

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.07.031

农业图像云平台中参数化图像处理系统设计方法*

郑博 赵不赓 景亮
(江苏大学电气信息工程学院, 镇江 212013)

【摘要】 针对现有图像处理系统无法对不同种类的物品进行处理识别这一问题,提出农业图像云平台中的参数化图像处理系统设计方法,根据物品的不同特征,设置不同的参数,即可选择不同的算法对物品处理识别。给出了图像处理系统顶层控制模块的设计和仿真结果,并以几种图像为例,说明了图像处理系统中各个参数的设置。系统具有较强的灵活性和鲁棒性。

关键词: 图像处理系统 云平台 参数化设计 Petri 网
中图分类号: S126; TP391.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2012)07-0168-06

Design Method of Parametric Image Processing System in Agricultural Image Cloud

Zheng Bo Zhao Buhui Jing Liang
(School of Electrical and Information Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract

The existing image processing systems were always designed for certain items. One system can not deal with different types of items. In order to solve this problem, a designed method of parametric agricultural image processing system was proposed. Different parameters were set according to the different characteristics of items at first, and then different algorithms were chosen. The design and simulation results of the top-level controller of the system were presented. At last, the description of how to set parameters in the system was also provided. The system has strong flexibility and robustness.

Key words Image processing system, Cloud platform, Parametric system design, Petri nets

引言

图像处理在农业领域中的应用已经十分广泛^[1]。对苹果、番茄识别的研究^[2~5],为果实采摘和果实分级奠定了基础;对杂草的识别^[6~11],为除草作业作了准备。水产方面的应用可对鱼的行为和健康状况进行检测^[12~15]。但这些研究普遍是针对一个对象选择特定的图像处理算法并用这些算法构建系统,此系统只能用来识别选定的目标,对其他目标却不适用。使特定的图像处理系统更具一般性是目前研究的一个重点,FPGA(现场可编程门阵列)、DSP(数字信号处理)和多处理器的综合运用使其实

现成为可能,但还需要在设计方法上进行创新。

农业图像云是以农业领域中用到的图像处理算法为主的服务器集群。在这个云平台上,可以提供农作物识别、农作物病虫害检测、农产品质量检测、农产品产量评估等与图像处理相关的服务。农业图像云基于云计算的理论和技術构建,成本低,通用性强,可节省大量资源,减轻农民负担。参数化图像处理系统设计方法,是农业图像云中图像处理系统设计的一部分,同时可以用在单独的农业图像处理系统中。

这种设计方法提高了图像处理系统的鲁棒性和灵活性,使系统适用范围更广。本文采用全局异步、

收稿日期: 2012-01-10 修回日期: 2012-03-13
* 国家自然科学基金资助项目(61070058)、江苏高校优势学科建设工程资助项目(苏政办发[2011]6号)和江苏大学研究生创新基金资助项目(CX09B_15XZ)
作者简介: 郑博, 博士生, 主要从事图像处理、EDA 研究, E-mail: zb83dana@163.com
通讯作者: 赵不赓, 教授, 博士生导师, 主要从事 DEDS、EDA、Petri 网研究, E-mail: zhaobuhui@ujs.edu.cn

局部同步的设计思想,将系统划分为顶层控制模块与底层算法模块,所有模块内部采用同步设计方法,顶层控制模块与底层算法模块之间采用握手信号进行异步设计,系统整体更加协调。

1 系统设计思想

参数化图像处理系统是在图像处理模块已存在的前提下,对图像处理系统设置参数,通过所设置的参数选择适用的图像处理模块,即可针对特定的目标进行处理识别。在系统设计时,先对系统进行分析,选择系统的底层模块,然后构建系统顶层控制模块,再确定系统处理目标,根据目标需要提取特征值,对系统进行参数设置,则系统可按照参数选择的模块对目标进行处理。设计流程如图 1 所示。

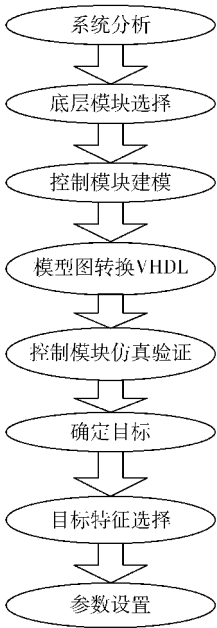


图 1 设计流程图
Fig. 1 Designing flow chart

系统设计采用自底向上的方法,将底层处理模块与顶层控制模块分开设计。底层模块做算法处理,一个模块实现一个算法,对接收的数据进行处理;顶层模块实现全局控制功能,根据检测到的底层模块的信号来判断是否调用底层模块。顶层模块与底层模块以握手信号相联系,底层模块根据握手信号判断是否被调用,根据所接收的设置参数判断是否执行本模块的功能。下一个底层模块接收上一个底层模块的数据时,同时会接收与本模块相关的设置参数。只有当设置参数满足执行条件时,才会执行本模块的功能。顶层模块与底层模块的交互作用图如图 2 所示。其中 S1 是顶层模块与底层模块 1 的握手信号,S2 是顶层模块与底层模块 2 的握手信号。

顶层模块与底层模块间的握手信号由底层模块中的 ready 信号和 finish 信号决定。当 ready 与 finish 信号均为 1 时,握手信号有效。ready 信号为 1,说明底层模块处于空闲状态,可以被调用;ready 信号为 0,说明底层模块处于忙碌状态,不能被调用。finish 信号为 1,说明底层模块功能执行完毕,可以为下一个底层模块传输数据;finish 信号为 0,说明底层模块正在执行功能中。

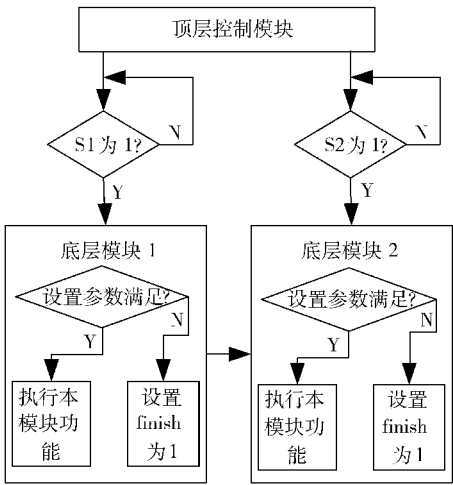


图 2 顶层模块与底层模块交互作用框图
Fig. 2 Interaction of top-level module and bottom modules

2 系统模块划分及参数设置

图像处理系统主要包括图像分割、图像特征提取、图像识别几部分,其中图像特征主要包括颜色特征、形状特征和纹理特征。图像系统中的每个部分都可细化为许多相对应的算法模块,进行处理时,也可以选择同一部分中的几个算法。因为同一部分中的算法只是用不同的方法做相同的事情,所以需要得到不同结果进行比较融合。系统模块划分如图 3 所示。

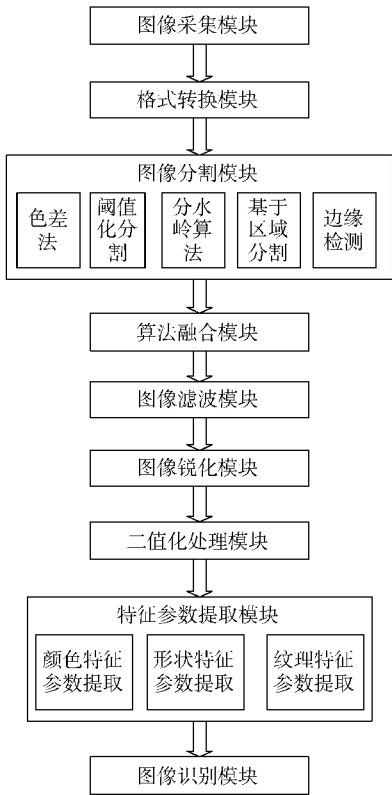


图 3 系统模块划分框图
Fig. 3 System modules

在针对不同的目标进行处理识别时,会选择不同的算法,即使是选择同一种算法,也会因为目标的不同而导致算法中参数的不同。参数化图像处理系统可根据目标的特征,选择适合的图像处理算法,使

得整个系统成为针对特定目标的系统。而当目标变换后,即可针对变换后的目标特征改变参数的设置,系统就变为针对另一个目标的系统了。图像处理系统中参数设置如表 1 所示。

表 1 参数设置
Tab.1 Parameters setting

算法	参数设置
图像滤波 (FilterSel)	邻域平均法、中值滤波、频域低通滤波、消噪掩模法、高斯滤波、小波阈值滤波
图像锐化 (SharpSel)	频域高通滤波、空域高通滤波、微分法、梯度算子法
图像分割 (SegSel)	色差法、阈值化分割、分水岭算法、基于区域分割算法、边缘检测
色差法 (SegCorSel)	基于 R 、基于 G 、基于 B 、基于 $2G-R-B$ 、基于 $R-G$ 、基于 $R-B$ 、自定义
颜色特征提取 (CorSel)	RGB to HIS、RGB to $L^*a^*b^*$ 、RGB to OHTA
形状特征提取 (ShapeSel)	周长、面积、矩形度、圆形度、凸凹度、直径、偏心率、分散度、复杂度
纹理特征提取 (TexSel)	直方图统计法、灰度共生矩阵法、自相关函数法、傅里叶特征法、小波分析法

表 1 给出的参数设置并没有包含更为细化的模块。如形状特征提取中,周长还可以有 2 种计算方法,这两种计算方法也是可以设置和选择的。上面的参数设置中,相对应的位数为 1 时,表示选择执行相对应的算法模块,为 0 时,不执行对应的算法模块。

参数化图像处理系统有 2 种控制方法:一种是顶层控制模块根据设置的参数来调用选定执行功能的底层算法模块,未被选定执行功能的底层模块将被排除在整个系统之外;另一种是系统的顶层控制模块将调用所有的底层模块,无论底层模块是否被所设置的参数选定执行功能,设置的参数将在调用底层模块后判断是否执行模块的功能。第 1 种方法会加重顶层控制模块的负担,虽然在系统构建完成后,系统占用的空间资源会比较少,但由于算法模块一直存在,并没有真正减少空间资源;第 2 种方法使得顶层控制模块更加简单方便,只是在每个底层模块中加入判断是否执行功能的部分,并不会增加过多的空间资源和时间资源,所以本文选择第 2 种方法。

3 顶层控制模块的实现

系统顶层控制模块使用 Petri 网建模,在 SnoopyIOPT 环境下将 Petri 网模型图转换为 VHDL 语言,在 QuartusII 环境中进行仿真验证,得到仿真波形图。

3.1 Petri 网建模

Petri 网是一种可以图形表示的组合模型,具有直观、易懂、易用的优点,在系统建模和分析方面有很大的优势。系统采用 Petri 网建模,可以清晰描述系统中的并发关系和顺序关系,这些关系在 Petri 网

中以图形化的形式表示出来,简单易懂,且对系统后续的分析 and 优化有很大作用。现今 Petri 网在理论 and 应用研究方面都有很多的成果^[16~20]。Petri 网的相关知识可参考文献[21~22]。顶层控制模块的 Petri 网模型如图 4 所示。表 2 为模型图中库所的含义。

3.2 顶层控制模块的 FPGA 仿真

SnoopyIOPT 软件界面主要分为 4 部分,如图 5 所示,详细介绍见文献[23]。将图 4 中的 Petri 网模型图录入到 SnoopyIOPT 软件的中间编辑区域,定义变迁的输入信号和库所的输出信号。编辑好模型图后,SnoopyIOPT 将模型图转换为 PNML 语言文件,再通过 PNML2VHDL 工具将 PNML 语言文件转换为 VHDL 语言文件。

图 4 中 T1 经过转换后的 VHDL 语言如下:
T1_825 <= '1' when (StateFinSync >= 1 and Y2RGBRSync >= 1 and P1_184 >= WP1_184T1_825) else '0'。

生成的 VHDL 语言程序说明当 P1 的 finish 信号 (StateFinSync) 为 1 并且 P2 的 ready 信号 (Y2RGBRSync) 为 1 时,变迁才会发生作用,而 P1_184 >= WP1_184T1_825 是 Petri 网中的条件。

在 QuartusII 环境下进行编译仿真验证,波形图如图 6 所示。

仿真波形图中,reset 为 1 时,进行复位,即 P1 中有 token,输出为 1,其他库所中没有 token,输出为 0;reset 为 0 时,程序正常进行,clk 的时钟周期为 10 ns,按照测试程序,每隔 30 ns 会有一个或几个输出信号为 1。给定的 textbenth 程序中,每隔 30 ns 就有一个或并行的几个输出信号为 1,直到程序结束。仿真结果波形图表明此控制程序是正确的。

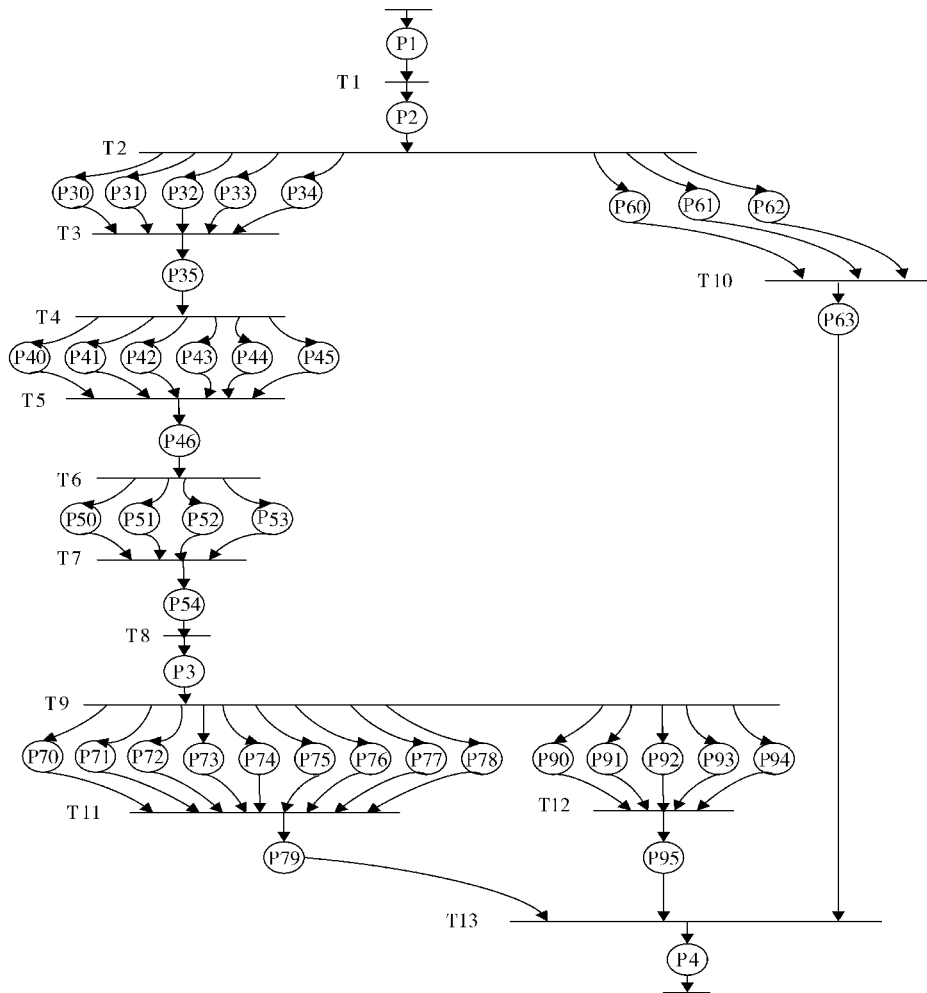


图 4 控制模块 Petri 网模型图

Fig. 4 Petri nets model of control module

表 2 库所的含义

Tab. 2 Meaning of places

库所	含义
P1	采集到的图像,为 YCbCr 格式
P2	YCbCr 格式转换为 RGB 格式
P30 ~ P34	5 种分割算法:颜色组合分割、阈值化分割、分水岭算法、基于区域分割算法、边缘检测
P35	分割算法的融合算法
P40 ~ P45	6 种滤波算法:邻域平均法、中值滤波、频域低通滤波、消噪掩模法、高斯滤波、小波阈值滤波
P46	滤波算法的融合算法
P50 ~ P53	4 种锐化算法:频域高通滤波、空域高通滤波、微分法、梯度算子法
P54	锐化算法的融合算法
P3	灰度图像二值化处理
P60 ~ P62	颜色特征提取:RGB to HIS、RGB to L* a* b*、RGB to OHTA
P63	颜色特征的整合
P70 ~ P78	形状特征提取:周长、面积、矩形度、圆形度、凸凹度、直径、偏心度、分散度、复杂度
P79	形状特征的整合
P90 ~ P94	纹理特征提取算法:直方图统计法、灰度共生矩阵法、自相关函数法、傅里叶特征法、小波分析法
P95	纹理特征的融合算法
P4	图像识别

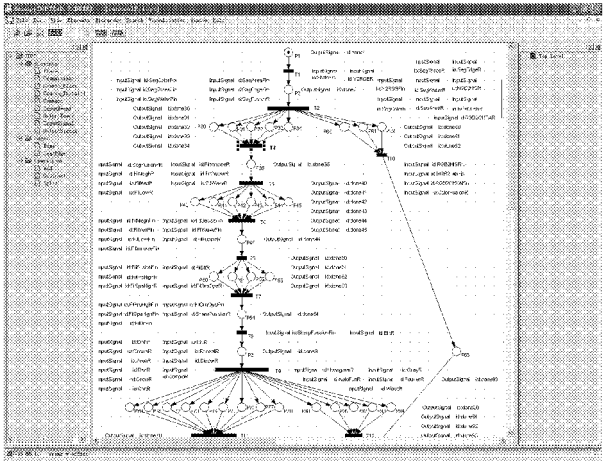


图 5 SnoopyIOPT 软件界面

Fig. 5 Interface of SnoopyIOPT software

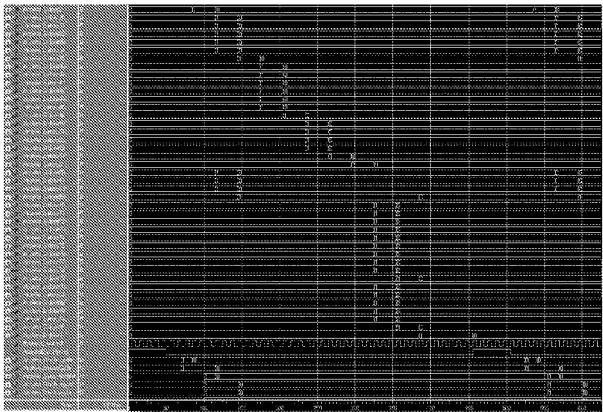


图 6 仿真结果波形图

Fig. 6 Simulation waveform

4 图像处理系统参数设置

以几种农作物图像为例,对系统中的相关参数进行设置。系统控制模块的建模仿真在第 3 节已经实现,下面将根据几种农作物图像的一些特征进行系统的参数设置。几种农作物图像如图 7 所示。

大豆叶片是绿颜色,据此可以将大豆叶片与土地进行分离。但有时采集的图像中会存在杂草,无法用颜色将大豆叶片与杂草分离,因此需引入其他方法。本文选择形状特征来区分大豆叶片和杂草,形状特征中选用周长、面积、矩形度、圆形度、凸凹度、直径等几个特征参数来进行区分识别。同样可以选择一种或几种纹理特征来区分,本文选择灰度共生矩阵法,更细化的参数设置暂时忽略。

分割算法选择中,选择了颜色组合分割法和阈值化分割法,这两种方法在分割的同时可以简单提取颜色特征参数,就不再需要特别提取颜色特征参数。因选择了两种分割方法,后面需要融合算法将得到的结果融合。滤波算法选择中值滤波,锐化算法选择空域高通滤波。因此大豆叶片几种参数设置

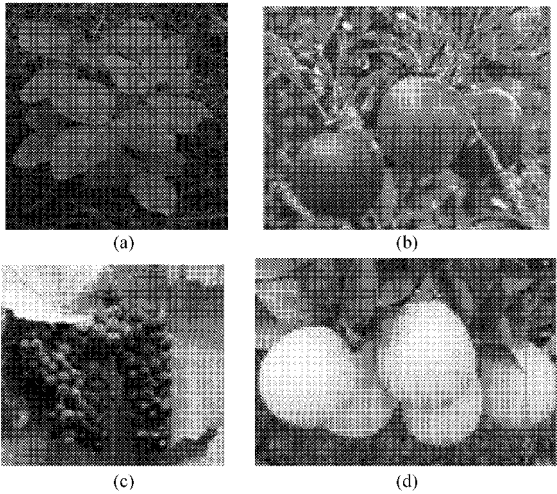


图 7 农作物图像

Fig. 7 Image of crops

(a) 大豆 (b) 苹果 (c) 葡萄 (d) 橙子

如下: FilterSel = 010000; SharpSel = 0100; SegSel = 11000; SegCorSel = 0101000; CorSel = 0000; ShapeSel = 111101000; TexSel = 101000。

其他几种农作物分析与大豆叶片相似,本文不再赘述,仅给出参数的设置。图 7 中苹果的参数设置如下: FilterSel = 110000; SharpSel = 1000; SegSel = 11000; SegCorSel = 1000100; CorSel = 1010; ShapeSel = 110111000; TexSel = 000000。

葡萄与橙子的参数设置与苹果相似,本文仅给出 SegCorSel 参数的设置来说明其区别。

葡萄的 SegCorSel 参数设置为: SegCorSel = 0010000。橙子的 SegCorSel 参数设置为: SegCorSel = 1000101。

通过 4 种农作物参数的设置,可以看出大豆需要纹理特征提取进行识别,其他 3 种并不需要提取纹理特征。几种农作物在色差法算法的选择上也有所区别,大豆叶片选择提取 G 分量和 2G - R - B 分量,苹果选择提取 R 分量和 R - G 分量,葡萄选择提取 B 分量,橙子选择提取 R 分量、R - G 分量以及自定义方式。由此可见,参数化图像处理系统可以识别多种农作物,只需对不同的农作物设置不同的参数,灵活性较好。

5 结束语

提出参数化图像处理系统设计方法,对系统分析并选择底层算法模块,给出部分参数的设置。同时对顶层控制模块建立 Petri 网模型,在 SnoopyIOPT 环境中将 Petri 网模型进行编辑并转换成 VHDL 程序,仿真结果说明控制模块正确。以几种农作物为例,说明了参数设置的方法,并对不同农作物的参数进行比较讨论。

参 考 文 献

- 1 Zheng Bo, Zhao Buhui, Liu Xingqiao. Application of image processing technology in agriculture [C]//2011 International Conference on Agricultural Engineering New Technology & Taishan Academic Forum. USA: Scientific Research Publishing, 2011: 6~11.
- 2 Sarkar N, Wolfe R R. Feature extraction techniques for sorting tomatoes by computer vision [J]. Transactions of the ASAE, 1985, 28(3): 970~974.
- 3 Choi K, Lee G, Han Y J, et al. Tomato maturity evaluation using color image analysis [J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(1): 171~176.
- 4 陈玉, 赵德安. 基于LBM的苹果采摘机器人视觉图像自动修复算法[J]. 农业机械学报, 2010, 41(11): 153~157, 162.
Chen Yu, Zhao Dean. Automatic image inpainting algorithm for apple harvesting robot's vision system based on LBM [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(11): 153~157, 162. (in Chinese)
- 5 Ji Haiyan, Yuan Jinli. The application study of apple color grading by particle swarm optimization neural networks [C]//Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, 2006, 1: 2 651~2 654.
- 6 周平, 汪亚明, 赵匀. 基于颜色分量运算与色域压缩的杂草实时检测方法[J]. 农业机械学报, 2007, 38(1): 116~119.
Zhou Ping, Wang Yaming, Zhao Yun. Real-time detection of weeds based on color components and bit-mask operation [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(1): 116~119. (in Chinese)
- 7 李先锋, 朱伟兴, 纪滨, 等. 基于特征优化和LS-SVM的棉田杂草识别[J]. 农业机械学报, 2010, 41(11): 168~172.
Li Xianfeng, Zhu Weixing, Ji Bin, et al. Weed identification based on features optimization and LS-SVM in the cotton field [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(11): 168~172. (in Chinese)
- 8 曹晶晶, 王一鸣, 毛文华, 等. 基于纹理和位置特征的麦田杂草识别方法[J]. 农业机械学报, 2007, 38(4): 107~110.
Cao Jingjing, Wang Yiming, Mao Wenhua, et al. Weed detection method in wheat field based on texture and position features [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(4): 107~110. (in Chinese)
- 9 Woebbecke D M, Meyer G E, Bargen K V, et al. Color indices for weed identification under various soil, residual, and lighting conditions [J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(1): 259~269.
- 10 Franz E, Gebhardt M R, Unklesbay K B. Shape description of completely visible and partially occluded leaves for identifying plants in digital images [J]. Transactions of the ASAE, 1991, 34(2): 673~681.
- 11 Tellaeche A, Burgos-Artizzu X P, Pajares G, et al. A vision-based method for weeds identification through the Bayesian decision theory [J]. Pattern Recognition, 2008, 41(2): 521~530.
- 12 Israeli D, Kimmel E. Behavioral response of carp (Cyprinus carpio) to ammonia stress [J]. Aquaculture, 1998, 165(1): 81~93.
- 13 Kato S, Tamada K, Shimada Y, et al. A quantification of goldfish behavior by an image processing system [J]. Behavioural Brain Research, 1996, 80(1~2): 51~55.
- 14 Kato S, Nakagawa T, Ohkawa M, et al. A computer image processing system for quantification of zebrafish behavior [J]. Journal of Neuroscience Methods, 2004, 134(1): 1~7.
- 15 刘星桥, 孙玉坤, 赵德安, 等. 采用图像处理技术对鱼体健康状况监视和预报[J]. 农业工程学报, 2005, 21(6): 118~121.
- 16 赵不赓. 基于Petri网密码系统的实现[J]. 江苏理工大学学报:自然科学版, 2001, 22(4): 71~74.
Zhao Buhui. Implementation of cryptography based on Petri nets [J]. Journal of Jiangsu University of Science and Technology: Natural Science, 2001, 22(4): 71~74. (in Chinese)
- 17 Chaouiya C. Petri net modelling of biological networks [J]. Briefings in Bioinformatics, 2007, 8(4): 210~219.
- 18 Magnin M, Lime D, Roux O. Symbolic state space of stopwatch Petri nets with discrete-time semantics [C]//Proceedings of 29th International Conference on Applications and Theory of Petri Nets and Other Models of Concurrency. Heidelberg: Springer Verlag, 2008: 307~326.
- 19 Bouroulet R, Devillers R, Klaudel H, et al. Modeling and analysis of security protocols using role based specifications and Petri nets [C]//Proceedings of 29th International Conference on Applications and Theory of Petri Nets and Other Models of Concurrency. Heidelberg: Springer Verlag, 2008: 72~91.
- 20 杜天艳, 赵不赓. 基于LabVIEW的Petri网控制器实现[J]. 江苏大学学报:自然科学版, 2011, 32(1): 75~78, 83.
Du Tianyan, Zhao Buhui. Implementation of Petri nets controller based on LabVIEW [J]. Journal of Jiangsu University: Natural Science Edition, 2011, 32(1): 75~78, 83. (in Chinese)
- 21 大卫 R, 奥兰 H. 佩特利网和逻辑控制器图形表示工具(GRAFCET)[M]. 黄建文, 赵不赓, 译. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- 22 袁崇义. Petri网原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- 23 Costa A, Gomes L, Barros J P, et al. Petri nets tools framework supporting FPGA-based controller implementations [C]//Industrial Electronics, IECON 2008, 34th Annual Conference of IEEE, 2008: 2 477~2 482.