

(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
2018 年 2 月 8 日 (08.02.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/024030 A1

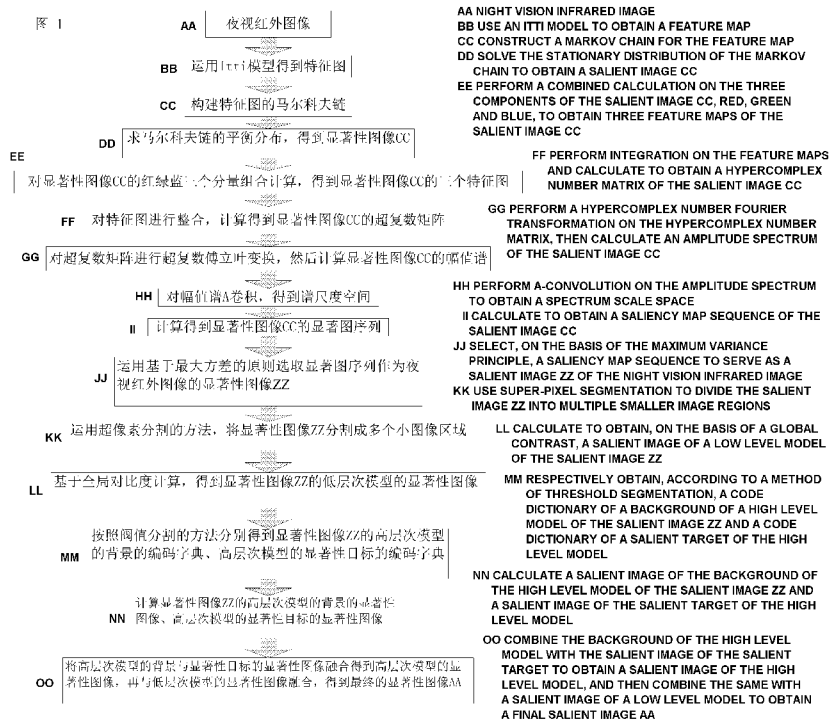
- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/087531
- (22) 国际申请日: 2017 年 6 月 8 日 (08.06.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610631619.1 2016 年 8 月 3 日 (03.08.2016) CN
- (71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (72) 发明人: 蔡英凤 (CAI, Yingfeng); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 戴

磊 (DAI, Lei); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 王海 (WANG, Hai); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 孙晓强 (SUN, Xiaoqiang); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 陈龙 (CHEN, Long); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 江浩斌 (JIANG, Haobin); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 陈小波 (CHEN, Xiaobo); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 何友国 (HE, Youguo); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (CN)。

(54) Title: SALIENCY-BASED METHOD FOR EXTRACTING ROAD TARGET FROM NIGHT VISION INFRARED IMAGE

(54) 发明名称: 一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法



(57) Abstract: The present invention belongs to the field of machine vision. A saliency-based method for extracting a road target from a night vision infrared image is disclosed. The specific steps of the present invention are: performing a coarse extraction of a salient region from a night vision infrared image by using a GBVS model; performing a re-extraction of the salient region by using a method of spectrum scale space based on the hypercomplex number frequency domain, and on the basis of a global feature; and performing a fusion of global and local cues with respect to a salient image ZZ to obtain a final salient image by using a saliency extraction method

(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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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。

(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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

based on the fusion of the global and local cues. The method combines saliencies of the time domain and the frequency domain, global contrast and local contrast, and low level features and high level features, and energy radiation is also considered to be a saliency factor; thus, the object of processing is an infrared image and not the usual natural image. The extraction of a salient region is performed on the raw natural image on the basis of energy radiation, and the obtained extraction result of the salient region is more accurate and thorough, and the contour of a target in the salient region is clearer.

(57) 摘要: 公开了一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法, 属于机器视觉领域, 本发明的具体步骤为: 先运用GBVS模型对夜视红外图像进行显著性区域的粗提取; 运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法, 基于全局特征, 进行显著性区域的再提取; 运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法, 对显著性图像ZZ进行全局和局部线索的融合, 得到最终的显著性图像。融合了时域与频域, 全局对比度与局部对比度, 低层次特征与高层次特征上的显著性, 并且考虑到了能量辐射也是一种显著性因素, 所以处理对象不是平常的自然图像, 而是红外图像, 即通过处理红外图像的方式, 对原始的自然图像进行了基于能量辐射的显著性区域的提取; 因此所得到的显著性区域的提取效果更为准确, 全面, 显著性区域目标的轮廓更加清晰。

一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法

技术领域

本发明属于机器视觉领域，尤其涉及一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法。

背景技术

视觉显著性机制可以用来提取复杂的道路场景中的对行车安全有重大影响的显著性区域，为计算机视觉的后期处理奠定了基础，提高计算机视觉的后续处理的效果和效率，面对复杂的道路场景，如果将全部内容进行计算机视觉处理，那样计算机所面对的数据处理量将非常大，处理效率也会非常的低，因此研究者们受到人类视觉系统中视觉注意力机制的启发，希望机器视觉也像人类视觉系统那样首先对原始输入的数据进行一个筛选，从而为后期处理减少计算量，提高其处理效率，所以提出了机器视觉的视觉显著性模型。

视觉显著性是一个神经生理学和心理学的概念，各国的神经生理学和心理学家都提出了很多用来解释人类视觉系统注意力的模型，例如周围-中央神经抑制机制，来模拟人类视觉注意力机制的高效的数据筛选的能力，受此启发，各国的研究者们针对如何将机器视觉具有人类视觉显著性那样的数据筛选的能力，展开了广泛而深入的研究。

中国专利（CN102999926A）公开了一种基于底层特征融合的图像视觉显著性计算方法，此方法将颜色、纹理等底层特征进行了融合，从而得到显著性区域，但只是基于底层特征，没有考虑到高层次特征，因此显著性提取的不准确。中国专利（CN103020993A）公开了一种双通道颜色对比度融合的视觉显著性检测方法，该方法运用超像素的方法，计算颜色显著性值，从而得到基于颜色特征的显著性图像，但只是在时域范围内进行处理，并且只是基于颜色特征，忽略了频域上的显著性，所以显著性区域提取的不全面。上述方法在显著性区域提取的过程中，都有上述各自的不足，并且处理的是一幅原始自然的图像，没有考虑到可以处理与原始图像相对应的夜视红外图像，所以在夜晚道路场景中的检测具有准确率低，易受背景环境中灯光的干扰，显著性目标的轮廓不清晰的不足。

本发明通过处理原始的可见光图像的对应的夜视红外图像，来避免夜晚原始的可见光图像中非显著性背景环境中灯光的影响，从而提高在夜晚道路场景中显著性目标的提取的准确性。

发明内容

针对现有技术的不足，本发明提出了一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法，解决现有的视觉注意力模型在夜晚道路场景中的目标检测中正确率低，易受自然场景中非显著区域的干扰，易受夜晚道路图像中灯光的影响，显著性目标轮廓不清晰等问题。

本发明是通过以下技术手段实现上述技术目的的。

一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法，包括如下步骤：

S1，针对道路目标的夜视红外图像，先运用 GBVS 模型（基于图论的图像显著性分析算法）进行基于局部对比度的显著性区域的粗提取，得到夜视红外图像的显著性图像 CC；

S2，运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法，基于全局特征，对显著性图像 CC 进行显著性区域的再提取，得到夜视红外图像的显著性图像 ZZ；

S3，运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法，对显著性图像 ZZ 进行全局和局部线索的融合，得到显著性图像 AA。

进一步，所述 S2 中运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法，基于全局特征，对显著性图像 CC 进行显著性区域的再提取的具体步骤为：

S2.1，通过对显著性图像 CC 的红绿蓝三个分量组合计算，得到显著性图像 CC 的三个特征图 U, RG, BY ；

S2.2，对特征图 U, RG, BY 进行整合，计算得到显著性图像 CC 的超复数矩阵 $f(x, y)$ ；

S2.3，先对超复数矩阵 $f(x, y)$ 进行超复数傅立叶变换，然后计算显著性图像 CC 的幅值谱 A，相位谱 p ，特征轴谱 kk ；

S2.4，对幅值谱 A 进行卷积，从而得到显著性图像 CC 的谱尺度空间 $\{AA_k\}$ ；

S2.5，基于显著性图像 CC 的谱尺度空间 $\{AA_k\}$ 计算得到显著性图像 CC 的显著图序列 $\{Z_i\}$ ；

S2.6，运用基于最大方差的原则选取显著图序列 $\{Z_i\}$ 中的一个显著图序列作为夜视红外图像的显著性图像 ZZ。

进一步，所述 S3 中运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法，对显著性图像

ZZ 进行全局和局部线索的融合，得到显著性图像 AA 的具体步骤为：

S3.1，运用超像素分割的方法，将显著性图像 ZZ 分割成多个小图像区域；

S3.2，基于全局对比度对 S3.1 中的多个小图像区域进行计算，得到显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像；

S3.3，按照阈值分割的方法对显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像进行处理，分别得到显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的编码字典 BC、高层次模型的显著性目标的编码字典 FC；

S3.4，计算显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像 $p_g(w_i)$ ；

S3.5，将显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像进行图像融合，得到显著性图像 ZZ 高层次模型的显著性图像；

S3.6，将显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像与高层次模型的显著性图像相融合，得到最终的显著性图像 AA。

进一步，所述 S2.2 中超复数矩阵 $f(x,y)$ 的计算公式为 $f(x,y)=0.5 \times U\vec{i} + 0.25 \times RG\vec{j} + 0.25BY\vec{k}$ ，其中向量 $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$ 、 $\vec{k}$ 分别为在三维空间直角坐标系中与 x、y、z 轴方向相同的单位向量。

进一步，所述 S2.3 中幅值谱 A 的计算公式为 $A=|F(f(x,y))|$ ，其中 $|$ 表示求幅值， $F()$ 表示超复数傅立叶变换。

进一步，所述 S 2.5 中计算显著图序列 $\{Z_i\}$ 的计算公式为：

$$Z_i = g * |F^{-1}\{AA_k(x,y)e^{kk \times p(x,y)}\}|^2$$
，其中相位谱 $p = \varphi(F(f(x,y)))$ ，特征轴谱 $kk = \frac{v(F(f(x,y)))}{\|v(F(f(x,y)))\|}$ ， $|$ 表示求幅值， $F()$ 表示超复数傅立叶变换， $\varphi()$ 表示相位， g 表示高斯核， $*$ 表示卷积， $\times$ 表示乘积， F^{-1} 表示傅立叶反变换， $v()$ 表示取傅立叶变换后的矢量部分， $\|$ 表示求矢量的模。

进一步，所述 S 3.3 中高层次模型的背景的编码字典 BC、高层次模型的显著性目标的编码字典 FC 的阈值分割原则为： $BC = w_i$ (if $P_d(w_i) < \lambda_1$)， $FC = w_i$ (if $P_d(w_i) > \lambda_2$)，

其中 λ_1 为背景的编码中选取的阈值, λ_2 为显著性目标的编码中选取的阈值。

进一步, 所述 S 3.4 得到显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像的计算过程为: 由计算机随机选取惩罚性考虑与正则化之间的平衡系数 μ , 使其满足 $\min(\sum_{i=1}^n \|U_i - Dbb_i\|^2 + \mu \|dd_{w_i} \circ bb_i\|^2)$, 其中

$$bb_i = \frac{1}{cc_i + \lambda \times tr(cc_i)}, \quad \text{局 部 适 配 器}$$

$$dd_{w_i} = \exp\left(\frac{[dist(U_i, H_1), dist(U_i, H_2) \cdots \cdots dist(U_i, H_n)]^T}{\alpha}\right), \quad U_i \text{ 指的是对夜视红外图像的描述,}$$

D 为编码字典, $\circ$ 为元素相乘, cc_i 指的是协方差矩阵, λ 为正则化系数, $\times$ 为乘积,

$tr(cc_i)$ 指的是矩阵 cc_i 中对角线元素之和, H_n 为编码字典的矢量, n 为编码字典中的元素的个数, α 为局部适配器的权重系数, $dist(U_i, H_n)$ 指的是 U_i 与 H_n 之间的欧式距离; 则

高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像

$$P_g(w_i) = \|U_i - Dbb_i\|^2。$$

本发明的有益效果为: 本发明先运用 GBVS 模型提取初步提取显著性; 再在此基础上显, 运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法, 提取全局特征, 能在频域上提取显著性特征, 使得时域与频域上的显著性相结合; 最后运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法, 将全局与局部的显著性特征结合, 进行显著性目标轮廓的清晰化, 从而提高显著性目标提取的准确性和轮廓的清晰性。本发明有效地突出显著性区域和抑制非显著性区域, 从而对显著性目标实现更为精确的提取。

附图说明

图 1 为一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法的流程图;

图 2 为基于融合全局和局部线索的显著性提取方法的流程图;

图 3 为利用本发明得到的显著性图像图, 图 3 (a) 为行人的夜视红外图像图, 图 3 (b) 为利用本发明得到的行人显著性图像图, 图 3 (c) 为车辆的夜视红外图像图, 图 3 (d) 为利用本发明得到的车辆显著性图像图。

具体实施方式

下面将结合附图对本发明作进一步的说明, 但本发明的保护范围并不限于此。

如图 1 所示，一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法的流程图，包括步骤：

S1，针对道路目标的夜视红外图像，先运用 GBVS 模型（基于图论的图像显著性分析算法）进行基于局部对比度的显著性区域的粗提取，得到夜视红外图像的显著性图像 CC；

S1.1，运用经典的 Itti 视觉显著性模型（基于显著性的视觉注意力模型），提取出夜视红外图像的特征图；

S1.2，运用马尔科夫随机场，构建特征图的马尔科夫链；

马尔科夫随机场：一个图像小区域中像素的显著性只与它邻近的像素的显著性有关，而与其他地方像素的显著性无关，那么这个图像小区域中像素的集合，就是一个马尔可夫随机场；

S1.3，通过求马尔科夫链的平衡分布，得到显著性图像 CC。

S2，运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法（运用超复数傅里叶变换，将显著性图像 CC 从时域转化到超复数频域的谱尺度空间），基于全局特征，对显著性图像 CC 进行显著性区域的再提取；

S2.1，通过对显著性图像 CC 的红绿蓝三个分量组合计算，得到显著性图像 CC 的三个特征图 U, RG, BY ；显著性图像 CC 的三个特征图 U, RG, BY 的计算公式如下：

$$U = (r + g + b) / 3 \quad (1)$$

$$RG = [r - (g + b) / 2] - [g - (r + b) / 2] \quad (2)$$

$$BY = [b - (r + g) / 2] - [(r + g) / 2 - |r - g| / 2 - b] \quad (3)$$

其中： r, g, b 分别为显著性图像 CC 的红绿蓝三个分量；

S2.2，对特征图 U, RG, BY 进行整合，计算得到显著性图像 CC 的超复数矩阵 $f(x, y)$ ；超复数矩阵 $f(x, y)$ 的计算公式为：

$$f(x, y) = 0.5 \times U\vec{i} + 0.25 \times RG\vec{j} + 0.25 BY\vec{k} \quad (4)$$

其中：向量 $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$ 、 $\vec{k}$ 分别为在三维空间直角坐标系中与 x 、 y 、 z 轴方向相同的单位向量；

S2.3，先对超复数矩阵 $f(x, y)$ 进行超复数傅立叶变换，然后计算显著性图像 CC 的幅

值谱 A ，相位谱 p ，特征轴谱 kk ；幅值谱 A 的计算公式为：

$$A=|F(f(x,y))| \quad (5)$$

其中： $||$ 表示求幅值， $F()$ 表示超复数傅立叶变换；

S2.4，对幅值谱 A 进行卷积，从而得到显著性图像 CC 的谱尺度空间 $\{AA_k\}$ ；谱尺度空间 $\{AA_k\}$ 的计算公式为：

$$\{AA_k\} = g * A \quad (6)$$

其中： g 表示高斯核， $*$ 表示卷积；

S2.5，基于显著性图像 CC 的谱尺度空间 $\{AA_k\}$ 计算得到显著性图像 CC 的显著图序列 $\{Z_i\}$ ；计算显著图序列 $\{Z_i\}$ 的计算公式为：

$$Z_i = g * |F^{-1}\{AA_k(x,y)e^{kk \times p(x,y)}\}|^2 \quad (7)$$

其中：相位谱 $p = \varphi(F(f(x,y)))$ (8)，特征轴谱 $kk = \frac{v(F(f(x,y)))}{\|v(F(f(x,y)))\|}$ (9)； $||$ 表示求

幅值， $F()$ 表示超复数傅立叶变换， $\varphi()$ 表示相位， g 表示高斯核， $*$ 表示卷积， $\times$ 表示乘积， F^{-1} 表示傅立叶反变换， $v()$ 表示取傅立叶变换后的矢量部分， $||$ 表示求矢量的模；

S2.6，运用基于最大方差的原则选取显著图序列 $\{Z_i\}$ 中的一个显著图序列作为夜视红外图像的显著性图像 ZZ 。

S3，如图 2 所示，运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法，对显著性图像 ZZ 进行全局和局部线索的融合，得到显著性图像 AA ；

S3.1，运用超像素分割的方法（超像素分割是指从显著性图像 AA 中分割出一系列位置相邻且颜色、亮度、纹理等特征相似的像素点组成的小图像区域），将显著性图像 ZZ 分割成多个小图像区域；

S3.2，基于全局对比度对 S3.1 中的多个小图像区域进行计算，得到显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像；基于全局对比度对多个小图像区域进行计算的过程为：

$$OK(w_i) = \frac{\sum_{q \in w_i} OK(q)}{N_{w_i}} \quad (10)$$

其中：OK(q)指的是像素 q 落在显著性目标区域的频率， w_i 指的是超像素中分割出的多个小图像区域， N_{w_i} 指的是落在区域 w_i 中的像素的个数；

$$CK(w_i) = \exp\left[-\frac{(x-x_o)^2}{2V_x^2} - \frac{(y-y_o)^2}{2V_y^2}\right] \quad (11)$$

其中：(x, y)指的是显著性图像ZZ的平均坐标，(x_o, y_o)指的是图像中心坐标， V_x, V_y 指的是由小图像区域的宽和高决定的参数；

由公式(10)、(11)可得低层次模型的显著性图像 $P_d(w_i)$

$$P_d(w_i) = \frac{\sum_{j=1}^M dd(w_i, c_j)}{M} \times OK(w_i) \times CK(w_i) \quad (12)$$

其中： c_j 指的是位于显著性图像ZZ边界上的小图像区域， M 指的是位于显著性图像ZZ边界上的小图像区域的个数， $dd(w_i, c_j)$ 指的是运用欧几里得度量所得的小图像区域 w_i 与 c_j 之间的差异；

S3.3，按照阈值分割的方法（通过设置阈值的方法对图像进行分割）对显著性图像ZZ的低层次模型的显著性图像进行处理，分别得到显著性图像ZZ的高层次模型的背景的编码字典BC、高层次模型的显著性目标的编码字典FC；高层次模型的背景的编码字典BC、高层次模型的显著性目标的编码字典FC的阈值分割原则为： $BC = w_i$ (if $P_d(w_i) < \lambda_1$)， $FC = w_i$ (if $P_d(w_i) > \lambda_2$)，其中 λ_1 为背景的编码中选取的阈值， λ_2 为显著性目标的编码中选取的阈值；

S3.4，显著性图像ZZ的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像的计算过程为：

由计算机随机选取惩罚性考虑与正则化之间的平衡系数 μ ，使其满足

$$\min\left(\sum_{i=1}^n \|U_i - Dbb_i\|^2 + \mu \|dd_{w_i} \circ bb_i\|^2\right) \quad (13)$$

其中： U_i 指的是对夜视红外图像的描述， D 为编码字典， $\circ$ 为元素相乘；

$$\text{公式(13)中 } bb_i = \frac{1}{cc_i + \lambda \times tr(cc_i)} \quad (14)$$

其中： cc_i 指的是协方差矩阵， λ 为正则化系数， $\times$ 为乘积， $tr(cc_i)$ 是矩阵 cc_i 中对角线元素之和；

$$\text{公式 (13) 中局部适配器 } dd_{w_i} = \exp\left(\frac{[dist(U_i, H_1), dist(U_i, H_2) \cdots \cdots dist(U_i, H_n)]^T}{\alpha}\right) \quad (15)$$

其中： H_n 为编码字典的矢量， n 为编码字典中的元素的个数， α 为局部适配器的权重系数， $dist(U_i, H_n)$ 指的是 U_i 与 H_n 之间的欧式距离；

由公式 (13)、(14)、(15)，可得高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像 $p_g(w_i)$ ：

$$P_g(w_i) = \|U_i - Db b_i\|^2 \quad (16)$$

S3.5，将显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像进行图像融合，得到显著性图像 ZZ 高层次模型的显著性图像；

S3.6，将显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像与高层次模型的显著性图像相融合，得到最终的显著性图像 AA。

通过本发明一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法得到如图 3 所示的行人及车辆的显著性图像。

所述实施例为本发明的优选的实施方式，但本发明并不限于上述实施方式，在不背离本发明的实质内容的前提下，本领域技术人员能够做出的任何显而易见的改进、替换或变型均属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法，其特征在于，包括如下步骤：

S1，针对道路目标的夜视红外图像，先运用 GBVS 模型（基于图论的图像显著性分析算法）进行基于局部对比度的显著性区域的粗提取，得到夜视红外图像的显著性图像 CC；

S2，运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法，基于全局特征，对显著性图像 CC 进行显著性区域的再提取，得到夜视红外图像的显著性图像 ZZ；

S3，运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法，对显著性图像 ZZ 进行全局和局部线索的融合，得到显著性图像 AA。

2. 根据权利要求 1 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法，其特征在于，所述 S2 中运用基于超复数频域的谱尺度空间的方法，基于全局特征，对显著性图像 CC 进行显著性区域的再提取的具体步骤为：

S2.1，通过对显著性图像 CC 的红绿蓝三个分量组合计算，得到显著性图像 CC 的三个特征图 U, RG, BY ；

S2.2，对特征图 U, RG, BY 进行整合，计算得到显著性图像 CC 的超复数矩阵 $f(x, y)$ ；

S2.3，先对超复数矩阵 $f(x, y)$ 进行超复数傅立叶变换，然后计算显著性图像 CC 的幅值谱 A，相位谱 p，特征轴谱 kk；

S2.4，对幅值谱 A 进行卷积，从而得到显著性图像 CC 的谱尺度空间 $\{AA_k\}$ ；

S2.5，基于显著性图像 CC 的谱尺度空间 $\{AA_k\}$ 计算得到显著性图像 CC 的显著图序列 $\{Z_i\}$ ；

S2.6，运用基于最大方差的原则选取显著图序列 $\{Z_i\}$ 中的一个显著图序列作为夜视红外图像的显著性图像 ZZ。

3. 根据权利要求 1 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法，其特征在于，所述 S3 中运用基于融合全局和局部线索的显著性提取方法，对显著性图像 ZZ 进行全局和局部线索的融合，得到显著性图像 AA 的具体步骤为：

S3.1，运用超像素分割的方法，将显著性图像 ZZ 分割成多个小图像区域；

S3.2，基于全局对比度对 S3.1 中的多个小图像区域进行计算，得到显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像；

S3.3, 按照阈值分割的方法对显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像进行处理, 分别得到显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的编码字典 BC 、高层次模型的显著性目标的编码字典 FC ;

S3.4, 计算显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像 $p_g(w_i)$;

S3.5, 将显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像进行图像融合, 得到显著性图像 ZZ 高层次模型的显著性图像;

S3.6, 将显著性图像 ZZ 的低层次模型的显著性图像与高层次模型的显著性图像相融合, 得到最终的显著性图像 AA。

4. 根据权利要求 2 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法, 其特征在于, 所述 S2.2 中超复数矩阵 $f(x,y)$ 的计算公式为 $f(x,y)=0.5 \times U\vec{i} + 0.25 \times RG\vec{j} + 0.25BY \times \vec{k}$, 其中向量 $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$ 、 $\vec{k}$ 分别为在三维空间直角坐标系中与 x、y、z 轴方向相同的单位向量。

5. 根据权利要求 2 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法, 其特征在于, 所述 S2.3 中幅值谱 A 的计算公式为 $A=|F(f(x,y))|$, 其中 $||$ 表示求幅值, $F()$ 表示超复数傅立叶变换。

6. 根据权利要求 2 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法, 其特征在于, 所述 S 2.5 中显著图序列 $\{Z_i\}$ 的计算公式为: $Z_i = g * |F^{-1}\{AA_k(x,y)e^{kk \times p(x,y)}\}|^2$, 其中相位谱 $p = \varphi(F(f(x,y)))$, 特征轴谱 $kk = \frac{v(F(f(x,y)))}{\|v(F(f(x,y)))\|}$, $||$ 表示求幅值, $F()$ 表示超复数傅立叶变换, $\varphi()$ 表示相位, g 表示高斯核, $*$ 表示卷积, $\times$ 表示乘积, F^{-1} 表示傅立叶反变换, $v()$ 表示取傅立叶变换后的矢量部分, $|||$ 表示求矢量的模。

7. 根据权利要求 3 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法, 其特征在于, 所述 S 3.3 中高层次模型的背景的编码字典 BC 、高层次模型的显著性目标的编码字典 FC 的阈值分割原则为: $BC = w_i$ (if $P_d(w_i) < \lambda_1$), $FC = w_i$ (if $P_d(w_i) > \lambda_2$), 其中 λ_1 为背景的编码中选取的阈值, λ_2 为显著性目标的编码中选取的阈值。

8. 根据权利要求 3 所述的一种夜视红外图像中的基于显著性的道路目标提取方法,

其特征在于，所述 S 3.4 得到显著性图像 ZZ 的高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像的计算过程为：由计算机随机选取惩罚性考虑与正则化之间的平衡系数 μ ，使其满足 $\min(\sum_{i=1}^n \|U_i - Dbb_i\|^2 + \mu \|dd_{w_i} \circ bb_i\|^2)$ ，其中

$$bb_i = \frac{1}{cc_i + \lambda \times tr(cc_i)}, \text{ 局部适配器 } dd_{w_i} = \exp\left(\frac{[dist(U_i, H_1), dist(U_i, H_2) \dots \dots dist(U_i, H_n)]^T}{\alpha}\right),$$

U_i 指的是对夜视红外图像的描述， D 为编码字典， $\circ$ 为元素相乘， cc_i 指的是协方差矩阵， λ 为正则化系数， $\times$ 为乘积， $tr(cc_i)$ 指的是矩阵 cc_i 中对角线元素之和， H_n 为编码字典的矢量， n 为编码字典中的元素的个数， α 为局部适配器的权重系数， $dist(U_i, H_n)$ 指的是 U_i 与 H_n 之间的欧式距离；

则高层次模型的背景的显著性图像、高层次模型的显著性目标的显著性图像

$$P_g(w_i) = \|U_i - Dbb_i\|^2。$$

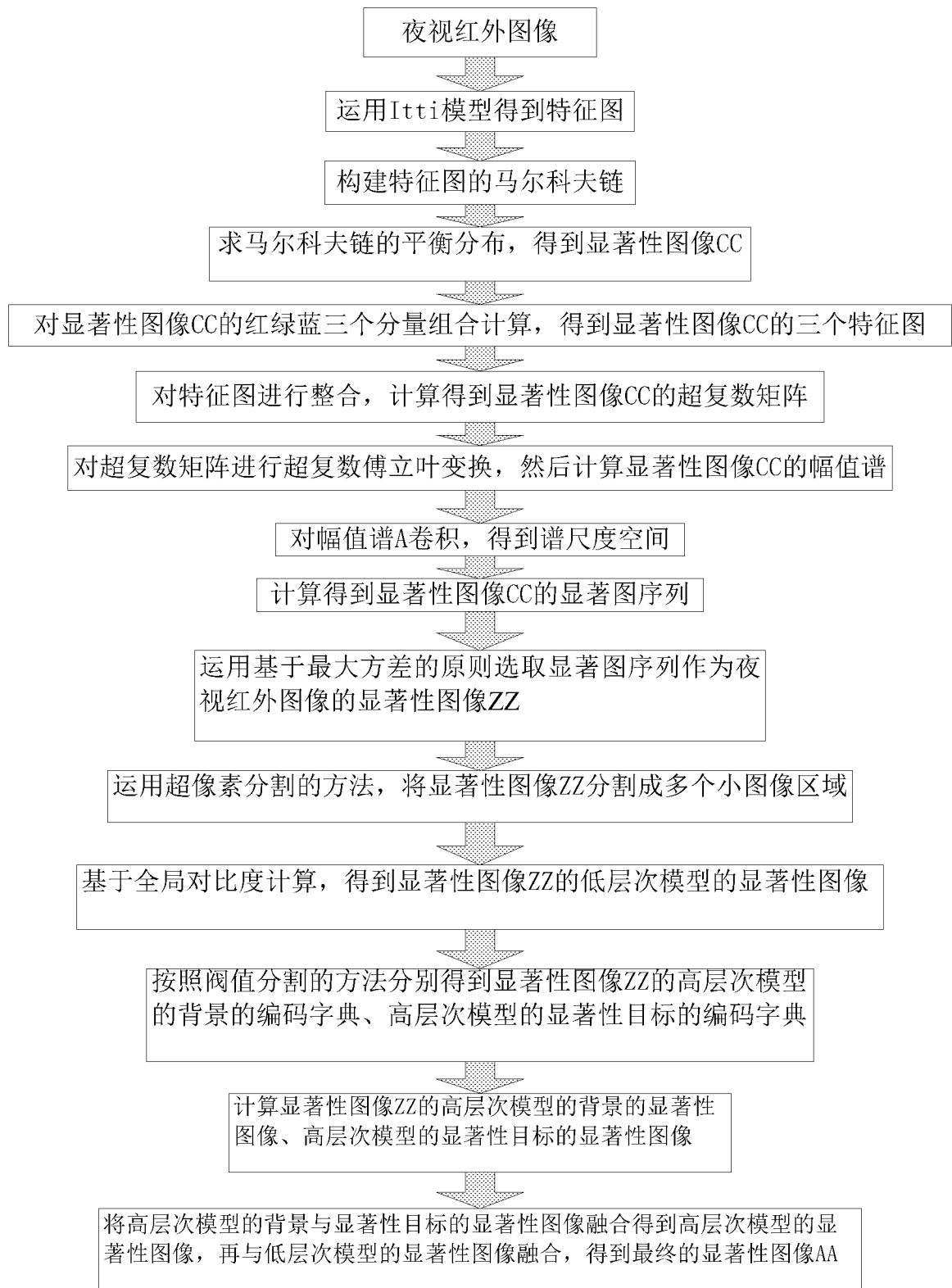


图 1

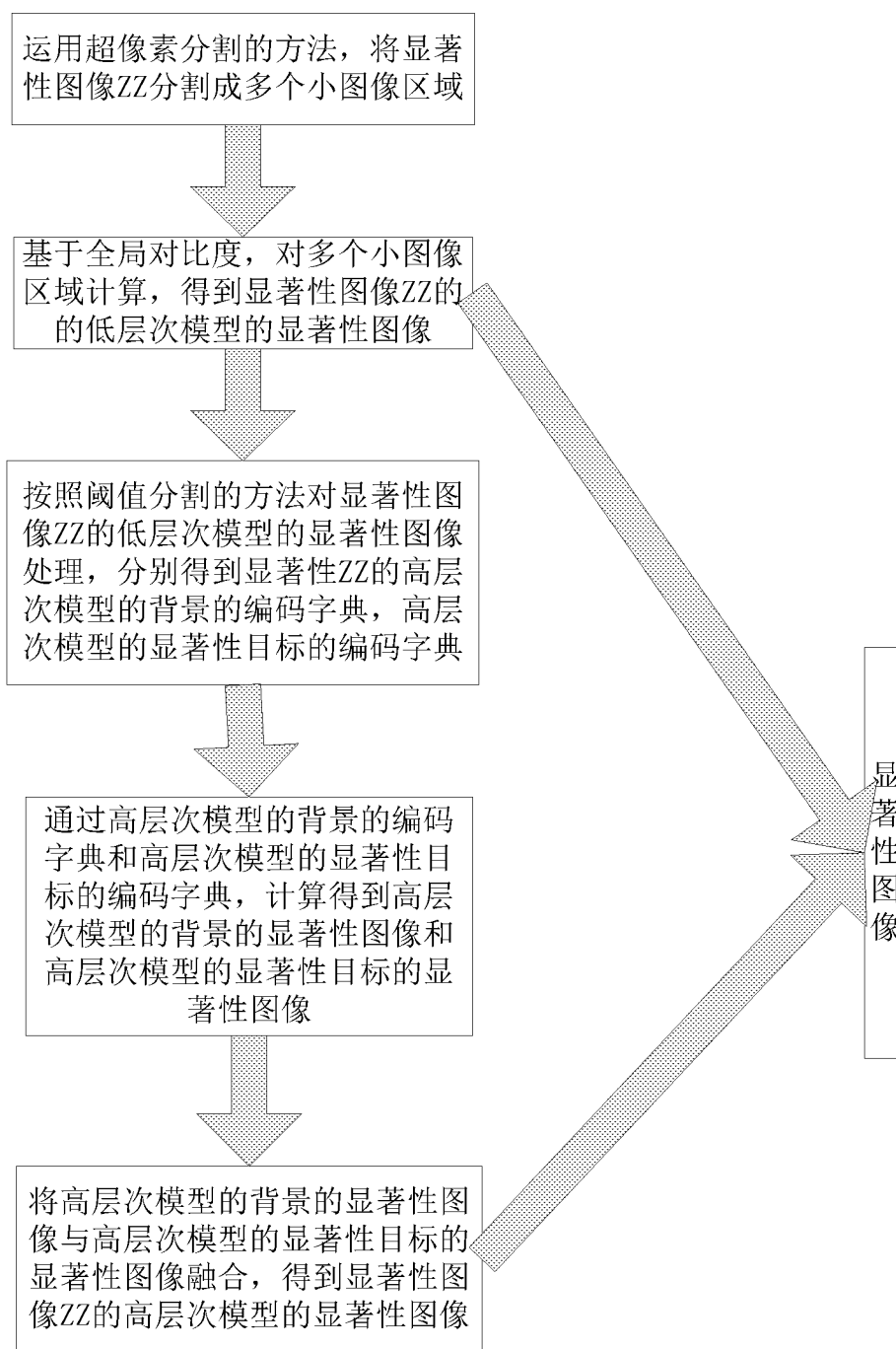
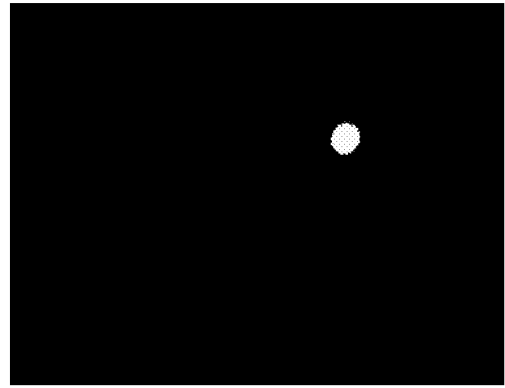


图 2



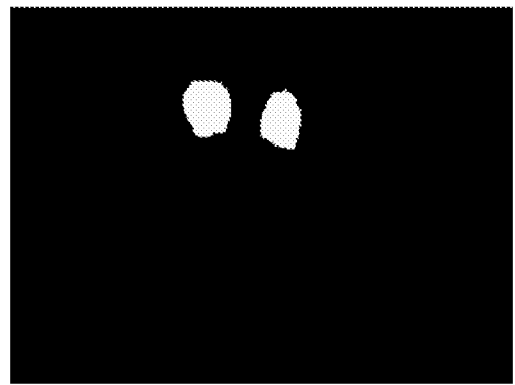
(a)



(b)



(c)



(d)

图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/087531

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00 (2006.01) i; G06T 7/00 (2017.01) 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)

G06K, G06T, H04N

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: JIANGSU UNIVERSITY; CAI, Yingfeng; gbvc, raw, plural, frequency domain, time domain, spatial domain, salien+, spatial, frequenc+, domain, global, local, contrast, object+, target

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106295542 A (JIANGSU UNIVERSITY), 04 January 2017 (04.01.2017), claims 1-8	1-8
A	CN 104463855 A (WUHAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 25 March 2015 (25.03.2015), description, paragraphs [0047]-[0079], and figure 1	1-8
A	CN 102521592 A (SOOCHOW UNIVERSITY), 27 June 2012 (27.06.2012), the whole document	1-8
A	CN 104463907 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 25 March 2015 (25.03.2015), the whole document	1-8
A	US 2016004929 A1 (GEO SEMICONDUCTOR INC.), 07 January 2016 (07.01.2016), the whole document	1-8
A	Ji, Chao, et al., "Image Salient Region Detection Based on Spatial and Frequency Domains", JOURNAL OF JILIN UNIVERSITY ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDITION, vol. 44, no. 1, 31 January 2014 (31.01.2014), the whole document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 07 August 2017 (07.08.2017)	Date of mailing of the international search report 24 August 2017 (24.08.2017)
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 QI, Ying Telephone No.: (86-10) 62413416

International application No.
PCT/CN2017/087531

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/087531

A. 主题的分类 G06K 9/00(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i 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																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G06K, G06T, H04N 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 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)) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC:江苏大学, 蔡英凤, 显著性, gbvc, 粗, 复数, 频域, 时域, 空域, 局部, 整体, 目标, 对象, salien+, spatial, frequenc+, domain, global, local, contrast, object+, target																							
C. 相关文件 <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>PX</td> <td>CN 106295542 A (江苏大学) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104463855 A (武汉科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0047]-[0079]段, 图1</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102521592 A (苏州大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104463907 A (南京航空航天大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016004929 A1 (GEO SEMICONDUCTOR INC.) 2016年 1月 7日 (2016 - 01 - 07) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>纪超 等. “基于空域和频域的图像显著区域检测” 吉林大学学报(工学版), 第44卷, 第1期, 2014年 1月 31日 (2014 - 01 - 31), 全文</td> <td>1-8</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	PX	CN 106295542 A (江苏大学) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 权利要求1-8	1-8	A	CN 104463855 A (武汉科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0047]-[0079]段, 图1	1-8	A	CN 102521592 A (苏州大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 全文	1-8	A	CN 104463907 A (南京航空航天大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 全文	1-8	A	US 2016004929 A1 (GEO SEMICONDUCTOR INC.) 2016年 1月 7日 (2016 - 01 - 07) 全文	1-8	A	纪超 等. “基于空域和频域的图像显著区域检测” 吉林大学学报(工学版), 第44卷, 第1期, 2014年 1月 31日 (2014 - 01 - 31), 全文	1-8
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 106295542 A (江苏大学) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 权利要求1-8	1-8																					
A	CN 104463855 A (武汉科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0047]-[0079]段, 图1	1-8																					
A	CN 102521592 A (苏州大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 全文	1-8																					
A	CN 104463907 A (南京航空航天大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 全文	1-8																					
A	US 2016004929 A1 (GEO SEMICONDUCTOR INC.) 2016年 1月 7日 (2016 - 01 - 07) 全文	1-8																					
A	纪超 等. “基于空域和频域的图像显著区域检测” 吉林大学学报(工学版), 第44卷, 第1期, 2014年 1月 31日 (2014 - 01 - 31), 全文	1-8																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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 “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 “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 “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 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2017年 8月 7日		国际检索报告邮寄日期 2017年 8月 24日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 戚颖 电话号码 (86-10)62413416																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/087531

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	106295542	A	2017年 1月 4日	无	
CN	104463855	A	2015年 3月 25日	无	
CN	102521592	A	2012年 6月 27日	无	
CN	104463907	A	2015年 3月 25日	无	
US	2016004929	A1	2016年 1月 7日	US 2016004912 A1	2016年 1月 7日