SrcDatabase-来源库: 期刊

Title-题名: 资源受限下的阵列测向及其在无源定位中的应用综述

Author-作者:悦亚星;刘思宁;赵栋;聂福全;史治国;廖桂生

Organ-单位: 西安电子科技大学杭州研究院;西安电子科技大学电子工程学院;河南科技学院机电学院;浙江大学信息与电子工程学院

Source-文献来源: 航空学报

Keyword-关键词: 阵列测向;无源定位;资源受限;稀疏阵列;外辐射源定位

Summary-摘要: 随着无人平台和微系统等领域的快速发展，学术界和工业界对射频链路数量、数据采样精度与采样数量等资源受限条件下目标测向与定位的需求激增。传统测向定位应用中的高资源消耗硬件平台在资源受限场景中面临严峻挑战。本文系统综述了资源受限条件下阵列测向的关键技术方案，包括稀疏阵列、时间调制阵列、模数混合阵列、低比特量化及迭代自适应技术，并指出了阵列测向在无源定位系统中纯测向定位、外辐射源融合测向定位和分布式测向融合定位的典型应用。这些技术协同融合，显著降低了系统对资源的需求，同时保障了复杂电磁环境下的测向定位精度与实时性。本文还分析了当前面临的主要挑战，并展望了未来发展方向。

SrcDatabase-来源库: 硕士

Title-题名: 分布式无源雷达非合作辐射源定位与目标检测技术

Author-作者:邓江云

Organ-单位: 电子科技大学

Source-文献来源: 电子科技大学

Keyword-关键词: 分布式无源雷达;辐射源定位;直达波参数估计;微弱目标检测

Summary-摘要: 分布式无源雷达是由多个无源雷达组成的分布式系统,相比传统有源雷达具有功耗低、隐蔽性好、抗干扰能力强等显著优势,成为未来雷达发展新形态之一。本文围绕低信噪比环境下分布式无源雷达辐射源定位与目标检测展开研究,主要涉及非合作辐射源定位、直达波参数估计以及微弱目标积累检测等关键问题,并通过实验验证了所提方法的有效性与可行性,主要内容如下:

1.针对低信噪比条件下的辐射源定位问题,提出了一种基于分数阶傅里叶变换(Fractional Fourier transform,Fr FT)的多通道联合定位方法。该方法通过空间网格划分实现回波信号在Fr FT域的包络对齐和能量积累,在低信噪比环境可获得较好的定位精度,为后续微弱目标检测奠定良好基础。

2.针对多线性调频脉冲信号混叠情况下的直达波参数估计问题,提出了一种基于解析信号构造与盲源分离(Analytic signal construction-blind source separation,ASC-BSS)的去混叠方法。该方法构造出虚拟通道信号,并利用盲源分离技术实现了多脉冲信号的精确分离,在Fr FT域获得信号参数估计结果。实验结果表明:该方法在低信噪比条件下能够有效解决多脉冲信号在时频域和Fr FT域同时混叠的问题,参数估计性能显著优于传统方法,为微弱目标检测提供技术支撑。

3.针对外辐射源探测时强目标遮蔽下的弱目标检测问题,提出了一种基于RFT(Radon-Fourier Transform)域盲源分离的多目标检测方法。该方法通过RFT实现目标信号的相参积累,利用盲源分离技术对强目标和弱目标信号进行分离,解决了强目标盲速旁瓣(Blind speed sidelobe,BSSL)对弱目标检测的干扰问题,随后利用多站信息进行目标位置参数估计。仿真和实测数据验证验证了本方法的有效性。

本文通过理论分析、数值仿真和实测数据处理,验证了所提方法的有效性,为分布式无源雷达系统的实际应用提供了理论支持和技术方案。研究成果不仅完善了无源雷达信号处理技术体系,也为相关领域的工程实践提供了重要参考。

SrcDatabase-来源库: 期刊

Title-题名: 分布式多基无源雷达信号级协同目标定位技术

Author-作者:周其玉;易伟;袁野;丁建江;孔令讲;杨建宇

Organ-单位: 电子科技大学信息与通信工程学院;空军预警学院

Source-文献来源: 现代雷达

Keyword-关键词: 无源雷达;协同探测;直接定位;直达波干扰

Summary-摘要: 利用空间已有电磁信号，采取分布式无源协同探测手段对目标进行零功率静默侦察，可有效提升我方雷达的低截获和抗干扰性能，是多雷达协同探测技术领域重点发展方向之一。目前，无源协同定位主要面临着目标回波弱、非合作外辐射源参数未知、直达径干扰等挑战。针对上述问题，文中提出了一种分布式多基无源协同的信号级高精度目标定位方法。该方法通过联合多基无源雷达双通道接收信号，建立信号级目标位置估计问题，以实现联合直达波干扰抑制和外辐射源及目标位置高精度估计，形成分布式多基无源雷达的零功率静默协同探测能力。此外，采用序贯估计策略和交替迭代估计策略将高维估计问题降低为多个低维估计问题，以降低算法的计算复杂度，强化实时定位能力。仿真结果表明，相较传统数据级定位，所提信号级方法在低信噪比和直达波干扰环境中表现出更好的定位性能。该无源协同定位方法可用于无人机前突静默侦察、反低空突防、反隐身等探测场景，能显著提升对敌目标的监视和打击效果。

SrcDatabase-来源库: 期刊

Title-题名: 无源定位技术发展及其展望

Author-作者:李俊霞;王欣;黄高见;徐勇军;郝万明;朱政宇;李兴旺

Organ-单位: 河南理工大学物理与电子信息学院;重庆邮电大学通信与信息工程学院;郑州大学电气与信息工程学院

Source-文献来源: 无线电工程

Keyword-关键词: 无源定位;智能反射面;环境反向散射;通感一体化;深度学习

Summary-摘要: 随着智能信息社会的不断演进以及智慧城市建设的推进，电子设备的定位准确性和可靠性需求日益突显，特别是在万物互联的背景下，对定位精度和定位质量的要求变得更加迫切。无源定位技术因隐蔽性强、功耗低、不易被感知与干扰等诸多优点被广泛应用于各个领域，尤其近年来，通感一体化(Integrated Sensing and Communication, ISAC)、机器学习、环境反向散射以及智能反射面的引入与发展，为无源定位在6G中的应用提供了新的契机。基于此，阐述了无源定位技术特点及分类；按照参数化的分类方式总结梳理无源定位方法及误差影响因素；讨论了多参数融合无源定位方案与优势；展望了无源定位技术在6G新愿景下典型的应用场景、潜在技术、挑战及未来研究方向。

SrcDatabase-来源库: 期刊

Title-题名: 无源雷达与综合防空系统集成的现状及发展

Author-作者:王冠

Organ-单位: 中国电子科技集团公司第五十一研究所

Source-文献来源: 航天电子对抗

Keyword-关键词: 无源雷达;“特因维斯”系统;可部署多波段无源/有源雷达;综合防空系统;数据融合

Summary-摘要: 近年来，各国积极发展无源雷达，将无源雷达集成到综合防空系统，提高防空系统电磁频谱作战能力。首先介绍了无源雷达与有源雷达集成的研发背景、无源雷达的最新发展及其在综合防空系统中的应用情况；然后以北约科学与技术组织2022年3月揭示的可部署多波段无源/有源雷达（DMPAR）系统为例，阐述无源和有源雷达数据融合架构及其技术；最后给出几点启示建议，为无源雷达发展及其在综合防空系统的应用提供借鉴。

SrcDatabase-来源库: 博士

Title-题名: 复杂环境下新体制雷达信号的无源定位技术研究

Author-作者:任汉

Organ-单位: 中国科学院大学(中国科学院微小卫星创新研究院）

Source-文献来源: 中国科学院大学(中国科学院微小卫星创新研究院）

Keyword-关键词: 无源定位;直接定位算法;时频分析;最大似然估计;多目标定位

Summary-摘要: 和有源定位相比,无源定位自身不发射信号,通过对目标辐射源信号进行截获测量来进行定位。由于其具有隐蔽性好、作用距离远、反隐身能力强及采购和维护成本低等优点,无源定位在电子对抗中扮演着越来越重要的角色。作为无源定位系统主要的辐射源对象,雷达系统正在不断优化提升,雷达的信号形式、信号处理技术、应用场景等都有了长足的发展,尤其是新体制雷达的出现使得电磁环境变得日益复杂,这些都给无源定位带来了越来越多的挑战。在众多无源定位体制中,分布式多站无源定位凭借其各站之间协同工作、定位速度快、精度高的优点,受到了国内外学者的重点研究。作为一种高性能定位技术,分布式多站无源定位技术和辐射源信号模型、干扰类型、应用场景等因素密切相关。传统的无源定位技术大都忽略了辐射源信号波形信息和定位性能的关系,也缺乏对新体制雷达辐射源信号的处理和定位联合研究。因此本文展开了对复杂环境下新体制雷达信号的无源定位技术的研究,对多种雷达信号、多种定位体制、方法进行了系统的理论分析和方法研究,主要内容和创新性成果如下:1.针对单分量线性调频(LFM)信号的无源定位中算法复杂度较高和低信噪比下定位性能出现跳变的问题,提出了一种基于频谱检测的快速直接定位(DPD)算法。该算法进一步推导了DPD算法的目标函数,并提出了一种解耦策略来解决定位中的高维非线性优化问题。通过结合两步定位方法,提出的快速DPD算法实现了对发射信号参数和辐射源位置的联合估计。经建模仿真表明,相比于传统无源定位算法,该算法可以节约90%以上的时间,并且在低信噪比(-8d B)下,有着更好和更稳定的定位性能。2.针对多分量LFM信号辐射源无源定位问题,提出了一种基于伪维格纳维尔分布(PWVD)和空间变迹(SVA)技术的直接定位算法。所提出的算法可以应对复杂电子对抗环境下存在压制性干扰、距离强辐射源较近,或处于某一辐射源发射波束主瓣等情况,具有较好的定位性能。仿真结果表明,经过PWVD-SVA算法处理后的信号不仅可以抑制多分量信号的交叉项,而且将强分量的旁瓣电平降低到接近-40 d B;相较于其他对多分量信号辐射源的直接定位算法,所提出的算法可以在信噪比-6 d B时,定位精度提高约200m。3.研究了对多输入多输出(MIMO)雷达信号辐射源的无源定位问题,针对MIMO雷达辐射源所发射的波形信息完全未知,而传统的无源定位算法的定位性能比较差的情况,提出了一种基于KL变换和特征匹配技术的直接定位算法。所提出算法可以从各个接收基站观测到的大量信号中,通过KL变换技术对信号样本进行降维,并对信号参数进行估计,然后通过估计出的信号参数特征匹配并找到目标MIMO雷达辐射源。该算法有效利用了目标信号信息,尽可能地排除了噪声对定位性能的影响,提升了算法的信号处理增益,实现了对MIMO雷达信号辐射源的高精度定位。仿真结果表明,所提出的算法可以在信噪比0 d B时,将定位的均方根误差控制在50m之内。4、针对具有欺骗性的频控阵(FDA)雷达信号的无源定位问题,提出了一种基于方向调制(DM)识别的无源定位算法。该算法分析了FDA辐射源对无源定位系统造成欺骗式干扰的原因,根据FDA雷达的结构模型、波束特性给出了对FDA波束的判定准则,首先对FDA辐射源的调制方式进行识别,然后对不同DM方式的FDA辐射源,提出了两种无源定位方法。对于经过线性DM的FDA辐射源,根据对FDA波束的判定准则,可以较为精确的估计出初始时刻等信号参数,再利用Chan和Taylor的协同定位算法实现对FDA辐射源的准确定位。对于非线性DM的FDA辐射源,提出了一种基于压缩感知和子空间算法的定位方法,可以实现小于奈奎斯特采样率下对FDA辐射源的定位。

SrcDatabase-来源库: 博士

Title-题名: 运动多站动目标无源定位算法研究

Author-作者:孙霆

Organ-单位: 西安电子科技大学

Source-文献来源: 西安电子科技大学

Keyword-关键词: 运动目标;无源定位;半定松弛;克拉美罗界;观测站数目最小化;传感器参数误差;先验测量误差方差

Summary-摘要: 运动多站动目标无源定位是利用观测站对电磁波信号只收不发的特点实现的。由于它具有不主动暴露自己等优势,在雷达、传感器网络、无线电通信等领域扮演十分重要的角色。然而,观测站得到的信息往往与未知目标参数之间往往存在着高度非线性和非凸性的数学关系,这极大地提升了对运动目标定位的难度。因此,本文基于辐射源和外辐射源两种定位体制,深入探析并给出了运动多站动目标无源定位中求解非线性或非凸性问题的算法。本文的主要研究内容主要包括以下四个方面:1.现存基于辐射源体制的定位算法在测量误差较小时具有良好的性能。然而,这些算法并没有考虑观测向量和观测矩阵存在的误差项。针对该问题,本文提出了一种基于半定松弛(Semi-definite Relaxation,SDR)的运动目标定位算法。首先利用随机鲁棒最小二乘的思想,将定位问题转化为具有二次等式约束的最小二乘问题。随后使用SDR技术将约束问题重新构建为半定规划(Semi-definite Programming,SDP)问题,并通过优化工具箱求解。仿真实验表明所提算法比现存算法具有更好的鲁棒性。2.对基于辐射源体制的观测站数目最小化定位算法进行了研究。当仅使用时差和频差信息时,两步加权最小二乘(Two Stage Weighted Least squares,TSWLS)的一类算法由于引入额外变量,使得其在N维空间中至少需要N+2个观测站才能进行定位解算。泰勒级数展开算法虽然可以使用N+1个观测站估计目标参数,但是该算法需要先验初始值。针对这些问题,本文提出了一种观测站数目最小化的定位算法。第一步首先分离TSWLS算法中的未知向量,根据中间变量与目标参数的关系,构建了关于中间变量的二次多项式并利用求根公式求解,进而给出目标参数估计值。第二步利用泰勒级数展开对第一步的估计值进行修正,以此提高定位精度。仿真实验表明所提算法仅使用四个观测站即可定位解算;当使用五个观测站时,所提算法在适度的测量误差条件下能实现克拉美罗界(Cramer-Rao Lower Bound,CRLB)。3.考虑传感器参数存在误差,对基于辐射源体制的运动多站动目标定位算法进行了研究。以观测站数目最小化算法为例,详细推导分析了不考虑传感器参数误差所带来的影响。随后提出一种改进的TSWLS的定位算法,算法第一步首先引入额外变量,建立伪线性矩阵方程,并给出WLS解。第二步根据额外变量与目标参数的非线性关系,构建新的矩阵方程,再次利用WLS技术给出最终解。与传统TSWLS算法相比,所提算法在第二步不需要额外的运算就能直接给出最终解。仿真实验表明当测量误差较小时,所提算法可实现CRLB精度。4.现存基于外辐射源体制的定位算法均需要先验测量误差方差,然而这一参数在实际场景中不易获取。针对该问题,提出一种不需要测量误差方差的定位算法。首先将基于外辐射源的运动目标定位问题转化为仅关于目标位置的SDP问题,通过优化工具箱给出目标位置的估计值。随后,利用目标位置估计值构造仅关于目标速度的SDP问题并求解。所提算法构造的两个SDP问题中,测量误差的方差均可忽略不计。仿真实验表明所提算法在适度的测量误差水平下能够实现CRLB。

SrcDatabase-来源库: 硕士

Title-题名: 分布式无源定位技术

Author-作者:李佳姗

Organ-单位: 西安电子科技大学

Source-文献来源: 西安电子科技大学

Keyword-关键词: 分布式无源定位;TDOA估计;TDOA定位;定位精度;压缩传输

Summary-摘要: 在现代战争中,侦察设备的隐蔽性十分关键,无源定位技术的出现给传统的定位方式带来了新的思路,可以不主动发射电磁波就可以实现目标位置确定。分布式无源定位意味着多个测量站协同工作,通过静默地接收辐射源电磁波来发现目标位置,达到定位的目的。分布式无源定位技术应用范围十分广泛,在电子侦察与对抗领域有着重要的地位。分布式无源定位系统中可以使用的定位技术有很多,例如测角定位、测时差定位、频差、相位差定位以及混合定位。近年来还有很多学者研究了基于空域稀疏的单站以及多站无源定位技术。在这些定位技术中,时差定位具有定位灵活、精度高、算法简单以及鲁棒性高等优点,因此是应用最广、研究最为火热的分布式无源定位技术之一。时差定位是一种利用到达时间差进行位置确定的定位算法,它需要至少两个TDOA估计值才能对目标进行定位。每一个TDOA估计值可以构成一个双曲线,通过解算几条双曲线的交点来确定目标位置,因此,时差定位又可以称之为双曲线定位。本文将通过四个方面来系统地研究基于TDOA的分布式无源定位技术,主要包括下面几个方面的内容:(1)TDOA估计技术;(2)基于TDOA估计的目标位置解算技术;(3)TDOA估计的MATLAB仿真;(4)对影响目标位置定位精度的因素进行仿真分析。下面具体介绍:第一章阐述了分布式无源定位技术的背景、研究意义以及国内外研究现状,最后还给出了论文的结构安排。第二章首先介绍了现有的TDOA估计技术,时间同步以及信号同步的时差测量技术,并给出了传统的时间间隔测量方法和具体的相位差测时差的方法;紧接着提出了基于压缩传输的TDOA估计技术;之后对基于压缩传输的两种TDOA估计技术:ML以及PDC非重构时差估计算法进行了仿真,验证了这种技术对于时差估计具有准确、稳定的性能。第三章介绍时差定位的模型和原理,之后介绍了具体的两大类时差定位算法:非线性定位算法以及线性定位算法,非线性定位算法包括非线性最小二乘算法(NLS)和最大似然算法(ML),线性定位算法包括线性最小二乘算法(LLS)和加权线性最小二乘算法(WLLS)。最后通过MATLAB仿真分别对这四种定位算法进行了仿真,仿真分析对定位精度产生影响的各种因素,包括时差测量误差、布站方式、布站基线长度、定位算法、测量站数量以及基于压缩传输的TDOA估计中的压缩率等。

SrcDatabase-来源库: 博士

Title-题名: 基于多普勒频移的运动多站无源定位技术研究

Author-作者:邓丽娟

Organ-单位: 电子科技大学

Source-文献来源: 电子科技大学

Keyword-关键词: 无源定位;多普勒频移;自定位误差;多站;直接定位

Summary-摘要: 过去的数十年中,无源定位系统一直在导航、声纳、雷达、电子对抗、无线通信等领域发挥着至关重要的作用。无源定位包括辐射源定位和外辐射源定位,即系统自身不发射信号,而是利用目标辐射的信号或经目标反射的外辐射源信号来进行定位。在电子侦察中,当信号带宽不充分导致时差模糊或相位校准和时间同步受限于系统复杂性等情况时,对于目标位置估计更倾向于选择基于多普勒频移信息的定位技术。该技术可以弥补上述缺陷,并对接收设备要求较低。加之测频技术的快速发展、频率测量精度不断提高,因此基于多普勒频移的无源定位技术有着较大的发展潜力。然而,由于多普勒频移与目标状态所构成的非线性方程相比其他定位参数而言复杂度更高,利用多普勒频移对目标位置进行估计一直是研究中的难点。本文主要研究了多种场景下基于多普勒频移的多站无源定位问题,针对不同定位场景提出了相应的定位算法,并通过理论分析或数值仿真证实了所提算法具有良好的定位性能。本文的主要研究内容和贡献如下:1、研究了基于多普勒频移的辐射源目标多站无源定位问题。首先建立了包含多普勒频移的接收信号模型,并在此信号模型下提出了两种定位算法,解决了网格搜索法计算量大和迭代算法需要一定精度的目标位置初值估计的问题。一种为显式解算法,通过引入中间变量将目标位置的最终估计写为了显式的表达,其计算简单、没有发散问题,对系统的计算能力要求较低,显式估计结果可以作为最终定位结果,也可以用来初始化后续迭代算法进一步提升其定位性能。另一种为半正定松弛(SDR)算法,通过松弛处理技术将原本的非凸的估计问题转化为了凸优化问题,该算法具有比显式解算法更高的估计性能,在噪声较小的情况下估计精度贴近克拉美罗界(CRLB)。2、研究了接收站存在自定位误差情形下基于多普勒频移的辐射源目标多站无源定位问题。对含有自定位误差的目标定位CRLB进行了推导,并将其与无位置误差的理论精度界(CRLB)进行比较,分析了多普勒频移测量误差与自定位误差对定位结果的影响。基于快速定位和精确定位的需求,分别提出了相应的具有处理接收站自定位误差能力的定位算法。通过仿真分析验证,在接收站存在自定位误差的情况下,所提算法相比不考虑自定位误差的定位算法具有更高的估计精度,表明了所提算法具有很好的自定位误差处理能力。3、研究了增加地表约束条件下基于多普勒频移的辐射源目标多站无源定位问题。对于高程信息已知的地面目标,本文首先分析推导了球面约束下目标定位的CRLB,并以此作为衡量算法性能的依据。然后,将半径约束条件引入解算方法中,采用了间接半正定松弛(WLS-SDR算法)和直接半正定松弛(SDR算法)的方法对目标位置进行估计,并对两种算法的定位性能进行了比较,仿真结果表明直接半正定松弛的解算方法具有更高的定位精度。最后,对加入了接收站自定位误差的地面辐射源目标定位模型进行了优化推导,提出了带自定位误差校正的定位方法。4、研究了基于外辐射源的多普勒频移直接定位问题,针对接收站含有参考通道的情形,建立了该场景下接收信号的模型。然后,对信号波形先验已知情况下目标位置估计的CRLB进行了分析和推导,提出了含参考接收信号情况下的多站直接定位算法。最后,将不同参数条件下(不同噪声、不同观测次数、不同接收站数量以及不同快拍数)的直接定位算法与两步定位法进行对比,仿真结果表明弱信号下所提直接定位算法的性能优于两步定位法。5、研究了不含参考通道且接收站和发射站都处于运动状态的情形下,基于外辐射源的多普勒频移直接定位问题。建立了未知信号波形情况下的接收信号模型,分析和推导了相应的目标位置估计的CRLB。提出了未知信号波形条件下的多站直接定位算法,将有关目标位置估计的极大似然函数转化为特征值形式的代价函数进行求解。仿真实验表明,所提直接定位算法精度高于两步定位法,尤其在低信噪比以及样本点较少的情况下直接定位算法的性能优势更为明显。

SrcDatabase-来源库: 期刊

Title-题名: 无源定位技术体制及装备的现状与发展趋势

Author-作者:郁春来;张元发;万方

Organ-单位: 空军雷达学院五系

Source-文献来源: 空军雷达学院学报

Keyword-关键词: 无源定位;装备体系;技术体制;发展趋势

Summary-摘要: 无源探测定位系统是信息对抗和预警监视装备体系的重要组成部分和发展的重点方向,日益受到各国武器装备研究机构的重视,已获得超常规发展和广泛应用.从分析无源定位装备及其体系概况入手,重点研究了无源定位技术体制与装备的现状,提出了实现无源定位技术体制过程中要克服的关键技术,最后梳理总结了无源定位体制与装备的发展趋势.

SrcDatabase-来源库: 期刊

Title-题名: 雷达无源定位技术的发展与战术应用

Author-作者:杨建华

Organ-单位: 中国电子科技集团公司第51研究所

Source-文献来源: 中国电子科学研究院学报

Keyword-关键词: 无源定位;TDOA定位;AOA定位

Summary-摘要: 在越来越强调空中电子攻击的趋势下,采用被动工作方式的无源探测定位技术倍受关注,并得到超常规发展和广泛应用。不同"定位体制"装备适应完成不同"定位使命"。装备联合使用和功能集成的合理性是发挥无源定位系统整体效能的关键。