

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年9月21日 (21.09.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/156699 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/076348
- (22) 国际申请日: 2016年3月15日 (15.03.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED)
[JP/JP]; 日本神奈川县川崎市中原区上小田中4丁目1番1号, Kanagawa 〒211-8588 (JP)。

- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人 (仅对美国): 杨现俊 (YANG, Xianjun) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区东四环中路56号远洋国际中心A座13层富士通研究开发有限公司, Beijing 100025 (CN)。王昕 (WANG, Xin) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区东四环中路56号远洋国际中心A座13层富士通研究开发有限公司, Beijing 100025 (CN)。张健 (ZHANG, Jian) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区东四环中路56号远洋国际中心A座13层富士通研究开发有限公司, Beijing 100025 (CN)。
- (74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市金融街35号国际企业大厦A座16层, Beijing 100033 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

[见续页]

(54) Title: ACK FEEDBACK DEVICE, METHOD AND COMMUNICATIONS SYSTEM

(54) 发明名称: 确认信息的反馈装置、方法以及通信系统

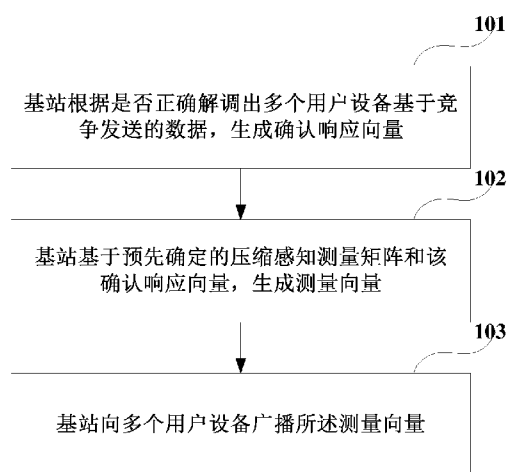


图 1

- 101 A base station generates an ACK response vector according to whether or not data sent on a contention basis by multiple UEs is correctly demodulated
- 102 The base station generates a measurement vector on the basis of a pre-determined compressed sensing measurement matrix and the ACK response vector
- 103 The base station broadcasts said measurement vector to multiple UEs

(57) Abstract: An ACK feedback device, method and communications system. The ACK feedback method comprises: generating an ACK response vector according to whether or not data sent on a contention basis by multiple UEs is correctly demodulated; generating a measurement vector on the basis of a pre-determined compressed sensing measurement matrix and the ACK response vector; and broadcasting said measurement vector to multiple UEs; a UE recovers the ACK response vector on the basis of the compressed sensing measurement matrix and the measurement vector, and, according to the ACK response vector, determines whether the data sent was correctly demodulated. Thus, the present invention not only can be used in a contention-based data transmission scenario, but also has relatively low signaling overhead and reliable performance.

(57) 摘要: 一种确认信息的反馈装置、方法和通信系统。所述确认信息的反馈方法包括: 根据是否正正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量; 基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量; 以及向多个用户设备广播所述测量向量; 用户设备基于压缩感知测量矩阵和该测量向量恢复出该确认响应向量, 根据该确认响应向量确定发送的数据是否被正确解调。由此, 不仅适用于基于竞争的数据传输场景, 而且具有较低的信令开销且性能可靠。

WO 2017/156699 A1



NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT,

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

确认信息的反馈装置、方法以及通信系统

技术领域

本发明涉及通信技术领域，特别涉及一种确认（ACK，acknowledge）信息的反馈装置、方法和通信系统。

5

背景技术

在基于竞争的上行数据传输中，用户设备（UE，User Equipment）没有专用的资源来传送数据。因此，不同的用户设备可能会选择相同的传输资源，从而造成数据冲突。为了保证数据的可靠传输，基站需要对成功接收到的来自不同用户设备的数据进行确认，即给相应的用户设备发送确认（ACK）信息。因此，基站在发送 ACK 信息时，需要显式地或隐式地指明所发送的 ACK 信息与哪些用户设备相对应。

一种最直观的隐式指明方法是：基于用户设备的标识信息（UE-ID），对所有注册到基站的用户设备建立一个关于 ACK 信息的一一映射的关系表；每次反馈时，基站向所有用户设备广播上述关系表，用户设备通过接收并解调上述关系表，可以获得对应的 ACK 信息。上述基于 UE-ID 的 ACK 信息的反馈方法（可称为 UIAF，UE-ID based ACK Feedback）的最大缺点是，当只有少量用户设备处于活跃状态时，上述关系表中有很大一部分资源是没有传输有效数据的。

在 IEEE 802.11 中，ACK 信息与用户设备之间的关系是显式表达的，具体而言，ACK 信息是通过一个包含相应 UE-ID 的专门的控制帧来发送的。通常而言，UE-ID 的大小为 $\lceil \log_2 N \rceil$ 比特，然而针对只有 1 比特的 ACK 信息而言，该方法的开销仍然比较大。

在第三代合作伙伴计划（3GPP，3rd Generation Partnership Project）长期演进（LTE，Long Term Evolution）中，研究者通过将 ACK 信息与基站预先分配给用户设备的发送资源进行一一映射，从而巧妙地避开了上述信令开销。然而，不幸的是，上述 3GPP LTE 中基于发送资源的 ACK 信息的反馈方法（可称为 REAF，REsource based ACK Feedback），不能直接应用于基于竞争的数据传输。因为在基于竞争的数据传输中，用户设备没有专属的发送资源。

综上所述，当前迫切需要一种具有较低信令开销、性能可靠的、适用于基于竞争的数据传输场景的 ACK 信息的反馈方法。

应该注意，上面对技术背景的介绍只是为了方便对本发明的技术方案进行清楚、完整的说明，并方便本领域技术人员的理解而阐述的。不能仅仅因为这些方案在本发明的背景技术部分进行了阐述而认为上述技术方案为本领域技术人员所公知。

下面列出了对于理解本发明和常规技术有益的文献，通过引用将它们并入本文中，
5 如同在本文中完全阐明了一样。

[参考文献 1] D. L. Donoho, "Compressed sensing," IEEE Transactions on Information Theory, vol. 52, no. 4, pp. 1289–1306, 2006。

[参考文献 2] D. Needell and J. A. Tropp, "Cosamp: Iterative signal recovery from incomplete and inaccurate samples," Applied and Computational Harmonic Analysis, vol.
10 26, no. 3, pp. 301–321, 2009.

[参考文献 3] X. Yang, Q. Cui, E. Dutkiewicz, X. Huang, X. Tao and G. Fang, "Anti-noise-folding regularized subspace pursuit recovery algorithm for noisy sparse signals," Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2014 IEEE, Istanbul, 2014, pp. 275-280.

15 [参考文献 4] V. Chandar, D. Shah and G. W. Wornell, "A simple message-passing algorithm for compressed sensing," Information Theory Proceedings (ISIT), 2010 IEEE International Symposium on, Austin, TX, 2010, pp. 1968-1972.

发明内容

20 本发明实施例提供一种确认信息的反馈装置、方法和通信系统；不仅适用于基于竞争的数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

根据本发明实施例的第一个方面，提供一种确认信息的反馈方法，包括：

根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量；

基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量；以及

25 向所述多个用户设备广播所述测量向量。

根据本发明实施例的第二个方面，提供一种确认信息的反馈装置，所述确认信息的反馈装置包括：

信息生成单元，其根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量；

向量生成单元，其基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量；以及

向量广播单元，其向所述多个用户设备广播所述测量向量。

根据本发明实施例的第三个方面，提供一种确认信息的反馈方法，包括：

- 5 在基于竞争发送数据之后，接收用于反馈确认信息的测量向量；
 基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及
 根据所述确认响应向量确定发送的所述数据是否被正确解调。

根据本发明实施例的第四个方面，提供一种确认信息的反馈装置，所述确认信息的反馈装置包括：

- 10 向量接收单元，其在基于竞争发送数据之后，接收用于反馈确认信息的测量向量；
 信息恢复单元，其基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及

 数据确定单元，其根据所述确认响应向量确定发送的所述数据是否被正确解调。

根据本发明实施例的第五个方面，提供一种通信系统，包括：

- 15 用户设备，其基于竞争向基站发送数据，并接收用于反馈确认信息的测量向量；
 基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及根据所述确认响应向量确定发送的所述数据是否被正确解调；

 基站，其根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量；以及
20 向所述多个用户设备广播所述测量向量。

本发明实施例的有益效果在于：基于压缩感知测量矩阵和确认响应向量而生成测量向量并广播；由此，不仅适用于基于竞争的数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

- 25 参照后文的说明和附图，详细公开了本发明的特定实施方式，指明了本发明的原理可以被采用的方式。应该理解，本发明的实施方式在范围上并不因而受到限制。在所附权利要求的精神和条款的范围内，本发明的实施方式包括许多改变、修改和等同。

 针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或更多个其它实施方式中使用，与其它实施方式中的特征相组合，或替代其它实施方式中的特征。

应该强调，术语“包括/包含”在本文使用时指特征、整件、步骤或组件的存在，但并不排除一个或多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

附图说明

- 5 在本发明实施例的一个附图或一种实施方式中描述的元素和特征可以与一个或多个其它附图或实施方式中示出的元素和特征相结合。此外，在附图中，类似的标号表示几个附图中对应的部件，并可用于指示多于一种实施方式中使用的对应部件。
- 图 1 是本发明实施例 1 的确认信息的反馈方法的示意图；
- 图 2 是本发明实施例 1 的确认信息的反馈方法的另一示意图；
- 10 图 3 是本发明实施例 1 的生成压缩感知测量矩阵的示意图；
- 图 4 是本发明实施例 2 的确认信息的反馈方法的示意图；
- 图 5 是本发明实施例 3 的性能示意图；
- 图 6 是本发明实施例 3 的另一性能示意图；
- 图 7 是本发明实施例 3 的另一性能示意图；
- 15 图 8 是本发明实施例 4 的确认信息的反馈装置的示意图；
- 图 9 是本发明实施例 4 的确认信息的反馈装置的另一示意图；
- 图 10 是本发明实施例 4 的测量矩阵生成单元的示意图；
- 图 11 是本发明实施例 4 的基站的示意图；
- 图 12 是本发明实施例 5 的确认信息的反馈装置的示意图；
- 20 图 13 是本发明实施例 5 的用户设备的示意图；
- 图 14 是本发明实施例 6 的通信系统的示意图。

具体实施方式

- 参照附图，通过下面的说明书，本发明的前述以及其它特征将变得明显。在说明书和附图中，具体公开了本发明的特定实施方式，其表明了其中可以采用本发明的原则的部分实施方式，应了解的是，本发明不限于所描述的实施方式，相反，本发明包括落入所附权利要求的范围内的全部修改、变型以及等同物。
- 25

在本申请中，基站可以被称为接入点、广播发射机、节点 B、演进节点 B (eNB) 等，并且可以包括它们的一些或所有功能。在文中将使用术语“基站”。每个基站对

特定的地理区域提供通信覆盖。术语“小区”可以指的是基站和/或其覆盖区域，这取决于使用该术语的上下文。

在本申请中，移动站或设备可以被称为“用户设备”(UE)。UE 可以是固定的或移动的，并且也可以称为移动台、终端、接入终端、用户单元、站等。UE 可以是蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、无线调制解调器、无线通信设备、手持设备、膝上型计算机、无绳电话等。

实施例 1

本发明实施例提供一种确认信息的反馈方法，从确认信息的发送端(例如基站)进行说明。图 1 是本发明实施例的确认信息的反馈方法的一示意图，如图 1 所示，所述反馈方法包括：

步骤 101，基站根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量；

步骤 102，基站基于预先确定的压缩感知测量矩阵和该确认响应向量而生成测量向量；以及

步骤 103，基站向多个用户设备广播该测量向量。

在本实施例中，用户设备可以是物联网(IoT, Internet of Things)系统的机器类型通信(MTC, Machine Type Communication)终端，多个用户设备基于竞争向 IoT 系统的基站(例如 eNB)发送上行数据。但本发明不限于此，例如还可以是其他的通信系统，可以适用于任何进行数据传输和确认信息反馈的通信系统。

在本实施例中，基站可以为宏基站(例如 eNB)，该宏基站产生的宏小区(例如 Macro cell)可以为用户设备提供服务；或者基站也可以为微基站，该微基站产生的微小区(例如 Pico cell 或者 small cell)可以为用户设备提供服务。本发明不限于此，可以根据实际的需要确定具体的场景。

在本实施例中，用户设备基于竞争传输数据，接收数据并反馈确认信息的可以是基站，但本发明不限于此，例如接收数据并反馈确认信息的还可以是另一用户设备，或者是其他的网络侧设备。本发明实施例仅以“用户设备基于竞争向基站传输上行数据，基站根据数据解调的情况反馈确认信息”这一场景为例进行说明。

在本实施例中，假设基站为 N 个用户设备服务，其中 K 个用户设备处于激活状

态且发送数据， N 大于或等于 K 。则在步骤 101 中，基站可以根据是否正确解调出多个用户设备发送的数据，而生成 $N \times 1$ 的确认响应向量。

其中，假设 x_n 为该确认响应向量中的某一元素， n 大于或等于 1 且小于或等于 N ；则 x_n 为 1 可以表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 0 可以表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据；

或者， x_n 为 0 可以表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 1 可以表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据。

值得注意的是，以上仅示意性说明了确认响应向量的内容，但本发明不限于此，可以根据实际情况确定确认响应向量的具体实施方式。

在步骤 102 中，基站可以基于 $M \times N_{ZC}$ 的压缩感知测量矩阵以及该 $N \times 1$ 的确认响应向量，生成 $M \times 1$ 的测量向量；其中 $M \geq cK \log(N/K)$ ， c 为常数， N_{ZC} 是大于或等于 N 的质数。根据压缩感知原理，随机抽取的行数 M 需要满足上述条件。

由此，与原来需要传输 $N \times 1$ 的确认响应向量的现有技术（例如 UIAF）相比，本发明实施例仅需要传输 $M \times 1$ 的测量向量；不仅可以适用于基于竞争的数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

图 2 是本发明实施例的确认信息的反馈方法的另一示意图，从用户设备侧和基站侧示出了本发明的反馈过程。如图 2 所示，所述反馈方法包括：

步骤 201，用户设备基于竞争向基站传输上行数据；

步骤 202，基站根据是否正确解调出数据的情况而生成确认响应向量；

在本实施例中，基站可以生成一个 ACK 响应向量 x ，其中 x 例如是一个稀疏度为 K 的 $N \times 1$ 的二进制向量，例如 $x_n=1$ 代表基站成功解调了来自第 n 个用户设备的数据， $x_n=0$ 代表基站没有成功解调来自第 n 个用户设备的数据，或第 n 个用户设备没有向基站发送数据。但本发明不限于此，可以根据实际情况确定确认响应向量的具体实施方式。

步骤 203，基站基于预先确定的压缩感知测量矩阵和该确认响应向量而生成测量向量；

在本实施例中，该压缩感知测量矩阵可以被预先确定，例如可以基于部分循环正交矩阵（partial circulant orthogonal matrix）生成该压缩感知测量矩阵，具体可以如后面实施例所述。但本发明不限于此，例如还可以根据高斯分布或者贝努利分布等，确

定该压缩感知测量矩阵。

在本实施例中，基站在生成该压缩感知测量矩阵之后，还可以向用户设备发送该压缩感知测量矩阵。此外，用户设备也可以自己生成该压缩感知测量矩阵。本发明不限于此，只要基站侧和用户设备侧预先获得该压缩感知测量矩阵即可。

5 在本实施例中，可以基于该压缩感知测量矩阵 Φ 和该确认响应向量 x 生成测量向量 Φx 。其中，可以向 $N \times 1$ 的确认响应向量中加零，以生成 $N_{ZC} \times 1$ 的向量；然后，将 $M \times N_{ZC}$ 的压缩感知测量矩阵与该 $N_{ZC} \times 1$ 的向量相乘，生成 $M \times 1$ 的测量向量。

步骤 204，基站向多个用户设备广播该测量向量。

10 步骤 205，用户设备接收到该测量向量之后，可以基于压缩感知测量矩阵和该测量向量恢复出确认响应向量；

在本实施例中，对于没有发送数据的用户设备，可以忽略该测量向量；对于发送过数据的用户设备，可以接收基站发送的信号： $y = \Phi x + n$ ，其中 Φx 为上述广播的测量向量， n 是均值为 0 方差为 σ^2 的高斯白噪声。然后可以利用压缩感知的恢复算法，例如 CoSaMP (Compressive Sampling Matching Pursuit) 算法、RSP (Regularized subspace pursuit) 算法、AMP (Approximate Message Passing) 算法，等等，基于压缩

15 感知测量矩阵从接收信号 y 中估计出发送的 ACK 响应向量 x 。

步骤 206，用户设备根据该确认响应向量确定发送的数据是否被正确解调。

以上对于确认信息的反馈过程进行了示意性说明；以下以部分循环正交矩阵为例，对如何生成压缩感知测量矩阵进行说明。

20 图 3 是本发明实施例的生成压缩感知测量矩阵的一示意图，如图 3 所示，生成压缩感知测量矩阵的方法可以包括：

步骤 301，基于多个用户设备的数目 N ，选择大于 N 的质数 N_{ZC} ；

例如，注册到基站的用户设备的数目是 $N=500$ ，则可以选择大于 500 的最小质数 503，即 $N_{ZC}=503$ 。但本发明不限于此，例如可以选择大于 N 的其他质数。

25 步骤 302，生成长度为 N_{ZC} 的 ZC 序列；

关于 ZC (Zadoff-Chu) 序列的具体内容可以参考相关技术。

步骤 303，基于该 ZC 序列生成循环正交矩阵，其中该循环正交矩阵中的每一行通过对该 ZC 序列进行循环移位而形成；

例如，可以将该 ZC 序列进行 1 至 503 位的循环移位，并将上述循环移位依次作

为矩阵的行，则生成了一个 $N_{ZC} \times N_{ZC}$ 的循环正交矩阵 Z 。

步骤 304，从该循环正交矩阵中随机选择 M 行；

例如，随机抽取上述循环正交矩阵 Z 的 M 行，其中 $M \geq cK \log\left(\frac{N}{K}\right)$ 。例如取值为 $M=124$ ，得到部分循环正交矩阵 $\Phi = R_{\Omega}Z$ ，其中 R_{Ω} 是一个 124×503 的随机选择矩阵，
5 Ω 指定了随机抽取的行的下标。但本发明不限于此，例如还可以根据预设的规则选择 M 行等。

步骤 305，基于该 M 行生成 $M \times N_{ZC}$ 的压缩感知测量矩阵。

在本实施例中，通过上述的部分循环正交矩阵来生成该压缩感知测量矩阵，需要的存储空间小，性能良好且复杂度小。但本发明不限于此，还可以采用其他方式来
10 生成该压缩感知测量矩阵。

值得注意的是，图 2 和 3 仅示意性地对本发明实施例进行了说明，但本发明不限于此。例如可以适当地调整各个步骤之间的执行顺序，此外还可以增加其他的一些步骤或者减少其中的某些步骤。本领域的技术人员可以根据上述内容进行适当地变型，而不仅限于上述附图的记载。

15 由上述实施例可知，基于压缩感知测量矩阵和确认响应向量生成测量向量并广播；由此，不仅适用于基于竞争的上行数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

实施例 2

20 本发明实施例提供一种确认信息的反馈方法，从确认信息的接收端（例如用户设备）进行说明；本发明实施例与实施例 1 相同的内容不再赘述。

图 4 是本发明实施例的确认信息的反馈方法的一示意图，如图 4 所示，所述反馈方法包括：

步骤 401，用户设备在基于竞争发送数据之后，接收用于反馈确认信息的测量向
25 量；

步骤 402，用户设备基于预先确定的压缩感知测量矩阵和该测量向量恢复出确认响应向量；以及

步骤 403，用户设备根据该确认响应向量，确定发送的数据是否被正确解调。

在本实施例中，该确认响应向量可以为 $N \times 1$ 的向量， N 为多个用户设备的数目，

K 为多个用户设备中处于激活状态且发送数据的用户设备的数目，N 大于或等于 K。

其中， x_n 为该确认响应向量中的某一元素， n 大于或等于 1 且小于或等于 N； x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据；

- 5 或者， x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据。

值得注意的是，以上仅示意性说明了确认响应向量的内容，但本发明不限于此，可以根据实际情况确定确认响应向量的具体实施方式。

- 10 在本实施例中，该压缩感知测量矩阵可以为 $M \times N_{ZC}$ 的矩阵，该测量向量为 $M \times 1$ 的向量；其中 $M \geq cK \log(N/K)$ ， c 为常数， N_{ZC} 是大于或等于 N 的质数。

在本实施例中，用户设备可以基于部分循环正交矩阵生成该压缩感知测量矩阵；或者，用户设备也可以接收基站发送的该压缩感知测量矩阵，由此获得该压缩感知测量矩阵。但本发明不限于此，例如还可以是在出厂前即被预先设置。

- 15 在本实施例中，用户设备可以接收例如基站发送的信号： $y = \Phi x + n$ ，其中 Φx 为上述测量向量， n 是均值为 0 方差为 σ^2 的高斯白噪声。然后可以利用压缩感知的恢复算法，例如 CoSaMP 算法、RSP 算法、AMP 算法，等等，基于压缩感知测量矩阵从接收信号 y 中估计出发送的 ACK 响应向量 x 。

- 20 由上述实施例可知，基于压缩感知测量矩阵和确认响应向量生成一测量向量并广播；由此，不仅适用于基于竞争的上行数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

实施例 3

本发明实施例在实施例 1 和 2 的基础上，通过实例对本发明进行进一步说明。

- 25 在本实施例中，假设所有注册到基站的用户设备的数目是 $N=500$ ，每个用户设备处于活跃状态的概率为 $Pa=0.05$ ，则用户设备活跃的平均数为 $K=25$ ，用于竞争的资源数为 $N_r=64$ 。

在本实施例中，每个活跃的用户设备可以从预设的 $N_r=64$ 个资源中随机选择一个，以基于竞争的方式向基站发送数据。基站根据成功解调的数据及其相应的用户设备标识 (UE-ID)，可以生成一个 500×1 的二进制稀疏向量 x ，其中 $x_n=1$ 代表基站成功解

调了来自第 n 个用户设备的数据, $x_n=0$ 代表基站没有成功解调来自第 n 个用户设备的数据或第 n 个用户设备处于非活跃状态。

在本实施例中, 基站可以选择大于用户设备数 $N=500$ 的最小质数 $N_{ZC}=503$, 作为用于生成压缩感知测量矩阵的 ZC 序列的长度。基站可以生成一长度为 503 的 ZC 序列, 然后将上述 ZC 序列进行 1 至 503 位的循环移位, 并将上述循环移位依次作为某一矩阵的行, 则生成了一个 $N_{ZC} \times N_{ZC}$ 的循环正交矩阵 Z 。

然后, 例如随机抽取上述循环正交矩阵 Z 的 M 行, 其中 $M \geq cK \log\left(\frac{N}{K}\right)$, 例如取值为 $M=124$ 。这样得到部分循环正交矩阵 $\Phi = R_{\Omega}Z$, 其中 R_{Ω} 是一个 124×503 的随机选择矩阵, Ω 指定了随机抽取的行的下标。

在本实施例中, 由于测量矩阵 Φ 是 124×503 , 而 ACK 响应向量 x 为 500×1 , 为得到测量向量, 可以在原 ACK 响应向量 x 的末端添零, 变为 503×1 的 ACK 响应向量 x' 。

因此, 基站最终生成的测量向量为 $\Phi x'$, 可以将该测量向量广播给所有用户设备。

在本实施例中, 活跃的用户设备可以接收基站广播的信号 $y = \Phi x + n$, 其中 n 是均值为 0 方差为 σ^2 的高斯白噪声。然后, 该用户设备可以利用压缩感知的恢复算法, 例如 CoSaMP 算法、RSP 算法、AMP 算法等, 基于压缩感知测量矩阵从接收信号 y 中估计出基站发送的 ACK 响应向量 x , 从而得到与该用户设备发送数据相对应的 ACK 信息。

以上通过实例对本发明进行了说明, 以下再对本发明的性能评估进行说明。

假设注册到基站的用户设备的数目是 $N=500$, 每个用户设备处于活跃状态的概率为 $Pa=0.05$, 则用户设备活跃的平均数为 $K=25$, 用于竞争的资源数为 $N_r=64$ 。

若用户设备没有遇到数据冲突, 则假设基站能够成功解调来自用户设备的数据的概率为 $P_{d1}=0.95$; 若两个用户设备同时选择了相同的资源发送数据, 即发送数据冲突时, 假设基站能成功解调来自其中任意一个用户设备的数据的概率为 $P_{d2}=0.4$; 若三个用户设备同时选择了相同的资源发送数据, 即发送数据冲突时, 假设基站能够成功解调来自其中任意一个用户设备的数据的概率为 $P_{d3}=0.1$; 测量值的数目为 $M=124$ 。

为综合评估本发明的基于压缩感知的 ACK 反馈 (可以称为 CSAF, Compressed Sensing ACK Feedback) 方案的性能, 定义如下四个性能指标:

ACK 反馈的信令开销, 即基站对所有用户设备反馈 ACK 信息所需的信令大小;

正确检测的概率 P_{cd} ，即当基站成功解调用户设备发送的数据，且用户设备成功解调来自基站的 ACK 信息的概率；

漏检用户设备数据的概率 P_{mu} ，即当基站没有成功解调用户设备发送的数据，但是用户设备收到了来自基站的 ACK 信息的概率；

5 漏检 ACK 的概率 P_{ma} ，即当基站成功解调用户设备发送的数据，但是用户设备没有成功解调来自基站的 ACK 信息的概率。

表 1 示出了各个方案的信令开销的比较情况

表 1

方案	UIAF	REAF	IEEE 802.11	CSAF
信令开销	500	64	225	124

如表 1 所示，REAF 方案所需的信令最小，UIAF 所需的信令开销最大。

10 图 5 是本发明实施例的一性能示意图，比较了 CSAF、UIAF 以及 REAF 等方案在不同信噪比（SNR，Signal to Noise Ratio）下的正确检测概率 P_{cd} 。如图 5 所示，本发明提出的 CSAF 方案在 AMP 算法下具有最高的正确检测概率 P_{cd} ；REAF 具有最差的 P_{cd} ，这是由于在基于竞争的上行数据传输中，传输资源与用户设备之间没有一一对应的关系；UIAF 方案在较低 SNR 时比 CSAF 在 CoSaMP 算法、RSP 算法下的性能要好些，但是当 SNR 较高时，CSAF 具有更高的 P_{cd} ；CSAF 在 RSP 算法下比在 CoSaMP 算法下具有更好的 P_{cd} 。

图 6 是本发明实施例的另一性能示意图，比较了 CSAF、UIAF 以及 REAF 等方案在不同 SNR 下的漏检用户设备数据的概率 P_{mu} ，其中 REAF 具有最高的漏检用户设备数据概率 P_{mu} ；而 UIAF 与 CSAF 在 CoSaMP 算法、RSP 算法下的漏检用户设备数据概率 P_{mu} 相差不多；但是 CSAF 在 AMP 算法下的性能要比 UIAF 最多高 5 倍。

图 7 是本发明实施例的另一性能示意图，比较了 CSAF、UIAF 以及 REAF 等方案在不同 SNR 下的漏检 ACK 概率，其中本发明提出的 CSAF 方案在 AMP 算法下具有最低的漏检 ACK 概率 P_{ma} ；REAF 具有最高的漏检 ACK 概率 P_{ma} ；而 UIAF 与 CSAF 在 CoSaMP 算法、RSP 算法下的漏检 ACK 概率 P_{ma} 相差不多。

25 综上所述，本发明所提的 CSAF 方案在 CoSaMP 算法、RSP 算法下，以 UIAF 方案 25% 的信令开销，取得了与 UIAF 相似的检测性能；CSAF 方案在 AMP 算法下，具有最好的正确检测概率、最低的漏检 ACK 概率，但是其漏检用户设备数据的概率

相对较大；REAF 虽然具有最小的信令开销，但是性能太差。

实施例 4

本发明实施例提供一种确认信息的反馈装置，与实施例 1 相同的内容不再赘述。

5 图 8 是本发明实施例的确认信息的反馈装置的一示意图，如图 8 所示，确认信息的反馈装置 800 包括：

信息生成单元 801，其根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量；

10 向量生成单元 802，其基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量；以及

向量广播单元 803，其向所述多个用户设备广播所述测量向量。

在本实施例中，确认响应向量可以为 $N \times 1$ 的向量， N 为多个用户设备的数目， K 为多个用户设备中处于激活状态且发送数据的用户设备的数目， N 大于或等于 K 。

其中， x_n 为确认响应向量中的某一元素， n 大于或等于 1 且小于或等于 N ；

15 x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据；

或者， x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据。

值得注意的是，以上仅示意性说明了确认响应向量的内容，但本发明不限于此，
20 可以根据实际情况确定确认响应向量的具体实施方式。

在本实施例中，压缩感知测量矩阵可以为 $M \times N_{ZC}$ 的矩阵，所述测量向量为 $M \times 1$ 的向量；其中 $M \geq cK \log(N/K)$ ， c 为常数， N_{ZC} 是大于或等于 N 的质数。

图 9 是本发明实施例的确认信息的反馈装置的另一示意图，如图 9 所示，确认信息的反馈装置 900 包括：信息生成单元 801、向量生成单元 802 和向量广播单元 803，

25 如上所述。

如图 9 所示，确认信息的反馈装置 900 还可以包括：

测量矩阵生成单元 901，其基于部分循环正交矩阵生成所述压缩感知测量矩阵。

如图 9 所示，确认信息的反馈装置 900 还可以包括：

测量矩阵发送单元 902，其向所述用户设备发送所述压缩感知测量矩阵。

如图 9 所示，向量生成单元 802 可以包括：

向量处理单元 8021，其向 $N \times 1$ 的确认响应向量加零，以生成 $N_{ZC} \times 1$ 的向量；

矩阵相乘单元 8022，其将 $M \times N_{ZC}$ 的压缩感知测量矩阵与 $N_{ZC} \times 1$ 的向量相乘，生成 $M \times 1$ 的测量向量。

5 图 10 是本发明实施例的测量矩阵生成单元的一示意图，如图 10 所示，测量矩阵生成单元 901 可以包括：

数目确定单元 1001，其基于多个用户设备的数目 N ，选择大于 N 的质数 N_{ZC} ；

序列生成单元 1002，其生成长度为 N_{ZC} 的 ZC 序列；

10 正交矩阵生成单元 1003，其基于 ZC 序列生成循环正交矩阵，其中该循环正交矩阵中的每一行通过对 ZC 序列进行循环移位而形成；以及

行选择单元 1004，其从循环正交矩阵中选择 M 行，以生成 $M \times N_{ZC}$ 的压缩感知测量矩阵。

本实施例还提供一种基站，配置有如上所述的确认信息的反馈装置 800 或 900。

15 图 11 是本发明实施例的基站的一构成示意图。如图 11 所示，基站 1100 可以包括：中央处理器（CPU）200 和存储器 210；存储器 210 耦合到中央处理器 200。其中该存储器 210 可存储各种数据；此外还存储信息处理的程序，并且在中央处理器 200 的控制下执行该程序。

其中，确认信息的反馈装置 800 或 900 可以实现如实施例 1 所述的确认信息的反馈方法。中央处理器 200 可以被配置为实现确认信息的反馈装置 800 或 900 的功能。

20 例如，中央处理器 200 可以被配置为进行如下控制：根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据，生成确认响应向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量，生成测量向量；以及向多个用户设备广播所述测量向量。

此外，如图 11 所示，基站 1100 还可以包括：收发机 220 和天线 230 等；其中，上述部件的功能与现有技术类似，此处不再赘述。值得注意的是，基站 1100 也并不是必须要包括图 11 中所示的所有部件；此外，基站 1100 还可以包括图 11 中没有示出的部件，可以参考现有技术。

25 由上述实施例可知，基于压缩感知测量矩阵和确认响应向量生成一测量向量并广播；由此，不仅适用于基于竞争的上行数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

实施例 5

本发明实施例提供一种确认信息的反馈装置，与实施例 2 相同的内容不再赘述。

图 12 是本发明实施例的确认信息的反馈装置的一示意图，如图 12 所示，确认信息的反馈装置 1200 包括：

向量接收单元 1201，其在基于竞争发送数据之后，接收用于反馈确认信息的测量向量；

信息恢复单元 1202，其基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及

10 数据确定单元 1203，其根据所述确认响应向量确定发送的所述数据是否被正确解调。

在本实施例中，确认响应向量可以为 $N \times 1$ 的向量， N 为多个用户设备的数目， K 为多个用户设备中处于激活状态且发送数据的用户设备的数目， N 大于或等于 K 。

其中， x_n 为确认响应向量中的某一元素， n 大于或等于 1 且小于或等于 N ；

15 x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据；

或者， x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据。

值得注意的是，以上仅示意性说明了确认响应向量的内容，但本发明不限于此，
20 可以根据实际情况确定确认响应向量的具体实施方式。

在本实施例中，压缩感知测量矩阵可以为 $M \times N_{ZC}$ 的矩阵，测量向量可以为 $M \times 1$ 的向量；其中 $M \geq cK \log(N/K)$ ， c 为常数， N_{ZC} 是大于或等于 N 的质数。

在本实施例中，如图 12 所示，确认信息的反馈装置 1200 还可以包括：

测量矩阵获得单元 1204，其基于部分循环正交矩阵生成所述压缩感知测量矩阵，
25 或者接收基站发送的所述压缩感知测量矩阵。

本实施例还提供一种用户设备，配置有如上所述的确认信息的反馈装置 1200。

图 13 是本发明实施例的用户设备的一示意图。如图 13 所示，该用户设备 1300 可以包括中央处理器 100 和存储器 140；存储器 140 耦合到中央处理器 100。值得注意的是，该图是示例性的；还可以使用其他类型的结构，来补充或代替该结构，以实

现电信功能或其他功能。

在一个实施方式中，确认信息的反馈装置 1200 的功能可以被集成到中央处理器 100 中。其中，中央处理器 100 可以被配置为实现实施例 2 中所述的确认信息的反馈方法。

5 例如，中央处理器 100 可以被配置为进行如下的控制：在基于竞争发送数据之后，接收用于反馈确认信息的测量向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及根据所述确认响应向量确定发送的数据是否被正确解调。

在另一个实施方式中，确认信息的反馈装置 1200 可以与中央处理器 100 分开配置，例如可以将确认信息的反馈装置 1200 配置为与中央处理器 100 连接的芯片，通过中央处理器 100 的控制来实现确认信息的反馈装置 1200 的功能。

如图 13 所示，该用户设备 1300 还可以包括：通信模块 110、输入单元 120、音频处理器 130、显示器 160、电源 170。其中，上述部件的功能与现有技术类似，此处不再赘述。值得注意的是，用户设备 1300 也并不是必须要包括图 13 中所示的所有部件，上述部件并不是必需的；此外，用户设备 1300 还可以包括图 13 中没有示出的部件，可以参考现有技术。

由上述实施例可知，基于压缩感知测量矩阵和确认响应向量生成一测量向量并广播；由此，不仅适用于基于竞争的上行数据传输场景，而且具有较低的信令开销且性能可靠。

20 实施例 6

本发明实施例还提供一种通信系统，与实施例 1 至 5 相同的内容不再赘述。

图 14 是本发明实施例的通信系统的一示意图，如图 14 所示，通信系统 1400 可以包括基站 1401 和用户设备 1402。

其中，用户设备 1402 基于竞争向基站 1401 发送数据，并接收用于反馈确认信息的测量向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及根据所述确认响应向量确定发送的数据是否被正确解调；

基站 1401 根据是否正确解调出多个用户设备 1402 基于竞争发送的数据，生成确认响应向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量生成测量向量；以及向多个用户设备 1402 广播该测量向量。

在本实施例中，所述基站 1401 可以为 N 个用户设备 1402 服务，以及其中 K 个用户设备 1402 处于激活状态并发送数据。

本发明实施例还提供一种计算机可读程序，其中当在基站中执行所述程序时，所述程序使得所述基站执行实施例 1 所述的确认信息的反馈方法。

5 本发明实施例还提供一种存储有计算机可读程序的存储介质，其中所述计算机可读程序使得基站执行实施例 1 所述的确认信息的反馈方法。

本发明实施例还提供一种计算机可读程序，其中当在用户设备中执行所述程序时，所述程序使得所述用户设备执行实施例 2 所述的确认信息的反馈方法。

10 本发明实施例还提供一种存储有计算机可读程序的存储介质，其中所述计算机可读程序使得用户设备执行实施例 2 所述的确认信息的反馈方法。

本发明以上的装置和方法可以由硬件实现，也可以由硬件结合软件实现。本发明涉及这样的计算机可读程序，当该程序被逻辑部件所执行时，能够使该逻辑部件实现上文所述的装置或构成部件，或使该逻辑部件实现上文所述的各种方法或步骤。本发明还涉及用于存储以上程序的存储介质，如硬盘、磁盘、光盘、DVD、flash 存储器等。

15 结合本发明实施例描述的确认信息的反馈装置和/或方法可直接体现为硬件、由处理器执行的软件模块或二者组合。例如，图 8 中所示的功能框图中的一个或多个和/或功能框图的一个或多个组合（例如，向量生成单元等），既可以对应于计算机程序流程的各个软件模块，亦可以对应于各个硬件模块。这些软件模块，可以分别对应于图 1 所示的各个步骤。这些硬件模块例如可利用现场可编程门阵列（FPGA）将这些
20 软件模块固化而实现。

软件模块可以位于 RAM 存储器、闪存、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、移动磁盘、CD-ROM 或者本领域已知的任何其它形式的存储介质。可以将一种存储介质耦接至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息；或者该存储介质可以是处理器的组成部分。处理器
25 和存储介质可以位于 ASIC 中。该软件模块可以存储在移动终端的存储器中，也可以存储在可插入移动终端的存储卡中。例如，若设备（如移动终端）采用的是较大容量的 MEGA-SIM 卡或者大容量的闪存装置，则该软件模块可存储在该 MEGA-SIM 卡或者大容量的闪存装置中。

针对附图中描述的功能方框中的一个或多个和/或功能方框的一个或多个组合，

可以实现为用于执行本申请所描述功能的通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件或者其任意适当组合。针对附图描述的功能方框中的一个或多个和/或功能方框的一个或多个组合，还可以实现为计算设备的组合，
5 例如，DSP 和微处理器的组合、多个微处理器、与 DSP 通信结合的一个或多个微处理器或者任何其它这种配置。

以上结合具体的实施方式对本发明进行了描述，但本领域技术人员应该清楚，这些描述都是示例性的，并不是对本发明保护范围的限制。本领域技术人员可以根据本发明的精神和原理对本发明做出各种变型和修改，这些变型和修改也在本发明的范围
10 内。

权利要求书

1、一种确认信息的反馈装置，所述确认信息的反馈装置包括：

信息生成单元，其根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成

5 确认响应向量；

向量生成单元，其基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量；以及

向量广播单元，其向所述多个用户设备广播所述测量向量。

2、根据权利要求 1 所述的反馈装置，其中，所述确认响应向量为 $N \times 1$ 的向量，

10 N 为多个用户设备的数目， K 为所述多个用户设备中处于激活状态且发送数据的用户设备的数目， N 大于或等于 K 。

3、根据权利要求 2 所述的反馈装置，其中， x_n 为所述确认响应向量中的某一元素， n 大于或等于 1 且小于或等于 N ；

15 x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据；

或者， x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据。

4、根据权利要求 2 所述的反馈装置，其中，所述压缩感知测量矩阵为 $M \times N_{ZC}$ 的矩阵，所述测量向量为 $M \times 1$ 的向量；

20 其中 $M \geq cK \log(N/K)$ ， c 为常数， N_{ZC} 是大于或等于 N 的质数。

5、根据权利要求 1 所述的反馈装置，其中，所述反馈装置还包括：

测量矩阵生成单元，其基于部分循环正交矩阵生成所述压缩感知测量矩阵。

6、根据权利要求 5 所述的反馈装置，其中，所述测量矩阵生成单元包括：

数目确定单元，其基于所述多个用户设备的数目 N ，选择大于 N 的质数 N_{ZC} ；

25 序列生成单元，其生成长度为 N_{ZC} 的 ZC 序列；

正交矩阵生成单元，其基于所述 ZC 序列生成循环正交矩阵，其中所述循环正交矩阵中的每一行通过对所述 ZC 序列进行循环移位而形成；以及

行选择单元，其从所述循环正交矩阵中随机选择 M 行，以生成 $M \times N_{ZC}$ 的所述压缩感知测量矩阵。

7、根据权利要求 5 所述的反馈装置，其中，所述反馈装置还包括：

测量矩阵发送单元，其向所述用户设备发送所述压缩感知测量矩阵。

8、根据权利要求 4 所述的反馈装置，其中，所述向量生成单元包括：

向量处理单元，其向 $N \times 1$ 的所述确认响应向量加零，以生成 $N_{ZC} \times 1$ 的向量；

5 矩阵相乘单元，其将 $M \times N_{ZC}$ 的所述压缩感知测量矩阵与所述 $N_{ZC} \times 1$ 的向量相乘，生成 $M \times 1$ 的所述测量向量。

9、一种确认信息的反馈装置，所述确认信息的反馈装置包括：

向量接收单元，其在基于竞争发送数据之后，接收用于反馈确认信息的测量向量；

信息恢复单元，其基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量而恢复出确

10 认响应向量；以及

数据确定单元，其根据所述确认响应向量确定发送的所述数据是否被正确解调。

10、根据权利要求 9 所述的反馈装置，其中，所述确认响应向量为 $N \times 1$ 的向量，

N 为多个用户设备的数目， K 为所述多个用户设备中处于激活状态且发送数据的用户设备的数目， N 大于或等于 K 。

15 11、根据权利要求 10 所述的反馈装置，其中， x_n 为所述确认响应向量中的某一元素， n 大于或等于 1 且小于或等于 N ；

x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据；

20 或者， x_n 为 0 表示第 n 个用户设备发送的数据被正确解调； x_n 为 1 表示第 n 个用户设备发送的数据没有被正确解调，或者第 n 个用户设备没有发送数据。

12、根据权利要求 10 所述的反馈装置，其中，所述压缩感知测量矩阵为 $M \times N_{ZC}$ 的矩阵，所述测量向量为 $M \times 1$ 的向量；

其中 $M \geq cK \log(N/K)$ ， c 为常数， N_{ZC} 是大于或等于 N 的质数。

13、根据权利要求 9 所述的反馈装置，其中，所述反馈装置还包括：

25 测量矩阵获得单元，其基于部分循环正交矩阵生成所述压缩感知测量矩阵，或者接收基站发送的所述压缩感知测量矩阵。

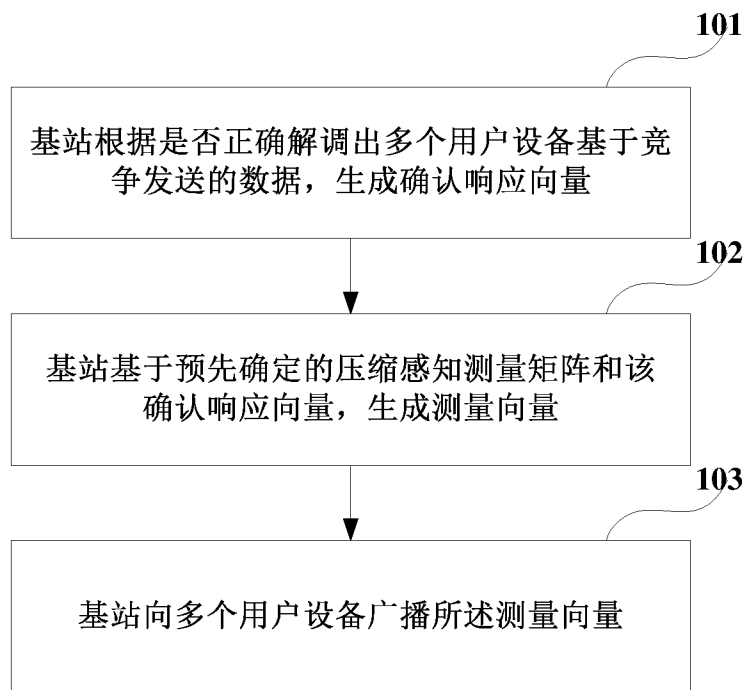
14、一种通信系统，所述通信系统包括：

用户设备，其基于竞争向基站发送数据，并接收用于反馈确认信息的测量向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述测量向量恢复出确认响应向量；以及根据所

述确认响应向量确定发送的所述数据是否被正确解调；

基站，其根据是否正确解调出多个用户设备基于竞争发送的数据而生成确认响应向量；基于预先确定的压缩感知测量矩阵和所述确认响应向量而生成测量向量；以及向所述多个用户设备广播所述测量向量。

- 5 15、根据权利要求 14 所述的通信系统，其中，所述基站为 N 个用户设备服务，以及其中 K 个用户设备处于激活状态并发送数据。

**图 1**

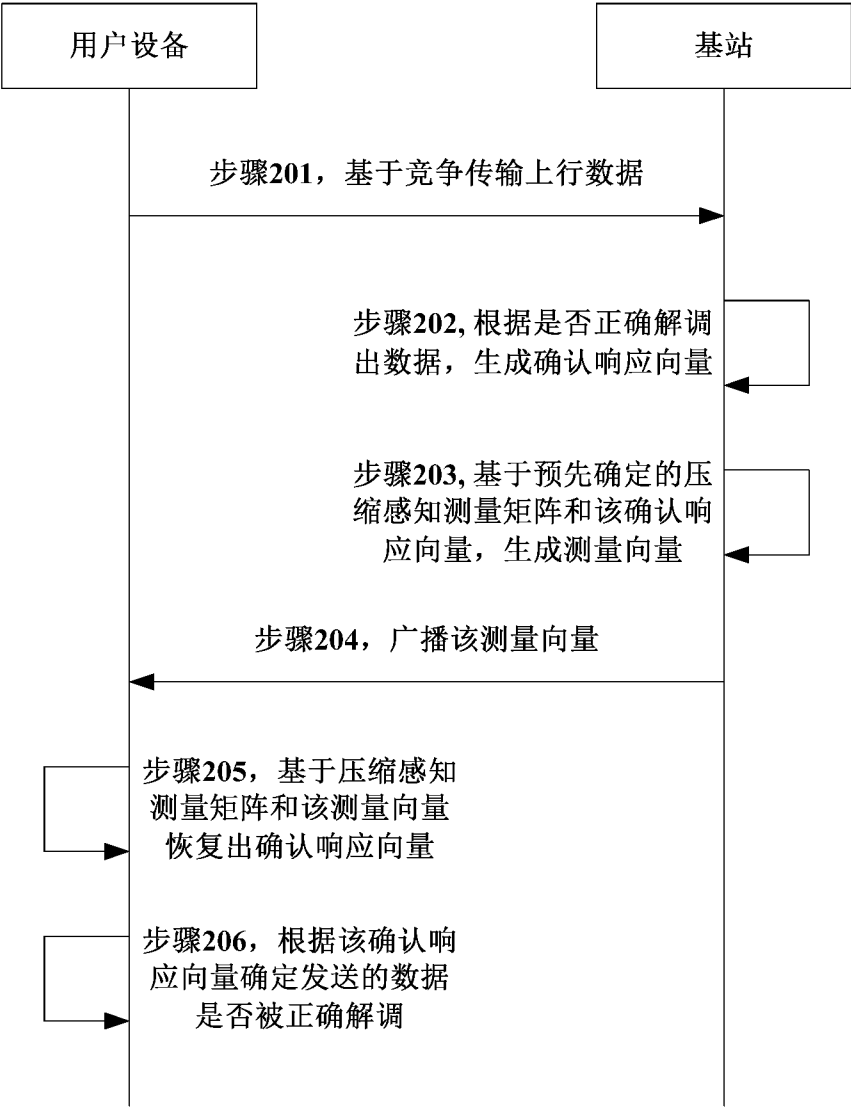


图 2

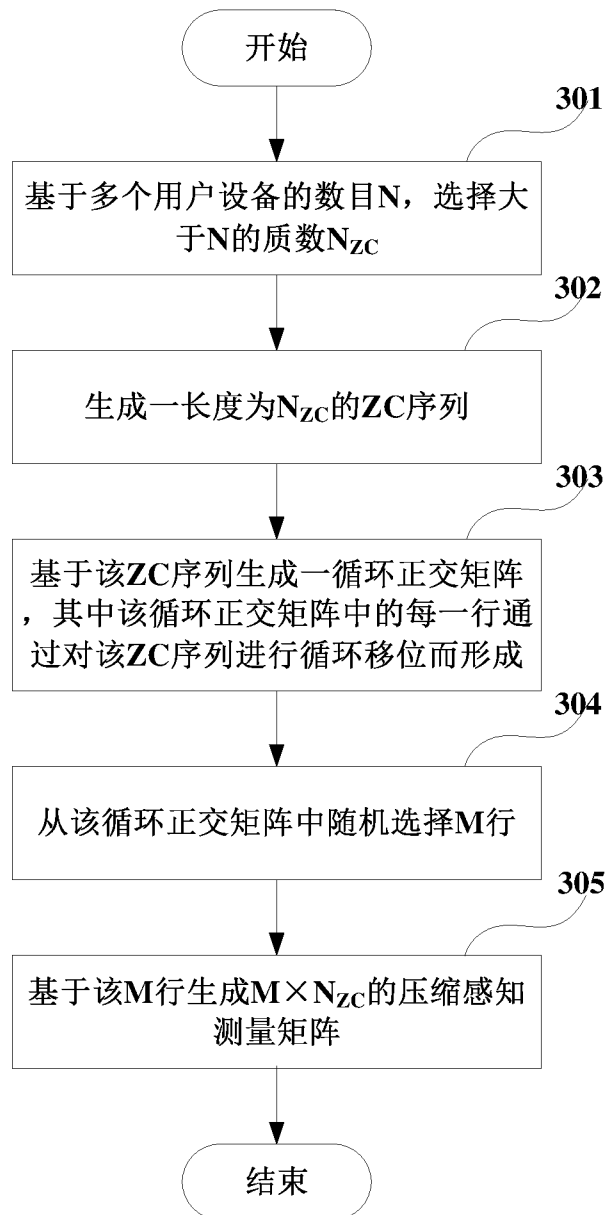


图 3

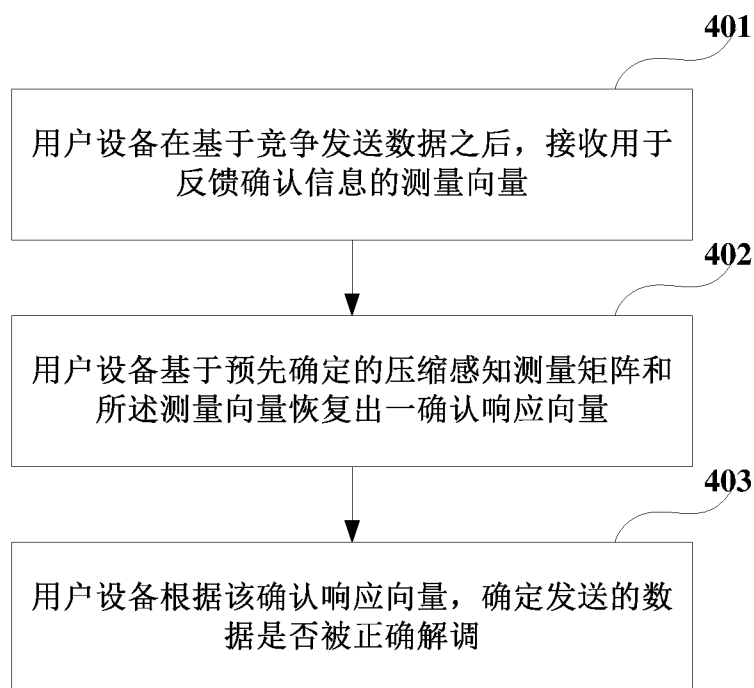


图 4

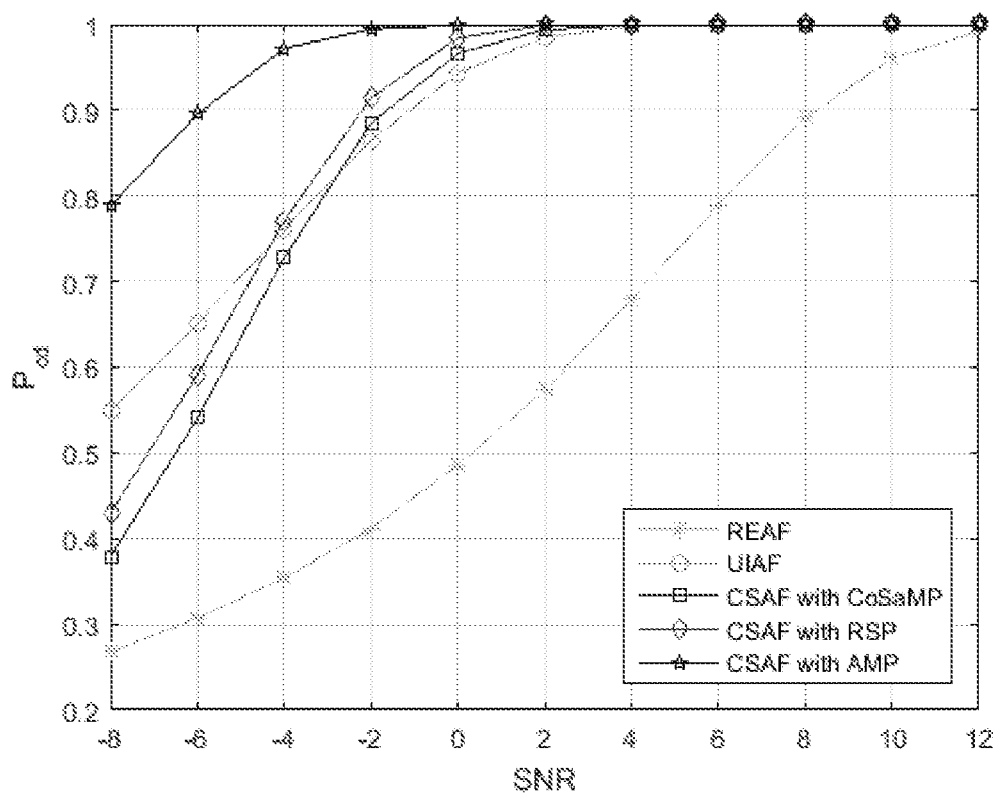


图 5

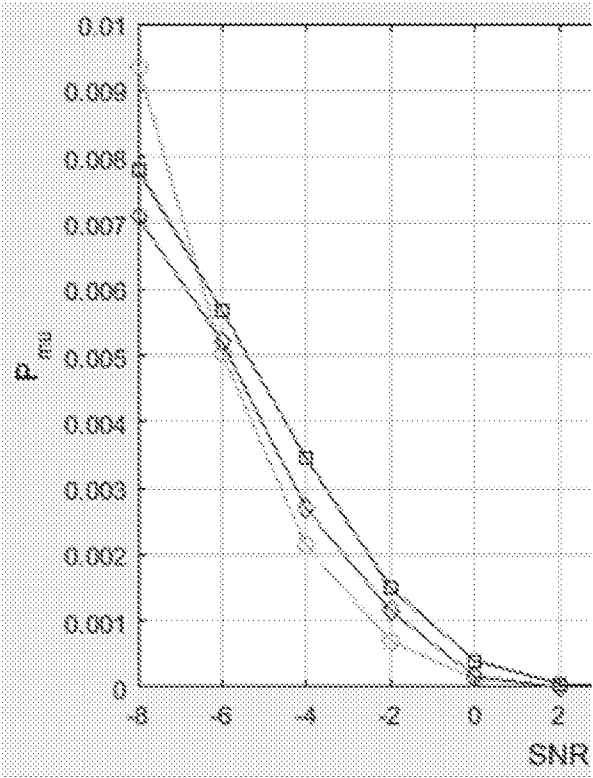
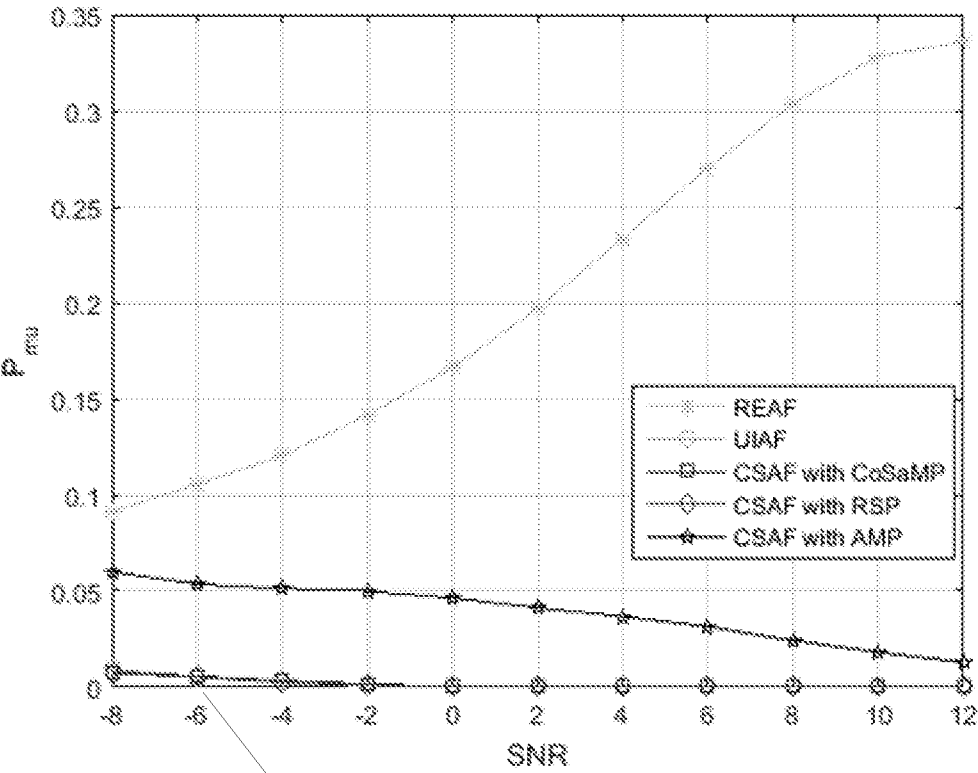


图 6

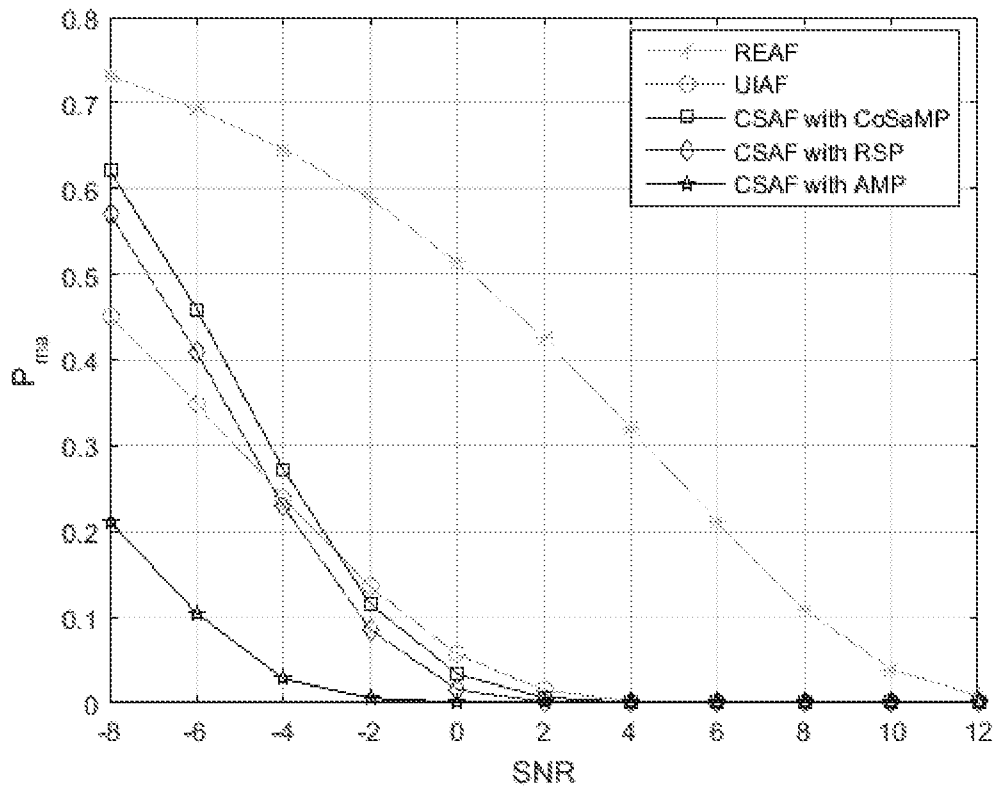


图 7

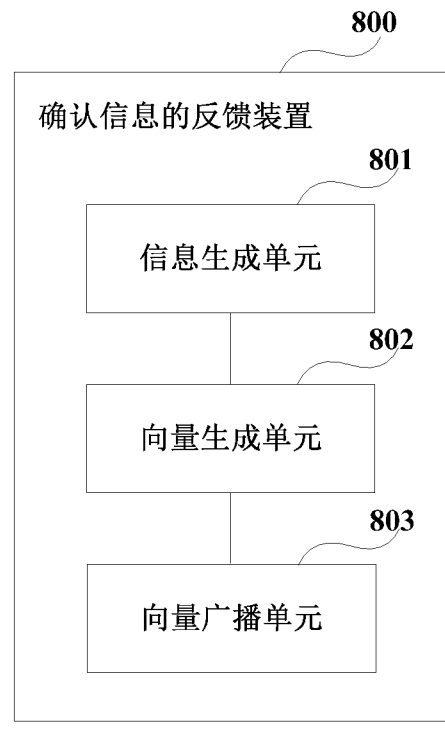


图 8

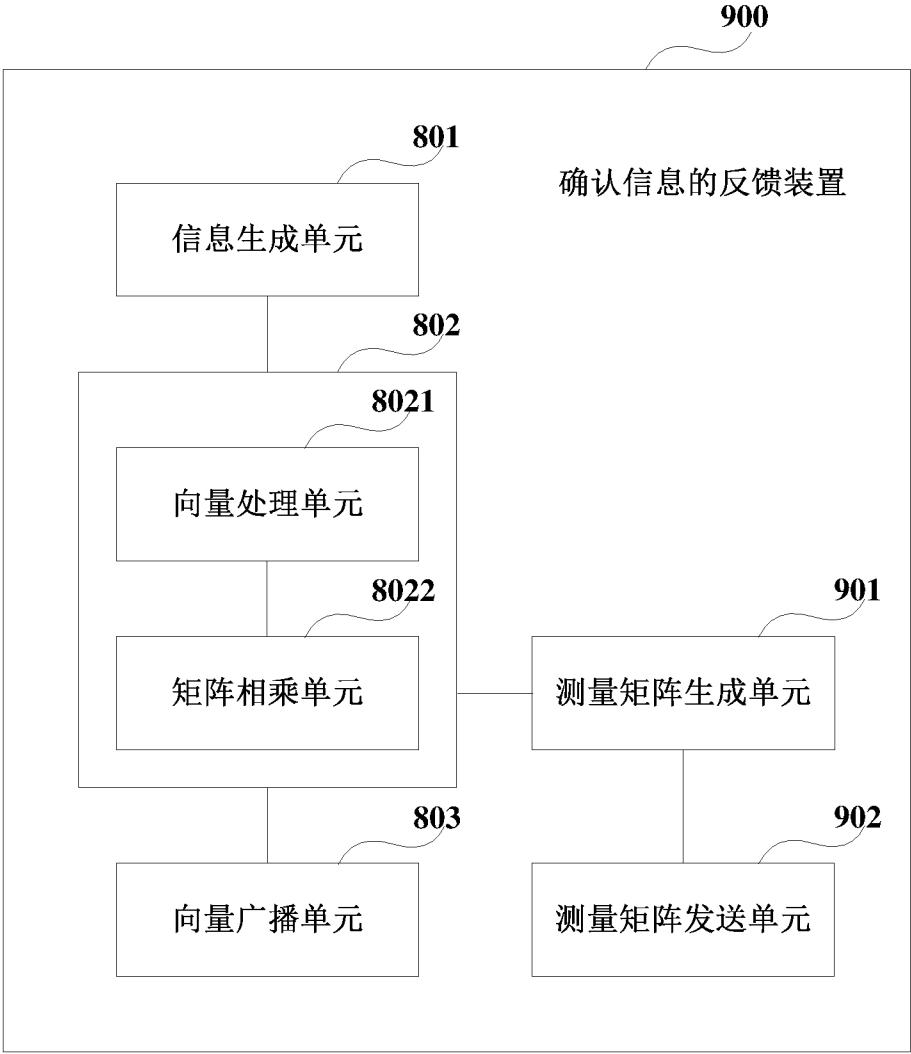


图 9

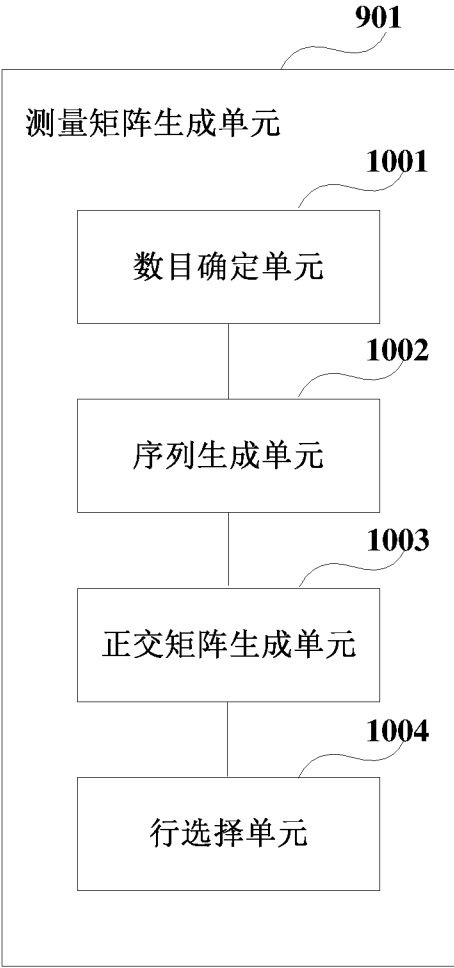


图 10

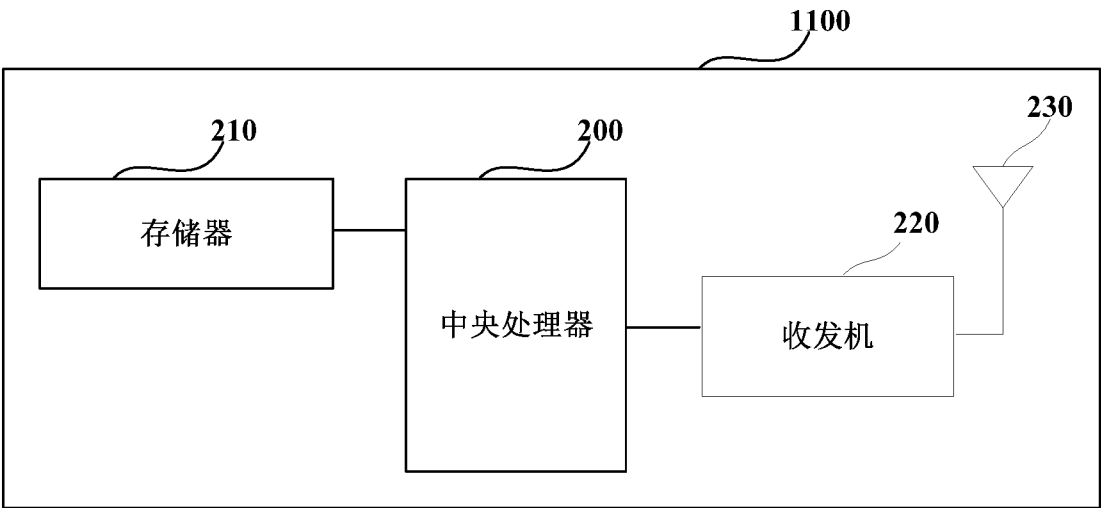


图 11

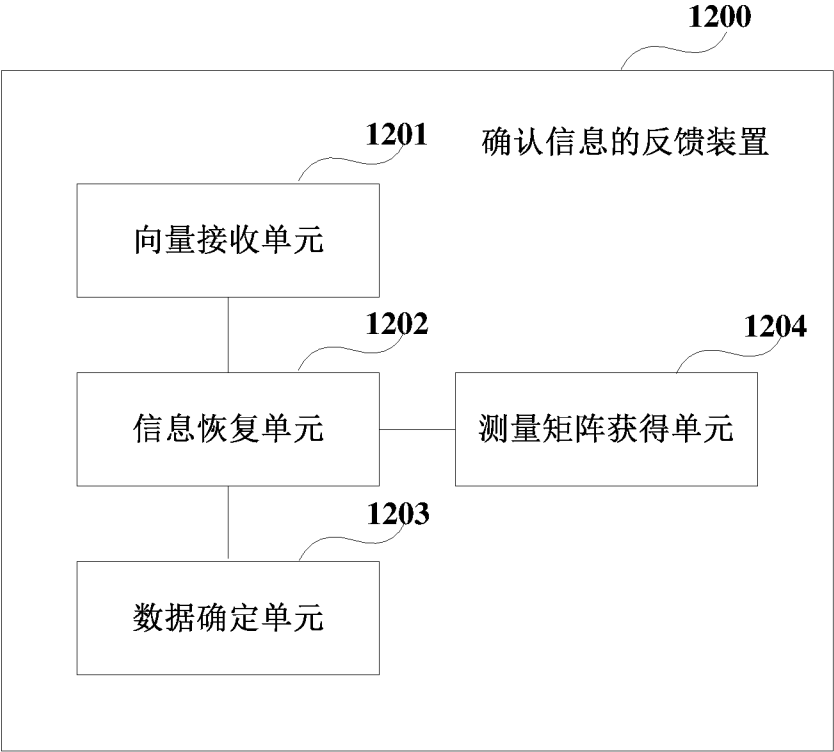


图 12

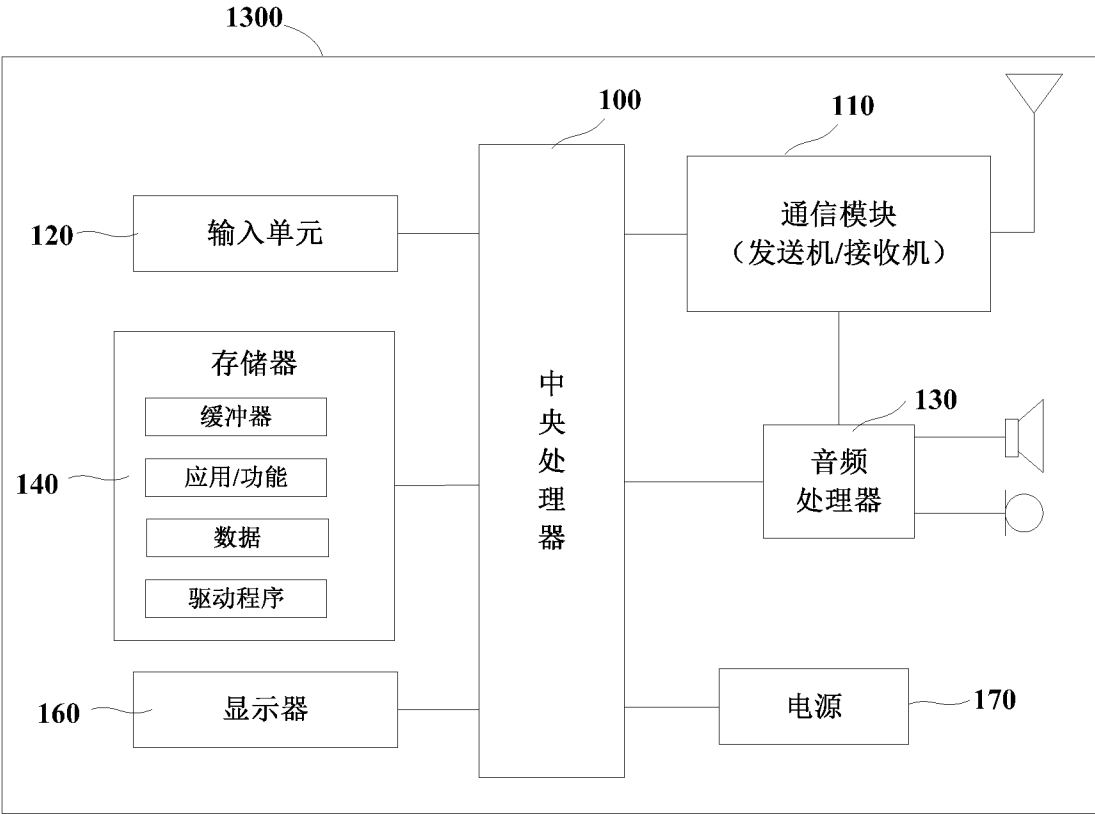


图 13

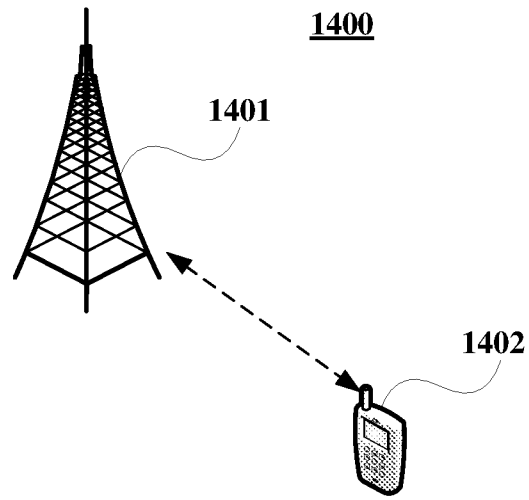


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/076348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L; H04W; H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: compressed sensing, ACK, expenditure, compress+, matrix, response, feedback, cost, competition, collision, sparse

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101795170 A (ZTE CORPORATION) 04 August 2010 (04.08.2010) description, paragraphs [0007]-[0018] and [0039]-[0044]	1-15
Y	CN 105162548 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 16 December 2015 (16.12.2015) description, paragraphs [0065]-[0069], [0073] and [0074]	1-15
A	CN 105338509 A (FUJITSU LIMITED) 17 February 2016 (17.02.2016) the whole document	1-15
A	WO 2014206167 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 31 December 2014 (31.12.2014) the whole document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date	

Date of the actual completion of the international search 04 November 2016	Date of mailing of the international search report 01 December 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Mengsi Telephone No. (86-10) 82246962

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/076348

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101795170 A	04 August 2010	None	
CN 105162548 A	16 December 2015	None	
CN 105338509 A	17 February 2016	None	
WO 2014206167 A1	31 December 2014	CN 104253674 A	31 December 2014
		EP 3016308 A1	04 May 2016
		US 2016149629 A1	26 May 2016
		CN 105075165 A	18 November 2015

A. 主题的分类		
H04L 1/00 (2006.01) i		
按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)		
H04L; H04W; H04Q		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))		
EPDOC, WPI, CNPAT, CNKI: 压缩感知, 矩阵, ACK, 响应, 反馈, 开销, 竞争, 冲突, 碰撞, 稀疏, compress+, matrix, response, feedback, cost, competition, collision, sparse		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 101795170 A (中兴通讯股份有限公司) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 说明书第[0007]-[0018], [0039]-[0044]段	1-15
Y	CN 105162548 A (北京邮电大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 说明书第[0065]-[0069], [0073]-[0074]段	1-15
A	CN 105338509 A (富士通株式会社) 2016年 2月 17日 (2016 - 02 - 17) 全文	1-15
A	WO 2014206167 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31) 全文	1-15
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2016年 11月 4日		2016年 12月 1日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		王梦思
传真号 (86-10) 62019451		电话号码 (86-10) 010-82246962

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/076348

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	101795170	A	2010年 8月 4日	无	
CN	105162548	A	2015年 12月 16日	无	
CN	105338509	A	2016年 2月 17日	无	
WO	2014206167	A1	2014年 12月 31日	CN 104253674 A	2014年 12月 31日
				EP 3016308 A1	2016年 5月 4日
				US 2016149629 A1	2016年 5月 26日
				CN 105075165 A	2015年 11月 18日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)