

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)

H04L 1/16 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410095229.4

[45] 授权公告日 2007年7月4日

[11] 授权公告号 CN 1324834C

[22] 申请日 2004.11.19

[21] 申请号 200410095229.4

[30] 优先权

[32] 2003.11.19 [33] EP [31] 03292878.0

[73] 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 C·芒然 R·罗莱

[56] 参考文献

US 5 440 545 A 1995.8.8

CN 1423869 A 2003.6.9

US 2002/0090005 A1 2002.7.11

Adaptive Frame Length Control for Improving Wireless Link Throughput, Range, and Energy Efficiency Paul Lettieri et al, Infocom '98. Seventeenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. 1998

Performance Comparisions of Two Retransmission Protocols for CDMA M C Chuah, et al, Vehicular Technology Conference, 1996. 1996

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 原绍辉 黄力行

权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 2 页

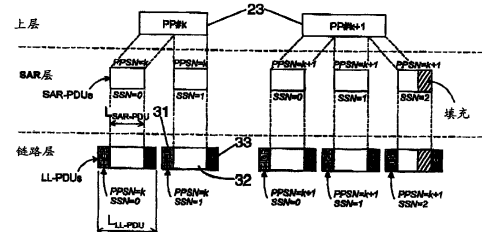
[54] 发明名称

对数字网络中基于段的链路层的差错控制机制

[57] 摘要

公开了一种通过利用在所述 LL 和上层之间 SAR 层的中间实施分段和重组 (SAR) 机制以及在所述 LL 内实施差错恢复机制来从发射机向接收机发送数据包的方法, 每个具有包括数据链路层 (LL) 的通信协议层的栈。在发送方向上, 所述 SAR 机制执行把由所述上层处理的母包 (PP) 分段成连续的更短长度的段的功能以及提供一些分段信息的功能。对于每个段, 所述分段信息包括两级序列编号, 所述两级序列编号包括识别所述段属于的所述 PP 的 PP 序列号 (PPSN) 和识别在所述 PP 内所述段的次序的段序列号 (SSN)。所述差错恢复机制利用嵌入所述两级段编号中的前向和/或反馈信令消息来实施选择性重发方案。在所述接收方向上, 所述 SAR 机制发送给所述上层一个给定 PPSN 的 PP, 所述给定

PPSN 的 PP 的所有构成段都被正确接收和重组, 而不管其序列号小于那个 PPSN 的所有 PP 是否已被发送。



1. 一种通过利用在数据链路层和上层(23)之间的分段和重组层中实施分段和重组机制(125)以及在所述数据链路层内实施差错恢复机制(122)来从发射机(21)向接收机(22)发送数据包的方法,每个数据包具有包括数据链路层的通信协议层的栈:

其中在发送方向上,所述分段和重组机制执行把由所述上层(23)处理的母包分段成给定数量  $n+1$  个连续的更短长度的段的功能,其中  $n$  是严格的正整数,并且执行提供一些分段信息的功能,以及在接收方向上,所述分段和重组机制执行在利用所述分段信息的同时通过连接接收段来重建所述上层母包的功能以及发送它们到所述上层(23)的功能;

其中对于每个段,所述分段信息包括两级序列编号,所述两级序列编号包括识别所述段属于的所述母包的母包序列号和识别在所述母包内所述段的次序的段序列号;

其中所述差错恢复机制利用在所述发射机和发射器之间交换的前向和/或反馈信令消息来实施选择性重发方案,所述两级段编号嵌入到所述消息中;

其中所述信令消息包括自动请求重发反馈信令消息,所述自动请求重发反馈信令消息包括给定数量  $z$  的确认矢量,其中  $z$  是整数,并且其中每个所述确认矢量对应一个给定接收的母包,所述自动请求重发反馈信令消息包括包含所述母包的母包序列号的一个字段,其中每一个所述确认矢量进一步包括一个标志,所述标志被设置时指示所述母包是具有包含至少一个不正确接收段的最低母包序列号和/或包含至少一个正确接收段的最高母包序列号和/或包含至少一个正确接收段的最低母包序列号的所述接收的母包;以及

其中在所述接收方向上,所述分段和重组机制发送给所述上层一个给定母包序列号的母包,所述给定母包序列号的母包的所有构成段都被正确接收和重组,而不管其序列号小于所述母包序列号的所有母包是否已被发送。

2. 根据权利要求1的方法,其中确认矢量选择性地包括一个具有  $n+1$  个位的位表,以及其中在所述位表中次序为  $i$  的位被置位时指示在所述接收的母包中段序列号等于  $i$  的所述段已被错误接收或

还没有接收，其中  $i$  是整数，范围从 0 到  $n$ 。

3. 根据权利要求 1 的方法，其中所述自动请求重发反馈消息还包括用来执行在所述发射机上的流控制的标志。

4. 根据权利要求 3 的方法，其中所述标志被置位时向所述发射机指示它必须停止发送新段，以及当被清零时向所述发射机指示它可以再发新段。

5. 根据权利要求 1-4 的任意一项所述的方法，其中所述差错恢复机制使用丢弃机制，并且其中所述信令消息还包括自动请求重发丢弃前向信令消息，所述自动请求重发丢弃消息包括包含将被丢弃的最高母包序列号的所述母包的所述母包序列号的一个字段。

6. 根据权利要求 1 的方法，其中所述接收机确认来自所述发射机的自动请求重发丢弃消息的接收，这是通过发送反馈信令消息给后者。

7. 根据权利要求 1-4 的任意一项所述的方法，其中所述信令消息还包括自动请求重发请求反馈前向信令消息，所述自动请求重发请求反馈前向信令消息包括第一字段和至少一个第二字段，所述第一字段包含由所述发射机发送的最高母包序列号的所述母包的所述母包序列号，所述第二字段包含向所述接收机请求其接收状态的给定母包的所述母包序列号。

8. 根据权利要求 7 的方法，其中所述接收机确认来自所述发射机的自动请求重发丢弃消息的接收，这是通过发送反馈信令消息给后者。

9. 根据权利要求 1-4 的任意一项所述的方法，其中所述段是固定尺寸的协议数据单元。

10. 根据权利要求 9 的方法，其中所述选择性重发方案是基于滑动窗口机制，所述滑动窗口的所述尺寸规定为段的数目。

11. 根据权利要求 10 的方法，其中以段号形式的所述滑动窗口的尺寸的最大值基本上是所述母包序列号空间的尺寸的一半。

12. 根据权利要求 1-4 的任意一项所述的方法，其中所述分段信息在附加到每段的信头部分 (31) 内被传送。

13. 根据权利要求 1-4 的任意一项所述的方法，其中所述差错恢复机制使用基于段的检错方案。

14. 一种通过利用在数据链路层和上层之间的分段和重组层中实施分段和重组机制以及在所述数据链路层内实施差错恢复机制来从发射机(21)向接收机(22)发送数据包的装置,每个数据包具有包括数据链路层的通信协议层的栈,所述装置包括第一模块(125)和第二模块(122),其中

第一模块(125)用于实施所述分段和重组机制,在发送方向上,所述第一模块执行:

把由所述上层处理的母包分段成给定数量  $n+1$  个连续的更短长度的段的功能,其中  $n$  是严格的正整数,和提供一些分段信息的功能,对于每个段,所述分段信息包括两级序列编号,所述两级序列编号包括识别所述段属于的所述母包的母包序列号和识别在所述母包内所述段的次序的段序列号;以及,在接收方向上,

在利用所述分段信息的同时通过连接接收段来重建所述上层母包的功能以及发送它们到所述上层的功能,所述分段和重组机制适用于发送给所述上层一个给定母包序列号的母包,所述给定母包序列号的母包的所有构成段都被正确接收和重组,而不管其序列号小于所述母包序列号的所有母包是否已被发送;

第二模块(122)用于利用在所述发射机和发射器之间交换的前向和/或反馈信令消息来实施具有选择性重发方案的所述差错恢复机制,所述两级段编号嵌入到所述消息中,其中所述信令消息包括自动请求重发反馈信令消息,所述自动请求重发反馈信令消息包括给定数量  $z$  的确认矢量,其中  $z$  是整数,并且其中每个所述确认矢量对应一个给定接收的母包,所述自动请求重发反馈信令消息包括包含所述母包的母包序列号的一个字段,其中每一个所述确认矢量进一步包括一个标志,所述标志被设置时指示所述母包是具有包含至少一个不正确接收段的最低母包序列号和/或包含至少一个正确接收段的最高母包序列号和/或包含至少一个正确接收段的最低母包序列号的所述接收的母包。

## 对数字网络中基于段的链路层的差错控制机制

### 技术领域

本发明通常涉及通信系统，尤其涉及对数字网络中基于段的链路层（LL）的差错控制机制。

### 背景技术

除了可以嵌入其物理（PHY）层的纠错方案以外，诸如无线或电力线网之类倾向于相对较高差错水平的网络常常需要在它们的通信协议层的栈的所述LL层实施差错恢复机制。这样的方案依赖例如通过维特比或卷积编码器/解码器提供的附加冗余度。

在所述LL层内，介质访问控制（MAC）子层提供对所述PHY层的访问。数据通过所述MAC子层以LL数据单元的形式在所述LL层和所述PHY层之间交换。

通常，当在所述LL中实施时，差错恢复机制依赖由所述丢失或毁坏的LL数据单元的重复来提供冗余度。基本上，某些信令在所述发射机和接收机之间运行，所述信令通知没有被所述接收机正确接收的数据。该信令所用的协议属于自动请求重发协议（ARQ）族。

为了提高对差错的恢复力并使得根据资源的利用率所述重发协议更有效，可以实施基于短数据单元的高效LL，所述短数据单元允许仅仅重发受错误影响的数据部分。

然而，实际上被应用程序交换的数据是长数据包（例如以太网包），如果像这样传送，一方面所述长数据包对差错非常敏感，另一方面当它们必须被重发时会引起资源浪费。

如果在通常称为分段和重组（SAR）层的中间层执行改编，那么就可以在基于短数据单元的LL层上传送长数据包。在所述发送方向上，所述SAR执行把上层所处理的长数据包分段成也称为段的连续短数据单元的功能。还提供了一些允许恢复所述上层包定界以用于进一步重组的分段信息。在所述接收方向上，所述SAR通过连接所述连续接收的段和利用所述分段信息来重建所述上层包。当执行这种分段方案时，所述LL层是基于段的链路层。

ARQ协议依赖为所述发射机和所述接收机所共有的数据单元的标

识。所述协议信令使用这样的标识，以便所述接收机通过反馈信息向所述发射机指示哪个数据单元没有被正确接收。所述数据单元标识典型地是特定于仅由所考虑层处理的数据单元的序列号。

正如本领域众所周知的，为了不阻塞通过每当发出数据单元就等待反馈信息的传输，通常实施滑动窗口机制。

限制由所述重发（与“返回 N”类型的简单算法相比）引起的资源使用的另一已知方式是实施选择性重发方案。这种方案在所述单个错误的接收数据单元的反馈信息中使用指示，由此只有所述错误的接收数据单元被所述接收机通知，从而进行重发。

最后，一些 ARQ 实施也使用前向信令信息来推动接收机中所述滑动窗口的进程，以避免

窗口块效应，尤其是当所述基础传送特别倾向于出错时。这个机制通常称为“丢弃”机制，其导致了上层包损耗。

当设计用于易出错系统的 ARQ 协议时出现了若干问题，与上面提到类型的网络中一样，这些问题在传输资源缺乏时就被放大了。

必须尽可能限制用于发信令和重发的资源。通过使所述数据传送基于短数据单元以及实施选择性重发方案可以实现用于重发的所述资源的限制。然而，选择性重发方案需要更复杂的信令，所述复杂的信令可能需要使用更多的资源。另外，通过提供附加信息给 ARQ 发射机可以改善其工作状况（即人们可以更好地利用用于其重发的资源），所述附加消息是在由所述接收机发送的反馈消息中关于所述接收机的滑动窗口状态。再一次，这个附加消息更复杂，并且需要使用更多资源。于是必须设计出基于紧凑和高效消息的 ARQ 信令。

同时，还在基于包含上层的数据包块的短数据单元的 LL 层的情况下，丢弃机制可能导致资源浪费。的确，如果用来推动所述滑动窗口前进的条件只是正好关于所述 LL 层，那么所述窗口的前进可以到达位于所述相应上层包某个地方的数据单元。特别地，这个数据单元不可以是所述上层包的第一个数据单元，这就引起所述发射机发送（或重发送）所述后续数据单元，尽管由于所述上层包开始的一块（多块）的丢失而不能重组。

美国专利第 5,440,545 号公开了一种选择性重发方案。当数据包太长不能装入单个发送包时，它就被分隔成 N 个片。每个接收设备向

所述源设备发送回一个确认 (ACK) 信号, 所述源设备识别相关的数据包以及所述数据包的哪片被接收到或者没被接收到。

#### 发明内容

本发明的目的是提供一种用于差错控制机制的方法, 所述差错控制机制应用于具有更多高效资源的基于段的链路层。

因而本发明的第一方面提出了一种通过利用在所述 LL 层和上层之间 SAR 层的中间实施分段和重组 (SAR) 机制以及在所述 LL 层内实施差错恢复机制来从发射机向接收机发送数据包的方法, 每个具有包括数据链路层 (LL) 的通信协议层的栈。在发送方向上 (即从所述上层到所述 LL 层), 所述 SAR 机制执行把由所述上层处理的母包 (PP) 分段成给定数量  $n+1$  个连续的更短长度的段的功能, 其中  $n$  是严格的正整数, 并且执行提供一些分段信息的功能。在接收方向上 (即从所述 LL 层到所述上层), 所述 SAR 机制执行在利用所述分段信息的同时通过连接接收段来重建所述上层 PP 的功能以及发送它们到所述上层的功能。对于每个段, 所述分段信息包括两级序列编号, 所述两级序列编号包括识别所述段属于的所述 PP 的 PP 序列号 (PPSN) 和识别在所述 PP 内其次序的段序列号 (SSN)。所述差错恢复机制利用在所述发射机和所述发射器之间交换的前向和/或反馈信令消息来实施选择性重发方案, 所述消息嵌入所述两级段编号中。在所述接收方向上, 所述 SAR 机制发送给所述上层一个给定 PPSN 的 PP, 所述给定 PPSN 的 PP 的所有构成段都被正确接收和重组, 而不管其序列号小于那个 PPSN 的所有 PP 是否已被发送。

本发明的第二方面涉及一种通过利用在所述 LL 层和上层之间 SAR 层的中间实施分段和重组 (SAR) 机制以及在所述 LL 层内实施差错恢复机制来从发射机向接收机发送数据包的装置, 每个具有包括数据链路层 (LL) 的通信协议层的栈。所述装置包括用于实施所述 SAR 机制的第一模块, 在发送方向上, 所述第一模块执行:

- 把由所述上层处理的母包 (PP) 分段成给定数量  $n+1$  个连续的更短长度的段的功能, 其中  $n$  是严格的正整数, 和提供一些分段信息的功能。对于每个段, 所述分段信息包括两级序列编号, 所述两级序列编号包括识别所述段属于的所述 PP 的 PP 序列号 (PPSN) 和识别在所述 PP 内段的次序的段序列号 (SSN); 以及, 在接收方向上,

- 在利用所述分段信息的同时通过连接接收段来重建所述上层 PP 的功能以及发送它们到所述上层的功能，所述 SAR 机制适用于发送给所述上层一个给定 PPSN 的 PP，所述给定 PPSN 的 PP 的所有构成段都被正确接收和重组，而不管其序列号小于那个 PPSN 的所有 PP 是否已被发送。

所述装置也包括第二模块，所述第二模块用于利用在所述发射机和所述发射器之间交换的前向和/或反馈信令消息来实施具有选择性重发方案的所述差错恢复机制，所述消息嵌入所述两级段编号中。

所述第一和第二模块可以作为软件和/或硬件元件来实施。

在此使用的所述术语“前向”和“反馈”是关于通过所述传输介质发送的用户数据流的方向，即从所述发射机到所述发射器。

在优选实施例中，所述段是固定尺寸的协议数据单元。

所述选择性重发方案可以基于滑动窗口机制，所述滑动窗口的尺寸规定为段号。优选地，以段号形式的所述滑动窗口的尺寸的最大值基本上是所述 PPSN 空间的尺寸的一半。

所述差错恢复机制可以使用依赖于附加到每段的循环冗余校验 (CRC) 的检错方案。

另外，它可以使用丢弃机制。这样的机制优选地使用由所述发射机发送的特定前向消息，所述消息包含所述发射机请求所述接收机推进它的滑动窗口达到的所述 PPSN。

所提出的 EC 机制可以很容易地被实施：所需存储器结构简单，并且信令消息的产生和解释直接了当。因此，在所述 LL 级这种简单处理使得实施低等待时间 ARQ 成为可能。

由于紧凑和灵活的信令消息，所以所述协议的资源很有效率。它们允许高级重发机制的实施，尤其以便减少重发延迟和节省重发资源。

分段信息的所述利用提高了所述丢弃机制的效率。

另外，所述两级序列编号能使所述 SAR 机制以宽松的次序发送已重建 PP 到所述上层。这种业务有益于具有强延迟限制和能容忍包损耗（互动式的语音或视频传输）的应用。

附图说明

本发明进一步的特征和优点将根据下面的描述而变得更明显。所



给出的完全是通过图解的方式，应该结合所述附图来阅读，其中：

图 1 是可以应用本发明的传送方法的协议层的示例栈的视图；

图 2 是说明发射机和接收机之间基于段的链路层数据传输的图；

图 3 是说明根据本发明在所述分段方案中实施的所述两级序列编号的图；

图 4 是说明根据本发明的实施例的所述滑动窗口机制的图；

图 5 是说明根据本发明的示例性实施例交换的信令消息的图。

#### 具体实施方式

本文下面以作为在网络的所述数据链路层 (LL) 的层实施的一个协议的示例性应用的形式来描述本发明，所述协议符合 ISO (“国际标准化组织”) 的 OSI (“开放系统互连”) 模型。然而，将会理解，本发明的范围包括到通信协议层任何栈的应用。在附图中，类似的单元在所有附图中具有类似的标记。

#### 定义

图 1 示出了通信协议层的一个栈的一部分，即根据 OSI 标准的所述 7 层网络模型的开始三层。其随后的描述旨在引入一些将在本文件的剩余部分使用的定义。

第一层 11 也称为物理 (PHY) 层，它提供多个用户之间的物理接口。例如，用户是无线或电力线通信网络的站。

第二层 12 称为数据链路层 (LL)，它负责共享由所述 PHY 层提供的业务。所述 LL 层通常包含介质访问控制 (MAC) 和差错控制 (EC) 子层，分别是 121 和 122。所述 MAC 子层通过利用称作 MAC-PDU 的基本协议数据单元来组织对所述 PHY 层 11 的访问以及与所述 PHY 层的业务接入点 (PHY-SAP) 交换数据。所述 EC 子层 122 执行差错控制 (即差错恢复) 和流控制机制的操作。

最后，第三层 13 是在本文件中也称作所述上层的层 3 (网络) 的层。它通过称作分段和重组 (SAR) 层的中间适配层 125 分别发送长数据单元或包 (例如 LLC 802.2) 到所述 LL 层和从所述 LL 层接收长数据单元或包。所述后者负责所述分段方案。它与所述 LL 层的业务接入点 (LL-SAP) 交换数据。

在随后本发明示例性实施例的描述中，所述 LL 层意在作为处理所述短数据单元的所述通信层。根据所述 ISO 层表示术语，上面提到的

短数据单元称为 LL 协议数据单元 (LL-PDU)。由所述上层 13 提供或返回的所述包称为母包 (PP)。所述 PP 被所述 SAR 层 125 分段成为段。这些段称为 SAR-PDU, 并在所述 LL 层被封装成各个协议数据单元, 即 LL-PDU。

### 基本原理

首先将披露所提出的差错控制机制的基本原理, 所述差错控制机制依赖于由所述 SAR 层提供以改善 ARQ 重发和信令效率的信息的使用。此信息包含于所述段或 LL-PDU 以及所述 ARQ 协议消息中。

当所述 SAR 层 125 从所述上层 13 接收 PP 时, 所述 PP 在所述发送方向上被所述 SAR 层分别由作为其属性的序列号来识别。在 PP 内的每个 SAR-SDU 被在所述 PP 内等于它的次序的序列号所标识。结果, 通过结合在 LL-PDU 的 PP 内其包含的所述 SAR-PDU 的所述序列号和所述 SAR-PDU 所属的 PP 序列号可以唯一确定每个 LL-PDU。

由于循环冗余码被附加到保护所述整个 LL-PDU 的每个 LL-PDU 上, 所以可以执行差错检测。

在所述 LL-PDU 级实施 ARQ 窗口。所述 ARQ 协议信令消息允许所述 ARQ 窗口的所述发射机和接收机的表示的同步。

反馈信令消息嵌入所述两级序列编码, 以便当出错时通知所述发射机所述接收机滑动窗口的状态, 因此所述发射机可以有选择地重发所述出错 LL-PDU。当所述发送没有错误时, 只用所述 PP 序列号水平来确认所述 PP 和所述 LL-PDU 的接收。

类似地, 丢弃功能使用由所述发射机发送的特定消息, 所述特定消息包含所述发射机请求推进所述 ARQ 窗口达到的所述 PP 序列号。

最后, 定义了特定 ARQ 协议消息, 其允许所述发射机明确请求从所述接收机来的反馈信息。这个消息也可以用来请求列表的给定 PP 的状态。

所述后两个消息由所述接收机通过反馈消息来确认。

图 2 说明了应用于从 ARQ 发射机 21 流到 ARQ 接收机 22 的 LL-PDU 流的纠错功能实例。

上述 ARQ 窗口是一个滑动窗口, 所述窗口由所述发射机使用来确定其能发送 LL-PDU 的所述 PP。实际上, 所述发射机实施称为发射机 ARQ 窗口的所述 ARQ 窗口的第一表示 23, 同时, 所述接收机实施称为

接收机 ARQ 窗口的其第二表示 24。所述 ARQ 窗口的这些实施分别使用了所述发射机 21 和所述接收机 22 的存储缓冲器。

在图 2 示出的例子中，假定所述 ARQ 窗口的尺寸可以允许所述发射机发送所述三个 PP，所述三个 PP 表示为由所述附图标记 25 标明的三个分别的列。所述 PP 有各自的尺寸，则所述列有各自的高度。然而，除了可能是较小尺寸的最后一段（表示在每列顶部的段）以外，每列都被以相同尺寸的段进行分段。所述段的每一个形成各自 SAR-PDU。在图 2 中，由所述 ARQ 接收机正确接收的 SAR-PDU 用白色矩形表示，而错误或毁坏的 SAR-PDU 用交叉阴影线矩形表示。将会理解，在所述发射机中所述滑动窗口的表示与在所述接收机中的所述滑动窗口的表示不是同步的。

通过所述链路层 12 的所述用户数据流用从所述 ARQ 发射机 21 到所述 ARQ 接收机 22 的粗线 26 表示。在所述 ARQ 发射机 21 到所述 ARQ 接收机 22 之间信令信息的流用点线 27 表示。

### 用户数据格式

图 3 说明由根据本发明的所述分段方案使用的所述两级序列编号。

为了简化起见，假定所述 LL-PDU 以及从而的所述 SAR-PDU 具有固定长度，分别是  $L_{LL-PDU}$  和  $L_{SAR-PDU}$ 。

如图所示，所述 PP 具有 PP 序列号 (PPSN) 的属性，图中左手侧表示的所述 PP (PP#k) 的所述 PP 序列号 (PPSN) 等于 k，图中右手侧表示的所述 PP (PP#k+1) 的所述 PP 序列号 (PPSN) 等于 k+1。每个 PP 被所述 SAR 层以给定数量 n+1 的 SAR-PDU 进行分段。对于 PP#k，n 等于 1。以及对于 PP#k+1，n 等于 2。在所述 PP 内 n+1 个 SAR-PDU 通过其范围从 0 到 n 的段序列号 (SSN) 进行顺序编号。换句话说，给定 SAR-PDU 的所述 SSN 等于在其所属的 PP 内的它的次序。

如果 PP 的长度没有正好等于  $L_{SAR-PDU}$  的倍数，与 PP#k 相对的 PP#k+1 正是这种情况，所述 SAR 层在所述 PP 的最后一个 SAR-PDU (即其 SSN=n 的那个) 中插入填充。

在随后数据单元格式描述中提到了由所述差错控制机制使用的所述专用信息。所述 LL-PDU 包括下述三个字段：

- 有效负载字段 32，其包含 SAR-PDU；

- 信头字段 (HDR) 31, 其包含与所述 SAR-PDU 所属的所述 PP 的 PPSN 连接的所述 SAR-PDU 的 SSN;

- 循环冗余码 (CRC) 字段 33, 所述 CRC 在所述前两个字段 31 和 32 上进行计算。

### 数据结构

正如以前所述, 根据本发明的所述差错控制机制依赖其元素是母包的滑动窗口。所述滑动窗口的演化由所述 ARQ 接收机和所述 ARQ 发射机通过将随后描述的信令消息所控制。

在开始交换数据以前, 所述 ARQ 发射机和所述 ARQ 接收机通过未在本文件中描述的方法一致同意一个 ARQ 窗口尺寸 (ARQWindowSize) 值。这个过程使所述接收机避免由于缺乏存储缓冲器而导致的 LL-PDU 损耗。所述接收机议定一个与其可用存储器兼容的 ARQWindowSize 值。如果没有启动预约过程, 则所述接收机还可以利用流控制机制终止所述 ARQ 发射机。

根据通常称作“带宽×往返行程时间”的乘积定律, 所述 ARQ 滑动窗口的字节 (或比特) 大小是决定所述机制的性能的重要参数。由于 PP 是可变长度的, 所以将所述 ARQWindowSize 值指定为若干 PP 是不合适的, 但是可以指定为若干 LL-PDU (或 SAR-PDU), 后者具有固定的尺寸。

以 LL-PDU 的数量形式的所述 ARQWindowSize 最大值优选地基本等于所述 PPSN 空间大小的一半, 以便序列号保持可比性。

所述 PPSN 空间应该标上尺寸, 以便即使在单个 LL-PDU 包括一个 PP 的最坏情况下也能达到最大的通过量。为了简化起见, 在后面的描述中认为 LL-PDU 和它们的 SSN 是等同的。

所述 ARQ 窗口的特点在于两个边界值, 分别是 ARQ 窗口底部 (BotARQWin) 值和 ARQ 窗口顶部 (TopARQWin) 值。这些值如下定义: BotARQWin 对应于所述错误接收的具有最低 PPSN 和 SSN 的 LL-PDU, 而 TopARQWin 对应于所述发送的具有最高 PPSN 和 SSN 的 LL-PDU。应该注意, 所述发射机和接收机的 TopARQWin 以及 BotARQWin 值不必在时间上总是相同。

无论何时, 在所述发射机的 BotARQWin 和 TopARQWin 边界值之间包括的 LL-PDU 的数量必须保持严格低于 ARQWindowSize。

应该注意, 当考虑 PP 边界时, 实施所述 ARQ 窗口的所述存储缓冲

器的尺寸可以大于或等于 ARQSize。

图 4 的图说明了前述考虑。在示出的例子中，所述正确接收的 SAR-PDU 用白色方形来表示，以及所述错误接收的 SAR-PDU 用交叉阴影线方形来表示。这里，具有最低 SSN 的所述错误接收的 LL-PDU 是包 PP#1 的第四个 LL-PDU，以及最近发送的 LL-PDU 是包 PP#5 的第二个 LL-PDU。

### 信令消息

定义了三类信令消息：ARQ 反馈 (AFB) 消息、ARQ 丢弃 (ADC) 消息、以及 ARQ 请求反馈 (ARF) 消息。

AFB 消息由 ARQ 接收机发送到它的对等 ARQ 发射机以通知 PP 和 LL-PDU 接收的状态。根据未在本文件中描述的规则，一接收到 LL-PDU 就发送 AFB 消息。

ADC 消息由 ARQ 发射机发送到它的对等 ARQ 接收机以推动 ARQ 窗口前进到在该消息中指定的 PPSN，并最终丢弃其 PPSN 低于在该消息中指定的 PPSN 的不完全接收的 PP。所述 ADC 接收的确认是通过所述接收机返回相应的 AFB 消息给所述发射机。用于确定何时发送 ADC 消息的规则未在本文件中描述。

ARF 消息由 ARQ 发射机发送到它的对等 ARQ 接收机以请求来自于后者的 AFB 消息。所述 ARF 消息接收的确认是通过所述接收机返回相应的 AFB 消息给所述发射机。用于确定何时发送 ARF 消息的规则未在本文件中描述。

随后的分项仅仅描述关于所提出机制的消息的内容。

### ARQ 反馈 (AFB) 消息

如下面的表 I 所示，所述 AFB 消息包含一批确认矢量 (AKV)，其可以为空（这里 AKV\_NB 的数量等于 0）。这种情况下所述 AFB 消息只用来在所述 ARQ 发射机上执行流控制。在一个实施例中，当设置所述 FLOW\_CTL 标志向所述 ARQ 发射机指示它必须停止发送新的 LL-PDU 时，那就是属于更进一步 PP 的 LL-PDU 和/或属于相同 PP 的 LL-PDU，但具有比最后发送的 LL-PDU 更高的 SSN。为了再继续发送新段，由所述 ARQ 接收机发送具有被清零的 FLOW\_CTL 标志的 AFB 消息。

表 I

字段名	出现的数量	描述
FLOW_CTL	1	流控制标志
AKV_NB	1	在 AFB 中 AKV 的数量
AKV	0-n	一批确认矢量

每个 AKV 对应一个给定的 PP，并包含在下面表 II 中描述的字段。

表 II

字段名	描述
PPSN	PP 序列号
BM_PROVIDED	指示与所述 PP 相关的所述位表和位表长度信息是否被附加在所述 AKV 末端
FIRST_CORRUPTED	指示所发 PP 是否是包含毁坏的 SAR-PDU 的第一个接收的 PP 的标志
FIRST_RECEIVED	指示所发 PP 是否是包含至少一个正确的 SAR-PDU 的第一个 PP 的标志
LAST_RECEIVED	指示所发 PP 是否是包含至少一个正确的 SAR 的最后一个 PP 的标志
BM_LENGTH	所述位表的位的长度
BM	指示在所发 PP 内哪些 SAR-PDU 是毁坏的位表

在给定 PP 内单个 LL-PDU 接收状态的信令借助于位表来实现。在所述位表中次序为  $i$  的位反映在所述 PP 中其 SSN 等于  $i$  的 SAR-PDU 的接收状态。当所述对应的 LL-PDU 被正确接收时，所述位被置位，否则就清零。

所述 BM\_PROVIDED 标志指示所述 BM\_LENGTH 和 BM 字段是否包括在所述消息中。包括的所述后面的字段向所述 ARQ 发射机指示在由所述 PPSN 字段内指定的所述 PP 内哪些 LL-PDU 未被正确接收或者还没有收到。

AFB 消息的含义还取决于所述 FIRST\_CORRUPTED、FIRST\_RECEIVED 和 LAST\_RECEIVED 标志的设置。

如果所述 FIRST\_CORRUPTED 标志被置位，则 PPSN 指示位于所述

ARQ 窗口底部的所述 PP 的序列号，即其至少丢失一个 SAR-PDU 的最低 PPSN 的 PP（例如在图 4 所示例子中的包 PP#1）。换句话说，当该标志被置位时，它指示由所述 PPSN 字段指定的所述 PP 是具有包含至少一个毁坏段的最低 PPSN 的所述接收的 PP。

如果所述 FIRST\_RECEIVED 被置位，则 PPSN 指示位于所述接收机 ARQ 窗口底部之后的所述第一个 PP 的序列号，对于所述 PP 至少已经接收一个 SAR-PDU（例如在图 4 所示例子中的包 PP#1）。换句话说，当该标志被置位时，它指示由所述 PPSN 字段指定的所述 PP 是具有包含至少一个正确接收的段的最高 PPSN 的所述 PP。

如果所述 LAST\_RECEIVED 被置位，则 PPSN 指示位于所述接收机 ARQ 窗口顶部的所述 PP 的序列号，即其至少已经接收一个 SAR-PDU 的最高 PPSN 的 PP（例如在图 4 所示例子中的包 PP#5）。

应该注意到，FIRST\_CORRUPTED、FIRST\_RECEIVED 和 LAST\_RECEIVED 标志可以同时被置位。

#### ARQ 丢弃 (ADC) 消息

这种前向信令消息包括下面表 III 中描述的字段。

表 III

字段名	描述
PPSN	最高丢弃 PP 的序列号

通过发送一个 ADC 消息，所述 ARQ 发射机请求所述 ARQ 窗口的底部前进到其序列号等于 PPSN+1 的所述 PP。换句话说，这个字段包含将被丢弃的最高 PPSN 的所述 PP 的所述 PPSN。所述 ARQ 接收机确认来自所述 ARQ 发射机的所述 ADC 消息的接收，这是通过发送反馈信令消息（即 AFB 消息）给后者。因此所述 ARQ 发射机确认了在所述接收机侧所述 ARQ 窗口的进程。

#### ARQ 请求反馈 (ARF) 消息

这种前向信令消息包括下面表 IV 中描述的字段。

表 IV

字段名	出现的数量	描述
HPPSN	1	由所述 ARQ 发射机发送的最高 PP 序列号
PPSN	0-n	其接收状态为所述发射机所需的 PP 的序列号

通过发送一个 ARF 消息，所述 ARQ 发射机请求来自所述 ARQ 接收机的 AFB 消息，并同时指示迄今为止它已经发送的最高 PP 序列号。

另外，所述 ARQ 发射机可以可选地通过在连续 PPSN 字段中指定一系列 PP 序列号来请求特定 PP 的状态。

#### 发射机和接收机操作

所述发射机和接收机的操作，尤其是在上面部分提出的所述信令消息的使用，现在将根据图 5 的流程图作进一步解释。

#### 发射机操作

只要 LL-PDU 的 SSN 被包含在所述 ARQ 窗口内，或者所述 ARQ 发射机还没收到具有置位的所述 FLOW\_CTL 标志的 AFB 消息，所述发射机就可以执行连续 LL-PDU 的初始传输 51 而不用接收任何 AFB 消息。

所述发射机也可以无条件重发属于所述 ARQ 窗口的任何 LL-PDU。优选地重发由所述接收机通过 AFB 消息指示的错误接收或丢失的 LL-PDU。

一接收到具有置位的所述 FLOW\_CTL 的 AFB 消息 52，所述发射机就停止发送新的 LL-PDU。在这种状态下，所述 ARQ 发射机可以只执行 LL-PDU 的重发 53，直到它接收到具有清零的所述 FLOW\_CTL 位的 AFB 消息 54。

所述发射机可以通过发送 ARF 消息 55 给所述接收机请求特定 PP 的接收状态。所述 ARF 消息的确认 56 的执行是通过所述接收机向所述发射机发送一个相应的 AFB 消息。这个过程当所述发射机缺乏反馈信息时是有用的。

当所述发射机触发丢弃过程时，它将首先发送 ADC 消息 57 给所述 ARQ 接收机。然后，它将等待一个确认至少在所述丢弃消息中指定的所述 PP 的 AFB 消息。一旦收到所述 AFB 消息，所述发射机就可以让它的 ARQ 窗口前进。

#### 接收机操作



所述接收机将利用所述CRC字段对每个接收的LL-PDU进行解码和校验。如果所述校验失败,则拒绝所述LL-PDU并认为其已毁坏。否则,所述接收机检验所述PPSN和SSN的一致性,如果不一致则丢弃所述LL-PDU,或者如果一致则发送它到所述SAR子层。

在每个发送的AFB,所述接收机可以通过将所述FIRST-CORRUPTED标志置位来指示所述第一个错误接收的或丢失的LL-PDU (BotARQWin)的所述PPSN。如果任何LL-PDU是毁坏的,则所述接收机可以通过添加具有置位的BM-PROVIDED标志的AKV来向所述发射机指示它们。每个AKV包含不完整PP的所述PPSN和描述所述PP的组成LL-PDU的接收状态的所述位表。

在没有同意特定ARQ窗口大小的情况下,如果所述接收机的存储器空间变得不够(即当TopARQWin继续前进时所述BotARQWin停止),那么接收机可以在AFB消息中设置所述FLOW\_CTL标志,以便所述发射机停止再发送LL-PDU。

从所述发射机一接收到ARF消息,所述接收机将通过发送AFB消息来确认所述ARF消息的接收,所述AFB消息除了包括其BotARQWin的PPSN的指示以外,还包括对应于包含它们各自BM的可选地请求PP的状态的所述AKV。

一接收到ADC消息,所述ARQ接收机将向所述SAR层指示发送所有其PPSN低于在所述ADC消息中指定的PPSN的完整的PP到所述上层。所述ARQ接收机还将发送一个至少包括这个PPSN的AFB,以便确认所述ADC消息的接收。后面的AFB所包含的不完整PP被丢弃。

本发明的一个实施例规定如果所有属于给定PPSN的PP的LL-PDU被正确接收,那么即使属于具有较低PPSN的PP的LL-PDU是丢失的,所述PP也被所述SAR层重组并发送给所述上层。换句话说,所述SAR机制发送给定PPSN的PP给所述上层,其所有组成段被正确接收,而不管序列号低于所述PPSN的所有PP是否已被发送。这个性质称为具有宽松次序的PP重组,这与具有严格排序的PP重组相对,在所述严格排序的PP重组中,所述PP将以它们的PPSN的严格顺序被重组和发送给所述上层。

本发明可以在硬件、软件、或硬件和软件的组合中实施。任何处理器、控制器、或其它适宜用于执行本文描述的功能的装置都是合适

的。硬件和软件的典型组合可以包括具有计算机程序的通用微处理器（或控制器），所述计算机程序当被加载和执行时就实现本文描述的所述功能。

在已经说明和描述了目前认为是本发明的优选实施例的同时，本领域的熟练技术人员将会理解，可以作各种其它的修改，以及可以替代同等物而不背离本发明的实际范围。另外，可以作许多修改以使特定情况适应本发明的教导而不背离本文描述的中心创造性概念。而且，本发明的实施例可能没有包括上述的所有特征。因此，本发明的意图不是局限于所公开的特定实施例，而是包括所有处在所述附加权利要求书的范围内的实施例。

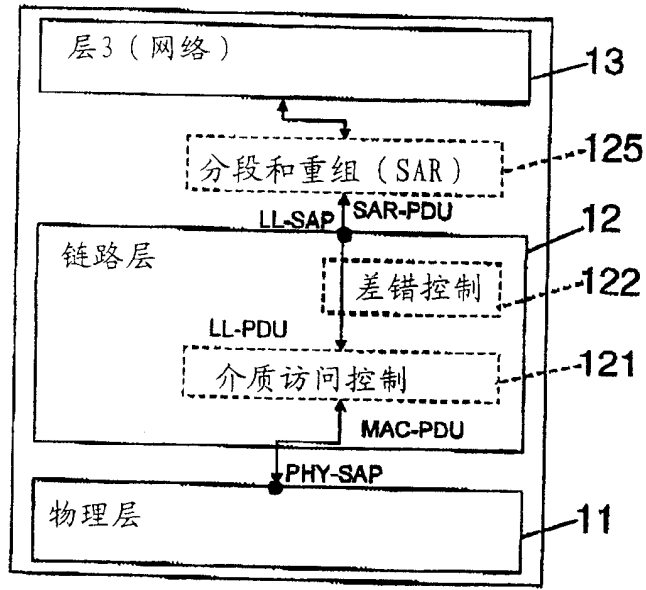


图 1

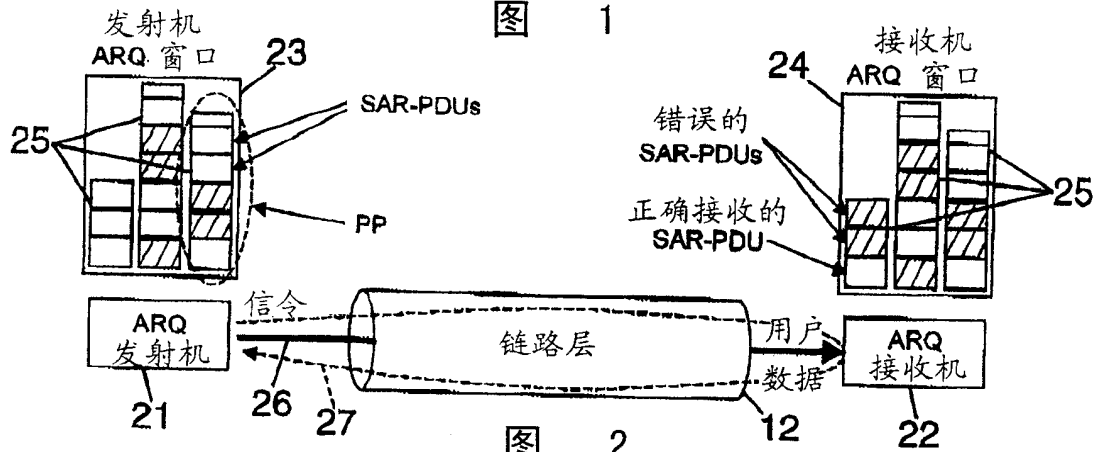


图 2

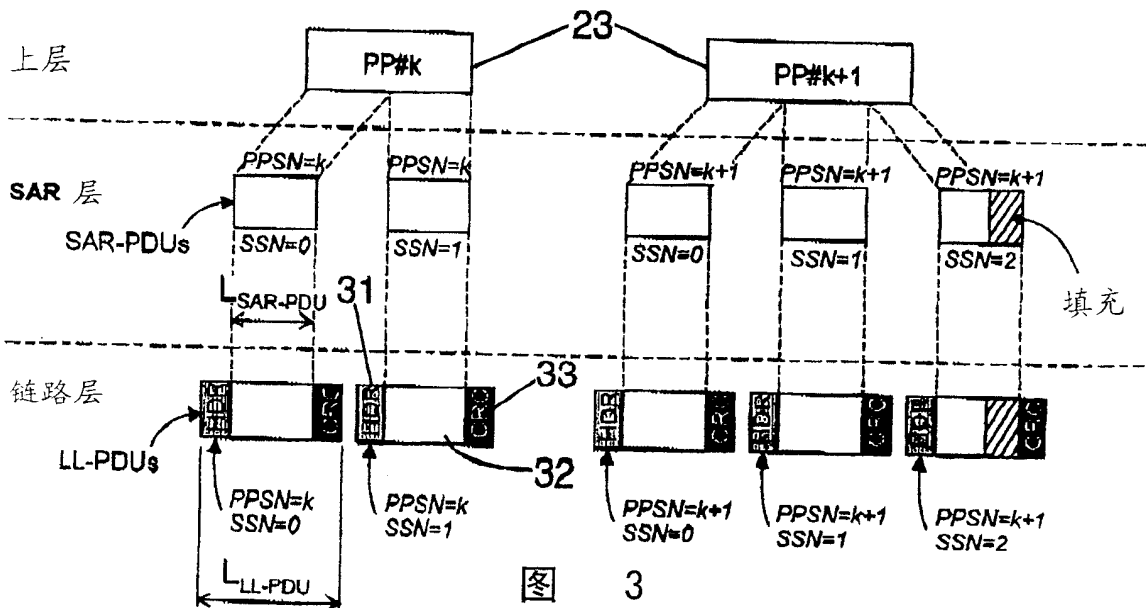


图 3

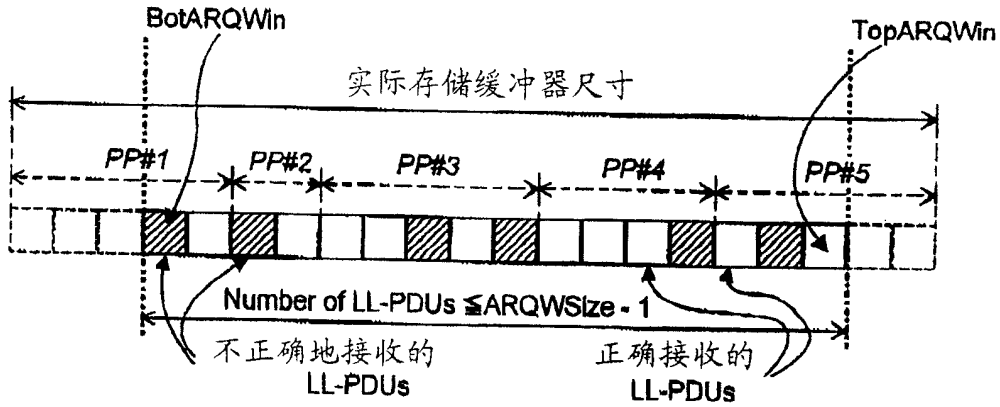


图 4

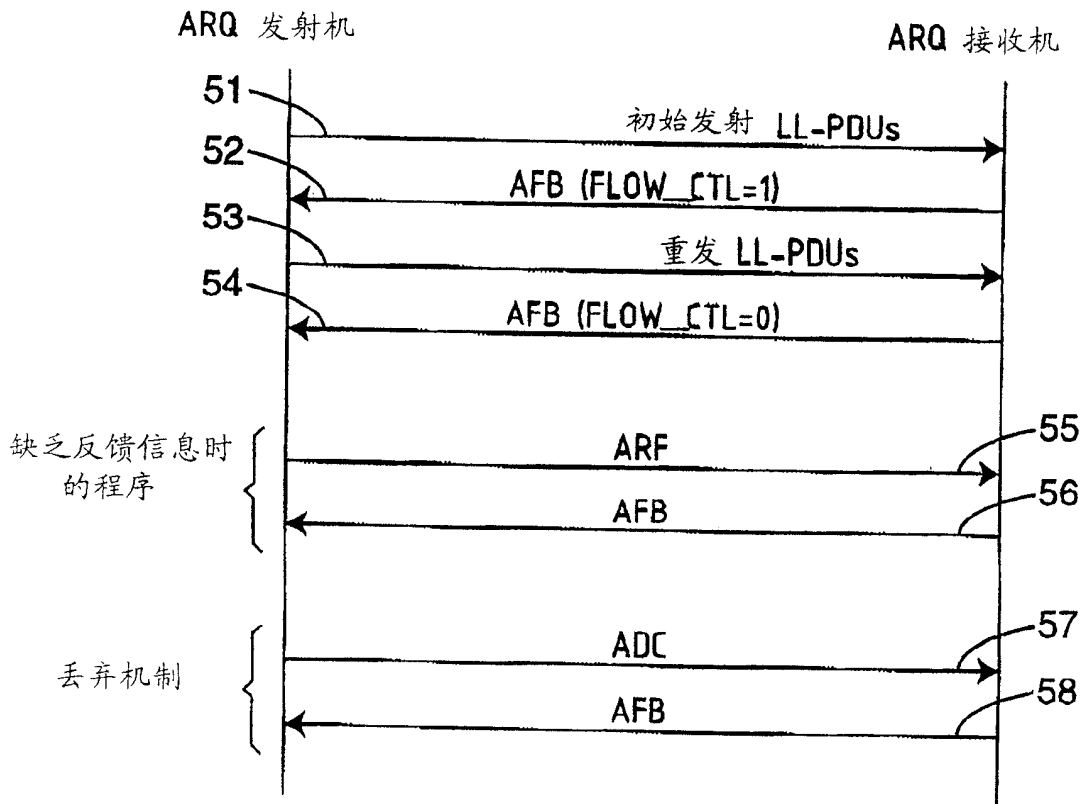


图 5