央路径消息”是之前提及的中央控制消息的具体示例。它们是“中央”路径消息,这是因为它们总是从中央传输SDN控制器10发送。每个中央路径消息20均包括显式路径信息,即,用于整个路径的显式路由信息和交换机设置信息。在所示出的实施方式中,显式路径信息由显式路由对象(ERO)和标签显式路由对象(LERO)构成。在本文中,“标签”具有与GMPLS协议套中的意义相同的意义。

[0082] 而且,根据所示出的实施方式,NE 18、18S、18D交换分布式控制消息22、24。在本文中,“分布式控制消息”是在路径的NE 18、18S、18D之间交换的控制信息。这些分布式控制消息包括:分布式路径消息22,分布式路径消息22总是在下游方向上发送,即,向目的地NE 18D发送;以及在相反的方向上发送的分布式回执消息24。分布式路径消息22还包括整个路径的显式路径信息。分布式回执消息24指示发送NE 18以及位于其下游的所有其它NE都已设置成功。最后,如果每个NE 18均设置成功,则控制器还提供从每个NE 18发送到传输SDN控制器10的中央回执消息26(为了清楚起见,仅在气泡中示出)。

[0083] 更详细地,分布式控制消息22、24根据以下方案进行交换:在每个NE 18处,路径消息(中央路径消息20或分布式路径消息22)将仅在其第一次被接收时被处理。也就是说,如果在NE 18处中央路径消息20被第一次接收到,则将对中央路径消息20进行处理。然而,如果分布式路径消息22应该是第一次从在上游方向上邻近的NE 18被接收,则将对该分布式路径消息22进行处理,并且,将忽略随后可能到达的中央路径消息20。

[0084] 路径消息20、22的处理从其验证开始。在本文中,验证意指核对NE 18实际上是否是路径的一部分,以及核对NE是否可用于请求的数据传输。由于用对整个网络的流量及其当前拓扑结构的认识对路径集中地进行了计算,所以,在大多数情况下,NE 18将仍然可用,并且对于请求的数据传输具有充足资源。

[0085] 如果验证是肯定的,则NE根据包括在中央路径消息22或分布式路径消息22中的标签路由对象实现本地设置,上述中央路径消息22或分布式路径消息22中任何一个都是第一次被接收。当然,在任何情况下,中央控制消息20和分布式控制消息22中的显式路径信息无论如何都互相保持一致。成功的(未成功的)设置通过中央回执消息26向传输SDN控制器10

肯定应答(否定应答)。

[0086] 而且,除非NE是目的地NE 18D,否则分布式路径消息22将按照显式路由对象(Explicit Route Object)发送至在路径的下游方向上邻近的NE 18。

[0087] 一旦目的地NE 18D设置成功,NE 18D就在上游方向上发送分布式回执消息24。如果从在路径的下游方向上邻近的NE接收到分布式回执消息的每个NE 18也设置成功,则其将该回执消息24转发(或者将相同或类似的回执消息24发送)至在上游方向上邻近的NE 18。因此,每当路径中的NE 18从其下游邻居接收到分布式回执消息24时,表示路径中位于其下游侧的全部NE 18、18D都已设置成功。因此,当源NE 18S接收到分布式回执消息24时,意味着整个路径已经设置成功,通过中央路径确认消息28(为了清楚起见,仅在气泡中示出)指示给传输SDN控制器10。从中央传输SDN控制器10的角度看,接收中央路径确认消息28与分别从路径的全部NE接收肯定的中央回执消息26具有相同的意义。在本实施方式中,中央路径确认消息28仅是与分布式回执消息24相同的消息,即,来自源NE 18S的分布式回执消息24的接收将由传输SDN控制器10理解为用于整个路径设置成功的确认。

[0088] 如从以上描述中显而易见的,该方法对于中央控制路径失效确实非常具有容错能力。事实上,如图4中示意性地示出的那样,即使传输SDN控制器10与除了源NE 18S之外的全部NE 18之间的控制路径均失效,传输路径也可成功建立。在这种情况下,显式路径信息(ERO、LERO)将经由中央路径消息20由源NE 18S接收,并且显式路径信息将经由分布式路径消息22传送至路径的全部NE 18、18D。然后,如果路径的全部NE 18、18S根据该显式路径信息设置成功,则这可经由分布式回执消息24向源NE 18S告知,并且可经由中央路径确认消息28向传输SDN控制器10确认。在图3中,虚线30象征性地表示显式路径信息的流动,并且虚线32指示回执信息的流动。不正常的控制路径由“交叉”符号34指示。因此,在目前为止所描述的控制方案的简化版本中,这是可处理的最坏情况。当然,如果控制路径中仅一个或几个会失效,则路径的建立将加快,这是因为路径对于不同的NE可同时设置。

[0089] 然而,源NE 18S与传输SDN控制器10之间的控制路径可能会失效。在这种情况下,通过上述方法的版本,路径不能成功建立,这是因为源NE 18S没有机会经由分布式路径消息接收显式路径信息(因为分布式路径消息始终仅向下游发送),并且由于中央控制路径中的失效,源NE 18S甚至不能经由路径确认消息28指示路径设置成功。这种情况在图5中示出,其中,源NE 18S与传输SDN控制器10之间的中央控制路径是不正常的。

[0090] 为了在这种情况下也允许数据路径的成功建立,根据优选实施方式,将以上所述的方案扩展为分布式回执消息24也包括显式路径信息(即,ERO和LERO)。在图5中,参考符号18'指代具有与传输SDN控制器10的运行的控制信道的最远上游。对于该NE 18'以及位于其下游方向的全部NE 18、18D,路径设置按照以上参考图3所描述的方式进行。然后,当NE 18'从在下游方向上邻近的NE接收到分布式回执消息24时,NE 18'在上游方向上转发该分布式回执消息24。在本实施方式中,由于分布式回执消息24还包括显式路径信息(ERO,LERO),所以NE 18'的上游方向上的NE一旦接收到分布式回执消息24就可以执行其的设置,并且成功向更上游转发分布式回执消息24,直到分布式回执消息24到达源NE 18S。

[0091] 在该示例中,源NE 18S通常会将路径确认消息28发送至传输SDN控制器10,然而,在这种情况下,由于在源NE 18S与传输SDN控制器10之间的控制路径方面的失效,这是不可能的。根据该优选实施方式,每当NE 18不能将路径确认消息28发送至传输SDN控制器10时,

NE 18在路径的下游方向上发送路径确认失败消息34。重复这个过程直到路径确认失效消息34由NE 18'接收到,NE 18'是经由运行的中央控制路径与传输SDN控制器10连接的最远上游NE。然后,该NE 18'能够将路径确认消息28发送至传输SDN控制器10。

[0092] 路径确认失败消息34不必是完全新的消息,而是可以简单对应于与之前描述的分布式回执消息24相似的分布式回执消息,唯一的区别是路径确认失败消息34向下游发送,而不向上游发送。也就是说,每当NE 18从在上游方向上邻近的NE接收到分布式回执消息24时,该分布式回执消息24将被理解成路径确认失败消息34。

[0093] 虽然在优选实施方式的描述中仅对路径的建立进行详细说明,但是应理解类似的方案可应用于释放路径。如技术人员将理解的,对于释放路径,中央SDN控制器10可向所有NE 18发送包括用于释放路径的指令的中央路径释放消息。响应于接收到这种中央路径释放消息,每个NE18可进行本地交换设置,并且释放用于路径的本地资源,然后将回执发送回中央SDN控制器10。除此之外,与之前对于路径建立所描述的类似,分布式路径释放消息可在基于中央路径释放消息中的至少一个的路径的NE 18之间交换。这样,由于控制路径失效而未接收到中央路径释放消息的NE可经由分布式路径释放消息接收路径释放指令。

[0094] 虽然上文对当前优选的实施方式进行了描述,但是应理解的是,这只是示例性的,并且在不背离本发明的精神和范围的情况下,可以做出诸多修改。

[0095] 特别地,传输SDN控制器10没有必要将中央路径消息发送至路径中的每个NE 18、18S、18D,而在诸多实际应用中,中央路径消息仅发送至NE的子集可能就足够了。而且,每个中央路径消息20或每个分布式路径消息22没有必要都包括用于整个路径的显式路径信息。从更宽泛的角度来看,只要中央路径消息20中的至少一部分包括比接收者NE 18对于其用于沿着上述路径的数据传输的设置所需的信息多的信息(即,可由由于中央控制信道失效而与传输SDN控制器10切断的另一NE 18用于其设置的信息),就可实现对不存在分布式消息收发的完全集中式方案的改进。

[0096] 如果中央路径消息20或分布式路径消息22不包括用于整个路径的显式路径信息,则如果中央路径消息20或分布式路径消息22包括涉及多个邻近的NE的显式路径的连续部分的显式路由信息和交换机设置信息,则仍然是有利的。而且,在分布式回执消息24也包括显式路由信息和交换机设置信息的情况下,分布式回执消息24包括用于在发送分布式回执消息24的NE的上游方向上安置的路径的连续部分的这种信息通常将是足够的。然而,为了简单起见,在所描述的实施方式中,每个中央路径消息20、每个分布式路径消息22和每个分布式回执消息24将总是包括整个路径的路径信息。

[0097] 为了能够计算路径,传输SDN控制器10需要知道受到控制的整个网络的拓扑信息。为此,根据本发明,网络内的NE 18执行直接连接邻居或间接连接邻居的邻居发现,并且向传输SDN控制器10转发由图6中的虚线箭头36指示的邻居邻近信息。这种邻居发现可使用领域中本来已知的协议实现,例如链路管理协议(LMP)或等同的方法。

[0098] 上述实施方式和附图仅用于说明根据本发明的方法和装置,并且不应被理解为指示其任何限制。专利的范围仅由所附权利要求确定。

[0099] 参考符号列表

[0100]	10	传输SDN控制器10
[0101]	12	端到端SDN (E2E) 控制器

[0102]	16	路由器
[0103]	18、18S、18D	网络元件
[0104]	20	中央路径消息
[0105]	22	分布式路径消息
[0106]	24	分布式回执消息
[0107]	26	中央回执消息
[0108]	28	路径确认消息
[0109]	30	显式路径信息的流动
[0110]	32	回执信息的流动
[0111]	34	路径确认失败消息
[0112]	36	转发邻近信息

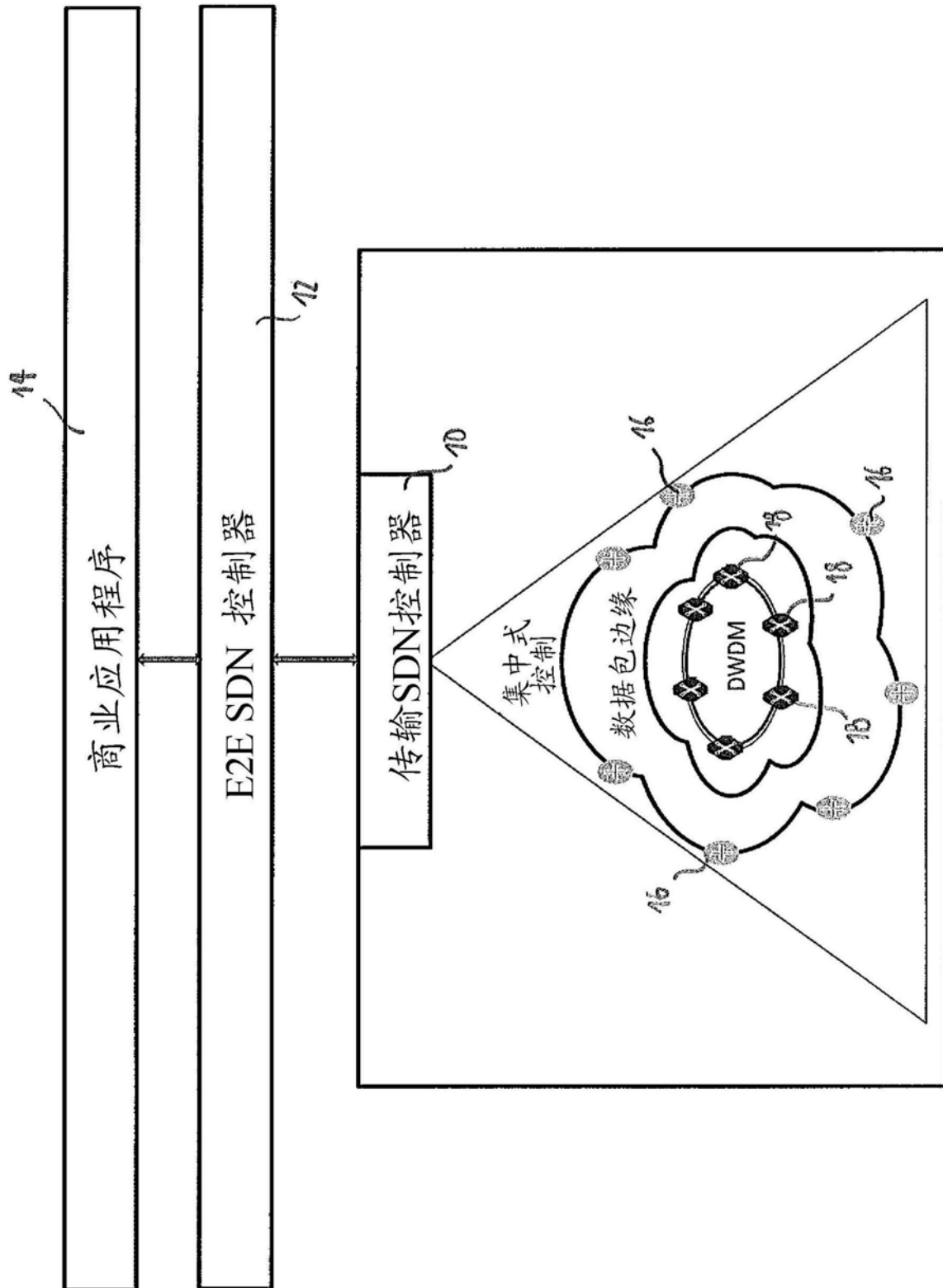


图1

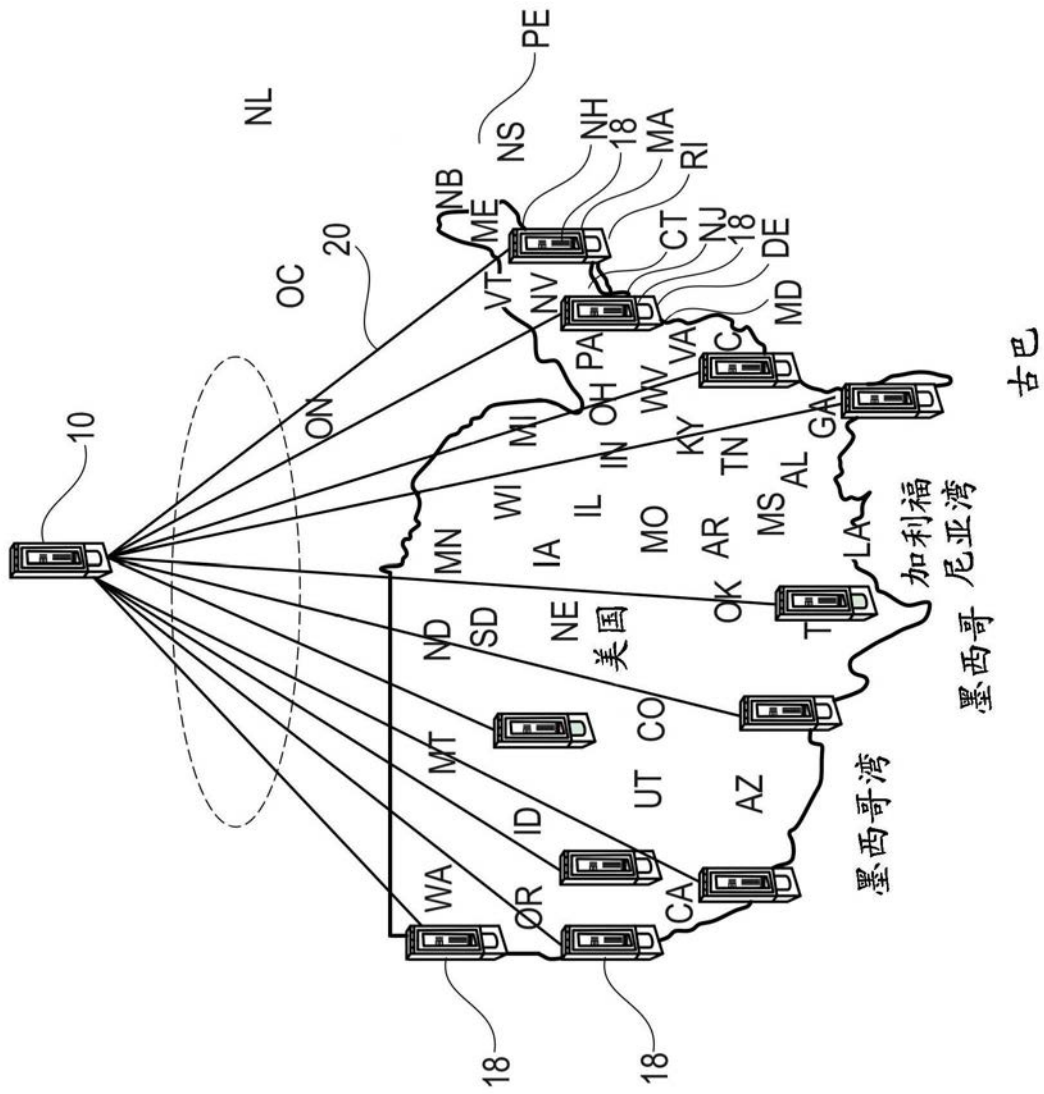


图2

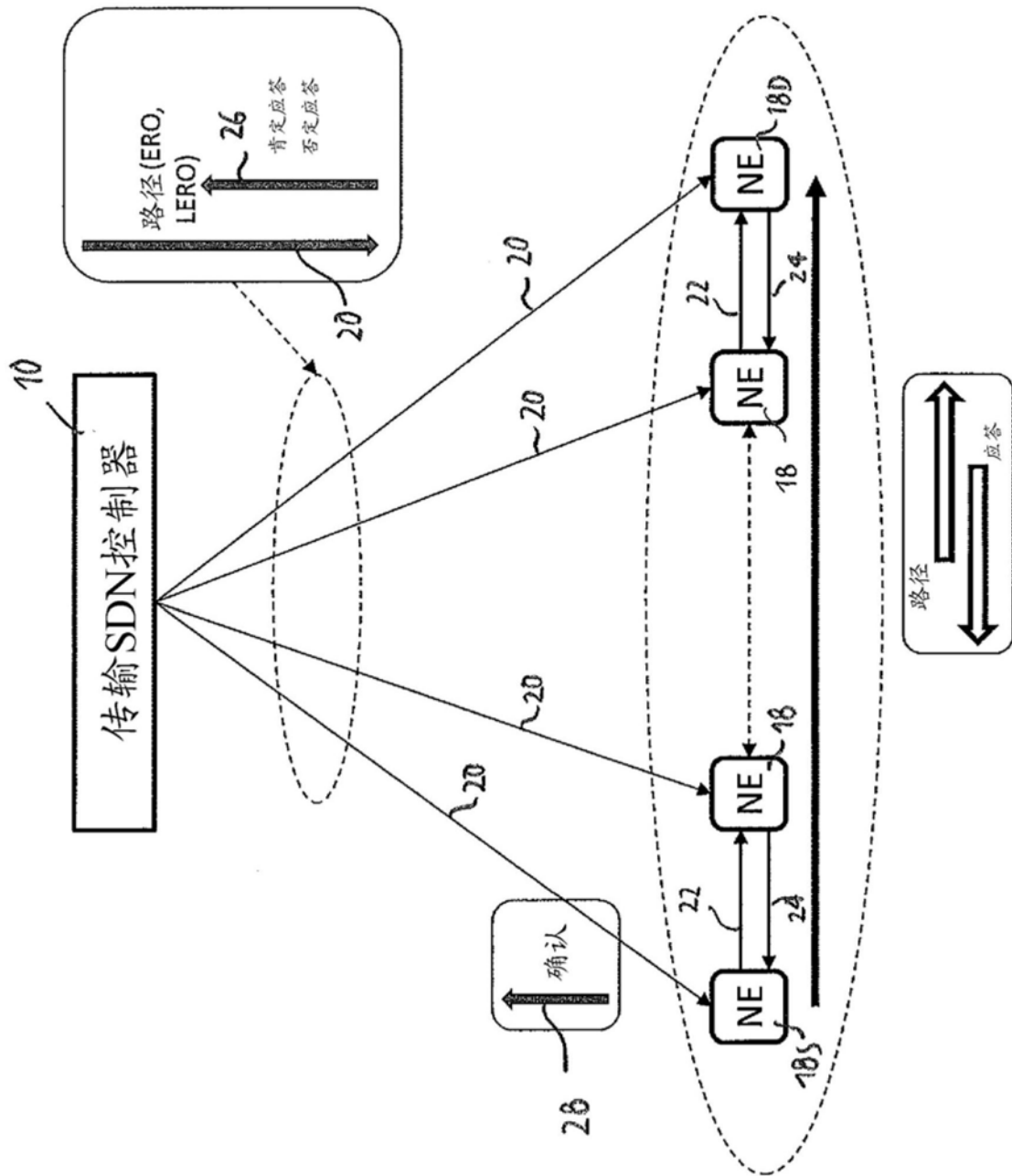


图3

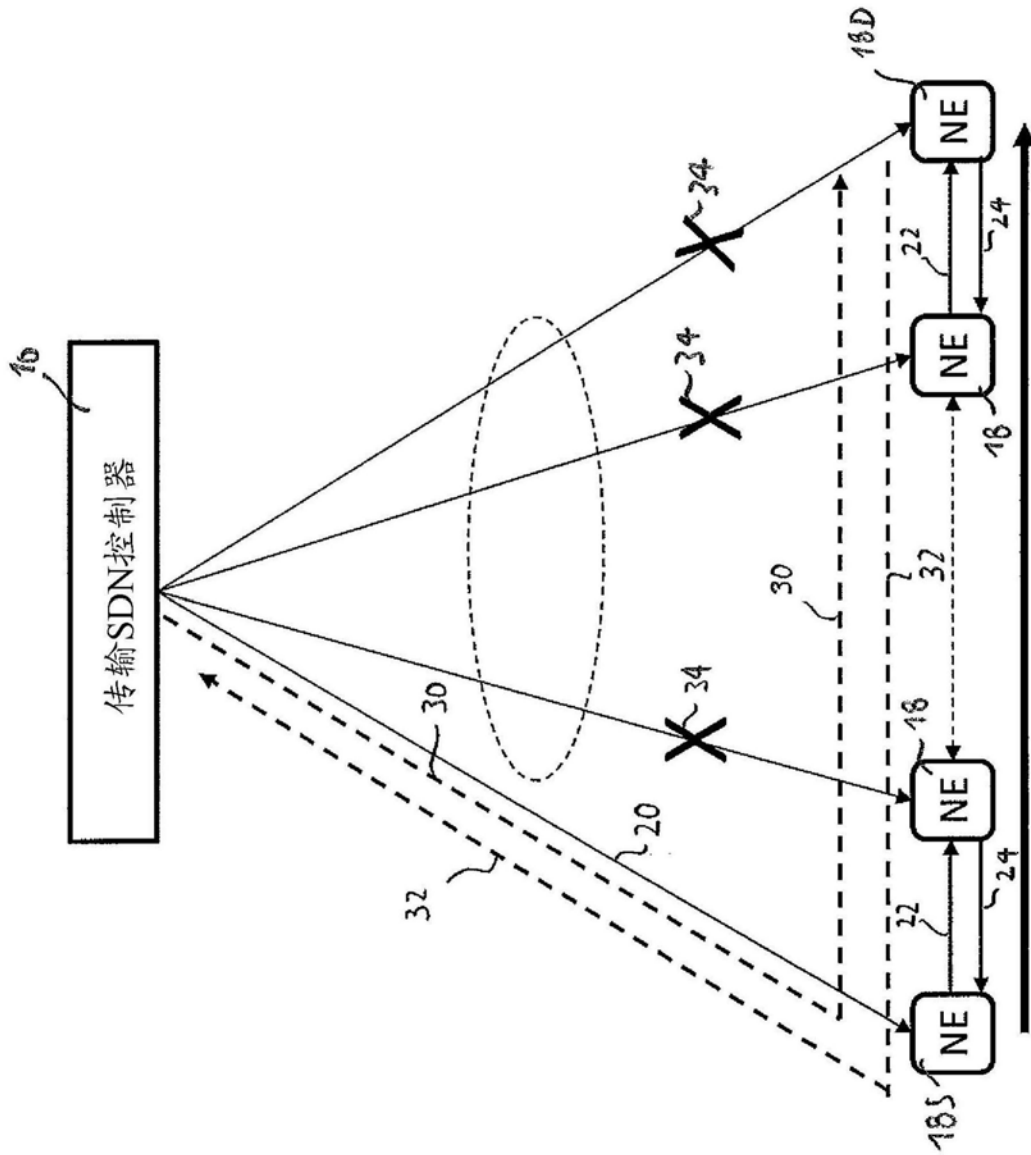


图4

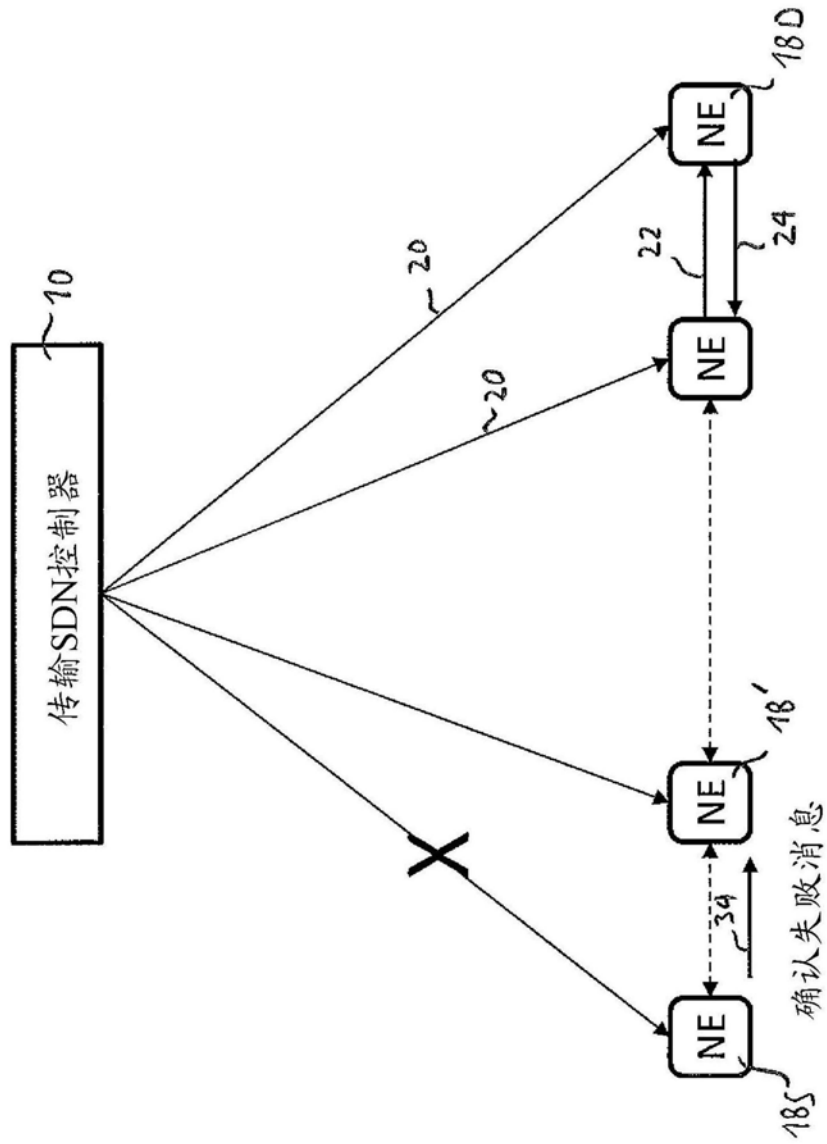


图5

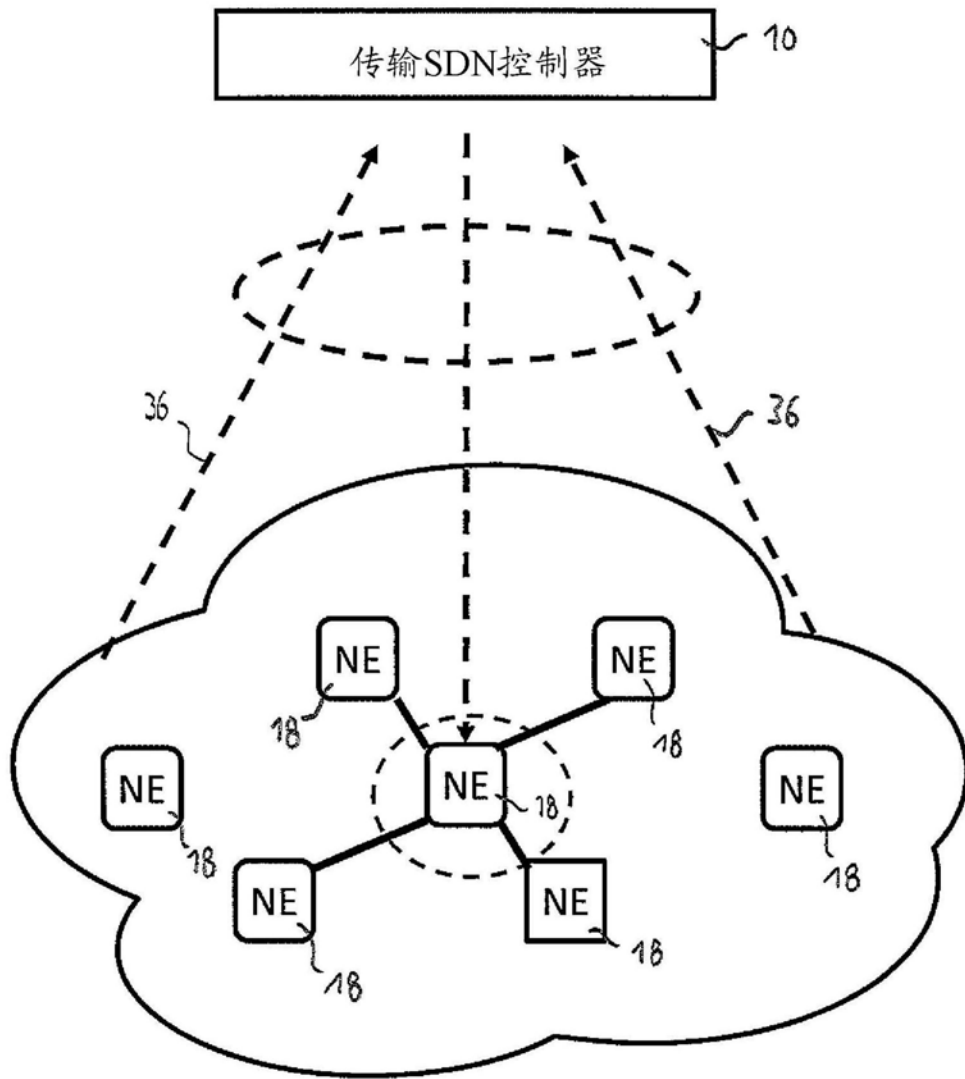


图6