

野外环境昆虫图像自动采集装置^{*}

刘德营 丁为民 陈坤杰

(南京农业大学工学院, 南京 210031)

【摘要】 根据稻飞虱趋光性并依照植保专家捕捉昆虫标本的方法,设计了适用于野外环境的昆虫图像自动采集装置。该装置主要由计算机、采集工作台、图像采集系统和控制系统构成。通过荧光灯,将野外昆虫引诱到采集工作台的幕布上,然后通过计算机和微控制器,控制采集工作台和白色采集幕布的两维运动,配合自动拍摄系统,对爬附于幕布上的昆虫进行定时拍摄,获取处于自然状态下的昆虫图像。实验结果显示,利用该系统可以获得完整、清晰且处于自然状态的昆虫图像,为稻飞虱自动识别和田间稻飞虱的虫口密度预测创造了条件。

关键词: 昆虫 图像 采集

中图分类号: S433; TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2011)06-0184-04

Automatic Acquisition System for Insects Images in Field Environment

Liu Deying Ding Weimin Chen Kunjie

(College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China)

Abstract

Based on the phobophototaxis of rice plant hoppers and the method of capturing insects applied by crop protection experts, a kind of automatic acquisition system for insects images in field environment was developed. The system was consisted of a computer, an insect capture platform, an image acquisition device and controlling system. Firstly, a fluorescent lamp was utilized to attract wild insects on the curtain screen installed on the capture platform. Later, with the 2-D movement of the capture platform and the white curtain, the image acquisition device controlled by the computer and microprocessor took photos of insects on the curtain screen at regular intervals. Hence the images of insects in a natural status were obtained. Experimental results showed that the system could be used to obtain clear and complete images of insects in a natural status. The study provided facilities for the automatic identification for rice plant hoppers and the prediction of the density of the rice plant hoppers in fields.

Key words Insect, Image, Acquisition

引言

要实现对病虫危害的有效防治,必须对田间虫口密度进行准确预测^[1]。随着科学技术发展,根据病虫的图像信息自动识别各种害虫的种类已成为可能^[2~3]。

国内外学者已有对棉花昆虫^[4~6]、橘小实蝇^[7]、小麦和谷物害虫^[8~11]等进行图像处理和分类研究的报道,部分商品化的昆虫图像处理软件也有相关

应用^[12~15]。但是,关于昆虫图像的实时自动采集方法和装置的研究,目前尚处于空白。实现昆虫自动识别的前提是获得完整、清晰的昆虫图像,提取的识别特征是否有效,在很大程度上取决于获得的图像质量,而图像的质量主要取决于图像采集装置和图像获取的方法。目前进行的关于昆虫图像识别研究,几乎都是在特定条件下进行的,与野外昆虫的形态有较大的差异。在现实中,需要实时、动态地获取某个区域昆虫种群数量,以指导生产和实践。本文

收稿日期: 2010-10-25 修回日期: 2011-01-20

^{*} 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2008AA100903)

作者简介: 刘德营,博士生,主要从事自动控制研究, E-mail: dyliu@njau.edu.cn

通讯作者: 丁为民,教授,主要从事农机现代设计理论与方法研究, E-mail: wmding@njau.edu.cn

根据植保专家捕捉昆虫的方法,利用昆虫的趋光性,设计一种适用于野外环境的昆虫图像自动采集装置,为昆虫的自动识别和病虫害防治提供一种有效的手段。

1 总体方案

采用图像分析方法实现田间虫口密度的预测,需要组建基于机器视觉的野外昆虫图像自动采集装置,获取处于自然状态下的昆虫图像。设计的野外昆虫图像自动采集装置由计算机、采集工作台及其横向进给系统、图像采集系统和控制系统等组成,整体结构示意图如图 1 所示。

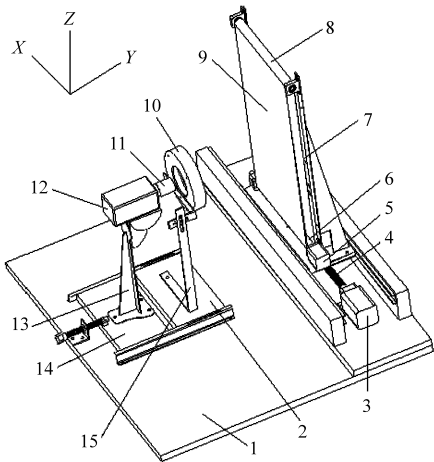


图 1 装置整体结构示意图
Fig. 1 Diagram of equipment

1. 底座 2. 光源工作台 3. 采集工作台电动机 4. 丝杠 5. 幕布电动机 6. 主动辊 7. 机架 8. 从动辊 9. 幕布 10. 拍摄光源 11. 显微变焦距镜头 12. 摄像机 13. 摄像机支架 14. 摄像机工作台 15. 光源支架

根据稻飞虱趋光性并依照植保专家人工捕捉昆虫的方法^[16],选用 160 W 自镇流荧光高压汞灯为引诱光源(图中未标出),诱集的昆虫爬附于白色采集工作台幕布上;控制系统控制横向进给系统和幕布驱动装置,实现采集工作台的 X 向运动和白色采集工作台幕布的 Z 向运动;为了采集到幕布上不同时间段被摄的昆虫数量,每隔 30 min 实时扫描拍摄多幅图像;利用摄像机和图像采集卡拍摄爬附有昆虫的采集工作台幕布,计算机获取昆虫图像;通过计算机与控制系统相连,实现图像采集装置运动和自动拍摄同时进行。

2 硬件设计

系统间参数的协调匹配决定图像采集的质量,因此,设计野外昆虫图像自动采集装置的主要任务是调试各个系统的参数,使得各个系统能够协调工作。

2.1 横向进给系统

横向进给系统由采集工作台电动机、丝杠、驱动器、微控制器组成。该系统主要实现采集工作台的横向(X 向)运动。工作时,微控制器控制电动机正、反转,电动机与丝杠直连,将旋转运动转换为直线运动,丝杠带动采集工作台,实现采集工作台沿 X 向横移,电动机转速 $n = 30 \text{ r/min}$ 。采集工作台的步进电动机型号为 56BYG250C - SASSBL - 041,驱动器采用 SH - 20403。由于采集工作台负载较小,精度要求不高,故横向进给系统的工作过程采用开环控制。

2.2 采集工作台

采集工作台由幕布驱动装置、昆虫采集幕布(250 mm × 500 mm)和机架组成。作用是使被诱集昆虫爬附在白色采集幕布上,以便于昆虫图像的拍摄和获取。根据实验,采集幕布使用聚对苯二甲酸乙二酯(的确良)白布,一方面可以采集到自然状态下稻飞虱的样本图像;另一方面,图像背景颜色单一,方便后续图像处理。幕布驱动装置的主要部件是一台 PX245 - 11A(OPIENTAL MOTOR CO. LTD)幕布驱动电动机,驱动器为 KA - 022W8。幕布电动机与主动辊直连,工作时,幕布电动机带动主动辊旋转,主动辊和从动辊上覆盖摩擦系数较大的衬套,主动辊通过与幕布的摩擦带动从动辊旋转,从而实现采集工作台幕布的 Z 向运动。

2.3 图像采集系统

图像采集系统由摄像机、安装于摄像机上的显微变焦距镜头、拍摄光源、摄像机支架、光源支架、摄像机工作台和光源工作台组成。摄像机安装在支架上,其上下位置及与采集幕布之间的距离均可调。拍摄光源置于白色采集幕布与摄像机之间,其上下位置及与摄像机之间的距离亦可单独调整。CCD 摄像机为 WC - CP470/CH 彩色数字摄像机,选用 Computar 的 MLM3X - MP 显微变焦距镜头,用于显微摄像(稻飞虱大小为 3 ~ 5 mm)。野外拍摄光源采用 OPT - DP1024 - 4HT 环形冷光源。调节镜头与幕布的距离(物距)、焦距、放大倍数等参数,直到图像清晰时,测得的物距为 220 mm,放大倍数为 0.3X,在该参数下,图像采集区域约为 50 mm × 50 mm。

2.4 控制系统

图像采集装置控制系统由计算机、微控制器、驱动器、图像采集卡组成。微控制器通过驱动器控制采集工作台 X 向运动和白色采集幕布 Z 向运动,计算机既用来控制摄像机和图像采集卡获取图像,又通过微控制器实现图像采集装置运动和图像自动拍摄的协调控制。

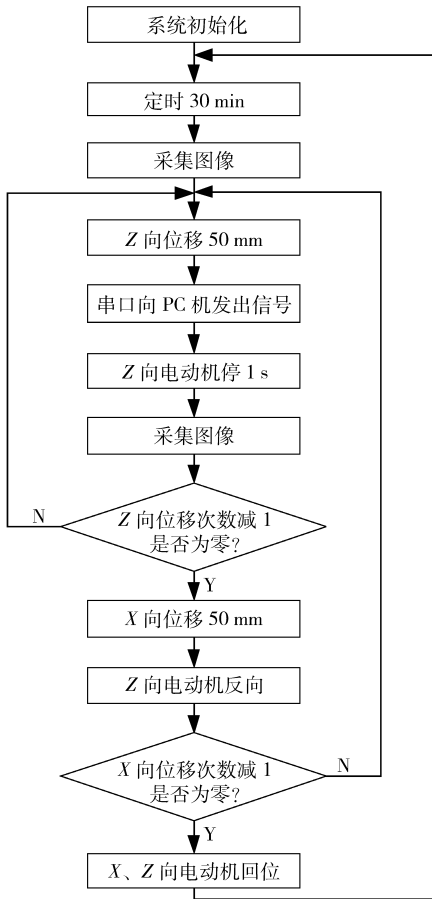


图 3 图像采集程序框图

Fig. 3 Flow chart of image acquisition

飞虱在采集过程中的毒性作用,其背部颜色和纹理图像还可能发生变化,造成提取昆虫特征参数的不稳定,影响识别率。为了检验该装置的采集效果,2009 年 8 月采用该装置在南京农业大学江浦农场水稻田中进行昆虫图像的自动采集试验,图 4b、4c 给出 2 幅昆虫图像例图。与采用毒死后拍摄的稻飞虱图像不同,通过本装置采集得到的稻飞虱图像完整、清晰,稻飞虱形态基本一致,都处于自然状态,真

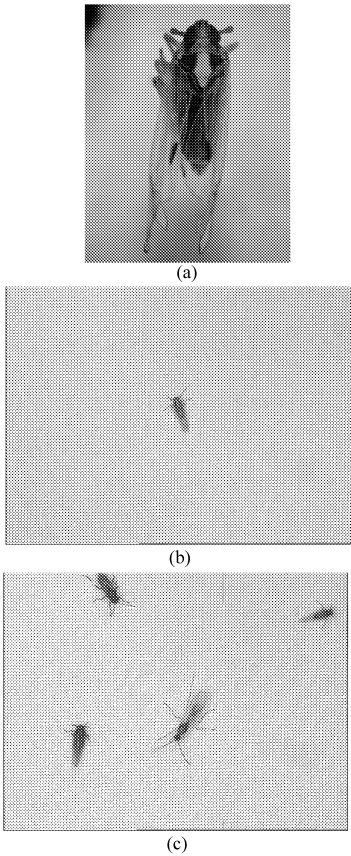


图 4 采集的昆虫图像

Fig. 4 Captured insects images

实地反映了稻飞虱的形态特征,为后续的稻飞虱自动识别提供了良好的基础。

3 结束语

利用昆虫趋光性设计了野外环境昆虫图像自动采集装置,完成了田间昆虫的图像采集工作,获取处于自然状态下昆虫图像,避免标本图像变形以及不完整的问题。试验结果表明所研制的装置能够采集到清晰的昆虫图像,为后续的工作创造了条件。

参 考 文 献

1 章烈辉,刘占山,肖启明,等. 我国水稻病虫害综合防治技术研究现状及发展建议[J]. 中国稻米, 2009(1): 6~9.

2 张法全. 基于机器视觉和小波分析的农田害虫识别系统[D]. 郑州:郑州大学,2003.

3 胡玉霞,张红涛. 基于模拟退火算法-支持向量机的储粮害虫识别分类[J]. 农业机械学报, 2008, 39(9): 108~111.

Hu Yuxia, Zhang Hongtao. Recognition of the stored-grain pests based on simulated annealing algorithm and support vector machine[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(9): 108~111. (in Chinese)

4 Habib G, Nadipuram R P, John J E, et al. A neuro-fuzzy approach for insect classification [C] // World Automation Congress, Third International Symposium on Soft Computing for Industry, Maui, Hawaii, 2000.

5 于新文,沈佐锐. 几种图像分割算法在棉铃虫图像处理中的应用[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(5): 69~75.

Yu Xinwen, Shen Zuorui. Application of several segmentation algorithms to the digital image of *Heliothis armigera* [J]. Journal of China Agricultural University, 2001, 6(5): 69~75. (in Chinese)

6 赵汗青,沈佐锐,于新文. 数学形态特征应用于昆虫自动鉴别的研究[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(3): 38~42.

Zhao Hanqing, Shen Zuorui, Yu Xinwen. On computer-aided insect identification through math-morphology features [J]. Journal of Chinese Agricultural University, 2002, 7(3): 38~42. (in Chinese)

- 5 Wu Haiwei, Yu Haiye, Yang Haoyu, et al. Communication protocols realization of the prediction and evaluation light environment embedded systems[C] //2010 International Conference on Machine Vision and Human-Machine Interface, 2010; 109 ~ 112.
- 6 Zhang X Z, Zhang Y G, Zhou Y H. Measuring and modeling photosynthetically active radiation in Tibet Plateau during April-October[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, 102(2): 207 ~ 212.
- 7 马金玉, 刘晶淼, 李世奎, 等. 基于试验观测的光合有效辐射特征分析[J]. 自然资源学报, 2007, 22(5): 673 ~ 682.
Ma Jinyu, Liu Jingmiao, Li Shikui, et al. Photosynthetic active radiation characteristic analysis based on test observation[J]. Journal of Natural Resources, 2007, 22(5): 673 ~ 682. (in Chinese)
- 8 白建辉, 陈洪滨, 王勇, 等. 香河地区光合有效辐射的测量和计算[J]. 气象与环境学报, 2009, 25(1): 6 ~ 14.
Bai Jianhui, Chen Hongbin, Wang Yong, et al. Measurement and calculation of photosynthetically active radiation in Xianghe[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2009, 25(1): 6 ~ 14. (in Chinese)
- 9 Dumais S, Plantt J, Heckerman D, et al. Inductive learning algorithms and representations for text categorization[C] // Proceedings of the 7th International Conference on Information and Knowledge Management, 1998; 148 ~ 152.
- 10 Leopold, Kindermann J. Text categorization with support vector machines: how to represent texts in input space[J]. Machine Learning, 2002, 46(1): 423 ~ 444.
- 11 于海业, 张蕾. 人参生长光环境研究进展[J]. 生态环境, 2006, 15(5): 1 101 ~ 1 105.
Yu Haiye, Zhang Lei. Research progress in light environment of panax ginseng growth[J]. Ecology and Environment, 2006, 15(5): 1 101 ~ 1 105. (in Chinese)
- 12 郑健, 蔡焕杰, 王健, 等. 日光温室内光合有效辐射基本特征分析[J]. 农业机械学报, 2009, 40(12): 164 ~ 168, 176.
Zheng Jian, Cai Huanjie, Wang Jian, et al. Features of photosynthetic active radiation (PAR) in greenhouse[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(12): 164 ~ 168, 176. (in Chinese)

(上接第 187 页)

- 7 Adsvakulchai S, Baimai V, Prachyabrued W, et al. Morphometric study using wing image analysis for identification of the *bactrocera dorsalis* complex (Diptera: Tephritidae) [J]. The World Wide Web Journal of Biology, 1998, 3: 1 ~ 6.
- 8 White R J, Winokur L. Quantitative description discrimination of butterfly wing patterns using moment invariant analysis[J]. Bulletin of Entomological Research, 2003, 93(4): 361 ~ 374.
- 9 Zayas I Y, Flinn P W. Detection of insects in bulk wheat samples with machine vision[J]. Transaction of the ASAE, 1998, 41(3): 883 ~ 888.
- 10 Ridway C, Davies E R, Chambers J. Imaging for the high-speed detection of pest insects and contaminants in cereal grain in transit[C]. ASAE Meeting Paper 01 - 3056, 2001.
- 11 Weeks P J D, O'Neill M A, Gaston K J, et al. Automating insect identification: exploring the limitations of a prototype system [J]. Journal of Applied Entomology, 1999, 123: 1 ~ 8.
- 12 Pajak M. Identification of british bombus and megabombus using DAISY[D]. Oxford: Oxford University, 2000.
- 13 Watson A T, O'Neill M A, Kitching I J. A qualitative study investigating automated identification of living macrolepidoptera using the digital automated identification system (DAISY) [J]. Systematic Biology, 2003, 1(3): 287 ~ 300.
- 14 杨宏伟, 张云. 计算机视觉技术在昆虫识别中的应用进展[J]. 生物信息学, 2005, 3(3): 133 ~ 136.
Yang Hongwei, Zhang Yun. Application and prospect of computer vision technique in identifying insect[J]. China Journal of Bioninformatics, 2005, 3(3): 133 ~ 136. (in Chinese)
- 15 徐鹏, 陈乃中, 杨定. 自动识别技术在昆虫分类鉴别中的应用[J]. 昆虫知识, 2010, 47(2): 256 ~ 262.
Xu Peng, Chen Naizhong, Yang Ding. Automatic identification of insects[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2010, 47(2): 256 ~ 262. (in Chinese)
- 16 高兴荣, 张培毅. 夜间收集趋光性昆虫的方法[J]. 昆虫知识, 2010, 47(1): 210 ~ 212.
Gao Xingrong, Zhang Peiyi. The method of collecting phototoxic insects at night[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2010, 47(1): 210 ~ 212. (in Chinese)