



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109785277 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 04

(21) 申请号 201811513266.0

(22) 申请日 2018.12.11

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109785277 A

(43) 申请公布日 2019.05.21

(73) 专利权人 南京第五十五所技术开发有限公司

地址 210000 江苏省南京市秦淮区中山东路524号

(72) 发明人 吴松野 宋文

(74) 专利代理机构 南京源古知识产权代理事务所(普通合伙) 32300

专利代理师 郑宜梅

(51) Int. Cl.

G06T 5/50 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106600572 A, 2017.04.26

CN 104200452 A, 2014.12.10

CN 104268847 A, 2015.01.07

WO 2018076732 A1, 2018.05.03

US 2006102843 A1, 2006.05.18

王贝贝等. 基于LLF和RBD检测的红外和可见光图像融合.《计算机工程与应用》.2017, (第17期),

审查员 赵磊

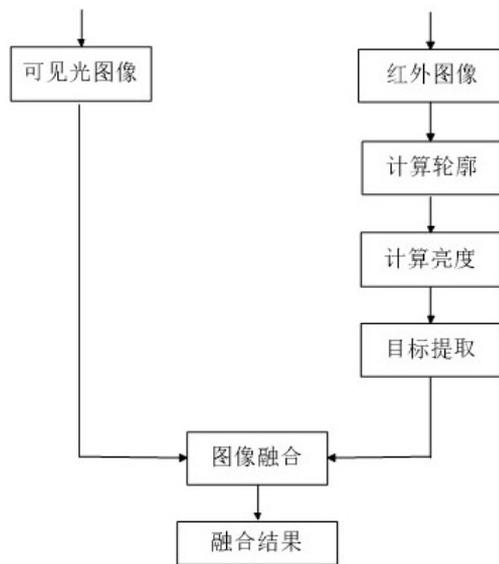
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种实时的红外与可见光图像融合方法

(57) 摘要

本发明特别涉及到一种实时的红外与可见光图像融合方法,包括:一计算红外原图的轮廓记为 $T_1$ ;二提取红外原图 $IR(x, y)$ 的亮度信息的阈值 $T_2$ ;三提取红外原图中的目标得出红外目标图像;根据步骤一与步骤二中分别计算出的红外原图的轮廓的阈值 $T_1$ 、亮度信息的阈值 $T_2$ 提取出完整的红外原图的目标信息 $FIRO(x, y)$ ;所述红外目标为 $IRO(x, y)$ ,将计算出的 $IRO(x, y)$ 进行空洞填充处理,得到最终的红外目标图像 $FIRO(x, y)$ 。本发明公开的一种实时的红外与可见光图像融合方法和装置,具体实施方式采用GPU+ARM来实现,红外目标提取部分的算法以及图像融合利用GPU进行处理,通过图形程序接口OpenGL ES以及GLSL语言进行实施,而图像的填充则是在ARM中用C语言实施,保证算法运行的高实时性。



1. 一种实时的红外与可见光图像融合方法,其特征在於:包括以下步骤:

步骤一:计算红外原图的轮廓;具体过程包括:根据拍摄的红外原图 $IR(x,y)$ ,使用形态学梯度计算所述红外原图的轮廓的权重图 $WC(x,y)$ ;将计算出来红外原图的轮廓的权重图 $WC(x,y)$ 乘以红外原图 $IR(x,y)$ 即可计算出具有轮廓约束的红外原图的显著图 $SC(x,y)$ ;计算出所述显著图 $SC(x,y)$ 的均值作为提取红外原图的轮廓的阈值,记为 $T_1$ ;

步骤二:提取红外原图 $IR(x,y)$ 的亮度信息;具体包括:分别计算出红外原图 $IR(x,y)$ 的亮度的平均值与标准差;并将所述亮度的平均值与所述标准差相加的值定义为红外原图的亮度信息的阈值 $T_2$ ;

步骤三:提取红外原图中的目标得出红外目标图像;根据步骤一与步骤二中分别计算出的红外原图的轮廓的阈值 $T_1$ 、亮度信息的阈值 $T_2$ 提取出完整的红外原图的目标信息 $FIRO(x,y)$ ;具体步骤包括以下:

3.1:所述红外目标为 $IRO(x,y)$ ,则红外目标根据式(1)中即可得:

$$IRO(x,y) = \begin{cases} 1 & IR(x,y) > T_1 \ \& \ SC(x,y) > T_2 \\ 0 & otherwise \end{cases}; \quad (1)$$

3.2:将计算出的 $IRO(x,y)$ 进行孔洞填充处理,得到最终的红外目标图像 $FIRO(x,y)$ ;

步骤四:将计算出的红外目标图像与可见光图像 $LV(x,y)$ 进行图像融合;

则融合图像 $FU(x,y)$ 带入式(2)中可得:

$$FU(x,y) = \begin{cases} IR(x,y) & FIRO(x,y) = 1 \\ LV(x,y) & otherwise \end{cases}; \quad (2)$$

步骤五:输出融合图像。

2. 根据权利要求1所述的一种实时的红外与可见光图像融合方法,其特征在於:步骤一中的红外原图的轮廓的权重图 $WC(x,y)$ 的具体过程为:

将红外原图 $IR(x,y)$ 的膨胀结果减去红外原图 $IR(x,y)$ 的腐蚀结果即可得到红外原图的形态学梯度结果 $MG(x,y)$ ;然后将形态学梯度结果 $MG(x,y)$ 带入公式(3)中进行归一化处理,即为红外原图的轮廓的权重图 $WC(x,y)$ :

$$WC(x,y) = \frac{MG(x,y) - MGmin}{MGmax - MGmin}; \quad (3)$$

公式(3)中 $MGmax$ 表示 $MG(x,y)$ 的最大值, $MGmin$ 表示 $MG(x,y)$ 的最小值。

3. 根据权利要求2所述的一种实时的红外与可见光图像融合方法,其特征在於:所述步骤二中提取亮度信息的阈值 $T_2$ 的具体公式为:

$$T_2 = \text{mean} + \text{scale} \cdot \text{std} \quad (4)$$

其中, $\text{scale}$ 调节目标信息的比例系数,通常取值为1.1;是红外原图的均值,是红外原图的标准差。

4. 根据权利要求1所述的一种实时的红外与可见光图像融合方法,其特征在於:实施方式是采用GPU+ARM来实现;其中步骤一至步骤四中的红外原图的目标提取是输入GPU进行处理的,通过图形程序接口OpenGL ES以及GLSL语言进行实施;所述图像的填充是输入ARM中使用C语言实施的。

## 一种实时的红外与可见光图像融合方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及到数字图像处理领域,特别涉及到一种实时的红外与可见光图像融合方法,并应用于嵌入式设备产品中。

### 背景技术

[0002] 随着光学成像技术以及数字图像处理技术的发展,尤其是红外原图与低照度可见光图像的融合技术的发展,使得图像夜视技术在车载辅助驾驶领域得到很好的应用。红外热成像穿透烟雾能力强,能够全天候工作,尤其在夜间,雨雾等极端环境中也能够探测到有热辐射的目标信息,而可见光成像传感器能够在星光级的环境下捕获到目标的细节信息,因此,根据两种传感器的互补性,将红外与可见光图像通过数字图像融合技术合成在一起,能最大限度的提取夜视环境下的丰富信息,这样的图像能进一步提高驾驶员在复杂夜间路况下的行车安全。

[0003] 红外与可见光图像融合是近年来夜视图像领域研究的热点,现有技术专利号为201410014024.2,发明名称为《一种红外原图与可见光图像的实时融合方法》的专利中,公开了一种红外原图与可见光图像的实时融合方法,该方法应用草帽变换将待融合的红外原图与可见光图像进行融合,得到第一幅融合结果图;应用触发对比运算将待融合的红外原图与可见光图像进行融合,得到第二幅融合结果图;将前述第一幅融合结果图和第二幅融合结果图作为原始数据,应用像素取平均法进行二次图像融合,得到最终的融合结果图。该方法没有说明是否在嵌入式平台下实施的融合算法以及性能量化指标,这点对具有高实时性能要求的车载嵌入式设备相当重要。

### 发明内容

[0004] 1.所要解决的技术问题:

[0005] 本发明的目的是解决上述已有技术的不足,提出一种实时的红外与可见光图像融合方法,该方法能够辅助驾驶员在夜间,雨雾等极端环境下的安全驾驶。实现本方法的设备采用了GPU+AMR架构平台,满足对图像进行实时处理的要求,具备高实时性和稳定性的特点。

[0006] 2.技术方案:

[0007] 一种实时的红外与可见光图像融合方法,其特征在于:包括以下步骤:

[0008] 步骤一:计算红外原图的轮廓;具体过程包括:根据拍摄的红外原图 $IR(x,y)$ ,使用形态学梯度计算所述红外原图的轮廓的权重图 $WC(x,y)$ ;将计算出来红外原图的轮廓的权重图 $WC(x,y)$ 乘以红外原图 $IR(x,y)$ 即可计算出具有轮廓约束的红外原图的显著图 $SC(x,y)$ ;计算出所述显著图 $SC(x,y)$ 的均值作为提取红外原图的轮廓的阈值,记为 $T_1$ 。

[0009] 步骤二:提取红外原图 $IR(x,y)$ 的亮度信息;具体包括:分别计算出红外原图 $IR(x,y)$ 的亮度的平均值与标准差;并将所述亮度的平均值与所述标准差相加的值定义为红外原图的亮度信息的阈值 $T_2$ 。

[0010] 步骤三:提取红外原图中的目标得出红外目标图像;根据步骤一与步骤二中分别计算出的红外原图的轮廓的阈值 $T_1$ 、亮度信息的阈值 $T_2$ 提取出完整的红外原图的目标信息 $IRO(x, y)$ ;具体步骤包括以下:

[0011] 3.1:所述红外目标为 $IRO(x, y)$ ,则红外目标根据式(1)中即可得:

$$[0012] \quad IRO(x, y) = \begin{cases} 1 & IR(x, y) > T_1 \ \& \ SC(x, y) > T_2 \\ 0 & otherwise \end{cases}; \quad (1)$$

[0013] 3.2:将计算出的 $IRO(x, y)$ 进行孔洞填充处理,得到最终的红外目标图像 $FIRO(x, y)$ ;

[0014] 步骤四:将计算出的红外目标图像与可见光图像 $LV(x, y)$ 进行图像融合;

[0015] 则融合图像 $FU(x, y)$ 带入式(2)中可得:

$$[0016] \quad FU(x, y) = \begin{cases} IR(x, y) & FIRO(x, y) = 1 \\ LV(x, y) & otherwise \end{cases}; \quad (2)$$

[0017] 步骤五:输出融合图像。

[0018] 进一步地,步骤一中的红外原图的轮廓的权重图 $WC(x, y)$ 的具体过程为:

[0019] 将红外原图 $IR(x, y)$ 的膨胀结果减去红外原图 $IR(x, y)$ 的腐蚀结果即可得到红外原图的形态学梯度结果 $MG(x, y)$ ;然后将形态学梯度结果 $MG(x, y)$ 带入公式(3)中进行归一化处理,即为红外原图的轮廓的权重图 $WC(x, y)$ :

$$[0020] \quad WC(x, y) = \frac{MG(x, y) - MGmin}{MGmax - MGmin}; \quad (3)$$

[0021] 公式(3)中 $MGmax$ 表示 $MG(x, y)$ 的最大值, $MGmin$ 表示 $MG(x, y)$ 的最小值。

[0022] 进一步地,所述步骤二中提取亮度信息的阈值 $T_2$ 的具体公式为:

$$[0023] \quad T_2 = \text{mean} + \text{scale} \cdot \text{std} \quad (4)$$

[0024] 其中, $\text{scale}$ 调节目标信息的比例系数,通常取值为1.1;是红外原图的均值,是红外原图的标准差。

[0025] 进一步地,实施方式是采用GPU+ARM来实现;其中步骤一至步骤四中的红外原图的目标提取是输入GPU进行处理的,通过图形程序接口OpenGL ES以及GLSL语言进行实施;所述图像的填充是输入ARM中使用C语言实施的。

[0026] 3.有益效果:

[0027] 本发明公开了一种实时的红外与可见光图像融合方法和装置,具体实施方式采用GPU+ARM来实现,红外目标提取部分的算法以及图像融合利用GPU进行处理,通过图形程序接口OpenGL ES以及GLSL语言进行实施,而图像的填充则是在ARM中用C语言实施,保证算法运行的高实时性,在具体实施过程中,针对分辨率为720\*576的图像,每帧的处理时间是30毫秒左右,充分满足实时性要求。

## 附图说明

[0028] 图1是本方法中图像处理的流程图;

[0029] 图2为本发明的具体实施例的红外原图;

[0030] 图3为本发明的具体实施例的可见光原图;

[0031] 图4为本发明的实施例的融合后的结果图。

### 具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本发明进行具体的说明。

[0033] 如附图1所示:一种实时的红外与可见光图像融合方法,其特征在于:包括以下步骤:

[0034] 步骤一:计算红外原图的轮廓;具体过程包括:根据拍摄的红外原图 $IR(x, y)$ ,使用形态学梯度计算所述红外原图的轮廓的权重图 $WC(x, y)$ ;将红外原图 $IR(x, y)$ 的膨胀结果减去红外原图 $IR(x, y)$ 的腐蚀结果即可得到红外原图的形态学梯度结果 $MG(x, y)$ ;然后将形态学梯度结果 $MG(x, y)$ 带入公式(3)中进行归一化处理,即为红外原图的轮廓的权重图 $WC(x, y)$ :

$$[0035] \quad WC(x, y) = \frac{MG(x, y) - MG_{min}}{MG_{max} - MG_{min}}; \quad (3)$$

[0036] 公式(3)中 $MG_{max}$ 表示 $MG(x, y)$ 的最大值, $MG_{min}$ 表示 $MG(x, y)$ 的最小值。

[0037] 将计算出来红外原图的轮廓的权重图 $WC(x, y)$ 乘以红外原图 $IR(x, y)$ 即可计算出具有轮廓约束的红外原图的显著图 $SC(x, y)$ ;计算出所述显著图 $SC(x, y)$ 的均值作为提取红外原图的轮廓的阈值,记为 $T_1$ 。

[0038] 步骤二:提取红外原图 $IR(x, y)$ 的亮度信息;具体包括:分别计算出红外原图 $IR(x, y)$ 的亮度的平均值与标准差;并将所述亮度的平均值与所述标准差相加的值定义为红外原图的亮度信息的阈值 $T_2$ 。所述步骤二中提取亮度信息的阈值 $T_2$ 的具体公式为:

$$[0039] \quad T_2 = \text{mean} + \text{scale} \cdot \text{std} \quad (4)$$

[0040] 其中, $\text{scale}$ 调节目标信息的比例系数,通常取值为1.1;是红外原图的均值,是红外原图的标准差。

[0041] 步骤三:提取红外原图中的目标得出红外目标图像;根据步骤一与步骤二中分别计算出的红外原图的轮廓的阈值 $T_1$ 、亮度信息的阈值 $T_2$ 提取出完整的红外原图的目标信息 $FIRO(x, y)$ ;具体步骤包括以下:

[0042] 3.1:所述红外目标为 $IRO(x, y)$ ,则红外目标根据式(1)中即可得:

$$[0043] \quad IRO(x, y) = \begin{cases} 1 & IR(x, y) > T_1 \ \& \ SC(x, y) > T_2 \\ 0 & otherwise \end{cases}; \quad (1)$$

[0044] 3.2:将计算出的 $IRO(x, y)$ 进行孔洞填充处理,得到最终的红外目标图像 $FIRO(x, y)$ ;

[0045] 步骤四:将计算出的红外目标图像与可见光图像 $LV(x, y)$ 进行图像融合;

[0046] 则融合图像 $FU(x, y)$ 带入式(2)中可得:

$$[0047] \quad FU(x, y) = \begin{cases} IR(x, y) & FIRO(x, y) = 1 \\ LV(x, y) & otherwise \end{cases}; \quad (2)$$

[0048] 步骤五:输出融合图像。

[0049] 一种实时的红外与可见光图像融合方法,其具体实施方式是采用GPU+ARM来实现;其中步骤一至步骤四中的红外原图的目标提取是输入GPU进行处理的,通过图形程序接口

OpenGL ES以及GLSL语言进行实施;所述图像的填充是输入ARM中使用C语言实施的。

[0050] 附图2、3、4为使用本发明进行处理图片的具体实施例的红外原图、可见光图以及使用本方法融合后的结果图。

[0051] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但它们并不是用来限定本发明的,任何熟习此技艺者,在不脱离本发明之精神和范围内,自当可作各种变化或润饰,因此本发明的保护范围应当以本申请的权利要求保护范围所界定的为准。

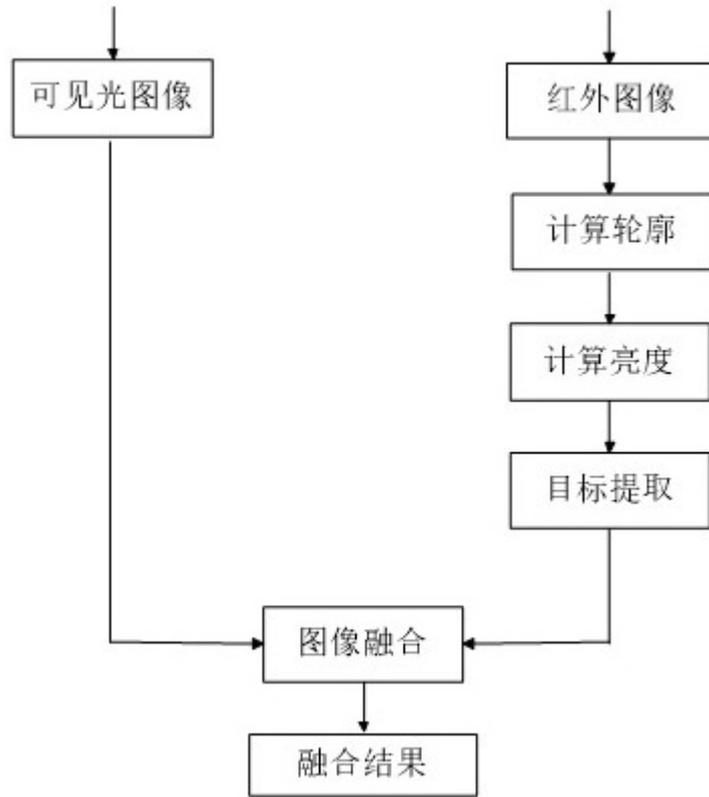


图 1



图 2



图 3



图 4