

基于轨道角动量的雷达关联成像技术研究

王书斌^{1,2} 袁胜伟^{1,2}

1 零八一电子集团有限公司, 四川 广元 628017

2 精密测量雷达系统技术四川省重点实验室, 四川 成都 611731

[摘要]文中对雷达成像中的关联成像电磁波应用进行了初步研究, 研究电磁波场理论和方法深入研究电磁波场特征, 关联成像图像原理模型, 可视化方法和实验。与光学可视化相比雷达可视化具有克服大气扰动、继续想象其他自然条件的能力, 是获取信息的一种方式, 可以在整个时间和气候条件下工作。虽然高分辨率雷达接收技术是多年来发展起来的, 但大多数接收方法仍然基于距离多普勒图像原则, 即宽带信号被用来获取辐射目标时距离的额外信息。

[关键词]轨道角动量; 雷达关联成像; 技术

DOI: 10.33142/sca.v6i4.9015

中图分类号: TN959

文献标识码: A

Research on Radar Correlation Imaging Technology Based on Orbital Angular momentum

WANG Shubin^{1,2}, YUAN Shengwei^{1,2}

1 Lingbayi Electronics Group Co., Ltd., Guangyuan, Sichuan, 628017, China

2 Precision Measurement Radar System Technology Sichuan Provincial Key Laboratory, Chengdu, Sichuan, 611731, China

Abstract: In the article, a preliminary study was conducted on the application of correlated imaging electromagnetic waves in radar imaging. The theory and methods of electromagnetic wave fields were studied in depth, including the characteristics of electromagnetic wave fields, the principle model of correlated imaging images, visualization methods, and experiments. Compared with optical visualization, radar visualization has the ability to overcome atmospheric disturbances and continue to imagine other natural conditions. It is a way to obtain information and can work throughout time and climate conditions. Although high-resolution radar reception technology has been developed for many years, most reception methods are still based on the principle of range Doppler imaging, which means that broadband signals are used to obtain additional information about the distance when radiating targets.

Keywords: orbital angular momentum; radar correlation imaging; technology

引言

轨道角动量就像重要的电磁波和基本的物理和物理值一样, 提供了新的物理信息调制水平, 大大提高了电磁波调制能力, 近年来国内外的科学家们都很担心。具有轨道角动量或电磁脉冲的电磁脉冲理论上可以携带无数种不同的模式, 它们相互重叠独立在太空中传播, 在通信和雷达探测方面具有很高的应用前景。

1 研究背景

目前, 关联成像电磁波应用研究主要集中在通信领域, 而不是雷达研究。关联成像电磁波的独特分布显示了角质集合的特征, 预计将为雷达图像的应用提供新的想法。同时, 必须确保目标之间的相对位置变化足够大, 导致多普勒变换, 导致方位角信息的终结。与红外和可见可视化相比, 雷达视觉技术不受自然条件的限制, 可以克服云等大气扰动的影响, 成为一种全天候和全天候地获取信息的工具。高分辨率图像在军事应用方面的作用, 如战场侦察、防空和导弹防御以及精确打击, 越来越明显, 成为许多国家竞争开发的关键技术。经过几十年的发展, 高分辨率雷达图像理论和技术取得了巨大的成功, 尽管可视化方法多

种多样, 但大多数都是基于距离原则。在这个理论中, 雷达图像距离的分辨率取决于传输信号的带宽, 方位分辨率取决于雷达观测的角度范围。通过提高信号的传输能力, 距离许可可以满足大多数应用程序的需求。获得信息严重限制了升级许可。当使用传统的平坦波来辐射不同点的相位目标时它们几乎没有方向、垂直距离, 甚至较晚的信号处理方法也难以获得良好的分辨率。因此, 经常需要从不同的角度辐射目标, 以获得不同方向的投影信息, 以改善方位分辨率。基于大量合成曲柄形成真实图像的技术是实现这个想法的不同方式。这种相位分布的空间差异可以看作是多个平面波同时从不同连续方位角发射的结果, 提供了识别光束目标的物理基础。辐射相关点会产生不同的辐射场激发分布, 分散的回波信号会包含更多关于目标的信息, 不同的模音回波信号的相关性预计会改善雷达目标的分辨率。由于相对电磁场有特定的调制模式相位分布, 理论上它们可以产生无限多的相互直接调制模式, 更容易处理, 也可以提高图像解决的效率。因此在雷达图像探测领域使用相对电磁波将提供一种可行的技术方法来克服前近似图像中的关键位置。在一些应用程序中, 主动雷达收

件人用于最终引导, 在一些场景中, 观察平台和目标场景位于雷达和目标之间的几何学中, 雷达和目标之间的相对角度相对较低, 使得获得高方位分辨率变得困难。雷达图像的分辨率在很大程度上受到信息输入和使用方式的限制。关于使用信息, 近年来, 各种调节和压缩和热感知方法克服了低过滤方法的缺陷, 大大提高了雷达图像的分辨率。

2 轨道角动量的雷达关联成像原理

使用极化和高分辨率的雷达图像, 使用极化和空间集合, 允许更广泛地获取信息。因此, 研究新的获取信息方法是提高雷达图像分辨率的重要方法。量子光学图像与雷达图像使用电磁辐射随机替换光学图像幽灵磁场使得区分信息在同一束总的来说, 提高电磁波接收目标信息的能力和注重提供高分辨率的光束和同一。轨道的角度运动是电磁波的重要物理意义, 对电磁波的极化至关重要。不同的时尚是匹配的, 它们可以调制更多的信息, 因此在通信领域被广泛使用, 这可能大大提高光谱效率。就像电磁辐射场一样, 与轨道角动量有关的电磁波场在光束中也有微分分布。不同之处在于随机辐射场的分布是随机的起伏, 相对论电磁波具有规律分布的特征在光束轴周围有一个空间螺旋结构。获得信息严重限制了获得晋升的机会。在使用传统的平坦波来发射相位目标时, 它们几乎没有方向、垂直距离, 甚至较晚的信号处理方法也难以获得良好的分辨率。辐射相关点将产生不同的辐射场分布, 分散的回波信号将包含更多关于目标的信息, 不同的回波信号之间的相关性预计会改善雷达目标的分辨率。由于相对电磁场有特定的调制模式相位分布理论上它们可以产生无限多的相互直接调制模式, 数学上更容易处理, 也可以提高图像解决的效率。因此, 在雷达图像探测领域使用相对电磁波将提供一种可行的技术方法来克服前近似图像的关键位置。

3 轨道角动量的雷达关联成像技术

(1) 经常需要从不同的角度辐射目标, 以获得不同方向的投影信息, 以改善方位分辨率。基于大量合成曲柄形成真实图像的技术是实现这个想法的两种不同方式。此外, 使用极化和高分辨率的雷达图像, 使用极化和空间集合允许更广泛地获取信息。另一个广泛应用于光学中的轨道角动量是通过微小的粒子操纵。由于角动量可以导致实际物体的扭矩, 从而使物体绕轴旋转或旋转, 轨道角动量和轨道角动量的光学图像可以传递给粒子, 以实现粒子结合和非接触控制。在观察者和源之间的相对运动中, 观察到的电磁波频率会改变, 这就是多普勒原理。耦合图像的电磁波有一个旋转的相位结构, 它也会产生一个旋转的频率位移, 称为多普勒频率位移, 当源旋转时在垂直旋转物体的辐射下, 接收到的回波信号的频率保持不变。由于与图像相关的电磁波在垂直传播方向上的截面上有径向相, 反射的回波信号会改变图像辐射时多普勒频率的旋转。当照射到旋转板上时, 相对反射光束会测量旋转频率的变化。

因为多普勒频率不取决于波长, 所以每一种颜色在反射后都必须有相同的频率。通过测量频率变化的大小和旋转模块的速度, 很容易计算物体旋转的速度, 测量射频频范围内的多普勒频率变化来测量物体旋转的速度, 测量物体旋转的速度。轨道脉冲也广泛用于量子可视化、微波可视化和远程探测领域。它可以有效地识别纯相位目标, 并实现非标准的幽灵图像。当使用复杂状态来接收的图像时, 大气湍流会影响波函数的空间分布, 而这反过来又会影响这种复杂状态。由于在空心空间中产生的电磁波能量的相对图像, 能量可以避免无趣的圆形目标区域并探测周围区域。通过光谱分析, 微波图像高分辨率的光学图像必须用于传统图像, 使用不同模式相对图像的高分辨率图像必须受到层辐射。

(2) 连接图像的电磁波源使用单通道段格栅, 通过基线或圆形格栅发射不同的目标, 接收不同的模态回波信号, 最后执行二维图像处理, 产生二维距离和图像方向。雷达图像中相对电磁波的最初目标是在光束中提供散射辐射, 因为雷达的视觉成像预计会增加定向分辨率, 图像特征与相对电磁波的特征密切相关。因此, 研究新的获取信息方法是提高雷达图像分辨率的重要方法。量子光学图像中的与雷达图像随机交换光电场, 使光电场在同一束中区分信息, 提高电磁波接收目标信息的能力, 并聚焦于同一束高清光束。轨道的角度运动是电磁波的重要物理意义, 对电磁波的极化至关重要。不同的时尚是一致的, 它们可以调制更多的信息, 因此在通信领域被广泛使用, 这可能大大提高带宽和光谱效率。就像随机的电磁波场一样, 与轨道角动量有关的电磁波场在光束中也有微分分布。不同之处在于随机辐射场的分布是随机的, 相对论电磁波具有规律分布的特征, 相栅在光束轴周围有一个空间螺旋结构。在这个相位分布中, 空间差异可以被看作是来自不同连续方位角的多个平面波的同时辐射的结果, 提供了识别光束目标的物理基础。雷达可视化的比较原理解释了波调制中高分辨率图像的物理基础和特性, 并提供了研究的电磁图像处理框架。使用螺旋格栅接收相应的螺旋图像, 通过改变频率和详细的相位分布来产生特定的电磁波, 相应的电磁波具有螺旋的空间分布, 光束轴上的相位奇点具有与水旋转相似的零辐射强度, 因此称为电磁漩涡中空高程相对电磁波强度的特征有助于应用、接收高对比度图像以及利用低电平捕获和控制光学冠状动脉卡片上的粒子。然而, 在微波探测领域, 检测信号能量的大小几乎影响了应用程序的所有特性, 这是实际应用中需要考虑的问题。

(3) 现有的结果表明相对论的电磁波有一个圆形的能量分布, 有几个瓣第一个靠近光束轴的瓣是最大的能量消耗, 远离光束轴。不同模型中相应图像的辐射强度也不同, 对图像的应用也有很大的影响。另一个影响图像性能的重要因素是相分配, 完全由模态分布决定。理想的模态相关性与整个电磁波的数字相关性可视化, 并与纯电磁波

的纯方位角严格线性变化。事实上，不同的错误不可能是理想的纯状态，数组振幅的实际错误，网格元素的位置错误和其他因素也会影响相关性模式。这些因素影响相关性图像模型和辐射强度分布。电磁相对图像的可视化利用电磁波的线性方位差来达到方位分辨率，因此不完美的相位分布必然会影响到图像的性能。此外，相分布影响不同模式的正交性，进而影响电磁波相对图像的性能。因此，需要研究实际产生的相对论波的模态分布。包含轨道角动量的电磁波丰富了现有的信息调制工具，它们的信息调制能力完全反映在模块多路化领域。从相对论图像中电磁波的相位差分布的角度来看，它对雷达图像的应用必须有在光束中观察到的分辨率，预计将为视图提供可能的解决方案。考虑到这一点提出并研究了可能使用与电磁波有关的图像、雷达图像和取得一些成果的可能性，并初步实验证实了这一理论。研究揭示了下列理论和实际问题，可能需要深入研究：改善图像分辨率的方法。提供的电磁信号图的方位角分辨率随着风格范围的扩大而改善，但是傅里叶转换方法的空间方位角分辨率仍然局限于数组的顶点，无法获得超分辨率图像。使用基于适当过滤的可视化算法，现有的可视化电路不会提高分辨率。使用高光谱评估和调节方法进行初步研究，以改善方位角分辨率，这需要深入研究。关于光谱评估方法，不同的评估方法和模型序列对图像结果产生了更大的影响，需要进一步研究。对于标准的信号校准方法，它有一个简单的分析方法，对于在网格不平衡、图像模型错误、数组错误和其他因素中发现的可视化过程，你可以结合词汇基质特征并研究目标补偿方法。

4 展望

相关波的特性保证了字典矩阵原子之间的不相干性，使用压缩感知算法可以获得更高分辨率的重建结果，这是下一步研究的主要方向。其他形式的实现使用与电磁波相关的图像。这篇文章解释了电磁波相对论分布的特征，以及利用相对论波的相对论辐射来获得光束的许可而不考虑辐射的强度。事实上，高方位解决方案需要对相对较高的图像进行校准，但是瓣们担心图像显示出更高的倾斜度，空间变化阶段的位置越小，从而限制空间分辨率的改善。方位角的分辨率受到数组顶点的限制，正是因为这个

矛盾。解决这个矛盾需要考虑两个方面。天线结构或格栅处理技术被用来减少相对波的空区域，也就是在光束轴附近增加辐射能量。这个维度中的信息只用于其他形式的相对论图像。为了改善图像探测特性，需要从多个目标维度独立地观测数据，可以考虑将电磁波与现有的可视化技术如分层图像结合起来，开发单个天线，产生多个相关性波。光束正朝着同时抑制侧瓣的方向移动。对于低电磁波相对图像电磁波引起的辐射效率问题，已经提出了一些解决方案来控制主光束瓣的方向，并抑制定向图的侧向瓣。在实际应用中，这些方法必须结合起来，以实现更高的辐射效率，并改变图像模型和可视化方法。特别是在没有光束的方向可视化中，使用的是控制波的侧向辐射，不能被横向光束抑制。目前，在可视化系统中，天线结构的研究结果同时发射电磁波和一些相关图像，这些研究继续出现，产生越来越多的模型数字。为了减少接收时间，可以研究平行辐射模式，同时发射多个伴随波，以及接收模式，将不同模式的回声分开。由于光波强度图的限制，视觉方法面临短距离、短程俯仰范围和较窄的主光束瓣等问题。寻找合适的应用程序也是一个需要解决的问题。

5 结论

轨道角动量是一种重要的、尚未充分利用的电磁波物理意义，提供了一种新的物理信息调制，近年来，低频微波波长也得到了广泛关注，应用研究现在主要集中在通信领域。这篇文章对雷达图像探测领域电磁波的潜在应用进行了初步研究，试图利用轨道角动量丰富的信息调制能力来改善雷达图像探测的特征。

[参考文献]

- [1]傅智,崔燊.利用关联成像光束的旋转多普勒效应测量角速度[J].激光与光电子学进展,2019,56(18):87-92.
- [2]郑振雷.基于射频轨道角动量波束的旋转多普勒频移[M].杭州:中国电子学会,2017.
- [3]陈晓龙.基于轨道角动量的雷达关联成像技术研究[J].电子设计工程,2018,26(6):109-113.

作者简介:王书斌(1990.10—),毕业院校:西安电子科技大学,所学专业:电子信息工程,就职单位:零八一电子集团有限公司,职务:设计师,职称级别:助理工程师。