## 科技进步奖公示信息

**一、项目名称**

生命探测雷达数据压缩技术及其在天问一号中的应用

**二、提名者及提名意见**

**提名者：**陕西省电子学会

**提名意见：**

该项目针对中国首次火星探测任务“天问一号”中“探测火星生命活动信息”这一重大科学问题，研究设计了环绕器次表层生命探测雷达中的数据压缩系统，包含算法设计、星上高性能高可靠硬件实现、地面并行鲁棒解码实现等6项核心技术，实现了生命探测雷达数据压缩完整应用系统及测试验证系统，具有显著的科学研究意义。

该项目技术的研发探索，为我国在后期的火星和行星际探测中积累了数据和工程经验，有助于继续利用高频电磁波的穿透特性对行星表面和内部结构的岩性、电磁参数及主要组成成分进行探测研究。

经初审，建议推荐该项目申报2023年度陕西省科学技术进步奖提名三等奖。

**三、项目简介**

**该项目属于深空探测领域。**

火星（Mars）是距离太阳第四近的行星，为太阳系内四颗类地行星之一。大量火星地貌及表面物质成分的研究表明火星上曾经存在地表水，而目前已探测到的火星上的水广泛存在于极区冰盖和次表层中（subsurface）。火星次表层即为火星壳层表层以下的部分，记录着火星形成与演化的重要历史信息。对火星次表层的探测和研究，可以为了解火星的物理特性和构造组成、探寻火星生命、研究火星的地质演化历史提供科学依据。在火星探测的过程中，多种探测技术得到了应用，而雷达探测仪在火星探测中具有独特的作用与优势，它发射的电磁波可以穿透火星表面，对火星几米至几公里的次表层结构进行探测，获得火星壳层上部的地质分层信息，了解火星上水的存在与分布情况，为研究火星的地质演化历史和寻找火星生命提供科学依据。本项目主要针对次表层生命探测雷达SAR数据的特性，研究和实现用于“天问一号”中的雷达数据压缩系统，包含星上高性能、高可靠压缩系统和地面高速、鲁棒性解压缩系统两部分。该系统解决了环绕器次表层生命探测雷达载荷中，硬件资源受限条件下，难以稳定可靠处理，反应生命迹象的火星次表层微弱小信号的难题。

**四、客观评价**

生命探测雷达数据压缩系统解决了环绕器雷达载荷中，硬件资源受限条件下，难以稳定可靠处理，反应生命迹象的火星次表层微弱小信号的难题。在工作模式、压缩效率、空间抗辐照性能以及抗误码设计等方面达到国际先进水平。该系统已于2019年5月21日交付，且在模拟火星环境中得到成功应用，并于2020年7月23日成功应用于我国首次火星探测任务“天问一号”中，为探索火星生命活动信息这一重大科学问题提供了工程和技术保障。

**五、应用情况**

我国首次火星探测任务“天问一号”中的环绕器雷达载荷的总体承制单位为中国电子科技集团公司第三十八研究所，其中的数据压缩单机系统由本项目提供。三十八研究所已经开具应用证明，证明该系统已经并入环绕器雷达载荷中，并正常工作。本项目成果在“天问一号”上的成功应用，带来了非常广泛的社会效益和经济效益，利用雷达数据探测火星生命迹象，对我国的经济发展具有推动作用，可以带来重大的经济效益。

**六、主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家  （地区） | 授权号  （标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号（标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） |
| 1 | 发明专利 | 一种用于地下结构探测的SAR数据压缩方法 | 中国 | ZL201810243721.3 | 2019-07-16 | 第3457233号 | 西安电子科技大学 | 张静,卢运华,李云松,桑柳,孔菲菲,李雪朋 |
| 2 | 发明专利 | 改进压缩质量BAQ的SAR数据压缩系统及方法 | 中国 | ZL201810078751.3 | 2019-12-31 | 第3649640号 | 西安电子科技大学 | 张静,孔菲菲,李云松,李雪朋,卢运华,桑柳 |
| 3 | 发明专利 | 基于高速实时解码平台的并行解码快速排序方法 | 中国 | ZL201810847824.0 | 2019-12-03 | 第3619671号 | 西安电子科技大学 | 张静,孔孟行,胡锐,李云松 |
| 4 | 发明专利 | 基于频域方向滤波器的递归预测图像压缩方法 | 中国 | ZL201710116017.7 | 2019-06-21 | 第3426266号 | 西安电子科技大学 | 张静,李珊珊,李云松,吴仁坚 |
| 5 | 发明专利 | 基于梯度方向直方图的递归预测图像压缩方法 | 中国 | ZL201710119825.9 | 2020-01-07 | 第3655353号 | 西安电子科技大学 | 张静,李珊珊,李云松,吴仁坚 |
| 6 | 发明专利 | 一种基于BM3D的SAR图像相干斑抑制方法 | 中国 | ZL201910162471.5 | 2021-04-02 | 第4339585号 | 西安电子科技大学 | 张静,李文广,桑柳,李云松 |
| 7 | 计算机软件著作权 | 图像处理算法测评系统软件V1.0 | 中国 | 2018SR177725 | 2017-10-27 | 软著登字第2506820号 | 西安电子科技大学 | 李云松 |
| 8 | 论文 | SAR Image Despeckling Using Multiconnection Network Incorporating Wavelet Features | IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, | 17(8):1363-1367. | 2020-08-01 | 中科院二区,IF:5.343,  SCI:000552271800015 | 西安电子科技大学 | Zhang Jing\*, Li Wenguang, Li Yunsong |
| 9 | 论文 | Image Super-resolution Reconstruction based on Sparse Representation and Deep Learning | Signal Processing: Image Communication | 115925:1-10 | 2020-06-23 | 中科院二区,IF:3.453,  SCI:000551127300014 | 西安电子科技大学 | Zhang Jing\*, Shao Minhao, Yu Lulu, Li Yunsong |
| 10 | 论文 | Edge-Preserving Convolutional Generative Adversarial  Networks for SAR-to-Optical Image Translatio | Remote Sensing | 13(18),3575 | 2021-09-08 | 中科院二区, TOP，IF:5.349,  SCI:000701723000001 | 西安电子科技大学 | Guo Jie, He Chengyu, Zhang Mingjin\*, Li Yunsong, Gao Xinbo, Song Bangyu |

**七、主要完成人情况**

项目主要由以下人员共同完成，排序如下：

张静，郭杰，张宏财，李云松，刘凯，王柯俨，张铭津

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

1、西安电子科技大学，项目第一完成单位。学校的信息与通信工程一级学科处于国内同类学科的前列。西安电子科技大学图像所长期从事图像压缩编码方面的研究工作，本课题组有专职研究人员和博士、硕士研究生。通过本课题的支持，在项目研发过程中形成了由教授、副教授、讲师构成的高度凝聚的科研梯队，并且有多名博士生及硕士生进入了压缩编码相关技术的研究和学习，完成了既定人才培养目标和任务。在该项目的实施过程中，项目组织管理由学校科研处统一管理，同时为了保障项目的顺利进行，采取了分工协作的方法进行研究的具体实施。在项目负责人的领导下，对项目任务进行了分解与分工，确保了任务的按时完成。该项目的压缩算法设计，FPGA实现，算法性能测试均有本单位主导完成。

2、中国电子科技集团公司第三十八研究所，项目第二完成单位。 中国电子科技集团公司第三十八研究所作为我国首次火星探测工程“天问一号”环绕器次表层探测雷达的总体承制单位，针对地球与火星的远距离、时间长、低带宽的数据传输难点，为减少数据存储和数据传输量，同时为反演火星次表层结构提供更加可信的科学探测数据，通过星上实时信号处理和数据压缩技术对探测数据进行变换压缩，使卫星平台存储和传输数据量大幅降低，有效减少数据存储和行星际超远距离数据传输压力。

**九、完成人合作关系说明**

本项目完成人张静，郭杰，李云松，刘凯，王柯俨，张铭津均属西安电子科技大学同一单位。张静为项目总负责人；郭杰，李云松，刘凯，王柯俨，张铭津属于同一部门同一课题组。本项目合作时间2011.01-2021.07，完成人共同完成本项目，具有共同知识产权，共同获奖等。

本项目完成人张宏财属中国电子科技集团公司第三十八研究所，与本项目为同一课题组，负责压缩系统和其它系统的对接工作，本项目合作时间2018.01-2021.07，完成人共同完成本项目，共同设计、研发本项目，共同获奖。