

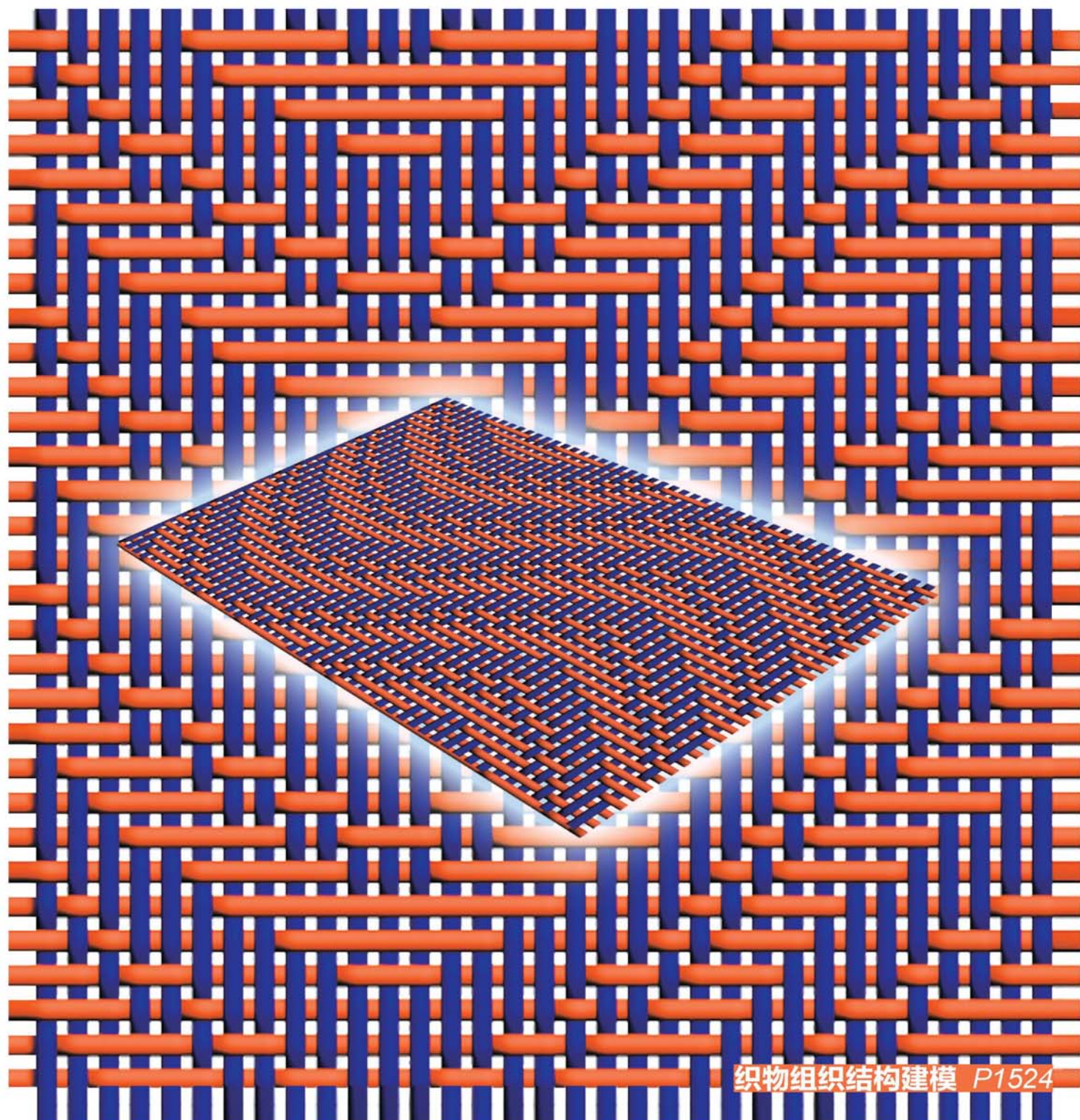


主办: 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

2014
10
VOL.19

ISSN1006-8961
CN11-3758/TB

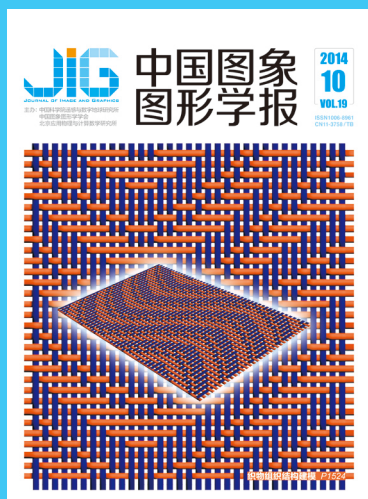


织物组织结构建模 P1524

中国图象图形学报

刊名题字: 宋健

月刊 (1996年创刊)



第19卷第10期 (总第222期)

2014年10月16日

中国精品科技期刊
中国国际影响力优秀学术期刊
中国科技核心期刊

版权声明

凡向《中国图象图形学报》投稿, 均视为同意在本刊网站及CNKI等全文数据库出版, 所刊载论文已获得著作权人的授权。本刊所有图片均为非商业目的使用, 所有内容, 未经许可, 不得转载或以其他方式使用。

Copyright

All rights reserved by Journal of Image and Graphics, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS. The content (including but not limited text, photo, etc) published in this journal is for non-commercial use.

主管单位 中国科学院

主办单位 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

主 编 李小文

编辑出版 《中国图象图形学报》编辑出版委员会

邮政信箱 北京9718信箱

邮 编 100101

电子信箱 jig@irsa.ac.cn

电 话 010-64807995

网 址 www.cjig.cn

广告经营许可证 京朝工商广字第0361号

总 发 行 北京报刊发行局

订 购 全国各地邮局

海外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(邮政信箱: 北京399信箱 邮编: 100048)

印刷装订 北京科信印刷有限公司

Journal of Image and Graphics

Title inscription: Song Jian

Monthly, Started in 1996

Superintended by Chinese Academy of Sciences

Sponsored by Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS
China Society of Image and Graphics

Institute of Applied Physics and Computational Mathematics

Editor-in-Chief LI Xiaowen

Editor, Publisher Editorial and Publishing Board of Journal of
Image and Graphics

P.O.Box 9718, Beijing, P.R.China

Zip code 100101

E-mail jig@irsa.ac.cn

Telephone 010-64807995

Website www.cjig.cn

Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals

Domestic All Local Post Offices in China

Overseas China International Book Trading Corporation
(P.O.Box 399, Beijing 100048, P.R.China))

Printed by Beijing Kexin Printing Co., Ltd.

CN 11-3758/TB

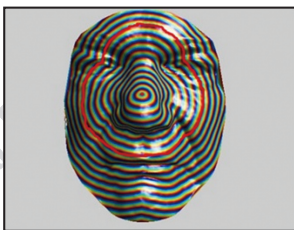
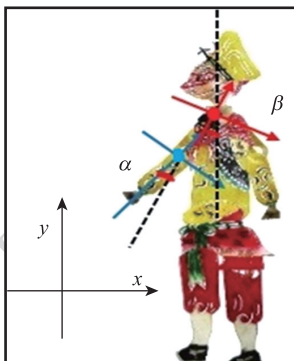
ISSN 1006-8961

CODEN ZTTXFZ

国外发行代号 M1406

国内邮发代号 82-831

国内定价 50.00元

自适应梯度重建分水岭分割
算法(第1430页)基于特征点针对表情变化的
3维人脸识别(第1459页)数字皮影的交互仿真和动画
绘制(第1490页)

综述

2维至3维图像/视频转换的深度图提取方法综述

李可宏, 姜灵敏, 龚永义 1393

图像处理和编码

优化参数化二元模映射信息隐藏

廖琪男, 柯琦, 赖振丹 1407

基于分数阶微积分的噪声检测和图像去噪

杨柱中, 周激流, 郎方年 1418

图像分析和识别

自适应梯度重建分水岭分割算法

张志禹, 孟令辉, 雷涛 1430

鲁棒空间约束的模糊聚类图像分割

刘金尧, 纪则轩 1438

灰度级信息的目标边界精确周长估算

吴秦, 周琪, 梁久祯 1449

基于特征点表情变化的3维人脸识别

李燕春, 达飞鹏 1459

图像理解和计算机视觉

曲率无穷范数约束的曲线3维重建

贺磊盈, 武传宇, 杜小强 1468

光照变化条件下的光流估计

刘骏, 祖静, 张瑜, 张红艳 1475

GPU近实时线性双目立体代价聚合

陈彬, 陈和平, 李晓卉 1481

计算机图形学

数字皮影的交互仿真和动画绘制

陈璇, 张明敏, 潘志夷 1490

遥感图像处理

由航空影像自动重建大范围3维地形

杨阿华, 李学军, 谢剑薇, 李东岳 1500

结合结构相似度的自适应多尺度SAR图像变化检测

崔莹, 熊博莅, 蒋咏梅, 匡纲要 1507

第11届全国智能CAD与数字娱乐学术会议专栏

特征驱动先验的归一化卷积超分辨率重建

徐枫, 严锡君, 黄陈蓉, 郑胜男, 黄凤辰, 徐立中 1514

机织物组织图的数学描述与3维几何建模

杨允出, 李基拓, 陆国栋 1524

虚拟手术流血模拟的GPU加速实现

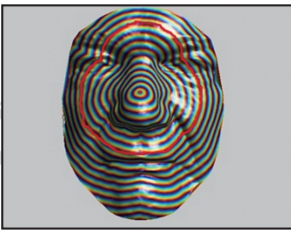
赖颢升, 向辉 1532

CONTENTS

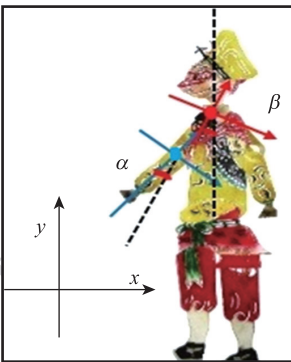
JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS



Adaptive gradient reconstruction for watershed based image segmentation (P1430)



Expression-insensitive 3D face recognition method based on facial fiducial points(P1349)



Interaction and animation simulation of digital shadow play(P1490)

Review

- Depth map extraction methods in 2D-3D image/video conversion
Li Kehong, Jiang Lingmin, Gong Yongyi 1393

Image Processing and Coding

- Optimal parameterized binary modulo mapping steganography
Liao Qinan, Ke Qi, Lai Zhendan 1407
- Noise detection and image de-noising based on fractional calculus
Yang Zhuzhong, Zhou Jiliu, Lang Fangnian 1418

Image Analysis and Recognition

- Adaptive gradient reconstruction for watershed based image segmentation
Zhang Zhiyu, Meng Linghui, Lei Tao 1430
- Robust spatial factor based fuzzy clustering for image segmentation
Liu Jinyao, Ji Zexuan 1438
- Accurate perimeter estimation of target boundary based on gray-level information
Wu Qin, Zhou Qi, Liang Jiuzhen 1449
- Expression-insensitive 3D face recognition method based on facial fiducial points
Li Yanchun, Da Feipeng 1459

Image Understanding and Computer Vision

- Three dimensional curve reconstruction under the L-infinity norm of curvatures
He Leiying, Wu Chuanyu, Du Xiaoqiang 1468
- Optical flow estimation method under the condition of illumination change
Liu Jun, Zu Jing, Zhang Yu, Zhang Hongyan 1475
- Near real time linear stereo cost aggregation on GPU
Chen Bin, Chen Heping, Li Xiaohui 1481

Computer Graphics

- Interaction and animation simulation of digital shadow play
Chen Xuan, Zhang Mingmin, Pan Zhigeng 1490

Remote Sensing Image Processing

- Automatic reconstruction of large area 3D terrain from aerial imagery
Yang Ahua, Li Xuejun, Xie Jianwei, Li Dongyue 1500
- Multi-scale approach based on structure similarity for change detection in SAR images
Cui Ying, Xiong Boli, Jiang Yongmei, Kuang Gangyao 1507

Column of CIDE'2014

- Normalized convolution based super-resolution reconstruction using feature-driven prior
Xu Feng, Yan Xijun, Huang Chenrong, Zheng Shengnan, Huang Fengchen, Xu Lizhong 1514
- Mathematical expression and 3D geometrical modeling of weave diagram
Yang Yunchu, Li Jituo, Lu Guodong 1524
- Bleeding simulation of virtual surgery implemented on GPU
Lai Haosheng, Xiang Hui 1532

中图法分类号: TP391.41 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2014)10-1475-06

论文引用格式: Liu J, Zu J, Zhang Y, Zhang H Y. Optical flow estimation method under the condition of illumination change[J]. Journal of Image and Graphics, 2014, 19(10): 1475-1480. [刘骏, 祖静, 张瑜, 张红艳. 光照变化条件下的光流估计[J]. 中国图象图形学报, 2014, 19(10): 1475-1480.] [DOI:10.11834/jig.20141009]

光照变化条件下的光流估计

刘骏, 祖静, 张瑜, 张红艳

1. 中北大学电子测试技术国家重点实验室, 太原 030051; 2. 中北大学 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 太原 030051

摘要: **目的** 为了提高光流法在处理光照变化和大位移方面的稳健性。提出一种结合结构纹理分解预处理和加权中值滤波的光流场模型。**方法** 该方法数据项采用灰度守恒假设和梯度守恒假设相结合、局部约束与全局约束相结合的思想。同时采用结构纹理分解、加权中值滤波、金字塔结构等高效的光流估计技术, 进一步增强了光流算法的精确性与实用性。**结果** 分别通过 Middlebury 光流数据库图像和真实场景图像对提出的光流估计算法进行了大量实验验证。实验结果表明, 改进的光流估计法在处理光照变化方面表现不错, 不仅获得稠密的光流场, 而且提高了光流场准确提取目标边缘的能力。**结论** 和传统光流方法相比, 所提方法在光照变化情况下能获得更加理想的结果, 降低了实际场景中光线变化的干扰, 能更好地适用于实际场景中。

关键词: 光流; 大位移; 光照变化; 结构纹理分解; 加权中值滤波; 稳健性

Optical flow estimation method under the condition of illumination change

Liu Jun, Zu Jing, Zhang Yu, Zhang Hongyan

1. National Key Laboratory for Electronic Measurement Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China;

2. Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement of Ministry of Education,
 North University of China, Taiyuan 030051, China

Abstract: **Objective** In order to improve robustness of the optical flow method in the treatment of the illumination change and large displacement. **Method** The optical flow estimation method combining structure texture decomposition preprocessing and weighted median filter is proposed. The idea to obtain the data term is to use the combination of gray and gradient constancy assumption, the combination of local and global constraint. Meanwhile, the use of texture decomposition, the weighted median filter and the pyramid structure is further enhance the accuracy and practicability of the optical flow algorithm. **Result** The proposed method is evaluated by using both the Middlebury optical flow database images and real scene images. The experimental results show improved optical flow estimation method in the treatment of the illumination change performance is good, not only to obtain dense optical flow field, and improves the detection precision optical flow field on the edge of the target. **Conclusion** Compared with traditional optical flow method, the proposed method under the condition of illumination change can obtain a more ideal result and reduce the interference of the actual light changes in a scene. The optical flow method can better apply to actual scenario.

Key words: optical flow; large displacement; illumination change; structure texture-decomposition; weighted median filter; robustness

收稿日期: 2014-04-30; 修回日期: 2014-06-25

第一作者简介: 刘骏 (1988—), 男, 中北大学仪器仪表专业硕士研究生, 主要研究方向为计算机视觉、模式识别。E-mail: 715063856@qq.com

0 引言

光流场是指图像灰度模式的表面运动,产生于目标和观察者之间的相对运动^[1]。由于它包含目标和观察物体间的相对运动信息及被观察物体的3维结构纹理信息,从而被广泛应用于模型识别、目标检测、运动分割、运动估计等领域。

光流精度是衡量光流估计算法是否优良的重要指标,直接关系到检测识别结果的准确度。影响光流精度的主要因素有大位移、低纹理区域、光照变化、摄像系统噪声等^[2]。为此学者们提出许多新方法新思路。如 Lauze 等人^[3]提出多分辨率分层细化的方法,解决大位移光流计算问题;Kim 等人^[4]利用加性因素和乘性因素来消除光照对光流计算的影响;Bruhn 等人^[5]将局部和全局相结合,在保证光流稠密度的同时提高了稳健性。但以上各种方法都只是针对单个方面进行优化处理。基于此,为了解决传统光流估计方法对光照变化的敏感问题,及物体边缘难获得准确的光流估计问题^[6],本文把 CLG(combined local-global)算法和高斯金字塔求解策略相结合,并引入加权中值滤波^[7]和结构纹理分解技术^[8]。提高了 CLG 算法在光照突变情况和大位移状态的稳健性和精准性,使运动边界更加清晰。

1 CLG 光流模型

1981 年, Horn 等人在相邻图像时间间隔很小,且图像中灰度变化也很小的前提下得到灰度图像光流计算基本式^[1]:

$$\frac{\partial I}{\partial x}u + \frac{\partial I}{\partial x}v + \frac{\partial I}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

式中, u, v 为光流计算速度, I 为灰度图像。又根据平滑性假设:图像具有连续性、平滑性的性质。加入平滑项 α 建立光流模型

$$E_{HS} = \int_{\Omega} (\mathbf{w}^T (\nabla I \nabla I^T) \mathbf{w} + \alpha (|\nabla \mathbf{w}|^2)) dx dy \quad (2)$$

式中, $\mathbf{w} = [u, v, 1]^T$ 。

Horn 的这种基于梯度的算法容易实现且计算复杂性较低,能够得到相当精确的瞬时位置速度,但

在图像灰度变化较大区域及运动边缘区域计算出的光流误差较大,整体稳健性差。

同时期 Lucas 通过假设小空间领域 Ω (假设大小为 $\rho, \rho \geq 2$) 内光流速度矢量保持恒定,那么在这个很小的空间领域内每个像素点的计算都可以使用光流计算速度 u, v 。得到新的光流模型^[9]

$$E_{LK} = \mathbf{w}^T K_{\rho} \cdot (\nabla I \nabla I^T) \mathbf{w} \quad (3)$$

式中, K_{ρ} 为标准差为 ρ 的高斯权函数。LK 算法一定程度上提高了光流算法的稳健性,但图像中灰度梯度为 0 的平坦区域,方程式(3)不适合。从而导致这些区域计算不出准确的光流速度 u, v , 所得光流场是稀疏的。

针对 HS 法和 LK 法各自优缺点, Bruhn 等人把两种方法相结合提出了 CLG 光流模型^[5]

$$E_{CLG} = \int_{\Omega} (\mathbf{w}^T K_{\rho} (\nabla I \nabla I) \mathbf{w} + \alpha |\nabla \mathbf{w}|^2) dx dy \quad (4)$$

CLG 算法结合了上面两种方法的优缺点,产生了很好的致密光流场。但由于其内在模型还是灰度守恒假设模型,所以在处理有光照变化或亮度变化的图像序列时不能得到较为正确的光流场。

2 改进方法

2.1 数据项

鉴于 CLG 算法存在的对光照变化敏感的缺憾,在此引入梯度守恒假设(GCA),将其和传统 CLG 算法相结合产生新的数据项,其能量方程为

$$E(\mathbf{w}) = \int_{\Omega} (\mathbf{w}^T K_{\rho} (\nabla I \nabla I) \mathbf{w} + \mathbf{w}^T K_{\rho} (\nabla I_x \nabla I_x^T + \nabla I_y \nabla I_y^T) \mathbf{w} + \alpha \psi(|\nabla \mathbf{w}|^2)) dx dy \quad (5)$$

又由于平方惩罚函数在光流计算时存在两点限制^[10]: 1) 对于位移场的不连续运动处理很差; 2) 无法很好的处理不满足光流方程的点。为了克服这些问题并保证数据项的可微性和凸性各样的稳健性函数相继被提出^[11], 采用 Charbonnier 惩罚函数 $\psi(s^2) = \sqrt{s^2 + \varepsilon^2}$, 其中 s 表示数据项, 参数 ε 为一正极大值, 这里取 $\varepsilon = 0.001$ 。为了保证即便有一个守恒假设不可靠时也能取得很好的计算效果, 这里我们对灰度守恒和梯度守恒分别进行作用, 得到的新的方程为

$$E(\mathbf{w}) = \int_{\Omega} (\psi(\mathbf{w}^T K_p(\nabla I \nabla I) \mathbf{w}) + \psi(\mathbf{w}^T K_p(\nabla I_x \nabla I_x^T + \nabla I_y \nabla I_y^T) \mathbf{w}) + \alpha \psi(|\nabla \mathbf{w}|^2)) dx dy \quad (6)$$

2.2 加权中值滤波

由文献[12]可知中值滤波对提升算法改善精度方面有着不错的效果,但其邻域中心在角点或细长结构纹理处容易产生过顺滑。为去除误差较大点的影响,并减少过顺滑的出现,在光流计算完成后进行加权中值滤波

$$u_{i,j}^* = \arg \min_{(i',j') \in N_{i,j} \cup \{i,j\}} w_{i,j,i',j'} |u_{i,j} - \bar{u}_{i',j'}| \quad (7)$$

式中

$$w_{i,j,i',j'} = \exp \left\{ -\frac{|i-i'|^2 + |j-j'|^2}{2\sigma_1^2} - \frac{|I(i,j) - I(i',j')|^2}{2\sigma_2^2} \right\} \cdot \frac{o(i',j')}{o(i,j)}$$

$N_{i,j}$ 是以 (i,j) 为中心的 5×5 的邻域; $\bar{u}$ 为邻域内平均值; σ_1 和 σ_2 为可调节参数,分别决定了空间距离的接近程度和图像像素的相似性,在这里设置为 $\sigma_1=7, \sigma_2=7^{[13]}$ 。

对于其中的 Occlusion 变量 $o(i,j)$,这里采用零均值高斯函数并联合图像散度和像素差分求得

$$o(i,j,t) = N(d(x,y,t); \sigma_d) \cdot N(e(x,y,t); \sigma_e) \quad (8)$$

式中, $d(x,y,t) = \begin{cases} \text{div}(x,y,t) & \text{div}(x,y,t) < 0 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$;

$e(x,y,t) = I(x,y,t) - I(x+u, y+v, t+1)$; $N(\cdot)$ 表示零均值高斯函数; σ_d 和 σ_e 是可调节的参数,其中 $\sigma_d=0.3, \sigma_e=20^{[14]}$ 。

2.3 结构纹理分解

光照变化问题很大程度上会影响算法性能。文献[10]提出了结构纹理分解方式,应用 Rudin-Osher-Fatemi (ROF)^[15]结构纹理分解方法对输入图像序列进行预处理。将输入图像分解成包含图像几何信息的部分 I_s 与包含图像纹理信息部分 I_T 来应对光照变化。图像的纹理部分几乎没有受到如阴影、遮挡、光强改变等光照变化的影响,这样影响主要集中在结构部分^[16]。用 I_T 作为新的输入图像 I ,采用线性组合的方式为

$$I_T = I - \alpha I_s, \quad \alpha = 0.95 \quad (9)$$

3 算法设计

为便于表述,定义如下缩写

$$\begin{cases} I_x = \partial_x I \\ I_y = \partial_y I \\ I_t = \partial_t I \\ I_{xx} = \partial_{xx} I \\ I_{yy} = \partial_{yy} I \\ I_{xy} = \partial_{xy} I \\ I_{xt} = \partial_{xt} I \\ I_{yt} = \partial_{yt} I \end{cases} \quad (10)$$

由式(6)求得 Euler-Lagrange 方程

$$\begin{cases} 0 = \psi'(K_p I_t^2) K_p I_x I_t + \psi'(K_p (I_{xt}^2 + I_{yt}^2)) (K_p (I_{xx} I_{xt} + I_{xy} I_{yt})) - \alpha \cdot \text{div}(\psi'(\|\nabla u\|^2 + \|\nabla v\|^2) \nabla u) \\ 0 = \psi'(K_p I_t^2) K_p I_y I_t + \psi'(K_p (I_{xt}^2 + I_{yt}^2)) (K_p (I_{yy} I_{yt} + I_{xy} I_{xt})) - \alpha \cdot \text{div}(\psi'(\|\nabla u\|^2 + \|\nabla v\|^2) \nabla v) \end{cases} \quad (11)$$

由于算法中依据的是线性灰度不变假设,这就导致要求 u, v 充分小。很明显不能处理实际问题中位移较大的情况。于是本文采用了由粗到精的金字塔法,每一层光流有 $(u^{k+1}, v^{k+1}) = (u^k, v^k) + (du^k, dv^k)$,其中 u^k, v^k 从金字塔上精度低的一层传递到当前层的光流。我们只需求解增量 du, dv 即可。采用 Brox^[17]提出的内部固定点迭代算法求解光流的增量 du^k, dv^k 如,在金字塔的每一层求解方程。

$$\begin{cases} 0 = (\psi')_{\text{Data}_1}^k \cdot (K_p I_x^k (I_t^k + I_x^k du^k + I_y^k dv^k)) + (\psi')_{\text{Data}_2}^k \cdot (K_p I_{xx}^k (I_{xt}^k + I_{xx}^k du^k + I_{xy}^k dv^k) + K_p I_{xy}^k (I_{yt}^k + I_{xy}^k du^k + I_{yy}^k dv^k)) - \alpha \cdot \text{div}((\psi')_{\text{Smooth}}^k \nabla(u^k + du^k)) \\ 0 = (\psi')_{\text{Data}_1}^k \cdot (K_p I_y^k (I_t^k + I_x^k du^k + I_y^k dv^k)) + (\psi')_{\text{Data}_2}^k \cdot (K_p I_{yy}^k (I_{yt}^k + I_{yy}^k du^k + I_{xy}^k dv^k) + K_p I_{xy}^k (I_{xt}^k + I_{xx}^k du^k + I_{xy}^k dv^k)) - \alpha \cdot \text{div}((\psi')_{\text{Smooth}}^k \nabla(v^k + dv^k)) \end{cases} \quad (12)$$

式中

$$\begin{aligned}
 (\psi')_{\text{Data}_1}^k &= \psi'(K_p(I_t^k + I_x^k du^k + I_y^k dv^k)) \\
 (\psi')_{\text{Data}_2}^k &= \psi'(K_p(I_{xt}^k + I_{xx}^k du^k + I_{xy}^k dv^k) + \\
 &\quad (I_{yt}^k + I_{yx}^k du^k + I_{yy}^k dv^k)) \\
 (\psi')_{\text{Smooth}}^k &= \\
 \psi'(|\nabla(u^k + du^k)|^2 + |\nabla(v^k + dv^k)|^2)
 \end{aligned} \quad (13)$$

其主要算法流程如下:

- 1) 对图像进行结构纹理分解。
- 2) 由图像大小确定金字塔层数 n , 初始化 $u^0 = 0, v^0 = 0$ 。
- 3) 将光流 (u^k, v^k) 传递至 $k+1$ 层。
- 4) 计算 $I_t, I_x, I_y, I_{xx}, I_{yy}, I_{xy}, I_{xt}$ 和 I_{yt} 。
- 5) 设定迭代次数 m , 初始化 $du^0 = 0, dv^0 = 0$ 。
- 6) 根据式(12)建立线性方程组, 用预条件共轭梯度算法(PCG)法求解 (du^k, dv^k) 。
- 7) $(u^{k+1}, v^{k+1}) = (u^k, v^k) + (du^k, dv^k)$, 求解 u^{k+1}, v^{k+1} 。
- 8) 对步骤7)中的结果进行加权中值滤波处理, 输出最终结果。
- 9) 如果 $k \neq n-1$, 转步骤3), 且 $k = k+1$; 否则, 输出结果。

4 实验结果及分析

在 Intel(R) Core(TM) i5 CPU, 4.00 GB RAM 的 PC 机上, Matlab R2011a 环境下选取了大量图片进行实验。

4.1 大位移光流估计

图 1(a)(b) 为 Middlebury^[18] 光流测试库中的“Urban”2 幅图像, 图中同时存在大位移光流和小位移光流。分别采用 HS-Pyramid 算法、LK-Pyramid 算法、CLG 算法和优化 CLG 算法进行实验。结果如图 1(c)~(f) 所示。

由图 1(c) 可以看出, HS-Pyramid 法能分辨物体外廓, 但由于采用了全局平滑约束, 导致物体估计精度较低。如图 1(d) 所示, LK-Pyramid 法精度高, 但在色彩变动小的路面部分显示为空白。图 1(f) 结合 HS-Pyramid 和 LK-Pyramid 的优点得到了精度高、稳健性好的光流场, 且与图 1(e) 相比, 保留了更多的细节信息。

为更好地评价各种算法的优劣, 使用平均角误差进行对比, 如表 1 所示。

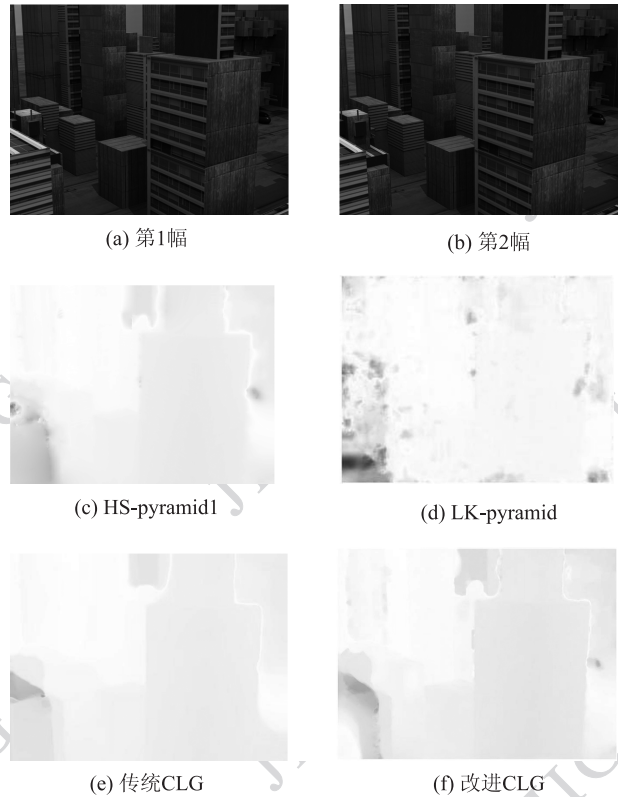


图 1 Urban 图像序列和光流场

Fig. 1 Urban sequence and optical flow

表 1 平均角误差对照表

Table 1 The comparison of the average angle error

方法	平均角误差
LK-pyramid	14.9
HS-pyramid	7.393
传统 CLG	5.502
改进 CLG	4.31

为了验证本方法对大位移的有效性, 又选取 Middlebury 光流测试库中的图像序列 MiniCooper 的连续两幅图像, 如图 2(a)(b) 所示, 图中存在开关汽车后盖的大位移运动及人体的小位移运动。实验分别采用 HS-Pyramid 算法、LK-Pyramid 算法、CLG 算法和优化 CLG 算法。图 2(c)~(f) 为实验结果。

4.2 光照变化光流估计

图 3 图像序列采用三星 Galaxy note3 连拍开灯过程照片, 实验选取其中第 12 幅和第 13 幅, 如图 3(a)(b) 所示。

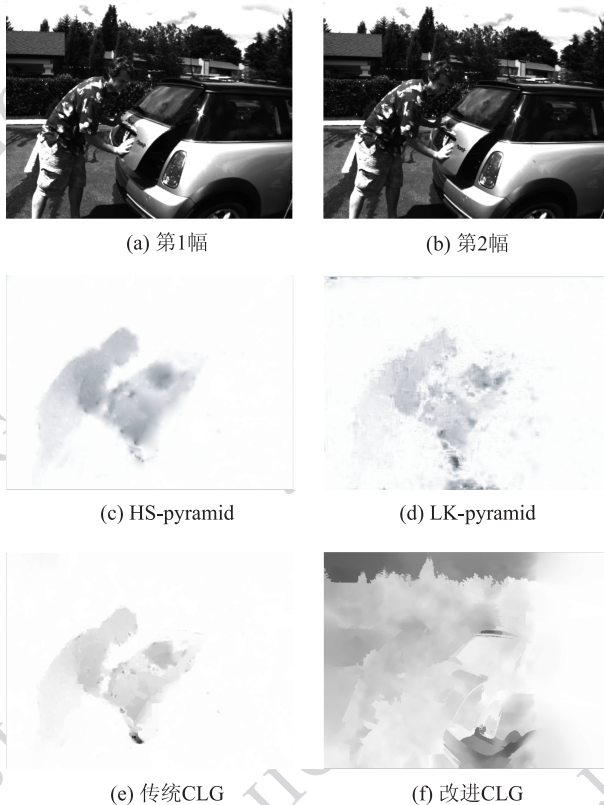


图2 MiniCooper 图像序列和光流场
Fig. 2 MiniCooper sequence and optical flow

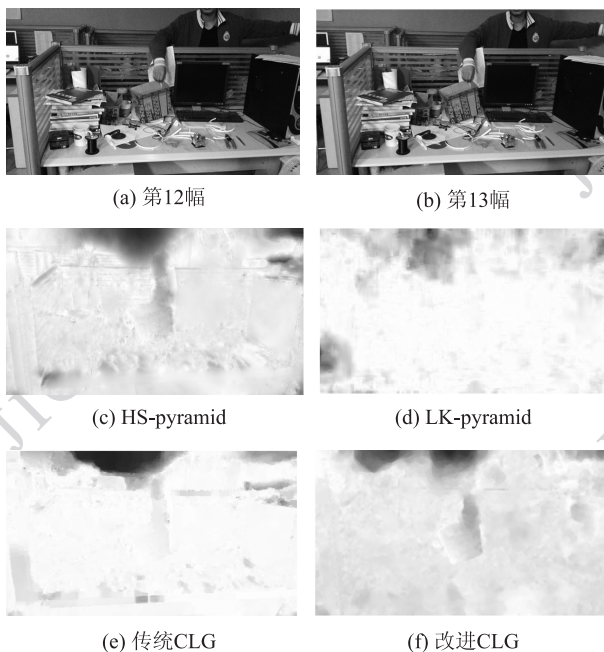


图3 真实图像序列和光流场
Fig. 3 Real image sequence and optical flow

图3(a)(b)是通过开灯来模拟外界光照变化,从而确定各种算法对光照变化的稳健性;由图3(c)

可以看出物体边界十分模糊;图3(d)中所得的光流场存在部分无法估计或估计不准确而引起的光流矢量小,从而出现大片的空白;图3(e)虽然出现大致物体外观但不明显;而图3(f)在光照变化下能够得出边界明显且稳健性高的光流场。

为了验证本文方法对光照变化的有效性,又选取光流测试库中的图像序列 Waliking 的连续两幅图像,如图4(a)(b)所示。在壁灯的作用下人体在运动过程中产生了一个移动的阴影。实验分别采用 HS-Pyramid 算法、LK-Pyramid 算法、CLG 算法和优化 CLG 算法。图4(c)~(f)为实验结果



图4 Walking 图像序列和光流场
Fig. 4 Walking sequence and optical flow

5 结论

本文提出了一种在 CLG 光流模型的基础上引入梯度守恒,并结合结构纹理分解预处理措施和加权中值滤波算法。提高了算法在光照变化下的稳健性。从实验的验证结果及数据分析,提出的优化算法在处理运动细节和光照变化方面有着不错的表现。这表明算法模型融合和图像预处理方法能够明显的提高光流计算精度。

然而,值得注意的是在取得比较好计算结果的同时,还存在很多问题。多种数据项的结合和多种预处理方式的使用使计算的复杂性增加,从而使计算时间提高,在实际应用中很难达到实时性的要求。

参考文献 (References)

- [1] Horn B K, Schunck B G. Determining optical flow[J]. Artificial Intelligence, 1981, 17: 185-203.
- [2] Lu Z Y. The optical flow field calculation and its some optimization technologies [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2012. [路子赞. 光流场计算及其若干优化技术研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2012.]
- [3] Lauze F, Kornprobst P, Mémin É. A course to fine multiscale approach for linear least squares optical flow estimation [C]// Proceedings of the Annual British Machine Vision Conference. London: Kingston University, 2004: 1-10.
- [4] Kim Y H, Martínez A M, Kak A C. Robust motion estimation under varying illumination [J]. Image and Vision Computing, 2005, 23(4): 365-375.
- [5] Bruhn A, Weickert J, Schnörr C. Lucas/Kanade meets Horn/Schunck: combining local and global optic flow methods[J]. International Journal of Computer Vision, 2005, 61(3): 211-231.
- [6] Ma L, Wang L P, Li B, et al. Pixei-filtrated based method for determining optical flow[J]. Journal of Jilin University: Eng and Technol Ed, 2012, 42(4): 979-984 [马龙, 王鲁平, 李飏, 等. 基于像素筛选技术的光流估计方法[J]. 吉林大学学报:工学版, 2012, 42(4): 979-984]
- [7] Li Y, Osher S. A new median formula with applications to PDE based denoising[J]. Communications in Mathematical Sciences, 2009, 7(3): 741-753.
- [8] Aujol J F, Gilboa G, Chan T, et al. Structure-texture image decomposition-modeling, algorithms, and parameter selection[J]. International Journal of Computer Vision, 2006, 67(1): 111-136.
- [9] Lucas B D, Kanade T. An iterative image registration technique with an application to stereo vision [C]// Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence. Vancouver, San Francisco, CA, USA: Morgan kaufman Publishers Inc., 1981, 81: 674-679.
- [10] Wedel A, Pock T, Zach C, et al. An improved algorithm for TV-L1 optical flow [M]// Statistical and Geometrical Approaches to Visual Motion Analysis. Berlin Heidelberg: Springer 2009: 23-45.
- [11] Black M J, Anandan P. The robust estimation of multiple motions: parametric and piecewise-smooth flow fields[J]. Computer vision and image understanding, 1996, 63(1): 75-104.
- [12] Sun D, Roth S, Black M J. Secrets of optical flow estimation and their principles [C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Francisco: IEEE, 2010: 2432-2439.
- [13] Sand P, Teller S. Particle video: long-range motion estimation using point trajectories [J]. International Journal of Computer Vision, 2008, 80(1): 72-91.
- [14] Werlberger M, Pock T, Bischof H. Motion estimation with non-local total variation regularization [C]// Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, San Francisco: IEEE, 2010: 2464-2471.
- [15] Chambolle A. Total variation minimization and a class of binary MRF models [C]// Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition. Berlin Heidelberg: Springer, 2005: 136-152.
- [16] Tu Z G, Xie W. An efficient TV-L1 optical flow method [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2012, 37(4): 496-499. [涂志刚, 谢伟. 一种高精度的 TV-L1 光流算法[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2012, 37(4): 496-499]
- [17] Brox T, Bruhn A, Papenberg N, et al. High accuracy optical flow estimation based on a theory for warping [M]// Computer Vision-ECCV. Berlin Heidelberg: Springer, 2004: 25-36.
- [18] Baker S, Scharstein D, Lewis J P, et al. A database and evaluation methodology for optical flow [J]. International Journal of Computer Vision, 2011, 92(1): 1-31.