

论文

星对星激光雷达反射层析成像技术探讨

瞿福琪^{1,2}, 胡以华², 焦均均², 董彬³

1. 武汉军械士官学校, 武汉 430075;
2. 脉冲功率激光技术国家重点实验室(电子工程学院), 合肥 230037;
3. 77108部队59分队, 四川 崇州 611233

摘要:

以星对星激光雷达成像为应用背景,提出了一种基于啁啾脉冲信号的反射层析成像处理方法,该方法通过激光雷达多角度回波非相干累积实现高分辨率的图像重构;分析了星对星反射层析成像的实现条件,包括成像分辨率、工作模式及成像时间.研究表明,采用本文所提出的成像方法,通过同轨道面的伴星探测方式可以满足激光雷达反射层析成像多角度探测的要求,在观测角度范围大于 60° 时能够得到0.1 m目标分辨率,角度范围越大,分辨率越高,且成像时间与卫星轨道半径和两星距离有关.实验验证了该方法的有效性和星对星反射层析成像的可行性.

关键词: 反射层析 激光雷达 星对星成像 啁啾脉冲 空间分辨率 工作模式

Satellite-to-satellite Lidar Imaging Using Reflective Tomography

1. Wuhan Mechanical Technology College, Wuhan 430074, China;
2. State Key Laboratory of Pulsed Power Laser Technology (Electronic Engineering Institute), Hefei 230037, China;
3. 77108 Troops and 59 Unit, Chongzhou, Sichuan 611233, China

1. Wuhan Mechanical Technology College, Wuhan 430074, China;
2. State Key Laboratory of Pulsed Power Laser Technology (Electronic Engineering Institute), Hefei 230037, China;
3. 77108 Troops and 59 Unit, Chongzhou, Sichuan 611233, China

Abstract:

Taking satellite-to-satellite lidar imaging as application background, an imaging processing method based on chirped pulse for reflective tomography lidar is presented. In this method, high precision image reconstruction is obtained by extracting projection data of different observation angle and using CBP algorithm. The condition of satellite-to-satellite lidar reflective tomography imaging is analyzed, including imaging resolution, working modes and imaging time. The results show that, the mode of accompanying satellite detecting in the same orbit plan meet the requirement of multiple angle detecting for lidar reflective tomography imaging. 0.1 meter spacial resolution can be achieved while the range of detecting angle is larger than 60 degree, and the larger the range of angle, the higher the resolution is. The imaging time depends on the satellite orbit radius and the range between two satellites. Imaging experiment validates the feasibility and effectiveness of the presented method.

Keywords: Reflective tomography Lidar Satellite-to-satellite imaging Chirped pulse Spatial resolution Working modes

收稿日期 2012-01-11 修回日期 2012-01-28 网络版发布日期

DOI: 10.3788/gzxb20134201.0048

基金项目:


国家自然科学基金(Nos.60672154,60908033)和安徽省自然科学基金(No.1004060Q61)资助

通讯作者: 胡以华(1962-),男,教授,博士,主要研究方向为光电信息处理技术研究.Email: yh_hu@263.net

作者简介:

参考文献:

[1] JENKINS D M D. A topographic formulation of spotlight-mode synthetic aperture radar[J].

Proceedings of the IEEE, 1983, 71(8): 917-925. 

[2] MATSON C L, MOSLEY D E. Reflective tomography reconstruction of satellite features-field results[J]. *Applied Optics*, 2001, 40(14): 2990-2996.

扩展功能

本文信息

▶ Supporting info

▶ PDF(1731KB)

▶ HTML

▶ 参考文献

服务与反馈

▶ 把本文推荐给朋友

▶ 加入我的书架

▶ 加入引用管理器

▶ 引用本文

▶ Email Alert

▶ 文章反馈

▶ 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

▶ 反射层析

▶ 激光雷达

▶ 星对星成像

▶ 啁啾脉冲

▶ 空间分辨率

▶ 工作模式

本文作者相关文章

▶ 瞿福琪

▶ 胡以华


▶ 焦均均

▶ 董彬

[3] JIN Xiao-feng, SUN Jian-feng, YAN Yi, et al. Small system simulation for reflective tomography laser radar[J]. *Acta Optica Sinica*, 2010, 30(3): 747-752. 金晓峰,孙建峰,严毅,等.反射层析激光雷达小系统成像模拟[J].*光学学报*,2010,30(3): 747-752.

[4] JIN Xiao-feng, SUN Jian-feng, YAN Yi, et al. Application of phase retrieval algorithm in reflective tomography laser radar imaging[J]. *Chinese Optics Letters*, 2011, 9(1): 012801-1:4.

[5] LIU Li-ren. Incoherently synthetic aperture imaging lidar: architecture and algorithm[J]. *Acta Optica Sinica*, 2010, 30(1): 109-116. 刘立人.非相干合成孔径激光成像雷达:体系结构和算法[J].*光学学报*,2010,30

(1):109-116. 


[6] 斯廷森G W.机载雷达导论[M].吴汉平,译.2版.北京:电子工业出版社,2005:19-21.

[7] 戴永江.激光雷达技术[M].北京:电子工业出版社,2010:210-211.


[8] GUO Liang, XING Meng-dao, ZHANG Long, et al. Research on indoor experimentation of range SAL imaging system[J]. *Science China, Series E, Technological Science*, 2009, 39(10): 1678-1684. 郭亮,邢孟道,张龙,等.室内距离向合成孔径激光成像的实验研究[J].*中国科学, E辑:技术科学*,2009, 39(10):1678-1684.

[9] CHEN C, ANDREWS H C. Targer-motion-induced radar imaging[J]. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 1980, 16(1): 2-14.

[10] GUO Liang, XING Meng-dao, LIANG Yi, et al. Synthetic aperture imaging lidar imaging algorithm[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2009, 38(2): 448-452. 郭亮,邢孟道,梁毅,等.合成孔径成像激光雷达成像算法研究[J].*光子学报*,2009,38(2):448-452.

[11] MATSON C L, MAGEE E P, HOLLAND D E. Reflective tomography using a short-pulse length laser: system analysis for artificial satellite imaging[J]. *Optical Engineering*, 1995, 34(9): 2811-2820. 

[12] 何勇,罗辞勇,徐征,等.电阻抗成像原理[M].北京:科学出版社,2009:120-124.

[13] RAMACHANDRAN G N, LAKSHMINARAYANAN A V. Three dimensional reconstruction from radiographs and electron micrographs: application of Fourier transforms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1971, 68:2236-2240. 

[14] XUEMIN J, LEVINE R Y. Bidirectional reflectance distribution function effects in lidar-based reflection tomography[J]. *Applied Optics*, 2009, 48(20): 4191-4200.

本刊中的类似文章

1. 薛庆生.星载宽波段大气痕量气体临边探测仪光学设计[J]. *光子学报*, 2012,(6): 631-637
2. 徐建程;邓燕;柴立群;许乔;石崎凯.CCD对高空间分辨率波前干涉检测的影响[J]. *光子学报*, 2006,35(5): 793-796
3. 白晓红;刘进元;白永林;刘百玉;刘秀琴;王琛.高效透明导电膜荧光屏的研究[J]. *光子学报*, 2006,35(2): 176-179
4. 朱家佳 汶德胜 乔卫东 满峰.一种TDI CCD亚像元图像合成方法[J]. *光子学报*, 2007,36(5): 933-936
5. 顾春时;王占山;穆宝忠;王凤丽;张众;秦树基;陈玲燕.基于非周期多层膜的X射线成像研究[J]. *光子学报*, 2006,35(6): 881-885
6. 刘卜;屈有山;冯桂兰;杨秀芳;相里斌.小波双线性插值迭代算法应用于光学遥感图像[J]. *光子学报*, 2006,35(3): 468-472
7. 刘诚;明海;王沛;谢建平;杨 辉;赵南京;谢品华;竹内延夫;小池俊雄.西藏那曲与北京郊区对流层气溶胶的 微脉冲激光雷达测量[J]. *光子学报*, 2006,35(9): 1435-1439
8. 陈敏;赵宝升;盛立志;田进寿.多狭缝条纹变相管的设计[J]. *光子学报*, 2006,35(9): 1309-1312
9. 祝杰;刘成;汪兆民.采用光纤和YAP晶体的小型 γ 相机的蒙特卡罗模拟[J]. *光子学报*, 2006,35(10): 1497-1500
10. 王向欣;王成;李邵;刘建胜;徐至展.脉冲啾啾对于阿秒脉冲的影响[J]. *光子学报*, 2005,34(5): 641-643
11. 熊先才;钟先信;肖沙里;钱家渝.用于X射线时空分辨测量的弯晶谱仪[J]. *光子学报*, 2005,34(5): 722-725
12. 吴永华,胡以华,戴定川,徐世龙,李今明.基于 $1.5\ \mu\text{m}$ 多普勒激光雷达的飞机尾涡探测技术研究[J]. *光子学报*, 2011,40(6): 811-817
13. 赵宝升;陈敏.采用多狭缝条纹管实现激光三维成像[J]. *光子学报*, 2004,33(12): 1425-1427
14. 熊红军;赵卫;陈国夫.用于OPCPA展宽器的原理和优化设计[J]. *光子学报*, 2004,33(12): 1441-1444
15. 易翔;王蔚然.激光雷达系统的数值仿真[J]. *光子学报*, 2004,33(1): 21-23
16. 屈有山;田维坚;李英才;张薇;达选福.基于小波双三次插值提高光学遥感图像空间分辨率的研究[J]. *光子学报*, 2004,33(5): 601-604
17. 杨庆伟 郭爱林 谢兴龙 张福领 高奇 李美荣 林尊琪.宽光束进入展宽器提高输出脉冲对比度分析[J]. *光子学报*, 2008,37(5): 891-895
18. 白俊奇 陈钱.基于局部梯度特征的红外微扫描成像技术研究[J]. *光子学报*, 2008,37(11): 2253-2256
19. 邹峰 侯洵 杨文正 田进寿 白永林 刘百玉.微通道板行波选通分幅相机动态空间分辨率的Monte-Carlo模拟[J]. *光子学报*, 2008,37(12): 2369-2373
20. 陈正楷 田进寿 刘虎林 白永林 刘百玉 欧阳娴 白晓红 杨文正 赵军平.一小型化多用途条纹变像管[J]. *光子学报*, 2008,37(12): 2379-2382
21. 潘俊杰 赵宝升 赛小锋 王俊锋.影响X射线像增强器分辨率的因素分析[J]. *光子学报*, 2008,37(6): 1116-1118

22. 张秀达 严惠民 羊华军 李燕.半正弦波相关型三维激光雷达[J]. 光子学报, 2009,38(2): 255-258
23. 刘厚通 李超 胡顺星 李国华 周军.双折射器件对机载激光雷达偏振探测影响的研究[J]. 光子学报, 2009,38(1): 5-10
24. 卜令兵 陈卫标 周军 刘继桥 官莉 黄兴友 王振会.条纹技术测风激光雷达研究[J]. 光子学报, 2009,38(1): 175-178
25. 包学志 高卫.大气条件变化时的激光雷达散射截面测量方法[J]. 光子学报, 2009,38(2): 414-417
26. 郭亮 邢孟道 梁毅 唐禹.合成孔径成像激光雷达成像算法研究[J]. 光子学报, 2009,38(2): 448-452
27. 张海洋 赵长明 蒋奇君 杨苏辉.1.06 μm 相干激光雷达动目标多普勒信号探测[J]. 光子学报, 2009,38(3): 507-511
28. 刘虎林,田进寿,赵宝升,陈正楷,杨威,曹希斌,王俊锋,温文龙,韦永林,徐向晏,杨文正,曹自强.装架准确度对条纹管性能参量影响的研究[J]. 光子学报, 2009,38(6): 1367-1370
29. 马泳;林宏;冀航;陈慧.基于机载激光雷达监测海洋赤潮模型研究[J]. 光子学报, 2007,36(2): 344-349
30. 王宏波;王治华;何捷;郑玉臣;杨经国.成都地区中低云层的激光雷达探测[J]. 光子学报, 2007,36(2): 350-354
31. 卜令兵;刘继桥;陈卫标.光谱稳定性对直接探测多普勒测风激光雷达的影响研究[J]. 光子学报, 2007,36(2): 335-339
32. 高艳霞 赵改清.高能量高峰值功率激光系统的稳定性问题研究[J]. 光子学报, 2007,36(8): 1389-1392
33. 高卫.激光雷达干扰效果评估方法研究[J]. 光子学报, 2007,36(8): 1400-1404
34. 刘君 华灯鑫 李言.紫外域激光雷达探测西安城区上空大气气溶胶时空剖面[J]. 光子学报, 2007,36(8): 1534-1537
35. 王春晖 张建 李明卓 王骐 .激光气象雷达多次后向散射信号特性分析[J]. 光子学报, 2007,36(10): 1881-1883
36. 王景峰 杨苏辉 张海洋 赵长明 .固体相干成像激光雷达实验[J]. 光子学报, 2007,36(12): 2196-2200
37. 杨文正 田进寿 侯洵 白永林 白晓红 刘百玉 秦君军 欧阳娴 .微通道板行波选通X射线皮秒分幅相机动态空间分辨率的优化[J]. 光子学报, 2007,36(12): 2209-2214
38. 佟彦超 刘文清 赵南京 刘建国 伍德侠 董云升 陆亦怀 .北京奥运前期典型天气喇曼激光雷达观测研究[J]. 光子学报, 2010,39(2): 279-283
39. 谭露雯 李景镇 陆小微 杨帆.基于CPLD工作模式可调的线阵CCD驱动电路设计[J]. 光子学报, 2010,39(3): 436-440
40. 姜海娇,来建成,王春勇,卞保民,李振华.信号延时叠加提高激光雷达探测信噪比[J]. 光子学报, 2009,38(8): 1897-1900
41. 杨文正|白永林|刘百玉|白晓红|秦君军|赵军平|田进寿.微通道板皮秒电脉冲选通分幅相机时空特性分析[J]. 光子学报, 2008,37(Sup2): 153-157
42. 陈正楷,李力舟,刘虎林,田进寿,徐向晏.栅极选通脉冲前沿对变像管性能的影响[J]. 光子学报, 2009,38(8): 1910-1913
43. 张海洋,赵长明,杨苏辉.激光微多普勒探测系统中降低相位噪音影响的方法研究[J]. 光子学报, 2011,40(5): 753-757
44. 迟如利.双视场米散射激光雷达探测对流层气溶胶 [J]. 光子学报, 2009,38(9): 2391-2396
45. 陶宗明 张清泽 方欣 汪少林 曹开法 胡顺星 纪玉峰 胡欢陵.激光雷达信号随机误差的估算[J]. 光子学报, 2009,38(12): 3279-3282
46. 毛建东 华灯鑫 何廷尧.小型米散射激光雷达的研制及其探测[J]. 光子学报, 2010,39(2): 284-288
47. 高龙 王春晖 李彦超 丛海芳.1.55 μm 相干激光测风雷达平衡式探测接收实验 [J]. 光子学报, 2010,39(6): 1064-1069
48. 王友文 陈列尊 游开明 陆世专.啁啾脉冲堆积宽带激光的时间与频谱特性分析 [J]. 光子学报, 2010,39(6): 1070-1077
49. 何劲 张群 杨小优 罗迎 吉楠.逆合成孔径成像激光雷达数据采样技术[J]. 光子学报, 2010,39(7): 1272-1277
50. 张金业 龚威 黄楚云 李俊.Raman激光雷达探测气溶胶光学特性[J]. 光子学报, 2010,39(7): 1340-1344
51. 王晶宇,陈鑫功,王晓方.KB镜成像模拟以及与菲涅耳波带板成像的比较 [J]. 光子学报, 2010,39(12): 2158-2162
52. 车双良,汶德胜.亚象元动态成像系统空间分辨率研究[J]. 光子学报, 2001,30(11): 1418-1420
53. 王希军.60微弧度激光发射天线模拟设计及测试[J]. 光子学报, 2011,40(sup1): 73-76
54. 王希军.60微弧度激光发射天线模拟设计及测试[J]. 光子学报, (): 0-0
55. 薛庆生.星载宽波段大气痕量气体临边探测仪光学设计[J]. 光子学报, (): 0-0
56. 王春晖,成向阳,王骐,田兆硕,李琦.CO₂激光成像雷达距离分辨率测距精度的分析与实验研究[J]. 光子学报, 2003,32(10): 1212-1215
57. 门克内木乐,姚保利,王英利,郑媛,雷铭,陈国夫,陈懿,樊美公,韩勇,孟宪娟.可擦写俘精酸酐/PMMA薄膜的全息记录特性研究[J]. 光子学报, 2003,32(7): 819-822
58. 王春晖,成向阳,田兆硕,王骐.窄脉冲外差体制CO₂激光主动成像研究[J]. 光子学报, 2003,32(2): 155-158

59. 陈敏, 陈建文, 徐至展. 二次谐波中大相位失谐下入射啁啾脉冲对相位的影响[J]. 光子学报, 2002,31(10): 1225-1227
60. 张同意, 石顺祥, 赵卫, 龚仁喜, 孙艳玲. 深能级杂质对光导半导体开关非线性特性的影响[J]. 光子学报, 2003,32(1): 121-123
61. 曾海宁, 徐晟波, 刘士涛, 许咨宗, 汪兆民. 闪烁光子传输引起的图象压缩[J]. 光子学报, 2001,30(11): 1321-1324
62. 郭金川, 牛憨笨, 周彬. 晶柱粘连对CsI:Na转换屏分辨率特性的影响[J]. 光子学报, 2001,30(10): 1214-1217
63. 张同意, 石顺祥, 赵卫, 龚仁喜, 孙艳玲. 负微分迁移率和碰撞电离对GaAs光导开关非线性特性的影响[J]. 光子学报, 2002,31(4): 445-449
64. 王春晖, 王骐, 李琦, 陆威. IN腔内CdTe电光调QCO₂脉冲激光外差信号研究[J]. 光子学报, 2001,30(8): 949-952
65. 刘华锋, 鲍超, 袁昕, 杨国光. 正电子放射层析成像系统设计的计算机模拟[J]. 光子学报, 2000,29(11): 1017-1020
66. 江少恩, 郑志坚, 刘忠礼. 编码成像技术用于提高针孔成像空间分辨率[J]. 光子学报, 1999,28(12): 1129-1134
67. 杨建军, 阮双琛, 侯洵. 八通式单光栅展宽器的特性研究[J]. 光子学报, 1998,27(4): 322-325
68. 詹玉书, 黄文虎, 谭胜斌, 文建国. 一种新型成像激光雷达的理论分析和模拟实验[J]. 光子学报, 1998,27(4): 326-329
69. 刘秀琴, 侯洵, 朱功夫, 马秀铃, 任永安, 丁克周, 王治平, 徐大纶. 一种新型X射线象增强器光电阴极[J]. 光子学报, 1997,26(7): 609-612
70. 赵尚弘, 王屹山, 陈国夫, 王贤华, 侯洵. 飞秒激光啁啾脉冲放大中脉冲展宽技术研究[J]. 光子学报, 1997,26(3): 204-207
71. 周绍光, 熊仁生, 吴圣雄, 汪金祥. 多目标跟踪[J]. 光子学报, 1997,26(2): 149-154
72. 李庆辉, 陈良益, 陈烽, 邓年茂. 机载蓝绿激光海洋测深[J]. 光子学报, 1996,25(11): 1008-1015
73. 李育林, 王大勇, 薛鸣球. 激光三维距离图象获取和处理系统的方案设计[J]. 光子学报, 1994,23(1): 7-11
74. 杨铮和. 提高转镜分幅相机动态空间分辨率的一种途径[J]. 光子学报, 1989,18(2): 146-150
75. 宁枫, 朱永, 崔海军, 李小琴, 金钟燮. 一种提高分布式光纤测温系统空间分辨率的线性修正算法[J]. 光子学报, 2012,(4): 408-413
76. 吕旭光, 郝士琦, 冷蛟锋, 蔡晓春. 基于自适应窗的合成孔径激光雷达联合时频成像方法[J]. 光子学报, 2012,(5): 575-580
77. 于海利, 胡顺星, 苑克娥, 吴晓庆, 曹开法, 孟祥谦, 黄见, 邵石生, 徐之海. 合肥上空大气二氧化碳Raman激光雷达探测研究[J]. 光子学报, 2012,41(7): 812-817
78. 辛文辉, 李仕春, 华灯鑫, 宋跃辉, 狄慧鸽, 周智荣. 基于FPGA的激光雷达高速数据采集系统设计[J]. 光子学报, 2012,41(8): 967-971
79. 范广强, 刘建国, 张天舒, 董云升, 赵雪松, 陆亦怀, 刘文清. 基于差分吸收激光雷达的云消除算法研究[J]. 光子学报, 2012,41(10): 1135-1139
80. 宋跃辉, 华灯鑫, 李仕春, 王玉峰, 狄慧鸽, 强力虎. 微脉冲偏振激光雷达探测城市底层气溶胶[J]. 光子学报, 2012,41(10): 1140-1144
81. 李仕春, 华灯鑫, 宋跃辉, 田小雨. 基于非球面透镜的空间光场光纤耦合系统研究[J]. 光子学报, 2012,(9): 1053-1058
82. 曹念文, 杨丰恺, 施建中, 福地哲生. 噪音信号对夜间对流层臭氧探测准确度的影响[J]. 光子学报, 2012,41(12): 1416-1421
83. 徐世龙, 胡以华, 赵楠翔. 基于激光雷达回波的飞机尾涡参量提取[J]. 光子学报, 2013,42(1): 54-58

文章评论 (请注意:本站实行文责自负, 请不要发表与学术无关的内容!评论内容不代表本站观点.)

反馈人	<input type="text"/>	邮箱地址	<input type="text"/>
反馈标题	<input type="text"/>	验证码	<input type="text" value="3546"/>
反馈内容	<input type="text"/>		