

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 12/56 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810104448.2

[43] 公开日 2009年10月21日

[11] 公开号 CN 101562498A

[22] 申请日 2008.4.18

[21] 申请号 200810104448.2

[71] 申请人 中国移动通信集团公司

地址 100032 北京市西城区金融大街29号

[72] 发明人 胡南 王军 闫志刚 谢芳
李茗 彭聪

[74] 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司
代理人 魏杉

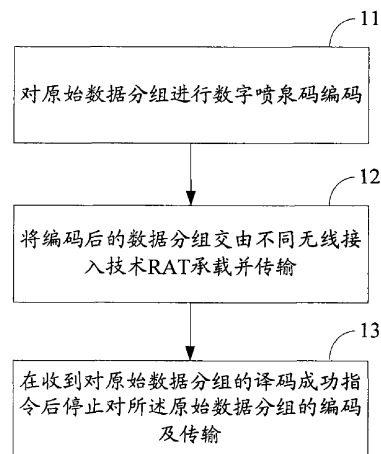
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

[54] 发明名称

多连接数据流裂化的编译码传输方法、设备及系统

[57] 摘要

本发明公开了一种多连接数据流裂化的编码传输方法，该方法包括：对原始数据分组进行数字喷泉码编码；将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。本发明同时公开一种多连接数据流裂化的译码传输方法、编码传输设备、译码传输设备及多连接数据流裂化处理系统。采用本发明可以去除对信道的依赖性，避免重传机制的应用，节省信令开销。



1、一种多连接数据流裂化的编码传输方法，其特征在于，该方法包括：
对原始数据分组进行数字喷泉码编码；
将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；
在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述对原始数据分组进行数字喷泉码编码包括：

按先后顺序从原始数据分组中截取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码；

在收到对所述截取的 L 个数据分组的译码成功指令后，按先后顺序从原始数据分组中再选取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码，直至收到对原始数据分组中全部数据分组的译码成功指令。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述将编码后的数据分组交由不同 RAT 承载并传输包括：

将编码后的数据分组经串并变换后，轮流交由不同 RAT 承载并传输。

4、一种多连接数据流裂化的译码传输方法，其特征在于，该方法包括：

接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；

在译码成功时，返回译码成功指令。

5、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，该方法进一步包括：

将接收的数据分组保存至译码缓冲区；

所述在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码是指：在译码缓冲区中的数据分组数目大于编码前的数据分组数

目时，对译码缓冲区中的数据分组进行译码。

6、如权利要求4所述的方法，其特征在于，该方法进一步包括：

在译码失败时，待继续接收的数据分组数目再次大于编码前的数据分组数目时，对所述继续接收的数据分组进行译码。

7、如权利要求4所述的方法，其特征在于，将接收到的数据分组进行串变换后进行所述译码。

8、一种多连接数据流裂化的编码传输设备，其特征在于，包括：

编码模块，用于对原始数据分组进行数字喷泉码编码；

传输承载模块，将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

控制模块，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。

9、如权利要求8所述的设备，其特征在于，所述编码模块包括：

分段编码单元，用于按先后顺序从原始数据分组中截取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码；

所述控制模块包括：

分段编码控制单元，用于在收到对所述截取的 L 个数据分组的译码成功指令后，控制所述分段编码单元按先后顺序从原始数据分组中再选取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码，直至收到对原始数据分组中全部数据分组的译码成功指令。

10、一种多连接数据流裂化的译码传输设备，其特征在于，包括：

接收模块，用于接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

译码模块，用于在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；

发送模块，用于在译码成功时，返回译码成功指令。

11、如权利要求 10 所述的设备，其特征在于，还包括：

缓存模块，用于缓存接收的数据分组；

所述译码模块进一步用于在译码缓冲区中的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对译码缓冲区中的数据分组进行译码。

12、如权利要求 10 所述的设备，其特征在于，所述译码模块进一步用于在译码失败时，待所述接收模块继续接收的数据分组数目再次大于编码前的数据分组数目时，对所述继续接收的数据分组进行译码。

13、一种多连接数据流裂化处理系统，其特征在于，包括：

编码传输设备，用于对原始数据分组进行数字喷泉码编码；将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；以及，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输；

译码传输设备，用于接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；以及，在译码成功时，返回译码成功指令。

多连接数据流裂化的编译码传输方法、设备及系统

技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及多连接数据流裂化的编译码传输方法、设备及系统。

背景技术

随着无线通信的发展，涌现出了各种各样的无线接入技术（Radio Access Technology, RAT）。这些不同的无线接入技术自身特点不尽相同，如覆盖范围、传输带宽、传输时延、费用等。利用这些技术的特点，取长补短相互协作组成多种无线接入技术融合的异构网络，不仅可以提高运营商的网络资源利用率，同时也可以为用户提供更加丰富的业务体验。

在异构网络当中，多模终端可以同时通过多种无线接入技术进行通信，即实现“多连接”（Multiple Radio Accesses, MRA）。终端通过多连接来支持同一业务时，可以获得更高的服务质量（Quality of Service, QoS），而随之而来的将涉及到数据流裂化（traffic splitting）问题。所谓数据流裂化是指当终端通过多连接来支持同一业务时，系统需要决定如何将同一业务的数据流裂化成不同的子流，从而承载到不同的 RAT 上。数据流裂化方案将直接影响到业务整体服务质量。

目前已有的多连接数据流裂化方案中，根据不同准则对未经处理的原始数据流直接进行拆分，其拆分的原则多种多样：如根据业务自身属性将数据流分割成基础流和增强流，基础流在可靠性高的 RAT 上承载，增强流则在其它 RAT 上承载，从而提高了传输的可靠性；还可以根据不同 RAT 的传输速率，将数据流按有效传输速率等比例分割，从而可以带来较高的整体传输速率，提高传输的有效性。发明人经过分析，发现这些方案均存在如下不足之处：

一、需要信道状态信息。目前已有的裂化方案，都需要以信道状态信息作为裂化的输入信息。裂化方案是否可以达到设计目的极大地依靠对信道状态信息的准确把握。而由于无线信道的动态时变性，使得这些对信道依赖性很高的裂化方案性能受到限制。

二、需要重传机制。目前已有的裂化方案，为了保证数据流的正确接收都需要设计重传机制。

三、需要大量信令开销。目前已有的裂化方案的信令开销主要有两方面：一是用于进行信道状态信息的测量和传递，因为不同 RAT 的传输条件需要在发送端进行汇总以便进行数据流裂化；二是用于接收端的反馈，例如对发送错误的分组需要重传或者对正确接收到的分组要发 ACK 给发送端。

发明内容

本发明实施例提供一种多连接数据流裂化的编码传输方法，用以去除对信道的依赖性，避免重传机制的应用，节省信令开销，该方法包括：

对原始数据分组进行数字喷泉码编码；

将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。

本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化的译码传输方法，用以去除对信道的依赖性，避免重传机制的应用，节省信令开销，该方法包括：

接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；

在译码成功时，返回译码成功指令。

本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化的编码传输设备，用以去除对

信道的依赖性，避免重传机制的应用，节省信令开销，该设备包括：

编码模块，用于对原始数据分组进行数字喷泉码编码；

传输承载模块，将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

控制模块，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。

本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化的译码传输设备，用以去除对信道的依赖性，避免重传机制的应用，节省信令开销，该设备包括：

接收模块，用于接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；

译码模块，用于在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；

发送模块，用于在译码成功时，返回译码成功指令。

本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化处理系统，用以去除对信道的依赖性，避免重传机制的应用，节省信令开销，该系统包括：

编码传输设备，用于对原始数据分组进行数字喷泉码编码；将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；以及，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输；

译码传输设备，用于接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；以及，在译码成功时，返回译码成功指令。

本发明实施例中，多连接数据流裂化的编码传输设备对原始数据分组进行数字喷泉码编码；将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；以及，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输；译码传输设备接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述

数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；以及，在译码成功时，返回译码成功指令；裂化方案无需信道状态信息，使得数据流裂化方案的性能完全独立于对信道预测的准确性，可以更好的适应无线信道动态时变的特点，也无需设计复杂的重传机制，省去了信令的开销，同时具有鲁棒性好的特点，并能达到较高的有效传输速率。

附图说明

图 1 为本发明实施例中多连接数据流裂化的编码传输处理流程图；

图 2 为本发明实施例中多连接数据流裂化的译码传输处理流程图；

图 3 为本发明实施例中裂化方案的实施示意图；

图 4 为本发明实施例中多连接数据流裂化的编码传输设备的结构示意图；

图 5、图 6 为本发明实施例中多连接数据流裂化的译码传输设备的结构示意图；

图 7 为本发明实施例中多连接数据流裂化处理系统的结构示意图。

具体实施方式

为解决现有技术存在的不足，本发明实施例将数字喷泉码引入多连接数据流的裂化解决方案。

数字喷泉码，是指原始数据分组通过编码后，可以生成任意数量的编码后的数据分组，而数据的接收端只需接收到一定数量（略大于编码前数据分组数）的编码后的数据分组，就可以很高概率成功译出原始数据分组。这种编码过程就如同源源不断产生水滴（编码后的数据分组）的喷泉（编码器），而只要用杯子（译码器）接收足够数量的水滴，即可达到饮用（成功译码）的目的。正因如此，该种编码被称为数字喷泉码。数字喷泉码由 M.Luby 等人提出，目前比较典型的喷泉码有 LT 码、系统 Raptor 码等。

如图 1 所示, 本发明实施例中, 多连接数据流裂化的编码传输处理流程如下:

步骤 11、对原始数据分组进行数字喷泉码编码。

步骤 12、将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输。

步骤 13、在收到对原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。

一个实施例中, 可以按先后顺序从原始数据分组中截取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码; 在收到对所述截取的 L 个数据分组的译码成功指令后, 按先后顺序从原始数据分组中再选取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码, 直至收到对原始数据分组中全部数据分组的译码成功指令, 原始数据流全部发送完毕。

一个实施例中, 在将编码后的数据分组经串并变换后, 轮流交由不同 RAT 承载并传输, 直至编码器停止输出 (例如, 存在 3 种 RAT 承载, 则每三个编码后的数据分组进行一次串并变换, 3 种 RAT 承载分别承载一个编码后的数据分组)。

如图 2 所示, 本发明实施例中, 多连接数据流裂化的译码传输处理流程如下:

步骤 21、接收经数字喷泉码编码后的数据分组, 所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输。

步骤 22、在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时, 对接收的数据分组进行译码。

步骤 23、在译码成功时, 返回译码成功指令。

一个实施例中, 可以在将接收到的不同 RAT 上的数据分组进行并串变换后进行译码。

一个实施例中, 可以将接收的数据分组保存至译码缓冲区, 后续在译码缓冲区中的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时, 对译码缓冲区中的数据分组进行译码。

在译码失败时，待继续接收的数据分组数目再次大于编码前的数据分组数目时，对所述继续接收的数据分组进行译码。

图3为本发明实施例的裂化方案的实施示意图，如图所示，本发明实施例中，对原始数据流采用数字喷泉码编码处理后生成编码后的数据分组，再进行串并变换形成多条数据子流，不同的数据子流在不同 RAT 上进行承载，接收端可接收不同 RAT 上承载的编码后的数据分组，累积到一定数量的编码后的数据分组后，成功译码出原始数据流。

下面举一个具体实例说明利用数字喷泉码对原始数据流进行预处理的裂化方案的工作流程：

本实施例中以数字喷泉码采用模二加运算为例进行说明，可以是 LT 码、系统 Raptor 码，当然，采用其它形式运算的数字喷泉码也可以按本发明方法实施。采用了模二加运算编码后，使得每个编码后的数据分组都携带了原始数据分组的部分信息，因此，接收端只要接受到一定数目的编码后的数据分组（不要求编码后的数据分组是从哪条 RAT 上传来的，也不要求这些编码后的数据分组产生的先后顺序）后，就有可能通过解模二加线性方程组的方法还原原始数据分组，从而去除对信道的依赖性，避免重传机制的应用。

假设多模终端 MT 处于异构网络当中，需要从某服务器下载 10000 个原始数据分组。此时存在 2 条 RAT 供 MT 使用。

1、对 10000 个原始数据分组进行 LT 码编码，编码过程如下：

(1)、按照概率分布函数 $\rho(d)$ 选择编码度 d_n ：

$$\rho(d) = \frac{\mu(d) + \tau(d)}{Z} \quad (4)$$

$$\mu(d) = \begin{cases} 1/K & \text{for } d = 1 \\ 1/d(d-1) & \text{for } d = 2, 3, \dots, K \end{cases} \quad (5)$$

$$\tau(d) = \begin{cases} \frac{s}{K} \cdot \frac{1}{d} & \text{for } d = 1, 2, \dots, (K/S - 1) \\ \frac{s}{K} \log(S/\delta) & \text{for } d = K/S \\ 0 & \text{for } d > K/S \end{cases} \quad (6)$$

其中：

$$K = 10000$$

$$S = 244$$

$$\delta = 0.05$$

$$Z = 1.3$$

以上数据是典型的 LT 码参数设置，关于数字喷泉码的细节在此不再详细描述，本领域普通技术人员可参考相关数字喷泉码文献得知。

(2)、在 10000 个数据分组中随机等概率选取 d_n 个数据分组，进行模二加运算，得到编码后的数据分组。

2、将每 2 个编码后的数据分组串并变换后承载到 2RAT 上。

3、不同 RAT 将分到的编码后的数据分组传输给 MT。

4、MT 在接收到的编码后的数据分组大于 10000 时，开始尝试译码，将接收的编码后的数据分组联立成模二加线性方程组，通过求解方程组获得原始数据分组。若译码失败，则继续接收编码后的数据分组并送入译码器，待接收到的编码后的数据分组再次大于 10000 时，重新开始尝试译码，直至 10000 个分组正确译出。

基于同一发明构思，本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化的编码传输设备，其结构如图 4 所示，可以包括：编码模块 41，用于对原始数据分组进行数字喷泉码编码；传输承载模块 42，将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；控制模块 43，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输。

一个实施例中，编码模块 41 可以包括：分段编码单元，用于按先后顺序从原始数据分组中截取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码；此时，控制模块

43 可以包括：分段编码控制单元，用于在收到对所述截取的 L 个数据分组的译码成功指令后，控制所述分段编码单元按先后顺序从原始数据分组中再选取 L 个数据分组进行数字喷泉码编码，直至收到对原始数据分组中全部数据分组的译码成功指令。

基于同一发明构思，本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化的译码传输设备，其结构如图 5 所示，可以包括：接收模块 51，用于接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；译码模块 52，用于在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；发送模块 53，用于在译码成功时，返回译码成功指令。

如图 6 所示，一个实施例中，图 5 所示的设备还可以包括：缓存模块 54，用于缓存接收的数据分组；此时，译码模块 52 还可以用于在译码缓冲区中的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对译码缓冲区中的数据分组进行译码。

一个实施例中，译码模块 52 还可以用于在译码失败时，待所述接收模块继续接收的数据分组数目再次大于编码前的数据分组数目时，对所述继续接收的数据分组进行译码。

基于同一发明构思，本发明实施例还提供一种多连接数据流裂化处理系统，其结构如图 7 所示，包括：

编码传输设备 71，用于对原始数据分组进行数字喷泉码编码；将编码后的数据分组交由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；以及，在收到对所述原始数据分组的译码成功指令后停止对所述原始数据分组的编码及传输；

译码传输设备 72，用于接收经数字喷泉码编码后的数据分组，所述数据分组由不同无线接入技术 RAT 承载并传输；在接收的数据分组数目大于编码前的数据分组数目时，对接收的数据分组进行译码；以及，在译码成功时，返回译码成功指令。

本发明实施例方案与现有数据流裂化方案相比，具备如下有益效果：

一、不需要信道状态信息。本发明实施例中，发送端只需知道有多少 RAT 可以为其提供服务即可，无需关注这些 RAT 上的传输条件，即这些链路的信道状态信息。这样不但省去了信令的开销，更为重要的是，使得数据流裂化方案的性能完全独立于对信道预测的准确性，从而可以更好的适应无线信道动态时变的特点。而目前已有的数据流裂化方案，为了达到更高的传输速率，需掌握不同 RAT 的传输条件，并且由于链路的动态时变性，还需要频繁进行调整才能保证方案的性能。

二、不需要设计重传机制。根据数字喷泉码的特点，本发明实施例不需要进行重传机制的设计，发送端会源源不断的发出编码后的数据分组，直至接收端译码成功，此时只需返回一个译码成功指令即可。这样既免去了复杂的重传机制，也节省了部分信令的开销。

三、信令开销小。本发明实施例在 RAT 传输条件和重传机制上都节省了大量的信令开销，不但节约了资源，而且还降低了处理时延。

四、鲁棒性好。由于无线链路的动态特性，处于多连接的终端很可能在进行多连接服务同一业务时会失去某些连接。此时，现有的数据流裂化方案将失效，只能重新进行分配，极大降低了效率。而本发明实施例方案则可以继续传输，不用重新进行配置，工作效率较高，显示了良好的鲁棒性。

五、有效传输速率高。本发明实施例的数据流裂化方案除具有很好的适应性、鲁棒性、较少的信令开销及省去重传外，其传输速率也可以达到现有方案中对原始数据直接进行分流时能够达到的最高速率。

下面对本发明实施例方案及现有方案的有效传输速率进行对比分析：

首先定义有效传输速率 E：

$$E = L/T \quad (1)$$

其中，L 表示发送端要发送的原始分组数，T 表示将 L 个原始分组成功传输至接收端所用的时间。

为方便描述，将本发明实施例方案称为方案 1，将现有方案中将原始数据

分组直接裂化的方案称为方案 2。

假设需要有 L 个分组需要传输，存在两条 RAT 可以承载这 L 个分组。其中，RAT a 的分组传输速率和分组正确到达概率分别是 R_a 和 P_a ；RAT b 的分组传输速率和分组正确到达概率分别是 R_b 和 P_b 。假设方案 2 中分裂到 a 和 b 上的分组比例是 $\alpha:1-\alpha$ ，其中 $0 < \alpha < 1$ 。

对于方案 1:

为了保证 L 个分组可以被接收端正确接收，需将两条 RAT 联合在一起进行考虑，可以得到，此时整体上的分组成功到达概率是 $\frac{1}{R_a + R_b}(R_a P_a + R_b P_b)$ ，而整体的传输速率是 $(R_a + R_b)$ 。因此可以得到有效传输速率 E_1 为:

$$E_1 = (R_a P_a + R_b P_b) \quad (2)$$

对于方案 2:

由于对原始分组直接进行裂化，因此可以分两条链路单独讨论:

对于 RAT a 来讲，成功传输 αL 个分组到收端需要传输的分组数为 $\frac{\alpha L}{P_1}$ ，时间则是 $\frac{\alpha L}{R_1 P_1}$ 。

对于 RAT b 来讲，成功传输 $(1-\alpha)L$ 个分组到收端需要传输的分组数为 $\frac{(1-\alpha)L}{P_2}$ ，时间则是 $\frac{(1-\alpha)L}{R_2 P_2}$ 。

则 L 个分组传输完毕花费的时间 T_2 应为:

$$T_2 = \max \left[\frac{\alpha L}{R_1 P_1}, \frac{(1-\alpha)L}{R_2 P_2} \right] \quad (3)$$

传输效率 E_2 为:

$$E_2 = \frac{L}{T_2} \quad (4)$$

为了与方案 1 的传输效率进行比较，这里取方案 2 中的最大传输效率进行

比较。根据(4)式,可得最大的传输效率为:

$$(E_2)_{\max} = R_a P_a + R_b P_b \quad (5)$$

此时 $\alpha = \frac{R_a P_a}{R_a P_a + R_b P_b}$, 即得到最大传输效率时方案2所对应的分裂比例。可

以发现,本发明实施例设计的方案除了拥有适应性、鲁棒性、重传设计和信令开销方面的优势外,还可以达到原始数据流裂化方案中的最高传输速率。当然,由于经过数字喷泉码编码后分组数有所增加,因此需传输的分组数有所增加(一般增加幅度在2%左右),但是因为无线信道时变特点,传输速率和成功率是无法准确得到并保持不变的,所以实际中应用方案2是无法达到这个理论上的最大有效传输速率的,而本发明实施例提出的方案则可以达到。

本发明实施例中,基于数字喷泉码的多连接数据流裂化方案与现有方案相比有很大的优势,这些优势是通过对原始数据流预处理带来的,而这种处理的复杂度很低;另外,数字喷泉码的编译码复杂度是随着码长线性变化的,是运算复杂度很低的编码技术,易于实现,因此,本发明简单易性,具备很强的实用性。

显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若对本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

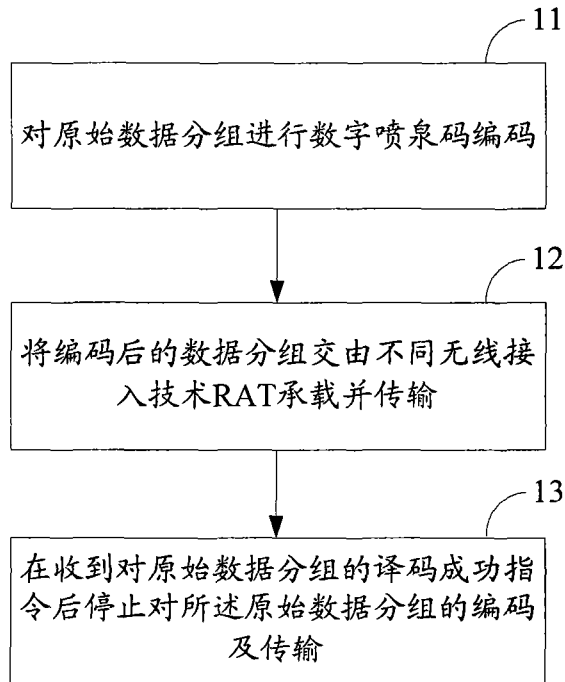


图 1

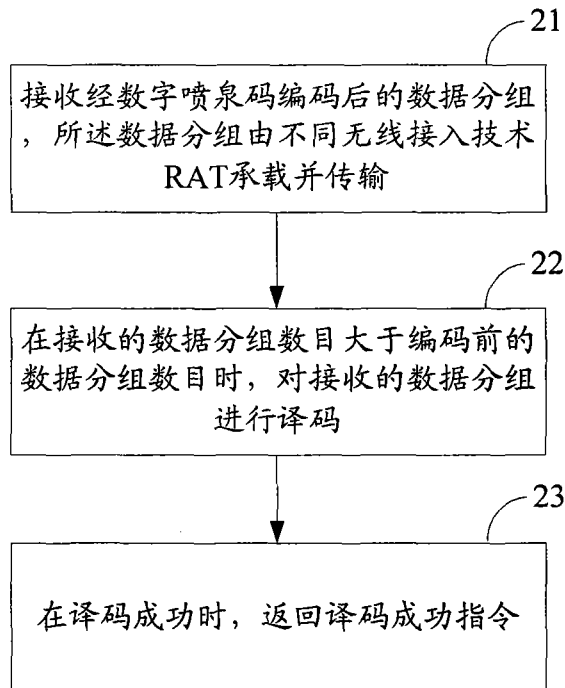


图 2

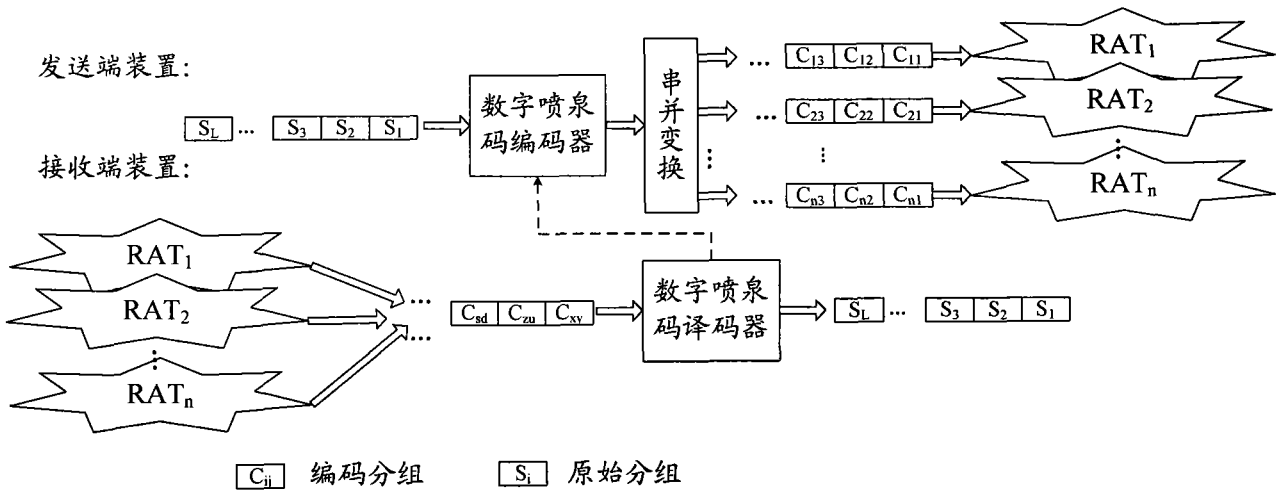


图 3

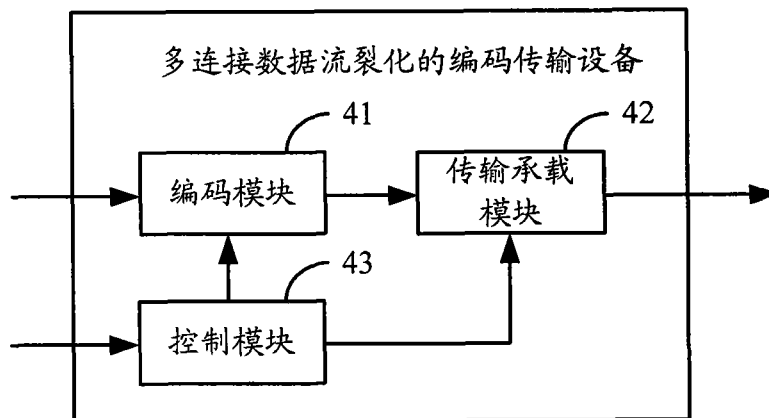


图 4

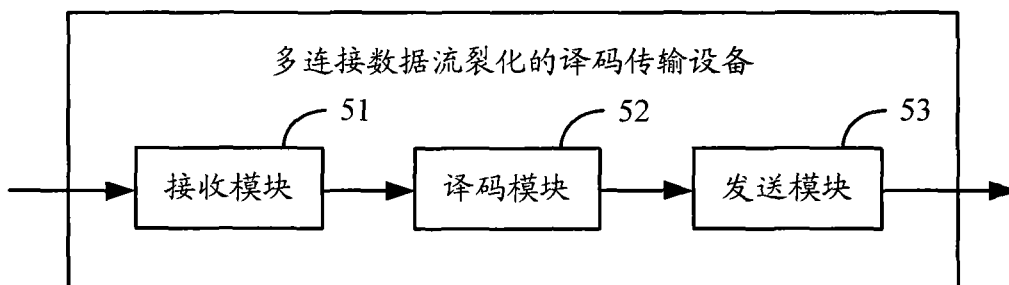


图 5

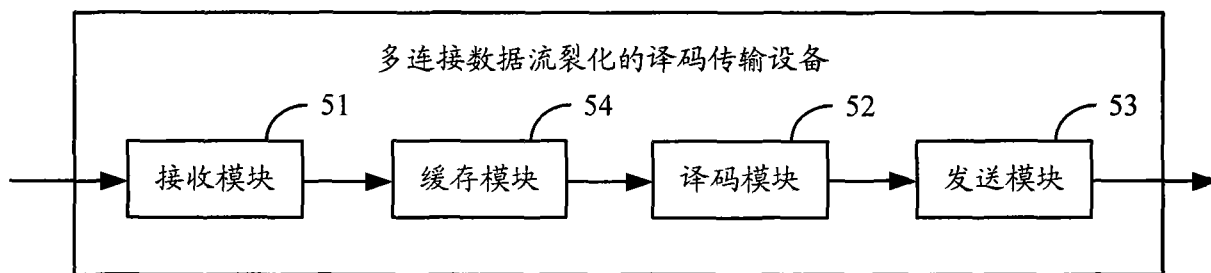


图 6

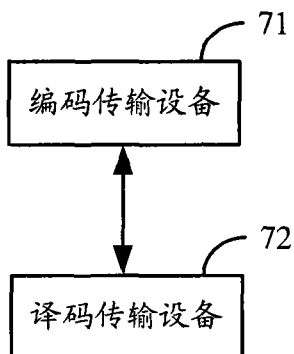


图 7