

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2016年6月30日 (30.06.2016)



(10) 国际公布号  
WO 2016/101279 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G06T 7/00 (2006.01) G06T 11/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/095202
- (22) 国际申请日: 2014年12月26日 (26.12.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 中国海洋大学 (OCEAN UNIVERSITY OF CHINA) [CN/CN]; 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。
- (72) 发明人: 于方杰 (YU, Fangjie); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。 陈戈 (CHEN, Ge); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。 韩勇 (HAN, Yong); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。 马纯永 (MA, Chunyong); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。 田丰林 (TIAN, Fenglin); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学,

Shandong 266100 (CN)。 范龙庆 (FAN, Longqing); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。 郭建 (GUO, Jian); 中国山东省青岛市崂山区松岭路238号中国海洋大学, Shandong 266100 (CN)。

(74) 代理人: 青岛联智专利商标事务所有限公司 (QINGDAO LZ PATENT & TRADEMARK OFFICE CO.,LTD); 中国山东省青岛市市南区香港中路18号福泰广场B座505, Shandong 266071 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: QUICK DETECTING METHOD FOR SYNTHETIC APERTURE RADAR IMAGE OF SHIP TARGET

(54) 发明名称: 一种合成孔径雷达图像舰船目标快速检测方法

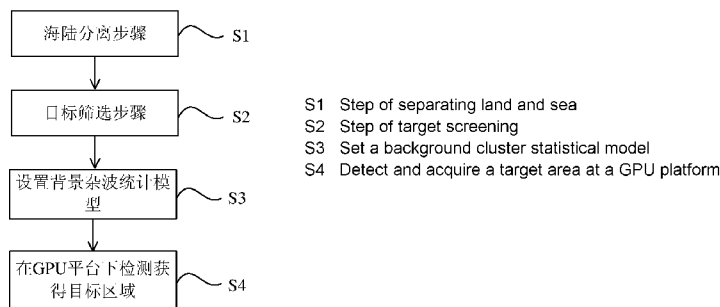


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A quick detecting method for synthetic aperture radar image of ship target, comprising the following steps: (1) a step of separating land and sea; (2) a step of target screening; (3) setting a background cluster statistical model; (4) GPU processes three types of images respectively according to corresponding constant false alarm rate detection threshold T1 thereto at a GPU platform, and acquires a target area, and the three types of images respectively adapts different processing algorithms to calculate the threshold T1. The method firstly separates the land and sea area, and filters images of the land part, and improves a detection efficiency; secondly, performs a preliminary statistics on shapes, and sets a suitable overall threshold, and preliminary screens the SAR image target, and splits images to several sub-image blocks; finally utilizes CUDA technology to perform a constant false alarm rate detection on the three types of distributed shapes and detects the effective ship target. The present invention can accurately and rapidly accomplish detection of the ship target.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/101279 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

**根据细则 4.17 的声明:**

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

---

一种合成孔径雷达图像舰船目标快速检测方法, 包括以下步骤: (1)、海陆分离步骤; (2)、目标筛选步骤; (3)、设置背景杂波统计模型; (4)、在 GPU 平台下, GPU 依次对三类图像根据其对应的恒虚警检测阈值 T1 分别进行处理, 获得目标区域, 所述三类图像分别采用不同的处理算法计算阈值 T1。本方法首先进行陆地与海洋区域的分离, 滤除陆地部分的图像, 提高检测效率; 其次, 对图形进行初步统计, 设置合适的全局阈值, 对 SAR 图像目标做初步筛选, 将图像分割成若干子图像块; 最后利用 CUDA 技术, 对三类分布的图形进行恒虚警检测, 检测出有效的舰船目标。使用本方法能够准确、快速地完成对舰船目标的检测。

## 一种合成孔径雷达图像舰船目标快速检测方法

### 技术领域

本发明属于图像处理技术领域，具体地说，是涉及一种合成孔径雷达图像舰船目标快速检测方法。

### 背景技术

舰船检测是世界各临海国家的常规任务，在民用、军事等领域拥有广泛的应用，可以对特定海域和港口进行水运交通，非法捕猎、走私的检测和管理，对遇难船只进行救助等，我国海域广阔，面积约为 300 多万平方公里，海洋资源丰富，开展舰船目标检测研究具有重要的价值和意义。

合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 是一种成熟的主动式微波成像雷达，因其具有全天候、全天时、穿透能力强的特点，与传统的可见光、红外等传感器相比在目标检测方面具有得天独厚的优势。随着嵌入式技术、集成电路技术以及微机械制造等技术的发展，SAR 逐步实现了小型化、微型化。与此同时，无人机由于其低成本、机动灵活度强、可到达任意指定的地方等诸多特点，可与卫星遥感技术相互补充，在海洋观测应用方面得到迅速发展。随着 SAR 的分辨率不断提升，SAR 图像提供的数据信息量也越来越大，快速、准确地对 SAR 图像进行解译，获取有用信息是当前 SAR 目标检测的一个重要问题。快速对 SAR 图形进行分析，传统的串行算法对系统硬件要求较高，需要高速的 CPU、大容量内存和硬盘，而系统硬件的性能提升还是很有限的，很难满足目前对 SAR 图像的减速检测需求。

### 实用新型内容

本发明为了解决现有的合成孔径雷达目标检测方法对硬件要求高，运算速度慢的技术问题，提出了一种合成孔径雷达图像舰船目标快速检测方法，可以解决上述问题。

为了解决上述技术问题，本发明采用以下技术方案予以实现：

一种合成孔径雷达图像目标快速检测方法，包括以下步骤：

(1)、海陆分离步骤，演化边界曲线，并以边界曲线为界进行海陆分离，得到具有有效目标的海洋区域图像；

(2)、目标筛选步骤，包括：

(21)、设置灰度阈值  $T$ ，将海洋区域图像中灰度值大于  $T$  的像素的索引值赋值为该像素的灰度值，否则赋值为 0，并将所得到的所有索引值建立一索引矩阵；

(22)、将所述索引矩阵中非 0 的区域设定为候选目标区域；

(23)、以所述候选目标区域的位置为界，将海洋区域图像分隔成若干子图像，每一个候选目标区域对应一个子图像；

(3)、设置背景杂波统计模型，包括：

(31)、分别计算各子图像的背景变化指数  $BI$ ；

(32)、设定阈值  $TBI1$  和  $TBI2$ ，其中  $TBI1 < TBI2$ ，根据背景变化指数  $BI$  将子图像划分为三类：

如果  $BI \leq TBI1$ ，为均匀背景杂波类；

如果  $TBI1 < BI \leq TBI2$ ，为一般不均匀背景杂波类；

如果  $TBI2 < BI$ ，为极不均匀背景杂波类；

(4)、在 GPU 平台下，GPU 依次对所述三类子图像根据其对应恒虚警检测阈值  $T1$  分别进行处理，获得目标区域，所述三类子图像分别采用不同的处理算法计算阈值  $T1$ 。

进一步的，所述步骤 (1) 中，所述边界曲线的设置方法为：

(11)、初始化边界曲线  $C$ ，定义边界曲线  $C$  内区域的水平集函数  $\Phi$ ，设置窄带半径，以边界曲线  $C$  上的点为中心，窄带半径为半径，获得窄带区域；

(12)、计算边界曲线  $C$  的能量函数的最小值，采用海氏函数和狄利克冲击函数，得到偏微分方程的解为：

$$\begin{cases} c_o(\Phi) = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) H(\Phi) dx dy}{\int_{\Omega} H(\Phi) dx dy} \\ c_b(\Phi) = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) (1 - H(\Phi)) dx dy}{\int_{\Omega} (1 - H(\Phi)) dx dy} \\ \frac{d\Phi}{dt} = d(\Phi) \left[ \mu \frac{\nabla \Phi}{|\nabla \Phi|} - v - \lambda_1 (I(x, y) - c_o)^2 + \lambda_2 (I(x, y) - c_b)^2 \right] \\ \Phi(x, y, 0) = \Phi_0(x, y) \end{cases}$$

其中， $\Phi_0(x, y)$  为初始化边界曲线 C 的水平集函数； $H(\Phi)$  为海氏函数， $I(x, y)$  为窄带区域内的图像， $\mu, v, \lambda_1, \lambda_2$  分别表示能量权重；

(13)、将窄带区域内所有点代入初始化边界曲线 C 的水平集函数  $\Phi_0(x, y) = 0$ ，演化成新的边界曲线，并计新的边界曲线的水平集函数为  $\Phi^1$ ；

(14)、连续 n 次演化边界曲线，直到遍历完图像上所有点，获取陆地和海域的分界线  $\Phi_{i,j}^n$ ；

(15)、以陆地和海域的分界线  $\Phi_{i,j}^n$  为界进行海陆分离，剔除陆地数据，得到具有有效目标的海洋区域图像。

进一步的，所述步骤 (11) 中，根据解短时距方程  $|\nabla T|^F = 1$  初始化边界曲线，其中  $T(x, y, z)$  为给定点  $(x, y, z)$  到边界曲线的收缩时间， $F$  为速度参数，在初始曲线轮廓时，设定速度参数  $F$  为 1，将距离边界曲线 C 等于或小于 1 的点形成待检区域，所述待检区域的边界即为边界曲线 C。

进一步的，所述步骤 (12) 中采用欧拉-拉格朗日方法求解边界曲线 C 的能量函数的最小值，

$$F(C, c_o, c_b) = \mu L(C) + v S_b(C) + \lambda_o \int_{\text{outside}(C)} |I - c_o|^2 dx dy + \lambda_b \int_{\text{inside}(C)} |I - c_b|^2 dx dy;$$

其中  $L(C)$  为闭合曲线 C 的长度， $S_b(C)$  为曲线 C 内部区域面积。

进一步的，所述步骤 (12) 中，由偏微分方程的解可得到  $\Phi_{i,j}^n$  的迭代公式为：

$$\frac{\Phi_{i,j}^{n+1} - \Phi_{i,j}^n}{\Delta t} = d(\Phi) [\mu k - v - \lambda_1 (I(x, y) - c_o)^2 + \lambda_2 (I(x, y) - c_b)^2]$$

其中，

$$k = \frac{\Delta^x}{h^2} \frac{\Delta_+^x \Phi_{i,j}^{n+1}}{\sqrt{(\Delta_+^x \Phi_{i,j}^n)^2/h^2 + (\Phi_{i,j+1}^n - \Phi_{i,j-1}^n)^2/h^2}} + \frac{\Delta^y}{h^2} \frac{\Delta_+^y \Phi_{i,j}^{n+1}}{\sqrt{(\Delta_+^y \Phi_{i,j}^n)^2/h^2 + (\Phi_{i,j+1}^n - \Phi_{i,j-1}^n)^2/h^2}}$$

水平集函数在  $(x, y)$  的曲率， $\Delta_+^x \Phi_{i,j} = \Phi_{i,j} - \Phi_{i-1,j}$  为前向差分运算。

进一步的，所述步骤 (31) 中，子图像的背景变化指数 BI 的计算方法为：

$$BI = 1 + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\mu}} = 1 + \frac{E(X^2) - [E(X)]^2}{[E(X)]^2} = 1 + \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{(X_i - \bar{X})^2}{(\bar{X})^2}$$

其中，m 为每个子图像所包括的像素数。

进一步的，所述步骤 (21) 中，所述灰度阈值 T 的计算方法为：

(211)、将海洋区域图像的总灰度划分为 L 级，海洋区域图像的总像素个数为 n，第 k 级灰度的像素个数为  $n_k$ ，则第 k 级灰度的归一化直方图为： $p(k) = n_k/n$  ( $k=0, 1, 2, \dots, L-1$ )；

(212)、设候选目标区域所占的比率为  $\varphi$ ，带入  $\sum_{k=1}^T p(k) = 1 - \varphi$ ，求得 T。

进一步的，所述步骤 (4) 中，在 GPU 平台下，GPU 依次对所述三类子图像分别进行处理的方法为：

(41) 初始化 GPU：由 CPU 启动 CUDA，设置 GPU 相关参数，分配数据内存空间，并初始化输入子图像；

(42) 将子图像读入 GPU 显存：在 CUDA 框架下，分配显存，并将子图像从内存读入到 GPU 显存中；

(43) GPU 开启多线程，运行内核函数：CPU 首先将第一类的阈值算法载入 GPU，作为多线程的内核函数，计算出阈值，并以该阈值作为 T1，对所有子图像中属于第一类的子图像进行目标检测，将检测结果返回显存并拷贝到内存；其次，CPU 将第二类的阈值算法载入 GPU，计算出阈值，并以该阈值作为 T1，作为多线程的内核函数，对所有子图像中属于第二类的子图像进行目标检测，将检测结果返回显存并拷贝到内存；再次，CPU 将第三类的阈值算法载入 GPU，作为多线程的内核函数，计算出阈值，并以该阈值作为 T1，对所有子图像中属于第二类的子图像进行目标检测，

将检测结果返回显存并拷贝到内存。

(44) 释放 GPU 资源：当程序执行完毕后，释放 GPU 显存，回收 GPU 资源，退出程序。

进一步的，所述第一类的子图像为均匀背景杂波类，采用高斯分布统计模型计算阈值；

所述第二类的子图像像为一般不均匀背景杂波类，采用韦布尔分布统计模型计算阈值；

所述第三类的子图像为极不均匀背景杂波类，采用  $G^0$  分布模型计算阈值。

与现有技术相比，本发明的优点和积极效果是：本发明的合成孔径雷达图像目标快速检测方法，首先进行陆地与海洋区域的分离，滤除陆地部分的图像，提高检测效率；其次，对图形进行初步统计，设置合适的全局阈值，对 SAR 图像目标做初步筛选，将图像分割成若干子图像块；最后利用 CUDA 技术，对三种分布的图形进行恒虚警检测，检测出有效的舰船目标。

结合附图阅读本发明实施方式的详细描述后，本发明的其他特点和优点将变得更加清楚。

## 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本发明所提出的合成孔径雷达图像目标快速检测方法的一种实施例流程图。

## 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

实施例一，本实施例提出了一种合成孔径雷达图像目标快速检测方法，包括以下步骤：

S1、海陆分离步骤，设置边界曲线，并以边界曲线为界进行海陆分离，得到仅海洋区域具有有效数据的海洋区域图像；

一般陆地具有较强的散射，在 SAR 图像中表现为亮的区域，对舰船目标检测有较大影响。步骤 S1 通过将海陆分离，将除陆地区域剔除，减少陆地区域对目标检测的影响，同时减少计算量，有利于提高目标检测的速度和精度。

S2、目标筛选步骤，包括：

S21、设置灰度阈值  $T$ ，将海洋区域图像中灰度值大于  $T$  的像素的索引值赋值为该像素的灰度值，否则赋值为 0，并将所得到的所有索引值建立一索引矩阵；

S22、将所述索引矩阵中非 0 的区域设定为候选目标区域；

S23、以所述候选目标区域的位置为界，将海洋区域图像分隔成若干子图像，每一个候选目标区域对应一个子图像；

由于图像分割是 SAR 图像解译应用的基础和前提，步骤 S2 基于全局阈值的图像分割，并将 SAR 图像分割成若干子图像，为舰船目标的识别做基础。

S3、设置背景杂波统计模型，包括：

S31、分别计算各子图像的背景变化指数 BI；

S32、设定阈值  $TBI1$  和  $TBI2$ ，其中  $TBI1 < TBI2$ ，根据背景变化指数 BI 将子图像划分为三类：

如果  $BI \leq TBI1$ ，为均匀杂波类；

如果  $TBI1 < BI \leq TBI2$ ，为一般不均匀杂波类；

如果  $TBI2 < BI$ ，为极不均匀杂波类；

由于背景区的杂波统计模型是决定检测算法性能的关键因素。由于海面情况比较多变，导致杂波统计特性十分复杂。若统计模型不能很好地描述杂波特性，将会导致恒虚警检测器性能恶化。现有恒虚警目标检测算法一般采用全局建模，对所有区域使用同种背景杂波分布模型，导致使用的模型在不使用区域失配严重，使检测



性能明显下降。本实施例的检测方法，为提高检测性能，在深入分析基于不同统计分布模型的恒虚警检测基础上，充分考虑各个统计模型的优缺点，结合恒虚警检测算法，根据 SAR 子图像的均值和方差，将 SAR 子图像分为均匀背景杂波、一般不均匀背景杂波和极不均匀背景杂波三类。针对这三种不同类型，分别采用适合该类特性的恒虚警检测算法，提高检测精度。

S4、在 GPU 平台下，GPU 依次对所述三类像素单元根据阈值 T1 分别进行处理，获得目标区域，所述三类像素单元分别采用不同的处理算法计算阈值 T1。

在基于图形处理器 (GPU) 构架下，采用统一计算设备构架 (CUDA) 技术，并根据 GPU 的特点对基于三种不同分布的算法实现进行优化，实现高效的恒虚警目标检测算法，相比 CPU 实现大大缩短了数据处理时间，能够满足 SAR 目标检测的实时性要求的需求。

作为一个优选的实施例，所述步骤 S1 中，所述边界曲线的设置方法为：

S11、初始化边界曲线 C，定义边界曲线 C 内区域的水平集函数  $\Phi$ ，设置窄带半径，以边界曲线 C 上的点为中心，窄带半径为半径，获得窄带区域；

S12、计算边界曲线 C 的能量函数的最小值，采用海氏函数和狄利克冲击函数，得到偏微分方程的解为：

$$\begin{cases} c_o(\Phi) = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) H(\Phi) dx dy}{\int_{\Omega} H(\Phi) dx dy} \\ c_b(\Phi) = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) (1 - H(\Phi)) dx dy}{\int_{\Omega} (1 - H(\Phi)) dx dy} \\ \frac{d\Phi}{dt} = d(\Phi) \left[ \mu \frac{\nabla \Phi}{|\nabla \Phi|} - \nu - \lambda_1 (I(x, y) - c_o)^2 + \lambda_2 (I(x, y) - c_b)^2 \right] \\ \Phi(x, y, 0) = \Phi_0(x, y) \end{cases}$$

其中， $\Phi_0(x, y)$  为初始化边界曲线 C 的水平集函数； $H(\Phi)$  为海氏函数， $I(x, y)$  为窄带区域内的图像， $\mu, \nu, \lambda_1, \lambda_2$  分别表示能量权重；

S13、将窄带区域内所有点代入初始化边界曲线 C 的水平集函数  $\Phi_0(x, y) = 0$ ，演化成新的边界曲线，并计新的边界曲线的水平集函数为  $\Phi^1$ ；

S14、连续 n 次演化边界曲线，直到遍历完图像上所有点，获取陆地和海域的分界线  $\Phi_{i,j}^n$ ；

S15、以陆地和海域的分界线  $\Phi_{i,j}^n$  为界进行海陆分离，剔除陆地数据，得到仅海洋区域具有有效数据的海洋区域图像。

本实施例的检测方法在分析水平集方法中的窄带解法优点和 Mumford-Shah 模型的基础之上，通过特定条件下初始边界参数，简化初始演化曲线，从而将水平集方法中的窄带解法和 Mumford-Shah 模型有效地结合起来，快速得到陆海区域分离效果。

进一步的，所述步骤 S11 中，根据解短时距方程  $|\nabla T|F=1$  初始化边界曲线，其中  $T(x,y,z)$  为给定点  $(x, y, z)$  到边界曲线的收缩时间， $F$  为速度参数，由于  $F$  与图像的特性是相互独立的，在初始曲线轮廓时，设定速度参数  $F$  为 1，将距离边界曲线  $C$  等于或小于 1 的点形成待检区域，所述待检区域的边界即为边界曲线  $C$ 。

所述步骤 S12 中采用欧拉-拉格朗日方法求解边界曲线  $C$  的能量函数的最小值，

$$F(C,c_o,c_b)=\mu L(C)+\nu S_b(C)+\lambda_o \int_{outside(C)} |I-C_o|^2 dx dy + \lambda_b \int_{inside(C)} |I-C_b|^2 dx dy ;$$

其中  $L(C)$  为闭合曲线  $C$  的长度， $S_b(C)$  为曲线  $C$  内部区域面积。

进一步的，所述步骤 S12 中，由偏微分方程的解可得到  $\Phi_{i,j}^n$  的迭代公式为：

$$\frac{\Phi_{i,j}^{n+1} - \Phi_{i,j}^n}{\Delta t} = d(\Phi)[\mu k - \nu - \lambda_1 (I(x,y) - c_o)^2 + \lambda_2 (I(x,y) - c_b)^2]$$

其中，

$$k = \frac{\Delta^x}{h^2} - \frac{\Delta^x \Phi_{i,j}^{n+1}}{\sqrt{(\Delta^x \Phi_{i,j}^n)^2 / h^2 + (\Phi_{i,j+1}^n - \Phi_{i,j-1}^n)^2 / h^2}} + \frac{\Delta^y}{h^2} - \frac{\Delta^y \Phi_{i,j}^{n+1}}{\sqrt{(\Delta^y \Phi_{i,j}^n)^2 / h^2 + (\Phi_{i,j+1}^n - \Phi_{i,j-1}^n)^2 / h^2}}$$

水平集函数在  $(x, y)$  的曲率， $\Delta^x \Phi_{i,j} = \Phi_{i,j} - \Phi_{i-1,j}$  为前向差分运算。

进一步的，所述步骤 S31 中，子图像的背景变化指数 BI 的计算方法为：

$$BI = 1 + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\mu}} = 1 + \frac{E(X^2) - [E(X)]^2}{[E(X)]^2} = 1 + \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{(X_i - \bar{X})^2}{(\bar{X})^2}$$

其中，m 为每个子图像所包括的像素数。由于方差是衡量背景变化程度的度量，但在 SAR 图像中，由于存在乘性噪声，单以方差不能准确表示背景变化程度，因此，本实施例的检测方法通过引入背景变化指数 BI，设每个 SAR 子图像有 m 个像素数，分别计算 BI。

所述步骤 S21 中，所述灰度阈值 T 的计算方法为：

S211、将海洋区域图像的总灰度划分为 L 级，海洋区域图像的总像素个数为 n，第 k 级灰度的像素个数为  $n_k$ ，则第 k 级灰度的归一化直方图为： $p(k) = n_k/n$  ( $k=0, 1, 2, \dots, L-1$ )；

S212、设候选目标区域所占的比率为  $\varphi$ ，带入  $\sum_{k=1}^T p(k) = 1 - \varphi$ ，求得 T。

所述步骤 S4 中，在 GPU 平台下，GPU 依次对所述三类像素单元分别进行处理的方法为：

S41、初始化 GPU：由 CPU 启动 CUDA，设置 GPU 相关参数，分配数据内存空间，并初始化输入子图像；

S42、将子图像读入 GPU 显存：在 CUDA 框架下，分配显存，并将子图像从内存读入到 GPU 显存中；

S43、GPU 开启多线程，运行内核函数：CPU 首先将第一类的阈值算法载入 GPU，作为多线程的内核函数，计算出阈值，并以该阈值作为 T1，对所有子图像中属于第一类的子图像进行目标检测，将检测结果返回显存并拷贝到内存；其次，CPU 将第二类的阈值算法载入 GPU，计算出阈值，并以该阈值作为 T1，作为多线程的内核函数，对所有子图像中属于第二类的子图像进行目标检测，将检测结果返回显存并拷贝到内存；再次，CPU 将第三类的阈值算法载入 GPU，作为多线程的内核函数，计算出阈值，并以该阈值作为 T1，对所有子图像中属于第二类的子图像进行目标检测，将检测结果返回显存并拷贝到内存。

S44、释放 GPU 资源：当程序执行完毕后，释放 GPU 显存，回收 GPU 资源，退出程序。

在本实施例中，所述第一类的子图像为均匀杂波类，采用高斯分布统计模型计算阈值；

所述第二类的子图像像为一般不均匀杂波类，采用韦布尔分布统计模型计算阈值；

所述第三类的子图像为极不均匀杂波类，采用  $G^0$  分布模型计算阈值。

具体的，针对均匀杂波背景 SAR 图像，采用基于高斯分布的恒虚警检测算法，根据 EM 算法，求解混合高斯模型的均值  $\mu_m$ ：

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega_m^{(t)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p(m|x_i, \Theta^{(t)}) \\ \mu_m^{(t+1)} = \frac{\sum_{i=1}^N p(m|x_i, \Theta^{(t)}) x_i}{\sum_{i=1}^N p(m|x_i, \Theta^{(t)})} \\ \sum_m^{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^N p(m|x_i, \Theta^{(t)}) (x_i - \mu_m^{(t+1)})^T (x_i - \mu_m^{(t+1)})}{\sum_{i=1}^N p(m|x_i, \Theta^{(t)})} \end{array} \right.$$

将  $\mu_m$  带入如下公式计算检测阈值：

$$T_l = \sum_{m=1}^M \omega_m \mu_m + 2 \cdot \sum_{m=1}^M (\omega_m \sigma_m)^2 \cdot \text{erfc}^{-1} \left[ \frac{2 \cdot P_{fa}}{\sqrt{2 \cdot \sum_{m=1}^M (\omega_m \sigma_m)^2}} \right]$$

针对一般不均匀杂波背景 SAR 图像，采用基于韦布尔分布的恒虚警检测算法，假设相互独立的 N 个参考单元的联合概率密度为

$$f(\hat{x}) = \left(\frac{C}{B^C}\right)^M \prod_{j=1}^M [x_j^{C-1} \exp(-\frac{x_j^C}{B^C})]$$

其中 B 为尺度参数，C 为形状参数。  $f(x)$  取对数后，对尺度参数和形状参数分别求导，可得到：

$$\hat{B}^{\hat{C}} = \frac{1}{M} \sum_j x_j^{\hat{C}}$$

$$\frac{\sum_{j=1}^M x_j^{\hat{C}} \ln x_j}{\sum_{j=1}^M x_j^{\hat{C}}} - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \ln x_j = \frac{1}{\hat{C}}$$

将 B、C 带入虚警概率公式，从而得到检测阈值：

$$T_I = B(-\ln P_{fa})^{1/\hat{C}}$$

针对极不均匀杂波背景 SAR 图像，采用  $G^0$  分布的恒虚警检测算法，利用 SKS 估计方法，对  $G^0$  分布的参数进行估计，表达式为：

$$\begin{cases} \ln(\hat{\gamma}/\hat{n}) + \Psi(\hat{n}) - \Psi(-\hat{\alpha}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln(x_i) \\ \Psi(1, \hat{n}) + \Psi(1, -\hat{\alpha}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(\ln(x_i) - \hat{c}_1)^2] \\ \Psi(2, \hat{n}) + \Psi(2, -\hat{\alpha}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(\ln(x_i) - \hat{c}_1)^3] \end{cases}$$

其中， $n$  为等效视数， $\alpha$  为形状参数， $\gamma$  为尺度参数， $\Psi(\cdot)$  为 digamma 函数， $\hat{c}_1$  为样本对数累计量。由上述表达式可以计算出  $n, \alpha, \gamma$ ，得到概率密度表达式。

给定虚警率  $P_{fa}$ ，可由公式  $1 - P_{fa} = \int_0^{T_I} f(I) dI$  求解检测阈值  $T_I$ 。对于  $G^0$  分布，上述积分公式无法得到解析表达式。为此，本发明采用如下方法求解：

(a) 令  $F(T_I) = \int_0^{T_I} f(I) dI$ ，初始化最小值  $m = \min(I)$ ，最大值  $n = \max(I)$ ，循环变量  $n = 0$ ，最大循环次数  $N$ ，以及精度  $\xi$ ；

(b)  $\zeta = \frac{m+n}{2}$ ，若  $|F(\zeta) - (1 - P_{fa})| \leq \xi$ ，则执行 (d)；否则，执行 (c)；

(c) 如果  $n < N$ ，执行 (d)，否则，当  $F(\zeta) < 1 - P_{fa}$  时， $m = \zeta$ ；当  $F(\zeta) > 1 - P_{fa}$  时， $n = \zeta$ ；然后执行 (b)；

(d)  $T_I = \zeta$ ，退出循环。

当然，上述说明并非是对本发明的限制，本发明也并不仅限于上述举例，本技术领域的普通技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换，也应属于本发明的保护范围。

## 权 利 要 求 书

1、一种合成孔径雷达图像目标快速检测方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1)、海陆分离步骤，演化边界曲线，并以边界曲线为界进行海陆分离，得到具有有效目标的海洋区域图像；

(2)、目标筛选步骤，包括：

(21)、设置灰度阈值  $T$ ，将所述海洋区域图像中灰度值大于  $T$  的像素的索引值赋值为该像素的灰度值，否则赋值为 0，并将所得到的所有索引值建立一索引矩阵；

(22)、将所述索引矩阵中非 0 的区域设定为候选目标区域；

(23)、以所述候选目标区域的位置为界，将所述海洋区域图像分隔成若干子图像，每一个候选目标区域对应一个子图像；

(3)、设置背景杂波统计模型，包括：

(31)、分别计算各子图像的背景变化指数  $BI$ ；

(32)、设定阈值  $TBI1$  和  $TBI2$ ，其中  $TBI1 < TBI2$ ，根据背景变化指数  $BI$  将子图像划分为三类：

如果  $BI \leq TBI1$ ，为均匀背景杂波类；

如果  $TBI1 < BI \leq TBI2$ ，为一般不均匀背景杂波类；

如果  $TBI2 < BI$ ，为极不均匀背景杂波类；

(4)、在 GPU 平台下，GPU 依次对所述三类子图像根据其对应恒虚警检测阈值  $T1$  分别进行处理，获得目标区域，所述三类像素单元分别采用不同的处理算法计算阈值  $T1$ 。

2、根据权利要求 1 所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法，其特征在于，所述步骤 (1) 中，所述边界曲线的设置方法为：

(11)、初始化边界曲线  $C$ ，定义边界曲线  $C$  内区域的水平集函数  $\Phi$ ，设置窄带半径，以边界曲线  $C$  上的点为中心，窄带半径为半径，获得窄带区域；

(12)、计算边界曲线 C 的能量函数的最小值, 采用海氏函数和狄利克冲击函数, 得到偏微分方程的解为:

$$\begin{cases} c_o(\Phi) = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) H(\Phi) dx dy}{\int_{\Omega} H(\Phi) dx dy} \\ c_b(\Phi) = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) (1 - H(\Phi)) dx dy}{\int_{\Omega} (1 - H(\Phi)) dx dy} \\ \frac{d\Phi}{dt} = d(\Phi) \left[ \mu \frac{\nabla \Phi}{|\nabla \Phi|} - \nu - \lambda_1 (I(x, y) - c_o)^2 + \lambda_2 (I(x, y) - c_b)^2 \right] \\ \Phi(x, y, 0) = \Phi_0(x, y) \end{cases}$$

其中,  $\Phi_0(x, y)$  为初始化边界曲线 C 的水平集函数;  $c_1$  和  $c_2$  分别表示边界曲线内外两个区域的灰度平均值,  $H(z)$  为海氏函数,  $I(x, y)$  为窄带区域内的图像,  $\mu, \nu, \lambda_1, \lambda_2$  分别表示能量权重;

(13)、将窄带区域内所有点代入初始化边界曲线 C 的水平集函数  $\Phi_0(x, y) = 0$ , 演化成新的边界曲线, 并计新的边界曲线的水平集函数为  $\Phi^1$ ;

(14)、连续 n 次演化边界曲线, 直到遍历完图像上所有点, 获取陆地和海域的分界线  $\Phi_{i,j}^n$ ;

(15)、以陆地和海域的分界线  $\Phi_{i,j}^n$  为界进行海陆分离, 剔除陆地数据, 得到仅海洋区域具有有效数据的海洋区域图像。

3、根据权利要求 2 所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述步骤 (11) 中, 根据解短时距方程  $|\nabla T|^F = 1$  初始化边界曲线, 其中  $T(x, y, z)$  为给定点  $(x, y, z)$  到边界曲线的收缩时间,  $F$  为速度参数, 在初始曲线轮廓时, 设定速度参数  $F$  为 1, 将距离边界曲线 C 等于或小于 1 的点形成待检区域, 所述待检区域的边界即为边界曲线 C。

4、根据权利要求 3 所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述步骤 (12) 中采用欧拉-拉格朗日方法求解边界曲线 C 的能量函数的最小值:

$$F(C, c_o, c_b) = \mu L(C) + \nu S_b(C) + \lambda_o \int_{\text{outside}(C)} |I - C_o|^2 dx dy + \lambda_b \int_{\text{inside}(C)} |I - C_b|^2 dx dy;$$

其中  $L(C)$  为闭合曲线  $C$  的长度,  $S_b(C)$  为曲线  $C$  内部区域面积。

5、根据权利要求 4 所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述步骤 (12) 中, 由偏微分方程的解可得到  $\Phi_{i,j}^n$  的迭代公式为:

$$\frac{\Phi_{i,j}^{n+1} - \Phi_{i,j}^n}{\Delta t} = d(\Phi) [\mu k - \nu - \lambda_1 (I(x, y) - c_o)^2 + \lambda_2 (I(x, y) - c_b)^2]$$

其中,

$$k = \frac{\Delta^x}{h^2} - \frac{\Delta_+^x \Phi_{i,j}^{n+1}}{\sqrt{(\Delta_+^x \Phi_{i,j}^n)^2 / h^2 + (\Phi_{i,j+1}^n - \Phi_{i,j-1}^n)^2 / h^2}} + \frac{\Delta^y}{h^2} - \frac{\Delta_+^y \Phi_{i,j}^{n+1}}{\sqrt{(\Delta_+^y \Phi_{i,j}^n)^2 / h^2 + (\Phi_{i,j+1}^n - \Phi_{i,j-1}^n)^2 / h^2}}$$

水平集函数在  $(x, y)$  的曲率,  $\Delta_+^x \Phi_{i,j} = \Phi_{i,j} - \Phi_{i-1,j}$  为前向差分运算。

6、根据权利要求 1 所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述步骤 (31) 中, 子图像的背景变化指数 BI 的计算方法为:

$$BI = 1 + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\mu}} = 1 + \frac{E(X^2) - [E(X)]^2}{[E(X)]^2} = 1 + \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{(X_i - \bar{X})^2}{(\bar{X})^2}$$

其中,  $m$  为每个子图像所包括的像素数。

7、根据权利要求 1-6 任一项所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述步骤 (21) 中, 所述灰度阈值  $T$  的计算方法为:

(211)、将海洋区域图像的总灰度划分为  $L$  级, 海洋区域图像的总像素个数为  $n$ , 第  $k$  级灰度的像素个数为  $n_k$ , 则第  $k$  级灰度的归一化直方图为:  $p(k) = n_k / n$  ( $k=0, 1, 2 \dots \dots, L-1$ );

(212)、设候选目标区域所占的比率为  $\varphi$ , 带入  $\sum_{k=1}^T p(k) = 1 - \varphi$ , 求得  $T$ 。

8、根据权利要求 1-6 任一项所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述步骤 (4) 中, 在 GPU 平台下, GPU 依次对所述三类子图像分别进行处理的方法为:



(41) 初始化 GPU: 由 CPU 启动 CUDA, 设置 GPU 相关参数, 分配数据内存空间, 并初始化输入子图像;

(42) 将子图像读入 GPU 显存: 在 CUDA 框架下, 分配显存, 并将子图像从内存读入到 GPU 显存中;

(43) GPU 开启多线程, 运行内核函数: CPU 首先将第一类的阈值算法载入 GPU, 作为多线程的内核函数, 计算出阈值, 并以该阈值作为  $T_1$ , 对所有子图像中属于第一类的子图像进行目标检测, 将检测结果返回显存并拷贝到内存; 其次, CPU 将第二类的阈值算法载入 GPU, 计算出阈值, 并以该阈值作为  $T_1$ , 作为多线程的内核函数, 对所有子图像中属于第二类的子图像进行目标检测, 将检测结果返回显存并拷贝到内存; 再次, CPU 将第三类的阈值算法载入 GPU, 作为多线程的内核函数, 计算出阈值, 并以该阈值作为  $T_1$ , 对所有子图像中属于第二类的子图像进行目标检测, 将检测结果返回显存并拷贝到内存。

(44) 释放 GPU 资源: 当程序执行完毕后, 释放 GPU 显存, 回收 GPU 资源, 退出程序。

9、根据权利要求 8 所述的合成孔径雷达图像目标快速检测方法, 其特征在于, 所述第一类的子图像为均匀背景杂波类, 采用高斯分布统计模型计算阈值;

所述第二类的子图像像为一般不均匀背景杂波类, 采用韦布尔分布统计模型计算阈值;

所述第三类的子图像为极不均匀背景杂波类, 采用  $G^0$  分布模型计算阈值。

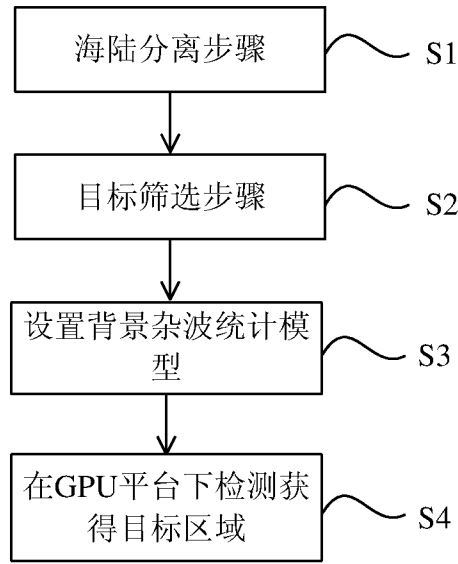


图 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2014/095202**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/00 (2006.01) i; G06T 11/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: OCEAN UNIVERSITY OF CHINA; CHEN Ge; YU Fangjie; HAN Yong; SAR, synthetic aperture, sea, land, clutter, grayscale, index, vessel, ship, boat, synthetic aperture radar, radar

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102938150 A (XIDIAN UNIVERSITY), 20 February 2013 (20.02.2013), the whole document	1-9
A	CN 102968798 A (BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 13 March 2013 (13.03.2013), the whole document	1-9
A	CN 104240257 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY), 24 December 2014 (24.12.2014), the whole document	1-9
A	CN 104036239 A (XIDIAN UNIVERSITY), 10 September 2014 (10.09.2014), the whole document	1-9
A	WO 2007133085 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON PUBL), 22 November 2007 (22.11.2007), the whole document	1-9
A	JP 2000231571 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.), 22 August 2000 (22.08.2000), the whole document	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

06 September 2015 (06.09.2015)

Date of mailing of the international search report

**18 September 2015 (18.09.2015)**

Name and mailing address of the ISA/CN:  
 State Intellectual Property Office of the P. R. China  
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
 Haidian District, Beijing 100088, China  
 Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer

**ZHANG, pei**

Telephone No.: (86-10) **82245665**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2014/095202**

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4236767 B2 (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK.), 11 March 2009 (11.03.2009), the whole document	1-9
A	JIN, Yaqiu, "Microwave Remote Sensing Technology for Monitoring Targets in Land-Oceanic Environment", REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND APPLICATION, vol. 20, no. 1, 28 February 2005 (28.02.2005), ISSN: ISSN: 1004-0323, pages 11-17	1-9
A	CHEN, Deyuan et al., "SAR Image Enhancement Using Multiscale Products for Targets Detection", JOURNAL OF REMOTE SENSING, vol. 11, no. 2, 31 March 2007 (31.03.2007), ISSN: ISSN: 1007-4619, pages 185-192	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2014/095202**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102938150 A	20 February 2013	None	
CN 102968798 A	13 March 2013	CN 102968798 B	10 December 2014
CN 104240257 A	24 December 2014	None	
CN 104036239 A	10 September 2014	None	
WO 2007133085 A1	22 November 2007	EP 2018628 A1	28 January 2009
		US 8063815 B2	22 November 2011
		US 2009184865 A1	23 July 2009
JP 2000231571 A	22 August 2000	None	
JP 4236767 B2	11 March 2009	JP 2001004398 A	12 January 2001

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/095202

<p>A. 主题的分类</p> <p>G06T 7/00(2006.01)i; G06T 11/00(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06T</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT;WPI;EPDOC;CNKI:中国海洋大学, 陈戈, 于方杰, 韩勇, SAR, 合成孔径, 雷达, 舰船, 海, 陆, 杂波, 灰度, 索引, vessel, ship, boat, synthetic aperture radar, radar</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 102938150 A (西安电子科技大学) 2013年 2月 20日 (2013 - 02 - 20) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102968798 A (北京航空航天大学) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104240257 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104036239 A (西安电子科技大学) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2007133085 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON PUBL) 2007年 11月 22日 (2007 - 11 - 22) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2000231571 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2000年 8月 22日 (2000 - 08 - 22) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 102938150 A (西安电子科技大学) 2013年 2月 20日 (2013 - 02 - 20) 全文	1-9	A	CN 102968798 A (北京航空航天大学) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文	1-9	A	CN 104240257 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文	1-9	A	CN 104036239 A (西安电子科技大学) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文	1-9	A	WO 2007133085 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON PUBL) 2007年 11月 22日 (2007 - 11 - 22) 全文	1-9	A	JP 2000231571 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2000年 8月 22日 (2000 - 08 - 22) 全文	1-9
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 102938150 A (西安电子科技大学) 2013年 2月 20日 (2013 - 02 - 20) 全文	1-9																					
A	CN 102968798 A (北京航空航天大学) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文	1-9																					
A	CN 104240257 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文	1-9																					
A	CN 104036239 A (西安电子科技大学) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文	1-9																					
A	WO 2007133085 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON PUBL) 2007年 11月 22日 (2007 - 11 - 22) 全文	1-9																					
A	JP 2000231571 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2000年 8月 22日 (2000 - 08 - 22) 全文	1-9																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 9月 6日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 9月 18日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>张培</p> <p>电话号码 (86-10)82245665</p>																						

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 4236767 B2 (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE KK.) 2009年 3月 11日 (2009 - 03 - 11) 全文	1-9
A	金亚秋. “地海环境中目标监测的微波遥感信息技术” 遥感技术与应用, 第20卷, 第1期, 2005年 2月 28日 (2005 - 02 - 28), ISSN: ISSN:1004-0323, 第11-17页	1-9
A	陈德元 等. “SAR图像多尺度积增强的目标检测算法” 遥感学报, 第11卷, 第2期, 2007年 3月 31日 (2007 - 03 - 31), ISSN: ISSN:1007-4619, 第185-192页	1-9

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/095202

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102938150	A	2013年 2月 20日	无			
CN	102968798	A	2013年 3月 13日	CN	102968798	B	2014年 12月 10日
CN	104240257	A	2014年 12月 24日	无			
CN	104036239	A	2014年 9月 10日	无			
WO	2007133085	A1	2007年 11月 22日	EP	2018628	A1	2009年 1月 28日
				US	8063815	B2	2011年 11月 22日
				US	2009184865	A1	2009年 7月 23日
JP	2000231571	A	2000年 8月 22日	无			
JP	4236767	B2	2009年 3月 11日	JP	2001004398	A	2001年 1月 12日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)