



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106802406 A

(43)申请公布日 2017.06.06

(21)申请号 201710031470.8

(22)申请日 2017.01.17

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新西区西源大道2006号

(72)发明人 李万春 唐道 彭丽 陈锐滨

(74)专利代理机构 成都点睛专利代理事务所 (普通合伙) 51232

代理人 葛启函

(51) Int. Cl.

G01S 7/02(2006.01)

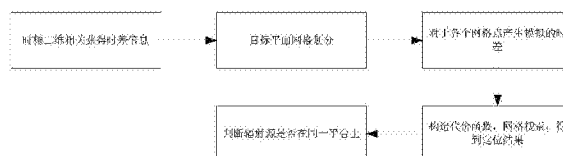
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种用于无源雷达的辐射源关联方法

(57)摘要

本发明属于无源雷达信号处理技术领域,具体的说是涉及一种用于无源雷达的辐射源关联方法。本发明的方法主要包括:通过时频二维相关计算并获得各个辐射源到被动接收站的时频差,所述的辐射源包括多辐射源载体和单辐射源载体;将目标平面划分为网格;获取所有网格坐标点到被动接收站的模拟时差;构造极大似然下的代价函数,找出目标平面中令代价函数最小的一点,作为辐射源的定位结果,找出相距小于门限的两个或多个辐射源关联起来,即认为这两个或多个辐射源在同一辐射源上。



1. 一种用于无源雷达的辐射源关联方法,其特征在于,包括以下步骤:

a. 通过时频二维相关计算并获得各个辐射源到被动接收站的时频差,所述的辐射源包括多辐射源载体和单辐射源载体;

b. 将目标平面划分为网格,每个网格的大小相同,且任意网格的每一个顶点均对应一个坐标点;

c. 获取所有坐标点到被动接收站的模拟时差;

d. 构造极大似然下的代价函数:

$$C_i(x_p, y_p) = \sum_{t=1}^T (\tau_{21,i}^t - \gamma_{21}^t)^2 + \sum_{t=1}^T (\tau_{31,i}^t - \gamma_{31}^t)^2$$

其中, x_p, y_p 为第 i 组辐射源的目标坐标点, $\tau_{21,i}^t, \tau_{31,i}^t$ 为第 i 组辐射源到被动接收站的时频差, $\gamma_{21}^t, \gamma_{31}^t$ 为第 i 组辐射源到被动接收站的模拟时差; 找出目标平面中令 C 最小的一点, 作为第 i 组辐射源的定位结果;

e. 重复步骤 d 直至获得 S 组定位结果之后, 将相距小于门限 D 的两个或多个辐射源关联起来, 即认为这两个或多个辐射源在同一辐射源上; 其中, S 是被动接收站之间在积累时间 T 内获得的时差信息数。

一种用于无源雷达的辐射源关联方法

技术领域

[0001] 本发明属于无雷达信号处理技术领域,具体的说是涉及一种用于无源雷达的辐射源关联方法。

背景技术

[0002] 无源雷达通过接收辐射源的信号来定位目标,由于自身不辐射信号,无源雷达具有生存能力强,隐蔽性强以及抗干扰性能好的特点。不同于有源雷达,无源雷达只能检测辐射源数量,对于同一平台上的多个辐射源,如果不将这些辐射源关联到同一平台上,将会引起虚警。目前常用的方法主要是通过到达角进行关联,到达角的测量通常需要阵列天线,通过MUSIC算法或ESPRIT算法,这些算法的缺点是计算量较大,而时差可以通过检测两个接收站接收信号上升沿来测得时间差,不需要太大的硬件开销。

发明内容

[0003] 本发明提出了一种用于无源雷达的辐射源关联方法。

[0004] 本发明的技术方案是:

[0005] 如图1所示,一种用于无源雷达的辐射源关联方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0006] a. 通过时频二维相关计算并获得各个辐射源到被动接收站的时频差,所述的辐射源包括多辐射源载体和单辐射源载体;

[0007] b. 将目标平面划分为网格,每个网格的大小相同,且任意网格的每一个顶点均对应一个坐标点;如附图2中A点 $(x_p, y_p, 0)$,可以得到该点到三站所产生的模拟的时差 $\gamma_{21}^t, t=1, \dots, T, \gamma_{31}^t, t=1, \dots, T$;

[0008] c. 获取所有坐标点到被动接收站的模拟时差;

[0009] d. 构造极大似然下的代价函数:

$$[0010] \quad C_i(x_p, y_p) = \sum_{t=1}^T (\tau_{21,i}^t - \gamma_{21}^t)^2 + \sum_{t=1}^T (\tau_{31,i}^t - \gamma_{31}^t)^2$$

[0011] 其中, x_p, y_p 为第i组辐射源的目标坐标点, $\tau_{21,i}^t, \tau_{31,i}^t$ 为第i组辐射源到被动接收站的时频差, $\gamma_{21}^t, \gamma_{31}^t$ 为第i组辐射源到被动接收站的模拟时差;找出目标平面中令C最小的一点,作为第i组辐射源的定位结果;

[0012] e. 重复步骤d直至获得S组定位结果之后,将相距小于门限D的两个或多个辐射源关联起来,即认为这两个或多个辐射源在同一辐射源上;其中,S是被动接收站之间在积累时间T内获得的时差信息数。

[0013] 本发明的技术方案,主要是提出一种较为可靠的时差关联方法;上述方案的适用场景可以描述为:

[0014] 假设有M艘多辐射源舰船分别位于 $m_{m,t}, m=1, 2, \dots, M, t=1, 2, \dots, T$ (每艘舰船搭载 $p_m, m=1, 2, \dots, M$ (2或3)个辐射源)与N艘单辐射源舰船分别位于 $n_{n,t}, n=1, 2, \dots, N, t=$

1, 2, ..., T (每艘舰船搭载1个辐射源) (下标t代表t时刻舰船的位置), 三被动接收站位于 $s_{k,t}, k=1, 2, 3, t=1, 2, \dots, T$ (下标t代表t时刻接收平台的位置), 且三站速度为 $v_k, k=1, 2, 3$ (假设接收平台在时间T内没有改变运动轨迹)。

[0015] 当有M艘多辐射源舰船与N艘单辐射源舰船时, 则共有辐射源数 $S=P+N, S>M+N$,

$P = \sum_{m=1}^M p_m$ 。因此, 以站1为主站时, 站2与站1之间在时间T (s) 内获得S组时差信息 (假设1s采一帧数据), 记为 $\tau_{21,i}^t, i=1, \dots, S, t=1, \dots, T$ 。站3与站1之间在时间T (s) 内获得S组时差信息 (假设1s采一帧数据), 记为 $\tau_{31,i}^t, i=1, \dots, S, t=1, \dots, T$ 。其中时差的计算公式为:

$$[0016] \quad \tau_{21,i}^t = \frac{1}{c} \cdot \left(\left\| \mathbf{m}_{m,t} - \mathbf{s}_{2,t} \right\| - \left\| \mathbf{m}_{m,t} - \mathbf{s}_{1,t} \right\| \right) + n_{21}^t, m=1, 2, \dots, M, i=1, 2, \dots, P$$

$$[0017] \quad \tau_{31,i}^t = \frac{1}{c} \cdot \left(\left\| \mathbf{m}_{m,t} - \mathbf{s}_{3,t} \right\| - \left\| \mathbf{m}_{m,t} - \mathbf{s}_{1,t} \right\| \right) + n_{31}^t, m=1, 2, \dots, M, i=1, 2, \dots, P$$

$$[0018] \quad \tau_{21,i}^t = \frac{1}{c} \cdot \left(\left\| \mathbf{n}_{n,t} - \mathbf{s}_{2,t} \right\| - \left\| \mathbf{n}_{n,t} - \mathbf{s}_{1,t} \right\| \right) + n_{21}^t, n=1, 2, \dots, N, i=P+1, \dots, P+N$$

$$[0019] \quad \tau_{31,i}^t = \frac{1}{c} \cdot \left(\left\| \mathbf{n}_{n,t} - \mathbf{s}_{3,t} \right\| - \left\| \mathbf{n}_{n,t} - \mathbf{s}_{1,t} \right\| \right) + n_{31}^t, n=1, 2, \dots, N, i=P+1, \dots, P+N$$

[0020] 其中, n_{21}^t 与 n_{31}^t 为高斯白噪声, 当上式中为 $m_{m,t}$ 时, 指多辐射源舰船所产生的时差信息, 当上式中为 $n_{n,t}$ 时, 指单辐射源舰船所产生的时差信息。当 $m=1, 2, \dots, M$ 时, 由于搭载多个辐射源, $M < P$ 。假设 $m=1$ 上有2个辐射源, 则 $\tau_{21,1}^t = \frac{1}{c} \cdot \left(\left\| \mathbf{m}_{1,t} - \mathbf{s}_{2,t} \right\| - \left\| \mathbf{m}_{1,t} - \mathbf{s}_{1,t} \right\| \right) + n_{21}^t$,

$$\tau_{21,2}^t = \frac{1}{c} \cdot \left(\left\| \mathbf{m}_{1,t} - \mathbf{s}_{2,t} \right\| - \left\| \mathbf{m}_{1,t} - \mathbf{s}_{1,t} \right\| \right) + n_{21}^t, \text{以此类推。}$$

[0021] 时差匹配考虑将S组时差信息匹配到M+N艘舰船上。由于不同于有主动雷达的情形, 目标舰船总数未知, 认为通过一组时差信息定位距离在一定门限内的两个辐射源位于同一舰船上, 判断错误时可能会出现虚假目标。

[0022] 本发明的有益效果为: 与传统的方法相比, 本发明的方法由于使用时差信息, 计算量小于基于到达角的方法且匹配正确率较高。

附图说明

[0023] 图1时差关联方案流程图;

[0024] 图2平面网格划分示意图;

[0025] 图3不同舰船间距对匹配正确率影响图;

[0026] 图4不同门限大小对匹配正确率影响图;

[0027] 图5不同积累时间对匹配正确率影响图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和实施例, 详细描述本发明的技术方案:

[0029] 实施例:

[0030] 假设有8个目标, 其中多辐射源舰船各携带2个辐射源, 6艘单辐射源舰船各携带一

个辐射源,8个目标的坐标为 $[200, (i-1)*R, 0]$, $i=1, 2, \dots, 8$, 单位Km, 其中R为舰船之间间距。假定 $i=1, 5$ 为多辐射源舰船(搭载2个辐射源, 辐射源之间间距50m)。三个接收站坐标为 $s_1=[0, 0, 30]$, $s_2=[25, 43, 30]$, $s_3=[25, -43, 30]$, 单位Km, 三个接收站自定位误差为50m。三站速度为 $v_1=[1020, 0, 0]$, $v_2=[1020, 0, 0]$, $v_3=[1020, 0, 0]$, 单位m/s。仿真次数均为500次。仿真平台操作系统是WIN7 (64bit) CPU 3.20GHz, 采用MATLAB R2012a (64bit) 进行编译。

[0031] 仿真情况1:

[0032] 积累时间T为3s, 门限D为500m, 舰船间距R从1~5Km, 结果如附图3所示;

[0033] 仿真情况2:

[0034] 积累时间T为3s, 门限D为200:200:1000m, 舰船间距R设为5Km, 结果如附图4所示;

[0035] 仿真情况3:

[0036] 积累时间T为3~6s, 门限D为500m, 舰船间距R设为5Km, 结果如附图5所示;

[0037] 结论分析:由图3可知, 舰船之间间距的增加并不会导致关联正确率的提高, 正确率维持在86%左右。由图4可知, 判决门限取500m左右的时候, 正确率就在80%以上了。由图5可知, 积累时间越多, 正确率也会随之提升, 4s的积累时间可以使匹配正确率达到95%左右。

[0038] 本发明提出一种在三站被动雷达探测体制下辐射源与舰船的匹配方案, 能达到较高的匹配正确率。

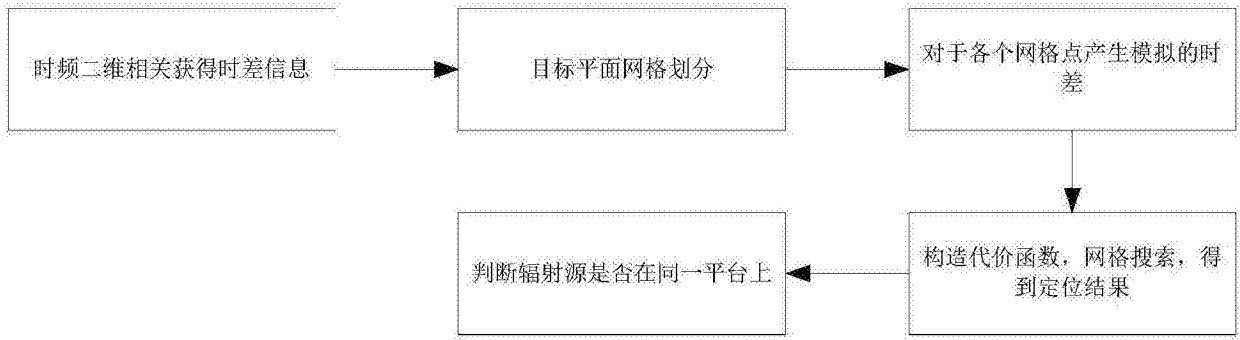


图1

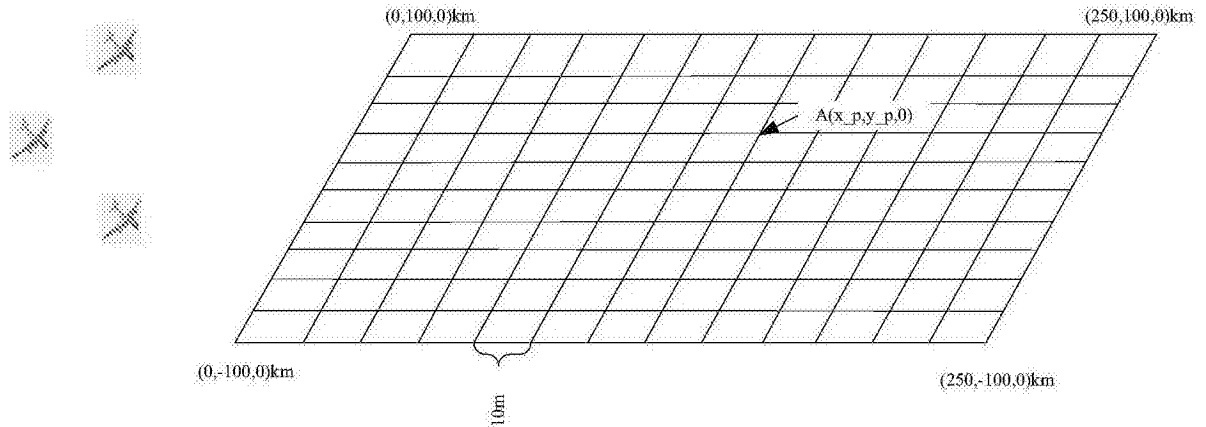


图2

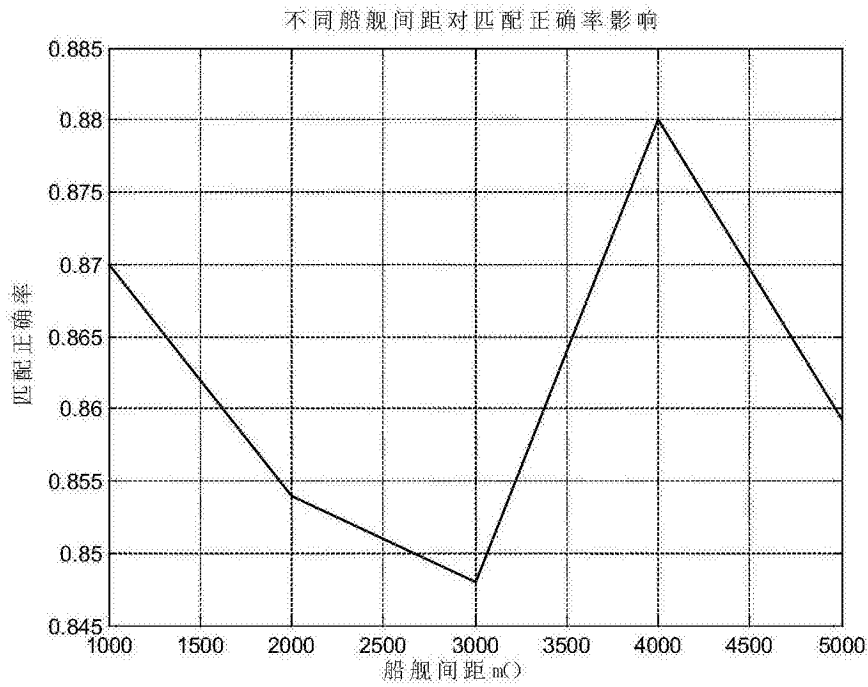


图3

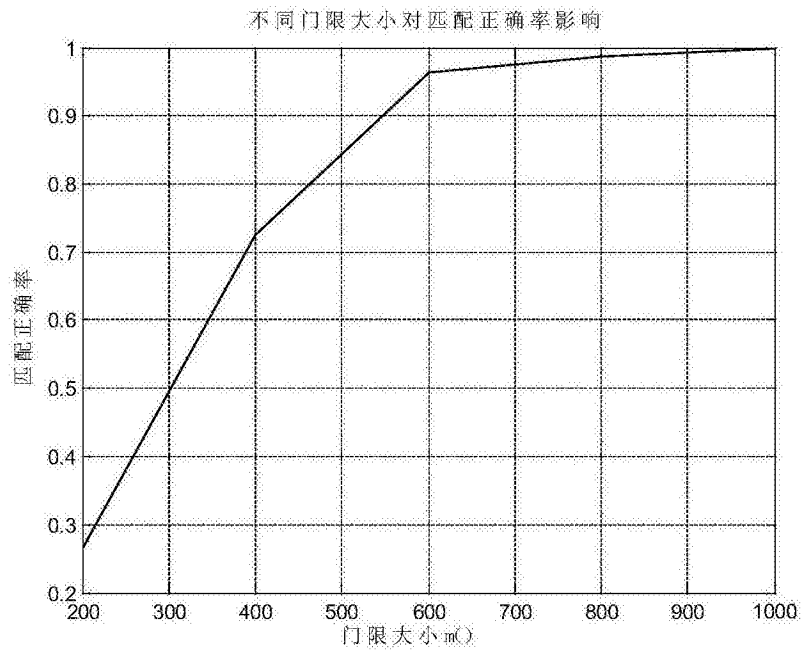


图4

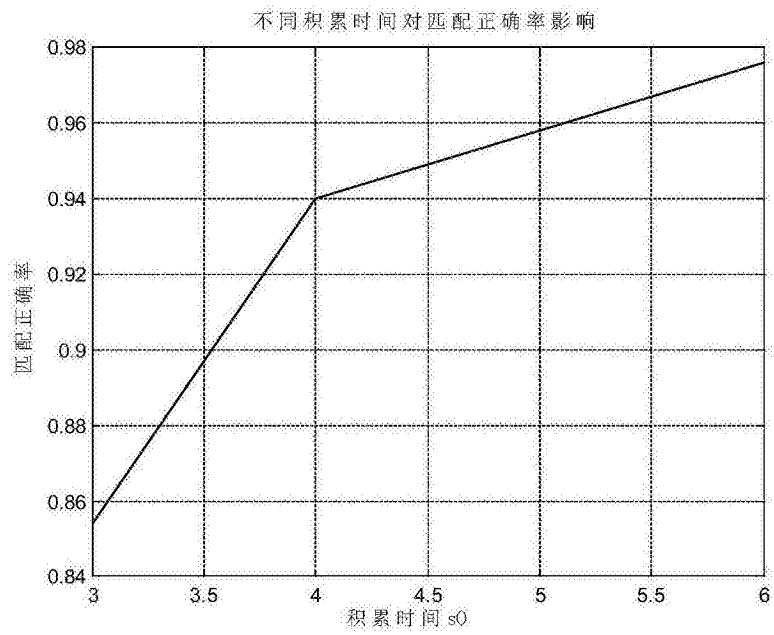


图5