

通信方法和装置

5 技术领域

本申请涉及通信领域，更具体地，涉及一种通信方法和装置。

背景技术

在通信系统中，常用的通信序列包括 Alltop 序列、Zadoff-Chu 序列（简称 ZC 序列）、Zadoff-Chu Cover Alltop 序列。然而，这些通信序列均存在一些缺点。

对于 Alltop 序列而言，Alltop 序列的模糊函数在时延多普勒平面具有多个峰值，存在模糊性。对于 ZC 序列而言，ZC 序列的序列容量比较有限。对于 Zadoff-Chu Cover Alltop 序列而言，Zadoff-Chu Cover Alltop 序列无法对抗多普勒频偏。

因此，如何对通信序列进行改进，是亟待解决的问题。

15

发明内容

本申请提出了一种通信方法和装置，用于对现有的通信序列进行改进。

第一方面，提供一种通信方法，包括：

第一装置生成三次多项式指数序列，其中，所述三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相关联；所述第一装置输出所述三次多项式指数序列。

本申请实施例提供了一种通信序列，该通信序列为三次多项式指数序列，并且三次多项式指数序列的三次项系数和二次项系数相关联。

相比于现有的通信序列，该三次多项式指数序列的序列容量与序列长度的立方正相关，支持对抗更多子载波间隔的多普勒频偏，并且，最大往返时延和最大多普勒频偏的乘积不受序列长度的约束。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述三次多项式指数序列 $s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}$ ，其中， a 为所述三次多项式指数序列的三次项系数， b 为所述三次多项式指数序列的二次项系数， c 为所述三次多项式指数序列的一次项系数， d 为所述三次多项式指数序列的常数项， N 为所述三次多项式指数序列的序列长度， N 为质数， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述三次多项式指数序列包括基序列和辅助序列，所述基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$ ，所述辅助序列 $v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}$ 。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述基序列的模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ ，所述基序列的序列个数与序列长度正相关；所述辅助序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，对于 $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1]$ ， $\forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$ ，所述三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数、所述三次多项式指数序列的模糊函数

的二次项系数和所述三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数不同时为零, 其中, τ 为往返时延, ν 为多普勒频偏, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列的三次项系数 a 与所述三次多项式指数序列的二次项系数 b 相关联, 包括:

- 5 若所述三次多项式指数序列的三次项系数 $a \in \{1, 2, \dots, N-1\}$, 则所述三次多项式指数序列的二次项系数 $b = 3ak\Delta_T$, 所述三次多项式指数序列的一次项系数 $c = l\Delta_F$; 其中, $k \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}$, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列的序列容量为 $(N-1) \cdot [N/\Delta_T] \cdot [N/\Delta_F]$ 。

- 10 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 采用时域资源映射所述三次多项式指数序列, 所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_T n^2 + l\Delta_F n)/N}$$

其中, $a = \lambda$, $b = 3\lambda k\Delta_T$, $c = l\Delta_F$, $d = 0$, $\lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}$, $k \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。根据本申请实施

- 15 例, 该三次多项式指数序列映射到时域资源, 可以降低峰均功率比。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 采用频域资源映射所述三次多项式指数序列, 所述三次多项式指数序列的离散时间信号为

$$s_{\lambda,k,l}(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{M-1} e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_F n^2 + l\Delta_T n)/N} \cdot e^{j2\pi mn/N}$$

其中, $a = \lambda$, $b = 3\lambda k\Delta_F$, $c = l\Delta_T$, $d = 0$, $\lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}$, $k \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

- 20 根据本申请实施例, 该三次多项式指数序列映射到频域资源, 可以获得理想的自相关特性。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 同一小区对应同一个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值; 或者, 同一小区对应多个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值。

- 25 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述第一装置输出所述三次多项式指数序列, 包括:

所述第一装置生成序列集, 所述序列集对应同一个 λ 取值, 不同的 k 取值, 不同的 l 取值; 所述第一装置从所述序列集中选择所述三次多项式指数序列; 所述第一装置输出所述三次多项式指数序列。

- 30 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述序列集中的所述三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$, 所述序列集中的序列个数为 $[N/\Delta_T] \cdot [N/\Delta_F]$ 。

其中, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述第一装置所处的小区半径为 0 至 $c(\Delta_T - 1)T_s/2$, 其中, c 表示光速, T_s 表示码元时间间隔, Δ_T 为最大往返时延。

- 35 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述第一装置的移动速度范围为 $-c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ 至 $c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$, 其中, c 表示光速, f_c 表示载波频率, Δf 表示子载波间隔, Δ_F 为最大多普勒频偏。

第二方面, 提供一种通信方法, 包括:

第二装置生成多个三次多项式指数序列, 多个所述三次多项式指数序列构成序列集,

其中,所述三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相关联;所述第二装置接收来自第一装置的第一序列;所述第二装置从所述序列集中确定所述第一序列,并且确定往返时延和/或多普勒频偏,所述第一序列为所述序列集中的序列。

可以理解的是,该第一序列为第一装置生成的三次多项式指数序列,并且该第一序列的三次项系数与二次项系数相关联,具体可以参考第一方面的描述。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列 $s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}$,其中, a 为所述三次多项式指数序列的三次项系数, b 为所述三次多项式指数序列的二次项系数, c 为所述三次多项式指数序列的一次项系数, d 为所述三次多项式指数序列的常数项, N 为所述三次多项式指数序列的序列长度, N 为质数, $n \in \{0,1, \dots, N-1\}$ 。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列包括基序列和辅助序列,所述基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$,所述辅助序列 $v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}$ 。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述基序列的模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$,所述基序列的序列个数与序列长度正相关;所述辅助序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$,所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,对于 $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$,所述三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数、所述三次多项式指数序列的模糊函数的二次项系数和所述三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数不同时为零,其中, τ 为往返时延, ν 为多普勒频偏, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列的三次项系数 a 与所述三次多项式指数序列的二次项系数 b 相关联,包括:

若所述三次多项式指数序列的三次项系数 $a \in \{1,2, \dots, N-1\}$,则所述三次多项式指数序列的二次项系数 $b = 3ak\Delta_T$,所述三次多项式指数序列的一次项系数 $c = l\Delta_F$;其中, $k \in \{0,1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}$, $l \in \{0,1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}$, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列的序列容量为 $(N-1) \cdot [N/\Delta_T] \cdot [N/\Delta_F]$ 。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,采用时域资源映射所述三次多项式指数序列,所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_T n^2 + l\Delta_F n)/N}$$

其中, $a = \lambda, b = 3\lambda k\Delta_T, c = l\Delta_F, d = 0, \lambda \in \{1,2, \dots, N-1\}, k \in \{0,1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}, l \in \{0,1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

根据本申请实施例,在一些情况中,第二装置也可以输出该三次多项式指数序列,该三次多项式指数序列映射到时域资源,可以降低峰均功率比。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,采用频域资源映射所述三次多项式指数序列,所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{M-1} e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_F n^2 + l\Delta_T n)/N} \cdot e^{j2\pi mn/N}$$

其中, $a = \lambda, b = 3\lambda k\Delta_F, c = l\Delta_T, d = 0, \lambda \in \{1,2, \dots, N-1\}, k \in \{0,1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}, l \in \{0,1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

根据本申请实施例,在一些情况中,第二装置也可以输出该三次多项式指数序列,该

三次多项式指数序列映射到频域资源, 可以获得理想的自相关特性。

结合第二方面, 在第二方面的某些实现方式中, 同一小区对应同一个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值; 或者, 同一小区对应多个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值。

结合第二方面, 在第二方面的某些实现方式中, 所述序列集中的任意两个不同的所述
5 三次多项式指数序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$, 所述序列集中的序列个数为 $[N/\Delta_T] \cdot [N/\Delta_F]$ 。

结合第二方面, 在第二方面的某些实现方式中, 所述第一装置所处的小区半径为0至 $c(\Delta_T - 1)T_s/2$, 其中, c 表示光速, T_s 表示码元时间间隔, Δ_T 为最大往返时延。

结合第二方面, 在第二方面的某些实现方式中, 所述第一装置的移动速度范围为
10 $-c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ 至 $c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$, 其中, c 表示光速, f_c 表示载波频率, Δf 表示子载波间隔, Δ_F 为最大多普勒频偏。

第三方面, 提供一种通信装置, 该通信装置可以为第一装置, 也可以是第一装置中执行第一方面中所描述的方法或操作或步骤或动作所一一对应的模块或单元 (例如, 芯片, 或者芯片系统, 或者电路), 或者是能够 and 第一装置匹配使用的装置。

15 一种可能的实现中该通信装置包括: 收发单元以及与收发单元连接的处理单元。

处理单元用于生成三次多项式指数序列, 其中, 所述三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相关联。收发单元用于输出所述三次多项式指数序列。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列 $s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}$, 其中, a 为所述三次多项式指数序列的三次项系数, b 为所述三次多项式指数序列的二次项系数, c 为所述三次多项式指数序列的一次项系数, d 为所述三次多项式指数序列的常数项, N 为所述三次多项式指数序列的序列长度, N 为质数, $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。
20

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列包括基序列和辅助序列, 所述基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$, 所述辅助序列 $v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}$ 。
25

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述基序列的模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$, 所述基序列的序列个数与序列长度正相关; 所述辅助序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$, 所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 对于 $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall v \in [0, \Delta_F - 1]$, 所述三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数、所述三次多项式指数序列的模糊函数的二次项系数和所述三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数不同时为零, 其中, τ 为往返时延, v 为多普勒频偏, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。
30

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列的三次项系数 a 与所述三次多项式指数序列的二次项系数 b 相关联, 包括:

35 若所述三次多项式指数序列的三次项系数 $a \in \{1, 2, \dots, N-1\}$, 则所述三次多项式指数序列的二次项系数 $b = 3ak\Delta_T$, 所述三次多项式指数序列的一次项系数 $c = l\Delta_F$; 其中, $k \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_T] - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_F] - 1\}$, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列的序列容量为 $(N-1) \cdot [N/\Delta_T] \cdot [N/\Delta_F]$ 。

40 结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述收发单元, 用于采用时域资源映

射所述三次多项式指数序列, 所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k \Delta_T n^2 + l \Delta_F n)/N}$$

其中, $a = \lambda, b = 3\lambda k \Delta_T, c = l \Delta_F, d = 0, \lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}, k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}, l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

- 5 结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述收发单元, 用于采用频域资源映射所述三次多项式指数序列, 所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{M-1} e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k \Delta_T n^2 + l \Delta_F n)/N} \cdot e^{j2\pi mn/N}$$

其中, $a = \lambda, b = 3\lambda k \Delta_T, c = l \Delta_F, d = 0, \lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}, k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}, l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

- 10 结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 同一小区对应同一个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值; 或者, 同一小区对应多个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述处理单元用于生成序列集, 所述序列集对应同一个 λ 取值, 不同的 k 取值, 不同的 l 取值; 所述处理单元用于从所述序列集中选择所述三次多项式指数序列。

- 15 结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述序列集中的所述三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$, 所述序列集中的序列个数为 $\lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$ 。

其中, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述第一装置所处的小区半径为0至 $c(\Delta_T - 1)T_s/2$, 其中, c 表示光速, T_s 表示码元时间间隔, Δ_T 为最大往返时延。

- 20 结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述第一装置的移动速度范围为 $-c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ 至 $c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$, 其中, c 表示光速, f_c 表示载波频率, Δf 表示子载波间隔, Δ_F 为最大多普勒频偏。

第四方面, 提供一种通信装置, 该通信装置可以为第二装置, 也可以是第二装置中执行第二方面中所描述的方法或操作或步骤或动作所一一对应的模块或单元(例如, 芯片, 或者芯片系统, 或者电路), 或者是能够和第二装置匹配使用的装置。

- 25 一种可能的实现中该通信装置包括: 收发单元以及与收发单元连接的处理单元。

处理单元用于生成多个三次多项式指数序列, 多个所述三次多项式指数序列构成序列集, 其中, 所述三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相关联; 收发单元用于接收来自第一装置的第一序列; 处理单元用于从所述序列集中确定所述第一序列, 并且确定往返时延和/或多普勒频偏, 所述第一序列为所述序列集中的序列。

可以理解的是, 该第一序列为第一装置生成的三次多项式指数序列, 并且该第一序列的三次项系数与二次项系数相关联, 具体可以参考第一方面的描述。

- 35 结合第四方面, 在第四方面的某些实现方式中, 所述三次多项式指数序列 $s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3 + bn^2 + cn + d)/N}$, 其中, a 为所述三次多项式指数序列的三次项系数, b 为所述三次多项式指数序列的二次项系数, c 为所述三次多项式指数序列的一次项系数, d 为所述三次多项式指数序列的常数项, N 为所述三次多项式指数序列的序列长度, N 为质数, $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列包括基序列和辅助序列,所述基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$,所述辅助序列 $v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}$ 。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述基序列的模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$,所述基序列的序列个数与序列长度正相关;所述辅助序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$,所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,对于 $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall v \in [0, \Delta_F - 1]$,所述三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数、所述三次多项式指数序列的模糊函数的二次项系数和所述三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数不同时为零,其中, τ 为往返时延, v 为多普勒频偏, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列的三次项系数 a 与所述三次多项式指数序列的二次项系数 b 相关联,包括:

若所述三次多项式指数序列的三次项系数 $a \in \{1, 2, \dots, N-1\}$,则所述三次多项式指数序列的二次项系数 $b = 3ak\Delta_T$,所述三次多项式指数序列的一次项系数 $c = l\Delta_F$;其中, $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述三次多项式指数序列的序列容量为 $(N-1) \cdot \lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$ 。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,收发单元用于采用时域资源映射所述三次多项式指数序列,所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_T n^2 + l\Delta_F n)/N}$$

其中, $a = \lambda, b = 3\lambda k\Delta_T, c = l\Delta_F, d = 0, \lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}, k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}, l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。根据本申请实施例,该三次多项式指数序列映射到时域资源,可以降低峰均功率比。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,收发单元用于采用频域资源映射所述三次多项式指数序列,所述三次多项式指数序列的离散时间信号为:

$$s_{\lambda,k,l}(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{M-1} e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_F n^2 + l\Delta_T n)/N} \cdot e^{j2\pi mn/N}$$

其中, $a = \lambda, b = 3\lambda k\Delta_F, c = l\Delta_T, d = 0, \lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}, k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}, l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

根据本申请实施例,该三次多项式指数序列映射到频域资源,可以获得理想的自相关特性。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,同一小区对应同一个 λ 取值,不同小区对应不同的 λ 取值;或者,同一小区对应多个 λ 取值,不同小区对应不同的 λ 取值。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述序列集中的任意两个不同的所述三次多项式指数序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$,所述序列集中的序列个数为 $\lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$ 。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述第一装置所处的小区半径为0至 $c(\Delta_T - 1)T_s/2$,其中, c 表示光速, T_s 表示码元时间间隔, Δ_T 为最大往返时延。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,所述第一装置的移动速度范围为 $-c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ 至 $c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$,其中, c 表示光速, f_c 表示载波频率, Δf 表示子载波间隔, Δ_F 为最大多普勒频偏。

第五方面，提供一种通信装置，包括通信接口和处理器，所述通信接口用于输出和/或输入信号，所述处理器用于执行存储器存储的计算机程序或指令，使得该通信装置执行第一方面或者第二方面中的方法。

5 可选地，该存储器可以包括在该通信装置中，作为一种方式，存储器可以与处理器分开设置；作为另一种方式，该存储器可以位于处理器中，与处理器集成在一起。

可选地，该存储器也可以在该通信装置之外，与处理器耦合。

第六方面，提供一种计算机可读存储介质，包括计算机程序，当计算机程序在计算机上运行时，使得计算机执行第一方面或者第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

10 第七方面，提供一种芯片或芯片系统，芯片或芯片系统包括处理电路和输入输出接口，处理电路用于执行该第一方面或者第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第八方面，提供了一种计算机程序产品，计算机程序产品包括：计算机程序（也可以称为代码，或指令），当计算机程序被运行时，使得计算机执行第一方面或者第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

15 第九方面，提供一种通信系统，包括第一装置和第二装置。第一装置用于执行第一方面中任一种可能实现方式中的方法；第二装置用于执行第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

附图说明

20 图 1 示出了本申请适用的通信系统；
图 2 示出了本申请所提出的方法；
图 3 示出了 ZC 类序列和 Alltop 类序列的自模糊函数；
图 4 示出了 ZC 类序列和 Alltop 类序列的互模糊函数；
图 5 示出了 ZC 类序列和三次多项式指数序列的复用的模糊函数；
25 图 6 示出了本申请所提出的方法；
图 7 为本申请提供的通信装置的一种示意性框图；
图 8 为本申请提供的通信装置的一种示意性框图。

具体实施方式

30 图 1 示出了本申请适用的通信系统 100，该通信系统 100 中包括终端设备和网络设备。
为了方便理解，首先对本申请中的术语进行说明。

(1) 终端设备

本申请中，终端设备可以是向用户提供语音和/或数据连通性的各类设备，也可以称为终端、用户设备（user equipment, UE）、移动台、移动终端等。终端可以广泛应用于各种
35 场景，例如，设备到设备（device-to-device, D2D）、车物（vehicle to everything, V2X）通信、机器类通信（machine-type communication, MTC）、物联网(internet of things, IOT)、虚拟现实、增强现实、工业控制、自动驾驶、远程医疗、智能电网、智能家居、智能办公、智能穿戴、智能交通、智慧城市等。终端可以是手机、平板电脑、带无线收发功能的电脑、可穿戴设备、航空航天设备等。在本申请实施例中，应用于上述设备中的芯片也可以称为

终端。

(2) 网络设备

本申请实施例中的网络设备可以是基站等接入网设备, 该基站可以是全球移动通讯 (global system of mobile communication, GSM) 系统或码分多址 (code division multiple access, CDMA) 中的基站 (base transceiver station, BTS), 也可以是宽带码分多址 (wideband code division multiple access, WCDMA) 系统中的基站, 还可以是长期演进 (long term evolution, LTE) 系统中的演进型基站 (evolutional nodeB, eNB 或 eNodeB), 第五代 (5th generation, 5G) 移动通信系统中的下一代基站 (next generation NodeB, gNB)、第六代 (6th generation, 6G) 移动通信系统中的下一代基站、未来移动通信系统中的基站等。本申请的实施例对网络节点所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。例如, 网络节点也可以是完成基站部分功能的模块或单元, 例如, 可以是集中式单元 (central unit, CU), 也可以是分布式单元 (distributed unit, DU)。其中, CU 和 DU 分别完成基站的一部分协议栈功能。此外, CU 的功能可以由多个实体实现, 例如, 将 CU 的控制面 (control plane, CP) 和用户面 (user plane, UP) 的功能分离, 形成 CU 控制面 (CU-CP) 和 CU 用户面 (CU-UP)。例如, CU-CP 和 CU-UP 可以由不同的功能实体来实现, 并通过 E1 接口相连, CU-CP 和 CU-UP 可以与 DU 相耦合。

(3) 模糊函数

模糊函数包括自模糊函数和互模糊函数两种。

自模糊函数: 是指信号#1 与信号#2 之间的相关性, 信号#2 为信号#1 经过时延和多普勒频移影响后的信号。

互模糊函数: 是指信号#A 与信号#B 之间的相关性, 其中, 信号#A 为信号#C 经过时延和多普勒频移影响后的信号, 信号#B 和信号#C 位于同一序列集合。

(4) 零模糊区

零模糊区是指在一定的时延和多普勒区间内, 模糊函数等于零。

(5) 低模糊区

低模糊区是指在一定的时延和多普勒区间内, 模糊函数值小于预设的阈值。

(6) 零相关区

零相关区是指在一定的时延区间内, 相关函数等于零。

(7) 低相关区

低相关区是指在一定的时延区间内, 相关函数值小于预设的阈值。

(8) 序列容量

序列容量是指序列集中包含的序列个数。

下面对本申请针对的问题进行说明。

当前, 在通信系统中, 常见的通信序列包括 Alltop 序列、ZC 序列、Zadoff-Chu Cover Alltop 序列。然而, 这些通信序列均存在一些缺点。

(1) Alltop 序列

对于长度为 N 的 Alltop 序列, 其离散时间信号可以表示为

$$s_{\lambda}(n) = e^{-j2\pi(n^3 + \lambda n)/N}$$

其中, 一次项系数 $\lambda \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, N 为该序列的序列长度。Alltop 序列的模糊函

数表示为

$$|A_{s_\lambda s_\mu}(\tau, v)| = \begin{cases} N & \lambda = (\mu + v) \bmod N, \tau = 0 \\ 0 & \lambda = \mu, \tau = 0, v \neq 0 \\ \sqrt{N} & \tau \neq 0 \end{cases}$$

Alltop 序列的模糊函数在时延多普勒平面具有多个峰值, 存在模糊性。

其中, 时延多普勒平面可以理解为由时延轴和多普勒轴组成的二维平面。关于此, 下文不再赘述。

(2) ZC 序列

作为一种情况, ZC 序列的离散时间信号可以表示为

$$s_{u,k}(n) = e^{-j\pi u(n+k\Delta_T)(n+k\Delta_T+1)/N}$$

其中, Δ_T 表示零相关区, k 表示循环移位索引, N 为该序列的序列长度, u 表示根序列号, $u \in \{1, 2, \dots, N-1\}$ 。ZC 序列的模糊函数表示为

$$|A_{s_u s_v}(\tau, v)| = \begin{cases} N & u = v, v = u\tau \bmod N \\ 0 & u = v, v \neq u\tau \bmod N \\ \sqrt{N} & u \neq v \end{cases}$$

由上式可知, ZC 序列的序列容量与序列长度的平方正相关, 序列容量较为有限。

此外, ZC 序列的循环移位的产生分为三种情况: 非限制集循环移位 (unrestricted set)、限制集循环移位类型 A (restricted set type A)、限制集循环移位类型 B (restricted set type B)。在终端设备高速运动场景下, 为了对抗多普勒频偏, ZC 序列可以通过限制集循环移位类型 A 或者限制集循环移位类型 B 得到循环移位, 因此序列容量进一步降低。

并且, ZC 序列通过限制集循环移位类型 A 得到的循环移位支持对抗不超过 1 个子载波间隔的多普勒频偏, ZC 序列通过限制集循环移位类型 B 得到的循环移位支持对抗不超过 2 个子载波间隔的多普勒频偏。根据限制集循环移位类型 A 或者限制集循环移位类型 B, 当前 ZC 序列支持的最大多普勒频偏也是有限的。

此外, 对于 ZC 序列而言, 最大零模糊区面积 (即, 最大往返时延和最大多普勒频偏的乘积) 也存在一定的约束, 例如, 最大零模糊区面积不超过 ZC 序列的序列长度。

(3) Zadoff-Chu Cover Alltop 序列

基于 Zadoff-Chu Cover Alltop 序列, 在终端设备高速运动场景下, 无法对抗多普勒频偏。Zadoff-Chu Cover Alltop 序列的离散时间信号表示为

$$s_{l,w,v}(n) = e^{-j2\pi[l(n+w)^3 + l\lambda n]/N} \cdot e^{-j\pi u(n+v\Delta_T)(n+v\Delta_T+1)/N}$$

其中, $l, w \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $v \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$ 。低相关区序列容量 $N^2 \cdot \lfloor N/\Delta_T \rfloor$, 互相关函数最大值为 $\sqrt{N}$ 。Zadoff-Chu Cover Alltop 序列的相关函数可以表示为

$$|C_{s_{l_1, w_1, v_1}, s_{l_2, w_2, v_2}}(\tau)| = \begin{cases} N & l_1 = l_2, w_1 = (w_2 - \tau) \bmod N, v_1 = v_2, \tau = 0 \\ 0 & l_1 = l_2, w_1 = (w_2 - \tau) \bmod N, (v_1 \neq v_2) \vee (\tau \neq 0) \\ \sqrt{N} & l_1 = l_2, w_1 \neq (w_2 - \tau) \bmod N \\ \leq 2\sqrt{N} & l_1 \neq l_2 \end{cases}$$

针对上述问题, 本申请提出了一种方法, 用于对通信序列进行优化。图 2 示出了本申请提出的方法 200, 该方法 200 包括如下步骤。

S201, 第一装置生成 (或者说, 构造) 三次多项式指数序列。

其中, 三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相

关联。

示例性地，该三次多项式指数序列可以表示为：

$$s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}$$

- 其中， a 为三次多项式指数序列的三次项系数， b 为三次多项式指数序列的二次项系数， c 为三次多项式指数序列的一次项系数， d 为三次多项式指数序列的常数项， N 为三次多项式指数序列的序列长度， N 为质数， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。

可以理解的是，三次多项式指数序列的常数项 d 可以看作将序列 $s_{a,b,c,d}(n)$ 中的所有符号旋转一个公共相位 $e^{-j2\pi d/N}$ 。由于相位旋转不改变序列的相关性和模糊性，不失一般性，当 $d=0$ 时，该三次多项式指数序列退化为 $s_{a,b,c}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn)/N}$ 。

- 一种实现中，三次多项式指数序列包括基序列和辅助序列，其中，基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$ ，辅助序列 $v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}$ 。即，三次多项式指数序列可以表示为 $s_{a,b,c}(n) = u_a(n) \cdot v_{b,c}(n)$ 。换句话说，该三次多项式指数序列可以表示为基序列与辅助序列逐位点乘的形式。其中，基序列和辅助序列的序列长度均为 N 。

- 例如，基序列为 $[u_a(0), u_a(1), \dots, u_a(N-1)]$ ，辅助序列为 $[v_{b,c}(0), v_{b,c}(1), \dots, v_{b,c}(N-1)]$ ，则基序列与辅助序列逐位点乘的结果为 $[u_a(0) \cdot v_{b,c}(0), u_a(1) \cdot v_{b,c}(1), \dots, u_a(N-1) \cdot v_{b,c}(N-1)]$ 。

- 在本申请实施例中，基序列是与小区相关联的序列，示例性地，同一个小区可以对应同一个基序列，不同小区对应不同的基序列。或者，同一个小区也可以对应多个基序列，但是不同小区对应不同的基序列。辅助序列是与小区中的终端设备相关联的序列。示例性地，同一个小区中，不同终端设备对应的辅助序列可以是不同的。

下面对基序列和辅助序列进行说明。

A)：基序列

- 图3中的(a)示出了ZC类序列（即，与ZC序列类似的序列，也可以称之为二次多项式指数序列）的自模糊函数，图3中的(b)示出了Alltop类序列（即，与Alltop序列类似的序列，也可以称之为三次多项式指数序列）的自模糊函数。

由图3可知，ZC类序列的自模糊函数在时延多普勒平面出现多个峰值（即，ZC类序列的自模糊函数具有多峰特性）。Alltop类序列的自模糊函数在时延多普勒平面仅有一个峰值（即，Alltop类序列的自模糊函数具有单峰特性）。

- 图4中的(a)示出了ZC类序列的互模糊函数，图4中的(b)示出了Alltop类序列的互模糊函数。

由图4可知，ZC类序列的互模糊函数在时延多普勒平面没有峰值，ZC类序列的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ 。Alltop类序列的互模糊函数在时延多普勒平面也没有峰值，Alltop类序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。

- 在本申请实施例中，对基序列的要求为：基序列的自模糊函数在时延多普勒平面具有单峰特性，基序列的互模糊函数在时延多普勒平面没有峰值；因此，综合图3和图4，本申请中，将Alltop类序列作为基序列。换句话说，基序列为最高项次数为三次的指数序列。

作为一种可能的情况，基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$ ， $a \in \{1, 2, \dots, N-1\}$ 。由基序列的表达式可知，存在 $N-1$ 个基序列，换句话说，基序列的序列个数与序列长度正相关。

基序列 $u_{a_1}(n) = e^{-j2\pi a_1 n^3/N}$ 和 $u_{a_2}(n) = e^{-j2\pi a_2 n^3/N}$ 的模糊函数为

$$|A_{u_{a_1}, u_{a_2}}(\tau, \nu)| = \begin{cases} N & a_1 = a_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & a_1 = a_2, \tau = 0, \nu \neq 0 \\ \sqrt{N} & a_1 = a_2, \tau \neq 0 \\ \leq 2\sqrt{N} & a_1 \neq a_2 \end{cases}$$

其中, τ 为往返时延, ν 为多普勒频偏。关于 τ 和 ν 的含义, 下文不再赘述。

由基序列的模糊函数可知, 基序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。

B) 基序列与辅助序列之间的关系

- 5 在本申请实施例中, 三次多项式指数序列 $s_{a_1, b_1, c_1}(n) = e^{-j2\pi(a_1 n^3 + b_1 n^2 + c_1 n)/N}$ 和 $s_{a_2, b_2, c_2}(n) = e^{-j2\pi(a_2 n^3 + b_2 n^2 + c_2 n)/N}$ 的模糊函数为:

$$\begin{aligned} & |A_{s_{a_1, b_1, c_1}, s_{a_2, b_2, c_2}}(\tau, \nu)| \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} s_{a_1, b_1, c_1}(n) s_{a_2, b_2, c_2}^*[(n - \tau) \bmod N] e^{j2\pi n \nu / N} \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi[(a_1 - a_2)n^3 + (b_1 - b_2 + 3a_2\tau)n^2 + (c_1 - c_2 + 2b_2\tau - 3a_2\tau^2 + \nu)n + a_2\tau^3 - b_2\tau^2 + c_2\tau]/N} \\ 10 &= \begin{cases} N & a_1 = a_2, b_1 = (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N, c_1 = (c_2 - 2b_2\tau + 3a_2\tau^2 + \nu) \bmod N \\ 0 & a_1 = a_2, b_1 = (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N, c_1 \neq (c_2 - 2b_2\tau + 3a_2\tau^2 + \nu) \bmod N \\ \sqrt{N} & a_1 = a_2, b_1 \neq (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N \\ \leq 2\sqrt{N} & a_1 \neq a_2 \end{cases} \end{aligned}$$

若三次多项式指数序列在模糊区内的模糊函数不出现峰值 N , 则该三次多项式指数序列在模糊区内的模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。当序列长度足够长时(例如 $N = 839$), N 远大于 $2\sqrt{N}$ 。也就是说, 只要将模糊函数的峰值排除在模糊区外, 则可以保证模糊函数在模糊区内的最大值较小。

- 15 在本申请实施例中, “三次多项式指数序列在模糊区内的模糊函数不出现峰值”的实现条件为: 对于 $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$, 三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数、三次多项式指数序列的模糊函数的二次项系数、三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数不同时为0。

其中, 三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数为 $(a_1 - a_2) \bmod N$ 。

- 20 三次多项式指数序列的模糊函数的二次项系数为 $(b_1 - b_2 + 3a_2\tau) \bmod N$ 。

三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数为 $(c_1 - c_2 + 2b_2\tau - 3a_2\tau^2 + \nu) \bmod N$ 。

换句话说, “三次多项式指数序列在模糊区内的模糊函数不出现峰值”的实现条件为:

三次多项式指数序列的模糊函数中 “ $a_1 = a_2, b_1 = (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N, c_1 = (c_2 - 2b_2\tau + 3a_2\tau^2 + \nu) \bmod N$ ” 不成立。

- 25 由此可以得到: 若基序列的三次项系数 $a \in \{1, 2, \dots, N - 1\}$, 则辅助序列的二次项系数 $b = 3ak\Delta_T$, 一次项系数 $c = l\Delta_F$ 。其中, $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}, l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$ 。

也就是说, 辅助序列的二次项系数与基序列的三次项系数相关联。或者说, 辅助序列的二次项系数是基序列的三次项系数的函数。

可选地, 辅助序列的二次项系数与基序列的三次项系数之间的关联关系还可以为其他,

- 30 例如, $b = -3ak\Delta_T$, 其中, $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$ 。

可选地, 辅助序列的一次项系数的取值范围还可以为其他, 例如, $c = -l\Delta_F$, 其中, $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$ 。

该基序列的序列个数为 $N - 1$ ，该辅助序列的序列个数为 $\lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$ ，该三次多项式指数序列 $s_{a,b,c}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn)/N}$ 的序列容量为 $(N - 1) \cdot \lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$ 。换句话说，该三次多项式指数序列的序列容量与序列长度的立方正相关。

综上，本申请提出的三次多项式指数序列的有益效果表现在以下几个方面。

5 (1) 相比于 ZC 序列，该三次多项式指数序列的序列容量较大。

(2) 相比于 ZC 序列，该三次多项式指数序列支持对抗更多子载波间隔的多普勒频偏。通过一个例子进行说明。假设，ZC 类序列和三次多项式指数序列的序列长度均为 13，模糊区均为 $\Delta_T \times \Delta_F = 2 \times 3$ 。图 5 中的 (a) 示出了 ZC 类序列复用的模糊函数，图 5 中的 (b) 示出了三次多项式指数序列复用的模糊函数。

10 由图 5 可知，为了避开周期性出现的模糊函数峰值，ZC 类序列只支持 2 个序列复用。然而，本申请提出的三次多项式指数序列利用模糊函数的单峰特性，可以支持 24 个序列复用。

(3) 相比于 ZC 序列支持的最大零模糊区面积不超过序列长度，该三次多项式指数序列的最大低模糊区面积可以超过序列长度，即， $\Delta_T \times \Delta_F > N$ 。

15 S202，第一装置输出在 S201 中生成的三次多项式指数序列。相应地，第二装置接收该三次多项式指数序列。

下面介绍“第一装置向第二装置输出”的两种情况。

情况 1:

20 第一装置和第二装置可以都包含于终端设备，或者都包含于网络设备中，此时第一装置向第二装置“输出”属于内部操作。

情况 2:

第一装置可以为终端设备中的装置（或者为终端设备），第二装置可以为网络设备中的装置（或者为网络设备），此时第一装置向第二装置“输出”可以理解为：第一装置向第二装置“发送”。

25 在该情况 2 中，第一装置向第二装置“发送”的方式可以包括以下两种。

方式 A:

第一装置可以将该三次多项式指数序列映射到时域资源，该三次多项式指数序列的离散时间信号可以表示为

$$s_{\lambda,k,l}(n) = e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k \Delta_T n^2 + l \Delta_F n)/N}$$

30 与三次指数和序列的一般表达式 $s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}$ 相比， $a = \lambda$ ， $b = 3\lambda k \Delta_T$ ， $c = l \Delta_F$ ， $d = 0$ ， $\lambda \in \{1, 2, \dots, N - 1\}$ ， $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$ ， $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$ ， Δ_T 表示最大往返时延， Δ_F 表示最大多普勒频偏， $\Delta_T \times \Delta_F$ 为模糊区。其中，参数 λ 是与小区相关联的参数。示例性地，同一小区对应同一个 λ 取值，不同小区对应不同的 λ 取值；或者，同一小区对应多个 λ 取值，不同小区对应不同的 λ 取值。

35 参数 k 和 l 是与小区中的终端设备相关联的参数，对于同一小区中的不同终端设备而言，参数 k 和/或 l 可以是不同的。

此外，终端设备所处小区的小区半径的取值范围为 0 至 $c(\Delta_T - 1)T_s/2$ ，其中， c 表示光速， T_s 表示码元时间间隔。关于此，同样适用于下文中的方式 B。

终端设备的移动速度范围为 $-c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ 至 $c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ ，其中， c 表示光速，

f_c 表示载波频率, Δf 表示子载波间隔。关于此, 同样适用于下文中的方式B。

时域资源映射的三次多项式指数序列 $s_{\lambda_1, k_1, l_1}(n) = e^{-j2\pi(\lambda_1 n^3 + 3\lambda_1 k_1 \Delta_T n^2 + l_1 \Delta_F n)/N}$ 和 $s_{\lambda_2, k_2, l_2}(n) = e^{-j2\pi(\lambda_2 n^3 + 3\lambda_2 k_2 \Delta_T n^2 + l_2 \Delta_F n)/N}$ 的模糊函数可以表示为

$$|A_{s_{\lambda_1, k_1, l_1}, s_{\lambda_2, k_2, l_2}}(\tau, \nu)| = \begin{cases} N & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, \tau = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (\nu \neq 0) \\ \sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (\tau \neq 0) \\ \leq 2\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2 \end{cases}$$

- 5 同一小区内 ($\lambda_1 = \lambda_2$), 三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$; 不同的小区之间 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$), 三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。

根据本申请实施例, 由于该三次多项式指数序列为恒模序列, 将该三次多项式指数序列映射到时域资源, 可以降低峰均功率比。

方式B:

- 10 第一装置可以将该三次多项式指数序列映射到频域资源, 该三次多项式指数序列的离散时间信号可以表示为

$$s_{\lambda, k, l}(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{M-1} e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k \Delta_F n^2 + l \Delta_T n)/N} \cdot e^{j2\pi mn/N}$$

- 与三次指数和序列的一般表达式 $s_{a, b, c, d}(n) = e^{-j2\pi(an^3 + bn^2 + cn + d)/N}$ 相比, $a = \lambda$, $b = 3\lambda k \Delta_F$, $c = l \Delta_T$, $d = 0$, $\lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}$, $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏, $\Delta_T \times \Delta_F$ 为模糊区。
- 15

其中, 参数 λ 是与小区相关联的参数。参数 k 和 l 是与小区中的终端设备相关联的参数。关于此, 可以参考方式A, 在此不再赘述。

频域资源映射的三次多项式指数序列 $s_{\lambda_1, k_1, l_1}(n) = e^{-j2\pi(\lambda_1 n^3 + 3\lambda_1 k_1 \Delta_F n^2 + l_1 \Delta_T n)/N}$ 和 $s_{\lambda_2, k_2, l_2}(n) = e^{-j2\pi(\lambda_2 n^3 + 3\lambda_2 k_2 \Delta_F n^2 + l_2 \Delta_T n)/N}$ 的模糊函数可以表示为

$$|A_{s_{\lambda_1, k_1, l_1}, s_{\lambda_2, k_2, l_2}}(\tau, \nu)| = \begin{cases} N & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, (l_1 \neq l_2) \vee (\tau \neq 0), \nu = 0 \\ \sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (\nu \neq 0) \\ \leq 2\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2 \end{cases}$$

20

同一小区内 ($\lambda_1 = \lambda_2$), 三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$; 不同的小区之间 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$), 三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。特别地, 当 $\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 \neq l_2, \tau \neq 0, \nu = 0$ 时, 频域资源映射的三次多项式指数序列 $s_{\lambda_1, k_1, l_1}(n)$ 和 $s_{\lambda_2, k_2, l_2}(n)$ 存在零相关区。

- 25 也就是说, 由于该三次多项式指数序列为恒模序列, 根据维纳辛钦定理, 恒模序列的频域资源映射具有理想的时域自相关特性。因此, 将该三次多项式指数序列映射到频域资源, 可以构成零相关区。

在本申请实施例中, 恒模序列可以理解为具有恒定幅度的相位编码序列。恒模序列还可以称为恒幅序列, 或者恒包络序列。

- 30 可以理解的是, 基于本申请实施例构造的通信序列可以具有多种用途, 作为一种情况, 本申请中构造的通信序列可以在终端设备的随机接入过程中使用。

下面结合图6所示的方法300, 对该通信序列在随机接入过程的使用进行说明。可以理解的是, 在随机接入过程中, 第一装置为终端设备(或者为, 终端设备中的装置), 第

二装置为网络设备（或者为网络设备中的装置）。具体地，该方法 300 包括如下步骤。

S301，第一装置生成（或者说，构造）多个三次多项式指数序列，该多个三次多项式指数序列构成序列集（记为序列集#A）。

具体而言，第一装置可以按照 S201 中的方法，生成多个三次多项式指数序列。在此不再赘述。该序列集#A 对应同一个 λ 取值，不同的 k 取值，不同的 l 取值。

例如，针对同一个 λ 取值，该第一装置可以遍历所有 k 的取值，并且遍历所有 l 的取值，从而构成该序列集#A。

S302，第二装置生成（或者说，构造）多个三次多项式指数序列，该多个三次多项式指数序列构成序列集（记为序列集#B）。

可以理解的是，第二装置也可以按照与第一装置相同的方法，生成多个三次多项式指数序列，构成序列集#B。在此不再赘述。

示例性地，序列集#A 与序列集#B 可以是相同的序列集。例如，序列集#A 和序列集#B 对应小区内的终端设备和小区内的网络设备，对应的 λ 的取值相同，并且针对该 λ 的取值，第一装置和第二装置均遍历了所有 k 的取值，并且遍历所有 l 的取值。

当然，序列集#A 与序列集#B 也可以有所区别。本申请对此不予限制。

S303，第一装置从该序列集#A 中选择三次多项式指数序列。为方便描述，将第一装置选择出的三次多项式指数序列记为第一序列。

作为一种可选的方式，第一装置可以从该序列集#A 中随机选择一个三次多项式指数序列。

S304，第一装置输出第一序列。相应地，第二装置接收第一序列。

关于该过程可以参考 S202 中的情况 2，在此不再赘述。

S305，第二装置从序列集#B 中确定在 S304 中接收到的序列为第一序列。

作为一种方式，第二装置可以遍历序列集#B 中的序列，并与在 S304 中接收到的序列进行比较，从而确定在 S304 中接收到的序列为第一序列，同时确定往返时延和/或多普勒频偏。

作为另一种情况，本申请中构造的通信序列还可以在终端设备和/或网络设备的感知过程中使用。

可选地，第一装置发送三次多项式指数序列，并接收该三次多项式指数序列的回波。第一装置确定感知目标的往返时延和多普勒频偏，进而得到感知目标的距离和移动速度。

可选地，第一装置发送三次多项式指数序列，第二装置接收该三次多项式指数序列。第二装置确定感知目标的时延和多普勒频偏，进而得到感知目标的距离和移动速度。

以上介绍了本申请提出的方法。图 7 为本申请实施例提供的一种通信装置，该通信装置包括收发单元和处理单元。

其中，收发单元可以用于实现相应的信息收发功能。收发单元还可以称为通信接口或通信单元。处理单元可以用于进行处理操作。

示例性地，该装置还包括存储单元，该存储单元可以用于存储指令和/或数据，处理单元可以读取存储单元中的指令和/或数据，以使得装置实现前述各个方法实施例中的装置的动作。

作为一种实现方式，该装置可以是前述实施例中的第一装置，也可以是第一装置的组

成部件（如芯片）。其中，收发单元和处理单元，可以用于实现第一装置的相关操作。

例如，收发单元可用于执行 S202。处理单元可用于执行 S201。

又例如，收发单元可用于执行 S304。处理单元可用于执行 S301 和 S303。

5 作为另一种实现方式，该装置可以是前述实施例中的第二装置，也可以是第二装置的组成部件（如芯片）。其中，收发单元和处理单元，可以用于实现第二装置的相关操作。

例如，收发单元可用于执行 S202。

又例如，收发单元可用于执行 S304。处理单元可用于执行 S302、S305。

可以理解的是，各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述各方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

10 收发单元可以由收发机替代（例如，收发单元中的发送单元可以由发送机替代，收发单元中的接收单元可以由接收机替代），其它单元，如处理单元等可以由处理器替代，分别执行各个方法实施例中的收发操作以及相关的处理操作。

此外，上述收发单元还可以是收发电路（例如可以包括接收电路和发送电路），处理单元可以是处理电路。

15 图 8 为本申请实施例提供的另一种通信装置，该通信装置包括：处理器和通信接口。处理器用于执行存储器中存储的程序或指令，或读取存储器中存储的数据，以执行上文各方法实施例中的相关动作。示例性地，处理器可以为一个或多个。通信接口用于信号的接收和/或发送。

20 示例性地，该通信装置还可以包括存储器，存储器用于存储计算机程序或指令和/或数据。该存储器可以与处理器集成在一起，或者也可以分离设置。当然，该通信装置中还可以不包括存储器，存储器可以设置在该通信装置之外。示例性地，存储器可以为一个或多个。

25 示例性地，处理器、通信接口以及存储器通过总线相互连接；总线可以是外设部件互连标准（peripheral component interconnect, PCI）总线或扩展工业标准结构（extended industry standard architecture, EISA）总线等。上述总线可以分为地址总线、数据总线和控制总线等。为便于表示，图中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

30 可以理解的是，本申请实施例中提及的处理器可以是中央处理单元（central processing unit, CPU），网络处理器（network processor, NP），或者 CPU 和 NP 的组合。处理器还可以进一步包括硬件芯片。上述硬件芯片可以是应用特有集成电路（application specific integrated circuit, ASIC），可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）。上述 PLD 可以是复杂可编程逻辑器件（complex programmable logic device, CPLD），现场可编程逻辑门阵列（field-programmable gate array, FPGA），通用阵列逻辑（generic array logic, GAL）或其任意组合。

35 还可以理解的是，本申请实施例中提及的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory, ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory, RAM），其用作外部高速缓存。

可以理解的是，如果以软件的形式实现本申请的实施例，并作为独立的产品销售或使用
5 用时，可以将相应的程序（也可以称为代码，或指令）存储在可读取存储介质中。因此，
本申请还提供一种可读存储介质，包括程序，当程序在设备或计算机上运行时，使得设备
或计算机执行上述方案中任一种可能的实现。

- 5 可读存储介质包括：U 盘、移动硬盘、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存
储程序代码的介质。

本申请的技术方案可以以软件产品的形式体现出来。因此，本申请还提供了一种程序
产品，该程序产品包括：程序，当该程序被运行时，使得设备或计算机执行上述方案中任
一种可能的实现。

- 10 此外，本申请实施例还提供一种芯片系统（或者说芯片）。该芯片系统包括处理器以
及接口电路，接口电路用于为所述处理器提供数据、指令或者信息的发送和/或接收，处理
器用于执行上述方案中任一种可能的实现。

- 15 以上，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本
技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本
申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种通信方法，其特征在于，包括：

5 第一装置生成三次多项式指数序列，其中，所述三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相关联；

所述第一装置输出所述三次多项式指数序列。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述三次多项式指数序列 $s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}$ ，其中， a 为所述三次多项式指数序列的三次项系数， b 为所述三次多项式指数序列的二次项系数， c 为所述三次多项式指数序列的一次项系数， d 为所述三次多项式指数序列的常数项， N 为所述三次多项式指数序列的序列长度， N 为质数， $n \in \{0,1,\dots,N-1\}$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

所述三次多项式指数序列包括基序列和辅助序列，所述基序列 $u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}$ ，所述辅助序列 $v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}$ 。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，

所述基序列的模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ ，所述基序列的序列个数与序列长度正相关；

所述辅助序列的模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。

5. 根据权利要求 2-4 中任一项所述的方法，其特征在于，对于 $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1]$ ， $\forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$ ，所述三次多项式指数序列的模糊函数的三次项系数、所述三次多项式指数序列的模糊函数的二次项系数和所述三次多项式指数序列的模糊函数的一次项系数不同时为零，其中， τ 为往返时延， ν 为多普勒频偏， Δ_T 为最大往返时延， Δ_F 为最大多普勒频偏。

6. 根据权利要求 2-5 中任一项所述的方法，其特征在于，所述三次多项式指数序列的三次项系数 a 与所述三次多项式指数序列的二次项系数 b 相关联，包括：

若所述三次多项式指数序列的三次项系数 $a \in \{1, 2, \dots, N-1\}$ ，则所述三次多项式指数序列的二次项系数 $b = 3ak\Delta_T$ 和一次项系数 $c = l\Delta_F$ ；

其中， $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$ ， $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$ ， Δ_T 为最大往返时延， Δ_F 为最大多普勒频偏。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述三次多项式指数序列的序列容量为 $(N-1) \cdot \lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$ 。

8. 根据权利要求 2-7 中任一项所述的方法，其特征在于，采用时域资源映射所述三次多项式指数序列，所述三次多项式指数序列的离散时间信号为

$$s_{\lambda,k,l}(n) = e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k\Delta_T n^2 + l\Delta_F n)/N}$$

其中， $a = \lambda$ ， $b = 3\lambda k\Delta_T$ ， $c = l\Delta_F$ ， $d = 0$ ， $\lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}$ ， $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$ ， $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$ ， Δ_T 表示最大往返时延， Δ_F 表示最大多普勒频偏。

9. 根据权利要求 2-7 中任一项所述的方法，其特征在于，采用频域资源映射所述三次多项式指数序列，所述三次多项式指数序列的离散时间信号为

$$s_{\lambda,k,l}(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{M-1} e^{-j2\pi(\lambda n^3 + 3\lambda k \Delta_F n^2 + l \Delta_T n)/N} \cdot e^{j2\pi mn/N}$$

其中, $a = \lambda$, $b = 3\lambda k \Delta_F$, $c = l \Delta_T$, $d = 0$, $\lambda \in \{1, 2, \dots, N-1\}$, $k \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_F \rfloor - 1\}$, $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$, Δ_T 表示最大往返时延, Δ_F 表示最大多普勒频偏。

10. 根据权利要求 8-9 中任一项所述的方法, 其特征在于,
 - 5 同一小区对应同一个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值; 或者, 同一小区对应多个 λ 取值, 不同小区对应不同的 λ 取值。
11. 根据权利要求 8-10 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一装置输出所述三次多项式指数序列, 包括:
 - 10 所述第一装置生成序列集, 所述序列集对应同一个 λ 取值, 不同的 k 取值, 不同的 l 取值;
 - 所述第一装置从所述序列集中选择所述三次多项式指数序列;
 - 所述第一装置输出所述三次多项式指数序列。
 12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于,
 - 所述序列集中的所述三次多项式指数序列的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$, 所述序列集
 - 15 中的序列个数为 $\lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor N/\Delta_F \rfloor$;
 - 其中, Δ_T 为最大往返时延, Δ_F 为最大多普勒频偏。
 13. 根据权利要求 1-12 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一装置所处的小区半径为 0 至 $c(\Delta_T - 1)T_s/2$, 其中, c 表示光速, T_s 表示码元时间间隔, Δ_T 为最大往返时延。
 14. 根据权利要求 1-13 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一装置的移动速度范围为 $-c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$ 至 $c(\Delta_F - 1)\Delta f/4f_c$, 其中, c 表示光速, f_c 表示载波频率, Δf 表示子载波间隔, Δ_F 为最大多普勒频偏。
 15. 一种通信方法, 其特征在于, 包括:
 - 第二装置生成多个三次多项式指数序列, 多个所述三次多项式指数序列构成序列集, 其中, 所述三次多项式指数序列的三次项系数和所述三次多项式指数序列的二次项系数相关
 - 25 关联;
 - 所述第二装置接收来自第一装置的三次多项式指数序列;
 - 所述第二装置确定所述三次多项式指数序列, 往返时延和/或多普勒频偏, 所述三次多项式指数序列为所述序列集中的序列。
 16. 一种通信装置, 其特征在于, 包括用于执行权利要求 1-14 中任一项方法的单元, 或者包括用于执行权利要求 15 的单元。
 17. 一种通信装置, 其特征在于, 包括: 通信接口和处理器, 所述处理器用于执行计算机程序或指令, 使得所述通信装置执行如权利要求 1-14 中任一项所述的方法, 或者使得所述通信装置执行如权利要求 15 所述的方法。
 18. 一种通信系统, 其特征在于, 所述通信系统包括第一装置和第二装置;
 - 35 所述第一装置用于执行如权利要求 1-14 中任一项所述的方法;
 - 所述第二装置用于执行如权利要求 15 所述的方法。
 19. 一种计算机可读存储介质, 其特征在于, 包括计算机程序或指令, 当所述计算机程序或所述指令在计算机上运行时, 使得所述计算机执行如权利要求 1-14 中任意一项所

述的方法，或者使得所述计算机执行如权利要求 15 所述的方法。

20. 一种计算机程序产品，其特征在于，包含指令，当所述指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1-14 中任意一项所述的方法，或者使得所述计算机执行如权利要求 15 所述的方法。