



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101836390 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 200880112829. 3

(22) 申请日 2008. 10. 22

(30) 优先权数据

07020700. 6 2007. 10. 23 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 04. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2008/064277 2008. 10. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/053386 EN 2009. 04. 30

(73) 专利权人 诺基亚西门子通信公司

地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 J·弗罗勒 M·施尼特 T·特雷耶

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 王岳 王忠忠

(51) Int. Cl.

H04L 1/18(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 0072498 A1, 2000. 11. 30,

WO 2004091114 A1, 2004. 10. 21,

WO 0010298 A1, 2000. 02. 24,

CN 1852076 A, 2006. 10. 25,

审查员 张枫

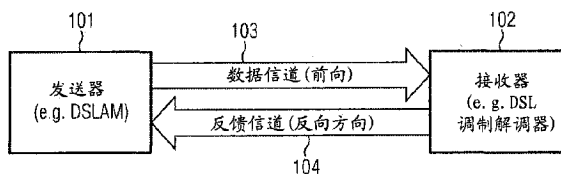
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

用于数据处理的方法和设备及包括这种设备的通信系统

(57) 摘要

本发明提供了一种用于包括第一网络元件和第二网络元件的网络中的数据处理的方法和设备,该方法包括以下步骤:(a) 第二网络元件向第一网络元件提供控制信息;(b) 由所述控制信息来识别从第一网络元件发送到第二网络元件的数据部分;以及(c) 在识别所述数据部分时,可以发起从第一网络元件到第二网络元件的重传。



1. 一种用于在包括第一网络元件和第二网络元件的网络中的数据处理的办法,其中以帧来组织所述数据,该办法包括以下步骤:

- 将数据帧从第一网络元件传送到第二网络元件;
- 所述第二网络元件向第一网络元件提供控制信息;
- 第一网络元件由所述控制信息来识别已经正确和 / 或不正确地接收的数据帧;
- 在识别时发起破损数据帧从第一网络元件到第二网络元件的重传,

其特征在于,

所述控制信息包括在第二网络元件处接收的 CRC 内容。

2. 如权利要求 1 所述的办法,在数据链路层处或物理层处利用该办法。

3. 如前述权利要求中的任何一项所述的办法,其中,所述网络使用以太网协议。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中,第一网络元件包括用于存储数据帧的缓冲器。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中,经由数字用户线路来连接第一网络元件和第二网络元件。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,还包括以下步骤中的至少一个:

- 如果在第一网络元件处识别为正确接收的数据帧对应于在第一网络元件处存储的最旧数据帧,则第一网络元件处删除此最旧数据帧;

- 如果在第一网络元件处识别的数据帧未存储在第一网络元件处,则不采取行动;

- 如果在第一网络元件处识别为正确接收的数据帧对应于不是在第一网络元件处存储的最旧数据帧的数据帧,则第一网络元件处删除当前识别的数据帧,并将比此当前识别的数据帧更旧的数据帧从第一网络元件重传到第二网络元件。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中,如果对于特定的数据帧而言经由所述控制信息被传送到第一网络元件的 CRC 内容与由第一网络元件确定的 CRC 内容不匹配,则第一网络元件重传所述数据帧。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中,所述控制信息包括根据接收到的数据由第二网络元件计算的 CRC 内容。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中第一网络元件将由控制信息包括的 CRC 内容与存储在缓冲器中的数据帧的 CRC 内容进行比较。

10. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中,第一网络元件和 / 或第二网络元件是数字用户线路接入复用器 (DSLAM)。

11. 如权利要求 1 或 2 所述的办法,其中,第二网络元件是客户驻地设备。

12. 根据权利要求 11 所述的办法,其中,第二网络元件是 DSL 调制解调器。

13. 一种用于在包括第一网络元件和第二网络元件的网络中的数据处理的设备,其中以帧来组织所述数据,该设备包括:

- 用于将数据帧从第一网络元件传送到第二网络元件的装置,

其中所述第二网络元件向第一网络元件提供控制信息;

其中第一网络元件由所述控制信息来识别已经正确和 / 或不正确地接收的数据帧;

用于在识别时发起破损数据帧从第一网络元件到第二网络元件的重传的装置,

其特征在于,

所述控制信息包括在第二网络元件处接收的 CRC 内容。

14. 一种用于网络中的数据处理的网络设备,其中以帧来组织所述数据,包括:
- 用于从所述网络设备向另一网络设备传送数据帧的装置;
  - 用于接收由所述另一网络设备为所述网络设备提供的控制信息的装置,该控制信息包括在所述另一网络设备处接收的 CRC 内容;
  - 用于由所述控制信息来识别已经正确和 / 或不正确地接收的数据帧的装置;以及
  - 用于在识别时发起破损数据帧从所述网络设备到所述另一网络设备的重传的装置。
15. 如权利要求 14 所述的网络设备,其中,所述设备是 DSLAM。
16. 一种用于网络中的数据处理的网络设备,其中以帧来组织所述数据,包括:
- 用于接收由另一网络设备传送的数据帧的装置;
  - 用于向所述另一网络设备提供控制信息的装置,该控制信息包括在所述网络设备处接收的 CRC 内容,并且配置为在所述另一网络设备处使得能够由所述控制信息来识别已经正确和 / 或不正确地接收的数据帧以及在识别时发起破损数据帧从所述另一网络设备到所述网络设备的重传。
17. 根据权利要求 16 所述的网络设备,其中所述设备是 DSL 调制解调器。

## 用于数据处理的方法和设备及包括这种设备的通信系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于数据处理的方法和设备及包括这种设备的通信系统。

### 背景技术

[0002] DSL(数字用户线路(Digital Subscriber Line))是通过电话接入网的导线来提供数字数据传输的技术家族。DSL技术常常称为“xDSL”,其中,“x”代表各种DSL变型。

[0003] 非对称数字用户线路(ADSL、ITU-T G.992.1)是DSL的一种形式,可以提供一种使得能够比传统语音频带调制解调器更快地通过铜电话线路进行数据传输的数据通信技术。此类快速传输是通过利用语音电话呼叫通常不使用的频率、尤其是高于正常人听力的频率实现的。

[0004] ADSL2(ITU-T G.992.3)和ADSL2+(ITU-T G.992.5)是ADSL的变型,两者与基本ADSL相比均提供更好的性能。

[0005] VDSL(超高速DSL、ITU-T G.993.1)以及VDSL2(超高速DSL2、ITU-T G.993.2)是通过单个双绞线对来提供甚至更快的数据传输的xDSL技术。这主要是通过使用较大频率范围实现的。

[0006] xDSL技术利用最初被设计为用于简单老式电话服务(POTS)的铜线的现有基础设施。可以从中央局(CO(Central Office))、例如从优选地位于客户驻地(customer premise)附近或建筑物内的光纤馈送柜(fiber-fed cabinet)对其进行部署。

[0007] 实际通信路径由于基本物理定律而具有损失和错误。在数字世界中,当误码率小于 $10^{-12}$ 且分组丢失率好于 $10^{-8}$ 时,通常将链路视为优质的。

[0008] 然而,由于技术限制而存在具有明显更高(更坏)的误码率的通信链路。一个此类示例是典型分组丢失率大于 $10^{-5}$ 的DSL线路。

[0009] 某些应用可容忍分组丢失或误码,但很多应用要求出错率几乎等于零。在这种情况下,使用重传或前向纠错(FEC, Forward Error Correction)来克服丢失或有缺陷的分组的问题。

[0010] 对丢失相当敏感的应用的一个示例是视频内容的实时流式传输。这里,单个分组丢失导致作为伪象(artefact)在TV屏幕上可见的错误。高清晰度TV(HDTV)的应用每秒要求大量分组,如果应用DSL的基本分组丢失率,这将引起不可接受的数目的伪象。

[0011] 已知传输控制协议(TCP)通过向传送的数据增加开销来提供重传(retransmission)能力。其需要发送器和接收器处的复杂处理并需要确认分组沿反向方向的流动,从而还向反向或反馈信道增加开销数据。

[0012] 由TCP引入的开销是沿前向(forwarding)方向每个转发的分组(forwarded packet)20字节(TCP报头)和沿反向方向每个转发的分组64字节(TCP确认分组)。由于TCP是端到端协议,所以其向转发的数据流中引入延迟,该延迟高于整个端到端链路路径的往返延迟。结果,如果应用需要实时流式传输并依赖于重传能力,则TCP向因特网应用引入多于一秒的延迟。

[0013] TCP 不遵循多播分发。结果,其不能用于例如 DSL 上的 IPTV(IPTVover DSL) 之类的应用。

### 发明内容

[0014] 要解决的问题是克服如上所述的缺点,尤其是提供一种允许高效地利用甚至适合于类似 HDTV 的高质量应用的 DSL 连接的解决方案。

[0015] 根据独立权利要求的特征来解决此问题。从从属权利要求得到其它实施例。

[0016] 为了克服此问题,提供了一种用于包括第一网络元件和第二网络元件的网络中的数据处理的方法,该方法包括以下步骤:

[0017] (a) 第二网络元件向第一网络元件提供控制信息;

[0018] (b) 由所述控制信息来识别从第一网络元件发送到第二网络元件的数据部分;

[0019] (c) 在识别所述数据部分时,可以发起从第一网络元件到第二网络元件的重传。

[0020] 因此,第一网络元件能够在接收到控制信息时确定已在接收器处正确地或不正确地接收到的数据的至少一部分(例如数据分组或数据帧)并且从而确定其可能需要重传。

[0021] 应注意的是所述数据部分可以包括数据的至少一部分。特别地,可以以(多个)帧和/或分组来组织数据。

[0022] 此方法特别具有以下优点:

[0023] - 可以将分组丢失率改善至少三个数量级;

[0024] - 该方法允许旧设备与新设备(具备和不具备本机制的能力的设备)的互操作性;

[0025] - 反馈信道只需要非常低的带宽;

[0026] - 该方法对不需要重传但对延迟敏感的其它服务仅仅具有最小影响;

[0027] - 此外,该方法在第二网络元件(接收器)、尤其是 DSL 调制解调器处需要最低协议开销;

[0028] - 不必增加沿前向方向的带宽,因为不需要沿前向方向附加于规则数据(regular data)的附加数据(例如报头);

[0029] - 在例如 DSLAM 的第一网络元件中只有适度的协议开销;

[0030] - 该方法可以在软件中实现,因此可以容易地通过固件更新来将现有的第二网络元件设备(接收器、DSL 调制解调器)升级;

[0031] - 所提供的方法允许短等待时间。

[0032] 所提供的方法可以特别地利用第一网络元件与第二网络元件之间的 DSL 连接(或 xDSL 连接或其衍生物)。

[0033] 此外,第一网络元件和第二网络元件可以是利用以太网协议的网络内的网络元件,特别地,可以将其实现为作为端到端连接的部分或区段的逐跳(hop-to-hop)连接。

[0034] 在实施例中,可以在数据链路层或物理层利用该方法。

[0035] 在另一实施例中,所述网络是利用以太网协议的网络。

[0036] 在又一实施例中,第一网络元件包括用于存储数据的至少一部分的缓冲器。

[0037] 此缓冲器还可以称为和/或用作重传缓冲器。

[0038] 在下一个实施例中,至少部分地以分组和/或帧来组织数据。

- [0039] 根据另一实施例,经由数字用户线路来连接第一网络元件和第二网络元件。
- [0040] 数字用户线路可以包括 DSL 的任何衍生物 (xDSL、VDSL、ADSL 等)。
- [0041] 根据实施例,控制信息尤其是通过利用以下各项之一来识别数据的至少一部分:
- [0042] - 单向函数;
- [0043] - 散列函数 (hash-function);
- [0044] - 码,尤其是 CRC 码。
- [0045] 因此,可以使用各种方法或函数来将数据 (优选地,其帧或分组) 映射到给定表示或指纹 (fingerprint),这优选地需要很少的、从第二网络元件传送到第一网络元件 (优选地经由反馈信道) 的带宽。
- [0046] 根据另一实施例,步骤 (c) 还包括以下步骤中的至少一个:
- [0047] - 如果在第一网络元件处识别的所述数据部分对应于在第一网络元件处存储的数据的最旧部分,则在第一网络元件处删除此数据的最旧部分;
- [0048] - 如果在第一网络元件处识别的所述数据部分未被存储在第一网络元件处,则不采取行动;
- [0049] - 如果在第一网络元件处识别的所述数据部分对应于不是在第一网络元件处存储的数据的最旧部分的数据部分,则在第一网络元件处删除当前识别的数据部分,并将比此当前识别的数据部分更旧的数据部分从第一网络元件重传到第二网络元件。
- [0050] 在另一实施例中,所述控制信息识别在第二网络元件处未被成功接收的数据的至少一部分。
- [0051] 特别地,所述控制信息可以包括在第二网络元件处接收到的 CRC 内容和根据接收到的数据计算的 CRC 内容。
- [0052] 作为另一实施例,所述控制信息包括第一内容、尤其是在第二网络元件处接收到的 CRC 内容,和第二内容、尤其是在第二网络元件处根据接收到的数据计算的 CRC 内容。
- [0053] 因此,此类 CRC 内容均可以作为控制信息被输送到第一网络元件以便使得第一网络元件能够确定被发送到第二网络元件的数据或 CRC 是否不正确。
- [0054] 应注意的是可以利用任何其它种类的码或指纹而不是 CRC 码。
- [0055] 根据下一个实施例,第一网络元件利用控制信息来确定未被成功传送的所述数据部分。
- [0056] 根据另一实施例,如果对于数据的特定部分而言经由所述控制信息被输送到第一网络元件的第一内容和 / 或第二内容与由第一网络元件确定的内容、尤其是 CRC 内容不匹配,则第一网络元件重传所述数据部分。第一内容可以特别地包括在第二网络元件处接收到的 CRC 内容。第二内容可以特别地包括根据接收到的数据由第二网络元件计算的 CRC 内容。
- [0057] 可以特别地由第一网络元件来确定 CRC 内容,例如计算和 / 或解析 (resolve) 和 / 或通过比较来确定。
- [0058] 根据又一实施例,步骤 (c) 还包括以下步骤中的至少一个:
- [0059] - 如果在第一网络元件处识别的所述数据部分对应于被识别为在第二网络元件处未成功地接收的数据,则第一网络元件将此数据部分重传到第二网络元件。
- [0060] 作为另一实施例,第一网络元件和 / 或第二网络元件是数字用户线路接入复用器

(DSLAM, digital subscriber line access multiplexer)。

[0061] 还存在一个实施例,即第二网络元件是客户驻地设备,尤其是 DSL 调制解调器。

[0062] 还由包括处理器单元的用于数据处理的设备来解决上述问题,所述处理单元被装配和 / 或布置为使得可在所述处理器单元上执行本文所述的方法。

[0063] 根据实施例,该设备是通信设备,尤其是网络元件。优选地,所述设备可以是 DSLAM 或 DSL 调制解调器。

[0064] 还由包括本文所述设备的通信系统来解决上述问题。

#### 附图说明

[0065] 在下图中示出并说明了本发明的实施例：

[0066] 图 1 是重传方法或构思的架构；

[0067] 图 2 示出如何可以将帧分成有效载荷和 CRC。

#### 具体实施方式

[0068] 本文提供的解决方案可以特别地在数据链路层修改 DSLAM 和 DSL 调制解调器的行为 (behavior)。一个特别目的是可以重传破损 (corrupted) 数据帧 (或数据分组),其中,可以使协议开销最小化。

[0069] 这种方法特别地不保证针对可能的任何误码的成功重传,但在大多数情况下提供成功的重传。

[0070] 例如,如果在 999/1000 的误码事件中重传是成功的,则可以将总误码率或分组丢失率改善三个数量级,这对于很多应用而言是足够的。

[0071] 另外,协议开销极其小且在接收器内需要小处理开销。

[0072] 该解决方案可以是基于以太网协议,但其特别地可适用于利用对于数据帧和 / 或数据分组的校验和的任何协议。

[0073] 重传构思的基本架构在图 1 中示出,其包括第一网络元件 101 (例如发送器,尤其是 DSLAM) 以及第二网络元件 102 (例如,接收器,尤其是可以是客户驻地设备 (CPE) 的 DSL 调制解调器)。第一网络元件 101 经由数据信道 103 (前向信道) 来发送数据且第二网络元件经由反馈信道 104 (反向方向) 来发送数据。还可以将从第一网络元件 101 到第二网络元件 102 的方向称为下行 (downstream) 方向,而相反方向可以称为上行方向。

[0074] 然而,本文所述的方法可适用于上行方向以及下行方向两者。

[0075] 发送器 101 沿着前向信道 103 将特别地被组织成数据分组和数据帧的数据传送到接收器 102,并同时将此类数据的拷贝临时存储在内部缓冲器中。

[0076] 对于每个成功接收到的帧,接收器 102 发送回控制信息,尤其是确认帧,其包含接收到的帧的指纹。

[0077] 指纹可以例如具有 2 字节长度,从而明显减少将经由反馈信道 104 输送的开销。

[0078] 有利的是,可能不需要经由数据信道 103 的沿前向方向的开销,接收器 102 可以完全靠自己来生成指纹,例如,作为经由 (across) 规则有效载荷数据接收到的校验和。

[0079] 发送器 101 可以使用由接收器 102 提供的所述确认帧来确定哪个分组和 / 或帧已被成功传送。此外,发送器 101 可以重传未被成功传送到接收器 102 的那些分组和 / 或帧。

[0080] 确认帧的内容可以包括帧的指纹。发送器 101 将此指纹与存储在其缓冲器（尤其是重传缓冲器）中的帧的指纹相比较。发送器可以有利地将匹配帧从其重传缓冲器中去除。

[0081] 优选地，所传送的帧按照传输顺序被存储在所述重传缓冲器内。因此，在大多数情况下接收到的确认帧与最旧的缓冲器条目相关联，因为 DSL 环境按照顺序（一个接一个地）处理数据帧。

[0082] 在分组丢失的情况下，在发送器 101 处接收到的确认帧可以涉及不对应于最旧缓冲器条目的数据帧。作为示例性算法，可以如下处理各种情况：

[0083] (1) 在发送器处接收到的确认帧涉及被存储在重传缓冲器中的最旧数据帧：此最旧数据帧的条目被从重传缓冲器中删除。

[0084] (2) 在发送器处接收到的确认帧与存储在重传缓冲器中的数据帧不匹配：不采取行动。

[0085] (3) 在发送器处接收到的确认帧涉及被存储在重传缓冲器中的数据帧 N，所述数据帧不是重传缓冲器中的最旧条目：此数据帧 N 的条目被从重传缓冲器中删除，且存储在重传缓冲器中的比所述数据帧 N 更旧的数据帧被重传到接收器。

[0086] (4) 发送器想要传送后续数据帧并因此对此后续数据进行缓冲，但重传缓冲器是满的：此最旧数据帧的条目被从重传缓冲器中删除；此实际（后续）数据帧的新条目被添加到缓冲器。

[0087] 如果数据链路层协议是以太网，则出于此方法的目的以太网帧可以提供将被利用的校验和。

[0088] 以太网协议在该数据帧的结尾处提供两个字节的 CRC 字段。此 CRC 字段可以用作指纹，其中，可以显著减少接收器中的处理开销。

[0089] 因此，确认帧包括这些 2 个字节且比规则以太网帧短得多。由于（在 DSL 环境中）所有帧相互间隔有起始字节和停止字节，所以可以沿反向方向有利地传送此类短帧。发送器可以通过检查帧长度轻易地将规则数据帧与确认帧区别开。如果帧长度等于例如 4 个字节（指纹和规则 CRC，每个包括 2 个字节的长度），则发送器检测确认帧。在帧长度等于或包括多于 64 个字节的的情况下，将该帧视为规则数据。

[0090] 另外或作为提供的实施例的替换，控制信息可以识别在第二网络元件 102 处未成功接收到的有效载荷数据（尤其是数据帧和 / 或数据分组）的至少一部分。

[0091] 发送器 101 沿着前向信道 103 向接收器 102 传送数据并将所转发的数据的拷贝（临时）存储在内部缓冲器（也称为重传缓冲器）中。尤其是对于每个未成功地接收到的帧（即，接收器 102 将数据帧确定为破损），接收器 102 返回否认 (NAK) 帧，其包括接收到的帧的 CRC 字段的内容和由接收器本身基于接收到的帧的有效载荷数据计算的 CRC 值。

[0092] 有利的是，这两个 CRC 值均被返回到发送器 101，因为接收器 102 不知道破损是涉及有效符合数据（CRC 字段无错误）还是 CRC 值（有效载荷数据无错误）。

[0093] 本文中的“有效载荷”特别地涉及没有 CRC 字段的帧的数据，如图 2 所示。

[0094] 由于以太网帧的 CRC 值具有 2 个字节且只在不成功传输的情况下发送 NAK 帧，所以沿反向方向 104 所需的带宽相当小。沿着前向方向 103，不需要开销数据。

[0095] 发送器 101 使用所述 NAK 帧来确定哪个数据分组和 / 或帧未被成功传送。然后重



传此特定数据帧。

[0096] NAK 帧可以有利地包括两个 CRC 值,其中,那两个 CRC 值之一是正确的。发送器 101 将两个 CRC 值与存储在发送器 101 的重传缓冲器中的数据帧的 CRC 相比较并重传匹配的数据帧。

[0097] 优选地,重传缓冲器根据所传送的数据帧的传输将其按顺序存储。因此,如果从接收器 102 向发送器 101 发送 NAK 帧,则针对在传输期间已破损的最旧缓冲器条目来进行发送。在保持数据帧的严格次序的 DSL 环境中情况尤其如此。

[0098] 作为示例性算法,可以如下处理各种情况:

[0099] (1) 用 NAK 帧输送的两个 CRC 值之一与发送器的重传缓冲器中的数据帧匹配:此数据帧被发送器重传。

[0100] (2) 用 NAK 帧输送的两个 CRC 值中的每一个与发送器的重传缓冲器中的单独数据帧匹配(即,识别了两个数据帧):作为默认,重传最旧的数据帧。

[0101] (3) 发送器想要传送后续数据帧并因此对此后续数据进行缓冲,但重传缓冲器是满的:此最旧数据帧的条目被从重传缓冲器中删除;此实际(后续)数据帧的新条目被添加到缓冲器。

[0102] NAK 帧优选地包括 4 字节的有效载荷(两个 CRC 值)以及 2 字节 CRC 值(有规律地附加于每个以太网帧),并因此明显短于规则以太网帧。

[0103] 由于(在 DSL 环境中)所有帧相互间隔有起始字节和停止字节,所以可以沿反向方向有利地传送此类短帧。发送器可以通过检查帧长度轻易地将规则数据帧与 NAK 帧区别开。如果帧长度等于例如 6 字节(4 字节有效载荷和 2 字节规则 CRC),发送器检测 NAK 帧。在帧长度等于或包括多于 64 字节的情况下,将该帧视为规则数据。

[0104] 其它实施例的细节:

[0105] (1) DSL 调制解调器的向后兼容 (Backward compatibility);

[0106] 如果 DSL 调制解调器不支持所提议的重传算法,则其将不沿着上行方向发送此类 4 字节帧(在 NAK 帧的情况下为 6 字节)。结果,将不存在重传。因此,任何新 DSLAM(支持重传算法)和旧 DSL 调制解调器能够在不需要任何配置或自动协商(auto-negotiation)的情况下进行互操作。

[0107] (2) 用于上行业务的重传;

[0108] 根据上文阐述的示例性情况,可能仅保护下行业务。然而,可以沿上行方向或同时针对两个方向使用该方法和/或算法。

[0109] (3) ACK 帧丢失

[0110] 提议的算法处理在 DSL 上可能发生的大多数误码情况。然而,可能存在确认帧本身在被经由反向信道输送时丢失或破损的情况。在这种情况下,可能不必要地重传数据帧并在接收器处接收两次。大多数应用(例如,基于 TCP 或基于 RTP)能够处理数据帧的此类复制,尤其是由于其相同的序号。如果存在不能处理数据帧的此类复制的应用,则可以将此类应用的数据流从重传中排除,参见下文的(4)。

[0111] (4) 针对某些应用启用/禁用重传;

[0112] 所述算法重传被临时存储在重传缓冲器中的数据帧。如果数据帧未(或不再)被存储在重传缓冲器中,相应确认帧将使算法清楚这一点(参见上文:在这种情况下不采取

行动)。

[0113] 因此,发送器可以判定哪些帧将被缓冲或不缓冲。例如,发送器可以监视 TCP 层并排除缓冲具有特定 TCP 端口的所有此类数据帧。

[0114] 此类 TCP 端口号仅仅是示例。可以使用发送器可访问和 / 或可适用的任何过滤规则来禁用或启用重传。

[0115] 有利的是,此类特征不对接收器造成任何处理开销。

[0116] 这相应适用于 NAK 帧。

[0117] (5) 指纹冲突：

[0118] 使用确认帧 (不是 NAK 帧) 阐述的算法的另一问题是后续帧可能具有不同的有效载荷、但通向 (lead to) 相同指纹的 (相当低的) 概率。

[0119] 如果第一数据帧 (具有指纹 'k') 在前向传输期间丢失 / 破损,则不重传此数据帧。作为替代,重传第二数据帧 (也具有指纹 'k'),即使在此帧内部不存在误码。

[0120] 然而,这被视为小问题,因为即使只选择了 2 个字节指纹,这将导致出现两个相同帧的小于  $10^{-4}$  的概率。结果是将分组丢失率改善至少 4 个数量级,这在许多情况下是足够的。

[0121] 当然,可以通过提供更精确的指纹来降低两个相同帧的概率。例如,4 个字节长度的指纹可以将指纹冲突的概率降低至低于  $10^{-9}$  的值。

[0122] (6) NAK 帧丢失：

[0123] 提供的方法处理在 DSL 上可能发生的大多数误码情况。然而,NAK 帧本身可能在被经由反向信道输送时丢失或破损。在这种情况下,不进行重传。此事件的概率很小,且约为沿前向方向的分组丢失率与沿反向方向的分组丢失率的乘积。例如,如果 DSL 具有  $10^{-5}$  的分组丢失率,则此事件具有约为  $10^{-10}$  的概率,这在大多数情况下是可忽略的。

[0124] (7) 有效载荷和 CRC 破损：

[0125] 在这种情况下,NAK 帧与发送器的重传缓冲器的条目不匹配。因此,不重传数据帧。然而,此类错误的概率相当小。

[0126] (8) 缓冲器中的双重匹配：

[0127] 如果 NAK 的每个 CRC 都与缓冲器中的帧匹配 (识别了两个帧),则发送器不能确定将重传两个数据帧中的哪一个。根据默认,发送器重传最高 (即,最旧) 帧。

[0128] 用此默认设置,能够解决那些 (相当不太可能) 情况的一半。

[0129] 然而,这是小问题,因为此类双重匹配的概率对于 2 个字节 CRC 值而言小于  $10^{-4}$ 。结果,将分组丢失率改善至少 4 个数量级,这在大多数情况下是足够的。

[0130] (9) 前向路径中的错误使两个帧出自一个 (make two frames out of one)：

[0131] 这可能在误码在数据帧和 / 或数据分组的中间添加错误的起始 / 停止序列时发生。

[0132] 因此,如果使用具有 NAK 帧的算法,接收器将针对数据分组的第一半发送 NAK 帧并针对数据分组的第二半发送另一 NAK 帧。

[0133] 最后的 NAK 帧将被发送器识别,并将发起完整数据分组 (数据帧) 的正确重传。

[0134] 其它优点：

[0135] 提供的方法特别地显示出以下优点：

- [0136] - 对于前向路径而言不产生协议开销（例如，报头）。因此，不需要增加前向带宽。
- [0137] - 用于反向路径的开销很小，因为确认帧的尺寸特别地可以仅等于 4 个字节。在 NAK 帧的情况下，开销的尺寸等于 6 个字节。
- [0138] - 接收器和发送器可以使用循环冗余校验（CRC）相互独立地为每个数据帧或数据分组生成指纹。此类具备 CRC 能力的硬件可用于数据链路层设备（例如以太网 MAC）中。
- [0139] - 在接收器处需要的附加处理可以相当小。因此，可以仅仅通过使现有接收器的固件升级而不需要提供具有更多处理能力的新接收器硬件来实现所述算法（例如，用于 IPTV 的已部署 ADSL2+CPE 的升级）。
- [0140] - 例如，根据应用对由重传引起的抖动（jitter）的敏感度，可以针对某些应用而启用 / 禁用重传。
- [0141] - 发送器不需要知道接收器是否能够处理提议的重传协议。有和没有所述重传协议的实现的发送器和接收器的任何组合能够在不需要任何配置和 / 或自动协商的情况下进行互操作。
- [0142] - 由提议的重传引入的延迟是小的并仅仅由 DSL 连接的往返时间组成。
- [0143] - 提供的方法可适用于上行和 / 或下行方向。
- [0144] - 提供的方法可以在以太网在 ATM 的顶部运行时应用于（基于 ATM 的）ADSL2+（如在 ADSL2+ 上的 IPTV 应用的情况下一样）。
- [0145] - 可以将使用 NAK 帧的机制用于这样的任何传输协议，该传输协议特别地提供和 / 或允许校验和经其数据帧的有效载荷的传输。
- [0146] - 可以将使用确认帧的机制用于任何传输协议。

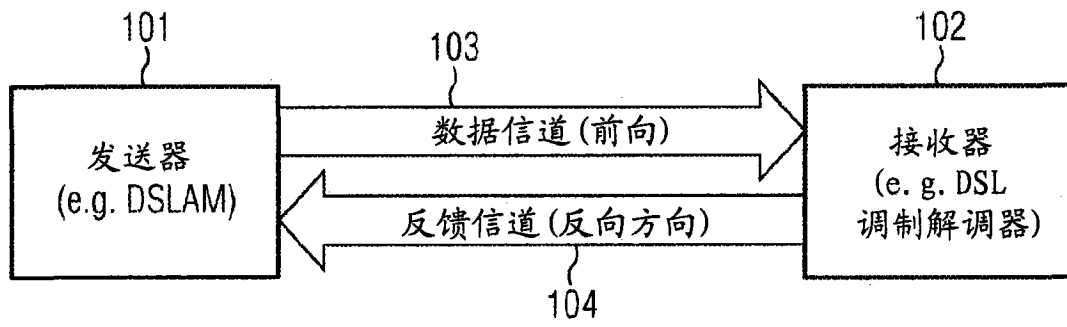


图 1

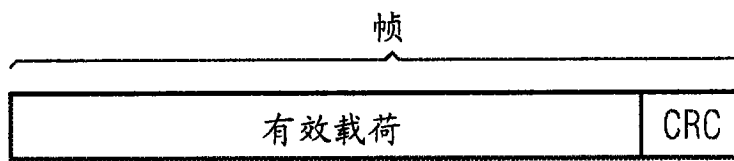


图 2