



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110463093 B

(45) 授权公告日 2022.05.17

(21) 申请号 201780086069.2

(73) 专利权人 相干逻辑公司

(22) 申请日 2017.12.29

地址 美国得克萨斯

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 K·A·什尔拜 刘锋

申请公布号 CN 110463093 A

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

(43) 申请公布日 2019.11.15

专利代理人 刘前红

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

62/442,225 2017.01.04 US

H04L 1/00 (2006.01)

62/455,448 2017.02.06 US

(56) 对比文件

62/501,493 2017.05.04 US

CN 103518415 A, 2014.01.15

62/521,946 2017.06.19 US

WO 2014022860 A1, 2014.02.06

15/852,632 2017.12.22 US

CN 102835085 A, 2012.12.19

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 105745855 A, 2016.07.06

2019.08.09

US 2016095095 A1, 2016.03.31

(86) PCT国际申请的申请数据

Huawei. "Evaluation of channel coding
schemes for control channel".《3GPP TSG
RAN WG1 Meeting #86》.2016,

PCT/US2017/068972 2017.12.29

Huawei. "Evaluation of channel coding
schemes for control channel".《3GPP TSG
RAN WG1 Meeting #86》.2016,

(87) PCT国际申请的公布数据

Huawei. "Evaluation of channel coding
schemes for control channel".《3GPP TSG
RAN WG1 Meeting #86》.2016,

W02018/128928 EN 2018.07.12

审查员 舒灿宇

权利要求书3页 说明书20页 附图20页

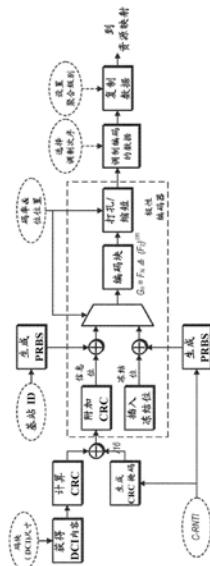
(54) 发明名称

用于DCI盲检测的多模式块区分的加扰序列

设计

(57) 摘要

描述了用于编码和解码已经基于发送器和/或接收器的一个或多个标识符调制的控制信息的方法和设备。一些实施例描述了用于下行链路控制信息(DCI)盲检测的多模式块辨别的加扰序列设计。可以将分离的加扰掩码应用于编码的DCI消息内的不同位字段,其中每个加扰掩码是从与发送器或预期接收器相关联的唯一标识符导出的。接收器可以使用加扰掩码来执行解码过程的早期终止,以减轻小区间干扰,并验证接收器是预期的接收器。



1. 一种基站 (102) ,包括:

无线电收发装置 (330) ;以及

耦接到无线电收发装置 (330) 的处理元件;

其中无线电收发装置 (330) 和处理元件被配置为:

将特定于用户设备UE的控制信息表示 (702) 为两个或更多个位序列,其中所述两个或更多个位序列包括极性码的冻结位序列和信息位序列;

从UE标识符生成第一伪随机序列;

从所述基站 (102) 的标识符生成第二伪随机序列;

用第一伪随机序列和第二伪随机序列中的相应伪随机序列调制 (704) 所述两个或更多个位序列中的每一个以产生经调制的控制信息,其中所述调制 (704) 包括在所述冻结位序列中放置在所述基站 (102) 和接收器之间已知的、同意的且唯一的图案,其中第一伪随机序列用于调制冻结位序列,并且其中第二伪随机序列用于调制信息位序列;

对经调制的控制信息进行编码 (706) 以获得编码后的经调制的控制信息,其中对经调制的控制信息进行编码 (706) 使用极性码来执行编码;以及

无线发送 (708) 编码后的经调制的控制信息。

2. 如权利要求1所述的基站 (102) ,

其中基于第二伪随机序列调制信息位序列包括用特定于小区的掩码对信息位序列进行掩蔽,以减轻接收编码后的经调制的控制信息的UE (106) 所经历的相邻小区干扰。

3. 如权利要求1所述的基站 (102) ,

其中无线电收发装置 (330) 和处理元件还被配置为:

在调制信息位之前,向信息位附加利用循环冗余校验CRC掩码加扰的CRC。

4. 如权利要求3所述的基站 (102) ,

其中无线电收发装置 (330) 和处理元件还被配置为:

基于UE标识符生成CRC掩码。

5. 如权利要求1所述的基站 (102) ,

其中所述冻结位序列与第一伪随机序列具有相同的长度,并且所述信息位序列与第二伪随机序列具有相同的长度。

6. 如权利要求1所述的基站 (102) ,

其中编码后的经调制的控制信息被无线发送到一个或多个UE (106) ,用于执行下行链路控制信息DCI盲检测。

7. 一种用户设备装置UE (106) ,包括:

无线电收发装置 (430) ;

非瞬态计算机可读存储介质;以及

耦接到无线电收发装置 (430) 和存储介质的处理器 (402) ;

其中所述UE (106) 被配置为:

从作为基站或另一UE的发送器以无线方式接收 (802) 包括极性编码数据的编码数据,该编码数据包括第一位序列和第二位序列的编码,第一位序列包括冻结位,第二位序列包括信息位;

实现对所述编码数据的解码过程,其中,在解码过程中,所述UE (106) 被配置为:

开始(804)对所述编码数据的解码以产生第一位序列的子集；

用从与所述UE(106)相关联的第一标识符生成的第一伪随机序列解调(806)第一位序列的所述子集；

执行(808)第一位序列的经解调的子集与所述UE(106)已知的参考位的对应子集之间的互相关计算；以及基于确定互相关计算的结果高于互相关阈值：

继续(814)对所述编码数据的解码以产生第二位序列；

用从与所述发送器相关联的第二标识符生成的第二伪随机序列解调第二位序列；以及将经解调的第二位序列作为解码后的消息存储在存储介质中；或者
基于确定互相关计算的结果低于互相关阈值，中止解码过程。

8. 如权利要求7所述的UE(106)，

其中无线电收发装置(430)和处理器(402)还被配置为：

对经解调的第二位序列的子集执行循环冗余校验CRC。

9. 如权利要求7所述的UE(106)，

其中所述编码数据被接收并且所述解码过程被实现作为下行链路控制信息DCI盲检测过程的一部分。

10. 如权利要求7所述的UE(106)，

其中所述解码过程是连续抵消列表解码过程。

11. 一种用于对消息进行解码的方法，该方法包括：

由接收器：

以无线方式接收(802)编码消息，该编码消息包括第一位序列和第二位序列的编码，第一位序列包括冻结位，第二位序列包括信息位，其中所述编码消息包括极性编码数据；

通过以下实现解码过程：

开始(804)对所述编码消息的解码以产生第一位序列的子集；

从存储在所述接收器上的第一标识符生成第一伪随机序列，第一标识符与所述接收器相关联；

使用第一伪随机序列解调(806)第一位序列的子集；

执行(808)第一位序列的经解调的子集和参考位序列的相应子集之间的互相关计算；以及

基于确定互相关计算的结果高于互相关阈值；

继续(814)对所述编码消息的解码以产生第二位序列；

从存储在接收器上的第二标识符生成第二伪随机序列，第二标识符与发送器相关联；

用第二伪随机序列解调第二位序列以产生解码后的消息；以及

将解码后的消息存储到存储介质中；或者

基于确定互相关计算的结果低于互相关阈值，中止(812)解码过程。

12. 如权利要求11所述的方法，该方法还包括，

在解调第二位序列之后，对解码后的消息执行循环冗余校验CRC。

13. 如权利要求12所述的方法，

其中至少部分地基于所述接收器的标识符来执行CRC。

14. 如权利要求11所述的方法，

其中所述编码消息被接收并且所述解码过程被实现作为下行链路控制信息DCI盲检测过程的一部分。

15. 如权利要求11所述的方法，

其中所述解码过程是连续抵消列表解码过程。

用于DCI盲检测的多模式块区分的加扰序列设计

技术领域

[0001] 本发明的领域总体上涉及无线通信中使用的编码器和解码器。

背景技术

[0002] 解码器被用于无线通信的许多领域中。发送器可以对预期由特定接收器接收的消息进行编码。如果预期的接收器不具有查找编码后的消息的位置(例如,时间和/或频率上的位置)的先验知识,那么它可能经历盲解码过程以便为了预期的消息去搜索一组候选位置。

[0003] 盲解码会花费相当多的时间和计算资源,因为接收器可能必须在解码出正确消息之前对大量候选位置中的消息执行盲解码。因而,期望该领域中的改进。

发明内容

[0004] 描述了用于编码和解码已基于发送器和/或接收器的一个或多个标识符被调制的控制信息的系统和方法的各种实施例。一些实施例描述了用于下行链路控制信息(DCI)盲检测的多模式块区分的加扰序列设计。可以将分开的加扰掩码应用于编码后的DCI消息内的不同位字段,其中每个加扰掩码是从与发送器或预期的接收器相关联的唯一标识符导出的。加扰掩码可以被接收器用来执行解码处理的早期终止,以减轻小区间干扰,并验证接收器是预期的接收器。

附图说明

[0005] 当结合以下附图考虑优选实施例的以下详细描述时,可以获得对本发明的更好理解,其中:

- [0006] 图1是图示了根据一些实施例的无线通信环境的图。
- [0007] 图2是图示了根据一些实施例的具有基站覆盖重叠的无线通信环境的图。
- [0008] 图3是图示了根据一些实施例的示例性基站的框图。
- [0009] 图4是图示了根据一些实施例的示例性UE的框图。
- [0010] 图5是根据一些实施例的用于上行链路和下行链路通信的各种通信信道的示意图;
- [0011] 图6是根据一些实施例的极性码(polar code)中的位的互信息随位索引变化的曲线图;
- [0012] 图7是图示了根据一些实施例的用于发送器对已经基于一个或多个标识符被调制的消息进行编码的示例性方法的流程图;
- [0013] 图8是图示了根据一些实施例的用于对编码后的消息进行解码并基于标识符解调经解码的位的示例性方法的流程图;
- [0014] 图9是根据一些实施例的并行处理的功耗和等待时间之间的权衡的曲线图;
- [0015] 图10示出了根据一些实施例的相继抵消列表解码的累积工作量随位索引变化的

两个数据图：

- [0016] 图11图示了信道极化的示例,其中n=11;
- [0017] 图12图示了示例极性编码器,其中n=3;
- [0018] 图13图示了示例极性解码器,其中n=3;
- [0019] 图14是图示了针对LTE规定的DCI编码的流程图;
- [0020] 图15是图示了根据一些实施例的适于包含极性码的DCI编码的流程图;
- [0021] 图16图示了根据一些实施例的在被LTE使用之后图案化的位掩码分配;
- [0022] 图17图示了根据一些实施例的所提出的NR位掩码分配;
- [0023] 图18图示了根据一些实施例的连续的位掩码分配;
- [0024] 图19图示了根据一些实施例的使用移动平均来获得针对失配(上部)和匹配(下部)的早期块区分的数据;
- [0025] 图20图示了根据一些实施例的位反馈对于使用移动平均来获得针对失配(上部)和匹配(下部)的早期终止的匹配识别的影响;
- [0026] 图21图示了根据一些实施例的序列失配和错误传播对于针对失配(上部)和匹配(下部)的早期终止的组合效果。
- [0027] 虽然本发明易于进行各种修改和替换形式,但是其具体实施例在附图中以示例的方式示出并且在本文中详细描述。但是,应当理解的是,附图和对其的详细描述并非旨在将本发明限制于所公开的特定形式,相反,其目的是涵盖落入由所附权利要求限定的本发明的精神和范围内的所有修改、等同物和替代物。

具体实施方式

- [0028] 通过引用并入
- [0029] 以下参考文献通过引用整体并入本文,如同在本文中完全和完整地阐述:
- [0030] 1.“Polar Code Construction for NR”,华为、HiSilicon,3GPP TSG RAN WG1会议#86bis,2016年10月。
- [0031] 2.Alexios Balatsoukas-Stimming,Mani Bastani Parizi和Andreas Burg,“LLR-Based Successive Cancellation List Decoding of Polar Codes”,IEEE Transactions on Signal Processing,2015年10月。
- [0032] 3.3GPP TS 36.211:“Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) ; Physical Channels and Modulation”。
- [0033] 4.临时专利申请号62/455448,标题为“Early Block Discrimination with Polar Codes to Further Accelerate DCI Blind Detection”。
- [0034] 5.临时专利申请号62/501493,标题为“Early Block Discrimination with Polar Codes to Further Accelerate DCI Blind Detection”。
- [0035] 6.美国专利申请号15/359845,标题为“Memory Management and Path Sort Techniques in a Polar Code Successive Cancellation List Decoder”。
- [0036] 术语
- [0037] 以下是本申请中使用的术语表:
- [0038] 存储器介质—各种类型的存储器设备或存储设备中的任何一种。术语“存储器介

质”意在包括:安装介质,例如CD-ROM、软盘或者磁带设备;计算机系统存储器或随机访问存储器,诸如DRAM、DDR RAM、SRAM、EDO RAM、Rambus RAM等;或者非易失性存储器,诸如磁介质,例如,硬盘驱动器、光存储装置或者ROM、EPROM、FLASH等。存储器介质也可以包括其它类型的存储器或其组合。此外,存储器介质可以位于执行程序的第一计算机系统中,和/或可以位于通过诸如互联网之类的网络连接到第一计算机系统的不同的第二计算机系统中。在后一种情况下,第二计算机系统可以将程序指令提供给第一计算机用于执行。术语“存储器介质”可以包括两个或更多个存储器介质,这些存储器介质可以驻留在不同的位置,例如驻留在通过网络连接的不同计算机系统中。

[0039] 载体介质一如上所述的存储器介质以及物理传输介质,诸如总线、网络和/或传送如电或光信号之类的信号的其它物理传输介质。

[0040] 可编程硬件元件一包括含有经由可编程或硬连线互连连接的多个可编程功能块的各种硬件器件。示例包括FPGA(现场可编程门阵列)、PLD(可编程逻辑设备)、FPOA(现场可编程对象阵列)和CPLD(复杂PLD)。可编程功能块的范围可以从细粒度(组合逻辑或查找表)到粗粒度(算术逻辑单元或处理器核心)。可编程硬件元件也可以被称为“可重构逻辑”。

[0041] 专用集成电路(ASIC)一这个术语旨在具有其普通含义的全部范围。术语ASIC旨在包括为特定应用定制的集成电路,而不是通用可编程设备,但是ASIC可以包含可编程处理器核作为构建块。蜂窝电话芯片、MP3播放器芯片和许多其它单功能IC都是ASIC的示例。ASIC通常以诸如Verilog或VHDL之类的硬件描述语言描述。

[0042] 程序一术语“程序”旨在具有其普通含义的全部范围。术语“程序”包括1)可以存储在存储器中并且可由处理器执行的软件程序,或2)可用于配置可编程硬件元件或ASIC的硬件配置程序。

[0043] 软件程序一术语“软件程序”旨在具有其普通含义的全部范围,并且包括可以存储在存储器介质中并由处理器执行的任何类型的程序指令、代码、脚本和/或数据或其组合。示例性软件程序包括用基于文本的编程语言(例如命令式或过程式语言,诸如C、C++、PASCAL、FORTRAN、COBOL、JAVA、汇编语言等)编写的程序;图形程序(用图形编程语言编写的程序);汇编语言程序;已编译为机器语言的程序;脚本;以及其它类型的可执行软件。软件程序可以包括以某种方式互操作的两个或更多个软件程序。

[0044] 硬件配置程序一可以用于编程或配置可编程硬件元件或ASIC的程序,例如网表或位文件。

[0045] 计算机系统一各种类型的计算或处理系统中的任何一种,包括个人计算机系统(PC)、大型计算机系统、工作站、网络家电、互联网家电、个人数字助理(PDA)、网格计算系统或者其它设备或设备的组合。一般而言,术语“计算机系统”可被广泛地定义为涵盖具有执行来自存储器介质的指令的至少一个处理器的任何设备(或设备的组合)。

[0046] 自动一指由计算机系统(例如,由计算机系统执行的软件)或设备(例如,电路系统、可编程硬件元件、ASIC,等等)执行的动作或操作,而无需用户输入直接指定或执行动作或操作。因此,术语“自动”与用户手动执行或指定的操作形成对照,其中由用户手动执行或指定操作是用户提供输入来直接执行操作。自动过程可以由用户提供的输入发起,但是“自动”执行的后续动作不是由用户指定的,即,不是“手动”执行的(此时用户指定每个要执行的动作)。例如,通过选择每个字段并且提供指定信息的输入(例如,通过键入信息、选择复

选框、单选选择,等等)填写电子表格的用户是在手动填写表格,即使计算机系统必须响应于用户动作来更新表格。表格可以由计算机系统自动填写,此时计算机系统(例如,在计算机系统上执行的软件)分析表格的字段并且在没有任何指定字段答案的用户输入的情况下填写表格。如上所述,用户可以调用表格的自动填写,但是不参与表格的实际填写(例如,用户不是手动指定字段的答案,而是这些字段被自动地完成)。本说明书提供了响应于用户已采取的动作而自动执行的操作的各种示例。

[0047] 具体描述

[0048] 图1-无线通信环境

[0049] 图1图示了包括多个通信系统的示例性(和简化的)无线环境。图1示出了涉及与多个用户设备装置(UE)106A-C通信的基站(BS)102的示例通信系统。基站102可以是蜂窝基站,其执行与多个无线通信设备的蜂窝通信。可替代地,基站102可以是用于诸如根据802.11标准或相关标准执行Wi-Fi通信的无线接入点。UE 106可以是各种设备中的任何一种,诸如智能电话、平板设备、计算机系统等。基站102和无线通信设备106中的一者或两者可以包括如本文所述的解码器逻辑。

[0050] 在所示实施例中,不同的UE和基站被配置为经由广播网络和/或分组交换蜂窝网络进行通信。要注意的是,图1的系统仅仅是可能的系统的一个示例,并且实施例可以根据期望在各种系统中的任何系统中实现。

[0051] 蜂窝基站102可以是基站收发信台(BTS)或小区站点,并且可以包括使得能够与UE 106A-C无线通信的硬件。基站102还可以被配置为与核心网通信。核心网可以耦接到一个或多个外部网络,外部网络可以包括互联网、公共交换电话网络(PSTN)和/或任何其它网络。因此,基站102可以促进UE设备106A-C与网络之间的通信。

[0052] 根据相同或不同的无线电接入技术(RAT)或蜂窝通信标准操作的基站102和其它基站可以被提供作为小区的网络,其可以经由一种或多种RAT在广泛的地理区域上向UE 106A-C和类似设备提供连续或几乎连续的重叠服务。

[0053] 基站102可以被配置为向UE 106A-C广播通信。本文的术语“广播”可以指为了广播区域中的接收设备而不是为了寻址到特定设备而发送的一对多传输。另外,广播传输通常是单向的(从发送器到接收器)。在一些情况下,控制信令(例如,评级信息)可以从接收器传递回广播发送器,但是内容数据仅在一个方向上发送。相反,蜂窝通信通常是双向的。“蜂窝”通信也可以涉及小区之间的移交。例如,当UE 106A(和/或UE 106B-C)移出蜂窝基站102服务的小区时,它可以切换到另一个蜂窝基站(并且切换可以由网络处理,包括由基站102和另一个蜂窝基站执行的操作)。相反,当用户从由第一广播基站覆盖的范围移动到由第二广播基站覆盖的范围时,它可以切换成从第二广播基站接收内容,但是基站不需要促进切换(例如,它们仅继续广播并且不关心特定UE正在使用哪个基站)。

[0054] 传统上,使用与蜂窝传输不同的频率资源来执行广播传输。但是,在一些实施例中,频率资源在这些不同类型的传输之间共享。例如,在一些实施例中,广播基站被配置为在被调度的时间间隔期间放弃一个或多个频带,以供蜂窝基站用于分组交换通信。

[0055] 在一些实施例中,由广播或蜂窝基站发送的控制信令可以允许最终用户设备维持完整的信令连接性(这可以消除网络波动)、延长电池寿命(例如,通过确定当基站不发送时何时保持低功率模式),和/或主动管理覆盖检测(例如,而不是将频谱共享周期视为点覆盖

(spotty coverage) 或临时网络中断)。

[0056] 基站102和UE 106A、106B、106C可以被配置为使用各种RAT(也称为无线通信技术或电信标准)中的任何一种在传输介质上进行通信,诸如LTE、5G新无线电(NR)、下一代广播平台(NGBP)、W-CDMA、TDS-CDMA和GSM、以及其它可能的其它RAT,例如UMTS、LTE-A、CDMA2000(例如,1xRTT、1xEV-DO、HRPD、eHRPD)、高级电视系统委员会(ATSC)标准、数字视频广播(DVB)等。

[0057] 本文讨论广播和蜂窝网络以便于说明,但是这些技术并不旨在限制本公开的范围,并且在其它实施例中,所公开的频谱共享技术可以在各种类型的无线网络中的任何一种之间使用。

[0058] 图2-具有多个基站的无线通信环境

[0059] 图2图示了包括基站102A和102B的示例性无线通信系统,基站102A和102B通过传输介质与被表示为UE 106A-106C的一个或多个用户设备(UE)装置通信。图2中的通信环境可以与上面图1中描述的类似地起作用。但是,图2图示了中心UE 106B可以在两个基站102A和102B的范围内操作。在这些实施例中,当UE 106B打算从基站102A接收通信时,UE 106B可能错误地接收来自基站102B的通信。这种效果可以被称为小区间干扰,并且本文的实施例描述了用于高效地避免小区覆盖重叠区域中的小区间干扰的新方法。

[0060] 图3-基站

[0061] 图3图示了基站102的示例性框图。在一些实施例中,基站102可以是广播基站(诸如图2的基站102A)和/或蜂窝基站(诸如基站102B)。要注意的是,图3的基站仅仅是可能的基站的一个示例。如图所示,基站102可以包括可以执行基站102的程序指令的(一个或多个)处理器304。(一个或多个)处理器304还可以耦接到存储器管理单元(MMU)340,MMU 340可以被配置为接收来自(一个或多个)处理器304的地址并将这些地址转化为存储器(例如,存储器360和只读存储器(ROM)350)或其它电路或设备中的位置。

[0062] 基站102可以包括至少一个网络端口370。网络端口370可以被配置为耦接到电话网络并且提供多个设备(诸如UE设备106)对电话网络的访问,如上所述。在一些实施例中,网络端口370(或额外的网络端口)可以耦接到电视网络并且被配置为接收用于广播的内容。网络端口370(或额外的网络端口)可以额外地或替代地被配置为耦接到蜂窝网络,例如蜂窝服务提供商的核心网。核心网可以向诸如UE设备106之类的多个设备提供与移动性相关的服务和/或其它服务。在一些情况下,网络端口370可以经由核心网耦接到电话网络,和/或核心网可以提供电话网络(例如,在由蜂窝服务提供商服务的其它UE设备106当中)。

[0063] 基站102可以包括至少一个天线334。至少一个天线334可以被配置作为无线收发器操作,并且还可以被配置为经由无线电收发装置330与UE设备106通信。在所示实施例中,天线334经由通信链332与无线电收发装置330通信。通信链332可以是接收链、发送链或这两者。无线电收发装置330可以被配置为经由各种RAT进行通信。

[0064] 基站102的(一个或多个)处理器304可以被配置为实现本文描述的部分或全部方法,例如,通过执行存储在存储器介质(例如,非瞬态计算机可读存储器介质)上的程序指令。可替代地,处理器304可以被配置成诸如FPGA(现场可编程门阵列)之类的可编程硬件元件,或ASIC(专用集成电路),或者其组合。在一些实施例中,处理器、MMU和存储器可以是分布式多处理器系统。例如,处理器系统可以包括多个散布的处理器和存储器,也称为数据存

储器路由器,其中处理元件(也称为功能单元)各自连接到多个存储器。处理器系统可以被编程为实现本文描述的方法。

[0065] 在一些实施例中,基站102被配置为执行广播通信和双向分组交换通信。在这些实施例中,基站102可以例如包括多个无线电收发装置330、通信链332和/或天线334。在其它实施例中,被配置为仅执行广播传输或仅执行分组交换通信的不同基站可以执行已公开的频谱共享技术。

[0066] 图4-用户设备(UE)

[0067] 图4图示了UE 106的示例简化框图。UE 106可以是如上定义的各种设备中的任何设备。UE设备106可以包括可由各种材料中的任何材料构造的壳体。

[0068] 如图所示,UE 106可以包括片上系统(SOC) 400,SOC 400可以包括用于各种目的的部分。SOC 400可以耦接到UE 106的各种其它电路。例如,UE 106可以包括各种类型的存储器(例如,包括NAND闪存410)、连接器接口420(例如,用于耦接到计算机系统、坞站、充电站等)、显示器460、无线通信电路系统430,诸如用于LTE、5G新无线电(NR)、GSM、蓝牙(BT)、WLAN和/或广播等。UE 106还可以包括实现SIM(订户身份模块)功能的一个或多个智能卡。无线通信电路系统430可以耦接到一个或多个天线,诸如天线435。

[0069] 如图所示,SOC 400可以包括(一个或多个)处理器402,处理器402可以执行用于UE 106和显示电路系统404的程序指令,其中显示电路系统404可以执行图形处理并向显示器460提供显示信号。(一个或多个)处理器402还可以耦接到存储器管理单元(MMU) 440,MMU 440可被配置为从处理器402接收地址并将那些地址转化为存储器(例如,存储器(例如,只读存储器(ROM)或其它类型的存储器)406、NAND闪存410)中的位置和/或其它电路或设备(诸如显示电路系统404、无线通信电路系统430、连接器I/F 420和/或显示器460)。MMU 440可以被配置为执行存储器保护和页表转化或设置。在一些实施例中,MMU 440可以被包括作为(一个或多个)处理器402的一部分。在一些实施例中,处理器、MMU和存储器可以是分布式多处理器系统。例如,处理器系统可以包括多个散布的处理器和存储器,也称为数据存储器路由器,其中处理元件(也称为功能单元)各自连接到多个存储器。处理器系统可以被编程为实现本文描述的方法。

[0070] 在一些实施例(未示出)中,UE 106被配置为例如从图2的广播基站102A接收无线广播。在这些实施例中,UE 106可以包括广播无线电接收器。在一些实施例中,UE 106被配置为在不同时间片期间使用不同频带和/或相同频率资源同时接收广播数据和执行分组交换蜂窝通信(例如,LTE)。这可以允许用户在执行其它任务(诸如浏览互联网(例如,以分屏模式)、使用web应用或收听流传输音频的同时观看TV广播。在其它实施例中,所公开的技术可以用于具有被配置要么作为广播接收器要么用于蜂窝通信的设备的系统中。

[0071] UE设备106的(一个或多个)处理器402可以被配置为实现本文描述的部分或全部特征,例如,通过执行存储在存储器介质(例如,非瞬态计算机可读存储器介质)上的程序指令。在一些实施例中,(一个或多个)处理器402可以包括多个并行处理元件的多处理器阵列。例如,(一个或多个)处理器402可以根据参考文献6中详细描述的HyperX架构或另一个并行处理器架构来设计。在这些实施例中,例如,并行处理元件中的不同处理元件可以被配置为在相继抵消列表(SCL)解码过程的分开的相应位路径上执行解码过程,或者它们可以被配置为并行地对分开的编码的消息执行解码过程。可替代地(或额外地),(一个或多个)

处理器402可以被配置作为诸如FPGA (现场可编程门阵列) 之类的可编程硬件元件或者ASIC (专用集成电路)。可替代地 (或额外地) ,UE设备106的 (一个或多个) 处理器402结合其它部件400、404、406、410、420、430、435、440、460中的一个或多个可以被配置为实现本文描述的部分或全部特征。

[0072] UE 106可以具有显示器460,显示器460可以是含有电容式触摸电极的触摸屏。显示器460可以基于各种显示技术中的任何一种。UE 106的壳体可以包含或包括用于各种元件(诸如按钮、扬声器端口和其它元件(未示出),诸如麦克风、数据端口,以及可能的各种类型的按钮,例如音量按钮、铃声按钮等)中的任何元件的开口。

[0073] UE 106可以支持多种无线电接入技术 (RAT)。例如,UE 106可以被配置为使用诸如全球移动通信系统 (GSM)、通用移动电信系统 (UMTS)、码分多址 (CDMA) (例如CDMA2000 1XRTT或其它CDMA无线电接入技术)、长期演进 (LTE)、LTE高级 (LTE-A)、5G NR和/或其它RAT 中的两个或更多个的各种RAT中的任何一种进行通信。例如,UE 106可以支持至少两种无线电接入技术,诸如LTE和GSM。根据期望可以支持各种不同的或其它RAT。

[0074] 在一些实施例中,UE 106还被配置为接收可以传送音频和/或视频内容的广播无线电传输。在其它实施例中,UE 106可以被配置为接收广播无线电传输,并且可以不被配置为执行与基站的双向通信(例如,UE 106可以是媒体回放设备)。

[0075] 特定于UE的控制消息

[0076] 在当前的蜂窝通信系统中,基站可以广播多个控制消息(例如,下行链路控制信息 (DCI) 消息或其它编码后的控制信息),每个控制消息旨在由具体用户装备设备 (UE) 接收。

[0077] 图5是当前在一些蜂窝通信技术标准(例如,在LTE中)中使用的下行链路 (DL) 和上行链路 (UL) 中的各种信道的示意图。如图所示,DCI消息可以被包括在物理下行链路控制信道 (PDCCH) 中,PDCCH可以包括服务于多个UE的共享搜索空间。本文的实施例描述了通常通过PDCCH发送的DCI消息。但是,本领域技术人员可以认识到的是,可以在各种其它通信信道(例如,诸如图5中的其它示出的信道)中的任何一个中使用类似的方法,其中基站发送需要由大量被服务的UE消除歧义的特定于UE的消息(例如,在其它可能性当中,物理广播信道 PBCH也可以用于发送这种类型的消息)。

[0078] 为了确保正确的UE接收特定消息,在一些实施例中,基站可以在控制消息的末尾附加循环冗余校验 (CRC)。在一些实施例中,基站可以根据用户装备标识符 (UE ID) 对附加到某些下行链路控制信息 (DCI) 消息的CRC进行加扰。

[0079] 在这些实施例中,如果错误的UE(例如,具有与用于加扰CRC的UE ID不同的UE ID的UE)尝试对CRC进行解扰,那么可能导致CRC错误并且可能丢弃该消息。因此,只有具有匹配的UE ID的UE才能够正确地对CRC进行解扰并确认DCI消息。如果UE在CRC不成功的资源块中接收到消息,那么UE可以假设该消息发往另一个用户并丢弃该消息。

[0080] 虽然将加扰的CRC附加到控制消息可以是验证消息由正确的UE接收的有效方式,但是该方法通常要求在可以执行检查之前解码整个控制消息。本文描述的实施例通过在解码过程期间实现针对失配的UE ID的早期终止来改进该方法。本文的实施例通过基于CELL ID对控制消息的子集进行加扰来减轻小区间干扰,从而进一步改进该方法。

[0081] 根据一些实施例,提出的方法充分利用极性码的性质,从而可以将发送器和接收器已知的信息插入冻结位和/或信息位中以加速ID验证。例如,典型CRC方法的缺点是UE在

整个消息被解码之后才能验证CRC。通过充分利用极性码的特性，本文描述的实施例允许UE在解码处理完成之前确定消息是否是针对UE的。如果确定该消息不是针对UE的，那么UE可以经历“早期终止”，并且放弃（或中止）解码处理。

[0082] 利用PC（奇偶校验）极性码的早期终止可以从在第一信息位之后开始（例如，在打孔后开始）的将（在指定的发送器/接收器（TX|RX）对之间）已知的、同意的图案放置在冻结位中的可能性导出。编码器（发送器）可以插入包含TX和RX都已知的唯一图案的位字段。例如，发送器可以利用标识符位字段（或者称为“校验位”）来调制冻结位和/或信息位的子集。在整个本公开中，用第二位集合调制第一位集合可以被理解为与在两个位集合中的每一个集合内处于相同相对位置的位之间执行异或（XOR）操作。可以通过某种手段（例如，路径度量可靠性、对数似然比（LLR）增长、硬判决解码或另一个度量）在RX处询问位字段以确定当前RX是否是所讨论的分组的预期接收者。

[0083] 否则，接收器可以使用已知位值，就像在解码周围信息位时的全零字段一样。如果使用上述方法之一找不到与预期接收者的匹配，那么可以停止解码。换句话说，鉴于极性解码的相继性质，RX不需要解码整个分组以确定校验位是否与其分配的ID匹配。

[0084] 根据各种实施例，可以使用不同的标准来确定将标识符位字段放置在冻结位中的何处。一种可能性是将标识符位字段放置在冻结位中第一信息位之后，因为如果解码器能够在假设它们全为零的情况下绕过前几个冻结位，那么可以显著降低复杂性。此外，可以确定应当将多少位分配给校验位。分配的位越多，可检测性可以被变得越可靠，但是解码器在它终止之前可能保持活跃的时间越长。此外，可以基于利用位索引增加信道可靠性来确定插入标识符位字段的块有多深。放置深度可以与要采用多少个校验位一起决定。块越深，底层校验位越可靠，但是，在可以确定早期终止之前解码器可能运行的时间越长。

[0085] 例如，图6图示了极性码的特定实现的随位索引变化的互信息。如图所示，越后面的位索引包含越多的互信息（例如，它们更可靠），但是如果在极性码中较后面插入标识符则会引起额外的等待时间。打孔点由细黑色垂直线表示，而冻结位和信息位分别被示为细灰色和浅灰色垂直线。互信息（MI）趋势16（粗黑实线）图示了一次对16位求平均时获得的互信息，并且MI趋势32（粗灰线实线）图示了一次对32位求平均时获得的互信息。

[0086] 在一些实施例中，可以选择经调制的冻结位，使得它们在控制信息内出现在具有预定阈值级别的可靠性的信息位之后。在一些实施例中，选择经调制的冻结位以平衡与UE对编码的经调制的控制信息的解码相关联的可靠性和等待时间。

[0087] 可替代地，在一些实施例中，从UE ID生成的伪随机序列可以用于调制冻结位以帮助接收器分辨打算给它的块与打算给另一个用户的块。有利地，这可以在不影响码率、用户吞吐量或解码可靠性的情况下完成。鉴于UE ID的有限范围相对于可用冻结位的典型数量，该方法可以使用具有与冻结位字段的范围匹配的伪随机位序列的加扰“掩码”，其中伪随机位序列基于UE ID。换句话说，发送器可以基于UE ID生成伪随机位序列，其中伪随机位序列与冻结位字段具有相同的长度。然后，发送器可以用伪随机位序列调制所有冻结位。

[0088] 在当前的蜂窝通信系统（例如，LTE，并且可能是NR）中，基站（即，eNodeB或eNB）可以在一组预定义的候选位置中多路复用用于多个UE的DCI。这给UE带来特别的负担，在采用盲检测过程时UE可以询问每个候选位置以识别打算给它的DCI与打算给其它用户的DCI。盲检测通常用于下行链路通信中，因为基站常常服务于大量UE，并且可能无法使具体无线电

资源专用于每个被服务的UE。更确切地说，基站可以在共享的一组候选位置中发送特定于UE的信息(诸如DCI或其它下行链路控制信息)，并且每个UE可以对候选位置执行盲检测以确定特定消息是否是打算给它的。

[0089] 本文的实施例加快了盲检测过程，因为基站可以利用特定于UE的掩码对极性码的冻结位进行加扰以促进用户识别。在一些实施例中，可以根据特定于小区的掩码额外地对DCI的信息位进行加扰，以减轻相邻小区干扰。

[0090] 虽然可以参考与UE设备通信的基站来描述本文的实施例，但是可以容易地理解，所描述的方法一般可以应用于许多不同类型的发送器和接收器。特别地，如果发送器试图将通信发送到特定接收器，那么任何发送器/接收器对可以受益于本文所描述的实施例的实现，其中接收器需要验证以下两者之一或两者：a) 发送器的标识和/或b) 传输是打算给特定接收器的。

[0091] 本文的实施例描述了加扰序列设计，该加扰序列设计基于由LTE阐述的目标并且充分利用极性码所特有的属性，扩展设计能力以包括具有在统一框架中早期终止的潜力的多模式块区分。在一些实施例中，将分不同的掩码分配给极性码构造的相应部分，每个部分具有不同的目的：UE识别，盲解码的早期终止以最小化在不是打算给当前用户的块上消耗的能量，和/或相邻小区干扰减轻。盲解码的早期终止可以有利地降低移动设备的总体能量消耗。

[0092] 在一些实施例中，呈现了保留由LTE使用的CRC加扰的方法。在一些实施例中，在极性码冻结位字段中插入的特定于UE的伪随机序列(例如，伪随机二进制序列或另一个类型的伪随机序列，如下面进一步详细描述的)使得能够实现早期终止。这些实施例可以改进先前的实现(其中必须在可以执行CRC之前解码整个消息)。给定优越的互相关性质，伪随机序列(PRS)可以提供超出CRC加扰所供得起的代码分离的改进的代码分离。

[0093] 在一些实施例中，从CELL ID导出的第二PRS掩码被应用于信息位字段，从而提供类似于LTE可用的小区分离。在一些实施例中，第一和第二PRS掩码中的每一个可以作为整体一起被应用在统一的区分掩码中，该统一的区分掩码同时使得能够实现具有早期终止的用户识别以及相邻小区干扰减轻。

[0094] 图7-调制和编码控制信息

[0095] 图7图示了根据一些实施例的用于由发送器对消息进行调制和编码的方法的流程图。在一些实施例中，可以向编码消息内的多个不同块中的每一个应用不同的加扰掩码。每个不同的加扰掩码可以用于由接收器验证发送器或接收器的身份。例如，如下面更详细描述的，发送器和接收器都可以预先配置有发送器和/或接收器身份的知识，使得接收器可以能够选择性地对加扰的消息的相应块进行去掩蔽(demask)。在一些实施例中，发送器可以是基站，接收器可以是用户装备设备(UE)。可替代地，发送器和接收器都可以是UE。

[0096] 在一些实施例中，发送器可以采用极性编码方案来编码打算给具体接收器的消息。在一些实施例中，编码消息可以是下行链路控制信息(DCI)消息，但是根据本文描述的实施例，可以使用其它类型的控制消息，并且一般可以使用任何类型的所发送消息。虽然本文中的实施例可以根据DCI消息来描述，但是本领域技术人员可以认识到的是，所描述的实施例可以推广到其它类型的所发送的控制消息和其它类型的消息(例如，有效载荷消息)。

[0097] 如下面更详细描述的，极性编码将多个通信信道划分(或“极化”)成较可靠和较不

可靠的信道。通常使用较可靠的信道来携带通信的有效载荷信息，并且通信的这些位常常被称为“信息位”。在一些实施例中，发送器可以在信息位的末尾附加循环冗余校验 (CRC) 位的序列。较不可靠的信道通常包含发送器和接收器都知道的参考位，通常称为“冻结位”。接收器可以利用冻结位来促进解码处理。

[0098] 虽然本文的实施例是根据极性码来描述的，但是可以认识到的是，所描述的方法也可以应用于各种其它编码方案。例如，本文的实施例可以应用于其它类型的前向纠错 (FEC) 代码，并且更一般地应用于任何类型的编码消息。

[0099] 在702处，发送器可以将特定于UE的控制信息表示为两个或更多个位序列。在各种实施例中，这两个或更多个位序列可以是连续的、非连续的或者可以是部分重叠的。在一些实施例中，发送器可以被配置为使用极性码对消息进行编码，并且这两个或更多个位序列可以包括冻结位、信息位和/或循环冗余校验 (CRC) 位。

[0100] 在704处，发送器可以基于一个或多个标识符来调制一个或多个位序列。在一些实施例中，一个或多个标识符可以标识发送器（例如，CELL ID或基站ID）和/或接收器（例如，UE ID）。在一些实施例中，可以从标识符导出伪随机序列 (PRS)，并且标识符可以是发送器和接收器都已知的。如下面进一步详细描述的，一个或多个标识符中的每一个可以用于生成相应的伪随机序列，该伪随机序列被生成为与编码的位的相应子集具有相同的长度，其中伪随机序列将作为加扰掩码被应用于上述子集。

[0101] 在一些实施例中，基于一个或多个标识符调制一个或多个位序列可以涉及应用不同的加扰“掩码”以基于（一个或多个）标识符调制位序列。加扰掩码的应用可以涉及利用从相应标识符生成的位的PRS来调制每个位序列。例如，与预期的接收器对应的UE ID可以用于生成第一伪随机序列PRS，其长度与极性码中的冻结位序列的长度相同。第一PRS可以用于调制极性码的冻结位。在其它实施例中，第一PRS可以与冻结位的子集具有相同的长度，并且可以用于仅调制冻结位的子集。可替代地，可以通过UE ID直接调制冻结位的子集。

[0102] 在基于UE ID（或从UE ID生成的PRS）仅调制冻结位的子集的情况下，可以选择要调制的冻结位的子集，使得在控制信息内那些冻结位出现具有预定阈值级别的可靠性的信息位之后。例如，极性编码中越后面的位越可靠，并且可以选择冻结位的经调制的子集，使得位的子集出现得足够后面以具有预定阈值级别的可靠性。选择在控制信息中较后面出现的用于调制的冻结位的子集也在解码过程中引入额外的等待时间。在一些实施例中，可以选择冻结位的子集以平衡与UE对编码的经调制的控制信息的解码相关联的可靠性和等待时间。

[0103] UE ID或基于UE ID生成的PRS可以用于在不调制信息位的同时调制冻结位。换句话说，UE ID可以用于选择性地仅调制控制信息的冻结位而不调制信息位。

[0104] 可替代地或额外地，可以使用发送器的CELL ID来生成与极性码的信息位序列的长度相同的第二PRS。第二PRS可以用于调制极性码的信息位。有利地，基于从基站标识符生成的伪随机序列来调制信息位序列可以减轻接收到编码后的经调制的控制信息的UE所经历的相邻小区干扰。例如，第一UE可以位于两个或更多个基站的服务区域中，并且由第一基站（例如，第一UE所驻扎的基站）用于第一UE的UE ID可以额外地被第二基站（例如，第一UE可以接收广播消息但不驻扎在其上的基站）用作另一个（第二）UE的UE ID。在这种情况下，第一UE可能将打算给第二UE的消息误认为是打算给第一UE的（例如，因为两者都使用相同

的UE ID)。在该示例中,基于基站标识符调制信息位序列可以允许第一UE确定特定消息是否源自正确的基站(例如,第一UE驻扎在其上的基站)。

[0105] 可替代地或额外地,可以使用与预期的接收器对应的UE ID来生成第三PRS,该第三PRS与附加到极性编码消息的CRC位的长度相同。第三PRS可以用于调制CRC掩码,使得基于UE ID生成CRC掩码。例如,信息位可以附加有用基于UE ID的CRC掩码加扰的循环冗余校验(CRC),其可以在调制信息位之前执行。这可以提供由接收器进行的额外检查:该接收器是消息的预期接收者。

[0106] 在706处,可以对两个或更多个位序列进行编码以产生编码消息。例如,可以使用极性码对经调制的冻结位、信息位和/或CRC位进行编码,以产生编码后的经调制的控制信息,其可以包括编码消息。可以将编码后的经调制的控制信息发送到一个或多个UE,用于执行下行链路控制信息(DCI)盲检测。

[0107] 在708处,发送器可以将编码消息发送到接收器(例如,以无线方式)。可以使用各种无线通信技术中的任何一种来进行传输,如在本公开中不同地描述的。

[0108] 图8-解码和解调编码消息

[0109] 图8是图示根据一些实施例的用于由接收器对编码消息(例如,从远程发送器接收的编码数据或极性编码数据)进行解码和解调的方法的流程图。接收器可以是包括无线电收发装置、非瞬态计算机可读存储器介质和处理器(例如,如上参考图4所述)的用户装备设备(UE),或者它可以是另一种接收器。

[0110] 在802处,接收器可以以无线方式从发送器接收编码消息。编码消息可以包括编码数据,该编码数据包括一个或多个位序列的编码(例如,第一位序列以及可能的第二和第三位序列)。接收器可以已经知道发送器使用来调制编码消息的相应位子集的每个标识符。编码消息可以是极性编码消息,并且一个或多个位序列可以包括冻结位序列、信息位序列和/或循环冗余校验(CRC)位序列。作为下行链路控制信息(DCI)盲检测过程的一部分,编码消息(例如,如下面详细描述的)可以被接收和解码。

[0111] 接收器可以继续实现对编码数据的解码过程,如下面参考步骤804-814进一步详细描述的。解码过程可以是相继抵消列表解码过程,或各种其它解码过程中的任何一种。

[0112] 在804处,接收器可以开始对编码消息进行解码以产生第一位序列的子集。第一位序列可以是极性码的冻结位,从而例如通过解码冻结位的子集来开始解码过程。

[0113] 可以使用解码后的位子集来验证编码消息是否是打算给接收器的(例如,如下面参考步骤806-810更详细描述的)。在一些实施例中,可以选择在这个后续ID验证中使用的特定位子集以平衡与解码过程相关联的可靠性和等待时间。例如,在编码消息是极性编码消息并且第一位序列是极性码的冻结位的实施例中,在解码消息中更后面出现的冻结位可以具有比更前面的冻结位更高的可靠性,但是这些更后面的冻结位直到解码过程中较后面才被解码。可以选择用于ID验证的冻结位的特定子集来平衡期望的可靠性增加与解码消息的较后面出现的冻结位相关联的等待时间的不期望增加。

[0114] 在806处,接收器可以利用从第一标识符生成的第一伪随机序列(PRS)来解调第一位序列的解码后的子集。例如,接收器可以是UE,其可以使用从UE的ID生成的第一PRS来解调极性编码消息的经解调的冻结位子集。接收器可以生成第一PRS,第一PRS可以是先前由发送器生成的PRS。在这些实施例中,发送器可能先前已经使用相同的PRS对冻结的位进行

加扰,使得接收器可以通过基于PRS解调解码后的冻结位子集来解扰加扰掩码。PRS可以与整个冻结位字段的长度相同,但是可以使用与解码的冻结位子集对应的PRS子集来执行解调。

[0115] 在808处,接收器可以执行已经解码的位子集与相应的参考位序列之间的互相关计算。例如,发送器和接收器可以被预先配置为知道经解调的冻结位应当具有哪些值(例如,发送器和接收器可以知道冻结位是一串零或另一个值序列),并且这些值可以作为参考位序列存储在接收器的存储器上。在这些实施例中,解码的冻结位与相应的参考位序列之间的强互相关可以向接收器指示:利用正确的UE ID执行了冻结位的解调。在一些实施例中,互相关计算可以涉及计算与解码后的冻结位子集和对应的参考位子集相关联的路径度量的散度(divergence)。

[0116] 在一些实施例中,可以在使用PRS进行解调之后执行互相关,但是在其它实施例中,参考位的序列可以基于第一标识符,并且可以跳过解调步骤806。换句话说,不是基于第一标识符(或基于从第一标识符生成的PRS)解调解码后的位子集,而是可以利用基于第一标识符生成的参考位来执行互相关,使得通过互相关计算隐式地完成解调。PRS可以与整个冻结位字段的长度相同,但是可以使用与解码后的冻结位子集对应的PRS子集来执行解调。

[0117] 在810处,接收器可以将互相关计算的结果与相关阈值进行比较。相关阈值可以是预定的相关度,其可以或可以不取决于互相关计算中使用的位数而变化。

[0118] 在812处,如果互相关计算的结果低于预定相关阈值,那么接收器可以确定去掩码过程不成功(例如,因为该消息是打算给具有不同UE ID的不同接收器的)并且接收器可以中止解码过程。在一些实施例中,并且如下面进一步详细描述的,随着更多冻结位被解码,接收器可以维持互相关的运行平均计算,并且接收器可以继续解码过程,除非互相关计算的结果将至低于预定的相关阈值。在一些实施例中,在中止解码过程之后,接收器可以接收第二编码消息(例如,它可以以无线方式从基站接收第二极性编码消息),并且接收器可以实现对第二极性编码消息的解码过程(例如,重复步骤804-810)。

[0119] 在814处,如果互相关计算的结果高于预定相关阈值,那么接收器可以继续解码过程。例如,它可以完成第一位序列(例如,冻结位)的解码和/或继续解码第二位序列(例如,信息位)。

[0120] 在解码第二位序列之后,接收器可以利用从第二标识符生成的第二伪随机序列来解调第二位序列。例如,在第二位序列是极性码的信息位的情况下,可以使用从发送器所特有的标识符(例如,基站ID)生成的第二PRS对信息位进行加扰。在这些实施例中,接收器可以使用相同的第二PRS解调(例如,解扰)解码后的信息位。然后,接收器可以将经解调的第二位序列作为解码消息存储在存储器介质中。

[0121] 当接收器已完成解码和解调第二位序列(例如,信息位)时,接收器可执行循环冗余校验(CRC)以确定在解码处理期间是否已发生错误。在一些实施例中,可以使用附加在信息位的末尾的CRC位来执行循环冗余校验。可以使用从预期的接收器所特有的标识符(例如,其UE ID)导出的PRS对CRC位进行加扰,并且接收器可以使用从接收器标识符生成的第三PRS对CRC位进行解扰。可替代地,可能已经直接利用预期的接收器所特有的标识符(例如,其UE ID)对CRC位进行了加扰,并且接收器可以使用接收器标识符对CRC位进行解扰。在这些实施例中,可以采用多层次身份验证来减轻小区间干扰并确保接收器接收预期的消息。

例如,如果由接收器用于生成相应PRS的UE ID或CELL ID中的任一个与由发送器用于调制消息的UE ID或CELL ID不同,那么循环冗余校验可能导致错误,并且消息可以被丢弃。如果CRC指示已经发生错误,那么接收器可以确定该消息可能是从具有与接收器使用的发送器标识符不同的标识符的发送器接收的。接收器然后可以放弃该消息并监视另一个信道或网络资源(例如,不同的控制元素)以对后续消息执行盲解码。

[0122] 进一步详细解释这个处理,一旦接收到其校验位与UE被分配的校验位匹配的块,当使用校验位值代替对应的冻结位时,解码器内部的度量就将相干地累积。相反,如果校验位与解码器已确定代替与校验位对应的冻结位使用的值失配,那么度量将不会如预期那样增长。基于这个观察,可以终止这个解码实例,因为推测它与预期的DCI编码不一致。

[0123] 在一些实施例中,接收器可以被配置有多个并行的处理器(例如,参考文献6中描述的HyperX架构,或另一个并行处理器架构),并且每个并行处理器可以被配置为在所接收的不同编码消息上同时执行步骤804-808中的一个或多个。随着所接收的不同编码消息被解码和/或放弃,并行处理器可以动态地重新分配计算资源。接收器可以接收多个编码消息,并且并行处理元件中的不同并行处理元件可以对收到的一个或多个额外的编码消息中的每一个实现解码过程。可替代地或额外地,并行处理器中的不同并行处理器可以被配置为帮助解码单个编码消息,以减少解码时间。在一些实施例中,并且如下面进一步详细描述的,解码过程可以是相继抵消列表(SCL)解码过程;并且多个并行处理器中的不同并行处理器可以被配置为在SCL解码过程的不同的相应位路径上执行解码过程。

[0124] 如果特定编码的消息被特定处理器确定为不是打算给接收器的(例如,如果接收器确定在810处中止解码过程),那么可以重定向处理器以发起对另一个(第二)接收到的编码消息的解码过程。相反,如果特定处理器成功解码接收到的消息,那么多个并行处理器可以放弃它们相应的解码过程并进入低功率状态或休眠状态。

[0125] 可以并行启用多个解码器实例以减少检测等待时间,代价是功耗增加。在一般情况下,每个解码器可以在确定活跃的解码器当中的哪一个解码器已经识别出有效解码(例如,基于CRC校验)之前完成运行。控制块处理和数据有效负载处理可以具有不同的等待时间和吞吐量要求。可以取决于当前工作负载分开调节所实现的并行化程度,以获得当前应用的等待时间与吞吐量的期望平衡。例如,与有效载荷数据的后续或先前处理期间相比,控制信息的解码期间(例如,步骤804-810)的并行化程度(例如,同时活跃的并行处理器的数量)可以不同。

[0126] 通过基于在解码块的过程中遇到的校验位的相干性来停止某些解码实例,早期终止具有减轻功耗增加的潜力。此外,因为在相继抵消列表解码器中每个解码的位的计算复杂度可以随时间增加(例如,因为同时被解码的路径的数量随着位路径的分叉而增加),所以早期终止可以在终止的位位置处以比线性更快的速率减少计算时间。例如,在已经解码了一半位之后终止解码处理可以将解码时间相对于完整解码缩短一半以上,因为位的后半部分可能比前半部分需要更长的时间来解码。这个效果在图9中示意性地示出。如图所示,增加的并行化同时导致功率消耗增加并且由于活跃的处理元件的数量增加而减少等待时间(实心粗弯曲箭头)。但是,实现早期终止使得能够在功耗类似增加(虚线弯曲箭头)的情况下实现更大的等待时间减少。

[0127] 图9的下面的图还示意性地图示了用于解码极性编码的位的处理功率要求如何随

位索引而增加。在图10中更详细地图示了这种效果,其使用来自相继抵消列表(SCL)解码器(下面进一步详细描述)的两个实现的实际数据。如图所示,对于R=1/6(左图)和R=1/3(右图)的码率,与SCL解码器相关联的累积工作随着位索引的变化而加速。

[0128] 极性码

[0129] 根据各种实施例,这个部分进一步详细描述了极性码的功能和结构。为无记忆二进制对称信道构造容量实现代码的方法在本领域中是已知的。结果得到的极性码充分利用由递归处理导致的被称为信道极化的现象(参见图11),通过该递归处理,信道容量(即,最大互信息)倾向于1(完全可用)或0(不可用)。对应的位概率,1和0.5,分别接近它们的极限,因为代码长度N=2ⁿ随正整数值n增加。可以通过在最可靠的信道上放置关于位的信息来传送数据(这些位可以被称为信息位),而放置在最不可靠的信道上的位可以被设置为固定值,例如0或另一个已知值或值集合。这些位可以被称为冻结位。冻结位及其到码矩阵的映射可以是发送器和接收器都知道的。因此,冻结位可以被解码算法用作参考,以确定是否由于通信信道中的噪声而发生了错误,或者其它。例如,已知的冻结位的值可以与通过解码算法确定的值进行比较,以确定是否发生了错误。

[0130] 相继抵消算法

[0131] 已经使用相继抵消(SC)解码器来证明极性编码方法的可行性。在提供低复杂度解码的同时,解码器需要长的块尺寸,接近一百万(即,2²⁰)位,以便与竞争对手的Turbo或低密度奇偶校验(LDPC)码竞争。SC解码器的相继性质还对解码器吞吐量施加显著限制。但是,如本领域技术人员可以认识到的,可以根据SC解码方法来实现本文描述的任何解码处理。

[0132] 相继抵消列表算法

[0133] 已经建立了用于解码极性码的改进方法,其被称为相继抵消列表(SCL)解码。对于每个非冷冻位,SCL解码在每个解码器阶段并行检查两种可能性: $\hat{\mathbf{u}}_\phi = \mathbf{0}$ 和 $\hat{\mathbf{u}}_\phi = \mathbf{1}$ 。解码器可以并行地追求多条路径,在每个阶段保留最可能的路径。编码器还可以附加循环冗余校验(CRC),该CRC最终用于从可用的L条路径中确定适当的位判决,参见上文Balatsoukas-Stimming等人的参考文献2。如本领域的技术人员可以认识到的,本文中所描述的任何解码处理可以根据SCL解码方法来实现。此外,可以采用级联SCL解码方法。

[0134] 极性码

[0135] 极性码形成由生成器矩阵G描述的一类线性块码。可以根据以下公式生成块长度为N的极性码:

$$[0136] \quad \mathbf{G} = \mathbf{F}_N \triangleq (\mathbf{F}_2)^{\otimes n}$$

[0137] 其中在许多可能性当中, \mathbf{F}_N 表示 $\mathbf{F}_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ 的 Kronecker 乘积。

[0138] 极性码由长度为N的块中的k个信息位和(N-k)个冻结位的位置定义。码率 $R = \frac{k}{N}$ 被表示为非冻结位与块长度的比率。可以通过改变每个块的非冻结位的数量来线性地调节码率。通常,块长度N被选择为2的幂,使得N=2ⁿ,其中n是自然数。

[0139] 图12-示例性极性编码器

[0140] 图12示出了块长度N=2³的样本极性码构造。编码器以输入 u_i 开始,输入 u_i 被编码为输出 x_i 。信息位以粗体示出。剩余的输入可以被分配冻结位值,0。在每个阶段,s,编码器

根据右边所示的编码树组合位的对,其中 \oplus 指示异或(XOR)操作。

[0141] SC解码器

[0142] SCL解码器可以被视为一系列SC解码器,每个SC解码器对一行累积对数似然比(LLR)统计采用独立的最小和计算。在一些实施例中,SC解码器可以如下进行:

[0143] 在每个位位置*i*处,SC解码器旨在估计位 u_i ,如下:

$$[0144] \hat{u}_i \triangleq \begin{cases} 0, & \text{如果 } i \in A_c, \\ 0, & \text{如果 } \ln\left(\frac{\Pr(y, \hat{u}_0^{i-1})|u_i=0}{\Pr(y, \hat{u}_0^{i-1})|u_i=1}\right) \geq 0, \\ 1, & \text{否则} \end{cases}$$

[0145] 其中 $\ln\left(\frac{\Pr(y, \hat{u}_0^{i-1})|u_i=0}{\Pr(y, \hat{u}_0^{i-1})|u_i=1}\right)$ 计算位位置*i*处的对数似然比(LLR),用于估计信息向量

$\hat{\mathbf{u}}$,给定接收到的符号y和先前解码的位 $\{\hat{u}_0, \hat{u}_1, \dots, \hat{u}_{i-1}\}$,并且 A_c 指示冻结位位置。

[0146] 图13示出了示例解码器,其中n=3,使得块长度N=2³。

[0147] 根据下式,向图13中所示的多级图递归地应用解码器算法:

$$[0148] \lambda_{l,i} \triangleq \begin{cases} \lambda_f(\lambda_{l+1,i}; \lambda_{l+1,i+2}^{n-l-1}), & \text{如果 } \frac{i}{2^l} \text{ 是偶数} \\ \lambda_g(\hat{s}_{l,z}; \lambda_{l+1,i}; \lambda_{l+1,i+2}^{n-l-1}), & \text{否则} \end{cases}$$

[0149] 其中 $\lambda_{l,i}$ 表示SC解码器图的行*i*和级1的LLR。相关联的内核计算构成最小和算法:

$$[0150] \lambda_f(\lambda_a, \lambda_b) = \text{sgn}(\lambda_a) \cdot \text{sgn}(\lambda_b) \cdot \min(|\lambda_a|, |\lambda_b|)$$

$$[0151] \lambda_g(\hat{s}, \lambda_a, \lambda_b) = \lambda_a(-1)^{\hat{s}} + \lambda_b$$

[0152] SCL解码器

[0153] 列表解码器可以通过引入路径度量更新而脱离基线SC解码器。在每个位解码级完成时,可以更新路径度量,以考虑两个可能位值的可能性: $\hat{u}_i = 0$ 和 $\hat{u}_i = 1$ 。在一些实施例中,可以执行排序操作以按照其作为正确解码的串的可能性对列表中的路径进行排名。然后可以修剪可能路径的“树”,仅保留L条最可能的路径。可以对传输块中的每个位重复LLR计算和路径扩展和修剪的循环,此时选择最可能的路径,从而揭示有效载荷数据位的最佳估计。

[0154] 上面参考文献2中描述的SCL解码器使用排序操作的结果来引导多个存储器副本(memcpy),从而增加了处理开销,因为LLR更新在memcpy操作完成之前不能恢复。

[0155] PCI盲检测

[0156] 在一些实施例中,用户识别基于所分配的C-RNTI(小区无线电网络临时标识符)。本文的实施例描述了在块解码的过程中早期区分打算给当前用户的块与打算给另一个用户的块的方法。

[0157] 在一些实施例中,使用特定于小区的加扰来减轻相邻小区干扰的影响。

[0158] 在一些实施例中,本文描述的方法可以在低于伴随的共享数据信道的信噪比(SNR)的SNR下起作用。此外,与先前的实现相比,一些实施例可以降低误报率(FAR)。

[0159] 候选搜索空间

[0160] LTE定义了一组控制信道元素 (CCE) 位置,以供UE在搜索预期的物理下行链路控制信道 (PDCCH) 通信时询问。该组CCE位置被划分为特定于UE的搜索空间 (UESS) 和公共搜索空间 (CSS) ,如表1所指示的。

[0161] 表1:LTE PCI搜索空间

搜索空间	聚合水平 (L)	尺寸 (以 CCE 为单位)	PDCCH 候选 的数量	候选盲解码 的数量
UESS	1	6	6	12
	2	12	6	12
	4	8	2	4
	8	16	2	4
UESS:			16	32
CSS	4	16	4	8
	8	16	2	4
CSS:			6	12
总共:				44

[0163] 在LTE的情况下,每个UE可以每个传输时间间隔 (TTI) 从UESS接收多达2个DCI格式。一个参考DCI格式(例如,格式0/1A)是通常期望的,无论为UE配置的传输模式如何。被定义为具有相同的有效载荷尺寸,参考DCI格式可能需要针对每个候选位置进行单次解码尝试,而不管底层格式类型如何。取决于每个TTI配置的传输模式,每个UE可能需要针对DCI格式1、1B、1D、2、2A、2B之一的每个UESS候选位置进行一次额外的解码尝试。然后,UE可能需要 $16 \times 2 = 32$ 次盲解码尝试来监视每个TTI的两个不同的可能DCI格式的所有UESS候选位置。

[0164] 被指定为具有相同有效载荷尺寸的DCI格式0/1A和3/3A(如果配置了TPC-PUCCH-RNTI或TPC-PUSCH-RNTI)可能需要在CSS中的每个候选PDCCH位置进行一次盲解码尝试。当要求UE接收利用SI-RNTI(系统信息)、P-RNTI(寻呼)或RA-RNTI(随机接入)加扰的PDCCH时,在DCI格式1C的CSS中每个候选位置需要额外的解码尝试,从而导致在可用的CSS候选位置上进行 $6 \times 2 = 12$ 次盲解码尝试。总的来说,每个TTI可能需要多达 $12 + 32 = 44$ 次盲解码尝试来监视所分配的DCI格式的CSS和UESS。因为多达44个盲解码尝试中的每一个都需要相当多的时间和计算资源,所以在盲解码过程期间启用早期终止可以显著改善用户体验。

[0165] 图14-块区分

[0166] 图14图示了为LTE规定的DCI编码。LTE采用如图14中所描绘的DCI检测的两种块区分方法,如在下面进一步详细解释的(例如,参考图15),它们可以叠加在极性码结构上。图14图示了根据一些实施例的咬尾卷积编码器,该咬尾卷积编码器可以由用于块区分的极性码方法代替。

[0167] 首先,特定于用户的CRC掩码可以被应用在每个PDCCH的末尾,并且基于UE ID提供块分离。其次,特定于小区的加扰掩码可以被应用在编码器输出端处,以基于CELL ID调制

输出消息,其中编码器在图16中由第n个Kronecker功率矩阵Gn的图标表示。

[0168] PDCCH的极性码构造

[0169] 考虑到底层极性码结构,本文描述的实施例执行可以适用于下行链路控制信道的多模式区分掩码。

[0170] 所提出的序列设计以常规的极性码构造开始,其中长度为N=2ⁿ的代码分配k个信息位(包括CRC和/或奇偶校验(PC)位), $A \subset [N]$,以及N-k个冻结位, $F = [N] \setminus A$,并且其分配的值是接收器先验已知的。码率R=k/N由相对于块尺寸的用户数据相关信息位的数量确定。

[0171] 在一些实施例中,可以根据以下三种方法中的一些或全部来分配底层极性码的各个字段以促进块区分。

[0172] 首先,如上面所解释的,可以将16位CRC附加到每个PDCCH以用于错误检测。可以利用特定于UE的掩码对CRC进行加扰,以使得能够在询问候选PDCCH位置列表时识别打算给给定UE的哪个(哪些)PDCCH。

[0173] 其次,如上面所解释的,可以将UE ID或根据UE ID导出的位值插入到冻结位字段中,以额外地允许UE在块解码的过程中尽早区分打算给它的(一个或多个)PDCCH与打算给另一个用户的那些PDCCH。作为早期终止的形式,UE ID插入旨在减少为不打算给当前UE的解码块花费的能量。

[0174] 第三,如上面所解释的,可以用特定于小区的掩码(CELL ID掩码)掩蔽信息位,以减轻相邻小区干扰的影响。

[0175] 图15-位掩码分配

[0176] 图15图示了根据一些实施例的适于包含极性码的DCI(可能在NR中)。图15图示了在极性编码消息中分别将位掩码应用于冻结位、信息位和CRC位中的每一个。如图所示,多模式掩码分配分别使用位字段的不同子集用于分别的识别目的。

[0177] 给定线性变换,可以分布Kronecker矩阵的应用以使所分配的位掩码与编码器输出相关联:

[0178] $(w+u)G = wG + uG$,

[0179] 在这里,加号(+)表示每个DCI实例计算一次所得到的加扰掩码wG与原始编码器输出uG的逐位XOR。如图16所示,在编码器输入端处相继施加的位掩码 $s_{0:F-1}, r_{0:D-1}, x_{rnti, 0:15}$ 等同于在编码器输出端处应用的加扰掩码wG,其中 $0_{0:M-1}$ 表示长度为M的全零向量,并且G使编码器输入端处的加扰掩码w与编码器输出端相关联。在解码之前,可以在接收器处类似地移除组合的掩码。分配给编码器输入端处的掩码的特性等效地表现在编码器输出端处应用的相应掩码中。可以分配各个属性,以便每个掩码参照编码器输入端处的构造而产生预期效果。然后可以对掩码贡献进行组合、编码,然后在编码器输出端处应用,而不会损失有效性。

[0180] 图17-18:相继的位掩码分配

[0181] 图17-18图示了根据一些实施例的在被LTE使用之后图案化的位掩码分配。在传统LTE中,伪随机序列生成适于各种目的(参见参考文献3)。这里图示了用于生成伪随机序列的示例性方法,以指示可以应用该方法或类似方法来填充冻结的位内容,其初始化基于UE ID的表示。由LTE指定的伪随机序列生成的方法可以适于形成由C-RNTI初始化的冻结位内容,以促进利用DCI盲检测进行早期区分。在一些实施例中,第二应用可以形成在CELL ID上

初始化的信息位掩码。

[0182] $c_n = (x_{n+N_c}^{(1)} + x_{n+N_c}^{(2)}) \bmod 2, n = 0, 1, \dots, M_{PN} - 1$

[0183] 在这里, $N_c = 1600$ 并且 M_{PN} 由受影响的冻结位的数量确定

[0184] 序列 x_n^1 和 x_n^2 可以如下生成:

[0185] $x_{n+31}^{(1)} = (x_{n+3}^{(1)} + x_n^{(1)}) \bmod 2, n = 0, 1, \dots, M_{PN} + N_c - 31$

[0186] $x_{n+31}^{(2)} = (x_{n+3}^{(2)} + x_{n+2}^{(2)} + x_{n+1}^{(2)} + x_n^{(2)}) \bmod 2, n = 0, 1, \dots, M_{PN} + N_c - 31$

[0187] 在这里 x_n^1 和 x_n^2 可以如下初始化:

[0188] $x_0^{(1)} = 1, x_n^{(1)} = 0, n = 1, 2, \dots, 30$

[0189] $\sum_0^{30} x_n^{(2)} \cdot 2^n = c_{init} = \left\lfloor \frac{n_s}{2} \right\rfloor \times 2^9 + N_{ID}^{UE}$

[0190] 根据以下公式填充冻结位内容:

[0191] $w_m = c_n$, 其中 $m \in F$ 超出第一个信息位

[0192] 将伪随机序列长度扩展到可用冻结位的数量以确定且可靠的方式提供早期用户分离。如果用UE ID导出的伪随机序列填充整个冻结位内容,那么可以获得可靠且高效的早期块区分手段。类似地,可以从CELL ID导出伪随机序列,并将其作为位掩码应用于块的信息部分。额外地或可替代地,可以基于所分配的RNTI来掩蔽CRC,如在LTE中所做的那样。在应用适当的零填充然后对掩码求和之后,它们的组合效果可以在编码器输出端处的单个加扰序列中应用。

[0193] 图19-基于UE ID冻结位分配的早期块区分

[0194] 图19图示了针对编码和解码UE ID之间的匹配和失配这两种情况的冻结位解码的早期终止过程的数据。

[0195] 给定UE ID导出的冻结位分配,早期块区分可以等于最大似然(ML)序列检测。所断言的冻结位位置中的匹配产生正累积,而失配产生负累积。通过移动平均(MA)所看到的正累积的优势提供了可靠的方法来区分打算给当前用户的块与打算给另一个用户的块。即使在较低的SNR下,这种趋势仍然存在,如图19中所示。

[0196] 出于块区分的目的,最佳LLR被认为是在每个位位置处看到的属于最佳路径的集合,即,表现出最小路径度量的路径。没有断言在块解码过程中感知的最佳路径将作为剩余的最佳路径存活。但是,感知到的最佳路径的指示可以证明在导出度量以促进早期区分时是有用的。

[0197] 如图19所示,最佳LLR的移动平均在冻结位分配匹配时呈现增加的趋势,并且在预计位分配中存在失配时呈现向下趋势。再次参考图19,前两个图与编码器与解码器之间的冻结位分配的失配对应。正如预期的那样,随着负匹配数量开始累积,累积的LLR表现出急剧下降趋势。这种下降的开始随所应用的移动平均的长度变化。对于越短的移动平均,它出现得越早,而对于越长的移动平均,它出现得越晚。

[0198] 通过检查编码器/解码器冻结位分配中的匹配,我们观察到LLR累积在很大程度上

是正的。这个观察结果再次随所施加的移动平均 (MA) 的长度变化。如图19的下部两个图所示,相对短的移动平均(例如,MA[8]、MA[16])易受短期波动的影响,从而使得该度量对于块区分来说是不太可靠的。最终,可以在MA尺寸中找到权衡,以平衡由于早期块区分导致的功率节省与用于做出该决定的机制的可靠性。

[0199] 图20-位反馈对匹配标识的影响

[0200] 图20图示了错误反馈对匹配标识过程的影响。冻结位分配中的失配具有与预期的解码器操作相关的次要效果。SC和SCL解码器的特征在于f和g运算符的相继。虽然f运算符仅取决于输入LLR,但g运算符输出以前面的位估计为条件:

[0201] $f(a, b) = \text{minsum}(a, b);$

[0202]
$$g(\hat{s}, a, b) = \begin{cases} b - a, & \hat{s} = 1 \\ b + a, & \text{其它} \end{cases}$$

[0203] 如果以局部和的形式反馈给g运算符的先前估计的位的一部分由于冻结位分配的失配而出错,那么下游LLR也可能以如下方式受到影响:对由于信道本身引起的干扰是递增的。图20中的数据是以相对高的SNR取得的,并且如图所示,右下方的LLR主要是正方向的趋势,而右上方的图中的LLR示出了在g运算符中与错误反馈耦合的信道的破坏性影响。g运算符中的错误反馈传播到下游位解码、冻结和信息位等,如果非预期的PDCCH无法早期终止并进入最终的CRC校验,那么则进一步降低FAR。特别地,即使在解码开始之前移除加扰掩码的情况下,冻结位失配的影响也仍然存在。

[0204] 图21-序列失配和错误传播的组合效果

[0205] 图21图示了由于g运算符反馈导致的序列失配和错误传播的组合效果如何产生可能证明对早期块区分有用的启发法。特别地,用于UE ID失配(上部)的最佳LLR的移动平均在正值和负值之间振荡而没有表现出清晰的正趋势,而用于UE ID匹配(下部)的最佳LLR的移动平均随着冻结位索引稳步攀升。

[0206] 结论

[0207] 本文的实施例描述了一种冻结位分配的方法,该方法可以用于极性码构造以促进对DCI盲检测的早期块区分。该提议充分利用极性码特有的性质,这种性质允许使用冻结位内容来传达用户ID和/或信息位内容以传达CELL ID。进一步充分利用该结构来以满足为LTE设定的目标的方式提供小区分离。最终结果是加扰序列,其使CELL ID和UE ID都具有早期终止的额外益处。通过在解码器处复制,这种烙印在多个候选PDCCH(其中大多数候选PDCCH被设计成以某个其他用户为目的地)中分辨打算给特定接收器的块时是有用的。

[0208] 根据底层信道可靠性,包括放弃解码的决定在内的块确定的可靠性随位位置而改进。该方法与仍在考虑的PC、CRC或代码构造的混合方法兼容。所提出的嵌入UE ID的方法在推断的编码器和解码器实现中施加最小的改变。它进一步提供了算法设计的广泛范围,从而允许接收器制造商用节能换取早期终止的可靠性。

[0209] * * *

[0210] 本公开的实施例可以以任何各种形式来实现。例如,在一些实施例中,本发明可被实现为计算机实现的方法、计算机可读存储器介质或者计算机系统。在其它的实施例中,本发明可以利用一个或多个诸如ASIC的定制硬件设备来实现。在其它的实施例中,本发明可以利用一个或多个诸如FPGA的可编程硬件元件来实现。

[0211] 在一些实施例中,非临时性计算机可读存储器介质可被配置为使得它存储程序指令和/或数据,其中程序指令如果被计算机系统执行则使得计算机系统执行方法,例如本文所述的任何方法实施例,或者本文所述的方法实施例的任意组合,或者本文所述的任何方法实施例的任何子集,或者这些子集的任意组合。

[0212] 在一些实施例中,计算设备(例如,UE)可被配置为包括处理器(或一组处理器)以及存储器介质,其中存储器介质存储程序指令,其中处理器被配置为从存储器介质读取并执行程序指令,其中程序指令可执行为实现本文所述的任意各种方法实施例(或者本文所述的方法实施例的任意组合,或者本文所述的任何方法实施例的任何子集,或者这些子集的任意组合)。设备可以以任何各种方式实现。

[0213] 虽然上面已经描述了具体实施例,但是这些实施例并不旨在限制本公开的范围,甚至在关于特定特征仅描述了单个实施例的情况下也是如此。除非另有说明,否则本公开中提供的特征的示例旨在是说明性而非限制性的。以上描述旨在覆盖对于受益于本公开的本领域技术人员显而易见的这些替代、修改和等同。

[0214] 本公开的范围包括本文公开的任何特征或特征的组合(或者明确地或者隐含地),或其任何概括,无论其是否减轻本文所解决的任何或所有问题。因而,可以在对本申请(或要求其优先权的申请)的任何此类特征组合的审查期间制定新的权利要求。特别地,参考所附权利要求,从属权利要求的特征可以与独立权利要求的特征组合,并且来自各项独立权利要求的特征可以以任何适当的方式组合,而不仅仅是在所附权利要求中列举的特定组合。

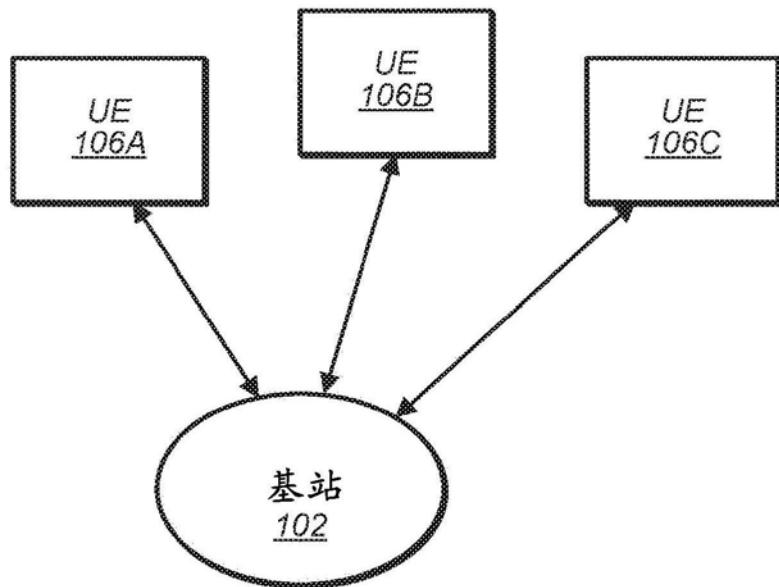


图1

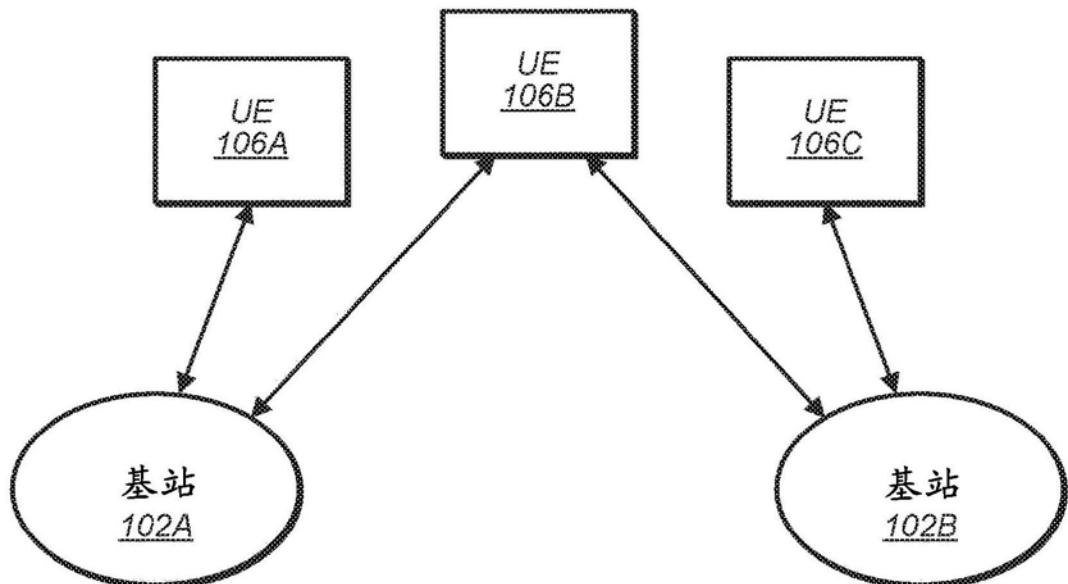


图2

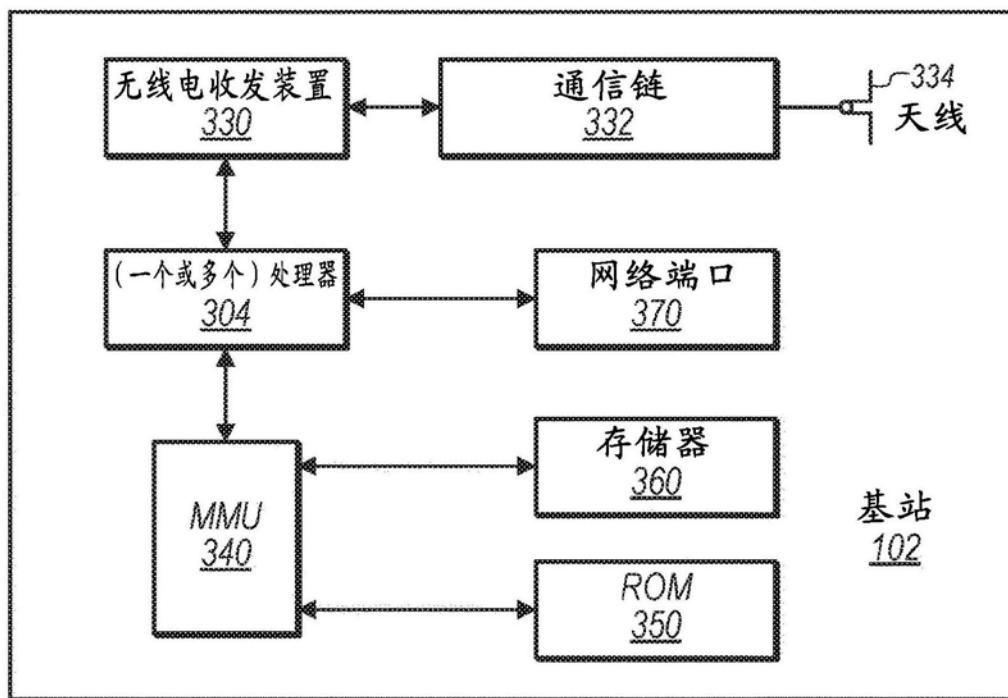


图3

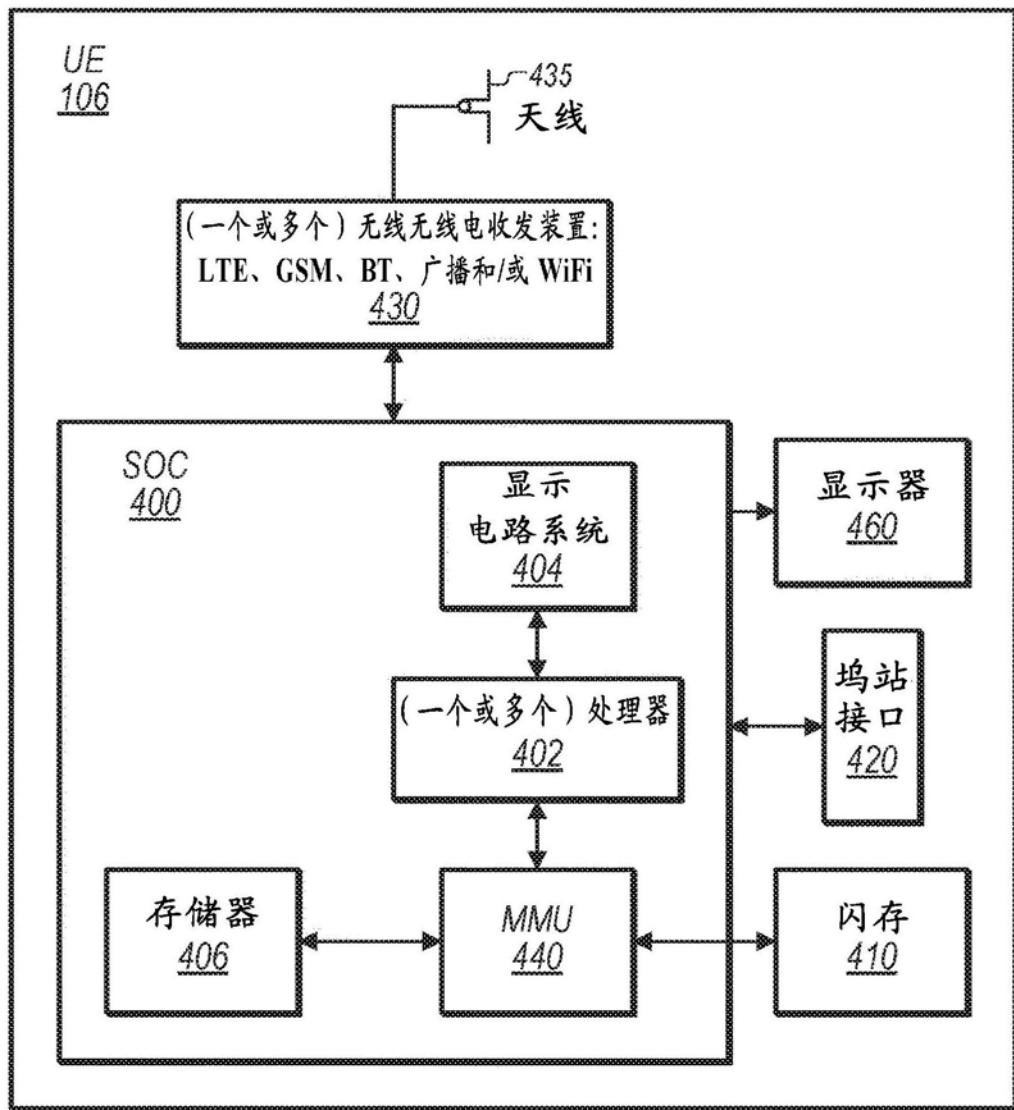


图4

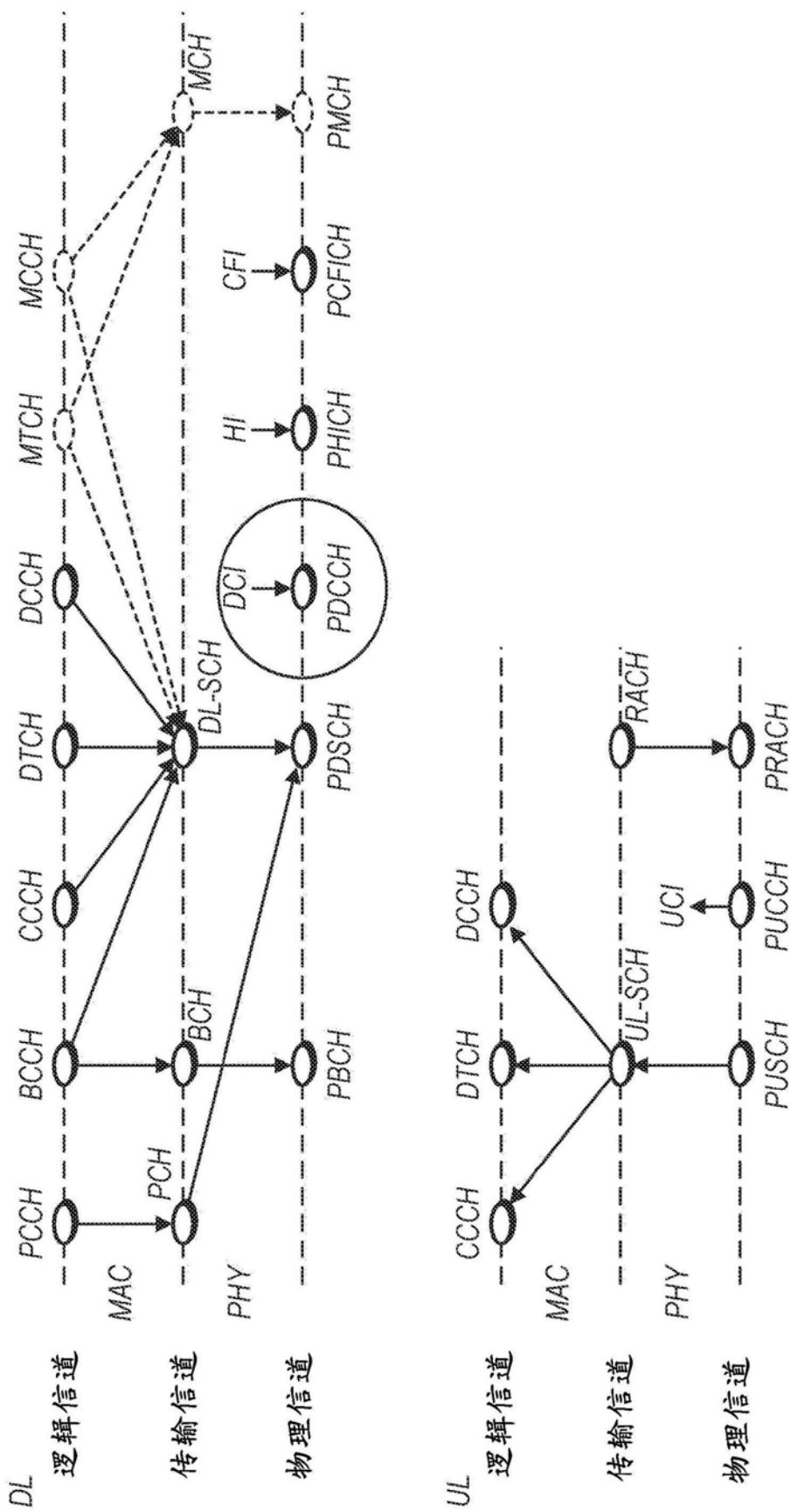


图5

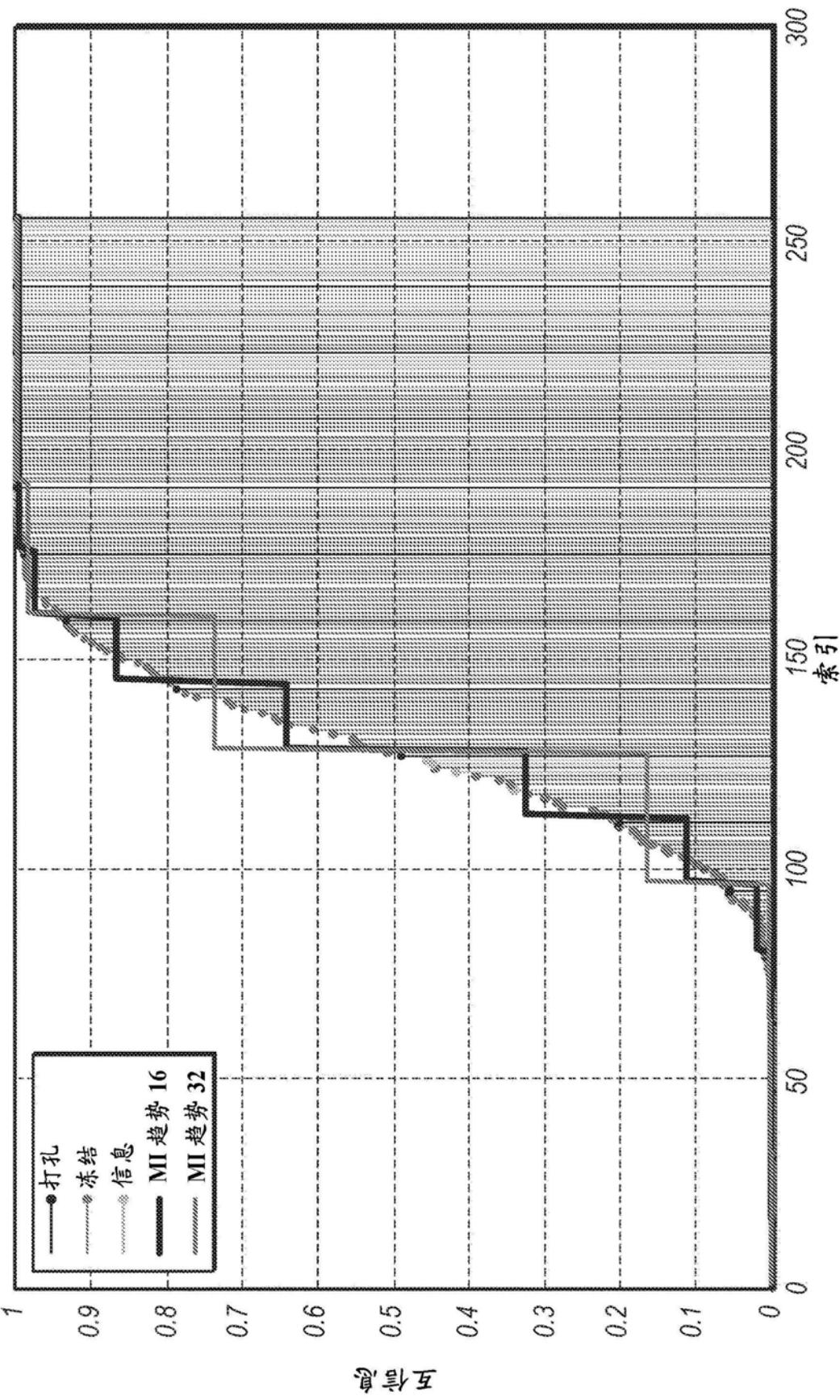
极性码信道极化: $N=256, R=1/12$ 

图6

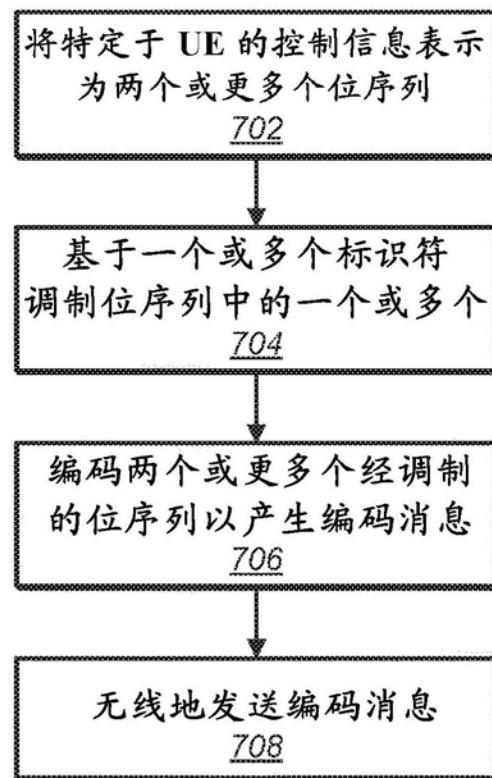


图7

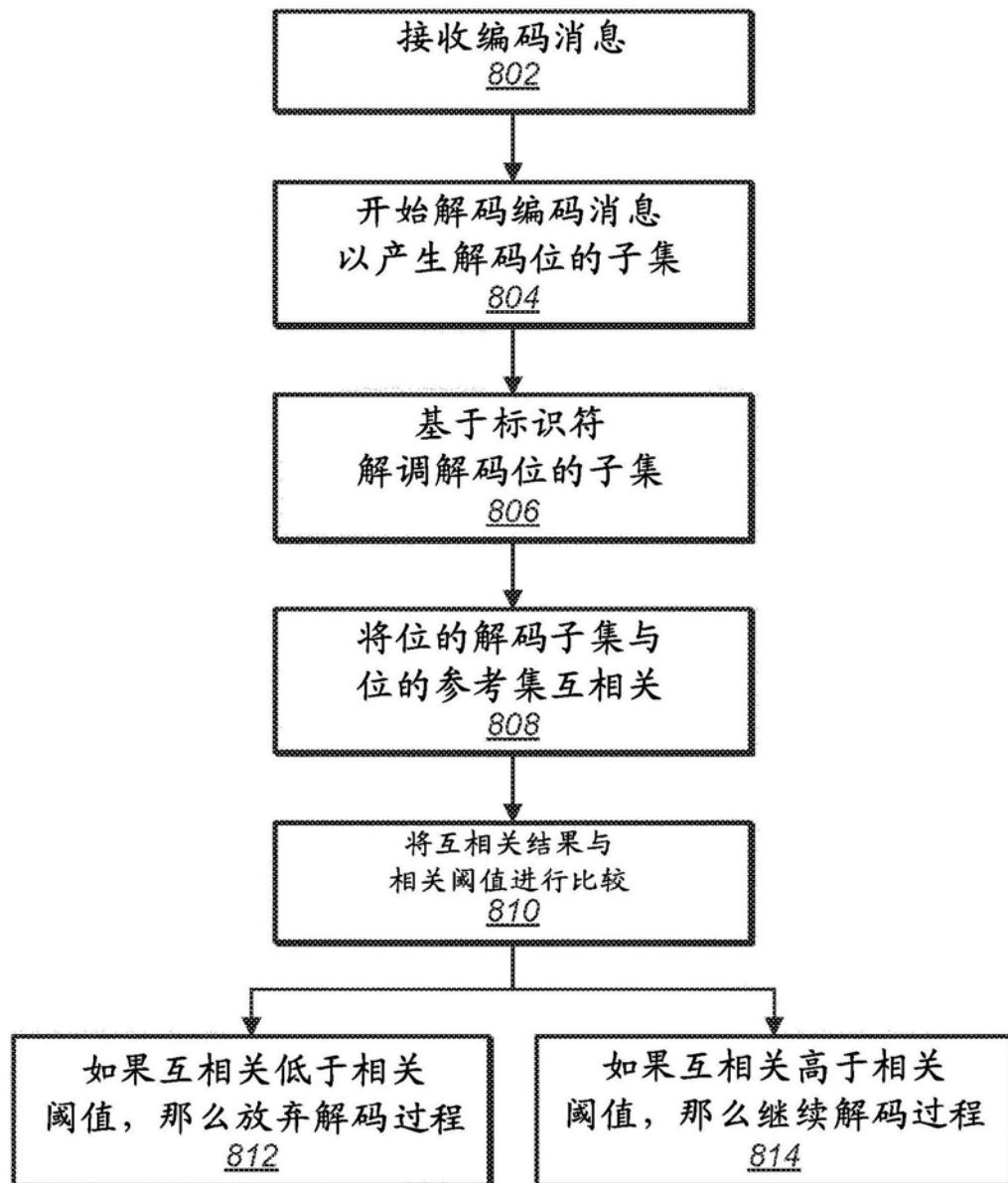
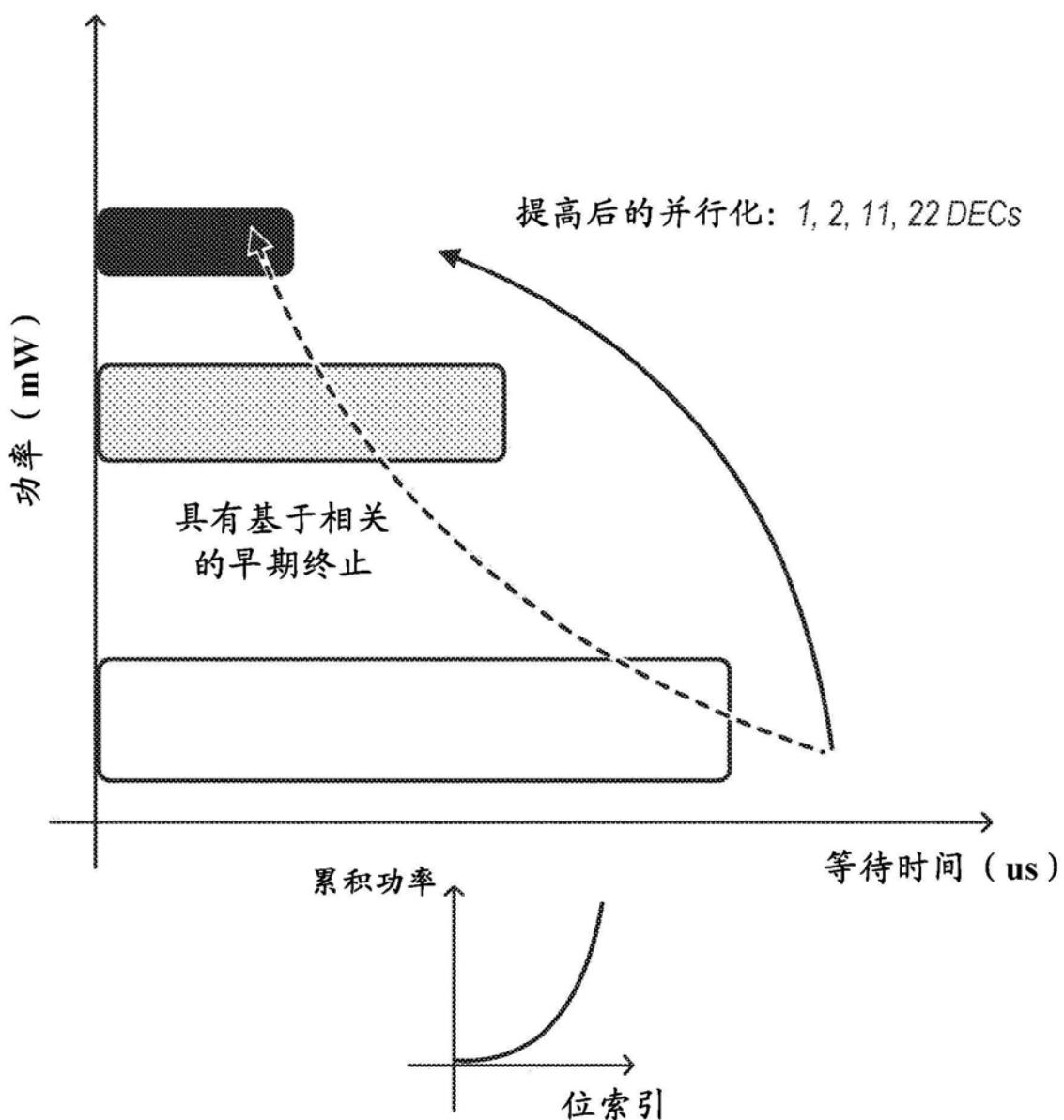
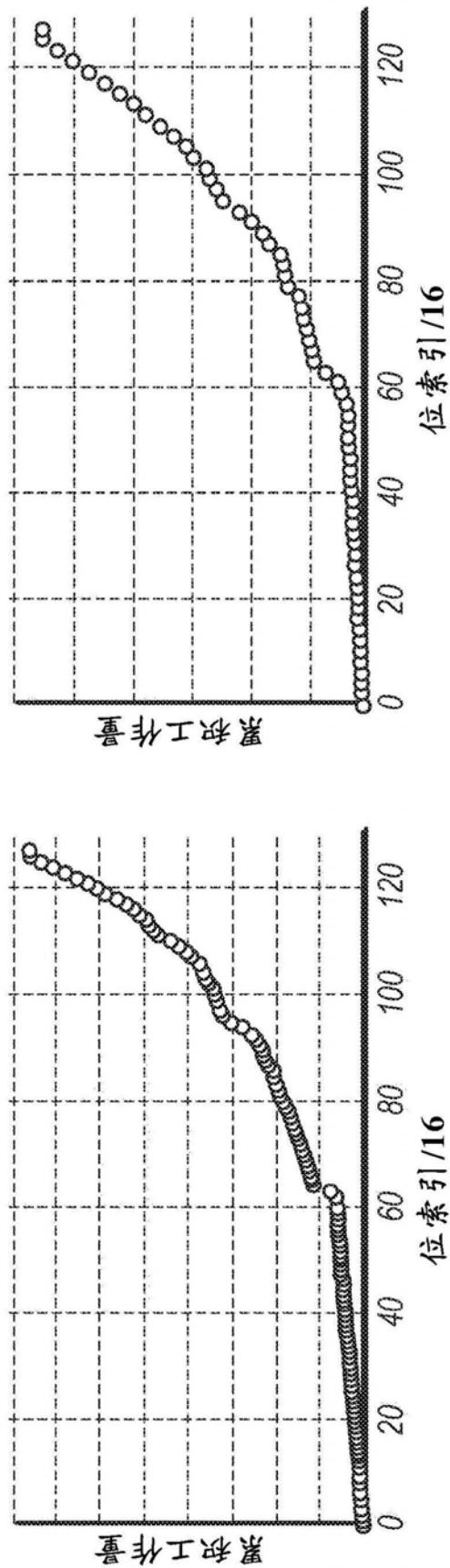


图8



SC 列表解码: $k = 200, R = 1/3, L = 8$



SC 列表解码: $k = 200, R = 1/6, L = 8$

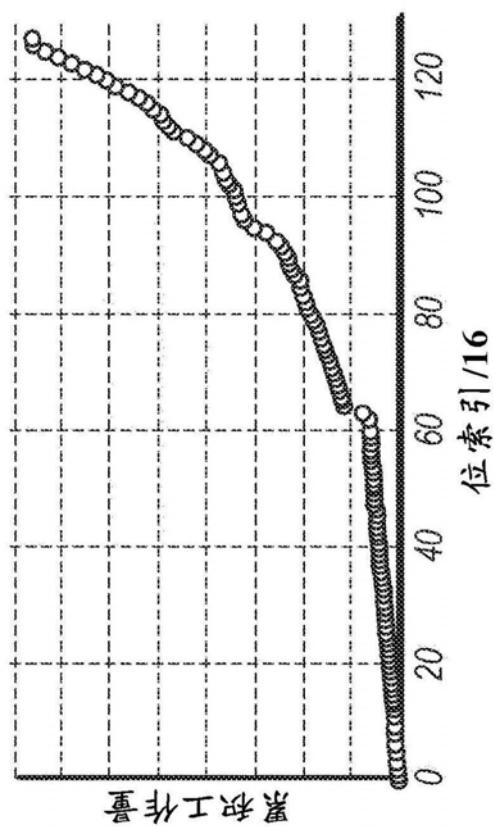


图10

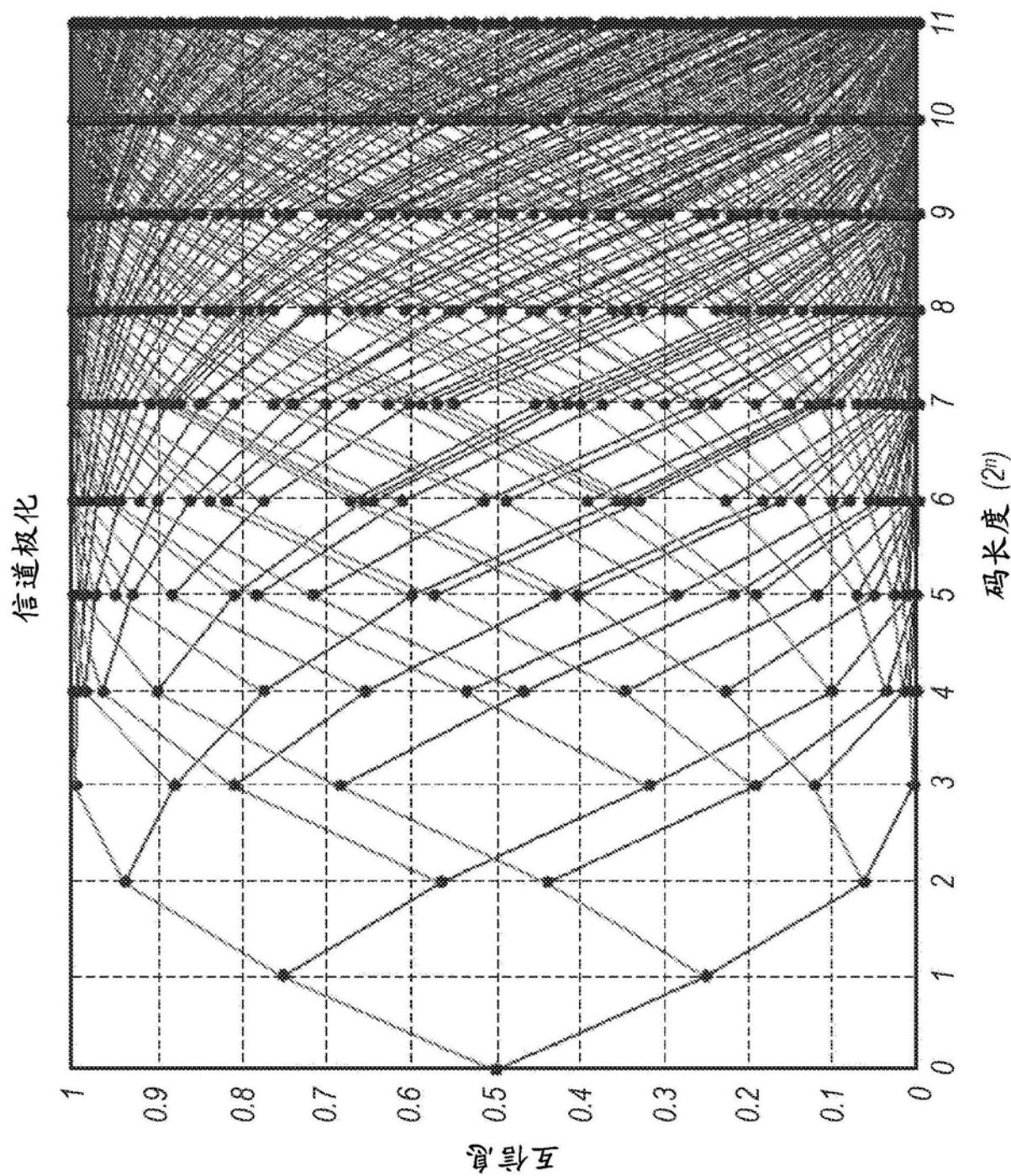


图11

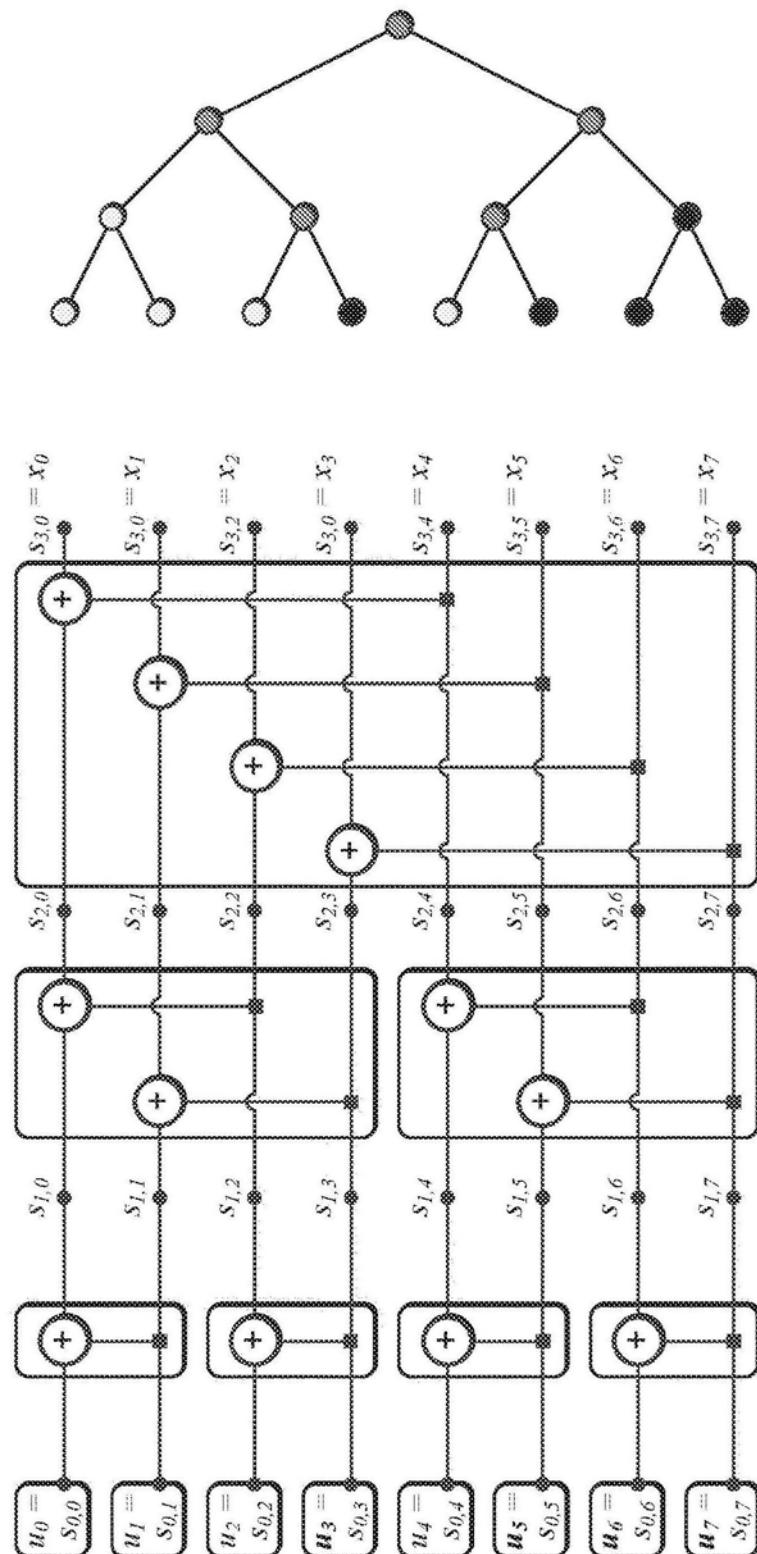


图12

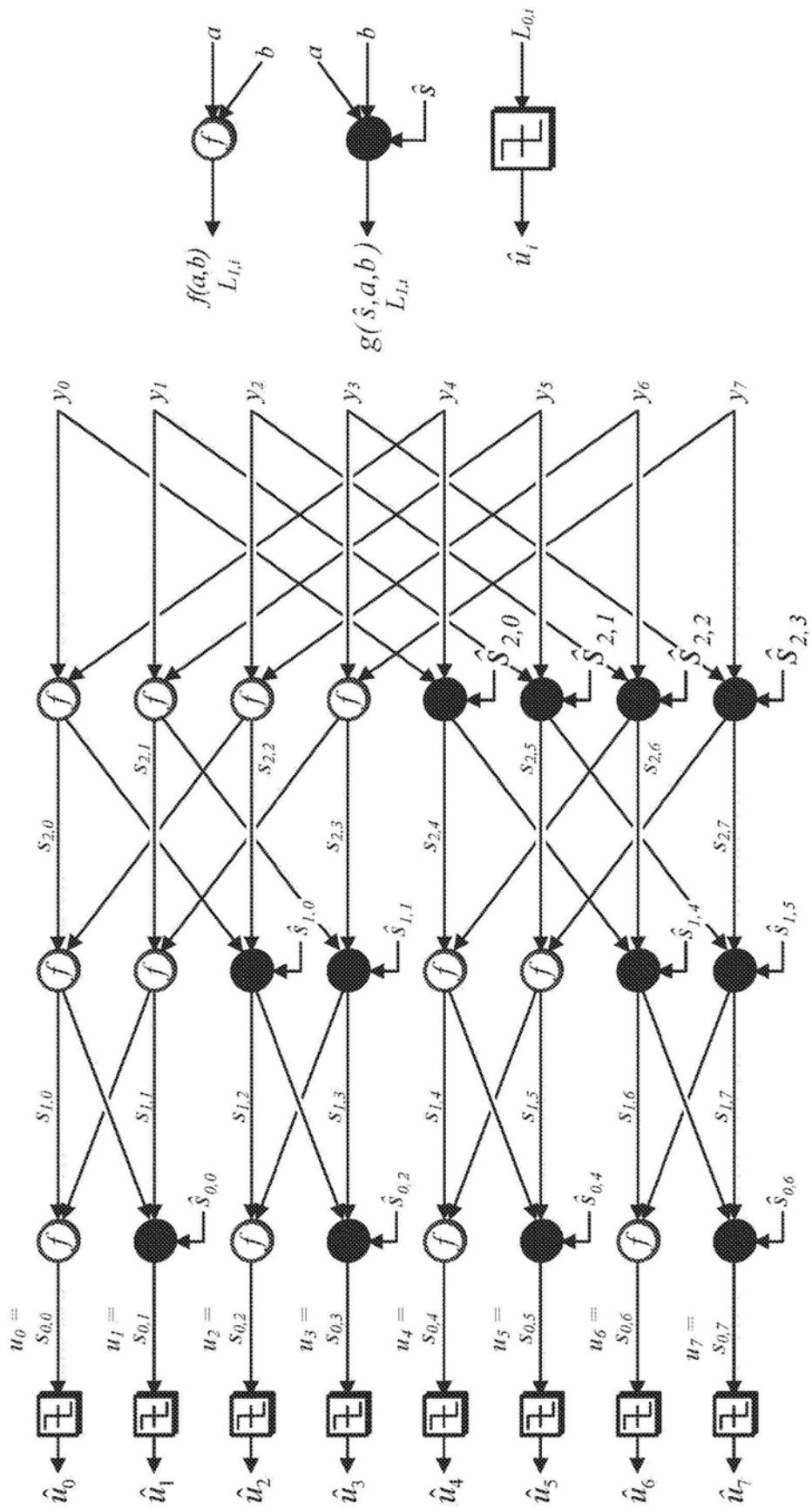
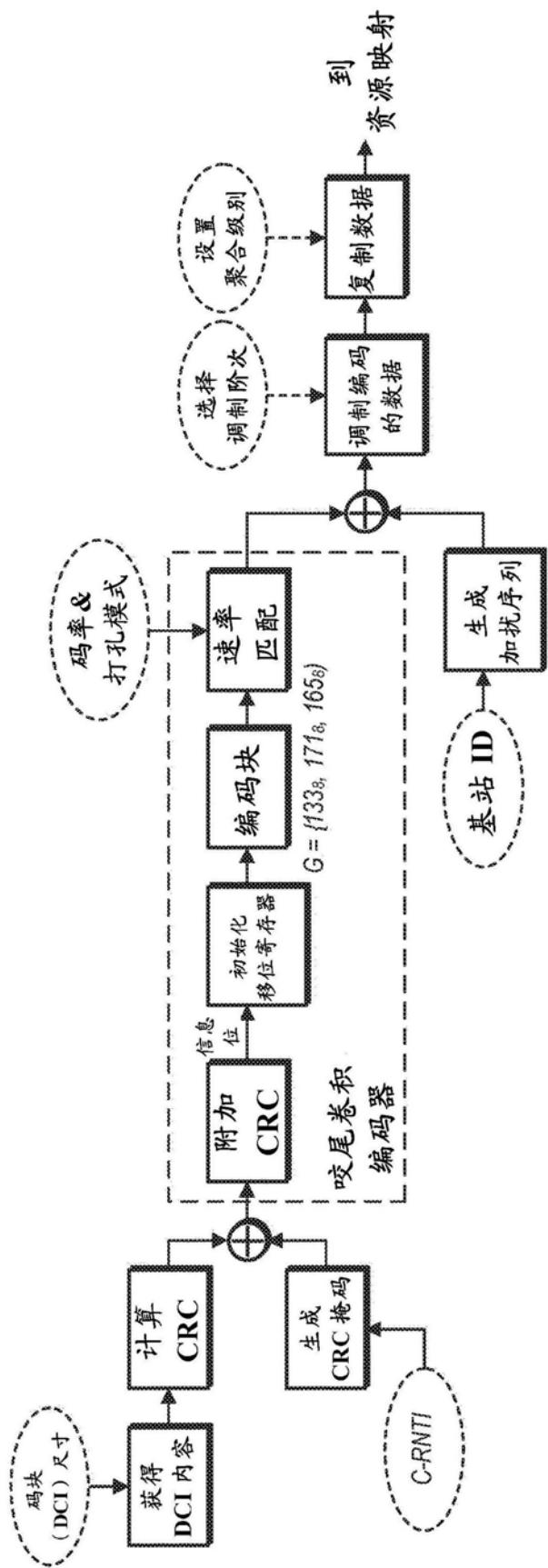


图13



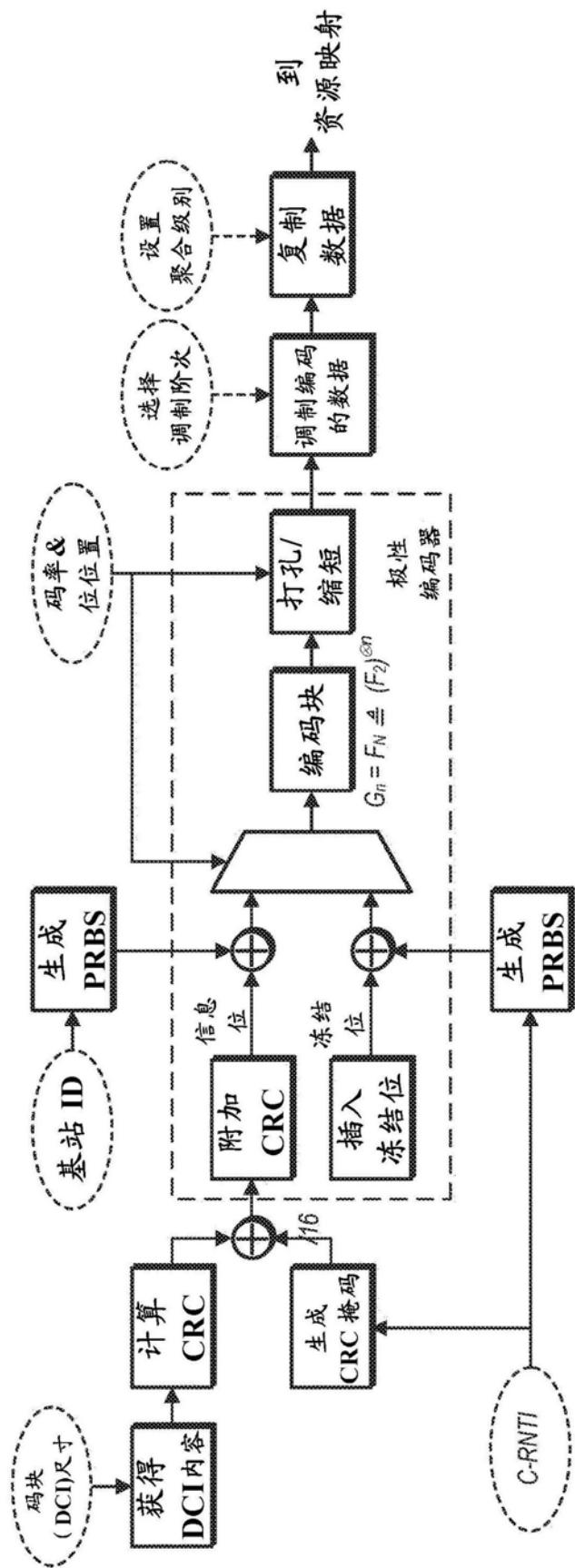


图 15

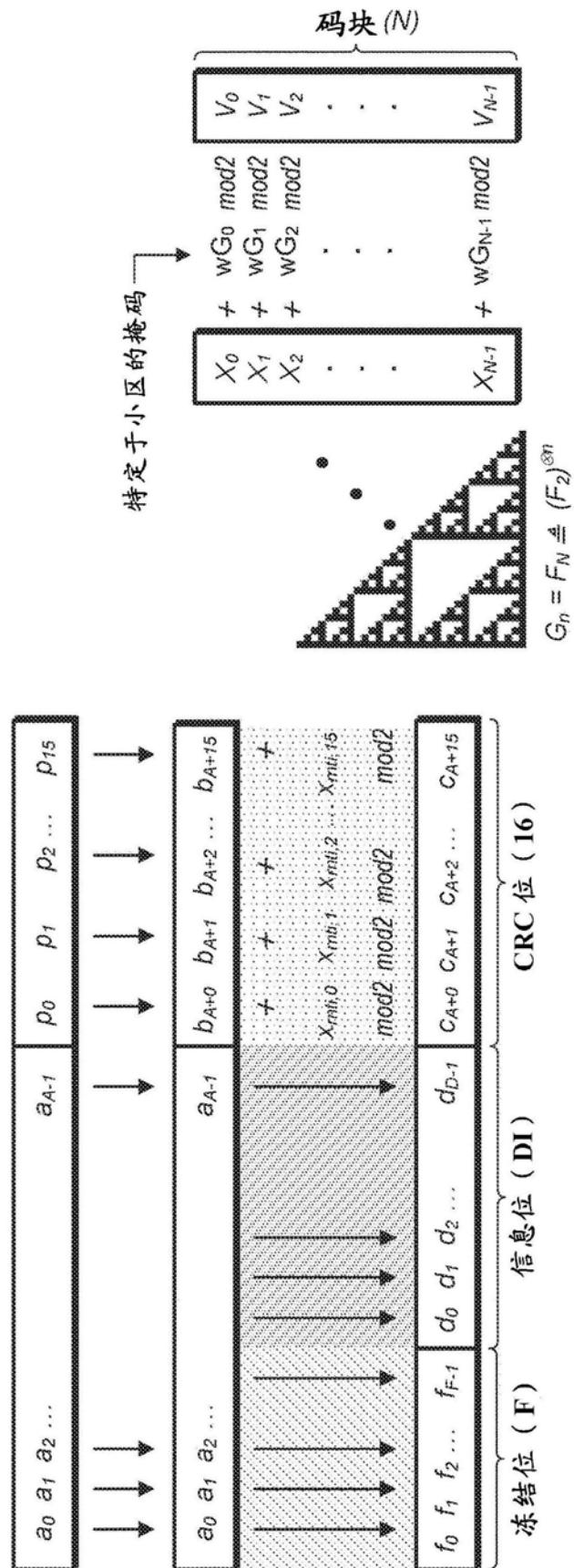


图16

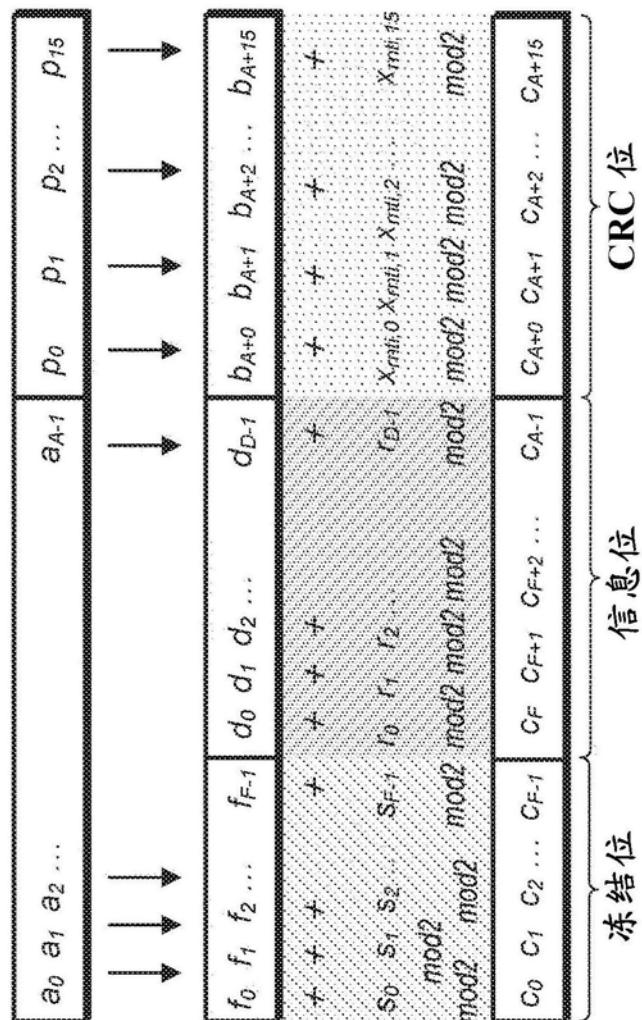


图17

图18

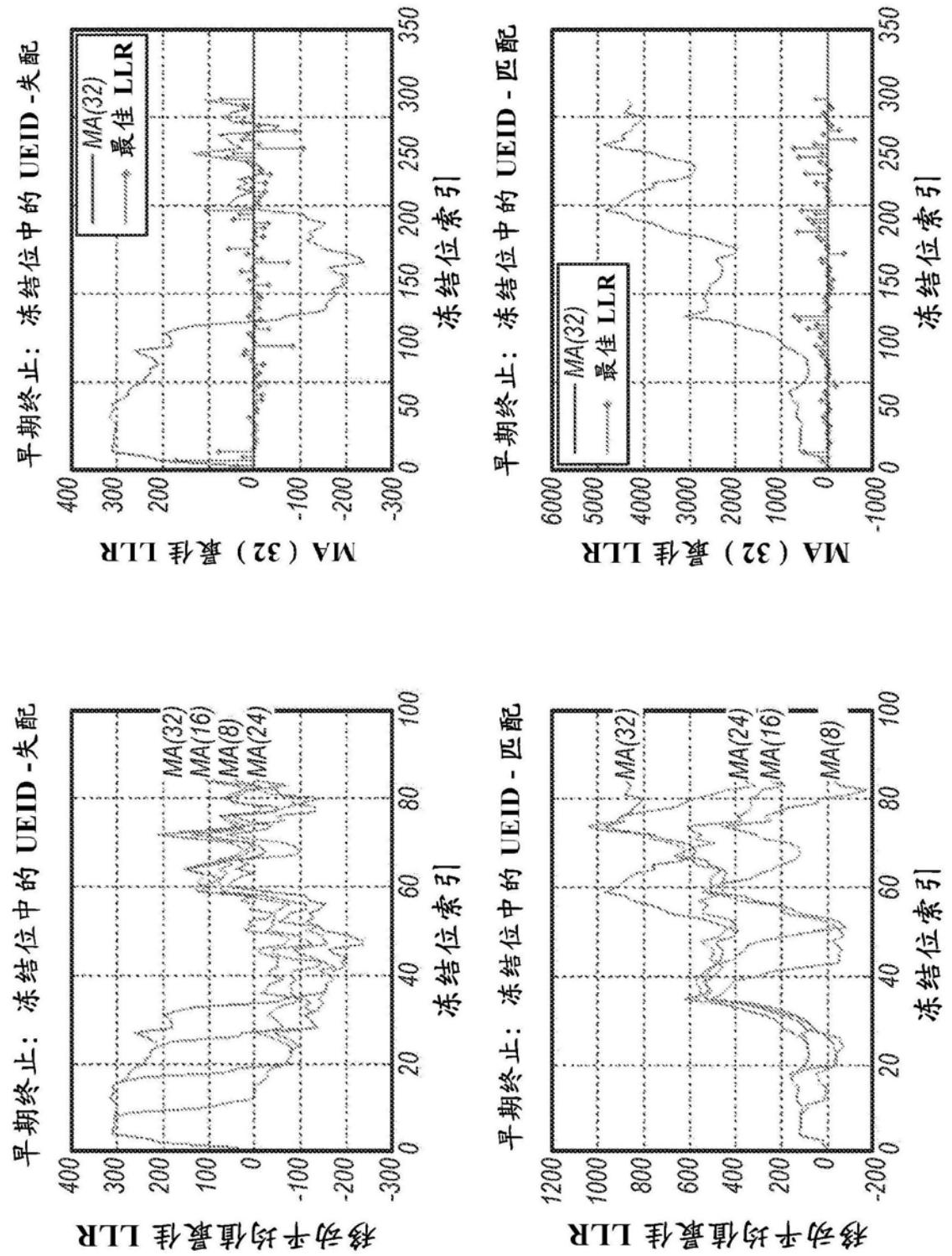


图19

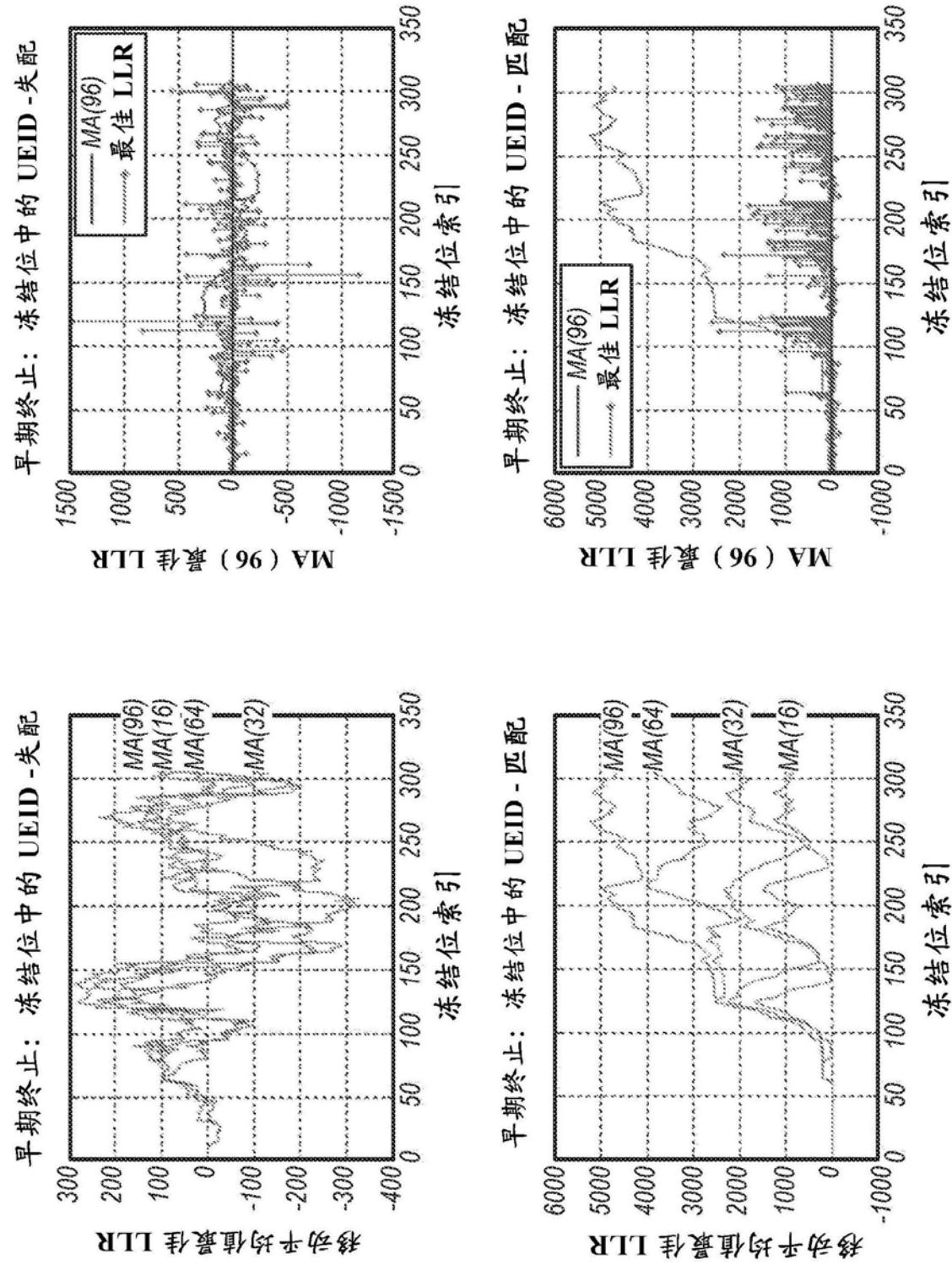


图 20

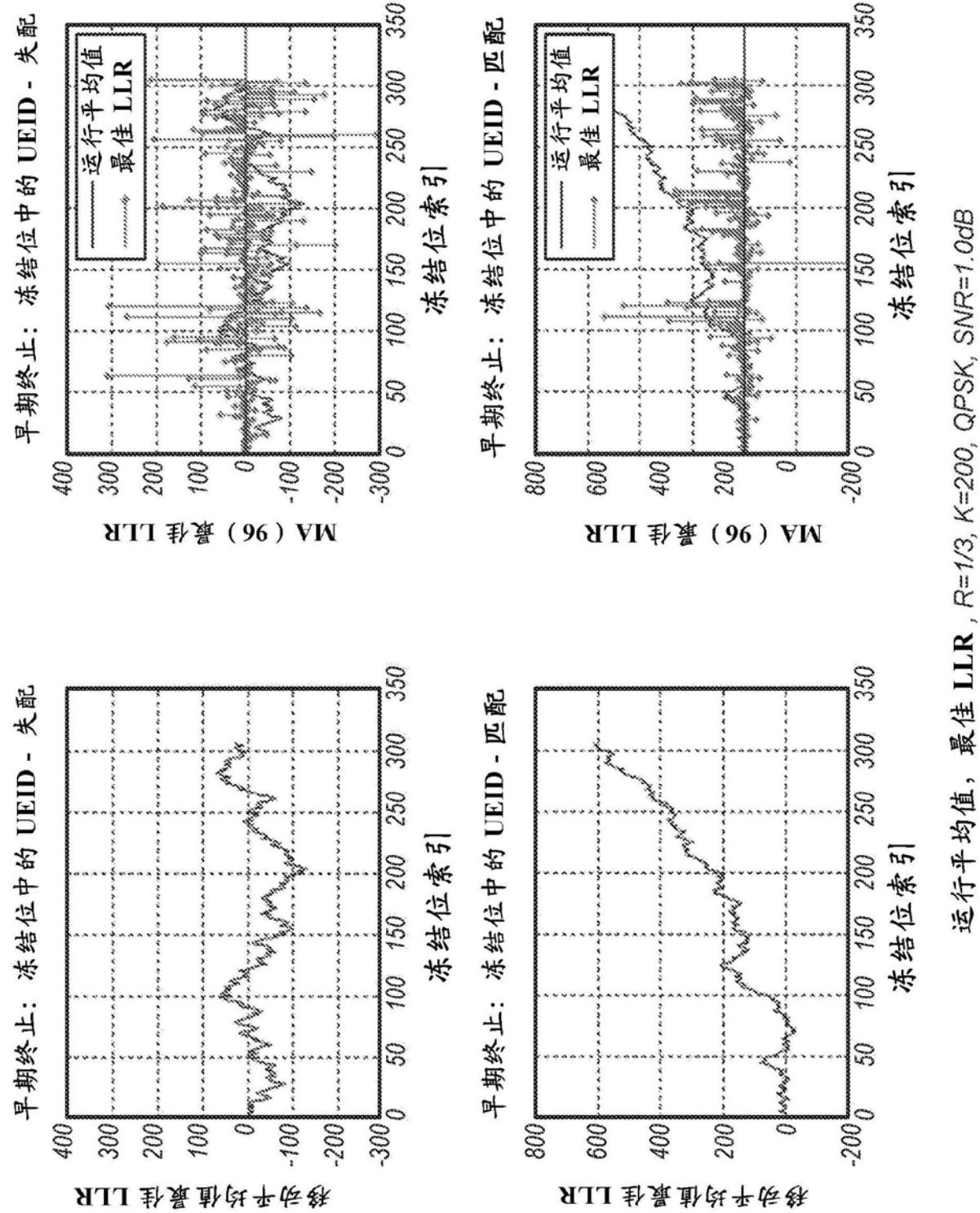


图21