

烟雾干扰下的实时图滤波方法研究

彭双春, 刘光斌, 张健

(第二炮兵工程学院 303 教研室, 陕西 西安 710025)

摘要:在对当前景象匹配技术应用现状的研究基础上,针对其中的强干扰景象匹配技术,尤其是烟雾干扰下的实时图滤波技术进行阐述。烟雾干扰是造成实时图模糊不清的主要原因,致使景象匹配系统不能发挥其应有的作战效能,甚至造成误匹配。首先分析了烟雾干扰对景象匹配系统特别是实时图滤波的影响,并研究了烟雾干扰模型的主要参数及其可滤波的设计思路,在此基础上提出了相应的滤波算法并辅以 Matlab 平台进行了仿真分析。结果表明,该算法能够在较大程度上消除烟雾噪声,有效地改善烟雾干扰下的实时图质量,也为烟雾干扰下的实时图滤波技术提供了更为广泛的思路。

关键词:实时图滤波算法; 烟雾干扰; 景象匹配; 仿真滤波

中图分类号:E951.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-2276(2005)04-0478-03

Real-time image filtering method under smog interference

PENG Shuang-chun, LIU Guang-bin, ZHANG Jian

(303 Staff Room, the Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, China)

Abstract: On the basis of research on the application of image matching technique, the heavy-interference image matching especially the real-time filtering technique suffered from the smog interference effects is addressed. The smog interference makes the real-time image fuzzy, which causes the image matching system unperform well or brings error-match worse. Firstly, the smog interference's effects on the image matching system especially on the real-time filtering is analyzed, also including the main parameters of the smog interference model and the fundamental design for filter realization. Then the related filter algorithm is proposed on the basis of the analyses above and the simulation filter is performed using Matlab. The results indicate that this algorithm can eliminate the smog noise sufficiently, and improve the quality of the real-time image under smog interference effectively, which also provide more design methods for the technique of the real-time filter under the smog interference.

Key words: Real-time image filter algorithm; Smog interference; Image matching; Simulation filter

收稿日期:2004-11-13; 修订日期:2004-12-21

作者简介:彭双春(1979-),男,湖南宁乡人,硕士,主要研究方向为智能化仪器装置、自动化测试系统开发与仿真研究。

0 引言

景象匹配技术是巡航导弹末制导系统的关键技术之一。在景象匹配系统中,预先由卫星或侦察机摄取并存储在弹上计算机中的飞行路线下方的地面景象可见光图像称为基准图像,在天气晴朗的情况下拍摄,干扰相对较少;而实时图像是飞行过程中安装在巡航导弹上的可见光 CCD 摄像机实时摄取的地面景物航空图像,在战争这种特殊的条件下,各种人为强干扰(如:施放烟雾弹、燃烧石油等)造成的可见光图像存在高度复杂性与多样性。

据报道^[1]:在海湾战争中,由于伊拉克施放了烟雾,使多国部队发射的巡航导弹有 20%未能命中目标;同时,燃油造成一些匹配区浓烟滚滚,也使许多巡航导弹偏航。美国和俄罗斯的研究也表明:烟雾可使巡航导弹的作战效能至少降低 4 倍以上。

烟雾干扰主要是造成实时图模糊不清,使景象匹配系统不能发挥其应有的作战效能,甚至造成误匹配。因此,研究烟雾干扰条件下的实时图滤波方法有十分重要的意义。

1 烟雾干扰模型分析

如图 1 所示,当烟雾比较薄时,烟雾上方的摄像机所接收的图像是由太阳光经烟雾反射和经地面景物反射再穿透烟雾这两部分组成^[2,3],即:

$$y(i,j)=\phi[Lx(i,j)]=aLx(i,j)t(i,j)+[L-Lt(i,j)] \quad (1)$$

式中 $y(i,j)$ 为摄像机接收的图像; $x(i,j)$ 为地面景物反射率,代表图像信号; $t(i,j)$ 为干扰层透射率,代表噪声,它们都已进行了离散化处理; L 为太阳光强度; a 为太阳光传输过程中的衰减常数; $a, x(i,j), t(i,j)$ 取 0~1。

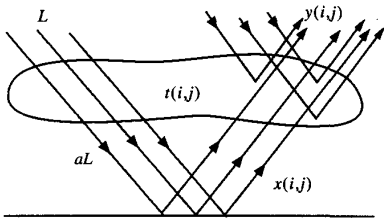


图 1 烟雾干扰成像模型

Fig.1 Image model under smog interference

由公式(1)可以看出,将烟雾干扰视为乘性噪声,需用对数变换转换为加性噪声。

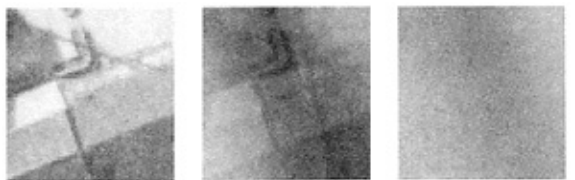
$$\ln[L-y(i,j)]=\ln[t(i,j)]+\ln[L-aLx(i,j)] \quad (2)$$

式中 $\ln[t(i,j)]$ 为烟雾干扰噪声; $\ln[L-aLx(i,j)]$ 为信号。

经过上述变换后,烟雾噪声与信号相加且不相关,这样就有利于对图像进行去噪处理^[4,5]。

2 对烟雾干扰的滤波方法探讨

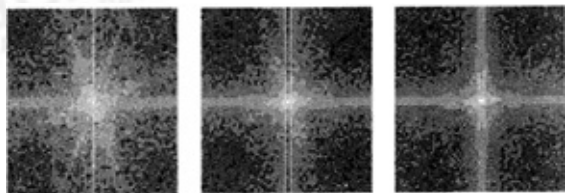
采用 Photoshop 7.0 图像处理软件,在一张 64×64 的实时图上加入一定的烟雾干扰,得到一张如图 2 所示的实时图。为了寻求到一种有效的滤波方法,首先对图 2 的(a)、(b)和(c)分别进行傅里叶变换,得到其对应的频谱图,如图 3 所示。



(a) 未受干扰的实时图 (b) 加烟雾干扰后的实时图 (c) 添加的烟雾干扰
 (a) Real-time image un-interfered (b) Real-time image interfered (c) Adding smog interference

图 2 烟雾干扰下的实时图模拟

Fig.2 Real-time image simulation under smog interference



(a) (b) (c)

图 3 图 2 对应的频谱图

Fig.3 Frequent spectral image of the images in Fig.2

通过傅里叶变换,可以发现,相对于一般的景物而言,烟雾干扰具有相当低的空间频率分量,虽然图 3(b)显示实时图的高频成分也受到了一定程度的影响,那是因为烟雾噪声是乘性噪声所致^[6-8]。因此,可以考虑利用低通滤波器,根据公式(2),把烟雾噪声的

对数值 $\ln[t(i,j)]$ 提取出来,再经过指数变换后,即可得到 $t(i,j)$,然后代入公式(1)可解得地面景物信号:

$$Lx(i,j)=\phi^{-1}[y(i,j)]=\frac{L[L-y(i,j)]}{a^2 t(i,j)} \quad (3)$$

综上所述,烟雾干扰可通过图 4 所示过程来滤除。

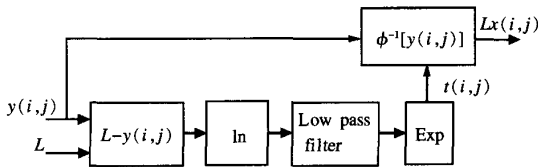
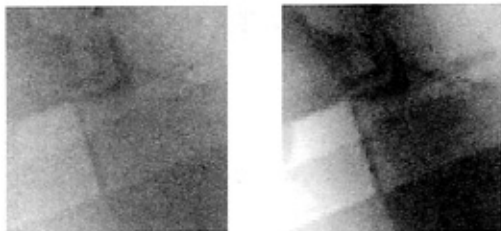


图 4 烟雾噪声滤除流程图

Fig.4 Flow chart of filtering smog in image

3 仿真与结论

本文采用 Matlab 软件平台,利用上述滤波算法,对图 2 中的受烟雾干扰实时图(b)进行滤波处理,得到图 5 所示结果。



(a) 处理前的实时图

(b) 处理后的实时图

(a) Real-time image before processing

(b) Real-time image after processing

图 5 烟雾滤波处理结果

Fig.5 Result processed in filtering smog

由图 5 可以看出,处理后的图像比较清晰,细节特征比较明显,层次感有所增强。但由于模型本身存在误差,滤波后的图像出现整块偏暗(中间部分)或整

块偏亮(左下角和右上角)的现象,这些有待作进一步的研究。

总之,经过上述滤波处理能在较大程度上消除烟雾噪声干扰,有效地改善烟雾干扰下的实时图质量。

参考文献:

- [1] LIU Zheng-kai. Technique of MicroPC Digital Image Processing[M]. Hefei: An Hui Science Technology Press(刘政凯. 微型计算机数字图像处理技术. 合肥: 安徽科学技术出版社), 1991.
- [2] TANG Min-shou. The application of correlation matching technique in image guidance[A]. Proceeding of CSAA 1st Electronic Conference of the Youth TANG Mirshen[C]. 1994.
- [3] YANG Wei-dong, ZHANG Tian-xu. The real-time application of image matching technique in DSP[J]. Infrared and Laser Engineering(杨卫东, 张天序. 景象匹配算法在数字信号处理器上的实时实现. 红外与激光工程), 2001, 30(1): 21-24.
- [4] CAO Jv-liang, LV Hai-bao, LI Guan-zhang. Equilibrium algorithm based on self-adapted rectification[J]. Infrared and Laser Engineering(曹聚亮, 吕海宝, 李冠章. 基于自适应局部灰度修正的直方图均衡算法. 红外与激光工程), 2004, 33(5): 513-515.
- [5] LIU Xiao-hua, LI Hong. Fusion method based on wavelets transform[J]. Infrared and Laser Engineering(刘晓华, 李红. 基于小波变换的加权图像融合方法. 红外与激光工程), 2004, 33(5): 638-641.
- [6] WANG Yan-li, LI Tie-jun, CHEN Zhe. Study on global simulation technology of scene matching navigation system[J]. Journal of System Simulation(王艳丽, 李铁军, 陈哲. 景象匹配导航系统全局仿真技术研究. 系统仿真学报), 2004, 16(1): 108-112.
- [7] YANG Xiao-gang, LIAO Dong. A method of improve the anti-grayscale distortion ability of scene matching algorithm[J]. Aerospace Shanghai(杨小冈, 廖栋. 一种提高景象匹配算法抗灰度畸变能力的方法. 上海航天), 2002, 19(1): 42-44.
- [8] HUANG Xi-shan, CHEN Hui-jin, CHEN Zhe. Studies on real-time scene matching simulation system[J]. Microelectronics & Computer(黄锡山, 陈慧津, 陈哲. 景象匹配实时仿真系统研究. 微电子学与计算机), 2001, 18(6): 57-60.

征订消息

我部尚有部分会议资料(《2002年全国光电技术学术交流会论文集》(上、下册),《2004年全国光电技术学术交流会论文集》(上、下册)),内容涉及光电总体技术;光电探测;制导及目标特性研究;光电子器件技术;光学系统设计及光学元件加工技术;图像处理与目标识别技术;光电系统测试与仿真技术;光电系统应用。有需求者请与《红外与激光工程》编辑部联系。