



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110546902 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 201880026045.2

侯纪磊

(22) 申请日 2018.04.18

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 赵腾飞

申请公布号 CN 110546902 A

(43) 申请公布日 2019.12.06

(51) Int.Cl.

(66) 本国优先权数据

H04L 1/00 (2006.01)

PCT/CN2017/081228 2017.04.20 CN

H04W 28/04 (2006.01)

PCT/CN2017/088983 2017.06.19 CN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2019.10.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2018/083487 2018.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/192514 EN 2018.10.25

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(56) 对比文件

CN 102084596 A, 2011.06.01

US 2009110033 A1, 2009.04.30

US 2017077954 A1, 2017.03.16

US 2013176924 A1, 2013.07.11

CN 102122966 A, 2011.07.13

US 2016294418 A1, 2016.10.06

US 2015358113 A1, 2015.12.10

US 2014169388 A1, 2014.06.19

审查员 徐旭

(72) 发明人 许昌龙 李剑 魏超 蒋靖

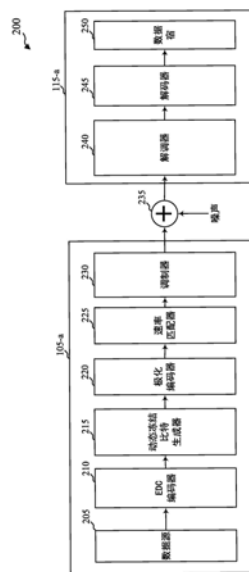
权利要求书7页 说明书47页 附图26页

(54) 发明名称

用于极化码的动态冻结比特和错误检测

(57) 摘要

描述了用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法、系统和设备。无线设备可以接收包括使用极化码编码的码字的信号。无线设备可以执行对该码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集的奇偶校验，以用于基于动态冻结比特来做出关于对码字的解码的提早终止的决定；以及基于动态冻结比特，来生成用于解码路径的均通过奇偶校验的第二子集的路径度量；以及部分地基于错误检测比特和所生成的路径度量，来对与解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测。无线设备可以基于解码的结果来处理信息比特。



1. 一种用于无线通信的方法,包括:

至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特,其中,所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的,并且其中,所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的;

至少部分地基于所述子信道的解码顺序,来生成所述多个动态冻结比特;

至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中,来生成使用所述极化码编码的码字;以及
发送所述码字。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述多个动态冻结比特包括多个奇偶比特。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在所述奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间使能提早终止的。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的检测率的。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,分配所述极化码的所述子信道还包括:

识别用于冻结比特的所述子信道的子集;以及

将所述极化码的所述子信道子集中的子信道的第一子集分配给具有比所述子信道子集中的子信道的第二子集要高的可靠性的动态冻结比特。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述多个信息比特和所述多个错误检测比特被分配给具有比分配给所述动态冻结比特的子信道要高的可靠性的子信道。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

将错误检测算法应用于所述多个信息比特以生成所述多个错误检测比特。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中:

所述错误检测算法是循环冗余校验(CRC)算法。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,生成所述多个动态冻结比特包括:

将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集,以分别生成用于所述多个动态冻结比特的值,所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的所述解码顺序确定的。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述多个动态冻结比特包括多个奇偶比特,并且其中,对于各奇偶比特而言,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的所述一个或多个子集包括:

根据所述解码顺序,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的在与所述各奇偶比特相对应的子信道之前的各子集。

11. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述多个动态冻结比特包括多个奇偶比特,并且其中,对于各奇偶比特而言,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的所述一个或多个

子集包括：

根据所述解码顺序，将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的在与所述各奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集。

12. 根据权利要求9所述的方法，其中，所述多个动态冻结比特包括多个奇偶比特，并且其中，所述多个奇偶比特的数量是三(3)。

13. 一种用于无线通信的方法，包括：

接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；

执行对所述码字的解码，其至少包括：

对解码路径的第一子集进行奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，

至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及

至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及

至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中，所述码字是至少部分地基于所述多个信息比特和多个奇偶比特来生成的，其中，所述多个信息比特和所述多个奇偶比特是至少部分地基于所述极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给所述子信道的。

15. 根据权利要求13所述的方法，还包括：

通过将布尔运算应用于针对多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集，来计算用于针对所述多个解码路径中的所述各解码路径的多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值，所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的。

16. 根据权利要求15所述的方法，其中，对所述解码路径的第一子集进行奇偶校验以用于做出关于对所述码字的解码的提早终止的所述决定还是至少部分地基于所述奇偶校验值和所述多个奇偶比特的。

17. 根据权利要求16所述的方法，其中，计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的奇偶比特的奇偶校验值包括：

至少部分地基于根据所述解码顺序将所述布尔运算应用于所述多个解码路径中的所述各解码路径的所述多个信息比特的在与所述奇偶比特相对应的子信道之前的各子集，来计算所述奇偶校验值；以及

将所述奇偶校验值与相应的奇偶比特的值进行比较。

18. 根据权利要求16所述的方法，其中，计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的奇偶比特的奇偶校验值包括：

至少部分地基于根据所述解码顺序将所述布尔运算应用于所述多个解码路径中的所述各解码路径的所述多个信息比特的在与所述奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集，来计算所述奇偶校验值；以及

将所述奇偶校验值与所述奇偶比特进行比较。

19. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述多个奇偶比特的数量是至少部分基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间使能提早终止的。

20. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述多个奇偶比特的数量是三(3)。

21. 根据权利要求13所述的方法,还包括:

对所述解码路径进行扩展以获得扩展的解码路径;以及
根据路径选择标准,来选择所述扩展解码路径的子集。

22. 根据权利要求21所述的方法,还包括:

确定在所述扩展解码路径的所述子集中的全部解码路径未能通过所述奇偶校验;以及
终止对所述码字的解码。

23. 根据权利要求21所述的方法,还包括:

确定在所述扩展解码路径的所述子集中的至少一个解码路径通过了所述奇偶校验;以
及
生成用于所述扩展解码路径的所述子集的路径度量。

24. 根据权利要求23所述的方法,还包括:

继续对所述码字的解码。

25. 根据权利要求21所述的方法,其中:

所述路径选择标准是至少部分地基于所述扩展解码路径的路径度量的。

26. 根据权利要求13所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述比特序列来计算第一错误检测码;
至少部分地基于所述比特序列来识别第二错误检测码;以及
将所述第一错误检测码与所述第二错误检测码进行比较。

27. 根据权利要求26所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述比较,来确定所述比特序列通过了所述错误检测;以及
输出所述比特序列。

28. 根据权利要求26所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述比较,来确定所述比特序列未能通过错误检测;以及
至少部分地基于所述未能通过来输出错误。

29. 根据权利要求13所述的方法,其中,执行对至少包括对所述解码路径的第一子集的所述奇偶校验的所述码字的解码包括:

至少部分地基于沿着第一解码路径的在所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特之前发生的、所述解码路径的第一子集中的所述第一解码路径的多个比特,来计算奇偶校验值;以及

将所述奇偶校验值与所述第一动态冻结比特的值进行比较。

30. 根据权利要求29所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述比较,来确定所述第一解码路径通过了所述奇偶校验。

31. 根据权利要求13所述的方法,其中,执行对至少包括生成用于所述解码路径的第二子集的路径度量的所述码字的解码包括:

至少部分地基于确定计算出的所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特的值与确定的所述动态冻结比特的判决值不同,来向在所述解码路径的第二子集中的第一解码路

径添加路径度量惩罚。

32. 一种用于无线通信的装置,包括:

处理器;

与所述处理器进行电子通信的存储器;以及

指令,其存储在所述存储器中以及当由所述处理器执行时能操作为使得所述装置进行以下操作:

至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特,其中,所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的,并且其中,所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的;

至少部分地基于所述子信道的解码顺序,来生成所述多个动态冻结比特;

至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中,来生成使用所述极化码编码的码字;以及

发送所述码字。

33. 根据权利要求32所述的装置,其中:

所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在所述奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间使能提早终止的。

34. 根据权利要求32所述的装置,其中:

所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的检测率的。

35. 根据权利要求32所述的装置,其中,分配所述极化码的所述子信道还包括能由所述处理器执行以进行以下操作的指令:

识别用于冻结比特的所述子信道的子集;以及

将所述极化码的所述子信道子集中的子信道的第一子集分配给具有比所述子信道子集中的子信道的第二子集要高的可靠性的动态冻结比特。

36. 根据权利要求32所述的装置,其中:

所述多个信息比特和所述多个错误检测比特被分配给具有比分配给所述动态冻结比特的子信道要高的可靠性的子信道。

37. 根据权利要求32所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

将错误检测算法应用于所述多个信息比特以生成所述多个错误检测比特。

38. 根据权利要求37所述的装置,其中:

所述错误检测算法是循环冗余校验(CRC)算法。

39. 根据权利要求32所述的装置,其中,生成所述多个动态冻结比特包括能由所述处理器执行以进行以下操作的指令:

将布尔运算应用于所述多个信息比特的子集,以分别生成用于所述多个动态冻结比特的值。

40. 一种用于无线通信的装置,包括:

处理器;

与所述处理器进行电子通信的存储器;以及
指令,其存储在所述存储器中,以及当由所述处理器执行时能操作为使得所述装置进行以下操作:

接收包括使用极化码编码的码字的信号,所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的,以用于对所述码字的联合检测和解码;

执行对所述码字的解码,其至少包括:

对解码路径的第一子集进行奇偶校验,以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定,

至少部分地基于所述动态冻结比特,来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量,以及

至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量,来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测;以及

至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

41. 根据权利要求40所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

对所述解码路径进行扩展以获得扩展的解码路径;以及

根据路径选择标准,来选择所述扩展解码路径的子集。

42. 根据权利要求41所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

确定在所述扩展解码路径的所述子集中的全部解码路径未能通过所述奇偶校验;以及终止对所述码字的解码。

43. 根据权利要求41所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

确定在所述扩展解码路径的所述子集中的至少一个解码路径通过了所述奇偶校验;以及

生成用于所述扩展解码路径的所述子集的路径度量。

44. 根据权利要求41所述的装置,其中:

所述路径选择标准是至少部分地基于所述扩展解码路径的路径度量的。

45. 根据权利要求40所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

至少部分地基于所述比特序列来计算第一错误检测码;

至少部分地基于所述比特序列来识别第二错误检测码;以及

将所述第一错误检测码与所述第二错误检测码进行比较。

46. 根据权利要求45所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

至少部分地基于所述比较,来确定所述比特序列通过了所述错误检测;以及

输出所述比特序列。

47. 根据权利要求45所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

至少部分地基于所述比较,来确定所述比特序列未能通过错误检测;以及
至少部分地基于所述未能通过来输出错误。

48. 根据权利要求40所述的装置,其中,执行对至少包括对所述解码路径的第一子集的所述奇偶校验的所述码字的解码,包括还能由所述处理器执行以进行以下操作的指令:

至少部分地基于在沿着所述第一解码路径的所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特之前发生的、所述解码路径的第一子集中的所述第一解码路径的多个比特,来计算奇偶校验值;以及

将所述奇偶校验值与所述第一动态冻结比特的值进行比较。

49. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述指令还能由所述处理器执行以进行以下操作:

至少部分地基于所述比较,来确定所述第一解码路径通过了所述奇偶校验。

50. 根据权利要求40所述的装置,其中,执行对至少包括对所述解码路径的第一子集的所述奇偶校验的所述码字的解码,包括还能由所述处理器执行以进行以下操作的指令:

至少部分地基于确定计算出的所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特的值与确定的所述动态冻结比特的判决值不同,来向在所述解码路径的第二子集中的第一解码路径添加路径度量惩罚。

51. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特的单元,其中,所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的,并且其中,所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的;

用于至少部分地基于所述子信道的解码顺序,来生成所述多个动态冻结比特的单元;

用于至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中,来生成使用所述极化码编码的码字的单元;以及

用于发送所述码字的单元。

52. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于接收包括使用极化码编码的码字的信号的单元,所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的,以用于对所述码字的联合检测和解码;

用于执行对所述码字的解码的单元,其至少包括:

对解码路径的第一子集进行奇偶校验,以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定,

至少部分地基于所述动态冻结比特,来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量,以及

至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量,来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测;以及

用于至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特的单元。

53. 一种存储用于无线通信的代码的非暂时性计算机可读介质,所述代码包括能由处

理器执行以进行以下操作的指令：

至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性，将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特，其中，所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的，并且其中，所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值，并且其中，所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表 (SCL) 解码期间的目标检测率的；

至少部分地基于所述子信道的解码顺序，来生成所述多个动态冻结比特；

至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中，来生成使用所述极化码编码的码字；以及
发送所述码字。

54. 一种存储用于无线通信的代码的非暂时性计算机可读介质，所述代码包括能由处理器执行以进行以下操作的指令：

接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；

执行对所述码字的解码，其至少包括：

对解码路径的第一子集进行奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，

至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及

至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及

至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

用于极化码的动态冻结比特和错误检测

[0001] 交叉引用

[0002] 本专利申请要求Xu等人于2017年4月20日递交的、标题为“DYNAMIC FROZEN BITS AND ERROR DETECTION FOR POLAR CODES”的国际专利申请第PCT/CN2017/081228号,以及Li等人于2017年6月19日递交的、标题为“PARITY BITS OF A POLAR CODE FOR EARLY TERMINATION”的国际专利申请第PCT/CN2017/088983号的优先权,这两份申请被转让给本申请的受让人,以及其全部内容以引用方式并入本文中。

技术领域

[0003] 概括地说,下文涉及无线通信,以及更具体地说,涉及用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特。

背景技术

[0004] 无线通信系统被广泛地部署,以提供诸如语音、视频、分组数据、消息传送、广播等等的各种类型的通信内容。这些系统可能能够通过共享可用的系统资源(例如,时间、频率和功率)来支持与多个用户的通信。这样的多址系统的示例包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统和正交频分多址(OFDMA)系统(例如,长期演进(LTE)系统、改进的LTE(LTE-A)系统或新无线电(NR)系统)。无线多址通信系统可以包括多个基站或者接入网络节点,各基站或者接入网络节点同时支持针对多个通信设备(其可以以其它方式称为用户设备(UE))的通信。

[0005] 然而,数据传输通常涉及在有噪声的通信信道上发送数据。为了对抗噪声,发射机可以使用纠错码对码块进行编码,来在码块中引入冗余,以便可以检测和纠正传输错误。具有纠错码的编码算法的一些示例包括卷积码(CC)、低密度奇偶校验(LDPC)码和极化码。极化码是线性块纠错码的示例,以及是在码长接近无穷大时可证明地实现信道容量的第一编码技术。为了对极化码进行解码,接收设备可以做出对码长度和信息比特数量的候选假设,根据候选假设对码字使用连续消除(SC)或连续消除列表(SCL)解码过程来生成信息比特的表示,以及对信息比特的表示执行错误校验操作来确定解码是否成功。即使使用纠错码,当在有噪声的通信信道上进行发送时,检测率和错误警报仍然是问题。当对接收到的信号进行解码的结果指示特定的比特序列被成功地解码时,当实际上发送不同的比特序列或没有发送比特序列时,可能发生错误警报。现有的实现方式没有充分地解决检测率和错误警报率。

[0006] 在一些情况下,因为码字已经经历了过多的破坏(例如,信道具有非常低的信噪比(SNR))、不存在针对候选假设的发送的码字(例如,码字代表随机噪声)、所发送的码字旨在用于不同的设备、或者候选假设可能是不正确的(例如,不正确的码字大小、不正确的信息比特大小、不正确的聚合级别),解码操作可能失败。在这些情况中的一些或全部情况中,针对候选假设的解码的提早终止(例如,在全部解码过程完成之前)可以限制在解码将不成功的情况下的功率消耗。然而,对于现有的实现方式而言,区分在其中提早终止是适当的

(例如,在没有对针对可能已经成功的过程的解码的提早终止的情况下)的环境是有挑战性的。用于促进提早终止的现有技术可能增加解码复杂度,因此减少了通过提早终止提供的利益。

发明内容

[0007] 所描述的技术涉及支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的改进的方法、系统、设备或装置。在本文中描述的示例可以使解码器能够使用动态冻结比特来同时执行对使用极化码编码的码字的检测和CA-SCL解码。在编码期间,可以增加错误检测比特数量以改进检测和错误警报率,以及可以采用动态冻结比特来使能提早终止和改进性能。通过使解码器能够使用CA-SCL解码和对候选路径的提早修剪,可以改进性能。所提出的算法还通过使能提早终止改进了解码器功率效率。

[0008] 在另一示例中,在编码期间,在极化码中可以引入多个奇偶比特以使能提早终止。各奇偶比特的值可以是基于将布尔运算应用于在解码顺序中的奇偶比特之前的信息集合来确定的。当解码器接收码字(或者候选码字)时,解码器可以通过将相同的布尔运算应用于在奇偶比特之前的沿候选解码路径的信息比特集合,来确定用于沿该解码路径的奇偶比特中的各奇偶比特的奇偶校验值。然后,解码器可以将这些奇偶校验值与奇偶比特值进行比较,以及基于该比较,解码器可以确定是否针对该候选解码路径提早地终止解码。

[0009] 描述了无线通信的方法。该方法可以包括:在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特;针对所识别的动态冻结比特,对通过所述编码树的候选路径集合进行扩展,以获得第一扩展候选路径集合;根据第一路径选择标准,来选择所述第一扩展候选路径集合的第一子集;基于所述动态冻结比特,来确定在所述第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验;以及确定用于在所述第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。

[0010] 描述了用于无线通信的装置。该装置可以包括:用于在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特的单元;用于针对所识别的动态冻结比特,对通过所述编码树的候选路径集合进行扩展,以获得第一扩展候选路径集合的单元;用于根据第一路径选择标准,来选择所述第一扩展候选路径集合的第一子集的单元;用于基于所述动态冻结比特,来确定在所述第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验的单元;以及用于确定用于在所述第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量的单元,所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。

[0011] 描述了用于无线通信的另一装置。该装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可能能操作为使得所述处理器进行以下操作:在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特;针对所识别的动态冻结比特,对通过所述编码树的候选路径集合进行扩展,以获得第一扩展候选路径集合;根据第一路径选择标准,来选择所述第一扩展候选路径集合的第一子集;以及基于所述动态冻结比特,来确定在所述第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验;以及确定用于所述第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。

[0012] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括能操作为使得处理器进行以下操作的指令：在对使用极化码编码的码字的解码期间，识别在编码树内的动态冻结比特；针对所识别的动态冻结比特，对通过所述编码树的候选路径集合进行扩展，以获得第一扩展候选路径集合；根据第一路径选择标准，来选择所述第一扩展候选路径集合的第一子集；基于所述动态冻结比特，来确定在所述第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验；以及确定用于在所述第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量，所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。

[0013] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：识别在所述编码树内的第二动态冻结比特。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：针对所识别的第二动态冻结比特，对通过所述编码树的第二候选路径集合进行扩展，以获得第二扩展候选路径集合。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：根据所述第一路径选择标准，来选择所述第二扩展候选路径集合的第一子集。

[0014] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：确定在所述第二扩展候选路径集合的第一子集中的全部候选路径未能通过奇偶校验。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：终止对所述码字的解码。

[0015] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：确定在所述第二扩展候选路径集合的第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：确定用于在所述第二扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的第二路径度量，其中所确定的第二路径度量可以是取决于所确定的路径度量的。

[0016] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述第一路径选择标准可以是基于所述第一扩展候选路径集合中的所述候选路径的路径度量的，以及所述第二路径选择标准可以是基于所述第一扩展候选路径集合中基于所述动态冻结比特通过所述奇偶校验的候选路径的。

[0017] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：识别与在所述第二扩展候选路径集合的第二子集中的候选路径相对应的比特序列。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比特序列来计算第一错误检测码。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比特序列来识别第二错误检测码。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：将所述第一错误检测码与所述第二错误检测码进行比较。

[0018] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比较，来确定所述比特序列通过了错误检测。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：输出所述比特序列。

[0019] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比较，来确定所述比特序列可能未能通过错误检测。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述未能通过来输出错误。

[0020] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，确定在所述第一子集中的所述至少一个候选路径通过了奇偶校验包括：至少部分地基于沿着所述至少一个候选路径的在所述动态冻结比特之前发生的所述至少一个候选路径的多个比特，来计算奇偶校验值。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：将所述奇偶校验值与所述动态冻结比特的值进行比较。

[0021] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比较，来确定所述至少一个候选路径通过了所述奇偶校验。

[0022] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，确定用于在所述第二子集中的各候选路径的相应的路径度量包括：至少部分地基于确定计算出的所述动态冻结比特的值与确定的所述动态冻结比特的判决值不同，来向在所述第二子集中的候选路径添加路径度量惩罚。

[0023] 描述了无线通信的方法。该方法可以包括：至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性，将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特，其中，所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的，并且其中，所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值，并且其中，所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表 (SCL) 解码期间的目标检测率的；至少部分地基于所述子信道的解码顺序，来生成所述多个动态冻结比特；至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中，来生成使用所述极化码编码的码字；以及发送所述码字。

[0024] 描述了用于无线通信的装置。该装置可以包括：用于至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性，将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特的单元，其中，所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的，并且其中，所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值，并且其中，所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表 (SCL) 解码期间的目标检测率的；用于至少部分地基于所述子信道的解码顺序，来生成所述多个动态冻结比特的单元；用于至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中，来生成使用所述极化码编码的码字的单元；以及用于发送所述码字的单元。

[0025] 描述了用于无线通信的另一装置。该装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可能操作为使得所述处理器进行以下操作：至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性，将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特，其中，所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的，并且其中，所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值，并且其中，所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表 (SCL) 解码期间的目标检测率的；至少部分地基于所述子信道的解码顺序，来生成所述多个动态冻结比特；至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中，来生成使用所述极化码编码的码字；以及发送所述码字。

[0026] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括能操作为使得处理器进行以下操作的指令：至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性，将所述子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特，其中，所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的，并且其中，所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值，并且其中，所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表 (SCL) 解码期间的目标检测率的；至少部分地基于所述子信道的解码顺序，来生成所述多个动态冻结比特；至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中，来生成使用所述极化码编码的码字；以及发送所述码字。

[0027] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述多个动态冻结比特的数量可以是至少部分地基于在所述奇偶导向的连续消除列表 (SCL) 解码期间使能提早终止的。

[0028] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述多个错误检测比特的数量可以是至少部分地基于规定的检测率的。

[0029] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，分配所述极化码的所述子信道还包括：识别用于冻结比特的所述子信道的子集。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：将所述极化码的所述子信道子集中的子信道的第一子集分配给具有比所述子信道子集中的子信道的第二子集要高的可靠性的动态冻结比特。

[0030] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述多个信息比特和所述多个错误检测比特可以被分配给具有比分配给所述动态冻结比特的子信道要高的可靠性的子信道。

[0031] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：将错误检测算法应用于所述多个信息比特以生成所述多个错误检测比特。

[0032] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述错误检测算法可以是循环冗余校验 (CRC) 算法。

[0033] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，生成所述多个动态冻结比特包括：将布尔运算应用于所述多个信息比特的子集，以分别生成用于所

述多个动态冻结比特的值。

[0034] 描述了无线通信的方法。该方法可以包括：接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；执行对所述码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集的奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0035] 描述了用于无线通信的装置。该装置可以包括：用于接收包括使用极化码编码的码字的信号的单元，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；用于执行对所述码字的解码的单元，其至少包括：对解码路径的第一子集的奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及用于至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特的单元。

[0036] 描述了用于无线通信的另一装置。该装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可能能操作为使得所述处理器进行以下操作：接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；执行对所述码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集的奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0037] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括能操作为使得处理器进行以下操作的指令：接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；执行对所述码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集的奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0038] 描述了无线通信的方法。该方法可以包括：接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；执行对所述码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集进行奇偶校验，以至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0039] 描述了用于无线通信的装置。该装置可以包括：用于接收包括使用极化码编码的码字的信号的单元，其中所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；用于执行对所述码字的解码的单元，其至少包括：对解码路径的第一子集进行奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及用于至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特的单元。

[0040] 描述了用于无线通信的另一装置。该装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可能操作为使得所述处理器进行以下操作：接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；执行对所述码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集进行奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0041] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括能操作为使得处理器及进行以下操作的指令：接收包括使用极化码编码的码字的信号，所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的，以用于对所述码字的联合检测和解码；执行对所述码字的解码，其至少包括：对解码路径的第一子集进行奇偶校验，以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对所述码字的解码的提早终止的决定，至少部分地基于所述动态冻结比特，来生成用于所述解码路径的均通过所述奇偶校验的第二子集的路径度量，以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量，来对与所述解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测；以及至少部分地基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0042] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用

于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：对所述解码路径进行扩展以获得扩展解码路径；以及根据路径选择标准，来选择所述扩展解码路径的子集。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述路径选择标准可以是至少部分地基于所述扩展解码路径的路径度量的。

[0043] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：确定在所述扩展解码路径的所述子集中的全部解码路径未能通过所述奇偶校验；以及终止对所述码字的解码。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：确定在所述扩展解码路径的所述子集中的至少一个解码路径通过了所述奇偶校验；以及生成用于所述扩展解码路径的所述子集的路径度量。

[0044] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比特序列来计算第一错误检测码；至少部分地基于所述比特序列来识别第二错误检测码；以及将所述第一错误检测码与所述第二错误检测码进行比较。

[0045] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比较，来确定所述比特序列通过了所述错误检测；以及输出所述比特序列。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比较，来确定所述比特序列未能通过错误检测；以及至少部分地基于所述未能通过来输出错误。

[0046] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，执行对至少包括对所述解码路径的第一子集的所述奇偶校验的所述码字的解码包括：至少部分地基于沿着第一解码路径的在所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特之前发生的、所述解码路径的第一子集的所述第一解码路径的多个比特，来计算奇偶校验值；以及将所述奇偶校验值与所述第一动态冻结比特的值进行比较。

[0047] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令：至少部分地基于所述比较，来确定所述第一解码路径通过了所述奇偶校验。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，执行对至少包括生成用于所述解码路径的第二子集的路径度量的所述码字的解码包括：至少部分地基于确定计算出的所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特的值与确定的所述动态冻结比特的判决值不同，来向在所述解码路径的第二子集中的第一解码路径添加路径度量惩罚。

[0048] 描述了无线通信的方法。该方法可以包括：基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性，将所述子信道分配给多个信息比特和多个奇偶比特；通过将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集，来生成所述多个奇偶比特的各奇偶比特，所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的；基于将所述多个信息比特和所述多个奇偶比特加载到所分配的子信道中，来生成使用所述极化码编码的码字；以及发送所述码字。

[0049] 描述了用于无线通信的装置。该装置可以包括：用于基于极化码的子信道中的各

子信道的可靠性,将所述子信道分配给多个信息比特和多个奇偶比特的单元;用于通过将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集,来生成所述多个奇偶比特的各奇偶比特的单元,所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的;用于基于将所述多个信息比特和所述多个奇偶比特加载到所分配的子信道中,来生成使用所述极化码编码的码字的单元;以及用于发送所述码字的单元。

[0050] 描述了用于无线通信的另一装置。该装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可能操作为使得所述处理器进行以下操作:基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将所述子信道分配给多个信息比特和多个奇偶比特;通过将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集,来生成所述多个奇偶比特的各奇偶比特,所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的;基于将所述多个信息比特和所述多个奇偶比特加载到所分配的子信道中,来生成使用所述极化码编码的码字;以及发送所述码字。

[0051] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括能操作为使得处理器进行以下操作的指令:基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将所述子信道分配给多个信息比特和多个奇偶比特;通过将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集,来生成所述多个奇偶比特的各奇偶比特,所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的;基于将所述多个信息比特和所述多个奇偶比特加载到所分配的子信道中,来生成使用所述极化码编码的码字;以及发送所述码字。

[0052] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的所述一个或多个子集包括:对于各奇偶比特而言,根据所述解码顺序,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的在与所述各奇偶比特相对应的子信道之前的各子集。

[0053] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的所述一个或多个子集包括:对于各奇偶比特而言,根据所述解码顺序,将所述布尔运算应用于所述多个信息比特的在与所述各奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集。

[0054] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述多个奇偶比特的数量可以是基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间使能提早终止的。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述多个奇偶比特的数量可以是三(3)。

[0055] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,分配所述极化码的所述子信道还包括:识别用于所述多个信息比特的所述子信道的第一子集和用于所述多个奇偶比特的所述子信道的第二子集,其中所述多个信息比特可以被分配给具有比分配给所述多个奇偶比特的子信道要高的可靠性的子信道。

[0056] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:将所述极化码的子信道分配给多个冻结比特,其中,所述多个信息比特和所述多个奇偶比特被分配给具有比分配给在所述解码顺序中的第一信息比特之后的所述多个冻结比特的子集的子信道要高的可靠性的子信道。

[0057] 描述了无线通信的方法。该方法可以包括：监测用于与使用极化码编码的码字相对应的码字候选的信号，所述码字是基于多个信息比特和多个奇偶比特来生成的，其中，所述多个信息比特和所述多个奇偶比特是基于所述极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给所述子信道的；执行对所述码字候选的解码，其至少包括：通过将布尔运算应用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集，来计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值，所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的；对所述多个解码路径进行奇偶校验，以用于基于所述奇偶校验值和所述多个奇偶比特来确定是否终止对所述码字候选的解码；以及基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0058] 描述了用于无线通信的装置。该装置可以包括：用于监测用于与使用极化码编码的码字相对应的码字候选的信号的单元，所述码字是基于多个信息比特和多个奇偶比特来生成的，其中，所述多个信息比特和所述多个奇偶比特是基于所述极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给所述子信道的；用于执行对所述码字候选的解码的单元，其至少包括：通过将布尔运算应用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集，来计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值，所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的；用于对所述多个解码路径进行奇偶校验，以用于基于所述奇偶校验值和所述多个奇偶比特来确定是否终止对所述码字候选的解码的单元；以及用于基于所述解码的结果来处理所述信息比特的单元。

[0059] 描述了用于无线通信的另一装置。该装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可能能操作为使得所述处理器进行以下操作：监测用于与使用极化码编码的码字相对应的码字候选的信号，所述码字是基于多个信息比特和多个奇偶比特来生成的，其中，所述多个信息比特和所述多个奇偶比特是基于所述极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给所述子信道的；执行对所述码字候选的解码，其至少包括：通过将布尔运算应用于针对多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集，来计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值，所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的；对所述多个解码路径进行奇偶校验，以用于基于所述奇偶校验值和所述多个奇偶比特来确定是否终止对所述码字候选的解码；以及基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0060] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括能操作为使得处理器进行以下操作的指令：监测用于与使用极化码编码的码字相对应的码字候选的信号，所述码字是基于多个信息比特和多个奇偶比特来生成的，其中，所述多个信息比特和所述多个奇偶比特是基于所述极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给所述子信道的；执行对所述码字候选的解码，其至少包括：通过将布尔运算应用于针对多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集，来计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值，所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据所述子信道的解码顺序来确定的；对所述多个解码路径进行奇偶校验，以用于基于所述奇偶校验值和所述多个奇偶比特来确定是否终

止对所述码字候选的解码;以及基于所述解码的结果来处理所述信息比特。

[0061] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述奇偶比特的奇偶校验值包括:基于根据所述解码顺序将所述布尔运算应用于所述多个解码路径中的所述各解码路径的所述多个信息比特的在与所述奇偶比特相对应的子信道之前的各子集,来计算所述奇偶校验值。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:将所述奇偶校验值与相应的奇偶比特的值进行比较。

[0062] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述奇偶比特的奇偶校验值包括:基于根据所述解码顺序将所述布尔运算应用于所述多个解码路径中的所述各解码路径的所述多个信息比特的在与所述奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集,来计算所述奇偶校验值。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:将所述奇偶校验值与所述奇偶比特进行比较。

[0063] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:对用于与所述奇偶比特相对应的子信道的所述解码路径进行扩展,以获得扩展解码路径。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:根据路径选择标准来选择所述扩展解码路径的子集。

[0064] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:确定在所述扩展解码路径的所述子集中的全部解码路径未能通过所述比较。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:终止对所述码字候选的解码。

[0065] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:确定在所述扩展解码路径的所述子集中的至少一个解码路径通过了所述奇偶校验。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例还可以包括用于进行以下操作的过程、特征、单元或指令:继续对所述码字候选的解码。

[0066] 在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述多个奇偶比特的数量可以是基于在奇偶导向的SCL解码期间使能提早终止的。在上文中描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述多个奇偶比特的数量可以是三(3)。

附图说明

[0067] 图1根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的无线通信的系统的示例。

[0068] 图2根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的无线通信系统的示例。

[0069] 图3根据本公开内容的各方面示出了在解码顺序中的支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的极化码的子信道的示例表示。

[0070] 图4根据本公开内容的各方面示出了在解码顺序中的支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的极化码的子信道的示例。

[0071] 图5根据本公开内容的各方面示出了在解码顺序中的支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的极化码的子信道的示例。

[0072] 图6根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的有效载荷的示例。

[0073] 图7根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的解码器的示例示意图。

[0074] 图8根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的流程图的示例。

[0075] 图9根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的编码树的示例。

[0076] 图10根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的编码树的示例。

[0077] 图11根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的编码树的示例。

[0078] 图12根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的流程图的示例。

[0079] 图13至图15根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的设备的方块图。

[0080] 图16根据本公开内容的各方面示出了包括支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的UE的系统的方块图。

[0081] 图17根据本公开内容的各方面示出了包括支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的基站的系统的方块图。

[0082] 图18至图26根据本公开内容的各方面示出了用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法。

具体实施方式

[0083] 所描述的技术涉及支持极化码的动态冻结比特,以及生成和分析用于提早终止和改进的性能的极化码的奇偶比特的改进的方法、系统、设备或装置。在本文中,动态冻结比特还可以包括奇偶比特,以及动态冻结比特和奇偶比特可以是互换地指代的。极化码是线性块纠错码的示例,以及是可证明地实现增加的信道容量的第一编码技术。用于极化码的子信道的数量遵循幂函数(例如, 2^x),其中多个信息比特被映射到不同的极化的子信道(例如,极化信道索引)。给定的极化信道索引的容量可以是取决于极化信道索引的可靠性度量的。

[0084] 编码器可以接收包括用于编码的信息比特的信息向量,使用极化码对信息比特进行编码来生成码字,以及经由无线通信信道来发送码字。另外,编码器可以接收用于编码的

信息比特(例如,源比特、错误检测码(EDC)比特)集合,以及将信息比特集合加载到极化信道索引集合上,其中剩余的极化信道索引被加载具有冻结比特。编码器可以使用极化码对信息比特和冻结比特进行编码来生成码字,以及经由无线通信信道来发送码字。解码器可以接收该码字,以及使用尝试从该码字中重新获得信息比特的解码技术。

[0085] 在一些无线系统中,解码器可以是连续消除(SC)解码器的示例。SC解码器可以确定用于接收到的码字的比特信道的输入对数似然比(LLR)。在解码期间,SC解码器可以基于这些输入LLR来确定解码的LLR(例如,软比特),其中经解码的LLR对应于极化码的各比特信道。这些经解码的LLR可以称为比特度量。在一些情况下,如果LLR是零或正值,则SC解码器可以确定对应的比特是0比特,以及负的LLR可以对应于1比特。SC解码器可以使用比特度量来确定经解码的比特值。

[0086] 在一些情况下,连续消除列表(SCL)解码可以用于对码字进行解码。SCL解码器可以采用多个并发的SC解码过程,以对码字候选(例如,针对“N”和“k”的给定组合的假设)进行解码。由于多个SC解码过程的组合,SCL解码器可以计算多个候选路径。例如,列表大小为“L”的SCL解码器(例如,SCL解码器具有L个SC解码过程)可以计算L个候选路径以及用于各候选路径的对应的可靠性度量(例如,路径度量)。路径度量可以表示解码路径候选的可靠性。在SCL解码中,解码器可以确定通过编码树的候选路径,以及为了限制计算复杂度,在各解码级别处仅保持列表大小为L的通过编码树的路径的数量。候选路径在本文中还可以称为解码路径。在一示例中,在解码期间,候选路径可以是通过“0”或“1”的硬判决值来在编码树的各子信道处扩展的。通过一个额外的比特来对L个候选路径进行扩展导致 $2L$ 个可能的路径。在SCL解码中,解码器可以计算用于各候选路径的路径度量,以及选择 $2L$ 个可能的路径中具有最佳路径度量的L个路径。路径度量可以是用于沿着候选路径的逐个比特值的转换的成本总和。向候选路径添加具有特定值的比特可以是与表示该比特值正确的概率的成本相关联的。

[0087] 例如,向候选路径添加具有特定值的比特可以是与表示该比特值对于该候选路径而言是正确的概率的成本相关联的。路径度量可以是基于所确定的比特度量和在各比特信道处选择的比特值的。SCL解码器可以具有等于在接收到的码字中的比特信道的数量的多个级别。在各级别处,各候选路径可以基于0比特和1比特的路径度量来选择0比特或1比特(例如,硬比特)。SCL解码器可以基于路径度量,来在各信息比特位置处选择候选路径。例如,SCL解码器可以选择具有最高路径度量的L个候选路径。

[0088] 在一些情况下,循环冗余码校验(CRC)辅助SCL(CA-SCL)解码可以用以以增加错误警报率(FAR)为代价(例如,FAR可以随着列表大小L增加而增加)来改进检测率。在CA-SCL中,解码器可以获得与候选路径相对应的比特序列,以及从该比特序列中提取信息比特和CRC比特。解码器可以将与由编码器应用的相同的CRC算法应用于信息比特,以生成计算出的CRC比特。解码器可以将计算出的CRC比特与提取出的CRC比特进行比较以寻找匹配。如果找到匹配,则解码器确定已经对码字进行了正确解码,以及从比特序列中输出信息比特。如果没有找到匹配,则解码器可以校验下一候选路径的比特序列。如果全部候选路径未能通过CRC,则解码器可以输出解码错误。

[0089] 极化码可以由具有不同可靠性级别的多个子信道构成的。子信道可靠性可以将要携带信息的子信道的容量表示为经编码的码字的一部分。具有较高可靠性的极化码的子

信道用以对信息比特进行编码,以及剩余的子信道用以对冻结比特进行编码。对于N个子信道而言,K个信息比特可以被加载到K个最可靠的子信道中,以及N-K个冻结比特可以被加载到N-K个最不可靠的子信道中,其中 $K < N$ 。冻结比特是具有对于解码器而言已知的值的比特,以及通常设置为“0”。然而,只要解码器知道或可以根据先前接收到的信息比特(例如,基于码字的解码顺序的提早解码的比特)来计算冻结比特值的值,冻结比特的值就可以是任何值。具有取决于先前接收到的信息比特的值的冻结比特可以称为“动态冻结比特”。在一些示例中,动态冻结比特可以是奇偶校验比特,其具有根据在解码顺序中的动态冻结比特之前的规定数量的比特来确定的值。

[0090] 动态冻结比特可以通过改进路径度量权重分布来改进性能。当对通过编码树的候选路径进行扩展以包括与在编码树内的动态冻结比特的的位置相对应的其它比特时,SCL解码器可以使用计算出的动态冻结比特值来选择 $2L$ 个可能的路径中通过奇偶校验的 L 个路径。例如,SCL解码器可以针对 $2L$ 个可能的路径中的各路径,根据沿候选路径的信息比特来计算奇偶值,以用于与动态冻结比特值进行比较,以及可以选择在 $2L$ 个可能的路径中计算出的奇偶值与动态冻结比特值匹配的 L 个路径。然后,SCL解码器可以计算用于所选择的 L 个路径中的各路径的路径度量,以及如果例如计算出的比特的奇偶值与用于该比特的硬判决不同时,可以向路径度量分配惩罚。因此当计算出的比特的奇偶值与用于该比特的硬判决不同时,可以通过添加惩罚来改进路径度量权重分布。

[0091] 动态冻结比特可以用于SCL解码的提早终止。当对通过编码树的候选路径进行扩展以包括与在编码树内的动态冻结比特的的位置相对应的其它比特时,SCL解码器可以使用路径度量来选择 $2L$ 个可能的路径中的 L 个路径(例如,最佳的 L 个路径)。然后,SCL解码器可以根据沿着所选择的 L 个候选路径中的一个路径的信息比特来计算奇偶值,以用于与动态冻结比特值进行比较。如果计算出的值与动态冻结比特值不匹配,则SCL解码器可以确定该候选路径未能通过奇偶校验。如果所选择的 L 个候选路径中全部候选路径未能通过奇偶校验失败,则SCL解码器可以宣布解码错误以及终止解码。解码的提早终止可以节省功率。

[0092] 除了信息比特和冻结比特之外,一些称为“奇偶比特”的比特可以根据信息比特来确定的。奇偶比特可以通过改进路径度量权重分布来改进性能。对于SC或SCL解码而言,奇偶比特可以认为是用于路径选择的信息比特(例如,用于各候选路径的路径选择可以是基于路径度量的)。

[0093] 奇偶比特还可以用于SCL解码的提早终止。当对通过编码树的候选路径进行扩展以包括与在编码树内的奇偶比特的的位置相对应的其它比特时,SCL解码器可以使用路径度量来选择 $2L$ 个可能的路径中的 L 个路径(例如,最佳的 L 个路径)。然后,SCL解码器可以根据沿着所选择的 L 个候选路径中的一个候选路径的信息比特来计算奇偶校验值,以用于与奇偶比特值进行比较。如果计算出的奇偶校验值与奇偶比特值不匹配,则SCL解码器可以确定该候选路径未能通过奇偶校验。如果所选择的 L 个候选路径中的全部候选路径未能通过奇偶校验,则SCL解码器可以宣布解码错误以及终止解码。解码的提早终止可以节省功率。

[0094] 常规地,用以生成奇偶比特的技术可以包括使用循环移位寄存器来计算奇偶比特的值。然而,这样的技术可能涉及由循环移位寄存器执行的若干操作。进一步地,当丢弃或克隆对应的候选路径时,用于各候选路径的循环移位寄存器可以节省用于各候选路径以及被丢弃或克隆。因此,用于生成针对经极化编码的码字的奇偶比特的常规技术可能是复杂

的。如在本文中描述的,发送设备可以支持用于生成针对经极化编码的码字的奇偶比特的高效技术。具体而言,在发送设备处的编码器可以基于将布尔运算(例如,异或(XOR)、否定异或(XNOR)等)应用于在解码顺序中的奇偶比特之前的信息比特来生成奇偶比特。相应地,解码器可以执行类似的技术来识别可以与奇偶比特值进行比较的奇偶校验值,以确定路径度量权重分布或者确定是否执行提早终止。

[0095] 常规地,通过检测性能改进和提早终止提供的利益不是同时获得的。为了改进性能,对动态冻结比特的奇偶校验用以选择始终通过奇偶校验和因此绕过提早终止的路径。相比而言,提早终止基于路径度量来选择路径,以及使用奇偶校验以用于关于最佳候选路径中没有任何一个候选路径将是正确解码的序列的提早确定。另外,使用奇偶校验来选择候选路径以增加错误警报率为代价增加了找到正确码字的可能性。

[0096] 为了解决这些问题和其它问题,在本文中描述的示例可以使解码器能够同时对使用极化码编码的码字的检测和CA-SCL解码。在编码期间,可以增加错误检测比特的数量以改进错误警报率,以及可以采用动态冻结比特来同时使能提早终止和性能改进。可以通过使解码器能够使用CA-SCL解码以及对候选路径的提早修剪来改进性能。所提出的算法还通过使能提早终止来改进解码器功率效率。

[0097] 本公开内容的各方面最初是在无线通信系统的上下文中描述的。该无线通信系统可以实现奇偶辅助列表解码算法,以支持提早终止和改进的性能。本公开内容的各方面是通过以及参考与用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特相关的装置图、系统图和流程图来进一步示出和描述的。

[0098] 图1根据本公开内容的各个方面示出了无线通信系统100的示例。无线通信系统100包括基站105、UE 115和核心网130。在一些示例中,无线通信系统100可以是长期演进(LTE)、改进的LTE(LTE-A)网络或者新无线电(NR)网络。在一些情况下,无线通信系统100可以支持增强型宽带通信、超可靠(即,关键任务)通信、低延时通信以及与低成本和低复杂度设备的通信。

[0099] 诸如基站105和UE 115的发射机可以将错误检测算法应用于信息比特以生成错误检测码的比特,可以基于解码顺序来生成动态冻结比特,以及可以生成包括错误检测码的比特、信息比特和动态冻结比特的有效载荷。发射机可以对有效载荷执行极化编码算法,以生成经由通信信道发送的经极化编码的码字。诸如基站105和UE 115的接收机可以接收包括经极化编码的码字的信号,以及执行支持提早终止和改进的性能的奇偶辅助列表解码算法。

[0100] 在一些实例中,基站105可以是发射机,以及UE 115可以是接收机。在其它实例中,UE 115可以是发射机,以及基站105可以是接收机。在进一步的实例中,第一基站105可以是发射机,以及第二基站105可以是接收机。在额外的实例中,第一UE 115可以是发射机,以及第二UE 115可以是接收机。不同于基站和接收机的设备还可以是发射机和接收机中一者或两者。

[0101] 基站105可以经由一个或多个基站天线来与UE 115无线地进行通信。各基站105可以提供针对相应的地理覆盖区域110的通信覆盖。在无线通信系统100中示出的通信链路125可以包括从UE 115到基站105的上行链路传输或者从基站105到UE 115的下行链路传输。控制信息和数据可以是根据各种技术在上行链路信道或下行链路信道上复用的。例

如,控制信息和数据可以是使用时分复用(TDM)技术、频分复用(FDM)技术或混合TDM-FDM技术在下行链路信道上复用的。在一些示例中,在下行链路信道的传输时间间隔(TTI)期间发送的控制信息可以以级联方式分布在不同的控制区域之间(例如,分布在公共控制区域与一个或多个特定于UE的控制区域之间)。

[0102] UE 115可以是遍及无线通信系统100来散布的,以及各UE 115可以是静止的或者移动的。UE 115还可以称为移动站、订户站、移动单元、订户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动订户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手机、用户代理、移动客户端、客户端、或者某种其它合适的术语。UE 115还可以是蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、无线调制解调器、无线通信设备、手持设备、平板计算机、笔记本电脑、无绳电话、个人电子设备、手持设备、个人计算机、无线本地环路(WLL)站、物联网(IoT)设备、万物互联网(IoE)设备、机器类型通信(MTC)设备、电器、汽车等等。

[0103] 在一些情况下,UE 115还可能能够与其它UE直接地进行通信(例如,使用对等(P2P)协议或设备对设备(D2D)协议)。利用D2D通信的UE 115组中的一个或多个UE可以在小区的地理覆盖区域110内的。在这样的组中的其它UE 115可以在小区的覆盖区域110之外的,或者以其它方式不能够从基站105接收传输。在一些情况下,经由D2D通信进行通信的UE 115组可以利用一对多(1:M)系统,在该系统中,各UE 115向在该组中的每个其它UE 115进行发送。在一些情况下,基站105促进对用于D2D通信的资源的调度。在其它情况下,D2D通信是独立于基站105来执行的。

[0104] 诸如MTC或IoT设备的一些UE 115可以是低成本或低复杂度设备,以及可以为在机器之间的自动化通信(即,机器对机器(M2M)通信)做准备。M2M或MTC可以指的是允许设备在没有人工干预的情况下相互通信或者与基站进行通信的数据通信技术。例如,M2M或MTC可以指的是来自整合传感器或仪表以测量或者捕获信息以及将该信息中继到中央服务器或者应用程序的设备的通信,所述中央服务器或者应用程序可以充分利用该信息或者将该信息呈现给与该程序或应用进行交互的人员。一些UE 115可以被设计为收集信息或者使能机器的自动化行为。用于MTC设备的应用的示例包括:智能仪表、库存监测、水位监测、设备监测、医疗保健监测、野生动物监测、天气和地质事件监测、船队管理和跟踪、远程安全感测、物理接入控制和基于交易的商业计费。

[0105] 在一些情况下,MTC设备可以减少的峰值速率来使用半双工(单向)通信进行操作。MTC设备还可以被配置为:当没有参与活动的通信时,进入省电“深度休眠”模式。在一些情况下,MTC或IoT设备可以被设计为支持关键任务功能,以及无线通信系统可以被配置为提供针对这些功能的超可靠的通信。

[0106] 基站105可以与核心网130进行通信以及相互进行通信。例如,基站105可以通过回程链路132(例如,S1等等)来与核心网130连接。基站105可以在回程链路134(例如,X2等等)上相互直接地或者间接地(例如,通过核心网130)进行通信。基站105可以执行用于与UE 115的通信的无线配置和调度,或者可以在基站控制器(没有示出)的控制下进行操作。在一些示例中,基站105可以是宏小区、小型小区、热点等等。基站105还可以称为演进型节点B(eNB) 105。

[0107] 基站105可以通过S1接口连接到核心网130。核心网可以是演进分组核心(EPC),其可以包括至少一个移动性管理实体(MME)、至少一个服务网关(S-GW)和至少一个分组数据

网络 (PDN) 网关 (P-GW)。MME可以是处理在UE 115与EPC之间的信令的控制节点。全部用户互联网协议 (IP) 分组可以通过S-GW来传送,所述S-GW自身可以连接到P-GW。P-GW可以提供IP地址分配以及其它功能。P-GW可以连接到网络运营商IP服务。运营商IP服务可以包括互联网、内联网、IP多媒体子系统 (IMS) 以及分组交换 (PS) 流服务。

[0108] 核心网130可以提供用户鉴权、接入授权、跟踪、互联网协议 (IP) 连接、以及其它接入、路由或者移动性功能。网络设备 (诸如基站105) 中的至少一些网络设备可以包括诸如接入网络实体的子组件,其可以是接入节点控制器 (ANC) 的示例。各接入网络实体可以通过多个其它接入网络传输实体 (其中的各接入网络实体可以是智能无线头端或者发送/接收点 (TRP) 的示例) 来与多个UE 115进行通信。在一些配置中,各接入网络实体或基站105的各种功能可以是跨越各种网络设备 (例如,无线头端和接入网络控制器) 来分布的,或者合并到单个网络设备 (例如,基站105) 中。

[0109] 无线通信系统100可以使用从300MHz到3GHz的频带来在特高频 (UHF) 区域中进行操作。该区域还可以称为分米波段,这是由于其波长范围在长度上大约是从一分米到一米。UHF波可能主要以视距进行传播,以及可能被建筑物和环境特征阻挡。然而,这些波可以充分地穿透墙壁,以向位于室内的UE 115提供服务。与使用频谱的高频 (HF) 或者甚高频 (VHF) 部分的较小的频率 (和较长的波) 的传输相比,UHF波的传输的特征在于更小的天线和更短的距离 (例如,小于100千米)。无线通信系统100还可以使用从3GHz到30GHz的频带来在超高频 (SHF) 区域 (以其它方式称为厘米波段) 中进行操作。在一些情况下,无线通信系统100还可以利用频谱 (例如,从30GHz到300GHz) 的极高频 (EHF) 部分 (还称为毫米波段)。使用该区域的系统可以称为毫米波 (mmW) 系统。因此,EHF天线可能甚至比UHF天线更小和更密集。在一些情况下,这可以促进对在UE 115内的天线阵列的使用 (例如,用于定向的波束成形)。然而,EHF传输可能会遭受比UHF传输更大的大气衰减和更短的距离的影响。在本文中公开的技术可以是跨越使用一个或多个不同的频域的传输来采用的。

[0110] 无线通信系统100可以支持在UE 115与基站105之间的毫米波 (mmW) 通信。在mmW、SHF或EHF频带中进行操作的设备可以具有多个天线以允许波束成形。也就是说,基站105可以使用多个天线或天线阵列来进行波束成形操作,以用于与UE 115的定向通信。波束成形 (其还可以称为空间滤波或定向传输) 是可以在发射机 (例如,基站105) 处使用以沿目标接收机 (例如,UE 115) 的方向对整体的天线波束进行整形或者控制的信号处理技术。这可以通过对在阵列中的元件进行组合来实现的,以这样的方式以特定角度的发送信号经历相长干涉而其它信号经历相消干涉。例如,基站105可以具有天线阵列,所述天线阵列具有多行和多列的天线端口,其中基站105可以在其与UE 115的通信中使用这些天线端口进行波束成形。信号可以是沿不同的方向多次地发送的 (例如,可以对各传输进行不同地波束成形)。mmW接收机 (例如,UE 115) 可以在接收同步信号的同时尝试多个波束 (例如,天线子阵列)。多输入多输出 (MIMO) 无线系统使用在发射机 (例如,基站105) 与接收机 (例如,UE 115) 之间的传输方案,其中发射机和接收机两者装备有多个天线。

[0111] 在一些情况下,基站105或UE 115的天线可以位于一个或多个天线阵列内,所述天线阵列可以支持波束成形或MIMO操作。一个或多个基站天线或天线阵列可以共址于诸如天线塔的天线组件处。在一些情况下,与基站105相关联的天线或天线阵列可以位于不同的地理位置。基站105可以使用多个天线或天线阵列来进行波束成形操作,以用于与UE 115的定

向通信。

[0112] 在一些情况下,无线通信系统100可以根据分层的协议栈进行操作的基于分组的网络。在用户平面中,在承载或者分组数据汇聚协议(PDCP)层处的通信可以是基于IP的。在一些情况下,无线链路控制(RLC)层可以执行分组分段和重组,以在逻辑信道上进行通信。介质访问控制(MAC)层可以执行优先级处理,以及对逻辑信道到传输信道的复用。MAC层还可以使用混合ARQ(HARQ)来提供在MAC层处的重传,以改进链路效率。在控制平面中,无线资源控制(RRC)协议层可以提供在UE 115与网络设备、网络设备或者支持用于用户平面数据的无线承载的核心网130之间的RRC连接的建立、配置和维持。在物理(PHY)层处,传输信道可以被映射到物理信道。

[0113] 在LTE或NR中的时间间隔可以是以基本时间单位的倍数(其可以是 $T_s = 1/30,720,000$ 秒的采样周期)来表达的。时间资源可以根据长度为10毫秒($T_f = 307200T_s$)的无线帧来组织,所述无线帧可以通过范围从0到1023的系统帧号(SFN)来标识。各帧可以包括编号从0到9的10个1毫秒子帧。子帧可以进一步被划分为2个0.5毫秒的时隙,其中的各时隙包含6或7个调制符号周期(取决于前缀到各符号周期的循环前缀的长度)。排除循环前缀,各符号包含2048个样本周期。在一些情况下,子帧可以是最小调度单元,还称为TTI。在其它情况下,TTI可以是比子帧要短的,或者可以是动态地选择的(例如,在短TTI突发中,或者在使用短TTI的选择的分量载波中)。

[0114] 资源元素可以包括一个符号周期和一个子载波(例如,15KHz频率范围)。资源块可以在频域中包含12个连续子载波,以及对于在各OFDM符号中的正常循环前缀而言,在时域(1个时隙)中包含7个连续的OFDM符号,或者84个资源元素。通过各资源元素携带的比特数量可以取决于调制方案(可以在各符号周期期间选择的符号的配置)。因此,UE接收的资源块越多以及调制方案越高,则数据速率越高。

[0115] 无线通信系统100可以支持在多个小区或者载波上的操作,其特征可以称为载波聚合(CA)或者多载波操作。载波还可以称为分量载波(CC)、层、信道等等。术语“载波”、“分量载波”、“小区”和“信道”在本文中可以是互换地使用的。UE 115可以被配置具有多个下行链路CC和一个或多个上行链路CC以用于载波聚合。载波聚合可以是与频分双工(FDD)分量载波和时分双工(TDD)分量载波两者来使用的。

[0116] 在一些情况下,无线通信系统100可以利用增强型分量载波(eCC)。eCC可以通过包括以下各项的一个或多个特征来表征:较宽的带宽、较短的符号持续时间、较短的TTI和修改的控制信道配置。在一些情况下,eCC可以是与载波聚合配置或者双连接配置(例如,当多个服务小区具有次优或者非理想的回程链路时)相关联的。eCC还可以被配置用于在非许可的频谱或者共享的频谱中使用(其中允许多于一个的运营商使用该频谱)。通过宽带宽表征的eCC可以包括一个或多个分段,其中不能够监测整个带宽或者优选使用有限的带宽的UE 115可以利用这些分段(例如,以节省功率)。

[0117] 在一些情况下,eCC可以利用与其它CC不同的符号持续时间,这可以包括:与其它CC的符号持续时间相比,对减少的符号持续时间的使用。较短的符号持续时间是与增加子载波间隔相关联的。利用eCC的设备(诸如UE 115或基站105)可以以减少的符号持续时间(例如,16.67微秒)来发送宽带信号(例如,20、40、60、80MHz等等)。在eCC中的TTI可以包括一个或多个符号。在一些情况下,TTI持续时间(也就是说,在TTI中的符号的数量)可以是可

变的。

[0118] 可以在NR共享频谱系统中利用共享的无线频谱。例如, NR共享频谱可以利用许可的、共享的和非许可的频谱等等的任何组合。eCC符号持续时间和子载波间隔的灵活性可以允许对跨越多个频谱的eCC的使用。在一些示例中, NR共享频谱可以增加频谱利用率和频谱效率, 特别是通过对资源的垂直(例如, 跨越频率)和水平(例如, 跨越时间)共享。

[0119] 在一些情况下, 无线通信系统100可以利用许可的和非许可的无线频谱频带两者。例如, 无线通信系统100可以采用LTE许可辅助接入(LTE-LAA)或者LTE非许可(LTE U)无线接入技术、或者在诸如5GHz工业、科学和医疗(ISM)频带的非许可频带中的NR技术。当在非许可的无线频谱频带中进行操作时, 诸如基站105和UE 115的无线设备可以采用先听后讲(LBT)过程, 以确保在发送数据之前信道是空闲的。在一些情况下, 在非许可的频带中的操作可以是基于结合在许可的频带中操作的CC的CA配置的。在非许可的频谱中的操作可以包括下行链路传输、上行链路传输或者两者。在非许可的频谱中的双工可以是基于频分双工(FDD)、时分双工(TDD)或者两者的组合的。

[0120] 无线通信系统100可以实现奇偶辅助列表解码算法以支持提早终止和改进的性能。可以生成动态冻结比特, 以及可以选择EDC比特的长度, 以实现期望的错误警报率、期望的检测率以及对解码过程的基于奇偶的提早终止。

[0121] 在本文中描述的技术的一些示例中, 发射机(例如, 基站105或UE 115)可以识别要发送给接收机(例如, 基站105或UE 115)的信息比特。为了使能在接收机处的提早终止, 发射机可以基于要发送给接收机的信息比特和比特的解码顺序来生成奇偶比特。如在本文中描述的, 各奇偶比特可以是基于将布尔运算(例如, XOR)应用于在解码顺序中的信息比特的一个或多个之前的子集来生成的。然后, 发射机可以使用极化码对包括信息比特和奇偶比特的码字进行编码, 以及发射机可以经由通信信道向接收机发送经极化编码的码字。接收机可以接收包括经极化编码的码字的信号, 以及执行支持提早终止和改进的性能的奇偶辅助列表解码算法。

[0122] 在一些实例中, 基站105可以是发射机, 以及UE 115可以是接收机。在其它实例中, UE 115可以是发射机, 以及基站105可以是接收机。在进一步的实例中, 第一基站105可以是发射机, 以及第二基站105可以是接收机。在额外的实例中, 第一UE 115可以是发射机, 以及第二UE 115可以是接收机。不同于基站105和UE 115的设备还可以是发射机和接收机中的一者或两者。

[0123] 图2根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的无线通信系统200的示例。在一些示例中, 无线通信系统200可以实现无线通信系统100的各方面。无线通信系统200可以包括基站105-a和UE 115-a。基站105-a是图1的基站105的示例, 以及UE 115-a是图1的UE 115的示例。

[0124] 基站105-a可以使用极化编码来对信息比特进行编码, 以用于经由通信信道235去往UE 115-a的传输。在其它示例中, UE 115-a可以使用这些相同的技术来对数据进行编码, 以用于去往基站105-a或另一UE的传输。在进一步的示例中, 基站105-a可以使用这些相同的技术来对数据进行编码, 以用于去往另一基站105-a的传输。此外, 不同于基站105-a和UE 115-a的设备可以使用在本文中描述的技术。

[0125] 在所描绘的示例中, 基站105-a可以包括数据源205、EDC编码器210、动态冻结比特

生成器215、极化编码器220、速率匹配器225和调制器230。数据源205可以提供要编码和发送给UE 115-a的k个信息比特的信息向量。数据源205可以耦合到网络、存储设备等等。数据源205可以向EDC编码器210输出该信息向量。

[0126] EDC编码器210可以将错误检测算法应用于信息向量以生成EDC值。EDC值可以是使UE 115-a能够检测在信息向量中的错误的序列,所述错误是由于例如通过在传输信道235中的噪声引起的破坏而导致的。在一示例中,EDC算法可以是循环冗余校验(CRC)算法(例如,线性反馈移位寄存器(LFSR)、递归多项式除法),以及EDC值可以是CRC。可以选择在比特中的EDC值的长度来使UE 115-a能够识别在接收到的包括信息向量的消息中的错误,以及抑制错误警报率。在一些示例中,所选择的EDC值的比特数量可以是至少部分地基于规定的错误警报率、规定的检测率或两者的。增加在比特中的EDC值的长度可以改进识别错误的能力,以及降低错误警报率。在一示例中,EDC值可以具有 $m+c$ 个比特的长度,其中, m 是在用于错误检测的EDC值中的比特数量,以及 c 是在用于错误警报抑制的EDC中的比特数量。在一些实例中,长度 m 可以是固定数量(例如,16比特),以及长度 c 可以是取决于错误警报率的。在一些实例中,基站105-a和UE 115-a中的各基站和UE可以知道长度 m ,以及可以根据在EDC值中的比特数量和长度 m 来导出长度 c 。具有 $m+c$ 个比特的长度可以用作出于维持信号检测的可接受率和用于抑制错误警报率的双重目的。EDC编码器210可以将EDC值附加到信息向量以生成具有 $k+m+c$ 个比特的有效载荷。EDC编码器210可以向动态冻结比特生成器215输出有效载荷。

[0127] 动态冻结比特生成器215可以根据在码字的解码顺序中的各动态冻结比特的各位置之前的信息比特、EDC比特、CRC比特或其某种组合,来生成用于动态冻结比特和/或各奇偶比特的值。图3根据本公开内容的各个方面示出了在解码顺序中的支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的极化码的子信道的图300的示例。动态冻结比特生成器215可以识别在解码顺序中的极化码的子信道。解码顺序可以是解码器245对极化码的子信道进行解码的顺序。动态冻结比特生成器215可以确定解码顺序或以其它方式知道解码顺序(例如,访问在存储器中包括解码顺序的表格)。解码顺序可以指示哪些子信道包括信息比特、EDC比特、CRC比特、奇偶比特、动态冻结比特和冻结比特。

[0128] 具有较高可靠性的极化码的子信道用以对信息比特进行编码,以及剩余的子信道用以对冻结比特进行编码。对于 N 个子信道而言, K 个信息比特可以被加载到 K 个最可靠的子信道中,以及 $N-K$ 个冻结比特可以被加载到最不可靠的子信道的 $N-K$ 个子信道中,其中 $K < N$ 。图300以解码顺序描绘了 N 个子信道,其中左边为子信道0,其后是子信道1,以及按顺序进行到子信道 $N-1$ 。对应于冻结比特的子信道305是使用虚线来描绘的,以及对应于信息比特或EDC比特的子信道310是使用实线来描绘的。所描绘的在解码顺序内的子信道的位置是示例,以及任何特定子信道的位置可以是取决于其相对于极化码的其它子信道的可靠性的。

[0129] 动态冻结比特生成器215可以选择与最高可靠性相关联的规定数量的最佳冻结比特子信道作为动态冻结比特子信道和/或分配给奇偶比特。图4根据本公开内容的各个方面示出了在解码顺序中的支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的极化码的子信道的示意图400的示例。在一示例中,动态冻结比特生成器215可以确定或以其它方式知道冻结比特子信道的可靠性(例如,访问存储在存储器中的指示子信道的可靠性顺序的表格)。动态冻结比特和/或奇偶比特的数量可以是至少部分地基于在奇偶导向的SCL解

码期间的目标检测率、在奇偶导向的SCL解码期间使能提早终止或两者的。

[0130] 在一示例中,如果存在24个冻结比特子信道,则动态冻结比特生成器215可以选择24个动态冻结比特子信道中最可靠的 j 个动态冻结比特子信道作为动态冻结比特子信道(例如, $j=8$)和/或奇偶比特子信道。在一些示例中,极化码的奇偶比特和奇偶比特子信道的数量 j 可以等于三(3)。剩余的冻结比特子信道可以被加载具有规定的值(例如,“0”)。在图4中,冻结比特子信道405-a和405-b被选择为动态冻结比特子信道。在一些示例中,动态冻结比特生成器215可以避免选择连续的冻结比特子信道或者在规定数量的子信道内的子信道作为动态冻结比特子信道,以便动态冻结比特子信道至少在一定程度上是遍及解码顺序来均匀地散布的。当两个连续的(或者在规定数量的范围内的)冻结比特子信道将是基于可靠性来选择的时候,动态冻结比特生成器215可以仅选择两个冻结比特子信道中的一个冻结比特子信道,以及选择不连续(或者不在规定数量的冻结比特子信道内)的下一最不可靠的子信道作为下一动态冻结比特子信道。

[0131] 在通过图4示出的另一示例中,冻结比特子信道405-a和405-b被选择为奇偶比特子信道。在冻结比特子信道405a处的奇偶比特可以规定为 p_1 ,以及在冻结比特子信道405-b处的奇偶比特可以规定为 p_2 。在一些示例中,动态冻结比特生成器215可以避免选择连续的冻结比特子信道或在规定数量的子信道内的子信道作为奇偶比特子信道,以便奇偶比特子信道至少在一定程度上是遍及解码顺序来均匀地散布的。当两个连续的(或者在规定数量的范围内的)冻结比特子信道是基于可靠性来选择的时候,动态冻结比特生成器215可以仅选择两个冻结比特子信道中的一个冻结比特子信道,以及选择不连续(或者不在规定数量的冻结比特子信道内)的下一最不可靠的子信道作为下一奇偶比特子信道。

[0132] 动态冻结比特生成器215然后可以计算动态冻结比特和/或奇偶比特的值。图5示出了在解码顺序中的支持用于提早终止和改进的检测性能的极化码的动态冻结比特的极化码的子信道的示意图500的示例。在一些示例中,动态冻结比特和/或奇偶比特的值可以是取决于在解码顺序中的动态冻结比特或奇偶比特子信道之前的规定数量的信息比特、EDC比特(例如,CRC比特)或两者的。在所描绘的示例中,在子信道405-a处的动态冻结比特和/或奇偶比特的值可以是取决于包括信息比特子信道310-a、EDC比特子信道310-b和信息比特子信道310-c的比特的子集505-a的比特值的,以及在子信道405-b处的动态冻结比特和/或奇偶比特的值可以是取决于包括在EDC比特子信道310-d、EDC比特子信道310-e和信息比特子信道310-f处的比特值的比特的子集505-b的。在一些示例中,在子信道405-b处的奇偶比特的值可以是取决于信息比特(示出为505-b)的在解码顺序中的子信道405-b之前以及在解码顺序中的先前的奇偶比特的子信道405-a之后的两个子集的比特值的。

[0133] 例如,动态冻结比特生成器215可以对在子信道310-a、310-b和310-c处的比特值执行布尔运算(例如,异或(XOR))以计算在子信道405-a处的动态冻结比特和/或奇偶比特的值,以及可以对在子信道310-d、310-e和310-f处的比特值执行布尔运算(例如,异或(XOR))以计算在子信道405-b处的动态冻结比特和/或奇偶比特的值。在一些情况下,一个或多个冻结比特子信道可以是在包括子信道310-a、310-b和310-c的之前的间隔505-a中的,以及可以忽略那些冻结比特子信道305的比特值(例如,不被统计为用于确定动态冻结比特的规定数量的比特)。同样地,一个或多个冻结比特子信道可以是在包括子信道310-d、310-e和310-f的之前的间隔505-b中的,以及可以忽略那些冻结比特子信道的比特值。在一

些示例中,动态冻结比特生成器215可以使用子信道在解码顺序中的来自两个或更多个之前(例如,紧跟在非冻结比特信道之前)的比特值来执行布尔运算。在一些情况下,动态冻结比特和/或奇偶比特的数量可以是取决于在解码顺序中的奇偶校验比特子信道之前的全部数量的信息比特和EDC比特的(例如,取决于 $k+m+c$)。例如,动态冻结比特的数量可以确定为 $j \approx (k+m+c)/g$,其中 g 是用于对各动态冻结比特的计算的信息比特或EDC比特的数量。

[0134] 在一些示例中,在各子信道405处的计算出的各动态冻结比特的值可以在解码期间用作奇偶校验。因为动态冻结比特子信道的位置至少在一定程度上是遍及解码顺序来散布的,所以奇偶校验可以在解码中提供与候选路径导致正确解码(例如,通过EDC)的概率相关的信息。

[0135] 另外地或替代地,奇偶比特的值可以是取决于在解码顺序中的奇偶校验比特子信道之前的全部信息比特、CRC比特或两者的。在所描绘的示例中,在子信道405-a处的奇偶比特的值可以是取决于在解码顺序中的子信道405-a之前的全部信息比特的(即,信息比特的子集505-a)。类似地,在子信道405-b处的奇偶比特的值可以是取决于在解码顺序中的子信道405-b之前的全部信息比特的(即,信息比特的子集505-a和信息比特的子集505-b和505-c)。因此,通用奇偶比特的值可以根据包括505-a、505-b等等的全部信息比特的在解码顺序中的通用奇偶比特之前的子集来规定的。

[0136] 如在上文中论述的,动态冻结比特生成器215可以基于将布尔运算(例如,XOR、XNOR等)应用于一个或多个信息比特的子集505,来确定在子信道405处的奇偶比特的值。例如,动态冻结比特生成器215可以将布尔运算应用于在信息比特的子集505-a中的信息比特,以在子信道405-a处生成奇偶比特。进一步地,动态冻结比特生成器215可以将布尔运算应用于在信息比特的子集505-a和信息比特的子集505-b中的信息比特,以在子信道405-b处生成奇偶比特。在一些情况下,可以忽略在信息比特的子集505-b之间的那些冻结比特子信道305的比特值(例如,不统计在用以确定奇偶比特的比特中)。因此,通用奇偶校验比特的值可以是基于将布尔运算(例如,XOR、XNOR等)应用于包括505-a、505-b等等的全部信息比特的在解码顺序中的通用奇偶比特之前的子集来规定的。

[0137] 虽然在上文中描述的示例论述了基于在解码顺序中的奇偶比特之前的信息比特来确定奇偶比特的值,但是要理解的是,在一些情况下,在解码顺序中的奇偶比特之前可能不存在信息比特,或者在奇偶比特与先前的奇偶比特之间可能不存在信息比特(即, $|A_i| = 0$)。在这样的情况下,奇偶比特(p)的值可以为零(0)(即, $p_i = 0$)。进一步地,虽然在上文中描述的示例是针对于对不同的信息比特的子集执行XOR/XNOR运算,但是要理解的是,在本文中描述的技术可以应用于对不同的信息比特的子集执行另外的或替代的布尔运算。例如,动态冻结比特生成器215可以基于对在信息比特的子集中的两个信息比特的组执行OR和/或AND运算以及然后对通过这些布尔运算造成的比特执行XOR/XNOR运算,来生成奇偶比特。因此,奇偶比特可以是基于嵌套多个布尔运算(例如,OR、AND、XOR、XNOR等)或基于单独的布尔运算来生成的。

[0138] 再次参考图2,动态冻结比特生成器215可以生成动态冻结比特和/或奇偶比特子信道的值,以及向用于极化编码的极化编码器220输出有效载荷。图6根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特和/或奇偶比特的有效载荷600的示例。有效载荷600可以包括信息比特605、错误警报率(FAR)EDC比特610、错误

检测EDC比特615、动态冻结比特620(例如,奇偶比特)和冻结比特625。冻结比特625可以被分配规定的比特值(例如,零)。在一些示例中,FAR EDC比特610和错误检测EDC比特615可以是包括在联合EDC值中的(例如,通过单个EDC功能确定的)。FAR EDC比特610的数量可以是基于用于列表解码器的FAR的归一化来确定的。例如,FAR EDC比特610的数量可以约束由要使用EDC校验的列表解码器生成的候选路径的数量,以便不超过预先确定的FAR。只要不超过使用FAR EDC比特610的数量的预先确定的FAR,列表解码器可以灵活地应用解码技术(例如,列表大小、候选路径选择等等)。

[0139] 再次参考图2,极化编码器220可以对有效载荷600执行极化编码,以生成经极化编码的码字(例如,N个比特的码字)。极化编码器220可以至少部分地基于子信道的各子信道的可靠性,将极化码的子信道分配给信息比特、EDC比特、动态冻结比特、奇偶比特和冻结比特。极化编码器220可以基于可靠性来分配子信道,其中最可靠的子信道被分配给信息比特、EDC比特或两者,下一最可靠的子信道的子集被分配给动态冻结比特和/或奇偶比特,以及剩余的子信道的子集被分配给冻结比特。在一些示例中,极化编码器220可以通过将生成器矩阵与有效载荷600的构造的比特序列相乘来生成码字。速率匹配器225可以从极化编码器220接收码字,以及执行速率匹配。速率匹配可以涉及选择码字的经编码的比特中的一些比特以用于在特定TTI中的传输。调制器230可以对经极化编码的码字进行调制以用于经由无线通信信道235的传输,其中无线通信信道235可能随着噪声使得携带经极化编码的码字的信号失真。

[0140] UE 115-a可以接收包括经极化编码的码字的信号。在一示例中,UE115-a可以包括解调器240、解码器245和数据宿250。解调器240可以接收包括经极化编码的码字的信号,以及将解调后的信号输入到解码器245中以用于对经极化编码的码字的解码。例如,解调后的信号可以是表示接收到的比特为“0”或“1”的概率值的LLR值的序列。解码器245可以对LLR值执行列表解码算法(例如,CA-SCL解码、SCL解码),以及可以提供输出。如果能够成功地对经极化编码的码字进行解码,则解码器245可以向数据宿250输出信息向量的比特序列(例如,向EDC编码器210输入的k个信息比特),以用于使用、存储、去往另一设备的通信(例如,经由有线或无线通信信道的传输)、经由网络的通信等等。另外,解码器245可以指示解码是不成功的。如在上文中记载的,虽然图2的示例描述了基站105-a执行编码和UE 115-a执行解码,但是这些角色可以是反过来的。另外,不同于基站105-a和UE 115-a的设备可以执行编码和解码。

[0141] 根据各个方面,如在下文中描述的,解码器245可以执行同时改进性能和支持提早终止的解码技术。执行对码字的解码可以至少包括:对解码路径的第一子集进行的奇偶校验,以用于至少部分地基于多个动态冻结比特来做出关于对码字的解码的提早终止的决定;至少部分地基于动态冻结比特,来生成用于解码路径的均通过奇偶校验的第二子集的路径度量;以及至少部分地基于多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量,来对与解码路径的第二子集中的至少一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测。

[0142] 图7根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的解码器的示例示意图700。在一些示例中,解码器245-a可以实现解码器245的各方面。

[0143] 解码器245-a可以包括列表解码器705、奇偶校验器710和错误检测器715。列表解

码器705可以执行路径搜索算法以搜索用于对接收的经极化编码的码字进行解码的编码树。如在下文中进一步详细解释的,列表解码器705可以识别通过编码树的候选路径。奇偶校验器710可以执行奇偶校验以用于确定是否提早地终止列表解码过程,以及可以包括用于指导列表解码器705何时终止解码的反馈路径720。奇偶校验器710还可以基于动态冻结比特,来确定满足奇偶校验的通过编码树的候选路径的路径度量。如果解码过程没有提早终止,则列表解码器705可以确定候选路径的列表大小L,以及向错误检测器715输出与L个候选路径相对应的比特序列以用于错误检测。在一些示例中,L可以大于用于错误警报率抑制的EDC比特数量c。在这种情况下,L个路径中的 2^c 个路径(例如,具有最高路径度量的 2^c 个路径)可以是由错误检测器715来校验的,而其它路径可以被丢弃。错误检测器715可以基于路径度量,按顺序地对比特序列迭代地执行错误检测算法。一旦比特序列中的一个比特序列通过了错误检测算法,或者已经对比特序列中的全部比特序列进行了校验并且没有一个比特序列通过了错误检测算法,则错误检测器715可以停止。

[0144] 图8根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的流程图800的示例。方块810至830描述了用于确定是否要提早地终止解码过程的操作,以及方块835-850描述了用于性能改进的技术。流程图800可以开始于805,以及进行到方块810。

[0145] 在810处,解码器245-a的列表解码器705可以对接收到的使用极化码编码的码字执行列表解码算法,识别在编码树中的特定级别处的L个候选路径,以及确定在编码树的下一级别处与动态冻结比特相对应的比特位置。列表解码器705可以是例如SCL解码器、CA-SCL解码器等等。

[0146] 在815处,列表解码器705通过对L个候选路径进行扩展以包括其它比特,来生成通过编码树的扩展候选路径集合。图9根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的编码树900的示例。编码树900是列表解码器705如何执行列表解码过程的图形表示。编码树900包括多个节点905,以及在节点对之间的线在本文中称为分支950(例如,分支950-a将节点905-a连接到节点905-b,以及分支950-b将节点905-a连接到节点905-i)。各分支950是与比特的可能的值相关联的,该值可以是“1”或“0”。分支950-a是与比特为“0”相关联的,以及分支950-b是与比特为“1”相关联的。各分支950还是与度量的值相关联的。该度量值可以表示从一个节点进行到下一个节点的成本。例如,该度量可以是距离度量(例如,将LLR转换为距离)或概率度量(例如,LLR等等)。该度量可以基于在序列中的下一比特是1还是0,来表示从一个节点移动到下一节点的可能性。在一些实例中,该度量可以表示在节点之间的距离值。

[0147] 列表解码器705可以处理由解调器240输出的解映射的符号,以及确定与解映射的符号相对应的比特是“0”还是“1”的概率(例如,LLR值)。对特定的比特值是“0”还是“1”的概率的确定还可以取决于先前的解码判决。在编码树900中反映了该过程。

[0148] 列表解码器705可以最初在节点905-a处开始,以及处理LLR值以确定沿着哪个分支进行。在节点905-a处,列表解码器705可以确定LLR值是“0”还是“1”的可能性,以及因此可以进行到节点905-b或节点905-i。节点905-b可以是与第一比特为“0”相关联的,以及节点905-i可以是与第一比特为“1”相关联的。各分支950-a、950-b是与用于度量(例如,分支度量)的值相关联的,以及列表解码器705在其穿过在编码树900中的分支950时累积分支度

量值,以生成路径度量。要形成路径度量的累积可以是在各节点905处执行的(例如,用于具有信息比特或动态冻结比特等等的极化码的各比特信道),以及可能涉及例如沿着路径添加各分支的度量值。路径可以指的是在通过编码树900的节点905之间的特定路由。列表解码器705使用累积的路径度量来选择哪个路径是最佳的。

[0149] 在一些实例中,列表解码器705可以维持用于通过编码树900的每个可能的路径的相应的路径度量。保留用于全部可能的路径的路径度量可能计算成本较高,以及在其它实例中,列表解码器705可以使用路径度量来修剪所选择的路径。例如,列表解码器705可以具有列表大小 L ,所述列表大小 L 限制在编码树的各级别上维持的路径数量。为此,列表解码器705可以在各级别处维持多达 L 个候选路径,以及丢弃剩余的候选路径。在一示例中,图9描绘了级别0至级别3。如果 $L=4$,则列表解码器705可以在各级别维持多达4个路径,以及可以丢弃任何额外的路径。在级别1处,存在两个可能的路径(例如,节点905-a到节点905-b,以及节点905-a到节点905-i),以及因此列表解码器705可以维持两个路径。在级别2处,存在四个可能的路径(例如,节点905-a到节点905-b到节点905-c、节点905-a到节点905-b到节点905-f、节点905-a到节点905-i到节点905-j、以及节点905-a到节点905-i到节点905-m),以及因此列表解码器705可以维持全部4个路径。在级别三处,存在8个可能的路径,以及因此列表解码器705可以维持8个路径中的4个路径。在各随后的级别处,可能的路径数量加倍(例如,级别4具有16个可能的路径,级别5具有32个可能的路径等等),以及列表解码器705可以维持路径中的4个路径。

[0150] 为了生成通过编码树的扩展候选路径集合,列表解码器705可以将 L 个候选路径从一个级别扩展到下一级别,以识别 $2L$ 个可能的候选路径。图10根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的编码树1000的示例。如示出的,列表解码器705将路径1010从在级别2处的节点扩展到在级别3处的节点。如描绘的,路径1010-a包括节点905-a、905-b和905-c,以及可以扩展到节点905-d或905-e。路径1010-b包括节点905-a、905-b和905-f,以及可以扩展到节点905-g或905-h。路径1010-c包括节点905-a、905-i和905-j,以及可以扩展到节点905-k或905-l。路径1010-d包括节点905-a、905-i和905-m,以及可以扩展到节点905-n或905-o。

[0151] 再次参考图8,在方块820处,列表解码器705可以根据第一路径选择标准来选择扩展候选路径集合的第一子集。在一示例中,路径选择标准可以是路径度量,以及列表解码器705可以保留 $2L$ 个可能的路径中具有最佳路径度量的 L 个路径。列表解码器705可以使用作为累积的度量值的路径度量(例如,最小累积距离、最高累积概率等等)以用于确定要保持哪些路径。例如,参考图10,列表解码器705可以将用于从节点905-c进行到节点905-d的分支的度量值添加到用于路径1010-a的累积值,以确定要将路径1010-a扩展到节点905-d的路径度量。列表解码器705可以做出类似的确定,以用于将路径1010的全部路径扩展到在级别3中的节点中的任何节点。在该示例中,列表解码器705可以具有去往在级别3中的节点的8个可能的路径,以及确定用于8个可能的路径中的各路径的路径度量。因为 $L=4$,所以列表解码器705可以在具有最佳路径度量(例如,最小累积距离、最高累积概率等等)的8个路径中选择4个路径。例如,列表解码器705可以基于路径度量,来确定扩展候选路径中的4个最佳扩展候选路径正在将候选路径1010-a扩展到节点905-d、将候选路径1010-b扩展到节点905-g、将候选路径1010-c扩展到节点905-l、以及将候选路径1010-d扩展到节点905-n,以

及可以相应地选择扩展候选路径集合的第一子集。

[0152] 再次参考图8,在方块825处,奇偶校验器710可以确定在扩展候选路径集合的第一子集中的全部路径是否未能通过奇偶校验。在一示例中,奇偶校验器710可以执行对解码路径的第一子集的奇偶校验,以用于至少部分地基于用以生成码字的动态冻结比特来做出关于对码字的解码的提早终止的决定。在进一步的示例中,参考图10,编码树的级别3可以对应于动态冻结比特的位置,以及奇偶校验器710可以使用动态冻结比特的值作为对扩展候选路径集合的第一子集的奇偶校验。奇偶校验器710可以计算沿着候选路径之前的信息比特、EDC比特或两者的奇偶值,以用于与沿着该候选路径的动态冻结比特值的比较。例如,奇偶校验器710可以沿着去往节点905-d的扩展候选路径1010-a,来对规定数量的信息比特、EDC比特或两者的值执行布尔运算(例如,XOR)以计算奇偶值,以及将计算出的值与通过在节点905-c与905-d之间的分支表示的值进行比较。参考图5,当计算奇偶值时,奇偶校验器710还可以忽略在解码顺序中沿着扩展候选路径与冻结比特相对应的比特。

[0153] 例如,在编码树1000中,候选路径1010-a对应于[0,0,0]的比特序列,以及让第一比特是信息比特,第二比特是EDC比特,以及第三比特是动态冻结比特。在该示例中,动态冻结比特的值可以确定为第一比特和第二比特的异或。奇偶校验器710可以将计算出的奇偶值与沿着候选路径的动态冻结比特值的值进行比较。在该示例中,奇偶校验器710可以计算前两个比特的XOR,其导致值是“0”(例如,0XOR 0=0)。这里,奇偶校验器710确定计算出的值与动态冻结比特的值(例如,通过在节点905-c与905-d之间的分支表示的值)匹配,以及因此候选路径1010-a通过了奇偶校验。然而,如果计算出的奇偶值与动态冻结比特值不匹配,则奇偶校验器710可以确定候选路径未能通过奇偶校验。如果扩展候选路径的第一子集的L个候选路径1010中的全部候选路径未能通过奇偶校验,则奇偶校验器710可以宣布解码错误,以及参考图8进行到方块830并终止解码。解码的提早终止可以节省功率。如果计算出的奇偶值与用于扩展候选路径中的至少一个扩展候选路径的动态冻结比特值匹配,则流程图800可以进行到方块835。

[0154] 在方块835处,奇偶校验器710可以根据第二路径选择标准来选择扩展候选路径的第二子集。例如,奇偶校验器710可以至少部分地基于动态冻结比特,来生成用于解码路径的均通过奇偶校验的第二子集的路径度量。在一些示例中,第二路径选择标准可以是要基于动态冻结比特来从可能的2L个扩展候选路径中选择均通过奇偶校验的L个候选路径。

[0155] 图11根据本公开内容的各个方面示出了描绘支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的通过奇偶校验的候选路径的编码树1100的示例。继续图10的示例,动态冻结比特的值可以确定为第一比特和第二比特的异或。如描绘的,奇偶校验器710选择候选路径1110-a、1110-b、1110-c和1110-d作为扩展候选路径的第二子集,这是因为各候选路径的第三比特的值与两个之前的比特的异或的值相同。要注意的是,与在扩展候选路径的第一子集中的候选路径1010相比,在扩展候选路径的第二子集中的候选路径1110对于编码树的一些节点而言是不同的,如在图10和11中示出的。对于编码树的其它节点而言,在扩展候选路径的第二子集中的候选路径1110可以是与在扩展候选路径的第一子集中的候选路径1010相同的(例如,L个最佳路径可以全部通过在编码树的给定节点上的奇偶校验)。

[0156] 再次参考图8,在方块840处,列表解码器705可以确定用于在扩展候选路径集合的第二子集中的各扩展候选路径的路径度量。例如,奇偶校验器710可以指导列表解码器705

来确定用于在扩展候选路径的第二子集中的候选路径1110-a、1110-b、1110-c和1110-d中的各候选路径的路径度量,类似于上文在图9中提供的描述。列表解码器705可以忽略通过编码树1100的其它可能的路径,以及继续列表解码过程。另外地或替代地,列表解码器705可以向用于候选路径中的任何候选路径的路径度量添加惩罚,其中计算出的动态冻结比特的值是与确定的动态冻结比特的判决值(例如,硬判决值)不同的。

[0157] 在方块845处,列表解码器705可以确定在解码顺序中是否存在期望的任何额外的动态冻结比特。在参考图5的示例中,列表解码器705可以知道哪些比特是放置在哪些子信道中的,可以是在解码顺序内当前处于动态冻结比特子信道405-a的位置的,以及可以确定至少一个额外的动态冻结比特子信道(例如,405-b)在解码顺序中的后面出现。如果是,则流程图800可以进行到方块850,以及列表解码器705可以确定在解码顺序中何时到达下一动态冻结比特。当到达时,流程图800可以返回到方块810,以及执行如在上文中描述的后续的方块。在一些情况下,在第二和通过方块815的后续中,列表解码器705可以通过对在方块835的先前的实例处选择的先前的扩展候选路径合集的第二子集的候选路径进行扩展,来生成扩展候选路径集合。如果在解码顺序中不存在额外的动态冻结比特,则流程图800可以进行到方块855,以及结束动态冻结比特处理。

[0158] 在流程图中到达方块855可以指示:列表解码算法没有提早终止,以及多达列表大小为L的候选路径可用于对对应的比特序列执行错误检测。参考图7,一旦已经到达解码顺序的末端,列表解码器705就可以确定候选路径的列表大小L。列表解码器705可以从候选路径的各候选路径中提取 $k+m+c$ 个比特的比特序列(例如, k 个信息比特、 m 个错误检测EDC比特、 c 个FAR EDC比特)。列表解码器705可以知道在候选路径的各候选路径内的动态冻结比特和冻结比特的位置,以及可以在所提取的比特序列中不包括动态冻结比特和冻结比特的值。列表解码器705可以向错误检测器715(直接地或经由奇偶校验器710)输出各比特序列。列表解码器705还可以基于对应的候选路径的路径度量来输出在其中要校验比特序列的顺序,以便首先校验与最佳路径度量相对应的比特序列,然后校验与下一最佳路径度量相对应的比特序列,依此类推直到最后校验与L个候选路径中的最差路径度量相对应的比特序列为止。

[0159] 错误检测器715可以执行错误检测算法,以用于确定比特序列中的任何比特序列是否通过EDC(例如,CRC算法)。如在上文中描述的,经极化编码的码字可以通过对包括信息向量和EDC的有效载荷600进行极化编码来生成的。如果从特定候选路径获得的比特序列与信息向量和EDC的比特序列相同,则错误检测器715应当能够解析与该特定候选路径相对应的比特序列,以恢复信息向量和接收到的EDC。然后,错误检测器715可以通过将相同的算法应用于如由EDC编码器210应用的解析出的信息向量,来使用解析出的信息向量生成计算出的EDC。如果计算出的EDC与接收到的EDC相同,则错误检测器715确定其能够成功地对经极化编码的码字进行解码,以及在具有或不具有EDC的情况下,输出信息向量的比特序列。如果不同,则错误检测器715指示针对该比特序列的解码未能通过。错误检测器715校验与下一最高路径度量相关联的比特序列,以查看该比特序列是否通过错误检测。因此,错误检测器715逐个比特序列地进行直到比特序列中的一个比特序列通过或者全部比特序列未能通过为止。如果已经校验了全部路径,则错误检测器715指示解码未能通过。

[0160] 有利地是,在本文中描述的示例使用规定数量的动态冻结比特来同时支持提早终

止和性能改进。可以选择单个EDC的大小以有益地支持检测和利用CA-SCL进行解码两者,这样减少了EDC开销。在一些实例中,在本文中描述的利益可以是使用选择的数量为 j (例如, $j=8$)的动态冻结比特以提供目标检测率来实现的。也就是说,当路径选择是使用如参考图8描述的动态冻结比特来辅助的时,该数量为 j 的动态冻结比特可以提供目标检测率(这可以是对没有动态冻结比特的检测率的增强)。分配给动态冻结比特的极化码的子信道可以被分配用于传输冻结比特的子信道中最可靠的子信道。进一步地,各动态冻结比特的值可以是使用对在解码顺序中的动态冻结比特之前的规定数量为 d 的信息比特、CRC比特或两者(例如, $d=3$)的布尔运算(例如XOR运算)来计算的。

[0161] 图12根据本公开内容的各个方面示出了支持用于提早终止的极化码的动态冻结比特的流程图1200的示例。流程图1200描述了用于执行作为解码过程的一部分的奇偶校验,以确定是否提早终止解码过程的操作。流程图1200可以开始于1205处,以及进行到方块1210。在1210处,解码器245-a的列表解码器705可以对接收到的使用极化码编码的码字执行列表解码算法,识别在编码树中的特定级别处的 L 个候选路径,以及确定在编码树的下一级别处的比特位置对应于奇偶比特。列表解码器705可以是例如SCL解码器、CA-SCL解码器等等。

[0162] 在1215处,列表解码器705可以通过对 L 个候选路径进行扩展以包括额外的比特,来生成用于通过编码树的候选路径的奇偶比特的奇偶校验值。列表解码器705可以对由解调器240输出的解映射的符号进行处理,以及确定与解映射的符号相对应的比特是“0”还是“1”的概率(例如,LLR值)。对特定比特值是“0”还是“1”的概率的确定还可以是取决于先前的解码判决的。为了生成通过编码树的扩展候选路径集合,列表解码器705可以将 L 个候选路径从一个级别扩展到下一级别,以识别 $2L$ 个可能的候选路径,然后选择具有最高路径度量(例如,包括用于奇偶比特位置的比特度量)的 L 个候选路径。

[0163] 在1220处,奇偶校验器710可以确定用于全部路径的奇偶比特是否等于奇偶校验值。在一示例中,奇偶校验器710可以基于用以生成码字的奇偶比特来执行对解码路径的奇偶校验,以用于做出关于对码字的解码的提早终止的决定。奇偶校验器710可以基于沿着候选路径的之前的信息比特、CRC比特或两者来计算奇偶校验值,以用于与所确定的奇偶比特的比较。例如,奇偶校验器710可以对沿着扩展候选路径的规定数量的信息比特、CRC比特或两者的值执行布尔运算(例如,XOR、XNOR等)(如参考图5所描述的),以计算奇偶校验值,以及将计算出的值与奇偶比特进行比较。

[0164] 在一示例中,候选路径可以对应于 $[0,0,0]$ 的比特序列,其中第一比特是信息比特,第二比特是CRC比特,以及第三比特是奇偶比特。在该示例中,奇偶校验值可以确定为第一比特和第二比特的XOR。奇偶校验器710可以将计算出的奇偶校验值与沿着候选路径的奇偶比特值进行比较。在该示例中,奇偶校验器710可以计算前两个比特的XOR,其导致值是“0”。奇偶校验器710可以确定计算出的值与奇偶比特值匹配,以及因此该候选路径通过了奇偶校验。然而,如果计算出的奇偶校验值与奇偶比特值不匹配,则奇偶校验器710可以确定候选路径未能通过奇偶校验。如果 L 个候选路径中的全部候选路径未能通过奇偶校验,则奇偶校验器710可以宣布解码错误,以及可以在方块1225处终止解码。解码的提早终止可以节省功率。如果计算出的奇偶校验值与用于扩展候选路径中的至少一个扩展候选路径的奇偶比特值匹配,则流程图1200可以进行到方块1230。在一些示例中,可以标记在1220处通过

奇偶校验的各候选路径,以及该标记可以是由通过的候选路径的任何子路径来继承的。以这种方式,可以在任何后续信息比特位置确定是否存在通过奇偶校验的任何剩余路径,以便如果不存在通过奇偶校验的剩余候选路径,提早终止可以是基于在后续信息比特位置的奇偶校验的结果来执行的。

[0165] 在1230处,奇偶校验器710可以丢弃解码路径的子集以及继续处理剩余的路径。例如,奇偶校验器710可以丢弃在其中奇偶比特值不等于奇偶校验值的任何路径。奇偶校验器710可以进一步处理在其中奇偶比特值等于奇偶校验值的剩余路径。然而,奇偶校验器710可以跳过操作1230以及继续处理全部路径,这是因为丢弃未能通过奇偶校验的路径可能会增加错误警报率。

[0166] 在1235处,列表解码器705可以确定在极化码中是否存在任何额外的奇偶比特。如参考图5描述的,列表解码器705可以知道哪些比特是放置在哪些子信道中的、可以在解码顺序内当前处于在子信道405-a处的奇偶校验比特 p_1 的位置的,以及可以确定在子信道处的至少一个额外的奇偶校验比特(例如,405-b处的 p_2) 在解码顺序中的后面出现。如果是,则流程图1200可以进行到1240,以及列表解码器705可以确定在解码顺序中何时到达下一奇偶校验比特。当到达时,流程图1200可以返回到1210,以及执行如在上文中描述的后续的方块。在一些情况下,在通过1215的后续中,列表解码器705可以生成用于保留的解码路径集合(例如,在1230的之前的实例处确定的)的奇偶校验值。如果在解码顺序中不存在额外的奇偶校验比特,则流程图1200可以进行到1245,以及可以结束奇偶校验过程。

[0167] 在一些示例中,解码器可以到达流程图的方块1245,其可以指示没有提早终止的列表解码算法,以及多达列表大小为L的候选路径可用于对对应的比特序列执行错误检测。一旦已经到达解码顺序的末端,列表解码器705就可以确定候选路径的列表大小L。列表解码器705可以知道在候选路径的各候选路径内的奇偶比特和冻结比特的位置,以及可以在所提取的比特序列中不包括奇偶比特和冻结比特的值。列表解码器705可以向错误检测器(直接地或经由奇偶校验器710)输出各比特序列。列表解码器705还可以基于对应的候选路径的路径度量来输出要校验比特序列的顺序,以便首先校验与最佳路径度量相对应的比特序列,然后校验与下一最佳路径度量相对应的比特序列,依此类推直到校验与L个候选路径中的最差路径度量相对应的比特序列为止。

[0168] 图13根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的无线设备1305的方块图1300。无线设备1305可以是如在本文中描述的UE 115或基站105的各方面的示例。无线设备1305可以包括接收机1310、通信管理器1315和发射机1320。无线设备1305还可以包括处理器。这些组件中的各组件可以相互进行通信(例如,经由一个或多个总线)。

[0169] 接收机1310可以接收诸如与各个信息信道(例如,控制信道、数据信道、以及与用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特相关的信息等等)相关联的分组、用户数据或者控制信息的信息。可以将信息传送给该设备的其它组件。接收机1310可以是参考图16描述的收发机1635的各方面的示例。接收机1310可以利用单个天线或者天线集合。

[0170] 接收机1310可以监测与使用极化码编码的码字相对应的码字候选的信号,所述码字是基于信息比特集合和奇偶比特集合来生成的,其中信息比特集合和奇偶比特集合是基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给子信道的。在一些情况下,奇偶比特集

合的数量是基于在奇偶导向的SCL解码期间使能提早终止的。在一些情况下,奇偶比特集合的数量是三(3)。

[0171] 通信管理器1315可以是参考图16描述的通信管理器1615的各方面的示例。通信管理器1315和/或其各个子组件中的至少一些子组件可以在硬件、由处理器执行的软件、固件或者其任何组合中实现。如果在由处理器执行的软件中实现,通信管理器1315和/或其各个子组件中的至少一些子组件的功能可以由被设计为执行在本公开内容中描述的功能的通用处理器、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、分立硬件组件或者其任何组合来执行的。

[0172] 通信管理器1315和/或其各个子组件中的至少一些子组件可以物理地位于多个位置,包括被分布以使功能的各部分是由一个或多个物理设备在不同的物理位置处实现的。在一些示例中,根据本公开内容的各个方面,通信管理器1315和/或其各个子组件中的至少一些子组件可以是单独的和不同的组件。在其它示例中,根据本公开内容的各个方面,通信管理器1315和/或其各个子组件中的至少一些子组件可以与一个或多个其它硬件组件进行组合,所述硬件组件包括但不限于:I/O组件、收发机、网络服务器、另一计算设备、在本公开内容中描述的一个或多个其它组件或者其组合。

[0173] 通信管理器1315可以在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特;针对所识别的动态冻结比特,对通过编码树的候选路径集合进行扩展以获得第一扩展候选路径集合;根据第一路径选择标准来选择第一扩展候选路径集合的第一子集;基于动态冻结比特来确定在第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验;以及确定用于在第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。

[0174] 通信管理器1315还可以接收包括使用极化码编码的码字的信号,该码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的,以用于对该码字的联合检测和解码。通信管理器1315可以执行对该码字的解码,其至少包括:对解码路径的第一子集的奇偶校验,以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对该码字的解码的提早终止的决定,至少部分地基于所述动态冻结比特,来生成用于解码路径的均通过奇偶校验的第二子集的路径度量,以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量,来对与解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测。在一些情况下,执行对至少包括对解码路径的第一子集的奇偶校验的码字的解码包括:至少部分地基于沿着第一解码路径的所述多个动态冻结比特中的第一动态冻结比特之前发生的、解码路径的第一子集中的第一解码路径的多个比特,来计算奇偶校验值;以及将该奇偶校验值与第一动态冻结比特的值进行比较。在一些情况下,执行对至少包括生成用于解码路径的第二子集的路径度量的码字的解码包括:至少部分地基于确定所述多个动态冻结比特中的计算出的第一动态冻结比特的值与确定的动态冻结比特的判决值不同,来向在解码路径的第二子集中的第一解码路径添加路径度量惩罚。通信管理器1315可以至少部分地基于解码的结果来处理信息比特。

[0175] 在一些情况下,通信管理器1315可以对解码路径进行扩展以获得扩展解码路径,以及根据第一路径选择标准来选择扩展解码路径的子集。在一些情况下,该路径选择标准是基于扩展解码路径的路径度量的。在一些情况下,通信管理器1315可以确定在扩展解码

路径的所述子集中的全部解码路径未能通过奇偶校验,以及终止对码字的解码。在一些情况下,通信管理器1315可以确定在扩展解码路径的所述子集中的至少一个解码路径通过了奇偶校验,以及生成用于扩展解码路径的所述子集的路径度量。在一些情况下,通信管理器1315可以至少部分地基于比特序列来计算第一错误检测码,至少部分地基于比特序列来识别第二错误检测码,以及将第一错误检测码与第二错误检测码进行比较。在一些情况下,通信管理器1315可以至少部分地基于该比较,来确定比特序列通过了错误检测,以及输出该比特序列。在一些情况下,通信管理器1315可以至少部分地基于该比较,来确定比特序列未能通过错误检测,以及至少部分地基于未能通过来输出错误。在一些情况下,通信管理器1315可以至少部分地基于该比较,来确定第一解码路径通过了奇偶校验。

[0176] 通信管理器1315还可以基于子信道中的各子信道的可靠性,将极化码的子信道分配给信息比特集合、错误检测比特集合和动态冻结比特集合,其中,错误检测比特集合的数量是基于规定的错误警报率的,并且其中,动态冻结比特集合中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,动态冻结比特集合的数量是基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的;基于子信道的解码顺序来生成动态冻结比特集合;基于将信息比特集合、错误检测比特集合和动态冻结比特集合加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字;以及发送该码字。

[0177] 通信管理器1315还可以基于子信道中的各子信道的可靠性,将极化码的子信道分配给信息比特集合和奇偶比特集合;通过将布尔运算应用于信息比特集合中的一个或多个子集,来生成奇偶比特集合的各奇偶比特,其中信息比特集合的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的;以及基于将信息比特集合和奇偶比特集合加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字。

[0178] 通信管理器1315还可以执行对码字候选的解码,其至少包括:通过将布尔运算应用于针对解码路径中的各解码路径的信息比特集合的一个或多个子集,来计算用于针对解码路径集合中的各解码路径的所述奇偶比特集合中的奇偶比特的奇偶校验值,其中所述信息比特集合的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的,以及对所述解码路径集合进行奇偶校验,以用于基于奇偶校验值和所述奇偶比特集合来确定是否终止对该码字候选的解码。随后,通信管理器1315可以基于解码的结果来处理信息比特。

[0179] 发射机1320可以发送由该设备的其它组件生成的信号。在一些示例中,发射机1320可以与接收机1310并置在收发机模块中。例如,发射机1320可以是参考图16描述的收发机1635的各方面的示例。发射机1320可以利用单个天线或者天线集合。

[0180] 图14根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的无线设备1405的方块图1400。无线设备1405可以是如参考图13描述的无线设备1305或UE 115或基站105的各方面的示例。无线设备1405可以包括接收机1410、通信管理器1415和发射机1420。无线设备1405还可以包括处理器。这些组件中的各组件可以相互进行通信(例如,经由一个或多个总线)。

[0181] 接收机1410可以接收包括经极化编码的码字的信号。接收机1410可以包括诸如放大器、滤波器、下变频器、模数转换器等等的组件,以用于经由一个或多个天线来接收波形。接收机1410可以是参考图16描述的收发机1635的各方面的示例。接收机1410可以利用单个天线或者天线集合。

[0182] 通信管理器1415可以是参考图16描述的通信管理器1615的各方面的示例。通信管理器1415还可以包括比特定位器组件1425、路径扩展器组件1430、路径选择器组件1435、奇偶校验器组件1440、路径度量确定器组件1445、分配器组件1450、比特值生成器1455和码字生成器1460。在一些示例中,列表解码器705可以包括比特定位器组件1425、路径扩展器组件1430、路径选择器组件1435和路径度量确定器组件1445中的一者或多者。在一些示例中,奇偶校验器710可以包括奇偶校验器组件1440。在一些示例中,极化编码器220可以包括分配器组件1450和码字生成器1460。在一些示例中,动态冻结比特生成器215可以包括比特值生成器1455。

[0183] 比特定位器组件1425可以在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特,以及识别在编码树内的第二动态冻结比特。

[0184] 路径扩展器组件1430可以针对所识别的动态冻结比特,对通过编码树的候选路径集合进行扩展以获得第一扩展候选路径集合,以及针对所识别的第二动态冻结比特,对通过编码树的第二候选路径集合进行扩展以获得第二扩展候选路径集合。

[0185] 路径选择器组件1435可以根据第一路径选择标准来选择第一扩展候选路径集合的第一子集,以及根据第一路径选择标准来选择第二扩展候选路径集合的第一子集。在一些情况下,第一路径选择标准是基于第一扩展候选路径集合中的候选路径的路径度量的。

[0186] 解码器1437可以执行针对码字候选的解码过程。解码器1437可以包括奇偶校验器组件1440,以及解码过程可以包括由奇偶校验器组件1440执行的功能。在一些情况下,奇偶校验器组件1440可以通过将布尔运算应用于针对解码路径集合中的各解码路径的所述信息比特集合中的一个或多个子集,来计算用于针对解码路径集合中的各解码路径的所述奇偶比特集合中的奇偶比特的奇偶校验值,其中所述信息比特集合中的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的。奇偶校验器组件1440还可以对所述解码路径集合进行奇偶校验,以用于基于奇偶校验值和所述奇偶比特集合来确定是否终止对该码字候选的解码。在一些情况下,奇偶校验器组件1440可以将奇偶校验值与相应的奇偶比特的值进行比较,以及将奇偶校验值与奇偶比特进行比较。

[0187] 在一些情况下,计算用于针对所述解码路径集合中的各解码路径的奇偶比特的奇偶校验值包括:基于根据解码顺序将布尔运算应用于所述解码路径集合中的各解码路径的信息比特集合的在与奇偶比特相对应的子信道之前的各子集,来计算奇偶校验值。在一些情况下,计算用于针对所述解码路径集合中的各解码路径的奇偶比特的奇偶校验值包括:基于根据解码顺序将布尔运算应用于所述解码路径集合中的各解码路径的所述信息比特集合的在与奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集,来计算奇偶校验值。

[0188] 奇偶校验器组件1440可以基于动态冻结比特来确定在第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验,确定在第二扩展候选路径集合的第一子集中的全部候选路径未能通过奇偶校验,终止对码字的解码,确定在第二扩展候选路径集合的第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验,将奇偶校验值与动态冻结比特的值进行比较,以及基于该比较来确定所述至少一个候选路径通过了奇偶校验。在一些情况下,确定在第一子集中的所述至少一个候选路径通过了奇偶校验包括:基于沿着所述至少一个候选路径的动态冻结比特之前发生的所述至少一个候选路径的比特集合,来计算奇偶校验值。

[0189] 路径度量确定器组件1445可以确定用于在第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,其中扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。在一些情况下,第二路径选择标准是基于第一扩展候选路径集合中基于动态冻结比特通过奇偶校验的候选路径的。路径度量确定器组件1445可以确定用于在第二扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的第二路径度量,其中所确定的第二路径度量是取决于所确定的路径度量的。在一些情况下,确定用于在第二子集中的各候选路径的相应的路径度量包括:基于确定计算出的动态冻结比特的值与确定的动态冻结比特的判决值不同,来向在第二子集中的候选路径添加路径度量惩罚。

[0190] 分配器组件1450可以基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给信息比特集合、错误检测比特集合和动态冻结比特集合。在一些情况下,错误检测比特集合的数量是基于规定的错误警报率的。在一些情况下,动态冻结比特集合中的各动态冻结比特包括奇偶校验值。在一些情况下,动态冻结比特集合的数量是基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的。分配器组件1450可以将极化码的子信道子集中的子信道的第一子集分配给具有比子信道子集中的子信道的第二子集要高的可靠性的动态冻结比特。在一些情况下,分配极化码的子信道进一步包括:识别用于冻结比特的子信道的子集。

[0191] 分配器组件1450可以基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给信息比特集合和奇偶比特集合,以及将极化码的子信道分配给冻结比特集合,其中所述信息比特集合和所述奇偶比特集合被分配给具有比分配给在解码顺序中的第一信息比特之后的冻结比特集合的子集的子信道要高的可靠性的子信道。在一些情况下,所述奇偶比特集合的数量是基于在奇偶导向的SCL解码期间使能提早终止的。在一些情况下,所述奇偶比特集合的数量是三(3)。在一些情况下,分配极化码的子信道进一步包括:识别用于所述信息比特集合的子信道的第一子集和用于所述奇偶比特集合的子信道的第二子集,其中所述信息比特集合被分配给具有比分配给所述奇偶比特集合的子信道要高的可靠性的子信道。

[0192] 比特值生成器1455可以基于子信道的解码顺序来生成所述动态冻结比特集合。在一些情况下,生成所述动态冻结比特集合包括:将布尔运算应用于所述信息比特集合的子集,以分别生成用于所述动态冻结比特集合的值。比特值生成器1455可以通过将布尔运算应用于所述信息比特集合的一个或多个子集来生成所述奇偶比特集合的各奇偶比特,其中该信息比特集合的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的。在一些情况下,对于各奇偶比特而言,将布尔运算应用于所述信息比特集合的所述一个或多个子集包括:根据解码顺序,将布尔运算应用于所述信息比特集合的在与所述各奇偶比特相对应的子信道之前的各子集。在一些情况下,对于各奇偶比特而言,将布尔运算应用于所述信息比特集合的所述一个或多个子集包括:根据解码顺序,将布尔运算应用于所述信息比特集合的在与所述各奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集。

[0193] 码字生成器1460可以基于将所述信息比特集合、所述错误检测比特集合、所述奇偶比特集合和所述动态冻结比特集合加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字,以及发送该码字。

[0194] 发射机1420可以发送由该设备的其它组件生成的信号。在一些示例中,发射机1420可以与接收机1410并置在收发机模块中。例如,发射机1420可以是参考图16描述的收发机1635的各方面的示例。发射机1420可以利用单个天线或者天线集合。

[0195] 图15根据本公开内容的各方面示出了支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的通信管理器1515的方块图1500。通信管理器1515可以是参考图13、14和图16描述的通信管理器1315、通信管理器1415或者通信管理器1615的各方面的示例。通信管理器1515可以包括比特定位器组件1520、路径扩展器组件1525、路径选择器组件1530、奇偶校验器组件1535、路径度量确定器组件1540、分配器组件1545、比特值生成器1550、码字生成器1555、比特序列组件1560、EDC组件1565、数量确定器组件1570、可靠性组件1575和EDC生成器1580。这些模块中的各模块可以相互直接地或者间接地进行通信(例如,经由一个或多个总线)。

[0196] 在一些示例中,列表解码器705可以包括比特定位器组件1520、路径扩展器组件1525、路径选择器组件1530、路径度量确定器组件1540、比特序列组件1560和数量确定器组件1570中的一者或多者。在一些示例中,奇偶校验器710可以包括奇偶校验器组件1535。在一些示例中,极化编码器220可以包括分配器组件1545、码字生成器1555和可靠性组件1575。在一些示例中,动态冻结比特生成器215可以包括比特值生成器1550。在一些示例中,EDC编码器210可以包括EDC组件1565和EDC生成器1580。

[0197] 比特定位器组件1520可以在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特,以及识别在编码树内的第二动态冻结比特。

[0198] 路径扩展器组件1525可以针对所识别的动态冻结比特,对通过编码树的候选路径集合进行扩展以获得第一扩展候选路径集合,以及针对所识别的第二动态冻结比特,对通过编码树的第二候选路径集合进行扩展以获得第二扩展候选路径集合。

[0199] 路径扩展器组件1525可以对用于与奇偶比特相对应的子信道的解码路径进行扩展以获得扩展解码路径。然后路径选择器组件1530可以根据路径选择标准来选择扩展解码路径的子集。在一些情况下,路径扩展器组件1525可以确定在该扩展解码路径的子集中的全部解码路径未能通过所述比较,以及可以终止对码字候选的解码。在其它情况下,路径扩展器组件1525可以确定在该扩展解码路径的子集中的至少一个解码路径通过了奇偶校验,以及解码器1532可以继续对码字候选的解码。

[0200] 路径选择器组件1530可以根据第一路径选择标准来选择第一扩展候选路径集合的第一子集,以及根据第一路径选择标准来选择第二扩展候选路径集合的第一子集。在一些情况下,第一路径选择标准是基于第一扩展候选路径集合中的候选路径的路径度量的。

[0201] 解码器1532可以执行针对码字候选的解码过程。解码器1532可以包括奇偶校验器组件1535,以及解码过程可以包括由奇偶校验器组件1535执行的功能。在一些情况下,奇偶校验器组件1535可以通过将布尔运算应用于针对解码路径集合中的各解码路径的所述信息比特集合的一个或多个子集,来计算用于针对该解码路径集合中的各解码路径的所述奇偶比特集合中的奇偶比特的奇偶校验值,其中所述信息比特集合的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的。奇偶校验器组件1535还可以对所述解码路径进行奇偶校验,以用于基于奇偶校验值和所述奇偶比特集合来确定是否终止对该码字候选的解码。在一些情况下,奇偶校验器组件1535可以将奇偶校验值与相应的奇偶比特的值进行比较,以

及将奇偶校验值与奇偶比特进行比较。

[0202] 解码器1532可以执行针对码字候选的解码过程。解码器1532可以包括奇偶校验器组件1535,以及解码过程可以包括由奇偶校验器组件1535执行的功能。在一些情况下,奇偶校验器组件1535可以通过将布尔运算应用于针对解码路径集合中的各解码路径的所述信息比特集合的一个或多个子集,来计算用于针对该解码路径集合中的各解码路径的所述奇偶比特集合中的奇偶比特的奇偶校验值,其中所述信息比特集合的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的。奇偶校验器组件1535还可以对所述解码路径集合进行奇偶校验,以用于基于奇偶校验值和所述奇偶比特集合来确定是否终止对该码字候选的解码。

[0203] 在一些情况下,奇偶校验器组件1535可以将奇偶校验值与相应的奇偶比特的值进行比较,以及将奇偶校验值与奇偶比特进行比较。在一些情况下,计算用于针对所述解码路径集合中的各解码路径的奇偶比特的奇偶校验值包括:基于根据解码顺序将布尔运算应用于所述解码路径集合中的各解码路径的信息比特集合的在与奇偶比特相对应的子信道之前的各子集,来计算奇偶校验值。在一些情况下,计算用于针对所述解码路径集合中的各解码路径的奇偶比特的奇偶校验值包括:基于根据解码顺序将布尔运算应用于所述解码路径集合中的各解码路径的所述信息比特集合的在与奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集,来计算奇偶校验值。

[0204] 奇偶校验器组件1535可以基于动态冻结比特来确定在第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验。在一些情况下,奇偶校验器组件1535可以确定在第二扩展候选路径集合的第一子集中的全部候选路径未能通过奇偶校验,以及终止对码字的解码。在一些情况下,奇偶校验器组件1535可以确定在第二扩展候选路径集合的第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验,将奇偶校验值与动态冻结比特的值进行比较,以及基于该比较来确定所述至少一个候选路径通过了奇偶校验。在一些情况下,确定在第一子集中的所述至少一个候选路径通过了奇偶校验包括:基于沿着所述至少一个候选路径的在动态冻结比特之前发生的所述至少一个候选路径的比特集合,来计算奇偶校验值。

[0205] 路径度量确定器组件1540可以确定用于在第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,其中扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。在一些情况下,第二路径选择标准是基于第一扩展候选路径集合中基于动态冻结比特通过奇偶校验的候选路径的。路径度量确定器组件1540可以确定用于在第二扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的第二路径度量,其中所确定的第二路径度量是取决于所确定的路径度量的。在一些情况下,确定用于在第二子集中的各候选路径的相应的路径度量包括:基于确定计算出的动态冻结比特的值与确定的动态冻结比特的判决值不同,来向在第二子集中的候选路径添加路径度量惩罚。

[0206] 分配器组件1545可以基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给信息比特集合、错误检测比特集合和动态冻结比特集合。在一些情况下,该错误检测比特集合的数量是基于规定的错误警报率的。在一些情况下,该动态冻结比特集合中的各动态冻结比特包括奇偶校验值。在一些情况下,该动态冻结比特集合的数量是基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的。分配器组件1545可以将极化码的子信道子集中的子信道的第一子集分配给具有比子信道子集中的子信道的第二子集要高的可靠

性的动态冻结比特。在一些情况下,分配极化码的子信道进一步包括:识别用于冻结比特的子信道的子集。

[0207] 分配器组件1545可以基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给信息比特集合和奇偶比特集合,以及将极化码的子信道分配给冻结比特集合,其中所述信息比特集合和所述奇偶比特集合被分配给具有比分配给在解码顺序中的第一信息比特之后的冻结比特集合的子集的子信道要高的可靠性的子信道。在一些情况下,所述奇偶比特集合的数量是基于在奇偶导向的SCL解码期间使能提早终止的。在一些情况下,所述奇偶比特集合的数量是三(3)。在一些情况下,分配极化码的子信道进一步包括:识别用于所述信息比特集合的子信道的第一子集和用于所述奇偶比特集合的子信道的第二子集,其中所述信息比特集合被分配给具有比分配给所述奇偶比特集合的子信道要高的可靠性的子信道。

[0208] 比特值生成器1550可以基于子信道的解码顺序来生成所述动态冻结比特集合。在一些情况下,生成所述动态冻结比特集合包括:将布尔运算应用于所述信息比特集合的子集,以分别生成用于所述动态冻结比特集合的值。比特值生成器1550可以通过将布尔运算应用于所述信息比特集合的一个或多个子集,来生成所述奇偶比特集合的各奇偶比特,其中该信息比特集合的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的。在一些情况下,对于各奇偶比特而言,将布尔运算应用于所述信息比特集合中的所述一个或多个子集包括:根据解码顺序将布尔运算应用于所述信息比特集合的在与所述各奇偶比特相对应的子信道之前的各子集。在一些情况下,对于各奇偶比特而言,将布尔运算应用于所述信息比特集合的所述一个或多个子集包括:根据解码顺序将布尔运算应用于所述信息比特集合的在与所述各奇偶比特相对应的第一子信道之前以及在与先前的奇偶比特相对应的第二子信道之后的子集。

[0209] 码字生成器1555可以基于将所述信息比特集合、所述错误检测比特集合、所述奇偶比特集合和所述动态冻结比特集合加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字,以及发送该码字。

[0210] 比特序列组件1560可以识别与在扩展候选路径集合的第二子集中的候选路径相对应的比特序列。

[0211] EDC组件1565可以基于比特序列来计算第一错误检测码,基于比特序列来识别第二错误检测码,将第一错误检测码与第二错误检测码进行比较,基于该比较来确定比特序列通过了错误检测,以及输出该比特序列。在一些情况下,EDC组件1565可以基于该比较来确定所述比特序列未能通过错误检测,以及基于未能通过来输出错误。

[0212] 数量确定器组件1570可以选择所述动态冻结比特集合的数量,以用于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间使能提早终止。在一些情况下,所述错误检测比特集合的数量是基于规定的检测率的。

[0213] 可靠性组件1575可以将所述信息比特集合和所述错误检测比特集合分配给具有比分配给动态冻结比特的子信道要高的可靠性的子信道。

[0214] EDC生成器1580可以将错误检测算法应用于所述信息比特集合,以生成所述错误检测比特集合。在一些情况下,错误检测算法是循环冗余校验(CRC)算法。

[0215] 图16根据本公开内容的各方面示出了包括支持用于提早终止和性能改进的极化

码的动态冻结比特的设备1605的系统1600的示意图。设备1605可以是如在上文中例如参考图13和图14描述的无线设备1305、无线设备1405或UE 115的示例,或者包括无线设备1305、无线设备1405或UE 115的组件。设备1605可以包括用于双向语音和数据通信的组件,其包括用于发送和接收通信的组件,包括UE通信管理器1615、处理器1620、存储器1625、软件1630、收发机1635、天线1640和I/O控制器1645。这些组件可以经由一个或多个总线(例如,总线1610)进行电子通信。设备1605可以与一个或多个基站105无线地进行通信。

[0216] 处理器1620可以包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、中央处理单元(CPU)、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑组件、分立硬件组件或者其任何组合)。在一些情况下,处理器1620可以被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在其它情况下,存储器控制器可以整合到处理器1620中。处理器1620可以被配置为执行存储在存储器中的计算机可读指令,以执行各种功能(例如,支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的功能或任务)。

[0217] 存储器1625可以包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。存储器1625可以存储包括指令的计算机可读、计算机可执行软件1630,当该指令被执行时,使得处理器执行在本文中描述的各种功能。在一些情况下,存储器1625可以包含基本输入/输出系统(BIOS)等,其可以控制基本硬件和/或软件操作,诸如与外围组件或者设备的交互。

[0218] 软件1630可以包括用于实现本公开内容的各方面的代码,其包括支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的代码。软件1630可以存储在诸如系统存储器或其它存储器的非暂时性计算机可读介质中。在一些情况下,软件1630可以不是直接地由处理器可执行的,而是可以使得计算机(例如,当被编译和执行时)执行在本文中描述的功能。

[0219] 收发机1635可以经由一个或多个天线、有线链路或无线链路双向地进行通信,如在上文中描述的。例如,收发机1635可以表示无线收发机,以及可以与另一无线收发机双向地进行通信。收发机1635还可以包括调制解调器,以对分组进行调制和将调制后的分组提供给天线以用于传输,以及对从天线接收的分组进行解调。

[0220] 在一些情况下,该无线设备可以包括单个天线1640。然而,在一些情况下,该设备可以具有多于一个的天线1640,所述天线1640可能能够同时地发送或接收多个无线传输。

[0221] I/O控制器1645可以管理针对设备1605的输入和输出信号。I/O控制器1645还可以管理没有整合到设备1605中的外围设备。在一些情况下,I/O控制器1645可以表示去往外部的外围设备的物理连接或端口。在一些情况下,I/O控制器1645可以利用诸如iOS®、ANDROID®、MS-DOS®、MS-WINDOWS®、OS/2®、UNIX®、LINUX®的操作系统或者另一已知的操作系统。在其它情况下,I/O控制器1645可以表示调制解调器、键盘、鼠标、触摸屏或者类似的设备,或者与这些设备进行交互。在一些情况下,I/O控制器1645可以实现为处理器的一部分。在一些情况下,用户可以经由I/O控制器1645或者经由由I/O控制器1645控制的硬件组件来与设备1605进行交互。

[0222] 图17根据本公开内容的各方面示出了包括支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的设备1705的系统1700的示意图。设备1705可以是如在上文中例如参考图14和图15描述的无线设备1405、无线设备1505或基站105的示例,或者包括无线设备1405、无线设备1505或基站105的组件。设备1705可以包括用于双向语音和数据通信的组件,其包括用于发送和接收通信的组件,包括基站通信管理器1715、处理器1720、存储器

1725、软件1730、收发机1735、天线1740、网络通信管理器1745和站间通信管理器1750。这些组件可以经由一个或多个总线(例如,总线1710)进行电子通信。设备1705可以与一个或多个UE 115无线地进行通信。

[0223] 处理器1720可以包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、CPU、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑组件、分立硬件组件或者其任何组合)。在一些情况下,处理器1720可以被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在其它情况下,存储器控制器可以整合到处理器1720中。处理器1720可以被配置为执行存储在存储器中的计算机可读指令,以执行各种功能(例如,支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的功能或任务)。

[0224] 存储器1725可以包括RAM和ROM。存储器1725可以存储包括指令的计算机可读、计算机可执行软件1730,当该指令被执行时,使得处理器执行在本文中描述的各种功能。在一些情况下,存储器1725可以包含BIOS等,其可以控制基本硬件和/或软件操作,诸如与外围组件或者设备的交互。

[0225] 软件1730可以包括用于实现本公开内容的各方面的代码,其包括支持用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的代码。软件1730可以存储在诸如系统存储器或其它存储器的非暂时性计算机可读介质中。在一些情况下,软件1730可以是不直接地由处理器可执行的,而是可以使得计算机(例如,当被编译和执行时)执行在本文中描述的功能。

[0226] 收发机1735可以经由一个或多个天线、有线链路或无线链路双向地进行通信,如在上文中描述的。例如,收发机1735可以表示无线收发机,以及可以与另一无线收发机双向地进行通信。收发机1735还可以包括调制解调器,以对分组进行调制和将调制后的分组提供给天线以用于传输,以及对从天线接收的分组进行解调。

[0227] 在一些情况下,该无线设备可以包括单个天线1740。然而,在一些情况下,该设备可以具有多于一个的天线1740,所述天线1740可能能够同时地发送或接收多个无线传输。

[0228] 网络通信管理器1745可以管理与核心网的通信(例如,经由一个或多个有线回程链路)。例如,网络通信管理器1745可以管理针对客户端设备(诸如一个或多个UE 115)的数据通信的传输。

[0229] 站间通信管理器1750可以管理与其它基站105的通信,以及可以包括用于控制与其它基站105进行协作的UE 115的通信的控制器或调度器。例如,站间通信管理器1750可以协调用于去往UE 115的传输的调度,以用于诸如波束成形或者联合传输的各种干扰减轻技术。在一些示例中,站间通信管理器1750可以提供在长期演进(LTE)/LTE-A无线通信网络技术中的X2接口以提供在基站105之间的通信。

[0230] 图18根据本公开内容的各方面示出了说明用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法1800的流程图。方法1800的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或者其组件来实现。例如,方法1800的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0231] 在方块1805处,UE 115或基站105可以在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特。方块1805的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行

的。在某些示例中,方块1805的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特定位器组件来执行。

[0232] 在方块1810处,UE 115或基站105可以针对所识别的动态冻结比特,来对通过编码树的候选路径集合进行扩展,以获得第一扩展候选路径集合。方块1810的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1810的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的路径扩展器组件来执行。

[0233] 在方块1815处,UE 115或基站105可以根据第一路径选择标准,来选择第一扩展候选路径集合的第一子集。方块1815的操作可以是根据在本文描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1815的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的路径选择器组件来执行。

[0234] 在方块1820处,UE 115或基站105可以基于动态冻结比特,来确定第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验。方块1820的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1820的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的奇偶校验器组件来执行。

[0235] 在方块1825处,UE 115或基站105可以确定用于在第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,其中所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。方块1825的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1825的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的路径度量确定器组件来执行。

[0236] 图19根据本公开内容的各方面示出了说明用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法1900的流程图。方法1900的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或者其组件来实现。例如,方法1900的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0237] 在方块1905处,UE 115或基站105可以在对使用极化码编码的码字的解码期间,识别在编码树内的动态冻结比特。方块1905的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1905的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特定位器组件来执行。

[0238] 在方块1910处,UE 115或基站105可以针对所识别的动态冻结比特,来对通过编码树的候选路径集合进行扩展,以获得第一扩展候选路径集合。方块1910的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1910的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的路径扩展器组件来执行。

[0239] 在方块1915处,UE 115或基站105可以根据第一路径选择标准,来选择第一扩展候选路径集合的第一子集。方块1915的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1915的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的路径选择器组件来执行。

[0240] 在方块1920处,UE 115或基站105可以基于动态冻结比特,来确定在第一子集中的至少一个候选路径通过了奇偶校验。方块1920的操作可以是根据在本文中描述的方法来执

行的。在某些示例中,方块1920的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的奇偶校验器组件来执行。

[0241] 在方块1925处,UE 115或基站105可以确定用于在第一扩展候选路径集合的第二子集中的各候选路径的相应的路径度量,其中所述扩展候选路径集合的第二子集是根据第二路径选择标准来选择的。方块1925的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1925的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的路径度量确定器组件来执行。

[0242] 在方块1930处,UE 115或基站105可以识别与在扩展候选路径集合的第二子集中的候选路径相对应的比特序列。方块1930的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1930的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特序列组件来执行。

[0243] 在方块1935处,UE 115或基站105可以至少部分地基于比特序列来计算第一错误检测码。方块1935的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1935的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的EDC组件来执行。

[0244] 在方块1940处,UE 115或基站105可以基于比特序列来识别第二错误检测码。方块1940的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1940的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的EDC组件来执行。

[0245] 在方块1945处,UE 115或基站105可以将第一错误检测码与第二错误检测码进行比较。方块1945的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块1945的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的EDC组件来执行。

[0246] 图20根据本公开内容的各方面示出了用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法2000的流程图。方法2000的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或者其组件来实现。例如,方法2000的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0247] 在方块2005处,UE 115或基站105可以至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特,其中,所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的,并且其中,所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的。方块2005的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2005的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的分配器组件来执行。

[0248] 在方块2010处,UE 115或基站105可以至少部分地基于子信道的解码顺序,来生成所述多个动态冻结比特。方块2010的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2010的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特值生成器来执行。

[0249] 在方块2015处,UE 115或基站105可以至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码

编码的码字。方块2015的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2015的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0250] 在方块2020处,UE 115或基站105可以发送所述码字。方块2020的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2020的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0251] 图21根据本公开内容的各方面示出了说明用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法2100的流程图。方法2100的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或者其组件来实现。例如,方法2100的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0252] 在方块2105处,UE 115或基站105可以至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特,其中,所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的,并且其中,所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,所述多个动态冻结比特的数量是至少部分地基于在奇偶导向的连续消除列表(SCL)解码期间的目标检测率的。方块2105的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2105的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的分配器组件来执行。

[0253] 在方块2110处,UE 115或基站105可以将极化码的子信道子集中的子信道的第一子集分配给具有比子信道子集中的子信道的第二子集要高的可靠性的动态冻结比特。在一些情况下,分配极化码的子信道进一步包括:识别用于冻结比特的子信道的子集。方块2110的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2110的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的分配器组件来执行。

[0254] 在方块2115处,UE 115或基站105可以至少部分地基于子信道的解码顺序,来生成所述多个动态冻结比特。方块2115的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2115的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特值生成器来执行。

[0255] 在方块2120处,UE 115或基站105可以至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字。方块2120的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2120的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0256] 在方块2125处,UE 115或基站105可以发送所述码字。方块2125的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2125的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0257] 图22根据本公开内容的各方面示出了说明用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法2200的流程图。方法2200的操作可以由如在本文中描述的UE 115或者其组件来实现。例如,方法2200的操作可以由如参考图16描述的UE通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0258] 在方块2205处,UE 115或基站105可以接收包括使用极化码编码的码字的信号,所述码字是至少部分地基于多个动态冻结比特、多个信息比特和多个错误检测比特来生成的,以用于对该码字的联合检测和解码。方块2205的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2205的操作的各方面可以由如参考图16描述的收发机1535或者如参考图16描述的收发机1635来执行。

[0259] 在方块2210处,UE 115或基站105可以执行对码字的解码,其至少包括:对解码路径的第一子集的奇偶校验,以用于做出关于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来对码字的解码的提早终止的决定,至少部分地基于动态冻结比特来生成用于解码路径的均通过奇偶校验的第二子集的路径度量,以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量,来对与解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测。方块2210的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2210的操作的各方面可以由如参考图7描述的解码器245-a来执行。

[0260] 在方块2215处,UE 115或基站105可以至少部分地基于解码的结果来处理信息比特。方块2215的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2215的操作的各方面可以由如参考图2描述的数据宿250来执行。

[0261] 图23根据本公开内容的各个方面示出了说明支持用于提早终止的极化码的奇偶比特的方法2300的流程图。方法2300的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或者其组件来实现。例如,方法2300的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0262] 在方块2305处,UE 115或基站105可以至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给多个信息比特和多个奇偶比特。方块2305的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2305的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的分配器组件来执行。

[0263] 在方块2310处,UE 115或基站105可以通过将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集,来生成所述多个奇偶比特的各奇偶比特,其中所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的。方块2310的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2310的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特值生成器来执行。

[0264] 在方块2315处,UE 115或基站105可以至少部分地基于将所述多个信息比特和所述多个奇偶比特加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字。方块2315的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2315的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0265] 在方块2320处,UE 115或基站105可以发送所述码字。方块2320的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2320的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的发射机来执行。

[0266] 图24根据本公开内容的各个方面示出了说明支持用于提早终止的极化码的奇偶比特的方法2400的流程图。方法2400的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或

者其组件来实现。例如,方法2400的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0267] 在方块2405处,UE 115或基站105可以监测用于与使用极化码编码的码字相对应的码字候选的信号,其中该码字是基于多个信息比特和多个奇偶比特生成的,其中所述多个信息比特和所述多个奇偶比特是至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性来分配给子信道的。方块2405的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2405的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的接收机来执行。

[0268] 在方块2410处,UE 115或基站105可以执行对码字候选的解码,其至少包括:通过将布尔运算应用于针对多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集,来计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值,其中所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的;以及对所述多个解码路径进行奇偶校验,以用于基于奇偶校验值和所述多个奇偶比特来确定是否终止对码字候选的解码。方块2410的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2410的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的解码器来执行。

[0269] 在方块2415处,UE 115或基站105可以基于解码的结果来处理信息比特。方块2415的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2415的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。

[0270] 图25根据本公开内容的各个方面示出了说明用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法2500的流程图。方法2500的操作可以由如在本文中描述的UE 115或基站105或者其组件来实现。例如,方法2500的操作可以由如参考图13至图15描述的通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115或基站105可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115或基站105可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0271] 在方块2505处,UE 115或基站105可以至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性,将子信道分配给多个信息比特、多个错误检测比特和多个动态冻结比特,其中,所述多个错误检测比特的数量是至少部分地基于规定的错误警报率的,并且其中,所述多个动态冻结比特中的各动态冻结比特包括奇偶校验值,并且其中,所述多个动态冻结比特包括多个奇偶比特。方块2505的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2505的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的分配器组件来执行。

[0272] 在方块2510处,UE 115或基站105可以通过将布尔运算应用于所述多个信息比特的一个或多个子集以分别生成用于所述多个动态冻结比特的值,来基于子信道的解码顺序生成所述动态冻结比特集合,所述多个信息比特的所述一个或多个子集是至少部分地基于子信道的解码顺序根据子信道的解码顺序来确定的。方块2515的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2515的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特值生成器来执行。

[0273] 在方块2515处,UE 115或基站105可以根据解码顺序,将布尔运算应用于所述多个

信息比特的在与各奇偶比特相对应的子信道之前的各子集。方块2515的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2515的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的比特值生成器来执行。

[0274] 在方块2520处,UE 115或基站105可以至少部分地基于将所述多个信息比特、所述多个错误检测比特和所述多个动态冻结比特加载到所分配的子信道中,来生成使用极化码编码的码字。方块2520的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2520的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0275] 在方块2525处,UE 115或基站105可以发送所述码字。方块2525的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2525的操作的各方面可以由如参考图13至图15描述的码字生成器来执行。

[0276] 图26根据本公开内容的各个方面示出了说明用于提早终止和性能改进的极化码的动态冻结比特的方法2600的流程图。方法2600的操作可以由如在本文中描述的UE 115或者其组件来实现。例如,方法2600的操作可以由如参考图16描述的UE通信管理器来执行。在一些示例中,UE 115可以执行代码集合来控制该设备的功能元件,以执行在下文中描述的功能。另外地或替代地,UE 115可以使用专用硬件来执行在下文中描述的功能的各方面。

[0277] 在方块2605处,UE 115或基站105可以接收包括使用极化码编码的码字的信号,该码字是至少部分地基于动态冻结比特集合来生成的,并且其中,该码字是至少部分地基于多个信息比特和多个奇偶比特来生成的,其中多个信息比特和多个奇偶比特是至少部分地基于极化码的子信道中的各子信道的可靠性、信息比特集合和错误检测比特集合来分配给子信道的,以用于对码字的联合检测和解码。方块2605的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2605的操作的各方面可以由如参考图16描述的收发机1535或者如参考图16描述的收发机1635来执行。

[0278] 在方块2610处,UE 115或基站105可以执行对码字的解码,其至少包括:通过将布尔运算应用于针对多个解码路径中的各解码路径的所述多个信息比特的一个或多个子集,来计算用于针对所述多个解码路径中的各解码路径的所述多个奇偶比特中的奇偶比特的奇偶校验值,其中所述多个信息比特的所述一个或多个子集是根据子信道的解码顺序来确定的;对解码路径的第一子集的奇偶校验,以用于至少部分地基于所述多个动态冻结比特来做出关于对码字的解码的提早终止的决定;至少部分地基于动态冻结比特,来生成用于解码路径的均通过奇偶校验的第二子集的路径度量;以及至少部分地基于所述多个错误检测比特的表示和所生成的路径度量,来对与解码路径的第二子集中的一个解码路径相对应的比特序列执行错误检测。方块2610的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2610的操作的各方面可以由如参考图7描述的解码器245-a来执行。

[0279] 在方块2615处,UE 115或基站105可以至少部分地基于解码的结果来处理信息比特。方块2615的操作可以是根据在本文中描述的方法来执行的。在某些示例中,方块2615的操作的各方面可以由如参考图2描述的数据宿250来执行。

[0280] 应当注意的是,在上文中描述的方法描述了可能的实现方式,以及可以对操作和步骤进行重新排列或者以其它方式进行修改,以及其它实现方式是可能的。进一步地,可以对来自方法的两个或更多个方法中的各方面进行组合。

[0281] 在本文中描述的技术可以用于各种无线通信系统,诸如码分多址(CDMA)、时分多

址 (TDMA)、频分多址 (FDMA)、正交频分多址 (OFDMA)、单载波频分多址 (SC-FDMA) 和其它系统。术语“系统”和“网络”通常是可互换地使用的。码分多址 (CDMA) 系统可以实现诸如 CDMA2000、通用陆地无线接入 (UTRA) 等等的无线电技术。CDMA2000 覆盖 IS-2000、IS-95 和 IS-856 标准。IS-2000 版本通常称为 CDMA2000 1X、1X 等等。IS-856 (TIA-856) 通常称为 CDMA2000 1xEV-DO、高速分组数据 (HRPD) 等等。UTRA 包括宽带 CDMA (WCDMA) 和其它 CDMA 的变体。TDMA 系统可以实现诸如全球移动通信系统 (GSM) 的无线电技术。

[0282] OFDMA 系统可以实现诸如超移动宽带 (UMB)、演进的 UTRA (E-UTRA)、电气与电子工程师协会 (IEEE) 802.11 (Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802.20、闪速 OFDM (Flash-OFDM) 等等的无线电技术。UTRA 和 E-UTRA 是通用移动通信系统 (UMTS) 的一部分。3GPP LTE 和 LTE-A 是 UMTS 使用 E-UTRA 的新版本。在来自名为“第三代合作伙伴计划” (3GPP) 的组织的文档中描述了 UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A、NR 和 GSM。在来自名为“第三代合作伙伴计划 2” (3GPP2) 的组织的文档中描述了 CDMA2000 和 UMB。在本文中描述的技术可以用于在上文中所提及的系统和无线电技术以及其它系统和无线电技术。虽然出于示例的目的可能描述了 LTE 或 NR 系统的各方面, 以及在大部分的描述中可能使用了 LTE 或者 NR 术语, 但在本文中描述的技术是可适用于 LTE 或 NR 应用之外的。

[0283] 在包括在本文中描述的这样的网络的 LTE/LTE-A 网络中, 术语演进型节点 B (eNB) 通常可以用以描述基站。在本文中描述的无线通信系统或者各系统可以包括异构的 LTE/LTE-A 或 NR 网络, 在该网络中不同类型的 eNB 提供针对各个地理区域的覆盖。例如, 各 eNB、下一代节点 B (gNB) 或者基站可以提供针对宏小区、小型小区或其它类型的小区的通信覆盖。取决于上下文, 术语“小区”可以用以描述基站、与基站相关联的载波或分量载波、或者载波或基站的覆盖区域 (例如, 扇区等等)。

[0284] 基站可以包括或者被本领域技术人员称为基站收发站、无线基站、接入点、无线收发机、节点 B、演进型节点 B (eNB)、gNB、家庭节点 B、家庭演进型节点 B 或者某种其它合适的术语。针对基站的地理覆盖区域可以被划分为仅组成该覆盖区域的一部分的各扇区。在本文中描述的无线通信系统或者各系统可以包括不同类型的基站 (例如, 宏基站或小型小区基站)。在本文中描述的 UE 可能能够与包括宏 eNB、小型小区 eNB、gNB、中继基站等等的各种类型的基站和网络设备进行通信。对于不同的技术而言, 可以存在重叠的地理覆盖区域。

[0285] 宏小区通常覆盖相对较大的地理区域 (例如, 半径若干公里), 以及可以允许由具有与网络提供商的服务订制的 UE 进行的不受限制的接入。与宏小区相比, 小型小区是可以在与宏小区相同或者不同的 (例如, 许可的、非许可的等等) 频带中进行操作的低功率基站。根据各种示例, 小型小区可以包括微微小区、毫微微小区和微小区。例如, 微微小区可以覆盖相对较小的地理区域, 以及可以允许由具有与网络提供商的服务订制的 UE 进行的不受限制的接入。毫微微小区也可以覆盖较小的地理区域 (例如, 住宅), 以及可以提供由具有与毫微微小区的关联的 UE (例如, 在封闭用户组 (CSG) 中的 UE、针对在住宅中的用户的 UE 等等) 进行的受限制的接入。用于宏小区的 eNB 可以称为宏 eNB。用于小型小区的 eNB 可以称为小型小区 eNB、微微 eNB、毫微微 eNB 或家庭 eNB。eNB 可以支持一个或多个 (例如, 两个、三个、四个等等) 小区 (例如, 分量载波)。

[0286] 在本文中描述的无线通信系统或者各系统可以支持同步操作或异步操作。对于同步操作而言, 基站可以具有类似的帧时序, 以及来自不同基站的传输在时间上可以是近似

地对齐的。对于异步操作而言,基站可以具有不同的帧时序,以及来自不同基站的传输在时间上可以不是对齐的。在本文中描述的技术可以用于同步操作或异步操作。

[0287] 在本文中描述的下行链路传输还可以称为前向链路传输,而上行链路传输还可以称为反向链路传输。在本文中描述的各通信链路(例如,包括图1和图2的无线通信系统100和200)可以包括一个或多个载波,其中各载波可以是由多个子载波(例如,不同频率的波形信号)组成的信号。

[0288] 在本文中结合附图阐述的描述内容描述了示例性配置,以及并不表示可以实现的全部示例,或在权利要求的保护范围内的全部示例。在本文中使用的术语“示例性的”意指“用作示例、实例或说明”,以及不是“优选的”或“比其它示例有优势的”。出于提供对所描述的技术的理解的目的,具体实施方式包括特定细节。然而,可以在没有这些特定细节的情况下实践这些技术。在一些实例中,为了避免模糊所描述的示例的概念,众所周知的结构和设备是以方块图的形式示出的。

[0289] 在附图中,类似的组件或特征可以具有相同的参考标记。进一步地,相同类型的各个组件可以通过在参考标记之后加上虚线以及对相似组件进行区分的第二标记来进行区分。如果在说明书中仅使用了第一参考标记,则在不考虑第二参考标记的情况下,该描述可适用于具有相同的第一参考标记的类似组件中的任何一个类似组件。

[0290] 在本文中描述的信息和信号可以是使用各种各样不同的技术和方法中的任何技术和方法来表示的。例如,遍及上文的描述可能提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者其任何组合来表示的。

[0291] 结合在本文中的公开内容描述的各种说明性的方块和模块可以是利用被设计为执行在本文中描述的功能的通用处理器、DSP、ASIC、FPGA或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何组合来实现或执行的。通用处理器可以是微处理器,但是在替代方式中,该处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或者状态机。处理器还可以实现为计算设备的组合(例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合,或者任何其它这样的配置)。

[0292] 在本文中描述的功能可以在硬件、由处理器执行的软件、固件或者其任何组合中实现。当在由处理器执行的软件中实现时,这些功能可以作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上,或者在计算机可读介质上进行发送。其它示例和实现方式是在本公开内容以及所附权利要求的保护范围内的。例如,由于软件的性质,在上文中描述的功能可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬连线或者其任何组合来实现。用于实现各功能的特征还可以物理地位于多个位置,包括被分布以使功能的各部分是在不同的物理位置处实现的。另外,如在本文中(包括在权利要求中)使用的,如在项目列表中使用的“或”(例如,以诸如“中的至少一者”或“中的一个或多个”的短语开始的项目列表)指示包容性的列表,以使例如列表A、B或C中的至少一者意指:A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)。另外,如在本文中使用的,短语“基于”不应当被解释为参考封闭的条件集合。例如,在不背离本公开内容的保护范围的情况下,描述为“基于条件A”的示例性步骤可以是基于条件A和条件B两者的。换言之,如在本文中使用的,短语“基于”应当是与短语“至少部分地基于”的相同的方式来解释的。

[0293] 计算机可读介质包括非暂时性计算机存储介质和通信介质两者,所述通信介质包括促进计算机程序从一个地方传送到另一地方的任何介质。非暂时性存储介质可以是由通用或专用计算机能够存取的任何可用的介质。举例而言,以及不是限制,非暂时性计算机可读介质可以包括RAM、ROM、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、压缩光盘 (CD) ROM或其它光盘存储器、磁盘存储器或其它磁存储设备、或者能够用以以指令或数据结构的形式携带或存储期望的程序代码单元和能够由通用或专用计算机、或者通用或专用处理器进行存取的任何其它非暂时性介质。另外,任何连接适当地称为计算机可读介质。例如,如果软件是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线路 (DSL) 或者诸如红外线、无线电和微波的无线技术从网站、服务器或其它远程源发送的,则所述同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或者诸如红外线、无线电和微波的无线技术是包括在所述介质的定义中的。如在本文中使用的,磁盘和光盘包括CD、激光光盘、光盘、数字通用光盘 (DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常磁性地复制数据,而光盘利用激光来光学地复制数据。上述的组合也应当是包括在计算机可读介质的保护范围内的。

[0294] 提供在本文中的描述以使本领域技术人员能够做出或者使用本公开内容。对于本领域技术人员而言,对本公开内容的各种修改将是显而易见的,以及在不背离本公开内容的保护范围的情况下,在本文中定义的通用原理可以适用于其它变体。因此,本公开内容不限于在本文中描述的示例和设计,而是要符合与在本文中公开的原理和新颖特征相一致的最广范围。



图1

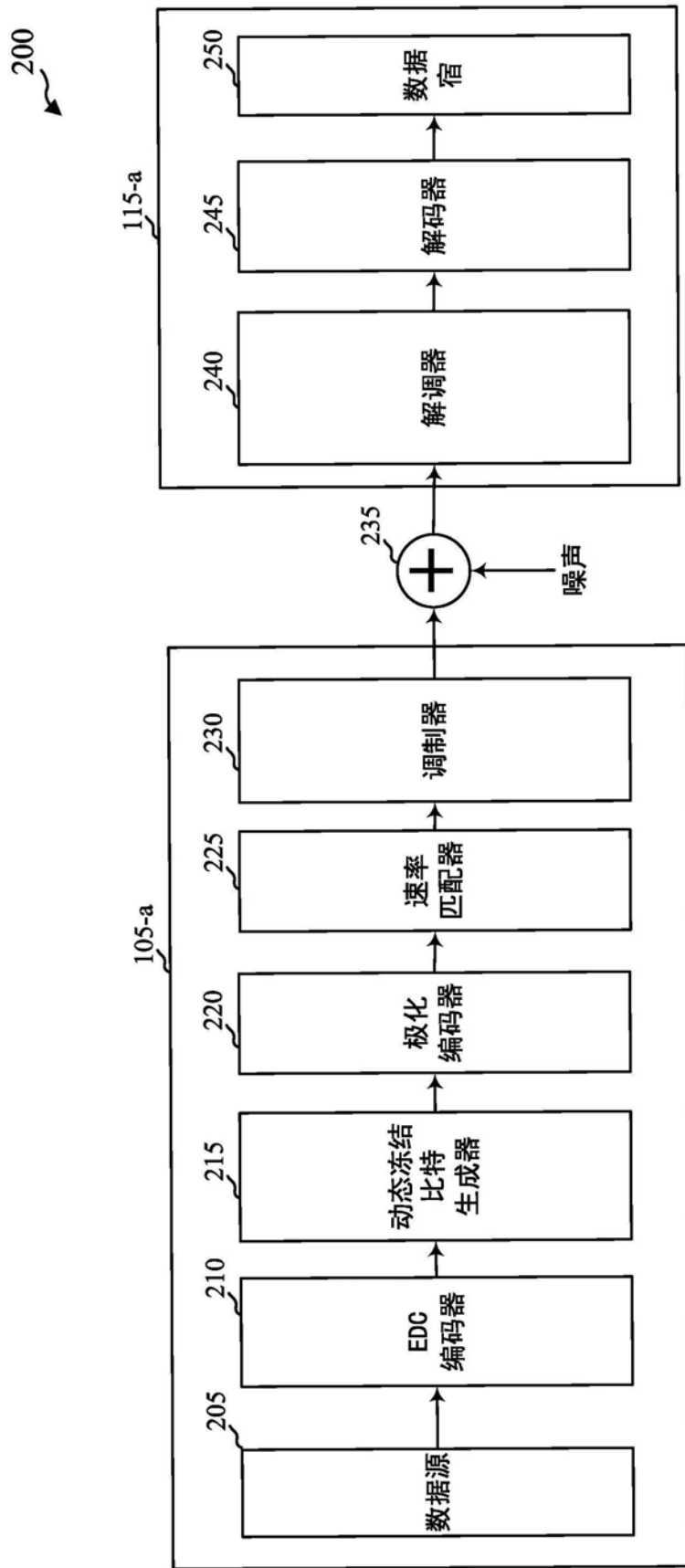


图2

300

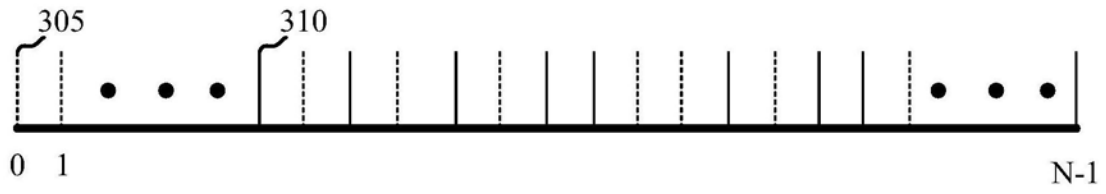


图3

400
↙

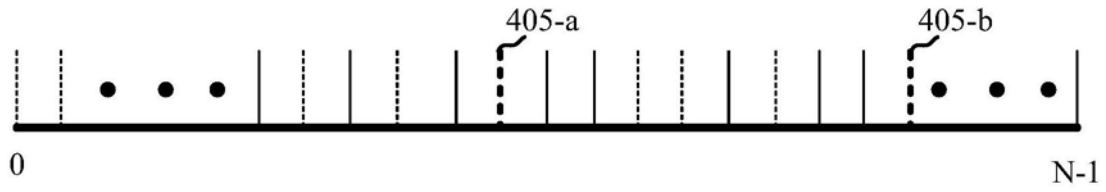


图4

500

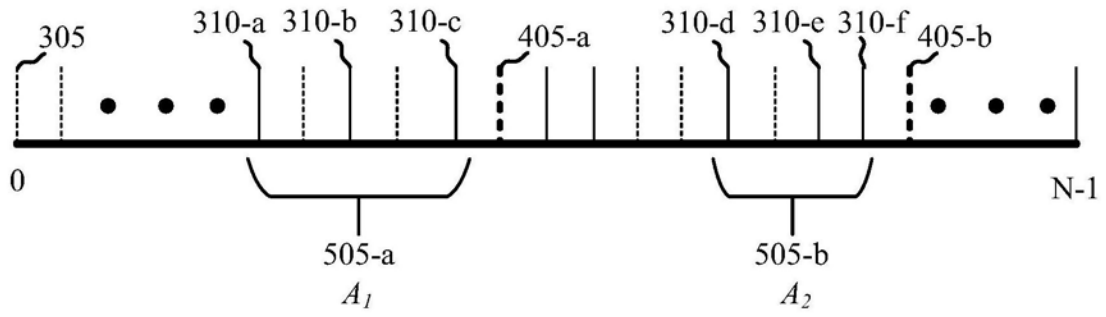


图5

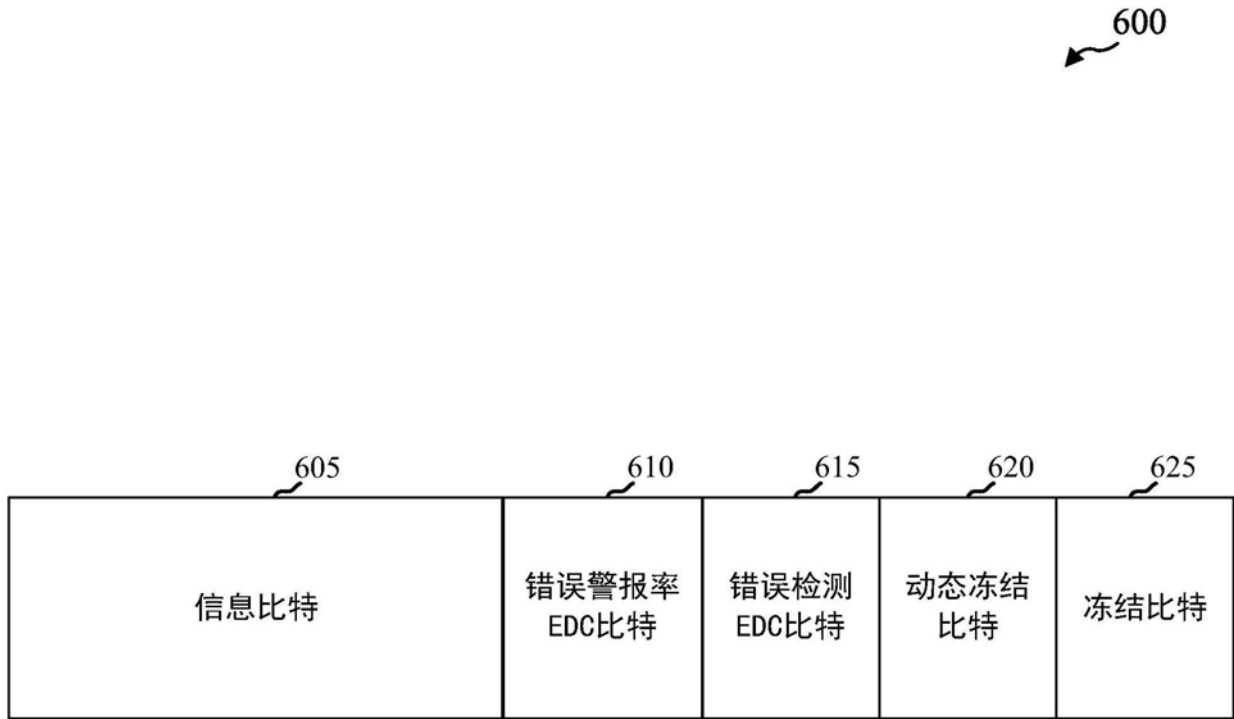


图6

700

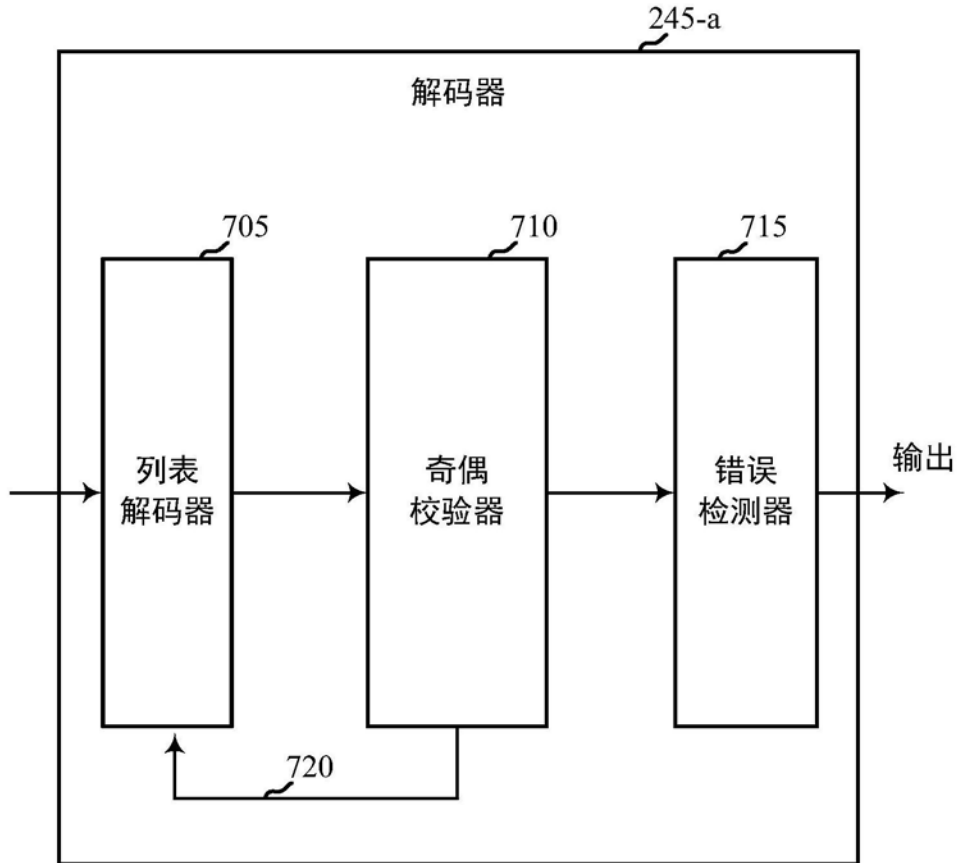


图7

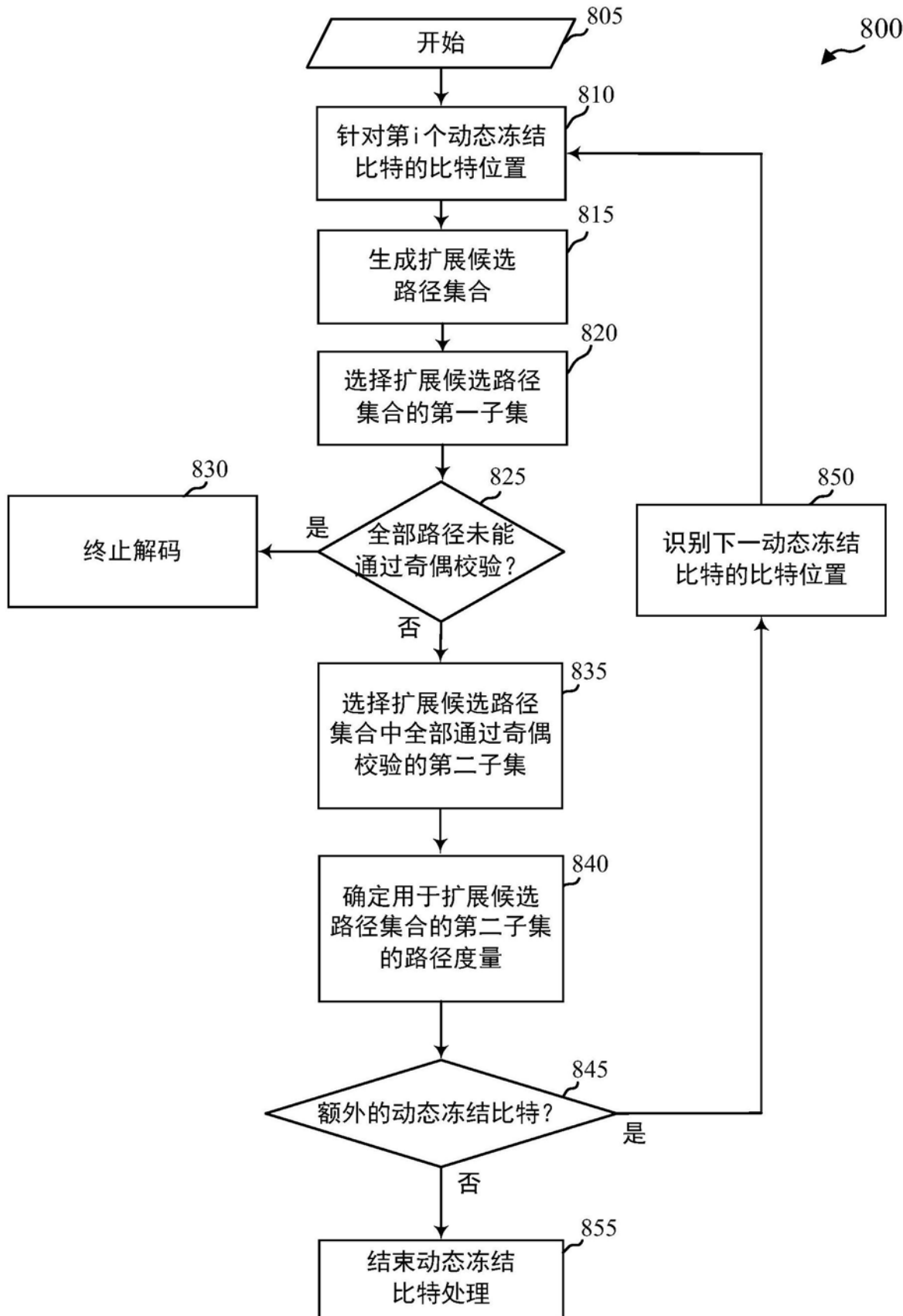


图8

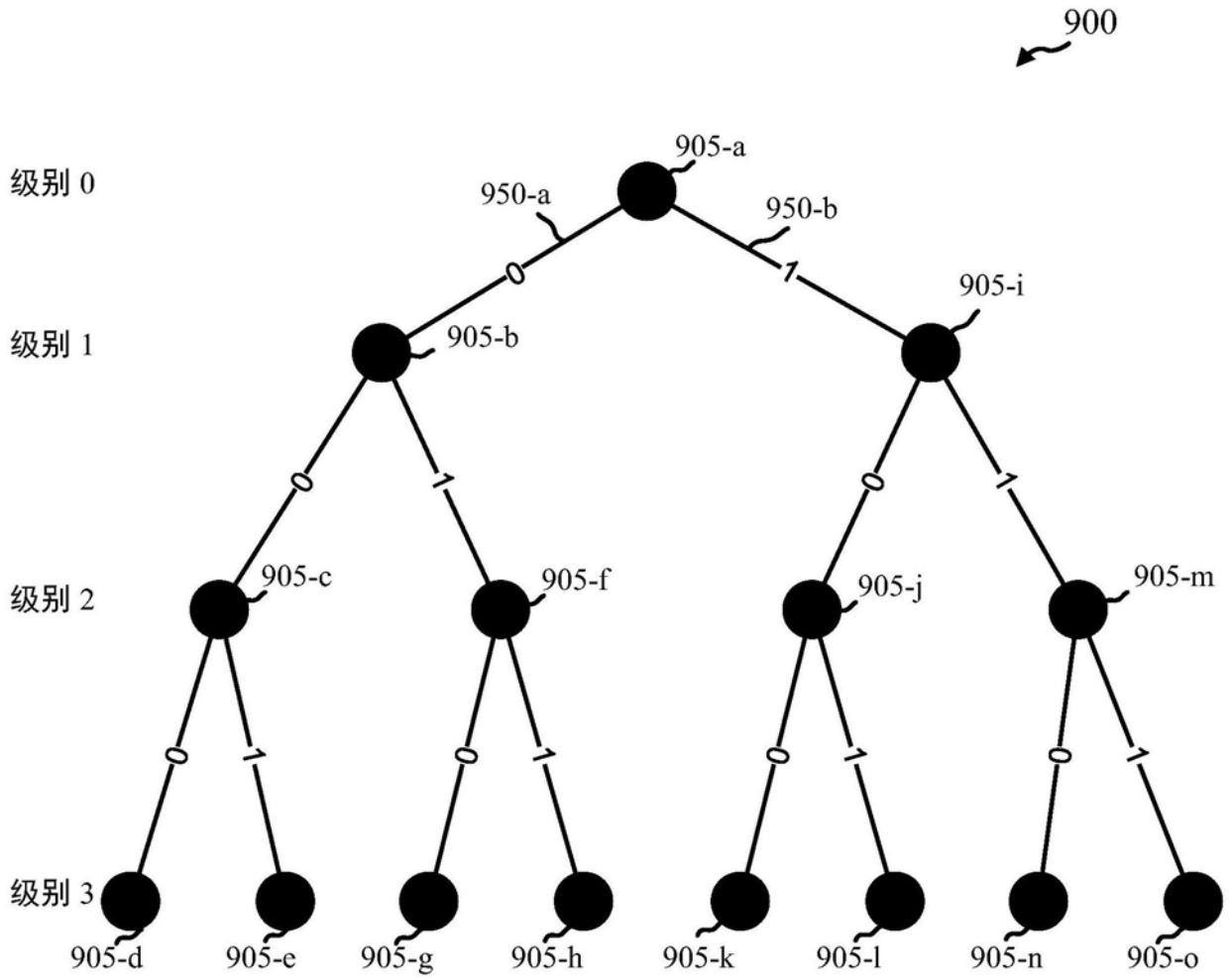


图9

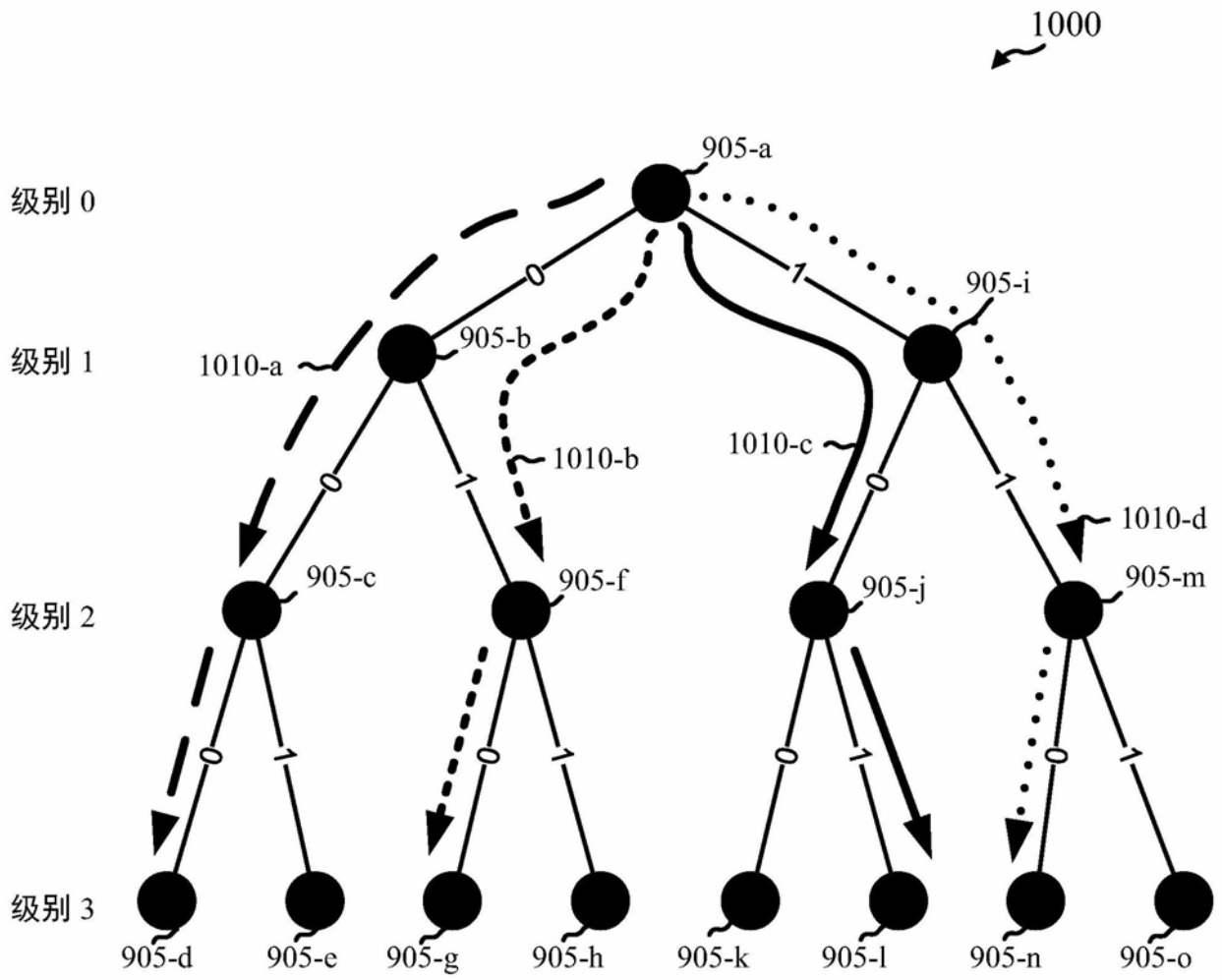


图10

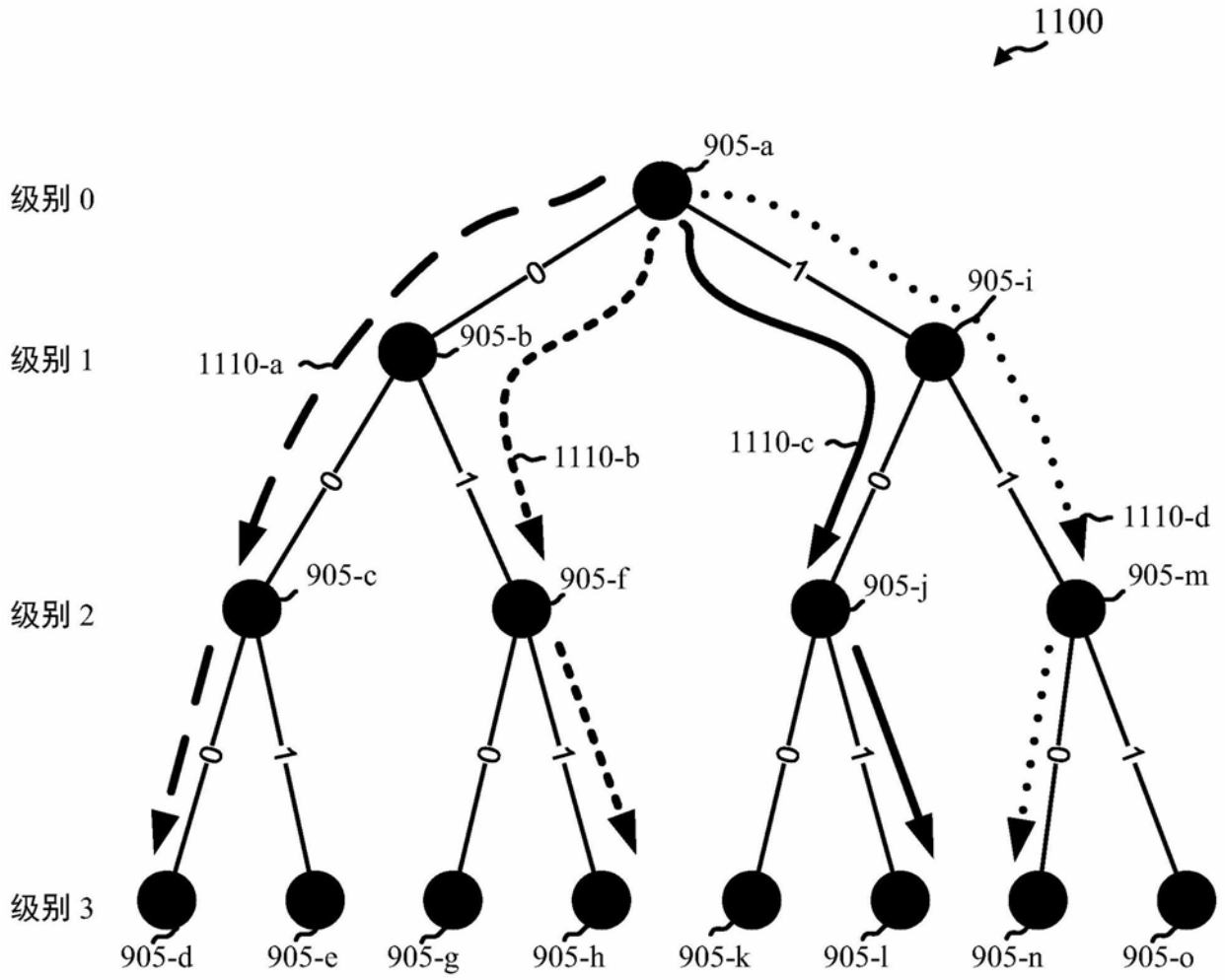


图11

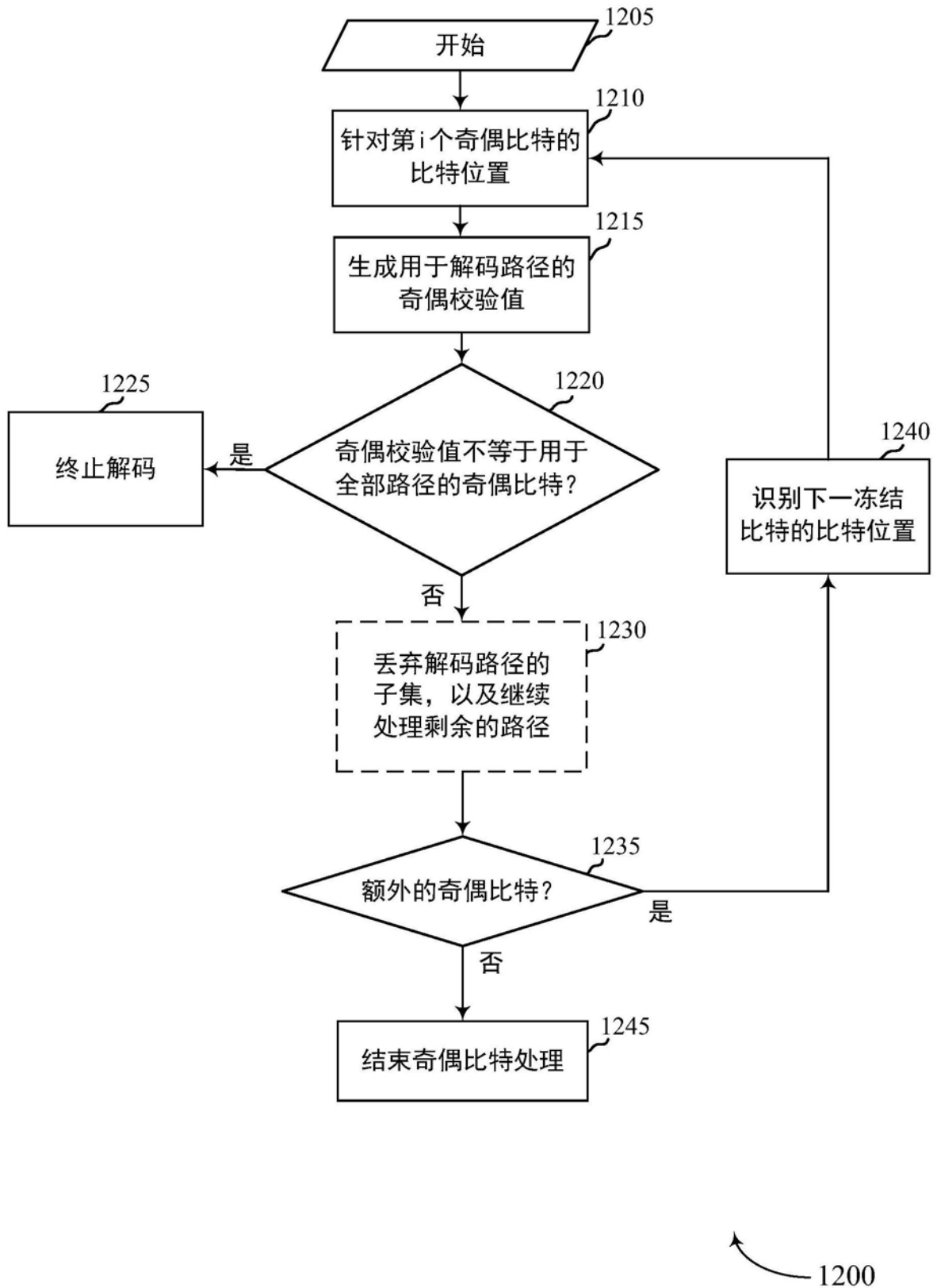


图12

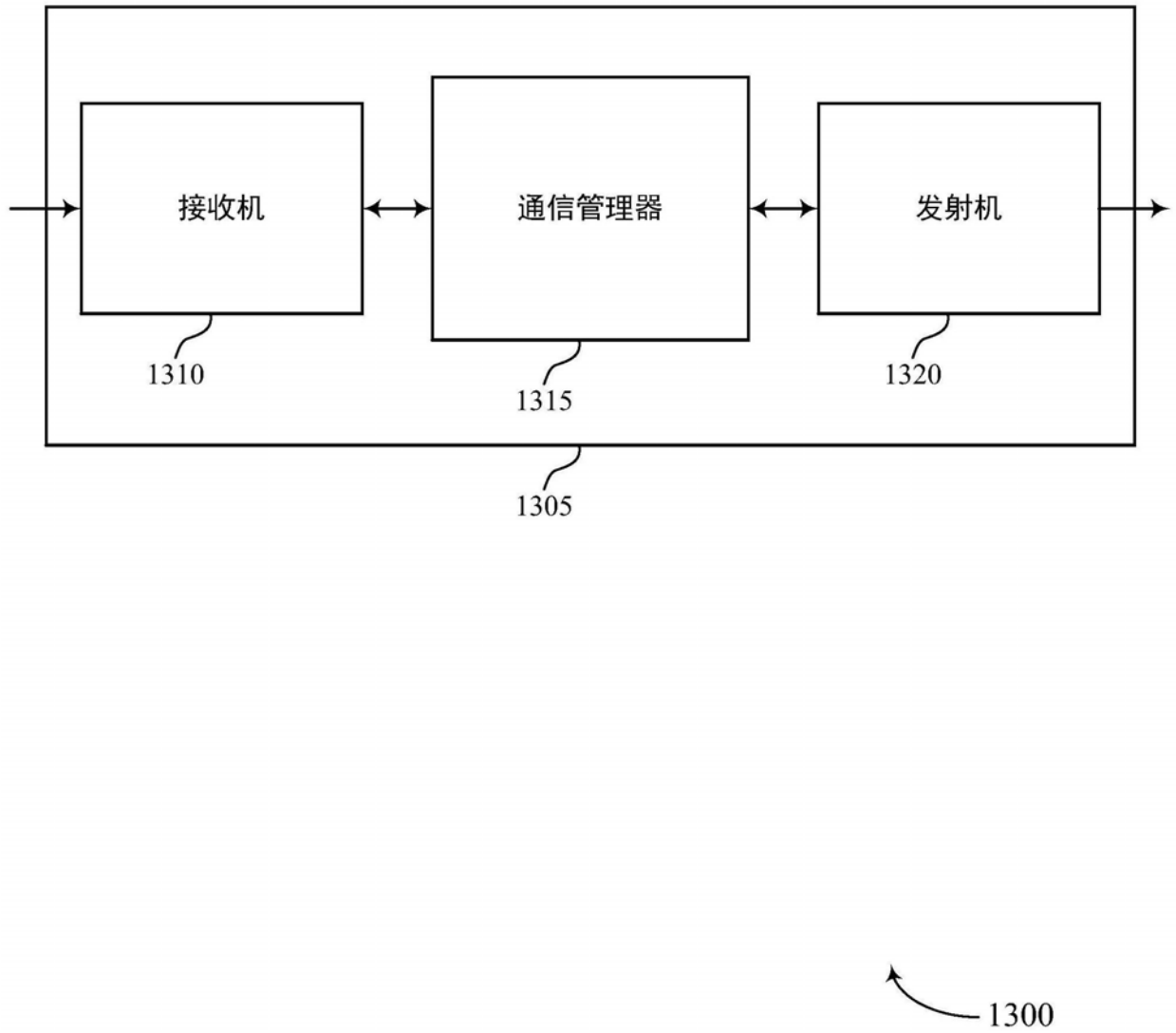


图13

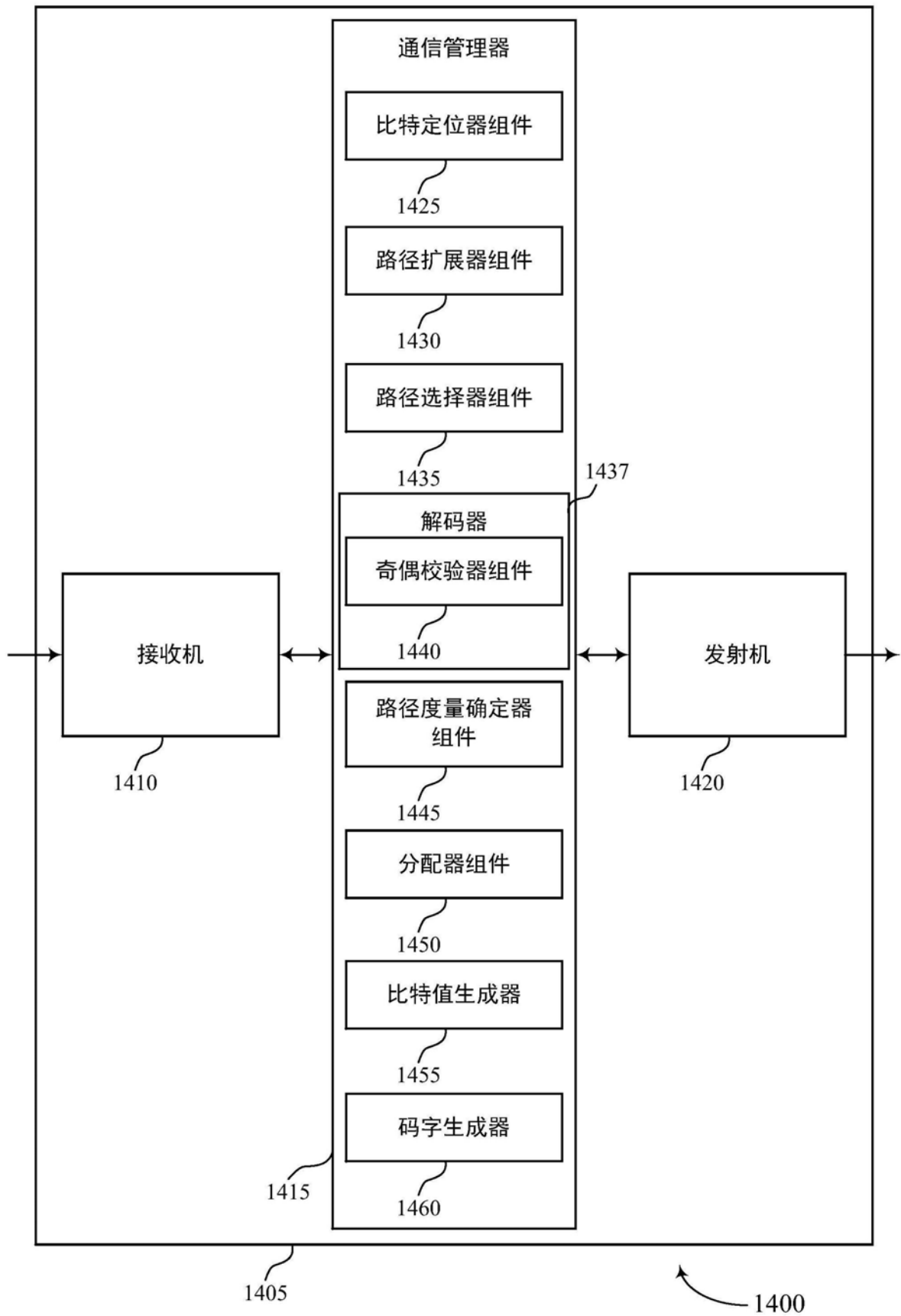


图14

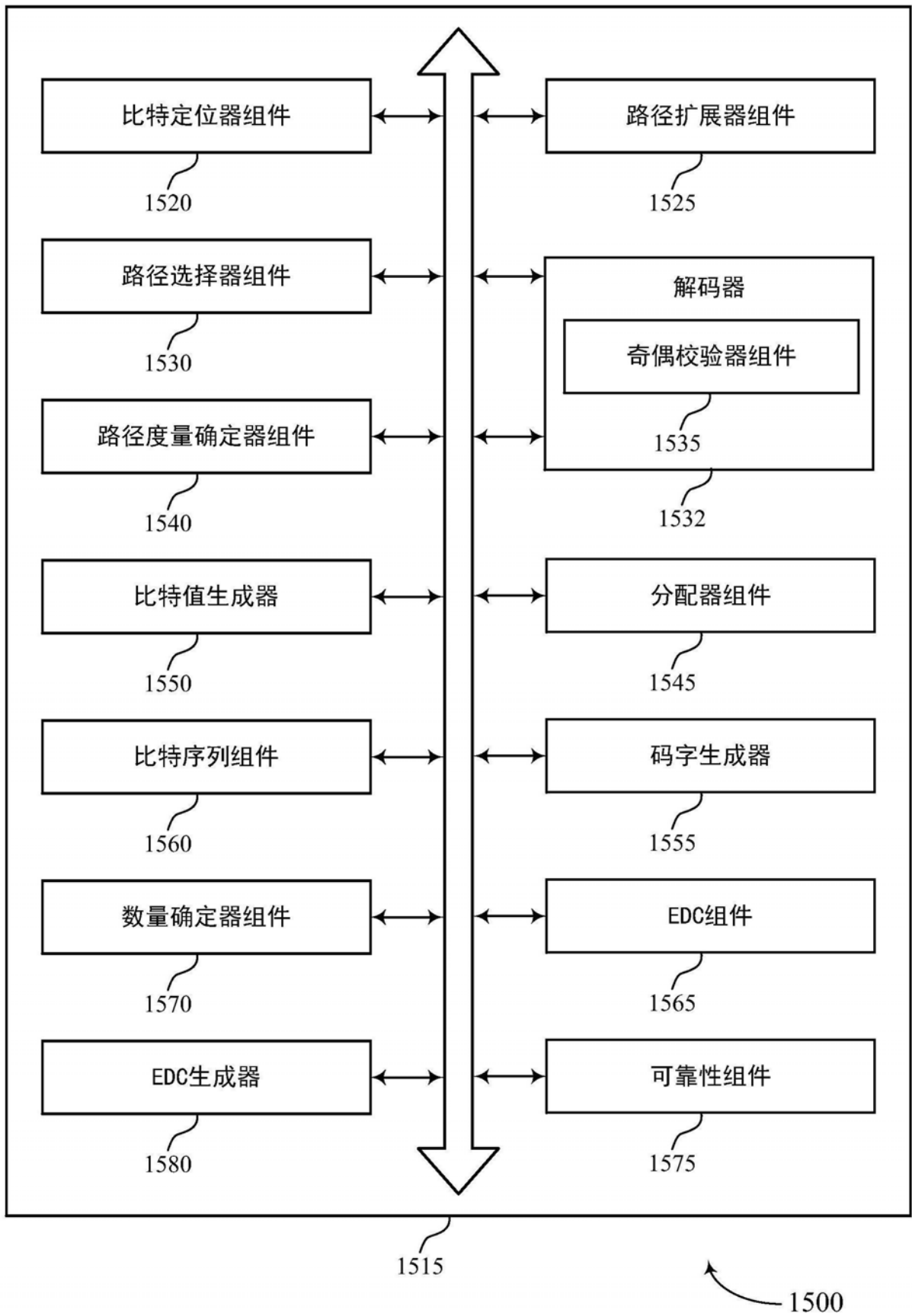


图15

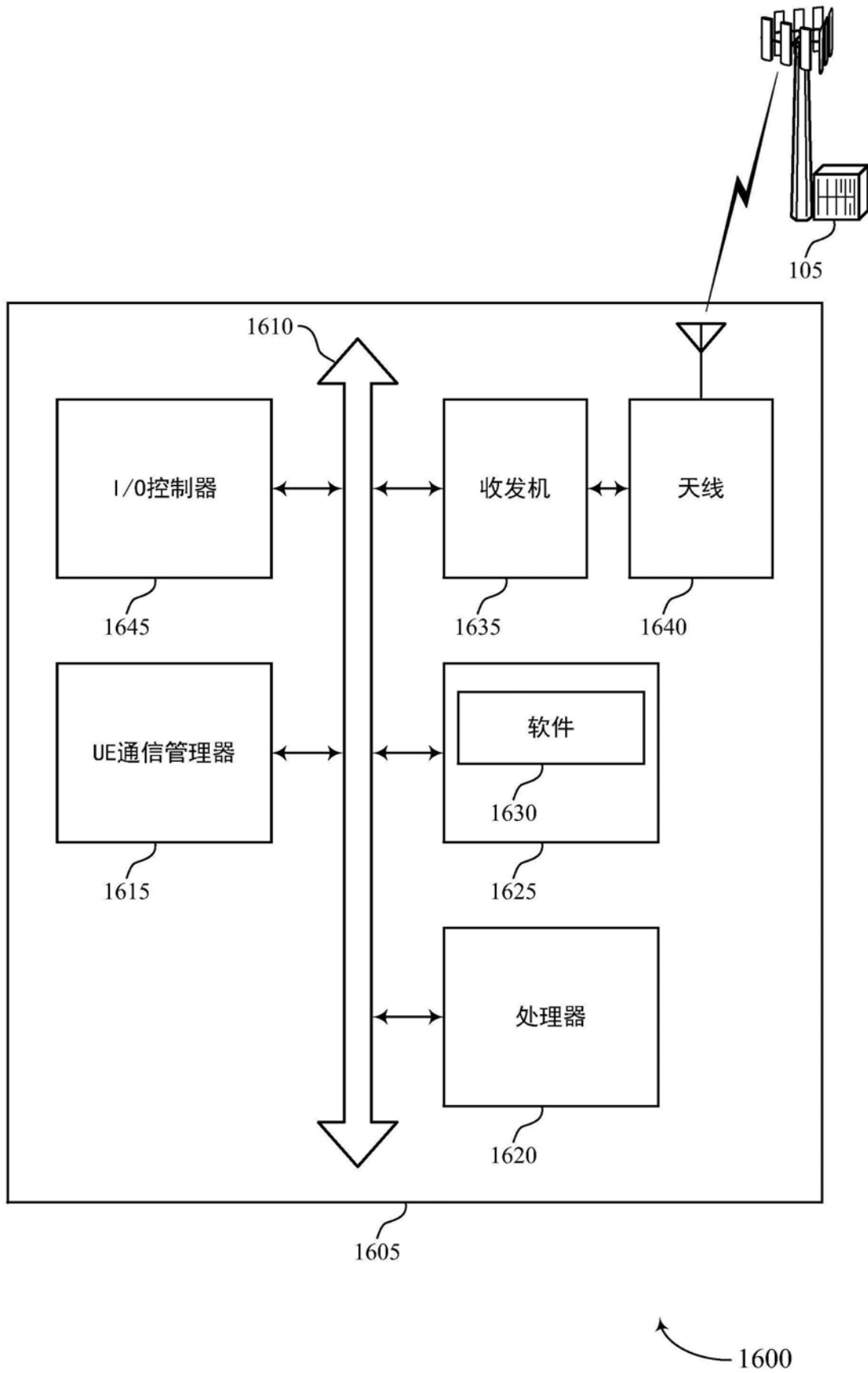


图16

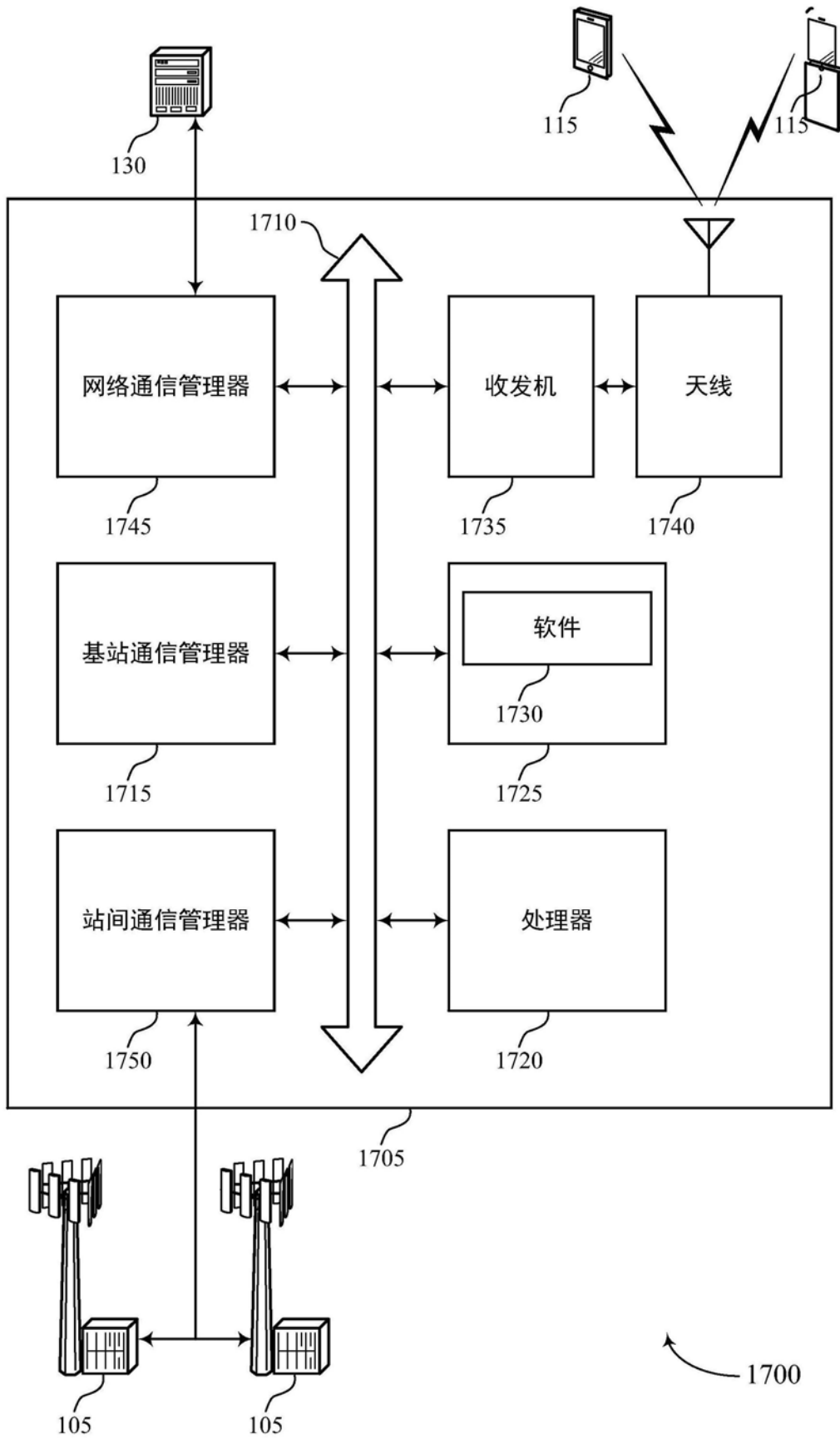


图17

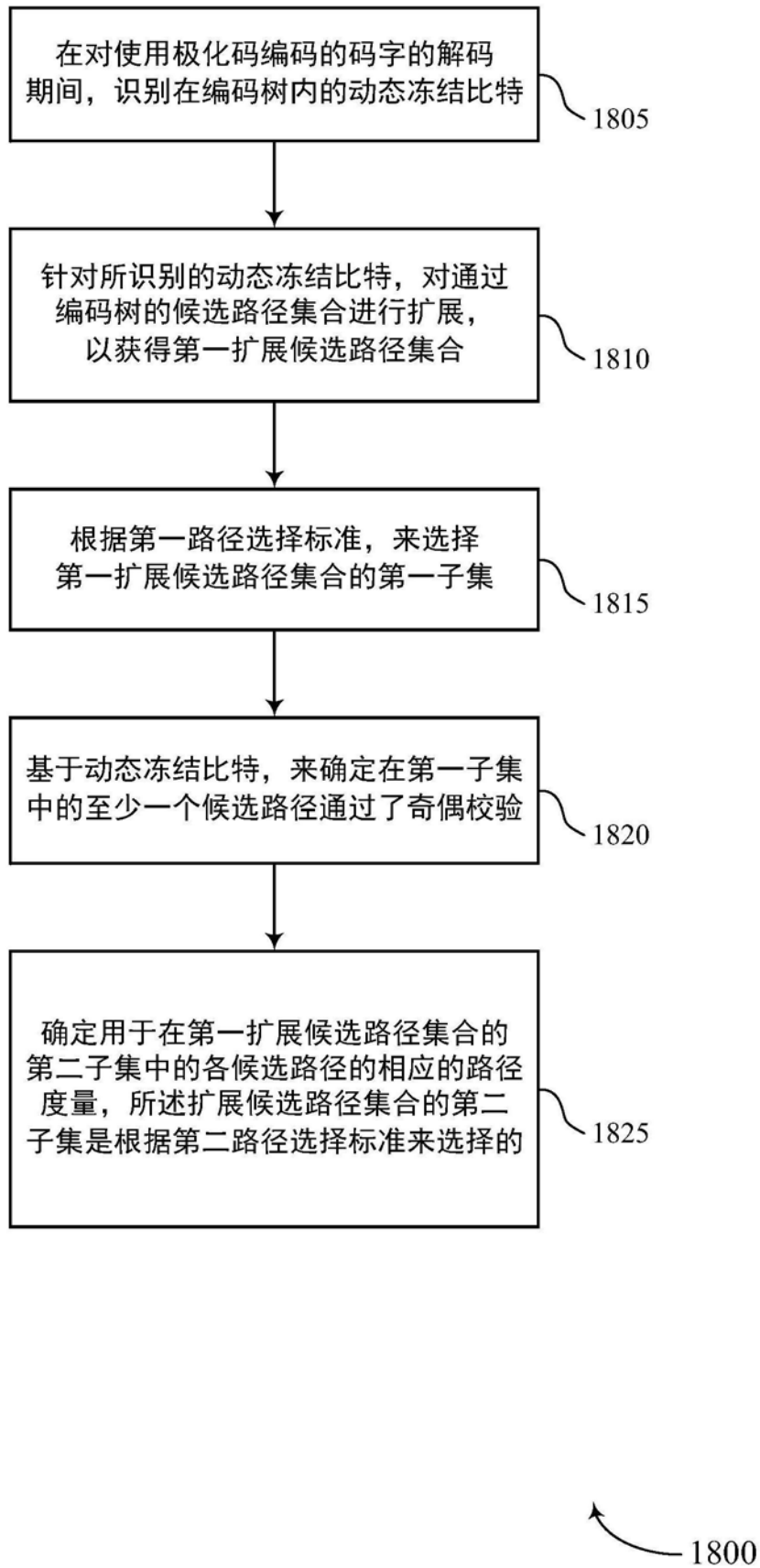


图18

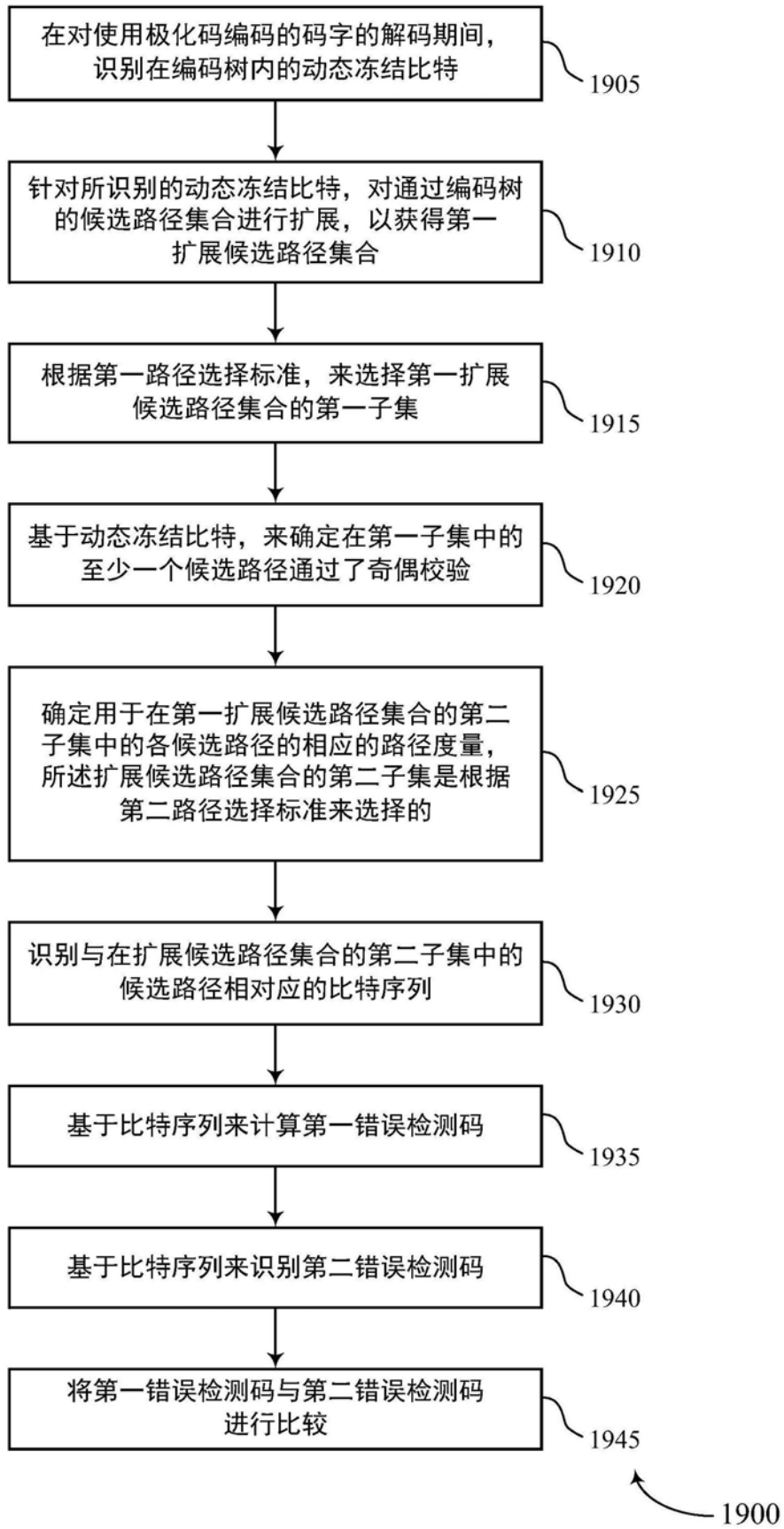


图19

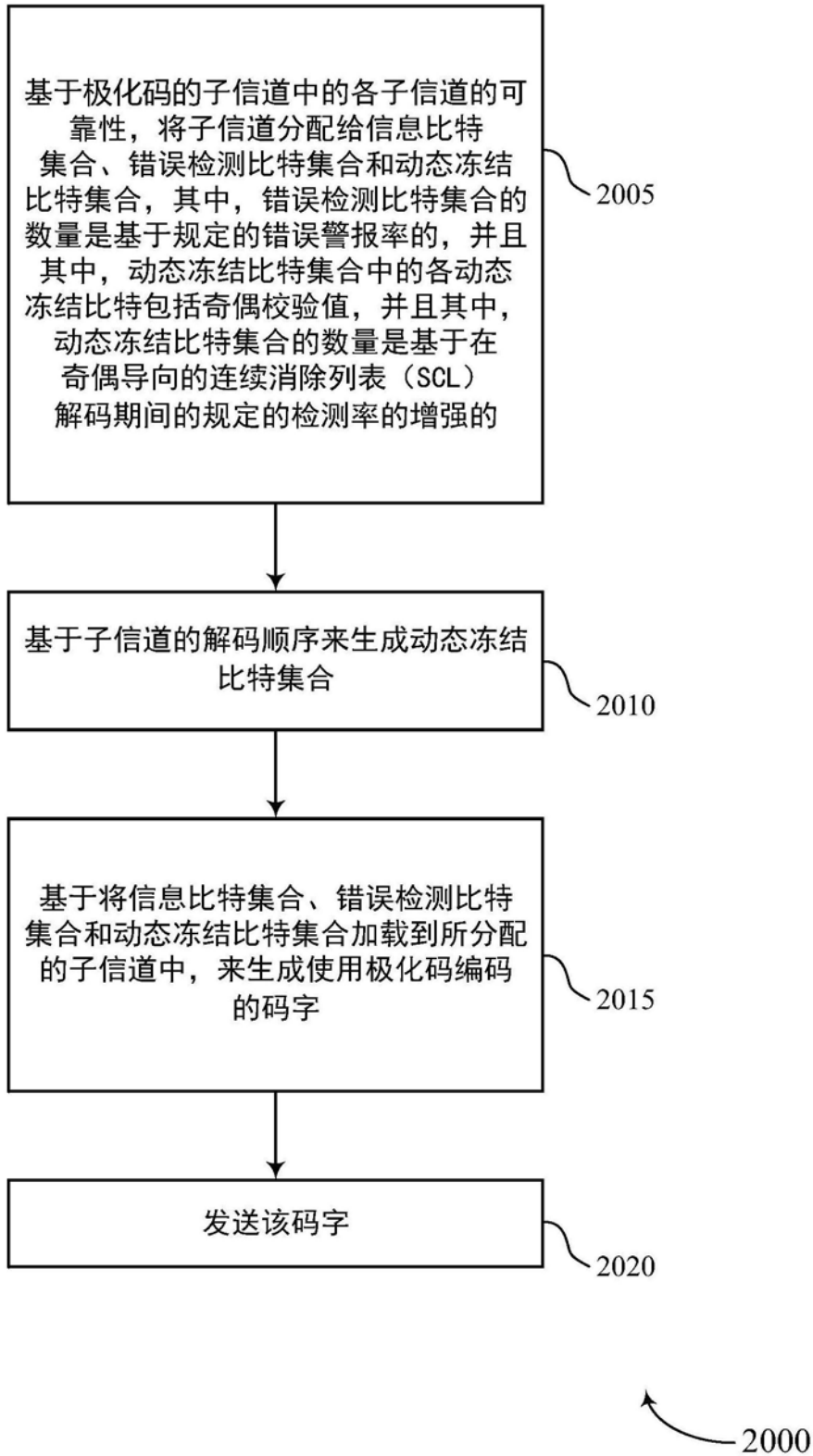


图20

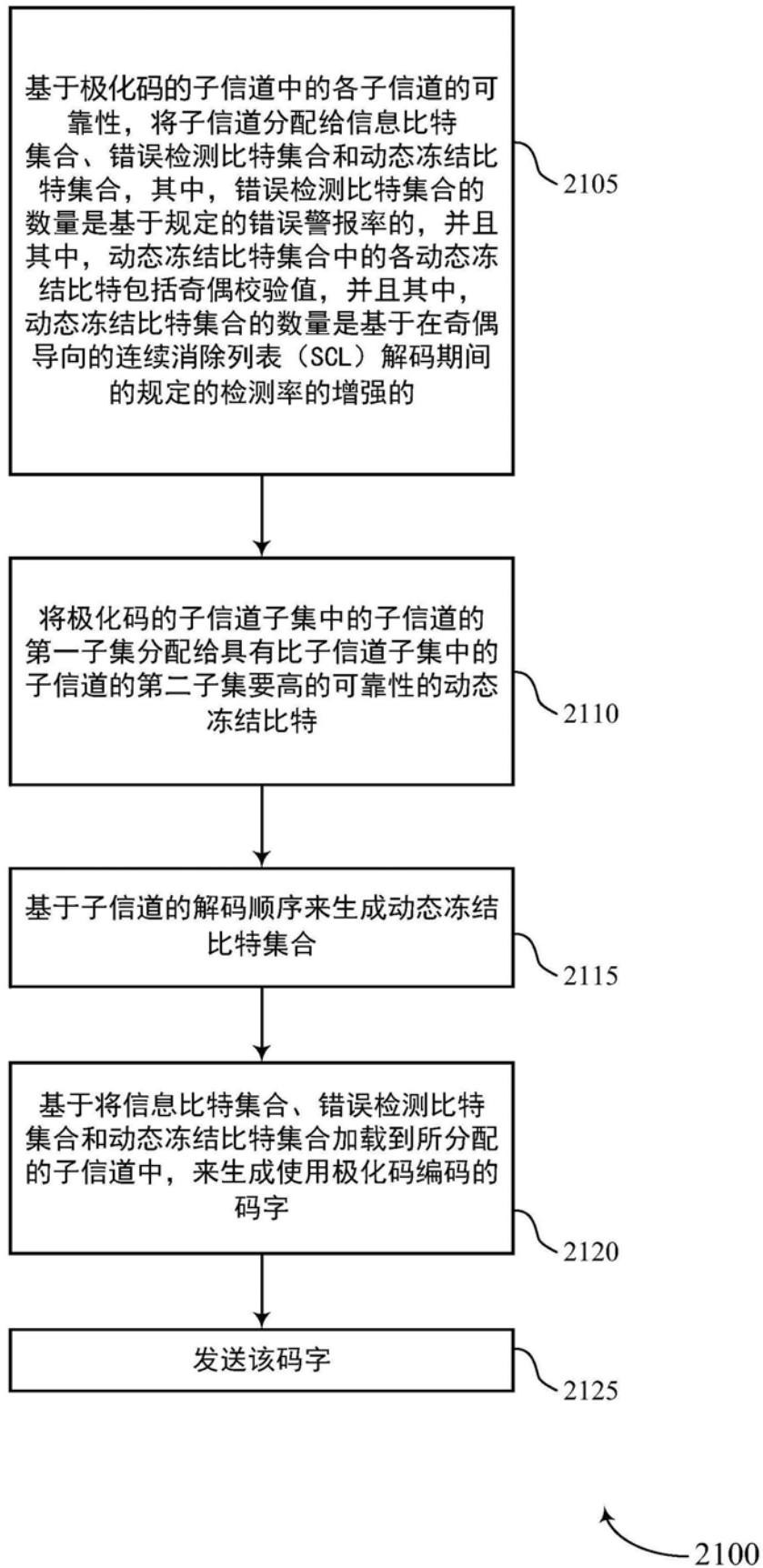


图21

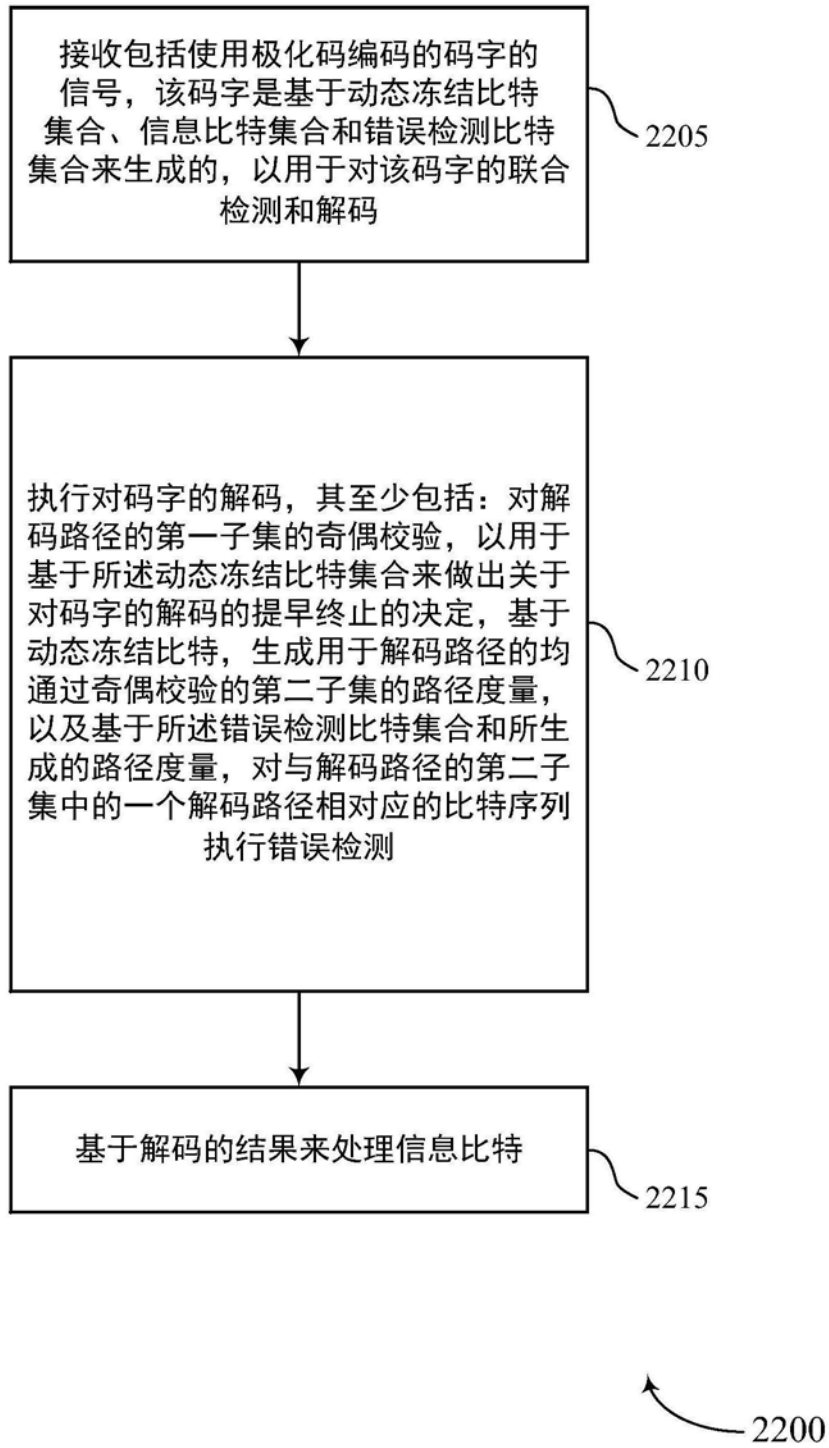


图22

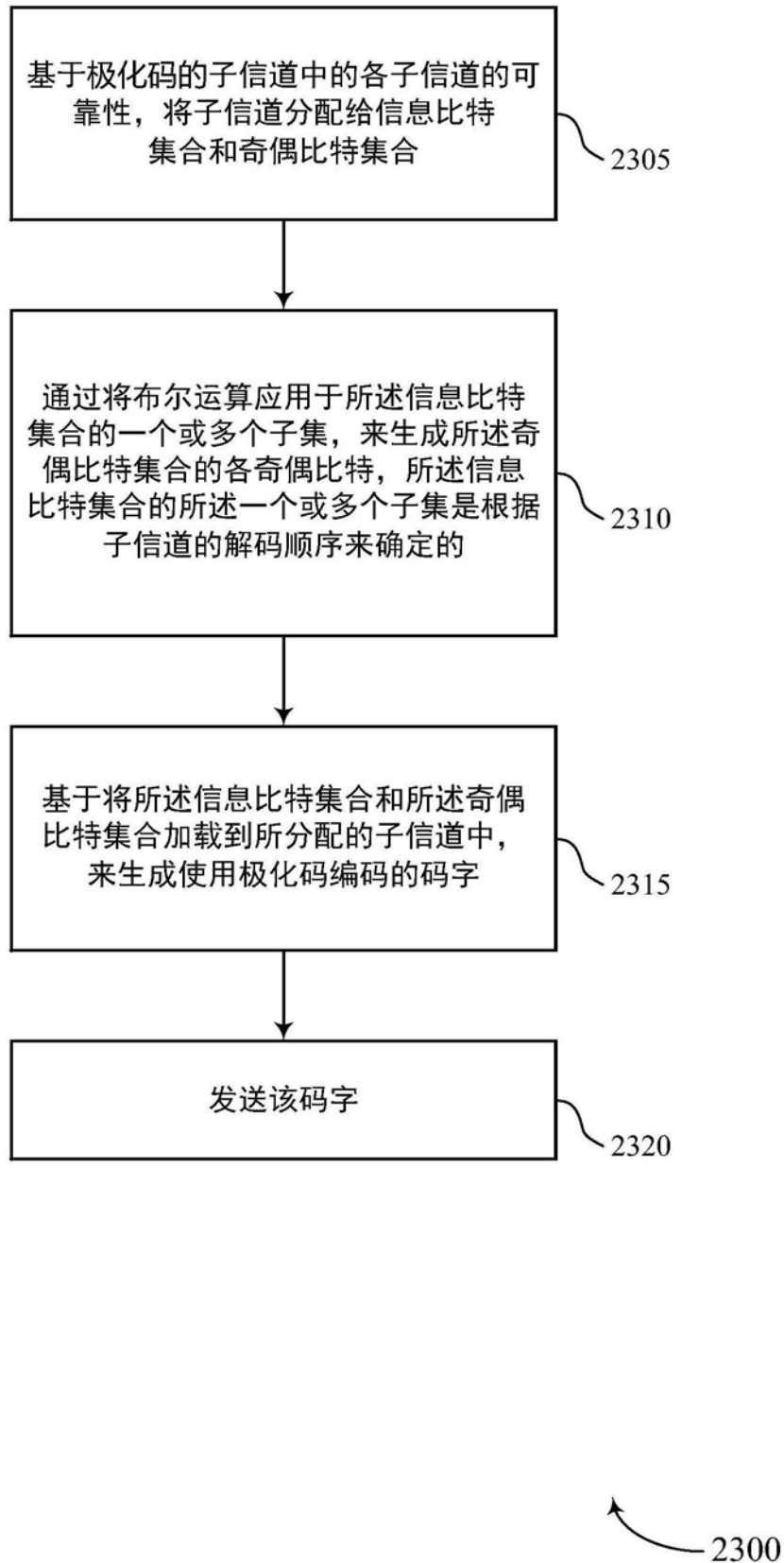


图23

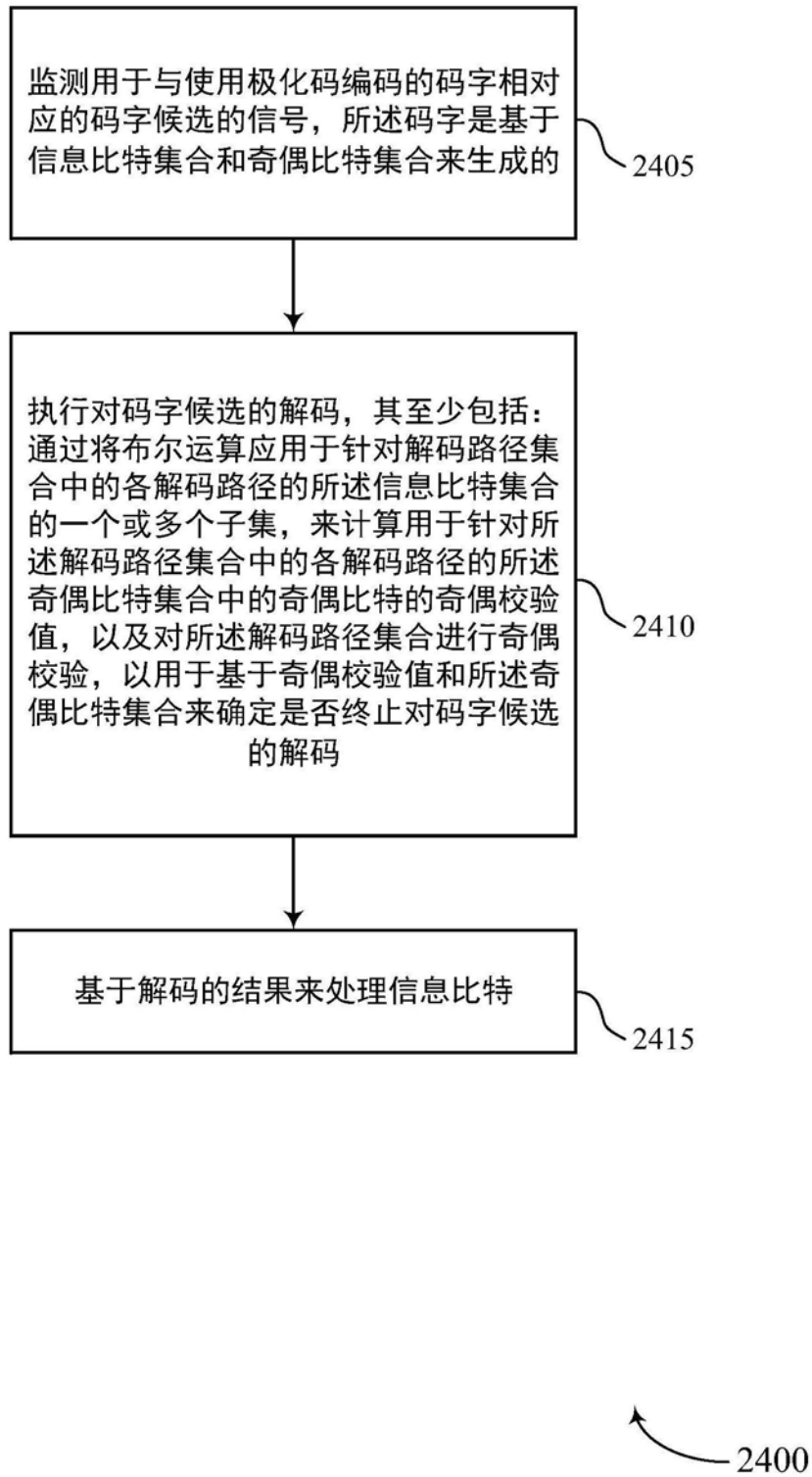


图24

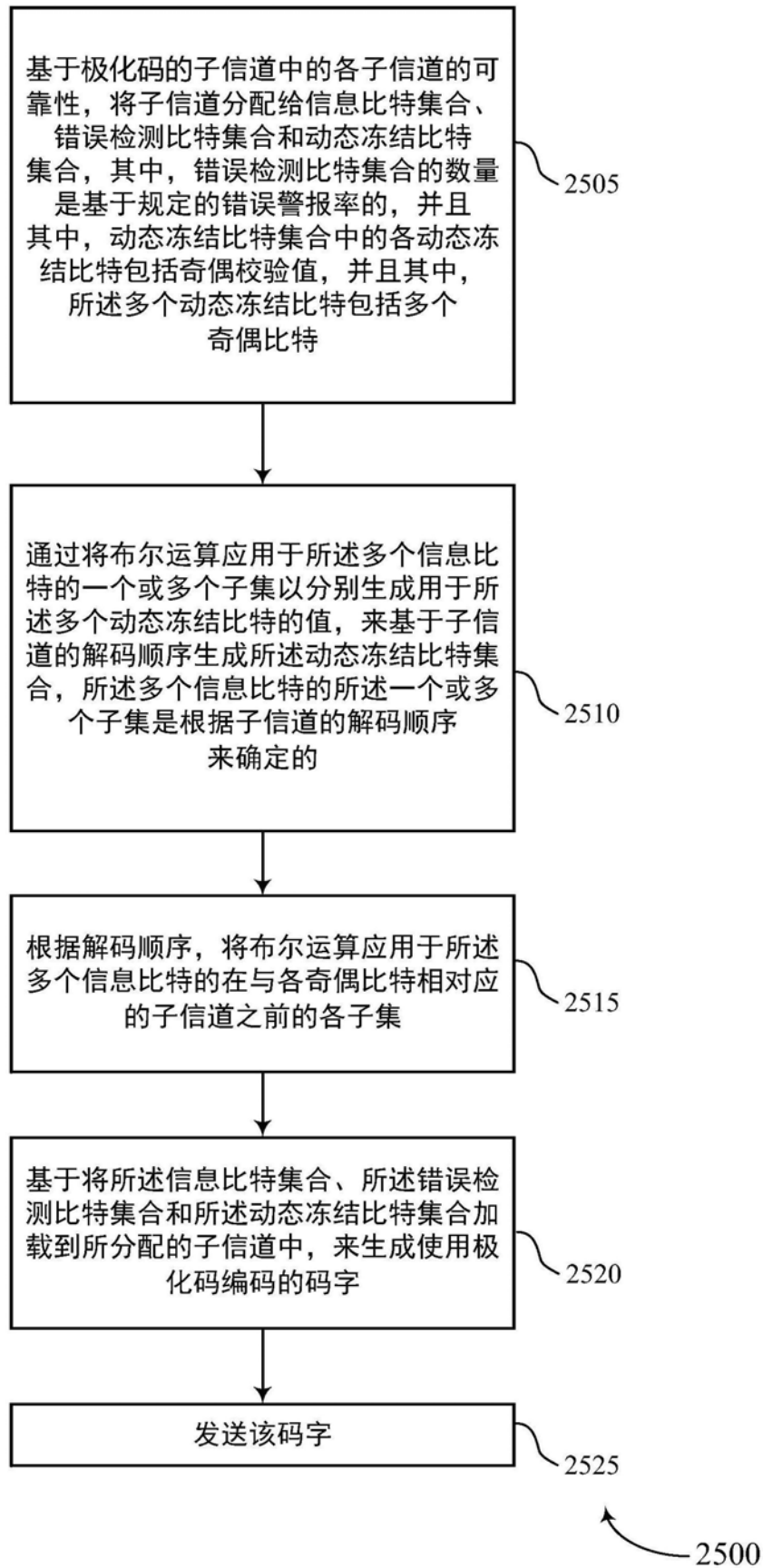


图25

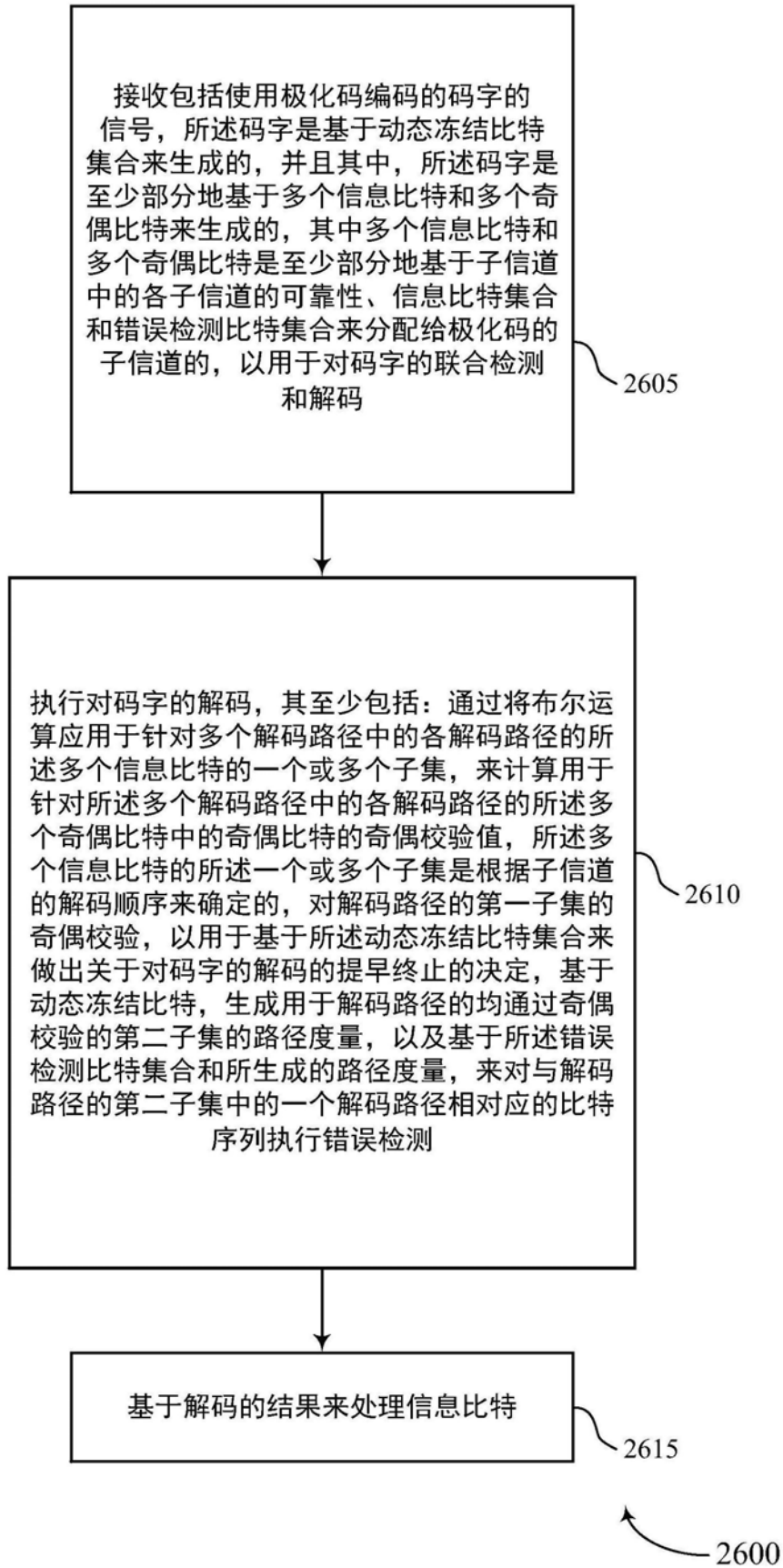


图26