

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/64 (2006.01)

H04L 12/44 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02829297.9

[45] 授权公告日 2009年12月2日

[11] 授权公告号 CN 100566307C

[22] 申请日 2002.7.10 [21] 申请号 02829297.9

[86] 国际申请 PCT/EP2002/007699 2002.7.10

[87] 国际公布 WO2004/008703 英 2004.1.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.10

[73] 专利权人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72] 发明人 J·安德松 J·福勒曼

[56] 参考文献

US2001/0030978A1 2001.10.18

CN1112385A 1995.11.22

US6215789B1 2001.4.10

US2002/0054589A1 2002.5.9

US6259683B1 2001.7.10

审查员 高 静

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李亚非 王忠忠

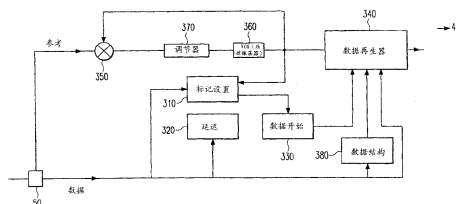
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

[54] 发明名称

分组交换网络中时间敏感数据的同步数据传输系统

[57] 摘要

一种传输装置和方法，允许时间敏感数据通过一个分组交换网络传输并且同时到达各个单独的终端点，不需要对网络中所有有效负荷承载节点进行同步。其实现是通过网络从发送节点到端节点传播一个定时参考，每个端节点将自己的本地频率发生器的相位调整到这个定时参考。然后发送节点将数据结构信息发送到端节点，使端节点再生同步数据流的定时和结构。最后延迟信息被发送到每个端节点，允许端节点将同步数据传输的开始调整到一个所有节点能够基本上同时开始传输的量。有了这个信息，端节点独立地重新产生同步的信号。这个解决方案具有使网络基础设施基本上保持不变的好处，但是定时敏感的应用程序可以将该网络当作是同步网络。



1. 一种传送时间敏感数据的数据传输链路，所述链路包括第一节点（10）及通过宽带分组交换网络（1）连接到所述第一节点的多个端节点（30），从而使每个端节点（30）连接至少一个端终端（40），每个所述端节点（30）包括：

定时发生电路（350、360、370），用于产生一个输出定时信号，锁相到接收的所述第一节点（10）发出的参考定时信号上，

数据结构接收装置（380），从所述第一节点（10）接收数据结构信息并从所述信息中识别在所述端节点（30）和所述端终端（40）之间发送时间敏感数据的数据结构格式，

延迟信号发生器（320），根据从所述第一节点（10）接收的延迟信息产生一个延迟信号，以及

数据转换装置（340），与所述延迟信号发生器（320）、所述数据结构接收装置（380）以及所述定时发生电路（350、360、370）通信，所述数据转换装置被设计为从所述第一节点（10）接收有效负荷数据，并将标识为时间敏感数据的有效负荷数据以同步方式重发到所述端终端，其中在每个端节点中根据所述接收的参考定时信号、所述接收的数据结构格式以及所述接收的延迟信号调整所述有效负荷数据传输的定时，以便所有端节点基本上同时地发送所述有效负荷数据。

2. 权利要求1中要求的链路，其特征在于至少一个中间节点被安排在所述第一节点（10）和至少一个所述端节点（30）之间，每个所述中间节点包括定时发生电路（50、60），所述定时发生电路用于产生一个输出定时信号，锁相到接收的所述第一节点（10）发出的参考定时信号上，并将所述输出定时信号传播到所述端节点（30）。

3. 权利要求1或2中要求的链路，其特征在于从所述第一节点（10）接收数据结构信息的所述数据结构接收装置（380）还包括从所述信息中提取数据传输开始时间标记的装置（310），所述数据传输开始时间标记表示在所述端节点（30）和所述端终端（40）之间发送时间敏感数据的发送时间的绝对开始。

4. 权利要求 3 中要求的链路, 其特征在于所述延迟信号发生器 (320) 被设计为用所述产生的延迟调整所述传输开始时间标记的定时。

5. 权利要求 1 或 2 中要求的链路, 其特征在于每个所述端节点 (30) 被设计为确定所述端节点 (30) 和所述第一节点 (10) 之间的节点传输延迟, 并将这个节点传输延迟传递到所述第一节点 (10), 而且其中, 所述第一节点 (10) 被设计为确定各个端节点 (30) 的最大节点传输延迟, 并将这个最大节点传输延迟作为延迟信息传递到所有端节点 (30)。

6. 权利要求 5 中要求的链路, 其特征在于所述节点传输延迟是端节点 (30) 和所述第一节点 (10) 之间的往返延迟。

7. 权利要求 1 或 2 中要求的链路, 其特征在于所述定时发生电路包括从接收信号中提取定时参考的装置 (50)、将所产生的定时信号锁相到所述定时参考的装置 (71、72、73; 350、360、370) 以及将所述锁相的定时信号施加到输出信号上, 以便产生所述输出定时信号的装置 (60)。

8. 权利要求 1 或 2 中要求的链路, 其特征在于所述网络是以太网。

9. 一种在第一节点 (10) 和多个端节点 (30) 之间通过分组交换网传输时间敏感数据的方法, 其中每个端节点 (30) 连接到至少一个端终端 (40), 所述方法包括:

通过所述网络从所述第一节点到每个所述端节点传播定时信号,
从所述第一节点到每个端节点发送表示数据结构类型的信号, 所述数据结构类型标识从所述端节点到所述端终端传输所用的数据格式,

从所述第一节点向每个端节点发送延迟数字, 所述延迟数字表示所述第一节点和任一所述端节点之间最大传输延迟,

在所述第一节点和所述端终端之间发送有效负荷数据, 藉此每个端节点和相应的端终端之间发送的有效负荷数据是根据所述定时信号在所述标识的数据格式中格式化的、并根据所述延迟数字调整过的, 这样从每个端节点到每个端终端的有效负荷数据传输都是基本上同步发生的。

10. 权利要求 9 中要求的方法, 还包括通过确定任何端节点和所述第一节点之间的最大传输延迟产生所述延迟数字的步骤。

11. 权利要求 10 中要求的方法，其特征在于还包括从端节点向所述第一节点发送延迟消息并将延迟消息返回端节点、基于所述消息的返回时间计算传输延迟、并将这个传输延迟传递到所述第一节点的步骤。

12. 权利要求 9 到 11 中任何一项权利要求的方法，其特征在于发送表示数据格式的信号的所述步骤包括，发送一串信息消息，其中各信息消息之间的间隔表示从所述端节点到所述端终端发送所标识的数据结构的重复率。

13. 权利要求 12 中要求的方法，其特征在于还包括如下步骤：

在每个端节点，确定各信息消息之间的间隔，产生对应于所述间隔的周期性定时标记，并利用所述定时标记开始将所标识的有效负荷数据数据结构发送到所述端终端。

14. 权利要求 13 中要求的方法，其特征在于还包括如下步骤：

在每个端节点中，根据所述延迟数字调整所述周期性定时标记。

15. 一种用于宽带分组交换网的端节点，用于从所述网络中的发送节点接收第一数据格式的分组交换数据，并向处于所述网络外的端终端（40）发送第二格式的同步数据，所述端节点（30）包括

定时发生电路（350、360、370），用于产生一个锁相到接收的参考定时信号上的输出定时信号，

数据结构接收装置（380），接收表示所述第二格式的数据结构和重复率的数据结构信息，

延迟信号发生器（320），根据从所述发送节点（10）接收的延迟信息产生一个延迟信号，以及

数据转换装置（340），与所述延迟信号发生器（320）、所述数据结构接收装置（380）以及所述定时发生电路（350、360、370）通信，所述数据转换装置用于接收所述第一数据格式的有效负荷数据，并以所述第二格式重发标识为时间敏感数据的有效负荷数据，其中根据所述接收的参考定时信号、所述接收的数据结构格式以及所述接收的延迟信号调整所述有效负荷数据传输的定时。

16. 权利要求 15 中要求的端节点，其特征在于还包括识别以所述第一格式接收的数据开始的装置（320、310、330），其中所述数据开始代表将以所述第二格式发送的有效负荷数据单元的开始。

17. 权利要求 15 或 16 中要求的端节点, 其特征在于从所述发送节点 (10) 接收数据结构信息的所述数据结构接收装置 (310) 还包括从所述信息中提取数据传输开始时间标记的装置 (310), 所述数据传输开始时间标记表示在所述端节点 (30) 和所述端终端 (40) 之间发送时间敏感数据的发送时间的绝对开始。

18. 权利要求 17 中要求的端节点, 其特征在于所述延迟信号发生器 (320) 被设计为用所述产生的延迟调整所述传输开始时间标记的定时。

19. 权利要求 15 或 16 中要求的端节点, 其特征在于每个端节点还用于确定自所述发送节点 (10) 的节点传输延迟。

20. 权利要求 19 中要求的端节点, 其特征在于所述节点传输延迟是所述端节点和所述发送节点 (10) 之间的往返延迟。

21. 权利要求 15 或 16 中要求的端节点, 其特征在于所述定时发生电路包括从接收信号中提取定时参考的装置 (50)、将所产生的定时信号锁相到所述定时参考的装置 (61、62、70; 350、360、370) 以及将所述锁相的定时信号施加到输出信号上, 以便产生所述输出定时信号的装置 (60)。

分组交换网络中时间敏感数据的同步数据传输系统

发明领域

本发明涉及通过分组交换网传输时间敏感应用程序中的数据,而且特别涉及异步网络。

背景技术

使用分组交换技术的异步宽带网络,例如以太网,对传输数据来说是非常强壮而且可靠的。这种强壮性部分在于异步操作的特性,因为网络中的每个节点能够独立于其它节点操作,因此节点之间的通信不需要高性能的定时部件。这种宽带网络越来越多,引起了使用这种网络传递具有严格定时要求的应用的兴趣,例如音频或视频。考虑到这些类型网络的广泛普及,移动电话特别是一种可能的候选。但是,这些实时应用要求网络的往返延迟很低。例如在话音通信中,超过大约100ms的往返延迟用户就可以分辨出来,因为任何延迟都被认为是对话中的停顿。同步操作也是很关键的,例如视频数据中的话音和图像部分要确保同时到达,这样无线基站才能同时发送数据。

当前这个问题的解决方案包括安装高性能的振荡器,在接入节点中作为时钟信号发生器,并且将这些振荡器与外部时钟源同步,例如使用基于IP的定时协议:如NTP(网络定时协议)。但是,除了修改接入节点所需的花费以外,当使用NTP时,将端节点同步到主节点网络,启动时间以及复位或故障恢复所需的时间是很长的,通常不是几天也是几个小时的量级。此外,接入节点所伴随的复杂性和技术性的增加本身改变了分组交换网的性质,使之更容易出故障。

因此存在能够通过现有分组交换网络可靠地传输实时或时间敏感应用、不需要对网络基础设施做太大修改而且能够实现快速网络启动和恢复时间的需要。

发明内容

上述目的在独立权利要求所定义的装置和方法中实现。

具体而言,建议了一种传送时间敏感数据的数据传输链路,包括通过宽带分组交换网络连接到多个端节点的第一节点以及至少一个处于连接每个端节点的网络之外的端终端。每个端节点包括定时发生

电路，产生一个输出定时信号，锁相到接收的第一节点中发出的参考定时信号上。端节点也包括从第一节点接收数据结构信息的装置。使用这个数据结构信息，端节点识别将时间敏感数据发送到端终端所需的数据结构格式。端节点也包括延迟信号发生器，根据从第一节点接收的延迟信息产生一个延迟信号。这个延迟信号最好设置为代表第一节点和任何端节点之间最差情况下的传输延迟。端节点还包括一个数据转换器，接收来自延迟信号发生装置的延迟信号、来自数据结构接收装置的数据结构、来自定时发生电路的定时信号。这个数据转换器设计为通过分组交换网从第一节点接收有效负荷数据，并将这个有效负荷数据以同步方式重发到各个端终端。数据转换器根据接收的定时信号、接收的数据结构格式以及接收的延迟信号，调整每个端节点中有效负荷数据传输定时，以便所有端节点基本上同时地发送有效负荷数据。发明还存在于一个适于作为这个链路中的一个端节点而操作的节点。

根据本发明，也建议了一种方法，在第一节点和多个端节点之间通过分组交换网传输时间敏感数据，每个端节点连接到网络外面的至少一个端终端。该方法包括如下步骤：通过网络从第一节点到每个端节点传播定时信号并从第一节点到每个端节点发送表示数据结构类型的信号。数据结构类型标识从端节点到端终端传输将用的数据格式。该方法继续的步骤是从第一节点向每个端节点发送延迟数字，这个延迟数字表示第一节点和任一端节点之间最大传输延迟。最后，在第一节点和端终端之间发送有效负荷数据，每个端节点和相应的端终端之间发送的有效负荷数据是根据所述定时信号在所标识的数据结构格式中格式化的、并根据所述延迟数字调整过的，这样从每个端节点到每个端终端的有效负荷数据传输都是基本上同步发生的。

所建议的解决方案不要求主和端节点的主动同步。相反，在网络中只将发送节点所用的时钟信号的特性或质量散发到端节点。然后这些节点使用这个信息再生同步信号。通过网络简单地将同步传输所需的其余信息——即数据格式、也就是要发送数据的结构和定时以及调整数据结构定时必需的延迟信息——发送到端节点。因此端节点独立地再生同步信号。这个解决方案的优点是，网络基础设施可以保持基本上不变，但是定时敏感的应用程序可以将该网络当作是同步网络。

附图简要描述

本发明更多的目的和优点从优选实施例的如下描述中变得更清楚，该描述是参考附图作为例子给出的。在图中：

图 1 是根据发明的网络的功能框图，

图 2 是说明网络中用于传播参考信号的中间或端节点的功能单元的框图，

图 2a 示意性地说明图 2 电路的相位调整电路细节，

图 3 是根据本发明传播参考信号的替代装置的框图，

图 4 说明以太网帧的帧结构，

图 5 说明根据本发明的修改帧结构，

图 6 是根据本发明的网络端节点中接收机电路的框图，以及

图 7 是说明在网络中通过中间节点在主和端节点之间进行信息交换的定时图。

具体实施例详细描述

下面将特别参考快速以太网（也称为 100Base-T 以太网）和千兆以太网描述本发明，但是应该理解的是发明不限于以太网，而是可以等同地应用于其它分组交换网络。

图 1 是用于说明本发明的以太网结构 1 上一条通信链路的框图。该链路处于网络 1 中的主节点 10 和网络 1 外、通过网络端节点 30 接入网络 1 的几个端接节点 40 之间。多个中间节点 20 可以连接在主节点 10 和网络端节点 30 之间。主节点 10 发到端接节点 40 的数据以分组为单位通过网络 1 传输。

在诸如以太网这样的分组交换网络中，节点彼此独立地操作。节点之间的操作不是同步的，因此产生节点内部时钟的本地频率发生器可以是性能、成本比较低的振荡器。对于实时或时间敏感的应用来说，例如移动电话，不同单元之间的同步是很关键的。举例而言，当寻呼一个移动电话时，寻呼信号必须通过几个无线基站（RBS）同时发送。通过以太网将这种寻呼信号发往几个无线基站不能保证连接到 RBS 的每个端节点是同时发送的。

根据本发明，不改变固有的异步网络基础设施，就可以使分组交换网中的几个端节点同步发送。

同步不是通过将所有节点的操作主动同步到外部时钟信号而实

现的。而是为每个端节点提供了再生同步信号的必要信息。可以总结为三个步骤：

第一步是通过网络将主节点时钟信号的属性分发给每个端节点 30。在本文中，术语属性的意思是时钟信号的抖动和稳定性，而不一定是时钟频率。第二步是识别必须在端节点 30 再生以便续传到端接节点 40 的有效负荷数据的结构，包括为端节点提供与必须开始传输点关联的标记。第三步是设置主节点和每个端节点之间的传输延迟，每个端节点 30 可以用它调整数据再生和发送的开始时间。当每个端节点 30 有了这个信息时，就能够再生与所有其它端节点 30 同步的有效负荷信号。可以理解这三步可以用任何顺序执行。但是，端节点 30 必须在有效负荷传输开始之前收到所有必要信息。

根据本发明的优选实施例，主时钟属性分发到端节点 30 是通过从主节点经过到端接节点 40 的预定路径内的每个节点 20、30 传播恒定频率的参考信号来实现的。前提是主节点 10 具有高性能的振荡器，因此能够产生最小抖动和高稳定性的恒定频率参考信号。这个参考信号可以包含在来自主节点的所有消息中。在正常操作过程中，从主节点 10 下行的传输链路总是在发送。如果没有有效负荷数据，就发送空闲模式，在链路上产生可获取的时钟信号。可以理解的是主节点 10 和端接节点之间链路内只有那些节点 20、30 需要识别并传播主时钟属性。因此主控分发网络最好是限制在分组交换网 1 内，包括主节点 10 和规定的网络端点节点 30 之间的特定节点 20 以及路径。这个分发网络可以由主和端节点 10、30 之间规定的单条路径组成。或者同步发送路径可以动态地建立，自动实现发送路径中的改变。这意味着在受主节点 10 控制的每个节点中实现软件控制的路径分配。

恒定频率参考信号的传播由主节点 10 和端节点 30 之间任一路径上的每个中间节点 20 将它的内部时钟发生器锁相到接收参考信号上而实现。因此任何所产生的输出信号都会将时钟参考信号的抖动和稳定性传递到下一个节点 20、30。

图 2 说明一个节点，用于接收和发送在主节点中产生的参考信号的属性。应该理解的是这个装置在网络的中间节点 20 和端节点 30 中是一样的，但是为了简单起见，图 2 的描述将特别参照一个中间节点。在图 2 的框图中，节点 20 包括三部分：参考提取单元 50、节点

体 200 以及将参考信号属性施加到输出信号或者将输出频率锁相到参考信号的参考调整单元 60。节点体 200 代表分组交换网中的常规节点。它的结构因此是本领域众所周知的，这里就不再详细描述了。提取单元 50 和调整单元 60 分别是连接到节点 200 输入和输出的新部件。提取单元 50 在输入路径和节点之间连接，而调整单元 60 在节点和输出路径或下行路径之间连接。一条旁路连接 70 将提取单元 50 直接连接到调整单元 60。在操作中，提取单元 50 提取输入信号中包含的时钟参考信号，并将其通过连接 70 传递到调整单元 60。输入信息被直接传递到节点体 200。节点体 200 的任何输出信息通过调整单元 80 发送，在信息被发送到下行链路之前输出信号被施加了接收参考信号的属性。调整单元 80 最好是用图 2a 中示意说明的锁相环 (PLL) 电路实现。图 2a 说明了图 2 中的旁路链路 70 所代表的相位调整电路。这个相位调整电路是带有比较器 71 的锁相环，接收所提取的参考定时频率并将其与被调整的反馈信号比较。比较的结果传递到调节器 72，根据比较信号控制压控振荡器 73。锁相环操作的原理是本领域技术人员众所周知的，这里就不更详细描述了。

可以理解不需要输出信号的频率与输入参考信号相同。这个调整只是将信号同步，使一个信号的时钟跳变对应于另一个的时钟跳变。

图 2 说明了通过节点 20 或 30 单向传输所必需的电路。但是应该理解的是相反方向上要提供类似的电路用于传输，以便能够双向传播参考信号属性。

尽管提取和调整部件 50、60 可以是分立的单元，这样就可以连接到现有的常规节点上，但是将这些单元的功能集成到节点结构内当然也是可能的。

使用图 2 所示的中间节点 20 传播参考信号属性，其优点是网络只需要做很小的修改。在替代实施例中，每个节点 20、30 中的频率发生器可以锁定到外部参考信号，例如一个链路端口。这在图 3 中示意说明。图 3 说明了从主节点 10 通过两个中间节点 20 到端节点 30 的单向传输或有效负荷路径。第二条路径用图 3 上半部分中的虚线说明。这条第二路径用于传播主时钟信号。沿着这条第二路径以一定间隔放置了时钟再生节点 80。传输路径中的节点 20 是网络中具有内部频率发生器、但是包括了与参考图 2 的描述类似的调整单元的常规节

点。中间节点 20 和端节点 30 中的每一个都连接到再生节点 80 的主时钟参考信号。当节点 20、30 开始发送时间敏感或实时应用时，将使用外部主时钟信号修改发送时钟速率。

可以理解数据传输路径和主时钟传输路径可以具有不同的时钟速率。例如时钟再生路径可以传输 1.25GHz 的主时钟信号，而传输路径则以 100Mb/s 传输数据。同图 2 所示的实施例，主时钟信号在节点 20、30 中不必复制；节点只是将内部时钟信号锁相到主时钟信号上以产生所需的传输速率。

在任何通常处理异步数据的分组交换网中，不必将输出信号频率锁相到任何参考上，因此所需的硬件修改可以只对同步链路中限定的那些中间节点 20 和端节点 30 进行。

主时钟属性分发到每个网络端点节点 30 保证每个端节点 30 能够以带有可接受的抖动和频率稳定性的所需频率发送有效负荷数据。但是，由于传输路径不同的延时，每个端节点 30 接收的参考时钟信号不会是同步的。

为了根据本发明以同步方式发送数据，为端节点 30 提供了一种装置，识别将有效负荷数据续传到端接节点 40 所需的 TDMA 数据结构，例如 RBS，同时也提供了一种识别表示传输绝对开始的标志的装置。节点 30 使用这个标志作为一个绝对参考点，相对于它开始所需传输频率的再生以及再生有效负荷数据的传输。在优选实施例中，这个信息插入发送帧或数据单元中。图 4 表示按照 IEEE 802.3 标准定义的常规以太网帧结构。帧由多个域组成，每个具有固定的字节数。帧以 7 字节的前导 100 开始，跟随用于表示帧开始的 1 字节的开始帧分割符 110。在快速以太网和千兆以太网中，这七个前导字节 100 未定义为任何特殊用途。后面的域包括目标地址 120、源地址 130 以及长度计数 140。然后跟随数据域 150，如果发送数据比规定的最小字节数少可以包括填充字节。帧以帧校验序列 160 结束。这些域的功能是本领域众所周知的，不再更详细地描述。

根据本发明的修改帧在图 5 中说明。除了前导域 100 之外，这个帧结构与参考图 4 描述的相同。在这个帧中前导 100 减少到 4 个字节。其余的三个字节用于为端节点提供有关时间敏感或实时数据传输的必要信息。特别的，数据结构域 101 用于标识所要求的数据结构并

表示数据传输开始。该域也用于在主节点 10 和端节点 30 之间传递有关传输延迟的消息，如下面详细描述中所解释的。数据结构标识符 101 是一个代码，标识将要在网络端点 30 中再生并用于向端节点 40 传递有效负荷数据的数据格式。例如，如果端节点 40 是一个 PABX，具有到端节点 30 的单个 E1 连接，这样 E1 数据可以被隧道封装通过网络 1，数据结构标识符 101 向端节点 30 指明该结构是一个每隔 $125\mu\text{s}$ 发送的包含 32 个 8 比特 PCM 信道、构成 2048Mb/s 比特流的帧。数据结构标识符也可以向端节点 30 表明这个有效负荷数据将在什么结构中从主节点 30 通过网络 1 发送，以便端节点 30 执行必要的从一个结构到另一个的再生。

如上所述，数据结构域 101 中携带的数据结构标识符可以表示结构——即帧长、有效负荷长度、前导长度等——以及这些帧将被发送的频率。在另一个实施例中，数据的频率可以由主节点 10 向端节点 30 主动发送。这是通过主节点 10 以设计好的频率重复发送一串信息单元、通常是协议帧来实现的，该频率关联于从端节点 30 到端节点 40 的同步数据所要求的发送频率上。例如，如果有效负荷数据将要在每隔 $125\mu\text{s}$ 发送 32 PCM 信道的 E1 格式中发送到端节点，主节点 10 发送的信息单元就以 8kHz 或它的倍数的重复率发送。在这个突发中发送的信息单元或协议帧最好是标识为定时帧。这可以通过将定时码放入数据结构域 101 中实现。在接收端，端节点 30 测量数据单元或帧之间的间隔。实用的做法是结合调整的时钟信号——例如在时钟信号的上升沿——标记每帧的开始，并且结合调整的时钟信号启动一个计数器，当下一帧到达时停止以便产生一个周期性标记 T。然后使用这个周期性标记 T 标识网络 1 上接收的、应该安排到通过同步链路到端节点 40 的一个时间帧或数据单元中的有效负荷数据。这个标记实际上是绝对发送开始的指示器。它用于标识填入同步数据结构第一时间帧中的数据。在此点之后，当所有接收数据通过网络发送时填入随后的帧。在每个节点中相对于根据延迟信息计算的标记调整发送的开始，下面将更详细描述。

其余两个字节用于维护信息 102。这些字节在通过网络 1 建立起同步数据链路之后使用。这个域有三个功能：用于使链路重启动；用于传输数据结构中的变化并且也用于确认传输标记的开始。对于链路

的物理层，维护字节 102 也用于链路故障事件或不符合规范的频率。

在以太网帧前导中包括这个信息的好处是层 2 协议——即在 MAC 协调子层端接的协议——可以用于处理这个信息。将协议限制在层 2 及以下有助于网络的快速建立和重启动。对于较低定时要求的应用，可以使用常规的网络定时协议（NTP）或利用互联网协议（IP）传输的用户应用程序，以便将数据结构传递给端节点。

除了数据结构以及传输绝对开始的信息以外，端节点 30 也需要这样的信息：使它们能够将传输开始调整到所要求的时间，以确保所有网络端节点 30 之间基本上同步传输。为了获得这个信息，每个端节点 30 确定到主节点 10 的往返延迟。这最好是在帧的数据结构域 101 中使用往返延迟消息实现。主节点 10 将每个消息返回各个端节点 30。使用这些消息，每个端节点 30 计算一个数字，代表到主节点 10 的往返延迟。这个往返延迟数字再传递给主节点 10。同样这个信息最好包含在前导的数据结构域 101 中。主节点 10 确定端节点 30 传递的最差情况延迟，并将这个数字发回所有节点 30。这个数字表示所有端节点 30 必需施加到同步数据上以确保同步的绝对延迟。使用这个最大时间延迟数字，每个端节点 30 计算相对于发送绝对开始标记调整发送开始的调整量。这是通过从主节点 10 传递来的最大往返延迟中减去计算的往返延迟并将所得数字除以 2 得到的。可以理解端节点 30 可以计算主节点 10 和端节点 30 之间的单向延迟而不是往返延迟。在这种情况下，对传输开始标记的调整可以简单地通过从最大延迟减去单个延迟而得到。

传递必要消息以便得到调整数据结构开始的机制可以有效地结合到分析前导信息 101 的层 2 协议中。一旦每个端节点 30 拥有了必要信息，有效负荷数据的传输就可以开始。这个有效负荷数据传输开始是通过主节点 10 使用信息消息传递到端节点 30 的。有了这个消息，端节点 30 就开始对通过网络 1 接收的有效负荷数据拆包，并根据表示传输开始的调整标志或计数的出现将数据重新填入指定的 TDM 时间帧结构中。

图 6 功能性地表示端节点 30 中接收机电路的结构。为了表示方便，示出了两条进入节点 30 的信号线（图中从左到右）。图中的上线表示主时钟参考信号，下线表示数据。可以理解的是这种表示只是

功能性的，而且信息实际上是在同一条物理线路上传输的。节点 30 包括时钟调整电路，针对接收的主时钟参考信号调整数据传输定时。正如参考图 2 和 3 的描述，这实际上是一个锁相环，包括将输入频率与反馈频率比较的比较器 350、调节器 370 以及产生反馈频率的压控振荡器 (VCO)。这个电路的操作是本领域技术人员众所周知的，这里就不再描述。转到数据线，一个代表标记设置电路的第一功能模块 310 与它连接。这个模块 310 也接收锁相到主时钟信号的调整过的时钟信号。正如已经描述过的，结合主时钟信号这个模块 310 有效地包括一个计数器，当收到来自主节点 10 的定时信息时设置标志。延迟模块 320 也从网络 1 接收数据。这个模块接收主节点 10 传递的最大延迟数字，并用于调整节点使用往返延迟消息计算的独有的延迟数字。这个延迟模块 320 和标记设置模块 310 连接到数据开始模块 330。数据开始模块 330 从模块 310 接收表示传输绝对开始的标记并使用来自模块 320 的延迟信息调整这个标记的位置或定时，以便产生调整过的传输标记的开始。数据结构模块 380 也被连接以便接收从网络链路流入的数据并用于提取数据结构信息。数据结构模块 380、数据开始模块 330 以及来自 VCO 360 的相位调整的时钟信号都馈入也在网络链路上接收有效负荷数据的再生模块 340。当识别出主节点 10 发来的开始发送消息时，再生模块 340 从接收数据流中将有效负荷数据拆出并填入新的帧结构中，每个帧与调整过的定时标记同步开始，这样就能在同步链路上以所要求的频率发送到端接节点 40。再生模块最好包括某种类型的缓存电路，理想的是 FIFO，通过网络 1 接收的有效负荷数据在填入正确的 TDM 时间帧结构并根据定时标记发送之前可以缓存在其中。

图 7 说明主节点 10 和端节点 30 在传输时间敏感数据之前以及过程当中通过中间节点 20 交换消息。在时间 200，主节点 10 向同步链路中的所有节点发送启动消息，以便定义并启动同步数据链路。仅当实现链路的动态建立时这条消息才有关系。中间节点 20 和端节点 30 收到这条消息时动态地建立起同步的传输路径。这就意味着所定义链路内的所有节点 20、30 的内部时钟锁相到了主时钟参考信号。在 201，主节点发送正常业务流。中间端节点 20、30 从上行链路提取时钟，将节点的发送时钟调整到提取的时钟上，或者另外调整一个

特殊链路发送时钟到这个提取时钟上,然后将调整的时钟加于下行链路。在 202,主节点 10 发送数据结构控制消息,包括有关数据结构的的信息。这条消息通过所有中间节点 20 传播并端接于端节点 30,该端节点准备对数据结构再生。在 203,主节点 10 发送数据结构频率信息。该信息由具有固定帧间间隔的一串协议帧组成。帧重复率表示数据结构重复率而且可能等于同步数据结构重复率或其倍数。这个信息突发通过中间节点 20 传播到端节点 30。端节点测量这些帧之间的间隔并设置一个与参考时钟信号结合的周期性重复的时间标记,相对于这个标记使用提取的时钟信号产生在数据结构信息消息中定义的数据结构。在 204,数据结构控制消息从主节点 10 通过中间节点发送,端接于端节点 30。这条消息包含维护信息,有关链路重启动、数据结构的改变或者数据结构开始或结构重复率的确认。在 205,端节点 30 发送往返延迟消息,由一串标识了发出端节点 30 的协议帧组成。在 206 主节点 10 将其发回发送节点 30。在 207,端节点 30 计算的往返延迟消息被发送到主节点 10。在 208,主节点 10 向所有节点发送最大往返延迟消息。这条消息表示在步骤 207 接收的所有节点的最长往返延迟。最后在 209,可以通过中间节点向所有端节点发送有效负荷数据。

在上述描述中,主节点 10 被描述为能够在分组交换网中建立并重配置同步数据链路的节点。但是应该理解的是这个节点 10 执行的控制功能可以由网络内或外的其它节点远程执行。主节点 10 则只限于向下行链路中的节点分发稳定的时钟信号,不执行通常与这个主节点关联的典型控制功能。上面的描述特别面向从主节点 10 通过分组交换网 1 向多个端接节点 40 传输时间敏感数据。但是应该理解的是所描述的装置不限于单向传输,而是面向双向传输的。因此本领域技术人员将会理解到,在没有明确指出的地方,类似的电路将会出现在链路的不同单元中以便允许相反方向的传输。

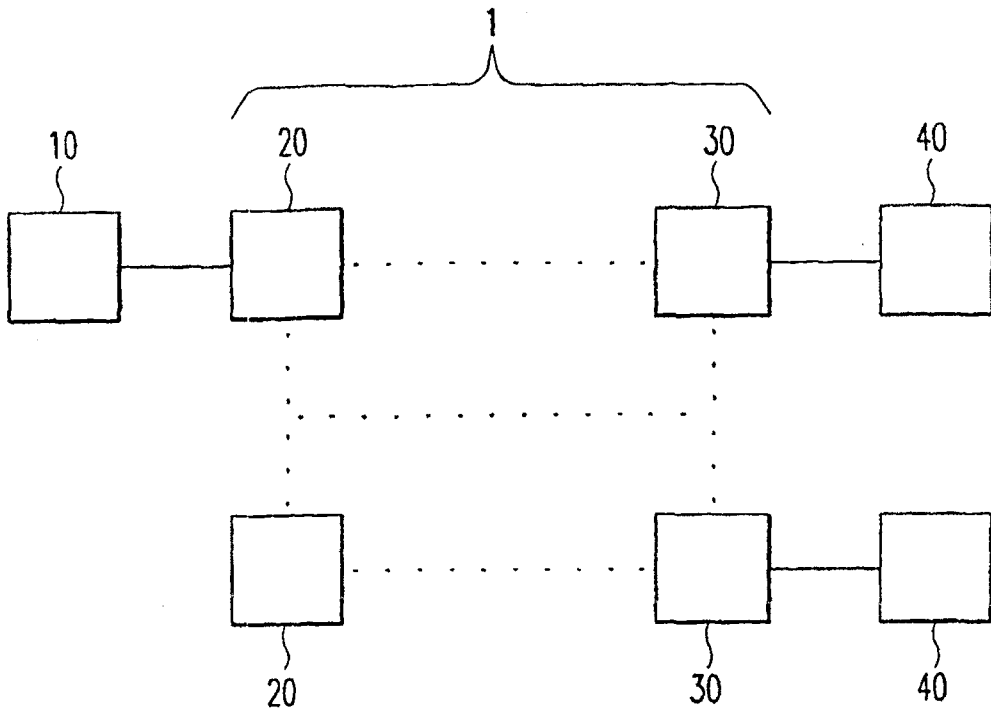


图 1

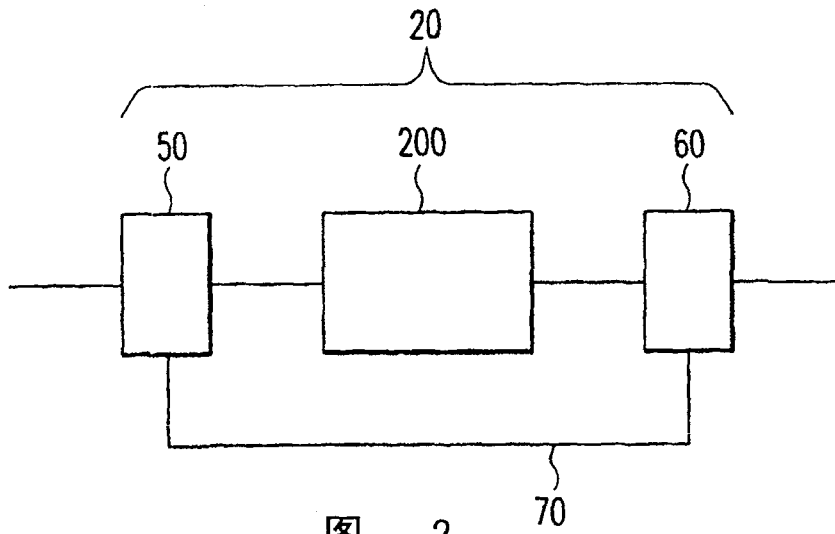


图 2

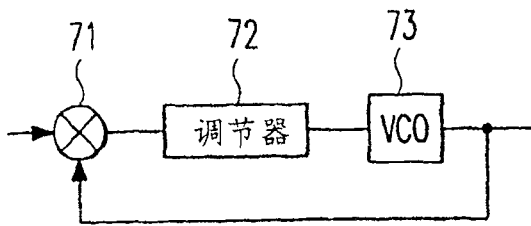


图 2a

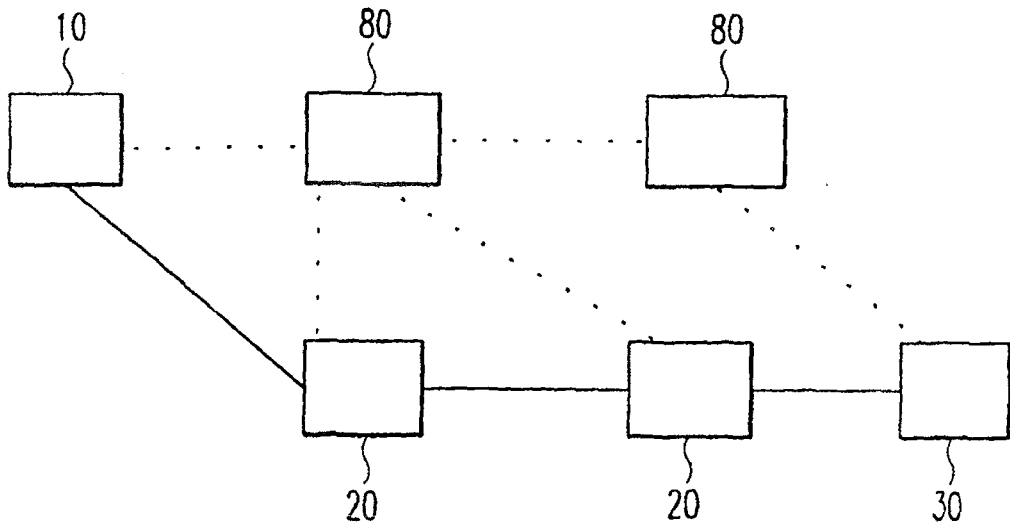


图 3

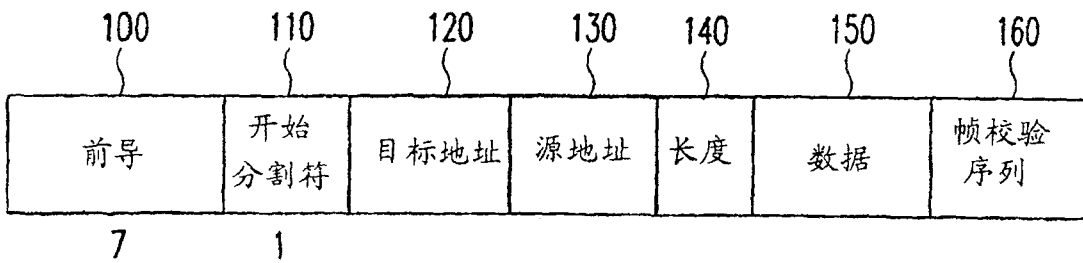


图 4

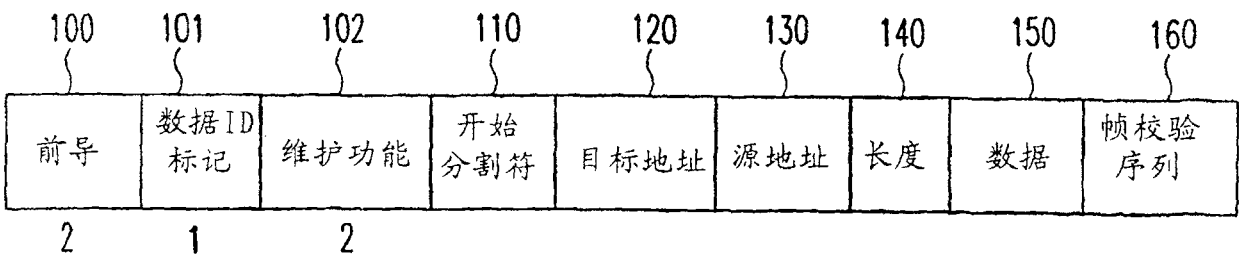


图 5

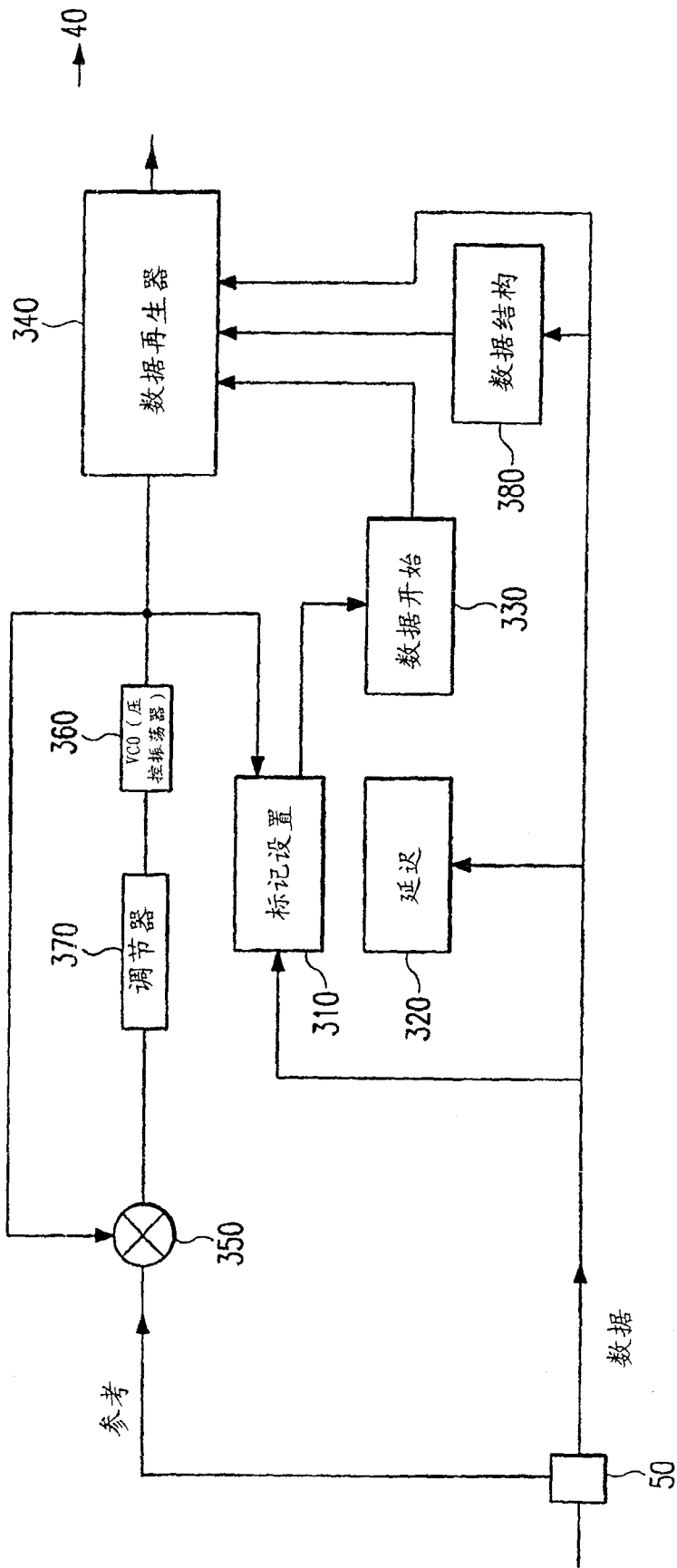


图 6

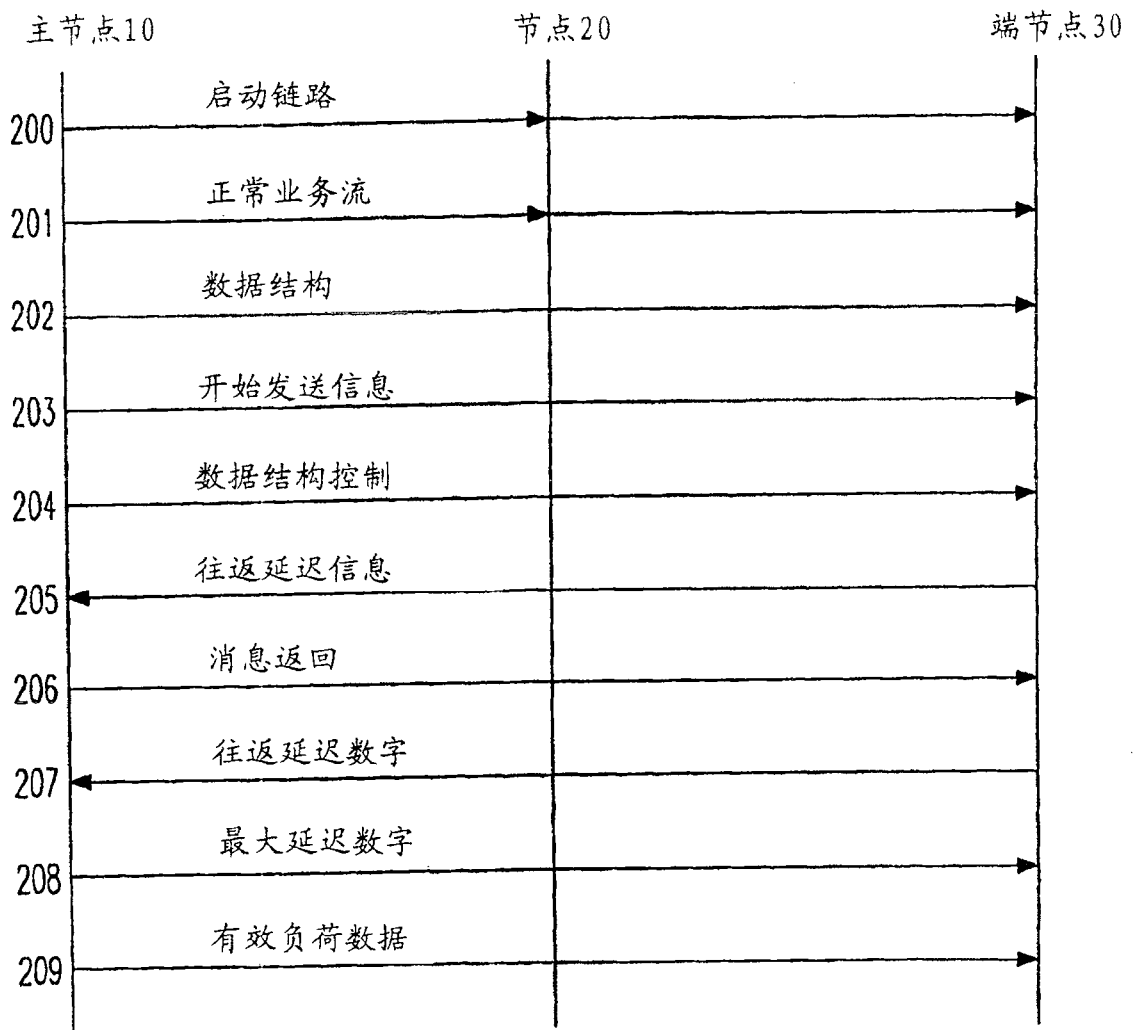


图 7