



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105743542 A

(43) 申请公布日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201410746047. 2

(22) 申请日 2014. 12. 09

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

(72) 发明人 陈月云 高伟

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务所有限
责任公司 11237

代理人 张仲波

(51) Int. Cl.

H04B 1/7163(2011. 01)

H04W 52/02(2009. 01)

G01S 7/02(2006. 01)

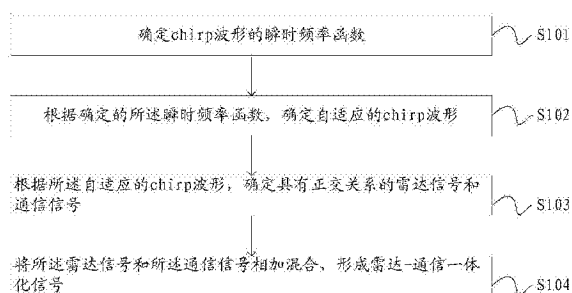
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法及装置,有助于提高频率的利用率。所述方法包括:确定 chirp 波形的瞬时频率函数;确定自适应的 chirp 波形;根据所述自适应的 chirp 波形,确定具有正交关系的雷达信号和通信信号;将所述雷达信号和所述通信信号相加混合,形成雷达-通信一体化信号。所述装置包括:第一确定单元,用于确定 chirp 波形的瞬时频率函数;第二确定单元,用于确定自适应的 chirp 波形;第三确定单元,用于根据所述自适应的 chirp 波形,确定具有正交关系的雷达信号和通信信号;混合单元,用于将所述雷达信号和所述通信信号相加混合,形成雷达-通信一体化信号。本发明适用于雷达和无线通信技术领域。



1. 一种基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法, 其特征在于, 包括:

确定 chirp 波形的瞬时频率函数;

根据确定的所述瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形;

根据所述自适应的 chirp 波形, 确定具有正交关系的雷达信号和通信信号;

将所述雷达信号和所述通信信号相加混合, 形成雷达 - 通信一体化信号。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法, 其特征在于, 所述确定 chirp 波形的瞬时频率函数包括:

确定系统中已被占用的频率带宽;

根据所述已被占用的频率带宽及 chirp 波形特有的时间 - 频率关系对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进;

确定改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数 $f'(t)$:

$$f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases}$$

其中, $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$, f_l 和 f_h 分别是美国联邦通信委员会规定的超宽带系统

工作频率带宽的最低值和最高值, f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值, T 表示 chirp 脉冲的持续时间。

3. 根据权利要求 2 所述的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法, 其特征在于, 所述确定系统中已被占用的频率带宽包括:

根据先验知识及系统感知的无线电环境, 确定所述系统中已被占用的频率带宽。

4. 根据权利要求 2 所述的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法, 其特征在于, 所述根据确定的所述瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形包括:

根据改进后的所述 chirp 波形的瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率;

根据所述线性调频斜率, 确定所述自适应的 chirp 波形的表达式。

5. 根据权利要求 1 或 4 所述的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法, 其特征在于, 所述根据所述自适应的 chirp 波形, 确定具有正交关系的雷达信号和通信信号包括:

通过 Up-chirp 滤波器将所述自适应的 chirp 波形转化为 Up-chirp 波形, 所述 Up-chirp 波形为雷达信号;

将超宽带调制后的通信数据与通过 Down-chirp 滤波器的所述自适应的 chirp 波形相结合形成通信信号。

6. 一种基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计装置, 其特征在于, 包括:

第一确定单元: 用于确定 chirp 波形的瞬时频率函数;

第二确定单元: 用于根据确定的所述瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形;

第三确定单元: 用于根据所述自适应的 chirp 波形, 确定具有正交关系的雷达信号和

通信信号；

混合单元：用于将所述雷达信号和所述通信信号相加混合，形成雷达-通信一体化信号。

7. 根据权利要求6所述的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置，其特征在于，所述第一确定单元包括：

第一确定模块：用于确定系统中已被占用的频率带宽；

改进模块：用于根据所述已被占用的频率带宽及 chirp 波形特有的时间-频率关系对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进；

第二确定模块：用于确定改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数 $f'(t)$ ：

$$f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases}$$

其中， $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$ ， f_l 和 f_h 分别是美国联邦通信委员会规定的超宽带系统

工作频率带宽的最低值和最高值， f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值， T 表示 chirp 脉冲的持续时间。

8. 根据权利要求7所述的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置，其特征在于，所述第一确定模块：还用于根据先验知识及系统感知的无线电环境，确定所述系统中已被占用的频率带宽。

9. 根据权利要求7所述的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置，其特征在于，所述第二确定单元包括：

第三确定模块：用于根据改进后的所述 chirp 波形的瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率；

第四确定模块：用于根据所述线性调频斜率，确定所述自适应的 chirp 波形的表达式。

10. 根据权利要求6或9所述的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置，其特征在于，所述第三确定单元包括：

第一形成模块：用于通过 Up-chirp 滤波器将所述自适应的 chirp 波形转化为 Up-chirp 波形，所述 Up-chirp 波形为雷达信号；

第二形成模块：用于将超宽带调制后的通信数据与通过 Down-chirp 滤波器的所述自适应的 chirp 波形相结合形成通信信号。

一种基于 chirp 波形的雷达—通信一体化信号设计方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达和无线通信技术领域,特别是指一种基于 chirp 波形的雷达—通信一体化信号设计方法及装置。

背景技术

[0002] 雷达和无线通信都有各自独立的研究领域。一方面,雷达系统试图在杂波和噪声环境中,实现更好的目标识别和系统参量估计;另一方面,通信系统关注于如何在复杂的约束条件下,通过噪声信道传递尽可能多的信息。近年来,在单一平台上集成雷达和通信的功能,成为研究的热点。这样的装置造价低,是未来建立环境感知和无中心自组织的多跳无线网络(ad hoc)通信链路等智能监视应用的必备品。虽然雷达和通信系统在功能、硬件和软件上存在显著的差别,但也存在着许多的相似之处,例如:雷达和通信系统均包含电磁波的发射和接收过程;二者的分系统都有发射机、天线、接收机和信号处理器等装置。因此,雷达和通信系统一体化从硬件上是可行的。随着信息技术的迅速发展,把不同类别和用途的电子装置有机结合,构成综合的一体化装置,进而提高系统的综合效能,这是适应未来发展的趋势之一。

[0003] 国内在雷达—通信一体化方面的研究还处于起步阶段。相关文献分析了雷达—通信一体化的可行性,研究了在保持或很少影响雷达系统性能的前提下,利用软件无线电技术将通信功能加载到现有的雷达系统中,实现雷达与通信功能的综合一体化设计,但是在使用常规无线电技术对雷达—通信一体化信号进行设计时,频谱利用不合理,整体频谱利用率低。

[0004] 目前,频谱资源稀缺,与常规无线电技术相比,超宽带技术(Ultra-Wideband Technology, UWB)具有频谱利用率高、抗干扰、抗衰落、速率高、容量大、功率低等优点,在无线电通信、雷达、精确定位和成像等领域潜在的应用前景日益受到人们的关注,因此,探索和开展超宽带技术在雷达和通信系统一体化中的应用,对于提高系统的整体性能,改进装置的一体化水平,强化系统的信息优势等方面,都将具有重要的现实意义。

[0005] 超宽带技术的实现方式大致可以分为三类:1. 冲激无线电超宽带(Impulse Radio-UWB, IR-UWB),该方式以冲激脉冲作为信息的载体;2. 多频带超宽带(Multiband-UWB, MB-UWB),该方式利用正交频分复用技术扩展信号的带宽;3. 啁啾(chirp)超宽带,该方式采用线性调频信号作为信息载体。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种基于 chirp 波形的雷达—通信一体化信号设计方法及装置,以解决现有技术所存在的频谱利用不合理,整体频谱利用率低的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明实施例提供一种基于 chirp 波形的雷达—通信一体化信号设计方法,包括:

- [0008] 确定 chirp 波形的瞬时频率函数；
- [0009] 根据确定的所述瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形；
- [0010] 根据所述自适应的 chirp 波形，确定具有正交关系的雷达信号和通信信号；
- [0011] 将所述雷达信号和所述通信信号相加混合，形成雷达 - 通信一体化信号。
- [0012] 可选地，所述确定 chirp 波形的瞬时频率函数包括：
- [0013] 确定系统中已被占用的频率带宽；
- [0014] 根据所述已被占用的频率带宽及 chirp 波形特有的时间 - 频率关系对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进；
- [0015] 确定改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数 $f'(t)$ ：

$$[0016] \quad f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases}$$

- [0017] 其中， $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$ ， f_l 和 f_h 分别是美国联邦通信委员会规定的超宽带

系统工作频率带宽的最低值和最高值， f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值， T 表示 chirp 脉冲的持续时间。

- [0018] 可选地，所述确定系统中已被占用的频率带宽包括：
- [0019] 根据先验知识及系统感知的无线电环境，确定所述系统中已被占用的频率带宽。
- [0020] 可选地，所述根据确定的所述瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形包括：
- [0021] 根据改进后的所述 chirp 波形的瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率；
- [0022] 根据所述线性调频斜率，确定所述自适应的 chirp 波形的表达式。
- [0023] 可选地，所述根据所述自适应的 chirp 波形，确定具有正交关系的雷达信号和通信信号包括：
- [0024] 通过信号频率随时间线性增加的 Chirp 信号 (Up-chirp) 滤波器将所述自适应的 chirp 波形转化为 Up-chirp 波形，所述 Up-chirp 波形为雷达信号；
- [0025] 将超宽带调制后的通信数据与通过信号频率随时间线性减小的 Chirp 信号 (Down-chirp) 滤波器的所述自适应的 chirp 波形相结合形成通信信号。
- [0026] 另一方面，本发明实施例还提供一种基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计装置，包括：
- [0027] 第一确定单元：用于确定 chirp 波形的瞬时频率函数；
- [0028] 第二确定单元：用于根据确定的所述瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形；
- [0029] 第三确定单元：用于根据所述自适应的 chirp 波形，确定具有正交关系的雷达信号和通信信号；
- [0030] 混合单元：用于将所述雷达信号和所述通信信号相加混合，形成雷达 - 通信一体化信号。
- [0031] 可选地，所述第一确定单元包括：

[0032] 第一确定模块 :用于确定系统中已被占用的频率带宽 ;

[0033] 改进模块 :用于根据所述已被占用的频率带宽及 chirp 波形特有的时间 - 频率关系对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进 ;

[0034] 第二确定模块 :用于确定改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数 $f'(t)$:

$$[0035] \quad f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases}$$

[0036] 其中, $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$, f_l 和 f_{ih} 分别是美国联邦通信委员会规定的超宽带

系统工作频率带宽的最低值和最高值, f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值, T 表示 chirp 脉冲的持续时间。

[0037] 可选地, 所述第一确定模块 :还用于根据先验知识及系统感知的无线电环境, 确定所述系统中已被占用的频率带宽。

[0038] 可选地, 所述第二确定单元包括 :

[0039] 第三确定模块 :用于根据改进后的所述 chirp 波形的瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率 ;

[0040] 第四确定模块 :用于根据所述线性调频斜率, 确定所述自适应的 chirp 波形的表达式。

[0041] 可选地, 所述第三确定单元包括 :

[0042] 第一形成模块 :用于通过 Up-chirp 滤波器将所述自适应的 chirp 波形转化为 Up-chirp 波形, 所述 Up-chirp 波形为雷达信号 ;

[0043] 第二形成模块 :用于将超宽带调制后的通信数据与通过 Down-chirp 滤波器的所述自适应的 chirp 波形相结合形成通信信号。

[0044] 本发明的上述技术方案的有益效果如下 :

[0045] 上述方案中, 根据确定的所述瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形, 并根据所述自适应的 chirp 波形, 确定具有正交关系的雷达信号和通信信号, 且将所述雷达信号和所述通信信号相加混合, 形成雷达 - 通信一体化信号。这样, 根据 chirp 超宽带技术产生的自适应的 chirp 波形确定具有正交关系的雷达信号和通信信号, 并根据所述雷达信号和所述通信信号形成雷达 - 通信一体化信号, 能够有效地利用现有的频谱资源, 从而提高频谱利用率, 同时还能够降低装置的功耗。

附图说明

[0046] 图 1 为本发明实施例一提供的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法流程图 ;

[0047] 图 2 为图 1 中 S101 的具体实施方法流程图 ;

[0048] 图 3 为图 1 中 S102 的具体实施方法流程图 ;

[0049] 图 4 为本发明实施例提供的雷达 - 通信一体化信号产生的发射机的结构示意图 ;

[0050] 图 5 为本发明实施例二提供的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计装置的结构示意图；

[0051] 图 6 为图 5 中 101 的详细结构示意图；

[0052] 图 7 为图 5 中 102 的详细结构示意图。

具体实施方式

[0053] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。

[0054] 本发明针对现有的频谱利用不合理，整体频谱利用率低的问题，提供一种基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法及装置。

[0055] 实施例一

[0056] 参看图 1 所示，本发明实施例提供一种基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法，包括：

[0057] S101：确定 chirp 波形的瞬时频率函数；

[0058] S102：根据确定的所述瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形；

[0059] S103：根据所述自适应的 chirp 波形，确定具有正交关系的雷达信号和通信信号；

[0060] S104：将所述雷达信号和所述通信信号相加混合，形成雷达 - 通信一体化信号。

[0061] 本发明实施例所述的基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法，根据确定的所述瞬时频率函数，确定自适应的 chirp 波形，并根据所述自适应的 chirp 波形，确定具有正交关系的雷达信号和通信信号，且将所述雷达信号和所述通信信号相加混合，形成雷达 - 通信一体化信号。这样，根据 chirp 超宽带技术产生的自适应的 chirp 波形确定具有正交关系的雷达信号和通信信号，并根据所述雷达信号和所述通信信号形成雷达 - 通信一体化信号，能够有效地利用现有的频谱资源，从而提高频谱利用率，同时还能够降低装置的功耗。

[0062] 参看图 2 所示，在前述基于 chirp 波形的雷达 - 通信一体化信号设计方法的具体实施方式中，可选地，所述确定 chirp 波形的瞬时频率函数 S101 包括：

[0063] S1011：确定系统中已被占用的频率带宽；

[0064] S1012：根据所述已被占用的频率带宽及 chirp 波形特有的时间 - 频率关系对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进；

[0065] S1013：确定改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数 $f'(t)$ ：

$$[0066] \quad f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases}$$

[0067] 其中， $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$ ， f_l 和 f_{ih} 分别是美国联邦通信委员会规定的超宽带

系统工作频率带宽的最低值和最高值， f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值， T 表示 chirp 脉冲的持续时间。

[0068] 本发明实施例中,确定系统中已被占用的频率带宽为 $(f_{il} \sim f_{ih})$, 其中, f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值, 根据所述 f_{il} 和 f_{ih} 及 chirp 波形特有的时间-频率关系, 对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进, 改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数为式 (1):

$$[0069] \quad f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases} \quad (1)$$

[0070] 式 (1) 中, $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$, f_l 和 f_h 分别是美国联邦通信委员会规定的超

宽带系统工作频段的最低值和最高值, 即: $f_l = 3.1\text{GHz}$, $f_h = 10.6\text{GHz}$, T 表示 chirp 脉冲的持续时间。通过对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进, 不仅可以避免频域和时域之间的转换, 从而降低系统的复杂性, 还能避免不同无线装置同时使用相同的频率带宽。

[0071] 在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法的具体实施方式中, 可选地, 所述确定系统中已被占用的频率带宽包括:

[0072] 根据先验知识及系统感知的无线电环境, 确定所述系统中已被占用的频率带宽。

[0073] 本发明实施例中, 例如, 根据先验知识和超宽带系统感知的无线电环境等方法, 确定所述系统中已被占用的频率带宽为 $(f_{il} \sim f_{ih})$, 其中, f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值。

[0074] 参看图 3 所示, 在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法的具体实施方式中, 可选地, 所述根据确定的所述瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形 S102 包括:

[0075] S1021: 根据改进后的所述 chirp 波形的瞬时频率函数, 确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率;

[0076] S1022: 根据所述线性调频斜率, 确定所述自适应的 chirp 波形的表达式。

[0077] 本发明实施例中, 根据式 (1) 确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率, 并根据所述线性调频斜率, 确定所述自适应的 chirp 波形的表达式为式 (2):

$$[0078] \quad s_a(t) = \begin{cases} \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \cos\left(2\pi f_l t + \pi \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t^2\right), & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \cos\left(2\pi f_{ih} t + \pi \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra})^2\right), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases} \quad (2)$$

[0079] 通过式 (2), 系统能够自适应的形成所需的 chirp 波形, 即: 自适应的 chirp 波形, 从而实现本系统与其他功能系统之间的共存。

[0080] 在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法的具体实施方式中, 可选地, 所述根据所述自适应的 chirp 波形, 确定具有正交关系的雷达信号和通信信号包括:

[0081] 通过 Up-chirp 滤波器将所述自适应的 chirp 波形转化为 Up-chirp 波形, 所述 Up-chirp 波形为雷达信号;

[0082] 将超宽带调制后的通信数据与通过 Down-chirp 滤波器的所述自适应的 chirp 波形相结合形成通信信号。

[0083] 本发明实施例中,例如,所述自适应的 chirp 波形通过 Up-chirp 滤波器形成雷达信号 $s_R(t)$,其中,所述雷达信号 $s_R(t)$ 的波形为 Up-chirp 波形,自适应的 chirp 波形通过 Down-chirp 滤波器与经过超宽带调制的通信数据结合形成通信信号 $s_C(t)$,这样,根据所述自适应的 chirp 波形形成的雷达信号 $s_R(t)$ 和通信信号 $s_C(t)$ 使用同一频率带宽,且具有相反极性的线调频斜率,能满足信号正交的条件,能够有效地利用现有的频谱资源,从而提高频谱利用率,同时还能够降低装置的功耗。

[0084] 参看图 4 所示,本发明实施例中,以雷达-通信一体化信号产生的发射机为例,具体描述一下本发明实施例提供的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法,例如,所述发射机包括:自适应 chirp 波形产生单元 1、雷达信号产生单元 2、通信信号产生单元 3、发射单元 4 及天线 5。

[0085] 首先通过自适应 chirp 波形产生单元的感知模块 11 确认系统已被占用的频率带宽 ($f_{il} \sim f_{ih}$),其中, f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值,chirp 波形发生器 12 根据所述频率带宽产生自适应的 chirp 波形,即自适应的 chirp 信号 $s_a(t)$,并将所述自适应的 chirp 信号 $s_a(t)$ 传输至所述雷达信号产生单元 2 的 Up-chirp 滤波器 21,所述自适应的 chirp 信号 $s_a(t)$ 经 Up-chirp 滤波器 21 转化为 Up-chirp 波形,所述 Up-chirp 为雷达信号 $s_R(t)$;同时将所述自适应的 chirp 信号 $s_a(t)$ 传输至所述通信信号产生单元 3 的 Down-chirp 滤波器 34,所述自适应的 chirp 信号 $s_a(t)$ 经 Down-chirp 滤波器 34 转化为 Down-chirp 波形,所述 Down-chirp 波形与经过 UWB 调制 33 后通信数据结合,形成最终的通信信号 $s_C(t)$,其中,所述通信数据是由一个二进制源 31 产生,再依次经过通信编码器 32 与 UWB 调制 33 后形成的,调制方式还可以根据实际需要进行选择,不局限于 UWB 调制方式。最后,将所述雷达信号 $s_R(t)$ 和所述通信信号 $s_C(t)$ 相加混合,形成最终的雷达-通信一体化信号,即发射信号 $s(t)$,将所述发射信号 $s(t)$ 提供给发射单元 4 并通过天线 5 发射出去。

[0086] 实施例二

[0087] 本发明还提供一种基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置的具体实施方式,由于本发明提供的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置与前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法的具体实施方式相对应,该基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置可以通过执行上述方法具体实施方式中的流程步骤来实现本发明的目的,因此上述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计方法具体实施方式中的解释说明,也适用于本发明提供的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置的具体实施方式,在本发明以下的具体实施方式中将不再赘述。

[0088] 参看图 5 所示,本发明实施例还提供一种基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置,包括:

[0089] 第一确定单元 101:用于确定 chirp 波形的瞬时频率函数;

[0090] 第二确定单元 102:用于根据确定的所述瞬时频率函数,确定自适应的 chirp 波形;

[0091] 第三确定单元 103:用于根据所述自适应的 chirp 波形,确定具有正交关系的雷达信号和通信信号;

[0092] 混合单元 104 :用于将所述雷达信号和所述通信信号相加混合,形成雷达-通信一体化信号。

[0093] 本发明实施例所述的基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置,根据确定的所述瞬时频率函数,确定自适应的 chirp 波形,并根据所述自适应的 chirp 波形,确定具有正交关系的雷达信号和通信信号,且将所述雷达信号和所述通信信号相加混合,形成雷达-通信一体化信号。这样,根据 chirp 超宽带 技术产生的自适应的 chirp 波形确定具有正交关系的雷达信号和通信信号,并根据所述雷达信号和所述通信信号形成雷达-通信一体化信号,能够有效地利用现有的频谱资源,从而提高频谱利用率,同时还能够降低装置的功耗。

[0094] 参看图 6 所示,在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置的具体实施方式中,可选地,所述第一确定单元 101 包括:

[0095] 第一确定模块 1011 :用于确定系统中已被占用的频率带宽;

[0096] 改进模块 1012 :用于根据所述已被占用的频率带宽及 chirp 波形特有的时间-频率关系对常规 chirp 波形的瞬时频率函数进行改进;

[0097] 第二确定模块 1013 :用于确定改进后的 chirp 波形的瞬时频率函数 $f'(t)$:

$$[0098] \quad f'(t) = \begin{cases} f_l + \frac{f_{il} - f_l}{T_{fra}} t, & 0 \leq t \leq T_{fra} \\ f_{ih} + \frac{f_h - f_{ih}}{T - T_{fra}} (t - T_{fra}), & T_{fra} \leq t \leq T \end{cases}$$

[0099] 其中, $T_{fra} = \frac{f_{il} - f_l}{f_h - f_{ih} + f_{il} - f_l} T$, f_l 和 f_h 分别是美国联邦通信委员会规定的超宽带

系统工作频率带宽的最低值和最高值, f_{il} 和 f_{ih} 分别是所述系统工作频率带宽的最低值和最高值, T 表示 chirp 脉冲的持续时间。

[0100] 在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置的具体实施方式中,可选地,所述第一确定模块:还用于根据先验知识及系统感知的无线电环境,确定所述系统中已被占用的频率带宽。

[0101] 参看图 7 所示,在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置的具体实施方式中,可选地,所述第二确定单元 102 包括:

[0102] 第三确定模块 1021 :用于根据改进后的所述 chirp 波形的瞬时频率函数,确定自适应的 chirp 波形的线性调频斜率;

[0103] 第四确定模块 1022 :用于根据所述线性调频斜率,确定所述自适应的 chirp 波形的表达式。

[0104] 在前述基于 chirp 波形的雷达-通信一体化信号设计装置的具体实施方式中,可选地,所述第三确定单元包括:

[0105] 第一形成模块:用于通过 Up-chirp 滤波器将所述自适应的 chirp 波形转化为 Up-chirp 波形,所述 Up-chirp 波形为雷达信号;

[0106] 第二形成模块:用于将超宽带调制后的通信数据与通过 Down-chirp 滤波器的所述自适应的 chirp 波形相结合形成通信信号。

[0107] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



图 1



图 2

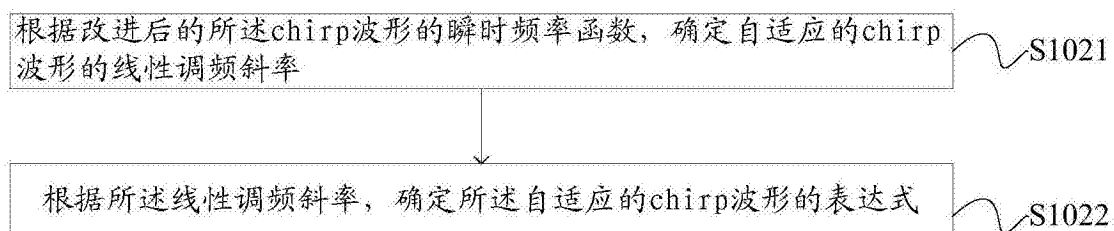


图 3

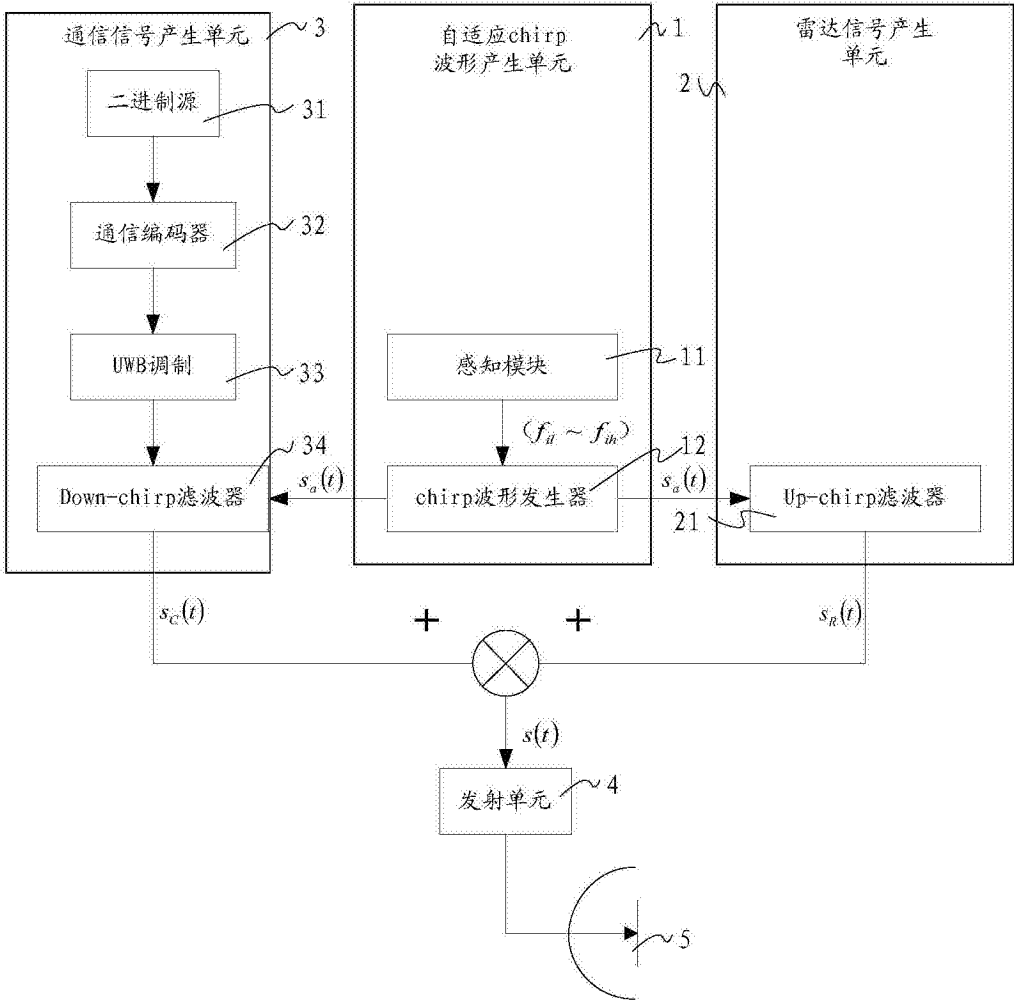


图 4

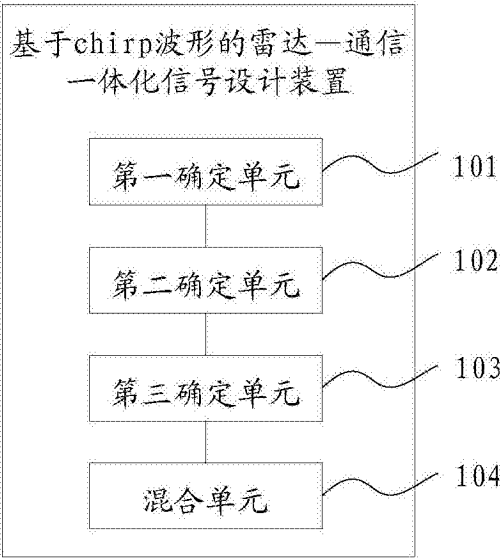


图 5

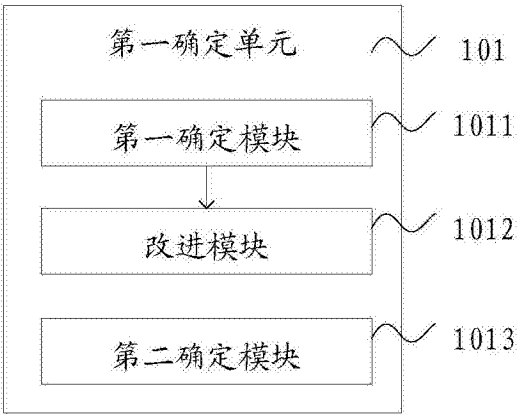


图 6

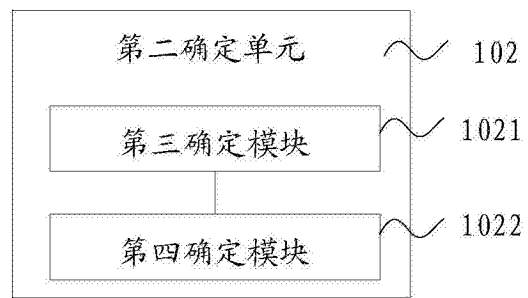


图 7