



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110390657 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 201810358534.X

(22) 申请日 2018.04.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110390657 A

(43) 申请公布日 2019.10.29

(73) 专利权人 北京中科晶上超媒体信息技术有限公司  
地址 100190 北京市顺义区顺强路1号1号楼2层

(72) 发明人 刘畅 陈慧慧 韩雪 周一青 石晶林

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280  
代理人 王勇 李科

(51) Int. Cl.  
G06T 5/50 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 105608716 A, 2016.05.25

CN 105096287 A, 2015.11.25

CN 101472162 A, 2009.07.01

CN 101770649 A, 2010.07.07

CN 102903093 A, 2013.01.30

CN 101945223 A, 2011.01.12

CN 102663766 A, 2012.09.12

CN 104717574 A, 2015.06.17

CN 106056537 A, 2016.10.26

CN 106846241 A, 2017.06.13

CN 106530265 A, 2017.03.22

张满满. 基于泊松图像编辑方法的图像无缝拼合技术研究.《广东技术师范学院学报》.2015, (第5期), 第59-62页.

谔明. 图像融合与修复处理关键技术研究.《中国博士学位论文全文数据库信息科技辑》.2018, (第1期), I138-80.

Patrick Pérez 等. Poisson image editing.《ACM Transactions on Graphics》.2003, 第22卷 (第3期), 第313-318页.

审查员 曹宁

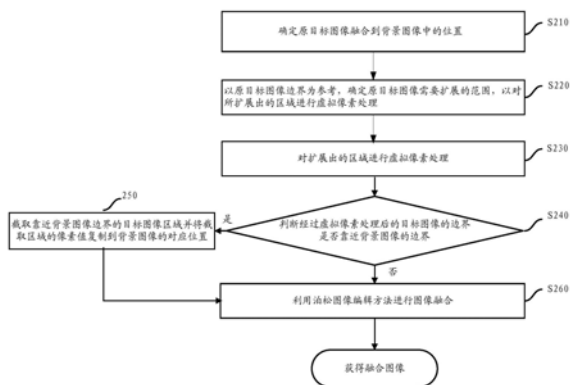
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种图像融合方法

(57) 摘要

本发明提供了一种图像融合方法。该方法包括：以待融合的原目标图像边界为参考，确定所述原目标图像边界需扩展的范围；对所扩展的范围进行虚拟像素处理，以获得经过虚拟像素处理之后的目标图像；将所述虚拟像素处理之后的目标图像与背景图像利用泊松图像编辑进行融合。本发明的图像融合方法消除了图像融合后目标图像过渡不自然以及目标图像边界处出现模糊的问题，从而最终获得理想的图像融合效果。



1. 一种图像融合方法,包括以下步骤:

步骤1:以待融合的原目标图像边界为参考,确定所述原目标图像边界需扩展的范围;

步骤2:对所扩展的范围进行虚拟像素处理,以获得经过虚拟像素处理之后的目标图像;

步骤3:将所述虚拟像素处理之后的目标图像与背景图像利用泊松图像编辑进行融合;

其中,根据以下步骤确定所述原目标图像边界需扩展的范围:

步骤21:将所述背景图像并行划分为n个子块,其中,n为大于等于1的整数;

步骤22:利用接收到的所述原目标图像的M帧图像,确定每个子块进行虚拟像素处理的次数阈值,分别标记为 $T_1, T_2, \dots, T_n$ ,其中,M为大于等于1的整数;

步骤23:对于接收到所述原目标图像的后续帧,利用所确定的每个子块进行虚拟像素处理的次数阈值计算所述原目标图像进行虚拟像素处理的范围阈值T。

2. 根据权利要求1所述的图像融合方法,其中,在步骤22中,对于接收到的所述原目标图像的M帧图像,针对所划分的背景图像的一个子块 $b_k$ ,执行以下子步骤:

步骤221:利用迭代方法通过优化目标函数确定所述原目标图像的边界每次出现在该子块 $b_k$ 时进行虚拟像素处理的次数,分别记为 $C_1, C_2, \dots, C_m$ ,所述目标函数表示为:

$$\overline{Q(k)}_{\min} = |Q_i - Q_0|$$

其中, $Q_i$ 是第i次虚拟像素处理之后目标图像边界的平均像素值, $Q_0$ 表示未经虚拟像素处理的原目标图像边界上的平均像素值, $Q_i$ 表示为 $Q_i = \frac{\sum_{p \in \Omega} |f_t(p) - f_s(p)|}{\text{边界像素点总数}}$ , $\Omega$ 是该子块k中第i次

虚拟像素处理之后目标图像的边界,p是边界上的像素点, $f_t(p)$ 为p在背景图像中的颜色值, $f_s(p)$ 为p在目标图像中的颜色值;

步骤222:根据获得的 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 利用加权平均法确定该子块 $b_k$ 进行虚拟像素处理的次数阈值 $T_k$ ,k取值为1至n。

3. 根据权利要求1所述的图像融合方法,其中,在步骤23中,对于接收到所述原目标图像的后续帧,根据以下子步骤确定所述原目标图像进行虚拟像素处理的范围阈值T:

步骤231:判断后续帧中所述原目标图像的边界位于所述背景图像的子块编号;

步骤232:获取所述背景图像的子块编号对应的虚拟像素处理的次数阈值并将其中的最大值作为对所述原目标图像进行虚拟像素处理的范围阈值T。

4. 根据权利要求1所述的图像融合方法,其中,M的取值范围为1000至2000帧。

5. 根据权利要求1至3任一项所述的图像融合方法,其中,步骤3包括:

步骤31:当所述虚拟像素处理之后的目标图像边界与所述背景图像边界的距离小于距离阈值时,从所述虚拟像素处理之后的目标图像截取预定区域的像素值;

步骤32:将所截取区域的像素值复制到所述背景图像的对应位置之后,再利用泊松图像编辑进行融合。

6. 根据权利要求5所述的图像融合方法,其中,所述距离阈值为1至10个像素距离。

7. 根据权利要求1至3任一项所述的图像融合方法,其中,所述原目标图像边界为包围所述原目标图像的最小外接矩形。

8. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其中,该程序被处理器执行时实

现根据权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

9. 一种计算机设备,包括存储器和处理器,在所述存储器上存储有能够在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

## 一种图像融合方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及一种图像融合方法。

### 背景技术

[0002] 图像融合是通过一种特定方法将两幅或多幅图像合成为一幅新图像,其基本思想是采用一定的方法,将工作于不同波长范围、具有不同成像机理的各种图像传感器对同一个场景成像的多个图像的信息融合为一个新的图像,从而使融合的图像具有更高的可信度、较少的模糊、更好的可理解性,或者更适合人的视觉或者计算机检测、分类、识别、理解等。图像融合技术在遥感图像处理、计算机视觉、智能机器人、军事监控、医学扫描成像等领域得到了广泛的应用。

[0003] 图像融合的原理是通过将源图像中一个目标物体或者一个目标区域嵌入到背景图像生成一个新的图像,以实现目标图像和背景图像之间的平滑过渡和无缝融合,从而提高融合过渡带的视觉效果。目前,图像融合方法主要包括加权平均法、多分辨率法以及基于梯度域的融合法等。加权平均法,又称为羽化法,该方法简单、计算速度快,其缺点是融合效果不佳,很难消除运动对目标所产生的鬼影效应;多分辨率法的原理是将图像分解成一系列具有不同分辨率的子带图像,在不同子带内使用不同大小的过渡区域进行融合,然后使用重构算法合成出原分辨率下重叠区域的图像,但该方法需经过多次滤波,且计算量大,易造成信号减弱,从而导致图像模糊;基于梯度域的融合方法实质是通过求解一个泊松方程实现将源图像的梯度迁移至目标图像,同时确保边界处无缝融合以及调整亮度偏差来获得最后的融合图像。梯度反映了图像局部亮度变化最显著的部分,这种方法更适用于人类视觉系统对图像亮度变化非常敏感的特点。

[0004] 目前,应用较广泛的技术是将一些新技术运用到基于梯度域的图像融合中。例如,泊松图像编辑是最热门的研究方向之一。泊松图像编辑是由Perez等人提出的基于泊松方程的图像编辑方法,该方法利用图像梯度场对待融合区域进行引导插值,将图像融合问题归结为求解待合成区域的梯度场与目标图像指导梯度场的差值最小化问题,并利用Poisson方程求解这一变分问题,该方法取得了良好的图像融合效果。

[0005] 然而,在现有技术中,在利用泊松图像编辑方法进行目标图像和背景图像的融合时,至少存在两个方面的问题:1)当将目标图像融入到背景图像中时,目标图像的边界处会出现模糊的现象;2)当将目标图像融入到靠近背景图像的边界处时,边界区域视觉效果不理想,会出现模糊现象,并且当目标图像的色彩与背景图像差异较大时,泊松图像编辑的方法通常无法保证目标图像的原色色彩。

[0006] 因此,需要对现有技术进行改进,提高融合图像的质量,以适应人们对图像融合的方式和质量越来越高的要求。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺陷,提供一种图像融合方法,以改善图

像融合后的显示效果。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种图像融合方法。该方法包括以下步骤:

[0009] 步骤1:以待融合的原目标图像边界为参考,确定所述原目标图像边界需扩展的范围;

[0010] 步骤2:对所扩展的范围进行虚拟像素处理,以获得经过虚拟像素处理之后的目标图像;

[0011] 步骤3:将所述虚拟像素处理之后的目标图像与背景图像利用泊松图像编辑进行融合。

[0012] 在一个实施例中,根据以下步骤确定所述原目标图像边界需扩展的范围:

[0013] 步骤21:将所述背景图像并行划分为n个子块,其中,n为大于等于1的整数;

[0014] 步骤22:利用接收到的所述原目标图像的M帧图像,确定每个子块进行虚拟像素处理的次数阈值,分别标记为 $T_1, T_2, \dots, T_n$ ,其中,M为大于等于1的整数;

[0015] 步骤23:对于接收到所述原目标图像的后续帧,利用所确定的每个子块进行虚拟像素处理的次数阈值计算所述原目标图像进行虚拟像素处理的范围阈值T。

[0016] 在一个实施例中,在步骤22中,对于接收到的所述原目标图像的M帧图像,针对所划分的背景图像的一个子块 $b_k$ ,执行以下子步骤:

[0017] 步骤221:利用迭代方法通过优化目标函数确定所述原目标图像的边界每次出现在该子块 $b_k$ 时进行虚拟像素处理的次数,分别记为 $C_1, C_2, \dots, C_m$ ,所述目标函数表示为:

$$[0018] \quad \overline{Q(k)}_{\min} = |Q_i - Q_0|$$

[0019] 其中, $Q_i$ 是第i次虚拟像素处理之后目标图像边界的平均像素值, $Q_0$ 表示未经虚拟像素处理的原目标图像边界上的平均像素值, $Q_i$ 表示为 $Q_i = \frac{\sum_{p \in \Omega} |f_t(p) - f_s(p)|}{\text{边界像素点总数}}$ , $\Omega$ 是该子块 $b_k$ 中

第i次虚拟像素处理之后目标图像的边界,p是边界上的像素点, $f_t(p)$ 为p在背景图像中的颜色值, $f_s(p)$ 为p在目标图像中的颜色值;

[0020] 步骤222:根据获得的 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 利用加权平均法确定该子块 $b_k$ 进行虚拟像素处理的次数阈值 $T_k$ ,k取值为1至n。

[0021] 在一个实施例中,在步骤23中,对于接收到所述原目标图像的后续帧,根据以下子步骤确定所述原目标图像进行虚拟像素处理的范围阈值T:

[0022] 步骤231:判断后续帧中所述原目标图像的边界位于所述背景图像的子块编号;

[0023] 步骤232:获取所述背景图像的子块编号对应的虚拟像素处理的次数阈值并将其中的最大值作为对所述原目标图像进行虚拟像素处理的范围阈值T。

[0024] 在一个实施例中,M的取值范围为1000至2000帧。

[0025] 在一个实施例中,步骤3包括:

[0026] 步骤31:当所述虚拟像素处理之后的目标图像边界与所述背景图像边界的距离小于距离阈值时,从所述虚拟像素处理之后的目标图像截取预定区域的像素值;

[0027] 步骤32:将所截取区域的像素值复制到所述背景图像的对应位置之后,再利用泊松图像编辑进行融合。

[0028] 在一个实施例中,所述距离阈值为1至10个像素距离。

[0029] 在一个实施例中,所述原目标图像边界为包围所述原目标图像的最小外接矩形。

[0030] 与现有技术相比,本发明的优点在于:通过对待融合的原目标图像的边界进行虚拟像素处理,使在图像融合之后,目标图像的边界处不会出现模糊的现象;在目标图像边界与背景图像的边界靠近的情况下,通过将目标图像适当区域的像素值复制到背景图像的对应位置,消除了图像融合后目标图像过渡不自然以及目标图像边界处出现模糊的问题,从而最终获得理想的图像融合效果。

### 附图说明

[0031] 以下附图仅对本发明作示意性的说明和解释,并不用于限定本发明的范围,其中:

[0032] 图1(a)至图1(b)示出了图像融合过程的示意图;

[0033] 图2示出了根据本发明一个实施例的图像融合方法的流程图;

[0034] 图3示出了根据本发明一个实施例的对原目标图像进行虚拟像素处理的示意图;

[0035] 图4示出了根据本发明一个实施例的泊松图像融合的示意图;

[0036] 图5示出了根据本发明一个实施例的基于自学习方法确定虚拟像素处理范围的流程图;

[0037] 图6(a)示意了对原目标图像未进行虚拟像素处理时泊松图像融合的效果图;

[0038] 图6(b)示意了对原目标图像经过虚拟像素处理后泊松图像融合的效果图;

[0039] 图6(c)示意了对原目标图像同时进行虚拟像素处理和边界处理后的泊松图像融合的效果图。

### 具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案、设计方法及优点更加清楚明了,以下结合附图通过具体实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。下文将以泊松图像编辑为例介绍本发明的图像融合的原理和优选的实施例。

[0041] 图像融合是将源图像中的一个目标图像嵌入到背景图像以生成一个新的图像。例如,应用于视频监控摄像头中的图像融合的基本过程是:首先,在同一场景下发送端分别采集一帧无目标的背景图像和目标存在的背景图像,将采集的无目标的背景图像与目标存在的图像通过背景差分法等预处理过程获得包围目标图像的最小外接矩形;将处理的结果(即包围目标图像的最小外接矩形中的目标图像)传输到接收端;接收端将实时传输来的目标图像和背景图像进行融合。参见图1所示,其中,图1(a)示意了无目标的背景图像S,图1(b)示意了将目标图像嵌入到背景图像之后的示意图,区域I是图像融合后的区域。在实际应用中,目标图像通常是运动的对象,例如人或车辆等,背景图像通常为静止的对象,例如,道路、建筑物等。相对于将包含目标的背景图像同时实时地传输到接收端,上述利用图像融合过程来显示视频监控的方法能够节省传输流量和节约带宽。在本文的描述中,将最小外接矩形为边界确定的目标图像区域称为原目标图像。

[0042] 图2示出了根据本发明一个实施例的图像融合方法的流程图。简言之,该图像融合方法包括:将原目标图像的边界向四周扩展,对所扩展出的区域进行虚拟化像素处理,以获得经过虚拟像素处理之后的目标图像;将进行虚拟像素处理之后的目标图像利用泊松图像

编辑的方法融合到背景图像,获得融合结果。可选地,在进行泊松图像融合之前,如果判断为进行虚拟像素处理之后的目标图像的边界靠近背景图像的边界,则截取靠近背景图像边界的目标图像区域并将截取区域的像素值复制到背景图像的对应位置,然后再执行泊松图像融合。

[0043] 具体地,本发明的图像融合方法包括以下步骤:

[0044] 步骤S210,确定原目标图像融合到背景图像中的位置。

[0045] 在此步骤中,获取目标图像、背景图像并确定目标图像融合到背景图像中的位置坐标,可获得的信息包括背景图像的像素值、目标图像的像素值以及目标图像、背景图像的位置等。该步骤可利用现有技术实现,例如,利用背景差分法提取目标图像,即从视频图像序列中将当前帧的图像与预先设定的背景图像做差分,则可得到原目标图像的位置和大小等信息。

[0046] 步骤S220,以原目标图像边界为参考,确定原目标图像需要扩展的范围,以对所扩展出的区域进行虚拟像素处理。

[0047] 原目标图像的边界是指包含原目标图像的最小外接图形,其中最小外接图形可以是 最小外接矩形、最小外接圆形或者根据目标图像的形状而确定的不规则形状的最小外接图形,在本发明中,以优选的最小外接矩形为例进行阐述。

[0048] 所扩展出的区域,是指将原目标图像的边界向四周扩展,以获得边界范围大于原目标图像的新的目标图像,并对所扩展的区域进行虚拟像素处理。参见图3的示意,其中,内圈的矩形表示原目标图像的边界,灰色区域表示扩展出的范围(即需要进行虚拟像素处理的范围),外圈的矩形表示经过虚拟像素处理之后的目标图像的边界。

[0049] 在一个实施例中,可采用像素值来表示原目标图像需要扩展的范围,例如,以原目标图像的边界为参考,向四周扩展预定阈值(如5-10个像素距离)的范围。

[0050] 在一个优选实施例中,通过初始化与自学习方法(在本文中也简称为自学习方法)确定原目标图像需要进行虚拟像素处理的次数,从而确定需要进行虚拟像素处理的范围。简言之,自学习方法是:对接收到的前M帧目标图像通过初始化与自学习的方法确定需要进行虚拟像素处理的次数;然后,对于后续帧的目标图像利用学习获得的值进行虚拟像素处理。自学习方法的详细过程将在下文进行介绍。

[0051] 步骤S230,对扩展出的区域进行虚拟像素处理。

[0052] 在此步骤中,对所扩展出的区域进行虚拟像素处理,以获得经过虚拟像素处理之后的目标图像,在本文中,该过程也称为对原目标图像进行虚拟像素处理。

[0053] 本专利中虚拟像素处理指的是在原来目标图像边界的基础上向周围扩展,如前M帧基于初始化方法中,在原来目标图像的基础上进行虚拟像素处理一次,则原来目标图像的边界向周围扩展了一个像素距离;在后续帧(M帧之后)基于自学习方法中,只需进行一次虚拟像素处理,其处理范围阈值T个像素,则原来目标图像的边界直接向周围扩展了阈值T个像素距离,变成了一个新的目标图像。虚拟像素处理的结果是目标图像的区域扩大了。

[0054] 步骤S240,判断经过虚拟像素处理后的目标图像的边界是否靠近背景图像的边界。

[0055] 在经过虚拟像素处理之后,可选的,还包括进一步判断虚拟像素处理之后的目标图像的边界(即扩展的边界)与背景图像边界的相对位置,如果虚拟像素处理之后的目标图

像的边界距离靠近背景图像的边界,执行步骤S250,否则,对进行虚拟像素处理之后的目标图像直接进行泊松融合操作,即执行步骤S260。

[0056] 在一个实施例中,利用预定的像素阈值来判断经过虚拟像素处理之后的目标图像是否与背景图像的边界靠近,例如,当虚拟像素处理之后的目标图像边界与背景图像的边界相距1至10行像素点时,视为与背景图像靠近,优选地,当相距1-6行像素点时判断为靠近。

[0057] 步骤S250,截取靠近背景图像边界的目标图像区域并将截取区域的像素值复制到背景图像的对应位置。

[0058] 当判断为经过虚拟像素处理之后的目标图像边界与背景图像边界靠近的情况下,从经过虚拟像素处理之后的目标图像区域中截取靠近背景图像边界处的几行矩阵像素值(例如,6行像素值),然后将截取的区域直接复制到背景图像中的对应位置处。通过这种方式,能够消除泊松融合后目标图像过渡不自然以及边界处出现模糊的现象,从而获得理想的融合效果。

[0059] 步骤S260,利用泊松图像编辑方法进行图像融合。

[0060] 利用泊松图像编辑的方法将经过虚拟像素处理后的目标图像与背景图像进行图像融合。

[0061] 泊松图像编辑的思想是在确保边界(背景图像的边界)不变的情况下,用一组特定的梯度变化图作为引导,求融合部分的图像,使得融合区域的梯度变化趋势最为接近源图像(本申请中用虚拟像素处理后的目标图像表示源图像)对应像素的变化趋势。本申请通过上述的虚拟像素处理的过程消除了图像融合时的拼接痕迹,实现了无缝融合的视觉效果。

[0062] 具体地,结合图4所示,泊松图像编辑的原理是引入梯度向量场 $V$ ,使得梯度场与目标梯度场之间的差值最小化,以此来求解未知标量 $f$ ,即:

$$\begin{aligned} \min \int_{\Omega} |\nabla f - V|^2 \\ f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega} \end{aligned} \quad (1)$$

[0064] 其中, $\Omega$ 为背景图像上的封闭子集,即融合区域, $\partial\Omega$ 是融合区域 $\Omega$ 的边缘部分, $\nabla f$ 表示 $f$ 的一阶梯度(也就是待求图像的梯度), $f$ 为融合图像(即待求图像区域)在 $\Omega$ 内部的像素值(其是未知标量函数), $f^*$ 为在融合图像 $\Omega$ 外部的像素值,其是定义在 $\Omega$ 边界 $\partial\Omega$ 上的

已知标量函数, $\nabla = \left[ \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right]$ 为梯度算子, $(x, y)$ 为图像像素点坐标, $g$ 为目标图像, $V$ 为目标图像(即图4中的图像 $g$ )的指导场。

[0065] 公式(1)的解向量可以用带有Dirichlet边界条件(狄利克雷边界条件)的泊松方程来表示,如下式:

$$\Delta f = \text{div}V, f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega} \quad (2)$$

[0067] 其中, $V$ 为目标图像的指导场, $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ 为拉普拉斯算子, $\text{div}$ (也就是 $\nabla$ )表示 $V$



的梯度,即 $\nabla g$ 的梯度( $g$ 是目标图像), $divV = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$ , ( $u, v$ ) 分别表示目标图像在 $x, y$ 方向的梯度场。且在RGB三个颜色通道上分别使用公式(2)求解。

[0068] 对公式(1)进行有限微分离散化,令 $f_p$ 为函数 $f$ 在像素 $p$ 点的取值,则目标就是求解 $f|_{\Omega} = \{f_p, p \in \Omega\}$ 。公式(1)的最优解满足以下方程(3):

$$[0069] \quad |N_p| f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p \cap \partial \Omega} f_q^* + \sum_{q \in N_p} V_{pq} \quad (3)$$

[0070] 其中, $|N_p|$ 为像素点 $p$ 的四联通集合 $N_p$ 中所包含的元素个数, $|N_p| \in [1, 4]$ , $\langle p, q \rangle$ 代表一对像素对,且 $q \in N_p$ , $V_{pq} = V\left(\frac{p+q}{2}\right)_{pq}$ 是 $V\left(\frac{p+q}{2}\right)$ 在有向边 $[p, q]$ 的投影值。

[0071] 公式(3)是一个线性方程,对公式(3)求解即可得出 $\Omega$ 内的像素值,也即融合后的图像。在求解时,例如,可运用超松弛Gauss-Seidel迭代法或多重网格法求解 $f_p$ , $f_p$ 即为融合后 $p$ 点的像素值,该求解过程属于现有技术,在此不再赘述。

[0072] 需要再次强调的是,在步骤S260执行泊松融合操作过程中,涉及的目标图像指的是经过本发明的虚拟像素处理之后的目标图像;在包含步骤S240和步骤S250的情况下,泊松图像融合涉及的背景图像指的是将经过步骤S250处理之后获得的背景图像。

[0073] 下文将描述通过初始化与自学习方法确定原目标图像需要进行虚拟像素处理范围的过程,以对背景图像进行分块,初始化阶段进行虚拟像素处理时每次处理一个像素为例进行说明。

[0074] 参见图5示出的根据本发明的一个实施例的基于初始化与自学习方法确定虚拟像素处理范围的方法,简言之,该方法包括:将同一场景下采集的背景图像分为多个子块;对每个子块中的原目标图像边界进行初始化,以统计出 $M$ 帧原目标图像边界所在的各个子块需要进行虚拟像素处理的学习值 $C$ ;通过对各子块每次的学习值进行加权平均得出各子块的固定阈值 $T_k$ ,在 $M$ 帧之后,当再次接收后续帧的目标图像时,直接分析该后续帧目标图像的边界分布在背景图像的哪些子块中,利用这些子块自学习获得的历史记录的阈值 $T_k$ 确定需要对原目标图像进行虚拟像素处理的范围。

[0075] 具体地,图5的实施例包括以下步骤:

[0076] 步骤S510,将背景图像并行分为 $n$ 个子块。

[0077] 将同一场景下采集的背景图像分为多个子块,标记为 $b_1, b_2, \dots, b_n$ ,例如,可根据背景图像的尺寸或对融合图像的质量要求来确定所划分的子块数量 $n$ ,理论上 $n$ 可取大于等于1的任意整数, $n$ 等于1即对背景图像不进行分块, $n$ 的取值越大,自学习获得的阈值越精确,则融合图像的质量也越高。

[0078] 步骤S520,对于前 $M$ 帧的原目标图像,通过自学习方法计算位于每个子块中的原目标图像进行虚拟像素处理的学习值 $C$ 。

[0079] 在此步骤中,理论上 $M$ 可取大于等于1的任意整数, $M$ 取值越大,则自学习的结果越精确,但自学习的速度将降低,在一个优选实施例中,为了平衡自学习的精确度和学习速度,将 $M$ 设置为1000-2000帧。

[0080] 具体地,步骤S520包括以下子步骤:

[0081] 步骤S521,初始化阶段

[0082] 以背景图像的子块 $b_1$ 为例,对于前M帧,当原目标图像边界第一次出现在子块 $b_1$ 中,对 $b_1$ 中原目标图像边界上的各像素点依次向相邻像素点所在的边界延伸,每延伸一次(例如,一个像素点),记为进行虚拟像素处理一次,并计算出虚拟像素处理前以及每次虚拟像素处理后所在边界上各像素点的平均像素值,公式表示如下:

$$[0083] \quad Q_i = \frac{\sum_{p \in \Omega} |f_t(p) - f_s(p)|}{\text{边界像素点总数}} \quad (i=1, 2, 3, \dots, 20) \quad (4)$$

[0084] 其中, $Q_i$ 表示第i次虚拟像素处理之后目标图像边界的平均像素值, $\Omega$ 表示子块中当前(即第i次虚拟像素处理之后)目标图像的边界, $p$ 表示第i次虚拟像素处理之后边界上的像素点, $f_t(p)$ 表示 $p$ 在背景图像中的颜色值, $f_s(p)$ 表示 $p$ 在目标图像中的颜色值, $i$ 表示原目标图像向周围进行虚拟像素处理的次数,可取大于等于1的任意整数,在此实施例中,以 $i=20$ 为例进行说明。

[0085] 为了消除融合后目标图像边界模糊的现象,减少边界处颜色的变化,对于子块 $b_1$ 需满足虚拟像素处理前与经过第i次虚拟像素处理后边界上的平均像素值的绝对差值最小化,即:

$$[0086] \quad \overline{Q(i)}_{\min} = |Q_i - Q_0| \quad (5)$$

[0087] 其中, $Q_0$ 表示未经虚拟像素处理的原目标图像边界上的平均像素值, $Q_i$ 表示第i次虚拟像素处理后边界上的平均像素值。

[0088] 应理解的是,在此实施例中,尽管以子块 $b_1$ 为例进行说明,当对于所划分的背景图像的任一子块 $b_k$ (即 $k$ 取值为1至 $n$ ),都需执行类似的处理,该过程同样适用。

[0089] 步骤S522,迭代优化过程

[0090] i)、将子块 $b_1$ 中未经虚拟像素处理的边界作为初始边界,将该边界以及对应位置背景图像上的各点像素值代入公式(4),计算此时边界上的平均像素值 $Q_0$ 。

[0091] ii)、由当前边界延伸到相邻像素点所在的边界,即进行虚拟像素处理一次,在初始化阶段虚拟像素处理一次表示原目标图像向周围扩展了一个像素距离,将处理后的边界以及对应位置背景图像上的各点像素值代入公式(4),计算此时边界上的平均像素值 $Q_1$ 。

[0092] iii)、将步骤i、步骤ii中求得的结果代入上式(5)中,并将结果记录为 $\overline{Q_1}$ 。

[0093] iv)、返回步骤ii、步骤iii,找出20次迭代过程中 $\overline{Q_1}$ 的最小值,并记录此时的 $i$ 值,即在初始边界的基础上向周围扩展 $i$ 个像素距离,才能满足融合后目标图像边界周围模糊消失,将此时的 $i$ 设置为学习值 $C_1$ 。

[0094] 步骤S523,自学习阶段

[0095] 对于前M帧目标图像,当接收到其他帧的目标图像的边界第2次、第3次……第 $m$ 次独立地出现在子块 $b_1$ 时,按照上述步骤S522的过程实时更新得到各次的学习值,分别记为 $C_2$ 、 $C_3$ 、……、 $C_m$ 。

[0096] 接下来,基于得到的学习值确定子块 $b_1$ 需要进行虚拟像素处理的范围阈值 $T_1$ 。例如,可通过加权平均法对 $m$ 次迭代得到的各学习值进行计算,得到阈值 $T_1$ ,若 $T_1$ 为小数,则向上取整。 $T_1$ 即为M帧视频图像中任何一帧边界在 $b_1$ 子块中的目标图像与背景图像泊松融合时,为了使目标图像边界模糊恰好消失需要对初始边界向周围进行虚拟像素处理的范围区

域。

[0097] 类似地,按照上述方法计算出接收到的前M帧目标图像的边界分别出现在子块 $b_2$ 、子块 $b_3$ ……子块 $b_n$ 中的阈值 $T_2$ 、 $T_3$ …… $T_n$ ,其中,每帧目标图像的边界出现在各子块中的次数是相互独立的,若子块中一直没有出现目标图像的边界,则将此子块中的阈值设置为0。

[0098] 为进一步理解上述自学习过程,以将背景图像分成25个子块为例,即 $n=25$ ,并对各子块的阈值标记如下。

[0099]

$T_1$	$T_6$	$T_{11}$	$T_{16}$	$T_{21}$
$T_2$	$T_7$	$T_{12}$	$T_{17}$	$T_{22}$
$T_3$	$T_8$	$T_{13}$	$T_{18}$	$T_{23}$
$T_4$	$T_9$	$T_{14}$	$T_{19}$	$T_{24}$
$T_5$	$T_{10}$	$T_{15}$	$T_{20}$	$T_{25}$

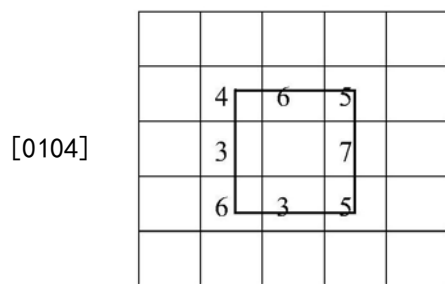
[0100] 经过初始化和自学习阶段后获得该背景图像中各子块对应的阈值 $T_k$ 假设阈值 $T_k$ 如下所示:

[0101]

5	7	8	0	5
4	4	6	5	4
6	3	5	7	8
5	6	3	5	6
3	5	5	6	7

[0102] 步骤S530,根据自学习获得值确定后续帧目标图像需要进行虚拟像素处理的范围。

[0103] 在对前M帧的目标图像的初始化与自学习过程之后,获得了每个子块的虚拟像素处理的阈值 $T_k$ ,当接收到后续帧时,直接分析该帧中原目标图像的边界分布在背景图像的哪些子块中,记录下这些子块中获得的历史记录 $T_k$ ,并在各个值 $T_k$ 中找出最大值记为T,如下所示,矩形框表示包围目标图像的最小矩形,该目标图像的边界分布在 $T_7$ 、 $T_8$ 、 $T_9$ 、 $T_{12}$ 、 $T_{14}$ 、 $T_{17}$ 、 $T_{18}$ 、 $T_{19}$ 子块中,对应的阈值 $T_k$ 分别为4、3、6、6、3、5、7、5,这些值中的最大值T为7,则在最小外接矩形的基础上向四周进行虚拟像素处理7个像素的范围距离(即在最小外接矩形的基础上直接向四周扩展7个像素距离),也就是说,对于后续帧,将原目标图像边界向四周进行虚拟像素处理T个像素的范围距离,以获得经过虚拟像素处理之后的目标图像。



[0105] 需要说明的是:在本发明的初始化与自学习的实施例中,包括将原目标图像的帧数与M进行比较,当原目标图像的帧数小于等于M时,通过执行步骤S521和S522进行虚拟像素处理,每次处理一个像素的距离;当原目标图像的帧数大于M时,根据自学习获得的虚拟像素处理的范围区域进行虚拟像素处理,例如,如果获得的范围区域T是7个像素时,则以原

目标图像边界为参考,向四周扩展7个像素,此时,一次虚拟像素处理以7个像素范围为单位,通过这种方式能够提高后续帧的虚拟像素处理的效率。

[0106] 与现有技术相比,本发明通过对原目标图像进行虚拟像素处理以及根据虚拟像素处理之后的目标图像与背景图像的边界靠近时进一步改进,能够显著地改善融合图像的效果。参见图6(a)至图6(c),图6(a)示意了对原目标图像未进行虚拟像素处理时泊松图像融合的效果图,图6(b)示意了对原目标图像经过虚拟像素处理后的泊松图像融合的效果图,图6(c)示意了对原目标图像同时进行虚拟像素处理和边界处理后的泊松图像融合的效果图,其中,人体是目标图像,可见,对于没有采用本发明的方法进行泊松融合图像图6(a)中,目标图像的边界,例如,头部和腿部区域存在模糊现象,在采用本发明的虚拟像素处理之后的融合图像的图6(b),头部区域的模糊现象基本消失,而靠近背景图像的边界的腿部区域还存在一定的模糊现象,而当进一步采用本发明的对目标图像的边界进一步改进之后(参见图6(c)所示),该腿部区域的模糊现象也几乎消失,从而将目标图像融合到背景图像时呈现了很自然的过度,而没有出现模糊现象。

[0107] 需要说明的是,虽然上文按照特定顺序描述了各个步骤,但是并不意味着必须按照上述特定顺序来执行各个步骤,实际上,这些步骤中的一些可以并发执行,甚至改变顺序,只要能够实现所需要的功能即可。

[0108] 本发明可以是系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质,其上载有用于使处理器实现本发明的各个方面的计算机可读程序指令。

[0109] 计算机可读存储介质可以是保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以包括但不限于电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式压缩盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。

[0110] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。



图1 (a)

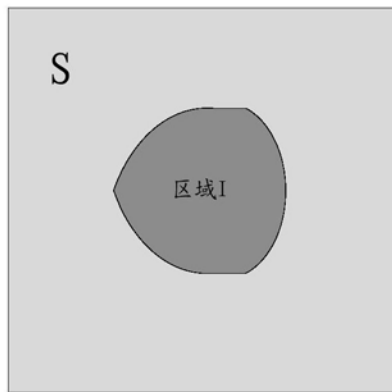


图1 (b)

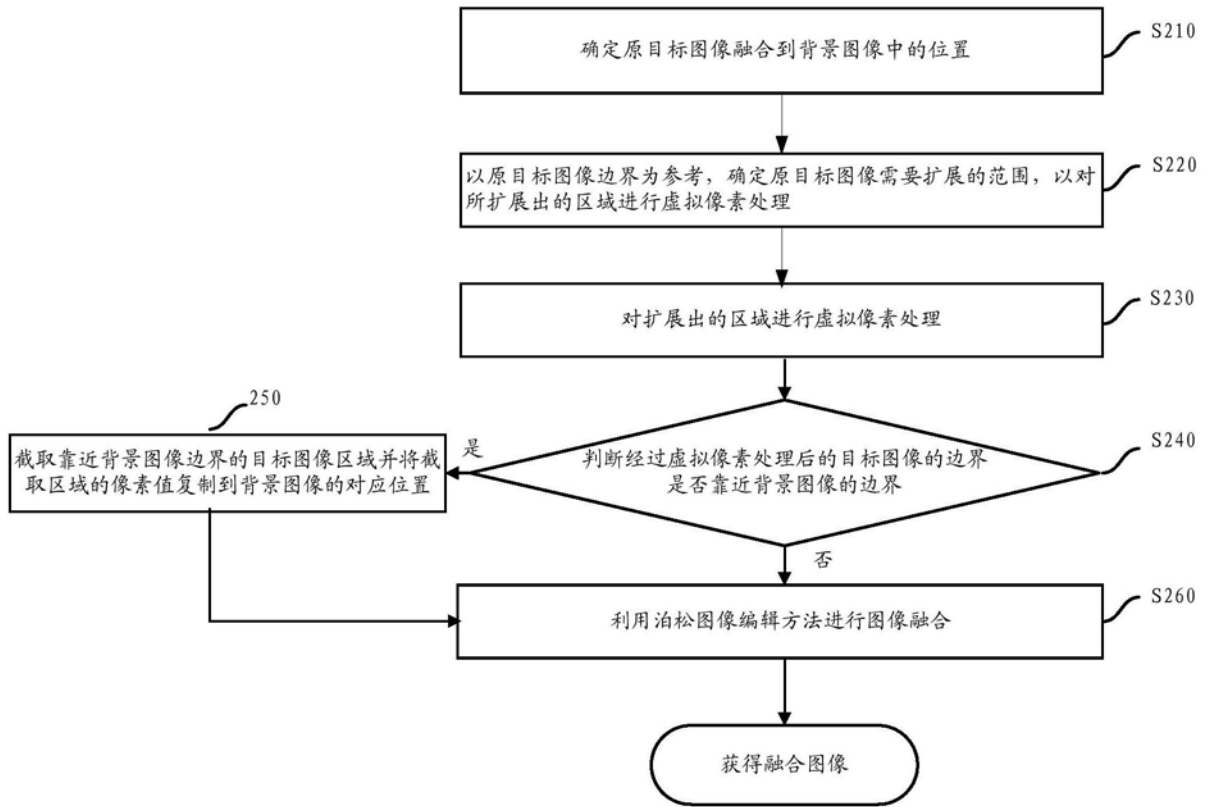


图2

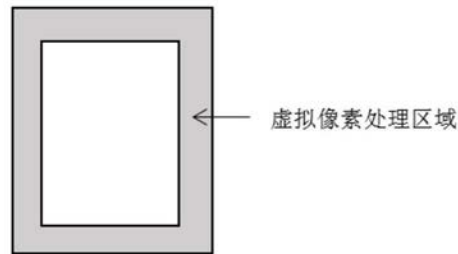


图3

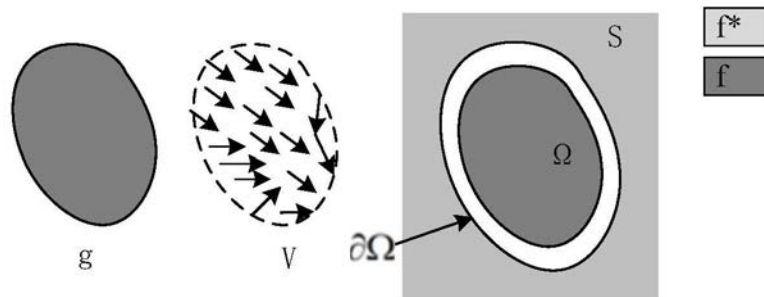


图4

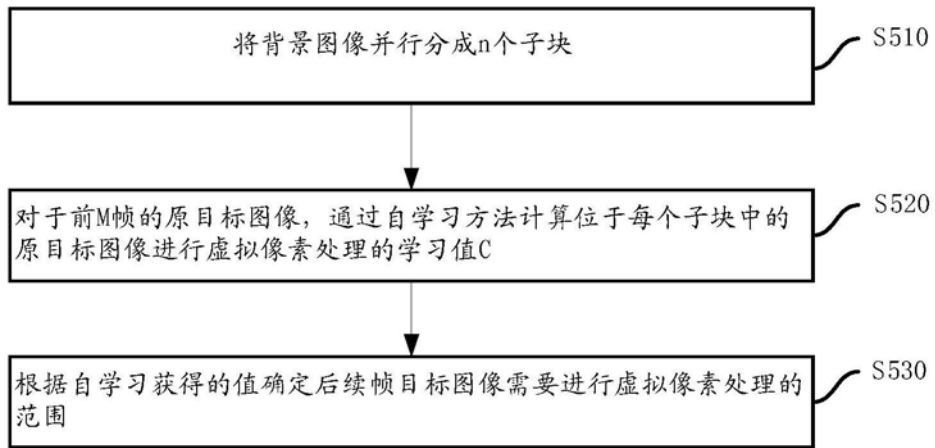


图5



图6 (a)



图6 (b)



图6 (c)