



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1857023 B

(45) 授权公告日 2010.12.08

(21) 申请号 200480027845.4

H04L 1/18 (2006.01)

(22) 申请日 2004.07.27

H04L 1/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

10344765.2 2003.09.26 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.03.24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2004/051613 2004.07.27

(87) PCT申请的公布数据

W02005/032192 DE 2005.04.07

(73) 专利权人 辛特里昂无线电模块有限责任公司  
地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 M·德特林 B·拉夫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 谢强

(51) Int. Cl.

H04W 8/08 (2009.01)

(56) 对比文件

CN 1281561 A, 2001.01.24, 全文.

EP 1313245 A1, 2003.05.21, 全文.

WO 02/21757 A1, 2002.03.14, 全文.

CN 1256813 A, 2000.06.14, 全文.

审查员 刘真

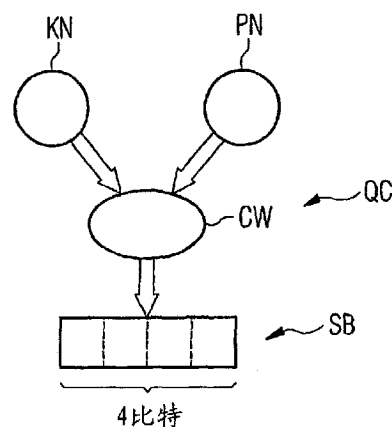
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 7 页

(54) 发明名称

传输控制数据的方法、移动无线设备和基站

(57) 摘要

讲述一种在蜂窝网络内在位于移动无线设备和基站之间的物理信道上、例如在 UMTS 标准的所谓的“层 1”上传输控制数据的方法,用于控制所述移动无线设备和所述基站之间的面向分组的数据传输。所述控制数据包括用于标识数据分组的分组号。在此,所述分组号至少与用于传输的其它控制参数一起被共同地源编码。另外还讲述一种移动无线设备和基站,其分别被构造成以此能执行有关的方法。



1. 一种在蜂窝网络内在位于移动无线设备和基站之间的物理信道 (PK) 上传输控制参数的方法, 用于控制所述移动无线设备和所述基站之间的面向分组的数据传输, 其中所述控制参数包括用于标识数据分组的分组号 (PN),

其特征在于:

所述分组号 (PN) 与用于传输的至少一个其它控制参数 (KN, RV) 一起被共同地源编码。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于,

为发送数据分组而提供不同的时间信道, 所述时间信道通过对相同物理信道 (PK) 的时间划分来实现, 其中分别由发送装置在一个时间信道上重复地发送一个数据分组, 直到发送装置收到接收装置的确认信号 (ACK)。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于,

至少一个其它控制参数包括用于发送有关数据分组的时间信道的信道号 (KN)。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的方法, 其特征在于,

最多使用如此多的不同时间信道, 使得可供使用的不同时间信道的传输时间间隔的总和恰好覆盖一个信道重复使用时间间隔, 在该信道重复使用时间间隔过后, 最早在前面的传输之后在一个确定的时间信道上能够重新进行传输。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于,

为解码数据分组, 数据分组的多个重复传输被叠加。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于,

在数据传输时采用递增的冗余方法, 并且至少一个其它控制参数包括一个冗余型式指示符 (RV)。

7. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于,

所述数据传输借助多信道的 HARQ 传输方法进行, 并且至少一个其它控制参数包括一个 HARQ 参数。

8. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于,

不同的时间信道被分配了不同的分组号数量, 该分组号数量被提供用于标识有关时间信道上的分组。

9. 如权利要求 6-8 之一所述的方法, 其特征在于,

不同的时间信道被分配了不同数量的冗余型式指示符 (RV), 该冗余型式指示符被提供用于用信令发送有关时间信道上的数据分组传输的冗余型式。

10. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于,

至少一个时间信道的所述分组号数量和 / 或冗余型式指示符 (RV) 的数量是变化的。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于,

有关时间信道的所述冗余型式指示符 (RV) 的数量按照预定的顺序在确定的时间间隔内变化。

12. 如权利要求 8 或 10 所述的方法, 其特征在于,

至少一个时间信道的所述分组号数量和 / 或冗余型式指示符 (RV) 的数量分别根据当前的传输情况来选择。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于,

通过考虑由有关设备使用的时间信道的数量和 / 或分组号数量和 / 或有关设备的不同

时间信道的冗余型式指示符 (RV) 的数量  $N_{RV}$ , 来给确定的发送设备分配传输资源。

14. 如权利要求 8、10、11 和 13 之一所述的方法, 其特征在于,

在为排队等候的数据分组传输选择时间信道时, 根据其分组号数量来优先考虑该时间信道。

15. 如权利要求 8 或 10 所述的方法, 其特征在于,

定义了被分配给单个时间信道的分组号数量的分组号数量分布函数相对于可供使用的时间信道的信道号 (KN) 是一个单调递增或单调递减的函数。

16. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于,

按照确定的选择规则来实现为排队等候的数据分组传输选择时间信道, 其中考虑何时最后采用了信道号 (KN) 和分组号 (PN) 的不同组合。

17. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于,

通过考虑关于在不同时间信道上的迄今为止的传输的时间信息来实现为排队等候的数据分组传输选择时间信道。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于,

通过考虑不同时间信道的迄今为止的使用时间来实现为排队等候的数据分组传输选择时间信道。

19. 移动无线设备,

具有用于在蜂窝网络内在从移动无线设备到基站的物理信道 (PK) 上传输控制参数的工具, 以控制从所述移动无线设备到所述基站的面向分组的数据传输,

以及具有一种源编码装置, 其在传输之前对所述控制参数进行源编码, 其中所述控制参数包括用于标识数据分组的分组号 (PN),

其特征在于:

所述源编码装置被构造使得所述分组号 (PN) 与用于传输的至少一个其它控制参数 (KN, RV) 一起被共同地源编码。

20. 基站,

具有用于在蜂窝网络内在从基站到移动无线设备的物理信道 (PK) 上传输控制参数的工具, 以控制从所述基站到所述移动无线设备的面向分组的数据传输,

以及具有一种源编码装置, 其在传输之前对所述控制参数进行源编码, 其中所述控制参数包括用于标识数据分组的分组号 (PN),

其特征在于:

所述源编码装置被构造使得所述分组号 (PN) 与用于传输的至少一个其它控制参数 (KN, RV) 一起被共同地源编码。

21. 移动无线设备,

具有用于在蜂窝网络内在从基站到移动无线设备的物理信道 (PK) 上接收控制参数的工具, 以控制从所述基站到所述移动无线设备的面向分组的数据传输,

以及具有一种源解码装置, 其对所述控制参数进行源解码, 其中所述控制参数包括用于标识数据分组的分组号 (PN),

其特征在于:

所述源解码装置被构造使得所述分组号 (PN) 与至少一个其它控制参数 (KN, RV) 一起

被共同地源解码。

22. 基站，

具有用于在蜂窝网络内在从基站到移动无线设备的物理信道 (PK) 上接收控制参数的工具，以控制从所述移动无线设备到所述基站的面向分组的数据传输，

以及具有一种源解码装置，其对所述控制参数进行源解码，其中所述控制参数包括用于标识数据分组的分组号 (PN)，

其特征在于：

所述源解码装置被构造使得所述分组号 (PN) 与至少一个其它控制参数 (KN, RV) 一起被共同地源解码。

## 传输控制数据的方法、移动无线设备和基站

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在蜂窝网络内、尤其是在遵照 UMTS 标准 (UMTS = 通用移动通信系统) 的移动无线网内在位于移动无线设备和基站之间的物理信道上传输控制数据的方法, 用于控制移动无线设备和基站之间的面向分组的数据传输, 其中所述控制数据包括用于标识数据分组的分组号。另外, 本发明还涉及一种移动无线设备和基站, 其分别被构造成由此可以实现有关的方法。

### 背景技术

[0002] 在蜂窝移动无线系统中, 移动无线设备 (一般也称为终端、移动终端设备或“用户设备”(UE)) 和移动无线网之间的通信连接通过所谓的基站来建立, 所述基站通过一个或多个无线信道给某个圆周 (所谓的小区) 内的移动无线用户提供服务。这种基站 (在 UMTS 标准中也被称为“节点 B”) 在移动无线网和移动终端设备之间提供原本的无线接口。该基站负责与位于其小区内的不同移动用户开展无线电工作, 并监视物理无线连接。另外, 它还向终端设备传输网络消息和状态消息。在此, 在移动无线领域内区分两种连接方向。下行链路 (DL) 描述了从基站到终端设备的方向, 上行链路 (UL) 描述了从终端设备到基站的方向。在此, 通常在每个方向上存在多个不同的传输信道。于是例如存在所谓的“专用信道” (被分配的信道) 被用于某个终端设备的信息的特定传输。另外还存在所谓的“公共信道” (公用信道), 其被用来从基站传输为多个或甚至全部终端所考虑的信息。同样, 在反方向也存在公共信道, 其由不同的终端设备共享以例如用来向基站传输短消息或控制数据, 其中每个终端设备只是暂时地使用该信道。在此, 不同的信道通常是被多层地构造的。此时, 所谓的物理信道构成基础, 其例如在 UMTS 标准中被称为“层 1”。在该情形下, 为了传输不同的数据, 在物理层、也即最低层上以及在不同的更高层上实现不同的逻辑信道。在此, 物理信道上的数据传输通常是面向分组地进行的, 也即待传输的数据被划分为在时间上依次被发送的单个分组。在此, 与本来要被传输的“有用数据”并行地, 同样以分组形式 (通常在时间上前移地) 传输控制数据。该控制数据在接收方需要被用来识别分组和以正确方式重新组合分组。在此, 控制数据还包含有用于标识数据分组的分组号。

[0003] 被用于这种传输方法的这种物理信道的典型例子是所谓的 HSDPA 信道 (高速下行链路分组接入)。这里涉及按照最新 UMTS 标准的下行链路信道。作为传输方法, 这里采用快速的所谓 HARQ 方法 (HARQ = 混合自动重复请求)。ARQ 方法 (自动重复请求) 涉及一种防错方法, 其中待传输的块被连续地编号并设有一个块检验序列, 其被接收机用来判断是否存在传输差错。由接收机借助于所谓的 ACK 信号来确认正确的块。接收机要么利用否定的确认、即所谓的“NACK 信号”对出错的块作出反应, 要么忽略该块, 发射机据此在预定的时间过后重复发射。只有当直接位于前面的块已被接收机肯定地确认时 (所谓的停止等待方法), 才由发射机传输同一信道上的新分组。概念“混合”意味着, 另外还传输奇偶比特 (校验比特) 用于防错。在 HSDPA 信道上采用多信道的停止等待协议 (所谓的 n 信道停止等待)。在此, 在物理信道上通过时间划分实现多个时间信道, 这些时间信道被分配了分别

对应于一个块长度的不同传输时间间隔。以这种方式,可以在一个时间信道内等待对被发送的块的确认时就已在其它时间信道内发送其它的块。作为控制参数,必须显式地或以其它方式从发射机向接收机传输相应时间信道的信道号。所传输的块是新的分组还是最后分组的重复,这种情况由上述用于标识数据分组的分组号得出。

[0004] 在此,对于每个时间信道只提供有限数量的分组号,这些分组号一直被循环地交替使用。也就是说,在使用最后的分组号之后,下一个新的数据分组重新获得第一个分组号,依此类推。在 HSDPA 信道中,该分组号被称为所谓的“新数据指示符”(NDI)。为此在 HSDPA 中只提供一个比特,该比特随每个新的分组而改变其值。

[0005] 为控制而需要的不同控制参数(例如信道号和分组号)必须在传输之前首先在源编码的范畴内被编码。在 HSDPA 中,信道号以 3 比特被进行源编码。分组号与此分开地被源编码成一个 1 比特分组号。接着对如此产生的信息数据进行信道编码。然后在所谓的速率匹配方法中,这些数据被缩减,使得其能够在一个时间信道的规定传输时间间隔内(这在 HSDPA 中为 2 毫秒)被传输。

[0006] 然而,对于从各个终端设备到基站的上行链路信令而言,采用这种 HSDPA 方法是相当不利的。在上行链路信道上经常采用所谓的 SHO 方法(SHO = 软切换)。在该方法中,终端设备和网络之间的无线连接同时并行地通过多个基站进行保持,使得在网络内移动的终端设备能够平滑地在各个基站之间进行切换。在 SHO 方法中,终端设备的功率调节此时被如此地控制,使得至少在一个连接上能够成功地进行解码。但这意味着,经常只有具有最好信道情况的基站才能解码所属的控制数据。对于参与 SHO 方法的其它基站而言,完全不能理解具有所属控制数据的多个分组。另外还有,为了在目前的标准中改善传输质量,通常利用“软组合”方法进行工作。在此,一个分组的不同传输在解码之前被叠加,也即首先采用第一种传输,当该传输不能被解码时,重复传输(再传输)与所述第一传输叠加,由此提高被传输的分组信号能量。在软切换与软组合的这种本来优选的结合中产生了以下问题:一个 1 比特分组号不足以避免不同分组的错误叠加。这通过以下例子而变得显而易见:在三个相继的分组情况下,只要仅使用一个 1 比特分组号,则该三个分组包含有分组号 0、1、0。一旦参与 SHO 方法的一个基站不接收具有分组号 1 的中间那个分组,但另一基站能良好地接收,那么该接收基站便确认该分组,并随后由终端设备发送又具有号 0 的第三个分组。不能解码中间分组的基站于是认为,第三个分组是第一个分组的重复分组,因为在两个被解码的分组之间没有改变分组号。因此该基站尝试通过叠加两个分组的传输来解码该分组。但由于这些分组不是相关联的,所以该解码尝试必定失败。系统性能由于这种经常出现的事件而受到负面的影响。

[0007] 避免该问题的可能性可能是采用  $n > 1$  的  $n$  比特分组号。在该情形下,只有当有关的接收机在其间不能依次解码  $2^n - 1$  个分组的传输时,在新的分组和最后分组的重复之间才会产生混淆的危险。该方法的缺点在于产生了  $n$  比特的信令开销,而该信令开销只有在实际存在 SHO 情况时才是必需的。大约在传输时间的 30% 期间是这种情况。在传输时间的 70% 内,  $n - 1$  个比特原则上是不必要的,仅仅是提高了信令开销。

[0008] 当采用 HARQ 方法时信令开销似乎在这方面可以被节省,其中从一固定时刻起给每个 HARQ 信道提供一个完全确定的时隙。这有个优点: HARQ 信道号不必显式地被发送,而且例如可以根据所谓的系统帧号(SFN)被求出。但这里的缺点是降低了资源分配的灵活

性,这表现为,整个系统不能最佳地被利用,而且产生分组传输的附加延迟。整个方法由此变得效率不太高。

[0009] 同样,似乎可以在采用 SH0 方法时不执行软组合和不采取重复传输的叠加。因为没有分组的叠加,所以在物理信道上传输分组号是不必要的,并且可以取消用于此的信令。但这里的缺点是,丧失了因软组合方法而得到的增益,并且从整体上降低了数据通过量。

## 发明内容

[0010] 因此本发明的任务在于,创造一种改善的用于传输包括分组号在内的控制数据的方法,其中控制数据尽可能被防错地传输,且同时使信令花销尽可能地低。

[0011] 该任务通过以下方式来解决:所述分组号至少与用于传输的其它控制参数一起被共同地源编码。也就是说,在源编码时,不是简单地把分组号转换成若干预定的信息比特和与之并行地将其它控制参数转换成单独的比特并接着拼合这些比特,而是首先以合适的方式把要被传输的控制参数组合,然后在源编码时将其共同地转换到可供使用的比特中。

[0012] 通过分组号与多个其它控制参数(例如信道号、传输格式、冗余型式等)一起进行共同的源编码,可供使用的码字空间比在分开地对不同控制参数进行源编码然后拼合这些信令比特时能更有效地得到利用。这可以通过以下对比非常容易地证明,其中假定某个比特数量  $b$  可供用来编码分组号和其它控制参数(这里作为例子是时间信道号)。可用信令发送的分组号的数量  $M_g$  在分开编码时为:

[0013]

$$M_g = 2^{b \cdot \lceil \log_2 N_T \rceil} \quad (1)$$

[0014] 在此,  $N_T$  是所采用的时间信道的数量。可用信令发送的分组号的数量  $M_g$  这里对于所有信道都是相同的。

[0015] 相反,在共同的源编码时,可用信令发送的分组号的平均数量  $M_j$  为:

$$M_j = \frac{2^b}{N_T} \quad (2)$$

[0017] 通过以下的简单例子很快地明白所述的优点:如果假定六个时间信道已经足以设法让发射机按照多信道停止等待方法在每个时刻进行发送,那么在分开编码的情况下,为了用信令发送六个信道,必须有 3 个信令比特可供用于编码信道号。但原则上利用 3 比特可以用信令发送最多 8 个信道。利用该 3 个信令比特可供使用的码字空间因此没有被利用。同样,为用信令发送多于 2 个分组号而必须相应地提供多个比特,譬如为用信令发送 4 个分组号而需要 2 比特。也就是说必须传输总数为 5 个信令比特。但在共同的源编码中,在该 5 个信令比特内可用信令发送 6 个不同的信道和每信道 5 个不同的分组号,也就是说,出现了一个分组号的附加增益,而无须传输更多的信令比特。

[0018] 当采用开头所述的传输方法时该方法是非常有利的,其中不为发送数据分组而提供不同的时间信道,所述时间信道通过对相同物理信道的的时间划分来实现,其中分别由发送装置在一个时间信道上重复地发送一个数据分组,直到发送装置收到接收装置的确认信号。也就是说,本发明尤其在多信道的停止等待 ARQ 传输方法中是有利的,其中分组号分别循环地被再用于要被重新传输的分组。但本发明并不局限于这类传输方法,而是可以在以下的�所有方法中被采用,也即在这些方法中,分组号必须与其它控制参数一起传输以便控

制面向分组的数据传输。

[0019] 与分组号共同被源编码的其它控制参数可以是不同的控制参数。尤其优选的是，被用于发送有关数据分组的时间信道的信道号与分组号一起被源编码。当采取异步方法时，时间信道的这种信道号必须总是一同地被传输，其中，不同于所谓的部分同步方法，在该异步方法中并不是显式地确定在某个时间信道内进行发送时的时间。

[0020] 当采用这种在相同物理信道上具有不同时间信道的传输方法时，优选地最多使用如此多的不同时间信道，使得可供使用的不同时间信道的传输时间间隔的总和恰好覆盖一个信道重复使用时间间隔（所谓的“循环时间”），在该信道重复使用时间间隔过后，最早在前面的传输之后在一个确定的时间信道上能够重新进行传输。每种更高数量的时间信道似乎不会产生改善的系统性能。在本发明方法中限制时间信道的数量在以下方面是有意义的：未被使用的代码空间象上文所述的那样能被有效地用于编码附加的分组号。只要例如通过可供使用的资源无论如何也不持久地给发射机提供发射时间，那么采用更少的时间信道有时是有意义的，使得所述循环时间没有被传输时间间隔的总和完全覆盖。

[0021] 优选地，在传输时采用上文已讲过的软组合方法，其中为解码数据分组，数据分组的多个重复传输被接收机叠加。在此，分组的各个传输分别可以具有某些不同的和 / 或相同的部分。只要所有的传输具有相同的比特，则通过软组合只实现能量提高，以方便接收机解码数据分组。该方法也被称为跟随组合 (Chase-Combining)。

[0022] 但非常优选的是，采用具有所谓的“递增冗余”（下面也称“IR 方法”）的传输方法，其中再传输部分地具有不同的数据，尤其是不同的冗余数据。通过在相同分组的不同传输中采用不同的冗余数据，除了提高能量外还能达到码率的改善。码率是通过被传输的有用信息比特与所有被传输的信息比特之比来定义的。在采用 IR 方法时，接收机每次必须知道相应的传输包括哪些冗余比特或哪些变型。为此，发射机向接收机发送一个作为其它控制参数的冗余型式指示符（也简称为“冗余型式”）。因此在该方法中，优选地还有作为其它控制参数的冗余型式指示符与分组号一起、以及可能还与时间信道的信道号和 / 或其它控制参数一起被共同源编码。

[0023] 通过共同的源编码，为了完全利用代码空间，尤其也优选给不同的时间信道分配不同的分组号数量。这例如从等式 (2) 得出，其中可用信令发送的分组号的平均数量  $M_j$  不一定必须得出一个整数。在该情形下可以通过以下方式完全利用代码空间：所述信道中的一些被分配了多于其它信道的可用信令发送的分组号的数量。

[0024] 对此，在单个时间信道  $i = 1 \sim N$  的可用信令发送的分组号的数量  $p_i$  方面，所有分布  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$  都总是可能的，对于该分布适用：

$$[0025] \quad \sum_{i=1}^N p_i = W \leq 2^b \quad (3)$$

[0026] 其中  $p_i \geq 2$  并为整数。 $W$  表示最多  $2^b$  种可能性中的所使用的码字的数量。对于  $W = 2^b$ ，代码空间被最大地利用。但在某些条件下，代码空间没有完全被利用的编码也是有利的，也即  $W < 2^b$ ，因为未被使用的码字可以被用来改善信道编码的效率。由此例如可以为控制信道实现具有更低发射功率的某种目标差错率。

[0027] 在可供使用的信令比特为五个和要用信令发送的信道号为六个的上述例子中，根据等式 (2) 得出可用信令发送的分组号的平均数量  $M_j = 5.33$ 。在此，通过例如给所述时间



信道中的两个分别分配六个可用信令发送的分组号,以及在其它四个时间信道上分别只可用信令发送五个分组号,实现了代码空间的最佳利用。

[0028] 以同样的方式,也可以优选地给不同的时间信道分配不同数量的冗余型式指示符。

[0029] 这些分配原则上可以完全固定地、也即一次性地在该方法之前被确定。但作为替代方案,也可能的是,至少一个时间信道(优选地甚至是所有时间信道)的所述分组号数量和/或冗余型式指示符的数量是变化的,也就是说,在数据传输期间,例如按照固定的时间规则或者通过通知发射机和接收机之间的变化的配置而进行变化。

[0030] 这里,有关时间信道的所述冗余型式指示符的数量可以按照预定的顺序在确定的时间间隔内变化。尤其有利的是,至少一个时间信道的、或可能是所有时间信道的所述分组号数量和可能还有冗余型式指示符的数量分别根据当前的传输情况来选择。这在此是优选的,因为在一些情况下可能需要更高的分组号数量,而在另外某些情况下少量的分组号数量就足够了。因此例如在 SH0 情况下可以提高分组号数量,而在非 SH0 情况下只有两个分组号就足够了。

[0031] 同样可以在不同的软组合方法之间切换,其中在采用所谓的 Chase-Combining 方法时,根本就不必显式地传输冗余型式指示符。相反,在实现递增冗余的情况下,相应地增加可用信令发送的冗余型式指示符的数量。

[0032] 优选地,通过考虑由相应设备使用的时间信道和/或分组号数量和/或有关发送设备的不同时间信道的可用信令发送的冗余型式指示符的数量,来给发射机分配传输资源。也就是说,在采用在上行链路信道上传输数据的方法时,可以在基站内被实现的、给不同终端设备分配发射时间的所谓调度器知道各个终端设备的时间信道的分布函数、分组号数量的分布函数以及冗余型式指示符数量的分布函数,并且在资源分配时考虑它们。

[0033] 另外优选的是,在为排队等候的新数据分组的传输选择时间信道时,根据其分组号数量来优先考虑该时间信道。在最简单的形式中,例如可以简单地优选具有较高分组号数量的时间信道,因为利用该方式可以提高系统的整体性能。为了能尽可能简单地实现这一点,优选将一个分组号数量如此地分布到各个时间信道上,使得分组号数量分布相对于可供使用的时间信道的信道号是一个单调递增或单调递减的函数。也就是说,随着信道号的增加,相应的时间信道具有更少或更多的可用信令发送的分组号。于是有利的是,可以简单地考虑各个空闲时间信道的最大信道号或最小信道号。这里涉及非常简单的选择算法,以便在选择时优选具有高分组号数量的时间信道。显然该算法也可以容易地被扩展到以下情况:分组号数量分布不是单调的。

[0034] 也可以按照确定的选择规则来实现为排队等候的传输选择时间信道,其中考虑何时最后采用了信道号和分组号的不同组合。这里可能涉及一个为所有发射机固定地给定的规则。一个可能的规则例如是,简单地计数或存储迄今为止的、从最后一次使用各个可能的信道号/分组号组合以来的传输。该选择规则也可以被构造使得不仅考虑不同的信道号/分组号组合,而且还考虑各个时间信道上的分组号数量。

[0035] 同样可以通过考虑关于在不同时间信道上的迄今为止的传输的时间信息来实现时间信道的选择。该时间信息例如可以包括最后一次利用某个信道号/分组号组合进行传输的时刻,或对每个时间信道而言也包括在两个相继的分组号之间的平均时延。利用该方

式可以使在某个组合重复之前的时间间隔最大化。同样,可以通过考虑不同时间信道的迄今为止的使用时间来实现为排队等候的新数据分组的传输选择时间信道。这里优选地考虑平均的使用时间,以便使该方法的花费尽可能低。

[0036] 本发明的方法尤其优选地用于改善上行链路传输,也即从移动无线设备到基站的数据传输。在此,移动无线设备必须象平常一样具有用于在蜂窝网络内在物理信道上把控制参数传输到基站的工具,以控制从所述移动无线设备到所述基站的面向分组的数据传输。另外该移动无线设备象平常一样还需要一种源编码装置,其在传输之前对所述控制参数进行源编码,其中所述控制参数包括用于标识数据分组的分组号。根据本发明,所述编码装置被构造使得所述分组号至少与用于传输的其它控制参数一起被共同地源编码。这里,用于传输控制数据的工具包括至少一个发射/接收装置,其具有合适的天线装置和处理器装置,所述处理器装置控制该移动无线设备内的各种处理,并产生或相应地选择控制数据。这里,源编码装置可以用软件形式被实现在移动无线设备的处理装置内。于是,与此相应地,本发明的基站必须具有相应的解码装置,其被构造使得所述分组号与其它控制参数一起被共同地解码。

[0037] 但也可以将该方法应用于下行链路的数据传输。在该情形下,基站必须相应地具有用于在物理信道上把控制参数传输到移动无线设备的工具,以及具有一种源编码装置,该源编码装置被构造使得所述分组号至少与用于传输的其它控制参数一起被共同地源编码。于是在该情形下,本发明的移动无线设备必须具有相应的解码装置,其被构造使得所述分组号与其它控制参数一起被共同地解码。

## 附图说明

[0038] 下面参照附图并借助于实施例来详细阐述本发明。

[0039] 图 1 示出了一个  $n$  信道停止等待 HARQ 方法的原理图,其利用了物理信道上实现的三个不同时间信道,

[0040] 图 2 示出了物理信道上的传输用的控制参数的编码示意图,

[0041] 图 2a 示出了根据现有技术对时间信道的信道号和分组号进行源编码的示意图,

[0042] 图 2b 示出了根据本发明方法对时间信道的信道号和分组号进行源编码的示意图,

[0043] 图 3 示出了一个表格,其给出了在按照现有技术分开地编码时依赖于信令比特数量和要用信令发送的时间信道的、可用信令发送的分组号的数量  $M_s$ ,

[0044] 图 4 示出了一个表格,其给出了在按照本发明方法共同源编码时依赖于信令比特数量和要用信令发送的时间信道的、可用信令发送的分组号的平均数量  $M_j$ ,

[0045] 图 5 示出了一个表格,其给出了通过共同源编码获得的百分比信令增益,

[0046] 图 6 示出了一个表格,其给出了关于在不同时间信道内的可用信令发送的分组号数量的不同分布函数的例子,

[0047] 图 7 示出了在总数为六个信令比特和根据现有技术分开地进行源编码时为各个控制参数提供的信令比特的数量,

[0048] 图 8 示出了属于图 7 的信令比特分布的、可用信令发送的可能性的数量,

[0049] 图 9 示出了在利用总共六个信令比特进行共同源编码时可用信令发送的不同可

能性的图示,以用于与图 8 相比较,

[0050] 图 10 示出了类似于图 9 的表格,但是针对总共五个信令比特,

[0051] 图 11 示出了类似于图 9 的表格,但是针对总共四个信令比特,

[0052] 图 12 示出了可用信令发送的冗余型式在不同 HARQ 信道上的随时间变化的可能分配,

[0053] 图 13 示出了用于某个时间信道的可用信令发送的冗余型式指示符的数量随时间变化的实施例,

[0054] 图 14 示出了一个表格概况以用于解释某个时间信道的选择方法的实施例。

### 具体实时方式

[0055] 下面在采用具有软组合的多信道停止等待协议的情况下以异步快速 HARQ 方法为例来讲述本发明,正如其还被用来按照最新的 UMTS 标准在 HSDPA 信道上传输数据一样。本发明尤其适用于这类方法,但并不局限于此。另外,通常在不限制本发明的情况下假定,该方法被用于在从移动无线设备到基站的上行链路信道上传输控制参数。概念“移动无线设备”在本发明的意义上另外应被理解为具有相应移动无线电功能的所有设备,如具有移动无线电部分的 PDA。

[0056] 图 1 示出了这种 HARQ 方法的原理作用方式。在此,上边的条形示出了在发射机处的在被用于传输数据的物理信道 PK 上的时间情况,其下方的条形示出了在接收机处的在该物理信道 PK 上被相应地时移了传输时间  $T_{prop}$  的情况。第三个条形示出了在接收机处的在被用于传输反馈信号的物理信道 PK' 上的时间情况,其下方的条形示出了在发射机处的在该物理信道 PK' 上被相应地时移了传输时间  $T'_{prop}$  的情况。

[0057] 待传输的数据分别以分组的形式在物理信道 PK 上被传输。在此,分组的每次传输持续一个被准确规定的传输时间间隔 TTI。在 HSDPA 信道上,传输时间间隔 TTI 例如为 2ms。

[0058] 在接收传输之后,接收机需要一个处理时间  $T_{NBP}$  来解码数据和给发射机产生反馈信号。如果数据能被正确地解码,则该反馈信号包含一个肯定的确认信号 ACK(确认),否则包含一个否定的确认信号 NACK(不确认)。该确认信号 ACK、NACK 分别具有长度  $T_{ACK}$ 。在收到反馈信号之后,发射机可以在另一个处理时间  $T_{UEP}$  之后根据反馈信号再次占用该信道。在尽可能最早地重新使用有关信道之前的持续时间被称为循环时间  $T_{RT}$ 。

[0059] 在肯定的确认信号 ACK 的情况下,可以在信道上发送一个新的分组,在否定的确认信号 NACK 的情况下必须重复老的分组。为了更好地利用在物理信道 PK 上可供使用的发射时间,该信道被划分为多个时间信道 K1、K2、K3(下面在不限制本发明的情况下也被称为“HARQ 信道”)。因此,在反馈信号已被发回和分析之前所逝去的时间间隔内,可以按时分多路复用在其它 HARQ 信道 K1、K2、K3 上运行同样的方法。在此通常使用至少这么多的 HARQ 信道 K1、K2、K3,直到在每个时刻都可能发送数据。也就是说, HARQ 信道 K1、K2、K3 的数量被选择使得一个时间信道 K1、K2、K3 的循环时间 TTI 至少能被其它时间信道 K1、K2、K3 上的传输弥补。

[0060] 结合该方法,“异步”的意思是,一个分组的重复传输(再传输)在每个传输时间间隔 TTI 内可以用起始时间  $t$  之  $k+N_{RT}$  被发送,其中  $k$  为首次传输的传输时间间隔号,  $N_{RT}$  为在

循环时间  $T_{rt}$  内的传输时间间隔数量。

[0061] 为了控制该 HARQ 方法,需要不同的控制参数,它们必须从发射机被传输到接收机。因此必须通过显式的信令把 HARQ 信道号 KN 和关于是否涉及新分组还是涉及最后分组的重复的情况通知给该接收机。后一信令借助于分组号 PN 来实现。

[0062] 图 2 简要地示出了如何为传输来编码控制参数 KN、PN。在迄今所采用的方法中,例如在开头已经讲述的遵照 UMTS 标准的 HSDPA 方法中,此时首先分开地把 HARQ 信道号 KN 源编码 QC 成三个信令比特 SB 和把分组号 PN 源编码成另一个信令比特 SB。这在图 2a 中被更详细地示出。然后信令比特 SB 相互挨着并被补充 CRC 信令比特。在源编码时另外还插入所谓的 CRC 数据 (CRC = 循环冗余校验),它由接收机在解码时用于检验信息的正确传输。然后对整个比特序列进行信道编码 KC,其中在源编码时产生的系统数据还被插入冗余数据、如奇偶比特 PB1 和 PB2。在所谓的速率匹配方法 RM 中,该数据然后被如此缩减,使得其能够在 HARQ 信道的一个规定的传输时间间隔 TTI 内被传输。

[0063] 如开头已述,在许多情况下似乎更有利的是,尤其例如在通过另外采用已述的软组方法而在软切换模式 (下文称为 SHO 模式) 下传输数据时,不采用 1 比特分组号 PN 而是采用一个  $n$  比特分组号 PN,其中  $n > 1$ 。在该情形下,只有当有关接收机在其间不能依次解码  $2^n - 1$  个分组的传输时,在新的分组和最后分组的重复之间才仍然会产生混淆的危险。

[0064] 尽管增加了可用信令发送的分组号的数量,但为了尽可能使信令开销保持得低、也即为了节省信令比特 SB,在本发明的方法中将分组号 PN 与其它控制参数一起进行源编码。在以下讲述的实施例,分组号 PN 还与 HARQ 信道号 KN 进行共同的源编码 QC,这如图 2b 所示。在此,某个分组号 PN 和某个 HARQ 信道号 KN 的每种组合都被分配一个码字 CW,该码字然后通过源编码 QC 被转换成所需数量的信令比特 SB。于是,在保留异步 HARQ 和软组合的优点的情况下,也可以在 SHO 模式下保持尽可能高的数据通过量。

[0065] 通过 HARQ 信道号和分组号的共同源编码,可以更有效地利用可供使用的码字空间。针对可用信令发送的信道号 KN 的典型数量值  $N$  和信令比特 SB 的典型数量  $b$ ,图 3 的表格示出了在按照现有技术分开地进行源编码时可用信令发送的分组号 PN 的数量  $M_s$ 。可用信令发送的分组号 PN 的数量  $M_s$  已根据等式 (1) 被计算出。在此,可用信令发送的分组号 PN 的数量  $M_s$  对于所有 HARQ 信道都是相同的。与此相比,图 4 中的表格示出了在根据本发明进行共同源编码时相应地按照等式 (2) 所计算出来的可用信令发送的分组号 PN 的平均数量  $M_j$ 。图 5 的表格示出了通过共同编码所获得的相应百分比增益。

[0066] 在上面已经讲到的 HSDPA 信道上总共有 4 个信令比特 SB 可供信道号 KN 和分组号 PN 的信令使用,其中 3 比特被预留用于信道号。因为在用  $n$  比特编码时恰好可以用信令发送  $2^n$  个信道,所以利用这 3 个信令比特可以用信令发送 8 个信道。另一方面,由于循环时间  $T_{RT}$  只有 6 个传输时间间隔 TTI,所以 6 个信道已足够能让发射机在每个时刻进行发送了。两个附加可能的信道本来是不必要的。但如图 3 中的表格所示,在分开地进行源编码时 (与用信令发送 6 个或 8 个 HARQ 信道无关),利用总共  $b = 4$  个信令比特只能用信令发送两个分组号。与此相反,图 4 的表格示出了:在优选地利用 4 比特进行共同编码和在 6 个 HARQ 信道的情况下,总共可以平均地用信令发送 2.67 个分组号,也就是说,譬如为 HARQ 信道中的  $2/3$  (也即 4 个信道) 可以用信令发送 3 个分组号,以及为 HARQ 信道中的  $1/3$  (也即 2 个信道) 可以用信令发送 2 个分组号。这相当于 33% 的增益。该例子非常明显地表明了:如

何能借助于本发明的方法把 HARQ 信道的数量有意义地减少到由循环时间  $T_{RT}$  所预给定的最小数量, 以及利用由此变得空闲的代码空间来用信令发送分组号。

[0067] 一旦发射机因有限的资源而无论如何不能持久地发送, 那么有意义的是, 将 HARQ 信道的数量降低到更小于由循环时间  $T_{RT}$  所预给定的最小数量, 并由此为分组号实现更多的信令增益, 从而更进一步降低了因混淆分组而造成的差错概率。

[0068] 如该例子还示出的一样, 在本发明方法中, 对于不同的 HARQ 信道完全有针对性地采用不同数量的可用信令发送的分组号 PN, 这是可能的而且经常也是有意义的。也就是说, 码字的全集可以被灵活地分布到各个 HARQ 信道上。在此, 上面借助于等式 (3) 所讲述的、可用信令发送的分组号的数量  $p_i$  的所有分布  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$  总是可能的。

[0069] 由此得到另一种优化可能性: 被使用的 HARQ 信道的数量和 / 或可用信令发送的分组号的数量分布函数  $P$  是随时间变化的。这些参数例如可以根据是否有关终端设备处于 SHO 模式或者是否采用了上述 IR 方法 (具有递增冗余的方法) 来进行变化。同样, 可以考虑其它的连接特性和网络特性, 例如小区的负荷。在低的网络负荷下, 例如较均匀的分布是有利的, 因为想发送的终端设备于是可以以大的概率在多个相继的传输时间间隔 TTI 内进行发送, 并由此所有的 HARQ 信道被占用。相反, 在高的网络负荷下, 特定的终端设备在循环时间  $T_{RT}$  内只能不经常地得到分配的资源, 以致于通常只有少量的 HARQ 信道被占用。于是有利的是, 尤其在 SHO 模式给该 HARQ 信道分配更高数量的可用信令发送的分组号。在此, 尤其在 SHO 模式中也可以优选地利用具有更高的可用信令发送的分组号数量的信道, 并由此降低因错过的分组而导致的差错概率。在此, 当前的配置也可以 (譬如半静态地) 由网络通知给终端设备。尤其是, 基站的调度器知道终端设备的分布函数  $P$ , 并已经可以在其资源分配而进行判断时考虑这一点。

[0070] 下面借助于图 6 的表格来讲述在不同 HARQ 信道中的可能分组号分布  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$  的不同实施例。该表格示出了依赖于信息比特和 HARQ 信道的数量的不同分布  $P$  的概况。在此需要指出, 只要 HARQ 信道的选择算法与之匹配, 分布  $P$  的所有排列原则上是等价的。另外还要指出, 图 6 所示的变型方案只涉及所有可能的变型方案中的一个选择。

[0071] 在图 6 所示的所有实施例中, 都是基于六个传输时间间隔 TTI 的循环时间。另外假定, 作为软组合方法只采用 Chase-Combining, 也即不使用递增的冗余, 或者独立地进行冗余型式的源编码。对此, 在共同的源编码时, 首先把所采用的 HARQ 信道数量  $N$  从 8 缩减到 6, 而不会即便在低网络负荷下要忍受功率损失。同时, 码字可以灵活地被分布到该 6 个信道上。

[0072] 在此, 所建议的分布函数被分类为三个组:

[0073] - 类型 1: 相同的分布函数。在此, 不同的 HARQ 信道  $i$  内的所有分组号数量  $p_i$  都是相同的。

[0074] - 类型 2: 均匀的分布函数。在此, 在代码空间全部被利用的边界条件  $W = 2^b$  下如此地选择分组号数量  $p_i$ , 使得在不同的 HARQ 信道  $i$  内的最大和最小分组号数量  $p_i$  之间的差最小, 也即它们最多相差 1。

[0075] - 类型 3: 不均匀的分布函数。这是所有不同的分布函数。

[0076] 所述不同的类型在表格的第一列被规定。

[0077] 在表格的第一行的实施例中, 提供了总共  $b = 4$  个信令比特用于用信令发送 6 个

HARQ 信道和分组号。这是在采用 2ms 的传输时间间隔 TTI 时的典型值,正如其也被应用于 HSPDA 时一样,也如同其可以被应用于改善的快速上行链路信道、例如 EDCH(高级专用信道)中一样。

[0078] 现在有多个实施变型方案是可能的:

[0079] 1. 总是相同的源编码:

[0080] 在该实施变型方案中优选将可用信令发送的分组号的数量分布  $P$  到 6 个 HARQ 信道上,这种分布根据绝大多数出现的情况被最优化。由于 SHO 模式最多只出现该时间的约 30%,所以采用不多于 4 个信息比特看起来是有意义的(如同在 HSDPA 中一样)。但为了在 SHO 模式下降低一些 HARQ 信道的差错概率,应该利用均匀或不均匀的分布(类型 A2 和 A3),例如 {3,3,3,3,2,2}、{4,3,3,2,2,2}、{4,4,2,2,2,2} 或 {5,3,2,2,2,2}。在此,大括号内的数字  $\{p_1, p_2, \dots, p_N\}$  分别表示 HARQ 信道  $i$  的可用信令发送的分组号  $p_i$  的数量。分布的准确选择取决于作为可用信令发送的分组号的数量函数的差错频度,和取决于系统所采用的负荷。系统(也即小区)平均采用的负荷越高,就有越少的 HARQ 信道必须具有提高数量的可用信令发送的分组号。

[0081] 替代地也可以使用 5 个信息比特(类型 B1、B2 和 B3)。于是存在 32 种信令可能性,并且按照以上的考虑而优选采用例如分布 {8,8,8,3,3,2}、{8,8,8,4,2,2}、{6,6,6,6,4,4}、{7,7,7,7,2,2}、{6,6,5,5,5,5} 等等。需要注意,这里 5 个信息比特足以在绝大多数出现的情况中产生与在分开源编码中利用 6 个信息比特(也即 8 个可用信令发送的分组号)相类似的基本防错性。通过节省信息比特,现在可以在相同数量的编码比特情况下采用更低的码率并实现编码增益。由此再次提高了接收机能正确解码信息的概率。如果例如假定 6 个信息比特的码率为 0.5,那么 5 个信息比特的码率为 0.42,以及 4 个信息比特的码率为 0.33。

[0082] 2. 按照 SHO 模式进行不同的源编码,但信息比特数量为恒定:

[0083] 在该实施方案变型中,例如一直采用 4 个信息比特。分布函数根据是否存在 SHO 模式而不同。在非 SHO 情况下,可以采用尽可能均匀的分布,例如 {3,3,3,3,2,2}。也可以进行相同的分布 {2,2,2,2,2,2}。这里留下没被使用的码字,其可以被用来对最优化信道编码效率的码字进行选择。相反,在 SHO 模式下可以采用不均匀的分布,例如 {4,3,3,2,2,2}、{4,4,2,2,2,2} 或 {5,3,2,2,2,2} 或 {6,2,2,2,2,2}。为了提高可用信令发送的分组号的数量,也可以减少 HARQ 信道的数量。如果譬如只配置 5 个信道,则得出象 {5,4,3,2,2}、{5,5,2,2,2}、{6,4,2,2,2}、{6,3,3,2,2} 的可能性。需要注意的是,由于 HARQ 信道的数量减少到低于由循环时间所要求的最小数量,可能出现在某些时刻某个终端设备不能发送。然而,只要在一个小区内存在多个终端设备,那么在某个时刻一个终端设备都不能发送是极不可能的。另外,基站的调度器已经可以在资源分配中考虑这种情况。于是,因降低分组混淆的差错概率而获得的增益完全可以更多地补偿因减少 HARQ 信道而导致的(多用户分集的)损失。该变型方案的一般优点在于,因恒定数量的信息比特而可以持续地采用相同的信道编码。

[0084] 3. 在信息比特数量变化时按照 SHO 模式进行不同的源编码:

[0085] 在该实施方案变型中,为了更灵活地匹配而放弃了变型方案 2 的优点。在此例如可以在非 SHO 情况下使用 4 个信息比特,并且采用与在该表格的类型 A1 或 A2 中所描述的

分布相同的分布。相反,在 SHO 模式下可以使用 5 个信息比特,由此能实现更多数量的可用信令发送的分组号。这样的例子可以从表格的类型 B1、B2、B3 中找到。

[0086] 尽管如此,如果需要仍采用相同的信道编码(如在变型方案 2 中一样),那么当控制信息的其它区域中省出比特时,便可以实现这一点。

[0087] 例如在 SHO 模式下,少量的参数可能足以用于冗余型式的信令。尤其是,按照可自解码和不可自解码的分组进行区分(如同在目前的 HARQ 方法中被建议用于 HSDPA 一样)是多余的。这是在于,在 SHO 模式下可能容易出现基站不接收第一分组。于是,如果作为第二分组发送一个不可自解码的分组,那么基站还是不能单独解码该分组。另外,在该情形下也可以放弃用于所谓的冗余型式的参数,而该冗余型式然后通过预定的算法从帧号或类似的编号中被计算出。这同样在于,在 SHO 模式下可能容易出现基站只能接收一部分分组,而由另一基站早先接收另一部分。由于移动台不确切知道哪个基站接收哪些分组,所以它不能象基站在 HSDPA 下行链路信道上传输时那样好地最优化冗余型式的序列。可选地,用于冗余型式的参数可以被减少到少量的比特,例如在 SHO 模式下仅为 1 比特,而在非 SHO 模式下为 3 比特。同样,当只采用 Chase-Combining 时,没有冗余型式的信令也是可以的,因为这里分组的所有传输都是以相同比特来进行的。

[0088] 4. 通过网络的显式信令进行不同的源编码:

[0089] 该实施变型方案通过以下方式提供了还要更高的灵活性:由网络把要使用的 HARQ 配置(也即 HARQ 信道的数量和每个信道的可用信令发送的分组号的数量)动态地通知给终端设备。这一点也可以与 HARQ 配置按照 SHO 模式的自动变化联系起来。这有个优点,即不需要显式的信令。通过这种额外的灵活性,也能够使网络将分布函数与网络负荷相匹配。

[0090] 例如这里可以采用以下分布:

[0091] - 非 SHO 模式: {3, 3, 3, 3, 2, 2},

[0092] - SHO 模式,低网络负荷: {4, 3, 3, 2, 2, 2},

[0093] - SHO 模式,中等网络负荷: {5, 3, 2, 2, 2, 2},

[0094] - SHO 模式,高网络负荷: {6, 4, 2, 2, 2},

[0095] 在该实施变型方案中总是使用仅 4 个信息比特。

[0096] 但显然也可以增加 SHO 中的信息比特数量,例如:

[0097] - 非 SHO 模式: {3, 3, 3, 3, 2, 2},

[0098] - SHO 模式,低网络负荷: {6, 6, 5, 5, 5, 5},

[0099] - SHO 模式,中等网络负荷: {7, 7, 7, 7, 2, 2},

[0100] - SHO 模式,高网络负荷: {8, 8, 8, 4, 2, 2}。

[0101] 另外,可以通过以下方式附加地提高利用代码空间时的效率:必须随每个分组发送的其它控制参数被一同纳入到共同的源编码中。这里譬如优选那些描述所采用的传输格式的控制参数。

[0102] 只要使用 IR 方法,那么接收机也需要冗余型式,该冗余型式包含有关于哪些编码比特位于相应的传输中的信息。因此在这种方法中,分组号和必要时还有 HARQ 信道号优选地与冗余型式一起被源编码。在此可以优选地对不同的 HARQ 信道采用不同数量的可用信令发送的冗余型式。另外,每个 HARQ 信道  $i$  可用信令发送的冗余型式数量  $a_i$  的分布函数  $Q$

还通过考虑连接特性和网络特性 (SHO 模式或非 SHO 模式、小区负荷) 而被匹配和最优化。

[0103] 因此, 在非 SHO 模式下, 接收机能检测和叠加一个分组的多个相继的传输的概率非常高。因此, 在该模式下采用递增的冗余是有意义的, 以便通过降低码率借助于重复分组来达到附加的解码增益。但在 SHO 模式下该概率是较低的, 使得通过递增冗余获得的附加增益被剧烈降低, 或者在并非所有传输都能自己单独被解码的所谓的“全 IR”情况下, 甚至可能转变成缺点。因此, 在 SHO 模式下只采用一种 Chase-Combining 方法或所谓的部分 IR 方法是有意义的, 其中所有传输能自己单独被解码 (可自解码)。在该情形下, 不需要关于是否涉及可自解码的还是不可自解码的消息的信令。如果在 SHO 模式下只采用一种 Chase-Combining 方法, 则可以采用这些比特来用信令发送分组号。

[0104] 图 7 的表格示出了以下情况的信令比特分布: 在按照现有技术分开地对参数进行源编码时总共采用  $b = 6$  个信令比特。可用信令发送的可能性的所属数量在图 8 的表格中被给出。

[0105] 如果根据本发明方法对三个参数 (分组号 PN、HARQ 信道 KN 和冗余型式 RV) 共同地进行源编码, 则在该情形下例如以下的进一步优化是可能的:

[0106] 在非 SHO 情况下只需要 2 个分组号, 使得其余的信令可能性可以被分布到可能的冗余型式上。

[0107] 于是在该情形下通过以下等式给出可用信令发送的冗余型式的平均数量  $L_{j, \text{non-SHO}}$ :

non-SHO:

$$[0108] \quad L_{j, \text{non-SHO}} = \frac{2^b}{2N_{\text{HARQ}}} \quad (4)$$

[0109] 如果象上述实施例中那样采取  $N = 6$  个信道和总共  $b = 6$  个信令比特, 那么可用信令发送的冗余型式的平均数量增加到 5.33。

[0110] 如果在 SHO 模式下采用一种 Chase-Combining 方法, 则冗余型式的信令是不必要的。因此可用信令发送的分组号的平均数量依旧通过等式 (2) 给出。在所述例子中, 由此可以实现 10.67 的可用信令发送的分组号的平均数量。

[0111] 图 9 的表格在前面两行中再次综合了该实施例。括弧内分别给出了图 6 的表格所示的可能分布函数的类型。

[0112] 但是通常不需要太多数量的可用信令发送的冗余型式。所需要的可用信令发送的分组号 PN 的数量在某些情况下也可以小于 8, 这可以通过仿真差错概率来得出。因此, 通过这种共同源编码节省 1 个比特, 也即不用  $b = 6$  个信令比特而只用  $b = 5$  个信令比特, 也可能是意义的。于是按照上述在非 SHO 情况下的方案, 每个 HARQ 信道的可用信令发送的冗余型式的平均数量可以为 2.67。在 SHO 模式下也不需要冗余型式的信令。由此已经可以用 5 比特实现 5.33 的可用信令发送的分组号的平均数量。该特别优选的实施例被再次综合在图 10 的表格中。图 11 的表格示出了  $b = 4$  的相应值。

[0113] 在此, 当也对冗余型式进行共同源编码时, 按照意义也适用以上的说明: 在非 SHO 模式下可以给十分有目的地确定的 HARQ 信道分配更多数量的可用信令发送的冗余型式, 并且然后也可以优先地次采用它们。因此, 与可用信令发送的分组号的数量的分布函数 P 有关的所有其它实施方案在意义上也适用于可用信令发送的冗余型式的数量的分布函数 Q。



[0114] 作为另外的可能性,该方法也可以被应用于以下情形,即在该情形中也在 SHO 模式下使用递增冗余。若用  $L_{j,SHO}$  表示可用信令发送的冗余型式的平均数量,则根据以下等式计算出在 SHO 中可用信令发送的分组号的平均数量  $M_{j,SHO}$  :

$$[0115] \quad M_{j,SHO} = \frac{2^b}{L_{j,SHO} \cdot N_{HARQ}} \quad (5)$$

[0116] 图 9 的表格在其第三行中示出了  $b = 6$  的这种应用实例。也可以针对可用信令发送的分组号的所要求的某个平均数量  $M_j$  和所需要的 HARQ 信道通过变换等式 (5) 来确定可用信令发送的冗余型式的平均数量。图 9 的表格中的第四行针对  $b = 6$  和可用信令发送的分组号的平均数量  $M_j = 8$  而示出了这一点。

[0117] 在 IR 方法中,另外的最优化可能性相应地在于,每个 HARQ 信道  $i$  采用可用信令发送的冗余型式的数量  $a_i$  的时变分布函数  $Q$ ,以便优化在传输分组期间可采用的冗余型式的数量。

[0118] 在采用图 6 表格中的类型 I ( $b = 3$ ) 时,可以用信令发送平均 1.33 个冗余型式。这意味着,为两个 HARQ 信道可以用信令发送两个冗余型式,而为其余四个 HARQ 信道只能用信令发送一个冗余型式。这导致这四个 HARQ 信道的性能不可能与前面两个信道一样好。该事实可以在选择信道时通过以下方式被考虑:例如优先采用可以用信令发送两个冗余型式的两个 HARQ 信道。但是在全数据通过量时必须使用所有 HARQ 信道。为了也在该情形下针对所有的信道都达到良好的性能,可用信令发送的冗余型式的数量可以优选时变地被分配给信道。于是可以在一个时刻为前面两个信道用信令发送两个冗余型式,而在稍后的时刻为其它信道用信令进行发送。

[0119] 为此,图 12 示出了可能的占用情况。该表格的行分别示出了任意的、优选为固定的时间单位。在此,尤其优选地如此选择该时间单位,使得其对应于 HARQ 处理的循环时间  $T_{RT}$ 。

[0120] 在时间单位 1 内可以为信道 1 和 2 用信令发送较多数量的冗余型式(这里是两个冗余型式),在时间单位 2 内可以为信道 3 和 4 用信令发送该较多数量的冗余型式,在时间单位 3 内可以为信道 5 和 6 用信令发送该较多数量的冗余型式。也即交替切换优先的信道。在时间单位 3 过后,可以重复该样式,或者如该表格所示采用另一种样式。然后该样式同样可以重复,或者也可以进行任意混合。通过时变的分配实现了:不同信道可以达到相同的性能。尤其实现了:为所有信道可以用信令发送多余仅一个的冗余型式。

[0121] 在选择冗余型式时适用以下原则:

[0122] 在重复时应该采用不同于首次传输时的冗余型式。也即如果在重复传输时可以用信令发送两个冗余型式,那么应该用信令发送没有在首次传输时所采用的冗余型式。如果已经在首次传输时能传输两个冗余型式,那么应该“预见性地”采取以下选择:该选择应如此进行,使得为重复传输能用信令发送另一个冗余型式。如果应该在(可能必要的)重复的所期望的时刻能用信令发送仅一个冗余型式,则应该预见性地选出首次传输中的另一个冗余型式。如果在某个时刻能选出多于一个的 HARQ 信道,则在该选择时也可以考虑是否在该信道上能用信令发送有利的冗余型式。

[0123] 如果数据以最大的负荷被传输,则依次激活所有 HARQ 信道。如果每个 HARQ 信道有 1.5 个冗余型式可供使用,则可以用所述的预见性分配来确保:在重复时总是可以用信

令发送不同的冗余型式。

[0124] 但在上述例子中只有 1.33 个冗余型式可供使用。为此也可以研究一种优化的策略。在图 13 中录入了每时间单位可用信令发送的冗余型式。这里为清楚的缘故只示出了一个 HARQ 信道。

[0125] 当两个分组在相继的时间内被发送时,利用所示的分配可以一直为重复分组用信令发送不同于用于第一分组的冗余型式。当重复分组在再下一个时间间隔内被发送时,这也适用。只有当分组在三个时间间隔之后被重复时,这在 2/3 的情况中才是不可能的。但在这么大的时间间隔情况下,通常无论如何也存在多个 HARQ 信道,使得可以如上文所述那样选择出一个合适的信道。

[0126] 如上已述,尤其在 SHO 模式下可以优选地使用具有较多数量的可用信令发送的分组号的信道,并由此降低因错过的分组而带来的差错概率。

[0127] 为了在预定的或由网络用信令发送的分布函数 P 和由终端设备实际使用的 HARQ 信道之间达成一致,这里必须规定以何种顺序来占用 HARQ 信道。必须为所有的发射机预先规定这种算法。选择算法应该与分布函数相匹配。

[0128] 在非常简单的情况下,分布函数 P 是一个相对于 HARQ 信道号而单调下降(或上升)的函数,也即对于所有  $i > j$ ,  $p_i \leq p_j$  (或  $p_i \geq p_j$ )。这允许使用非常快速的不复杂的选择算法,其中简单地使用每次尽可能最小(或尽可能最大)的空闲信道号。由此能够保证也实际上优先使用那些具有较高的可用信令发送的分组号的数量的信道。这种算法基于的思想是,在重新使用相同的分组号之前,具有最多的可用信令发送的分组号的数量的那个 HARQ 信道将也会平均地具有最多数量的被执行的传输。由此也平均地降低了两个传输的错误叠加的概率。

[0129] 另一种更有效的算法在于,使在 HARQ 信道号和分组号的某种组合的重复之间的时延最大化。这可以通过以下方式实现:针对每个 HARQ 信道/分组号组合而存储最后一次使用的时刻,并且在每个时刻从自由组合中选出具有最早的录入项的那一个。如果多个录入项具有相似的先后时间,则必要时可以采用其它判据。在该情形下以下做法譬如是有意义的:当具有稍微更新的数据的组合具有较多数量的可用信令发送的分组号时,优选这种具有稍微更新的数据的组合。这里的原因在于将来可得到的时间间隔可能会更有利地流逝。

[0130] 替代地,也可以针对每个 HARQ 信道/分组号组合而存储最后执行的传输的数量。这里,对于每个要重新传输的分组,从空闲的 HARQ 信道中选出以下的 HARQ 信道,即自最后一次采用当前的分组号以来在该 HARQ 信道中已执行了最大数量的传输。

[0131] 为进一步阐述该选择方法而参照图 14。这里假定在当前时刻有 6 个信道空闲。如从该表格的第二列可以看出,在不同的信道中可用信令发送的分组号的数量是  $P = \{4, 3, 3, 2, 2, 2\}$ 。对于可以用信令发送小于 4 个分组号的信道,相应的字段被标有划线。对于每个 HARQ 信道  $i$ ,象平常一样可供使用的分组号一直被交替地使用。譬如,当前的分组号  $p_{a,i}$  (也即应被用于接下来的第一个传输的分组号)通过增加最后所使用的该 HARQ 信道的分组号和模运算而被计算出:

$$[0132] \quad p_{a,i} = (p_{a-1,i} + 1) \bmod p_i \quad (6)$$

[0133] 在所示的实施例,采用表格的第三列所示的、在该表格中被涂有阴影线的值作

为当前的分组号。

[0134] 针对每个 HARQ 信道,通过以下方式计算出从最后一次使用当前分别要被采用的分组号以来的传输数量,即把其分组号与当前分组号不相等的的所有传输  $n(p)$  累加起来:

$$[0135] \quad N_i = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq a_i}}^{p_i} n_{k,i} \quad (7)$$

[0136] 于是,从空闲的 HARQ 信道中可以选出具有最大  $N_i$  的那个信道。在上述的例子中这是 HARQ 信道 3。

[0137] 该例子表明,具有最多数量的可用信令发送的分组号的空闲 HARQ 信道并不一定总是优选的。因此,虽然这里所示的第二种算法是较耗费的,但还是比第一种简单算法要更有效,其原因是,该算法确保了每次采用以下 HARQ 信道,在该 HARQ 信道中从最后一次采用当前的分组号以来已执行了尽可能多的传输。于是,只有在接收机不能准确地解码该数量的属于该 HARQ 信道的控制信息传输的情况下,才可能出现分组的混淆。这里的缺点是,必须为每个 HARQ 信道 / 分组号组合存储传输的数量  $n_{k,i}$ 。

[0138] 如果每 HARQ 信道只存储每个分组号的平均传输数量  $\bar{n}_i$ ,那么可以降低第二种算法的存储器需要。然后,如下地计算出从最后一次使用以来的传输数量  $N_i$ :

$$[0139] \quad N_i = (p_i - 1) \cdot \bar{n}_i \quad (8)$$

[0140] 其中

$$[0141] \quad \bar{n}_i = \frac{1}{l} \sum_{k=1}^l n_{k,i} \quad (9)$$

[0142] 其中分别考虑最后的  $1 \leq p_i$  个值用于求平均。于是,存储器需要是取决于被考虑用于求平均的网格点的数量  $l$ ,并且等于  $N \cdot l$ ,其中  $N$  又是 HARQ 信道的数量。如果每 HARQ 信道只采用一个值 ( $l = 1$ ),那么在上述实施例,存储器花费从 16 个值降到 6 个值,对于  $l = 2$  甚至降到 12 个值。平均值的可靠性随着网格点数量  $l$  的增加而增加。对于  $l = p_i$ ,该简化的算法与前面讲述的是相同的。

[0143] 如果除了每 HARQ 信道的传输数量之外还考虑这时所过去的时间,那么可实现该算法的进一步改善。如果该时间非常短,而且例如在移动无线信道的所谓的相干时间之内(在该相干时间内信道特性近似为恒定),那么可能的是,即使大数量的传输也不能由某一个接收机进行解码。于是,譬如当该无线传输处于一个衰落出现中时(在该衰落出现中接收电平极低)和 / 或当发射机已经利用最大可能的发射功率进行发射时,就是这种情况。也即,在一个 HARQ 信道上的所有暂时传输都丧失的概率随着过去的时间增多而下降(所谓的时间分集)。

[0144] 因此在一种改善的算法中,除了每个 HARQ 信道 / 分组号组合的传输数量之外,还存储所属的时间信息,例如最后传输一个 HARQ 信道 / 分组号组合的时刻,或针对每个 HARQ 信道的在两个相继的分组号之间的平均时延。该方法类似于上述简略算法地进行,只是存储参数“最后传输的时刻”而不是参数“传输数量”,或者存储“在两个相继的分组号之间的平均时延”而不是“每个分组号的平均传输数量”。然后,通过共同地考虑自从最后一次使用以来的传输数量的判据和此时所过去的时间来为下一个排队等候的分组进行 HARQ 信道的选择。这另外还可以通过两种判据的加权求和或通过相乘来实现。

[0145] 原则上也可能的是,针对 HARQ 信道的选择算法也单独地基于判据“最后一次传输

HARQ 信道 / 分组号组合的时延”。

[0146] 下面来讲述基于每个 HARQ 信道的平均使用时间的另一算法：

[0147] 在开始时，所有信道的使用时间被预置为一个初始值，其中对于不同的 HARQ 信道，该初始值也可以不同。尤其是，对于具有多个分组号的 HARQ 信道，可以选择比具有更少分组号数量的 HARQ 信道更大的初始值。

[0148] 然后，每当发送一个新的分组时执行以下步骤：

[0149] 所有 HARQ 信道的使用时间与信道的信道号数量无关地被增加一个单位值。当然，在已经具有适当高的使用时间的那些信道中可以更少地增加该使用时间，或者把该使用时间限制在一个最大值。该最大值对于不同的 HARQ 信道也可以是不同的。尤其是，对于具有许多分组号的 HARQ 信道，可以选择比具有更少分组号数量的 HARQ 信道更大的最大值。

[0150] 然后选出具有最大使用时间的信道，并将下一个分组通过该信道发送出去。在此当然只考虑空闲的以便发送新分组的那些信道，也就是说在这些信道中，发射机不等待尚未到来的确认。

[0151] 然后减少被选择的信道的使用时间，其中该减少对于不同的 HARQ 信道也可以是不同的。尤其是，对于具有许多分组号的 HARQ 信道，可以选择比具有更少分组号数量的 HARQ 信道更小的减少。

[0152] 为代替限制在一个最大值，也可以规定，在超过该最大值时将该使用时间减小一个值，该值与最大值的超过成比例。当比例系数是 2 的幂时，例如 1/4，这可以最简单地实现。

[0153] 所述的例子示出了如何能在无附加信令花销的情况下借助于本发明方法来最小化因为依据被错过的分组误解释分组号而导致的差错概率。在此，对于所用 HARQ 信道数量和 / 或可用信令发送的分组号的数量的分布函数 P 和 / 或可用信令发送的冗余型式的数量的分布函数 Q 的在工作中被使用的每一种组合，只使用发射机和接收器已知道的共同源编码规则。

[0154] 最后再一次指出，在附图中具体示出的和前面讲述的传输方法只涉及实施例，本领域普通技术人员可以在不脱离本发明范围的情况下对其进行修改。因此，例如如果当采用部分同步的 HARQ 方法时不需要传输 HARQ 信道的号码，那么也可以只有冗余型式和必要时的另外其它控制参数与分组号一起被源编码。

[0155] 附图标记清单

[0156] b 信令比特数量

[0157] N 信道号数量

[0158]  $M_s$  分组号数量

[0159]  $M_j$  平均分组号数量

[0160] QC 源编码

[0161] KC 信道编码

[0162] RM 速率匹配方法

[0163] CW 码字

[0164] PN 分组号

[0165] KN 时间信道号

- [0166] RV 冗余型式指示符
- [0167] K1 时间信道
- [0168] K2 时间信道
- [0169] K3 时间信道
- [0170] PK 物理信道
- [0171] PK' 物理信道
- [0172] SB 信令比特
- [0173] CRC CRC 校验比特
- [0174] PB1 奇偶比特
- [0175] PB2 奇偶比特
- [0176] TTI 传输时间间隔
- [0177] ACK 肯定的确认信号
- [0178] NACK 否定的确认信号
- [0179]  $T_{RT}$  循环时间
- [0180]  $T_{ACK}$  信号长度
- [0181]  $T_{NBP}$  处理时间
- [0182]  $T_{UEP}$  处理时间
- [0183]  $T_{prop}$  传输时间
- [0184]  $T'_{prop}$  传输时间

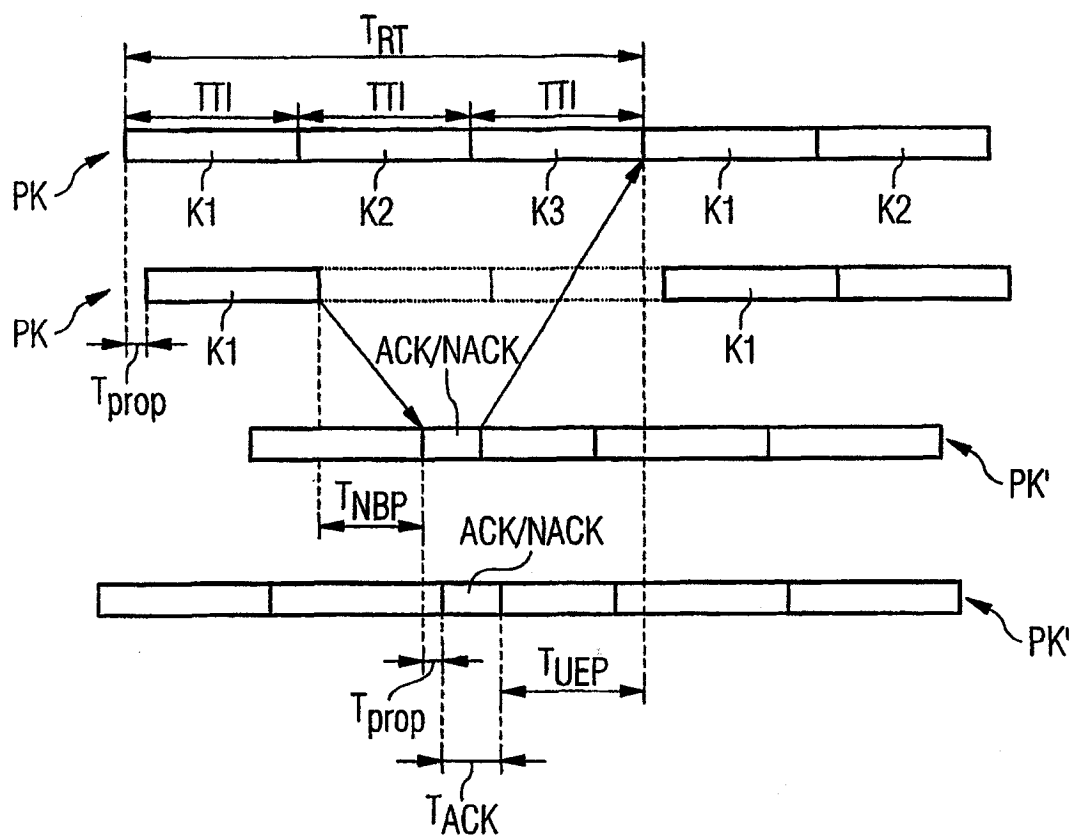


图 1 现有技术

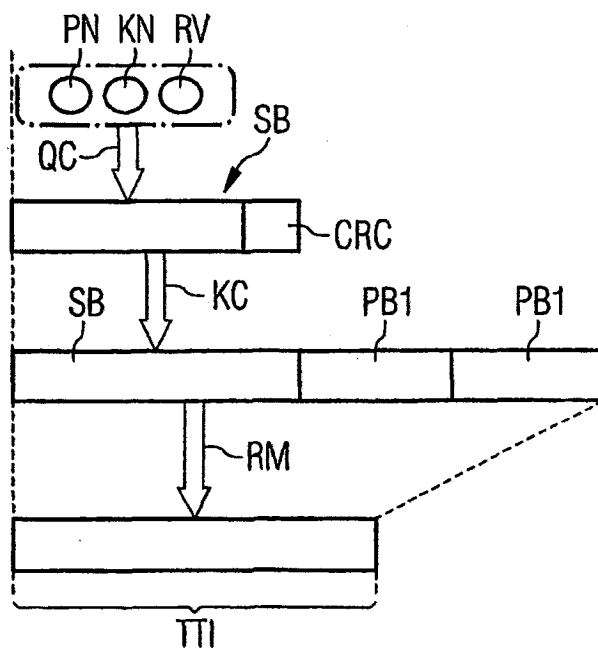


图 2

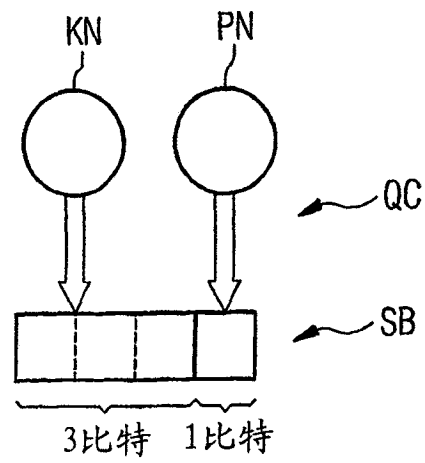


图 2A

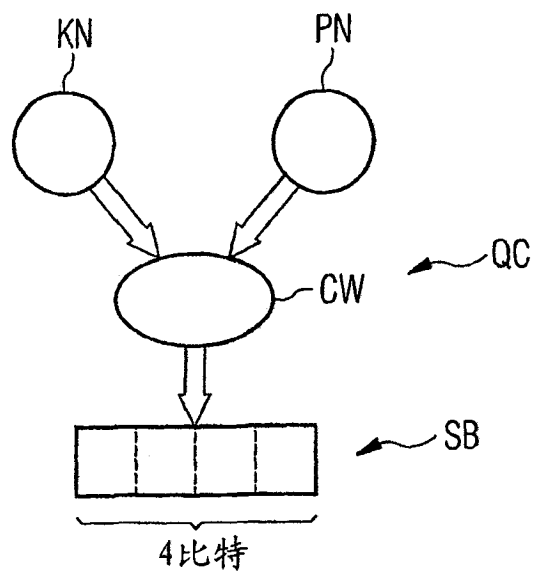


图 2B

| M <sub>s</sub> | b |   |   |    |    |    |     |
|----------------|---|---|---|----|----|----|-----|
|                | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7   |
| 1              | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 |
| 2              | 2 | 2 | 4 | 8  | 16 | 32 | 64  |
| 3              |   | 1 | 2 | 4  | 8  | 16 | 32  |
| 4              |   | 1 | 2 | 4  | 8  | 16 | 32  |
| 5              |   |   | 1 | 2  | 4  | 8  | 16  |
| 6              |   |   | 1 | 2  | 4  | 8  | 16  |
| 7              |   |   | 1 | 2  | 4  | 8  | 16  |
| 8              |   |   | 1 | 2  | 4  | 8  | 16  |
| 9              |   |   |   | 1  | 2  | 4  | 8   |
| 10             |   |   |   | 1  | 2  | 4  | 8   |

图 3 现有技术

| M <sub>j</sub> | b |      |      |      |       |       |       |
|----------------|---|------|------|------|-------|-------|-------|
|                | 1 | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     |
| 1              | 2 | 4    | 8    | 16   | 32    | 64    | 128   |
| 2              | 1 | 2    | 4    | 8    | 16    | 32    | 64    |
| 3              |   | 1,33 | 2,67 | 5,33 | 10,67 | 21,33 | 42,67 |
| 4              |   | 1    | 2    | 4    | 8     | 16    | 32    |
| 5              |   |      | 1,6  | 3,2  | 6,4   | 12,8  | 25,6  |
| 6              |   |      | 1,33 | 2,67 | 5,33  | 10,67 | 21,33 |
| 7              |   |      | 1,14 | 2,29 | 4,57  | 9,14  | 18,29 |
| 8              |   |      | 1    | 2    | 4     | 8     | 16    |
| 9              |   |      |      | 1,78 | 3,56  | 7,11  | 14,22 |
| 10             |   |      |      | 1,6  | 3,2   | 6,4   | 12,8  |

图 4

| N       | 1 | 2 | 3    | 4 | 5  | 6    | 7    | 8 | 9    | 10 |
|---------|---|---|------|---|----|------|------|---|------|----|
| 用%表示的增益 | 0 | 0 | 33,3 | 0 | 60 | 33,3 | 14,3 | 0 | 77,8 | 60 |

图 5



| 类型             | b | 性能量<br>指令平均数            | HARQ-信道     | 分布函数            | 例子                                                                                                                                                  |
|----------------|---|-------------------------|-------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1<br>A2<br>A3 | 4 | 2,67<br>2,67<br>2,67    | 6<br>6<br>6 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | {2,2,2,2,2}<br>{3,3,3,2,2}<br>{4,3,3,2,2}, {4,4,2,2,2}, {5,3,2,2,2},<br>{6,2,2,2,2}                                                                 |
| B1<br>B2<br>B3 | 5 | 5,33<br>5,33<br>5,33    | 6<br>6<br>6 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | {5,5,5,5,5}, {4,4,4,4,4}, {3,3,3,3,3},<br>{2,2,2,2,2}<br>{6,6,5,5,5}<br>{8,8,8,3,2}, {8,8,8,4,2}, {7,7,7,2,2},<br>{6,6,6,4,4}, {10,10,6,2,2}        |
| C1<br>C2<br>C3 | 6 | 10,67<br>10,67<br>10,67 | 6<br>6<br>6 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | { $p_k, p_k, p_k, p_k, p_k$ } 其中 $p_k = \{2, 3, \dots, 10\}$<br>{11,11,11,11,10,10}<br>{12,12,10,10,10,10}, {12,12,12,12,8,8},<br>{12,12,12,12,8,8} |
| D1<br>D2<br>D3 | 4 | 3,2<br>3,2<br>3,2       | 5<br>5<br>5 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | {3,3,3,3,3}, {2,2,2,2,2}<br>{4,3,3,3,3}<br>{4,4,4,2,2}, {5,4,3,2,2}, {5,5,2,2,2},<br>{6,4,2,2,2}, {6,3,3,2,2}                                       |
| E1<br>E2<br>E3 | 5 | 6,4<br>6,4<br>6,4       | 5<br>5<br>5 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | { $p_k, p_k, p_k, p_k, p_k$ } 其中 $p_k = \{2, 3, \dots, 6\}$<br>{7,7,6,6,6}<br>{8,8,8,4,4}, {9,9,8,4,2}, {8,8,8,6,2},<br>{8,8,6,5,5}, {10,10,6,4,2}  |
| F1<br>F2<br>F3 | 3 | 2,67<br>2,67<br>2,67    | 3<br>3<br>3 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | {2,2,2}<br>{3,3,2}<br>{4,2,2}                                                                                                                       |
| G1<br>G2<br>G3 | 4 | 5,33<br>5,33<br>5,33    | 3<br>3<br>3 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | { $p_k, p_k, p_k$ } 其中 $p_k = \{2, 3, 4, 5\}$<br>{6,5,5}<br>{6,6,4}, {7,6,3}, {7,7,2}, {7,5,4}                                                      |
| H1<br>H2<br>H3 | 5 | 10,67<br>10,67<br>10,67 | 3<br>3<br>3 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | { $p_k, p_k, p_k$ } 其中 $p_k = \{2, \dots, 10\}$<br>{11,11,10}<br>{12,12,8}, {14,10,8}, {14,14,4}, {13,13,6}                                         |
| I1<br>I2<br>I3 | 3 | 1,33<br>1,33<br>1,33    | 6<br>6<br>6 | 相同<br>均匀<br>不均匀 | {1,1,1,1,1,1}<br>{2,2,1,1,1,1}<br>{3,1,1,1,1,1}                                                                                                     |

图 6

| b=6   | 分组号 | HARQ-信道 | 冗余型式 |
|-------|-----|---------|------|
| 非-SHO | 1   | 3       | 2    |
| SHO   | 3   | 3       | 0    |

图 7 现有技术

| b=6   | 分组号 | HARQ-信道 | 冗余型式 |
|-------|-----|---------|------|
| 非-SHO | 2   | 8       | 4    |
| SHO   | 8   | 8       | 1    |

图 8 现有技术

| b=6   | 分组号        | HARQ-信道 | 冗余型式      |
|-------|------------|---------|-----------|
| 非-SHO | 2          | 6       | 5,33(类型B) |
| SHO   | 10,67(类型C) | 6       | 1         |
|       | 5,33(类型B)  | 6       | 2         |
|       | 8          | 6       | 1,33(类型I) |

图 9

| b=5   | 分组号       | HARQ-信道 | 冗余型式      |
|-------|-----------|---------|-----------|
| 非-SHO | 2         | 6       | 2,67(类型A) |
| SHO   | 5,33(类型B) | 6       | 1         |

图 10

| b=4   | 分组号       | HARQ-信道 | 冗余型式      |
|-------|-----------|---------|-----------|
| 非-SHO | 2         | 6       | 1,33(类型I) |
| SHO   | 2,67(类型A) | 6       | 1         |

图 11

|     | HARQ-信道 |   |   |   |   |   |
|-----|---------|---|---|---|---|---|
|     | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 时间1 | 2       | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 时间2 | 1       | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 时间3 | 1       | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 时间4 | 2       | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 时间5 | 1       | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 时间6 | 1       | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |

图 12

|     | 可用信令发送的冗余型式 |
|-----|-------------|
| 时间1 | 1           |
| 时间2 | 2           |
| 时间3 | 1,2         |
| 时间4 | 1           |
| 时间5 | 2           |
| 时间6 | 1,2         |

图 13

|          | 可用信令发送的分组号 $p_i$ | 当前分组号 $a_i$ | 传输数量 $n_{k,i}$ |       |       |       | 从最后一次采用 $N_j$ 以来的传输数量 |
|----------|------------------|-------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------------|
|          |                  |             | 分组号 0          | 分组号 1 | 分组号 2 | 分组号 3 |                       |
| HARQ-信道1 | 4                | 1           | 1              | 2     | 1     | 1     | 3                     |
| HARQ-信道2 | 3                | 0           | 2              | 3     | 1     | -     | 4                     |
| HARQ-信道3 | 3                | 2           | 1              | 4     | 4     | -     | 5                     |
| HARQ-信道4 | 2                | 1           | 3              | 2     | -     | -     | 3                     |
| HARQ-信道5 | 2                | 0           | 1              | 1     | -     | -     | 1                     |
| HARQ-信道6 | 2                | 1           | 3              | 5     | -     | -     | 3                     |

图 14