

ISSN 1002-137X



计算机科学

COMPUTER SCIENCE

JISUANJIKEXUE

第 35 卷 第 6 期



中文核心期刊

中国科技核心期刊

中国科学引文数据库来源期刊

中国期刊方阵双效期刊

中国计算机学会会刊

ISSN 1002-137X



9 771002 137001

06>

35 (6) 2008

国家科技部西南信息中心

SWIC

MST PRC

“2009’国际信息技术与应用学术论坛”征稿启事

一、论坛简介

继成功举办“2008’信息技术与应用学术论坛”(注:所有入选论文已正式发表在《计算机科学》2008年第4A期,全部论文均被CNKI“中国重要会议论文全文数据库”收录和检索)之后,西南财经大学信息技术应用研究所与《计算机科学》杂志社继续合作,将于2009年4月举办“2009’国际信息技术与应用学术论坛”。

二、征文范围

本次学术论坛的应征论文,要反映在信息技术与应用及相关领域中有新意或创见的技术、理论和应用研究成果,其工作语言为“中文/英文”。相关主题包括(但不限于):1. 网络计算,服务计算,移动计算,普适计算,对等计算,金融计算,财经计算,生物计算,科学计算,高性能计算;2. 软件工程,人工智能,模式识别,知识发现,数据挖掘,智能代理,计算几何,逆向工程,信息隐藏,数字水印,中文处理,虚拟现实,互联网络,移动商务,电子商务,电子政务,电子医疗;3. 机器人技术,计算机视觉,多媒体技术,传感器网络,嵌入式系统,理论计算机,粗糙集技术,Web智能,企业信息化;4. 管理信息系统,决策支持系统,信息安全技术,数据库技术,搜索引擎技术,图形图像处理,商务智能技术,计算机应用技术;5. 关于信息技术与应用的教学方法、教学研究、教学改革、教学创新、教学探索、教学经验等。

三、被录用论文发表方式

1. 优秀英文论文,将发表在由IEEE Computer Society出版的论文集,并被ISTP/EI检索。
2. 其余中/英文论文,将发表在《计算机科学》专刊;其中,特别优秀的中文论文(以及少量英文论文)经再完善后,将被推荐到《计算机科学》正刊优先发表。

四、来稿须知

1. 所有来稿应资料可靠、数据准确、书写规范;版面一般在4页左右(A4页面,5号字);均须通过指定的投稿电子邮箱(xxjsyy@swufe.edu.cn)投稿。来稿文末,请另页随附:第一作者(或联系作者)的工作单位、职称职务、通信地址、邮政编码、电子邮箱、电话、手机等个人信息;2. 来稿务必严格按《计算机科学》所发表论文的格式要求,即必须有:题目、作者姓名、作者单位、作者地区、作者邮编、摘要、关键词(以上均需中英文),正文,参考文献(不少于10项)。正文排版用双栏格式,图形尽量用Visio制作,请务必清晰。作者姓名在文题下按序排列,排列顺序必须在投稿前确定;3. 受重要课题或项目资助的来稿,应于来稿文题页左下方注明其所受资助的课题名或项目名;4. 为缩短刊出周期和减少错误,来稿一律采取WORD文档形式的电子文档。来稿文档名一律为第一作者姓名(或联系作者),以便查阅;5. 来稿被确认刊载发表后,将挂号赠寄该文所在的“IEEE论文集”或《计算机科学》专刊1册;6. 文稿严禁抄袭,文责自负;请勿一稿多投。对来稿均必复:(1)收到来稿后,当即电子邮件回复作者“来稿已收到”;(2)来稿无论被采用与否,均将在2~3工作周内通知作者其审稿结果。

五、发表费用(人民币)

1. 《IEEE论文集》发表费:4页内的论文为2900元;超过4页的论文,每超一页另收400元。
2. 《计算机科学》专刊发表费:4页内的论文为800元;超过4页的论文,每超一页另收200元。
3. 《计算机科学》正刊发表费:按照《计算机科学》正刊论文发表费标准执行。

六、关键日期

投稿截止日期:2009年3月1日;录用截止日期:2009年3月20日。

七、投稿邮箱:xxjsyy@swufe.edu.cn

八、投稿联系人

黄老师(电话:028-87352220, 028-88088880, 13060035282) 李老師(电话:028-87352220, 13880890751)

九、联系网址: <http://www.xxjsyy.cn>

十、缴费方式

1. 邮局汇款(首选方式):
收款人姓名:周启海(所长、教授、博导)
通讯地址:成都市西南财经大学 信息技术应用研究所
邮政编码:610074
2. 单位转账:
户名:成都市曜创科技有限公司
账号:51001436337050048369
开户行:成都市建行三支行南虹分理处

计算机科学

(1974年1月创刊)

第35卷第6期(月刊)

2008年6月25日出版

国际标准连续出版物号 ISSN 1002-137X
国内统一连续出版物号 CN50-1075/TP

定价:30.00元 国外定价:5美元

邮发代号:78-68

发行范围:国内外公开

主管单位:科学技术部

主办单位:科技部西南信息中心

编辑出版:《计算机科学》杂志社

重庆市渝北区北部新区洪湖西路18号 邮政编码:401121

电话:(023) 63500828 E-mail:jsjxx@swic.ac.cn

网址:www.jsjxx.com

社长:牟炳林

总编:彭丹

主编助理:徐书令

印刷:重庆升光电力印务有限公司

总发行处:重庆市邮政局

订购处:全国各地邮政局

国外总发行:中国国际图书贸易总公司(北京399信箱)

国外代号:6210-MO

| | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|---------|
| 复杂网络的能效性与脆弱性研究综述 | 欧阳敏 | 费 奇 | 余明辉 | 梁恩杰(1) |
| 数据挖掘技术标准综述 | 刘明亮 | 李雄飞 | 孙 涛 | 许晓晴(5) |
| 计算机生成三维全景图像研究现状与发展 | 王红霞 | 伍春洪 | 杨 杨 | 张 兰(11) |
| 可信中间件——技术现状和发展 | | | 李琪林 | 周明天(15) |

计算机网络与信息技术

| | | | |
|--|-----|-----|----------|
| 基于经典逻辑的安全协议模型检测方法 | 徐 杨 | 刘吉锋 | 孙吉贵(20) |
| 移动协同感知研究综述 | 滕文星 | 李士宁 | 尹小燕(25) |
| P2P 流媒体技术研究 | 鲁逸峰 | 王劲林 | 苏少伟(28) |
| 基于 RBAC 的 P2P 网络环境信任模型研究 | 文珠穆 | 卢正鼎 | 唐 卓 |
| 基于 P2P 环境的分布式数字签名研究及应用 | | | 李希武(32) |
| P2P 网络中 Netshot 路由算法的消息通信机制性能分析 | | | 刘汝正(37) |
| P2P 网络中 Netshot 路由算法的消息通信机制性能分析 | | | 向学哲(40) |
| 基于资源位置与节点反馈的 P2P 搜索算法 | 孙华志 | | 侯 洁(43) |
| Multi-SoftMan 入侵防御系统模型的智能弹性架构 | | | |
| 一个基于有色 Petri 网的自动 Web 服务合成模型 | 马占飞 | 郑雪峰 | 曾广平 |
| 一种在区分服务网络中新的三色标记器 | 张昭理 | | 涂序彦(46) |
| 一种远程缓冲区溢出漏洞检测模型及系统实现 | 郝俊瑞 | | 洪 帆(50) |
| 基于免疫学原理的混合入侵检测系统的设计与实现 | 许俊杰 | | 余少华(55) |
| 高效的基于平面的层次化应用层组播树模型 | 傅 涛 | 孙文静 | 蔡皖东(60) |
| 一个多策略安全模型的研究与设计 | 许建真 | 濮松兰 | 崔萌萌(63) |
| 支持移动客户应用的分布式订阅/通知框架 | 吴 炯 | | 张福英(67) |
| 一种基于改进 UCON _c 的网络授权策略规范 | 闫新庆 | 尹周平 | 钱培德(71) |
| 基于 GridSim ToolKits 的网络仿真环境设计与实现 | 桂劲松 | 陈志刚 | 熊有伦(74) |
| 基于流媒体服务的高性能阵列研究 | 刘宴兵 | 杨茜慧 | 郭 迎(77) |
| 一种基于 iSCSI 的自适应故障检测器的研究 | 姜国松 | 谢长生 | 王文斌(83) |
| 一种基于树环结构的应用层多播协议 | 杨 光 | 周敬利 | 王宇德(86) |
| 树链混合组播源认证协议 | 刘泽志 | 肖 扬 | 刘 钢(90) |
| 系统服务 Rootkits 隐藏行为分析 | 王卫东 | | 杨 明(95) |
| 基于最大流的网络编码组播路由算法 | 龙 海 | 郝东白 | 李之棠(99) |
| 圆分布双跳无线传感器网络网络配置及拓扑发现修复算法与仿真 | 陶少国 | 黄佳庆 | 黄 皓(103) |
| 基于虚拟 MIMO 子信道的多用户分集资源调度算法 | 张金荣 | 曹长修 | 唐贤伦(110) |
| 微蜂窝结构分布式天线系统下行链路性能与信道容量分析 | 王德胜 | 朱光喜 | 刘应状 |
| IP 网络多组播流相互影响均衡问题研究 | 曹 汐 | 朱光喜 | 刘德明 |
| 基于 SOA 的数据业务服务总线的设计 | 戚 琦 | 廖建新 | 胡臻平(114) |
| 基于 GAP 的分布式实验室数据安全系统 | 黄 文 | 文春生 | 梁学俊(118) |
| Petri 网中子网的分类与规范化研究 | 王志坚 | 魏定国 | 陈建阳(122) |
| 面向 SMT 体系结构的片上资源分配策略研究 | 张 骏 | 樊晓钰 | 朱晓民(125) |
| 一种适用于 P2P 存储系统的索引管理算法 | 刘加伶 | 张 红 | 欧红星(128) |
| 对一类迭代混沌分组密码的分析与改进 | | | 吴时霖(131) |

人工智能及图像处理技术

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| 一种基于本体的网络服务匹配方法 | 张 燕 | 贾 焰 | 黄晓斌 | 周 斌 | 顾 剑(145) |
| 基于语义的关键词提取算法 | 方 俊 | 郭 雷 | 王 涛 | 王 涛 | 王 涛(148) |
| 基于语义理解的智能搜索引擎研究 | 陈 林 | 杨 丹 | 赵俊芹 | | 赵俊芹(152) |
| 一种带物元的动态描述逻辑 | 王 静 | 刘 群 | 石 磊 | | 石 磊(155) |
| 情感机器人的情感模型研究 | 孟秀艳 | 王志良 | 李 娜 | | 刘通峰(158) |
| 模糊深隐马尔可夫模型研究 | 成科扬 | 文传军 | 唐永照 | | 唐永照(163) |
| 基于字符频率及分治法的字符串模式匹配算法 | 戴文华 | 焦翠珍 | 何婷婷 | | 何婷婷(171) |
| 基于并行遗传算法的 K-means 聚类研究 | 苗启广 | 王明静 | 王宝树 | | 王宝树(175) |
| 基于归一化互信息与模糊自适应 PSO 的图像自动配准方法 | 徐 图 | 罗 瑜 | 何大可 | | 何大可(178) |
| 超球体单类支持向量机的 SMO 训练算法 | 顾 磊 | 吴慧中 | 肖 亮 | | 肖 亮(183) |
| 一种新的模糊多球分类算法及其集成方法 | 殷新春 | 侯红祥 | 谢 立 | | 谢 立(186) |
| 基于双基数的快速标量乘算法 | 石 熙 | 雷英杰 | 李兆渊 | | 李兆渊(193) |
| 基于广义猫映射和加法模运算的快速图像加密系统 | 路艳丽 | 雷英杰 | 丁荣涛 | | 丁荣涛(196) |
| 基于变异 S 框架的序贯性决策方法在状态转移中的应用 | 俞 峰 | | 杨成梧 | | 杨成梧(199) |
| 基于多特征融合和 Boosting RBF 神经网络的人脸识别 | | | | | |
| 直觉区间模糊集的熵、距离测度和相似测度 | | | | | |

| | | | |
|---------------------------------|---------|-----|----------|
| 基于约束逻辑的非单调属性委托..... | 陈波 | 曾国荪 | 李莉(202) |
| 非线性 TP 的 PSO 求解 | 张美玉 | 黄翰 | 郝志峰(206) |
| 笛卡尔积运算对数据库数据质量的传递影响..... | 陈卫东 | 张维明 | (210) |
| 一种基于粗糙集的分类数据挖掘算法..... | 马君华 | 陈云开 | (213) |
| 一种基于混沌的可并行 Hash 函数 | 邓绍江 | 廖晓峰 | 肖迪(217) |
| 异常情况下维结构的变换方法..... | 陆昌辉 吴晓华 | 刘青宝 | 邓苏 |
| 基于广义掩膜积分图像的快速模板匹配..... | 邵平 | 杨路明 | (223) |
| 抽象数字事件重构模型的设计..... | 杨莉莉 | 杨永川 | (227) |
| 一种查询 XML 异构数据源的新方法 | 陈金辉 | 董颢 | 孙亚民(230) |
| 双时态 XML 查询中 now 语义失真的研究与扩展..... | 汤娜 | 陈罗武 | 刘瑞君 |
| 关系数据库上基于非数值属性关键词的模糊查询..... | 杨路明 | 王佳宜 | 谢东(236) |
| 含有效时间时态关系数据库到 XML 映射方法的研究 | 刘健 | 马宗民 | 严丽(240) |
| 基于生物芯片的背包问题 DNA 算法 | 朱莹 | 丁永生 | 李汪根(243) |
| 基于混沌特性的小波数字水印技术及实现..... | 傅德胜 | 孙文静 | 张小飞(246) |
| 基于运行时纹理合成的纹理画刷..... | 邹昆 | 韩国强 | 李闻 |
| 复杂背景下视频序列中的人脸定位算法..... | 蓝章礼 | 曹建秋 | 梁爽(255) |
| 三维地震数据场的并行体绘制算法..... | 杨磊 | 李肯立 | 齐雷生 |
| 川南石刻图像特征提取方法研究..... | 李雅梅 | 吴中福 | (261) |
| 一种基于模板的档案图像压缩新方法..... | | 杨有 | (265) |
| 手写表格识别系统研究和实现..... | 王行荣 | 应俊 | (268) |
| 听觉显示研究与应用..... | 喻耀华 | 刘正捷 | (272) |

软件工程

| | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-------|
| 测试脚本自动生成器的设计与实现..... | 赵斌飞 | 刘磊 | (276) |
| 因果告警相关方法在入侵检测系统中的应用与实现..... | 王泽平 | 秦拯 | (280) |
| 基于 XML API 的组件扩展接口变异测试方法 | 聂南 | 谢晓东 | 甘勇 |
| 多 Agent CRM 系统模型及其协同通信研究 | 毛明志 | 姜云飞 | (287) |
| 电子商务中面向任务社区的前摄信息交换..... | 李立新 | 邱玉辉 | (289) |
| 基于 P2P 的协同办公系统的研究 | 张裔智 | 张燕 | (293) |
| 基于 UML 的仓库管理数据库系统设计 | | 冯春辉 | (295) |
| 基于 OLAM 的可视化 DM 系统的设计与实现 | | 李献礼 | (297) |
| 基于数据库抽样的海量数据分类算法研究..... | | 李雪婵 | (299) |

COMPUTER SCIENCE

Vol. 35 No. 6 2008

CONTENTS

| | | |
|--|-----------------------|-------|
| Survey on Efficiency and Vulnerability of Complex Network | OU-Yang Min et al. | (1) |
| Survey of Data Mining Technology Standards | LIU Ming-liang et al. | (5) |
| Research and Development of Computer Generated Integral Image | WANG Hong-xia et al. | (11) |
| Dependable Middleware: Survey and Further Evolution | LI Qi-lin et al. | (15) |
| Security Protocol Model Checking Based on Classical Logic | XU Chang et al. | (20) |
| Survey of Cooperative Awareness Research in Mobile Environment | TENG Wen-xing et al. | (25) |
| Survey of Peer-to-Peer Streaming Technology | LU Yi-feng et al. | (28) |
| Trust Model Research in the P2P Environment Based on RBAC | WEN Zhu-mu et al. | (32) |
| Study and Realization of Digital Multi-sign Based on P2P Network | LIU Ru-zheng | (37) |
| Communication Performance Research about Netshot Routing Algorithm in Peer-to-Peer Network | XIANG Xue-zhe | (40) |
| P2P Network Search Algorithm Based on Position of Resources and Feedback of Nodes | SUN Hua-zhi et al. | (43) |
| Intelligent Resilient Framework of Multi-SoftMan Intrusion Prevention System Model | MA Zhan-fei et al. | (46) |
| A Colored Petri Net-based Model for Automated Web Service Composition | ZHANG Zhao-li et al. | (50) |
| An Innovation Three Color Marker in Diffserv Networks | HAO Jun-rui et al. | (55) |
| A Model for Detecting Remote Buffer Overflow Vulnerabilities and its Implementation | XU Jun-jie et al. | (60) |
| Design and Implementation of Mix Intrusion Detection System Based on Immunology Principle | FU Tao et al. | (63) |
| Efficient Plane-based Hierarchical Application Layer Multicast Model | XU Jian-zhen et al. | (67) |
| Research and Design of a Multi-policy Security Model | WU Xian et al. | (71) |
| Distributed Subscribe/Notification Framework with Support of Mobile Applications | YAN Xin-qing et al. | (74) |
| An Improved UCONc-based Authorization Policy Specification in Grid | GUI Jin-song et al. | (77) |
| Design and Implement for Grid Simulation Environment Based on GridSim ToolKits | LIU Yan-bing et al. | (83) |
| Research about Disk Array in Stream Media Server | JIANG Guo-song et al. | (86) |
| Research of an Adaptive Failure Detector on iSCSI | YANG Guang et al. | (90) |
| A Tree-ring-based Application-layer Multicast Protocol | LIU Yang-zhi et al. | (95) |
| Tree and Chains United into Multicast Authentication | WANG Wei-dong et al. | (99) |
| Analyse the Undetectable Behavior of Rootkits on System Services | LONG Hai et al. | (103) |

| | |
|--|------------------------------|
| Maxflow-based Routing Algorithm for Network Coding Multicast | TAO Shao-Guo et al. (107) |
| Algorithm and Simulation of Network Setup and Topology Discovery for Circle-distributed 2-hops WSN | ZHANG Jin-rong et al. (110) |
| Muti-User Diversity Based on Virtual Sub-channel for MIMO System | WANG De-sheng et al. (114) |
| Downlink Performance and Channel Capacity Analysis for Micro-cellular Distributed Antenna Systems ... | CAO Xi et al. (118) |
| Study on Equilibrium Problem of Multicast Flow Interacting in IP Network | ZHAO Xi et al. (122) |
| Research and Design of Data Service Bus Based on SOA | QI Qi et al. (125) |
| Security System of Distributing Laboratory Data Based on GAP | HUANG Wen et al. (128) |
| Taxonomy of Subnets in Petri Net and their Normalization | WANG Zhi-jian et al. (131) |
| Research of On-chip Resource Distribution Strategies for Simultaneous Multithreaded Architecture | ZHANG Jun et al. (135) |
| An Indexing Management Algorithm Used in P2P Storage System | GUAN Zhong (139) |
| Cryptanalysis and Improvement on a Block Cipher Based on Iterating a Chaotic Map | LIU Jia-ling et al. (141) |
| An Ontology-based Grid Service Matching Method | ZHANG Yan et al. (145) |
| Semantically Improved Automatic Keyphrase Extraction | FANG Jun et al. (148) |
| Research on Intelligent Search Engine Based on Semantic Comprehension | CHEN Lin et al. (152) |
| A Dynamic Description Logic with Matter Element | WANG Jing et al. (155) |
| Research on Affective Model of Affective Robot | MENG Xiu-yan et al. (158) |
| Research on Fuzzy Buried Markov Model | CHENG Ke-yang et al. (163) |
| String Pattern Matching Algorithm Based on Frequencies of Characters and Dividing and Conquering | DENG Yi-gui (168) |
| Research of K-means Clustering Method Based on Parallel Genetic Algorithm | DAI Wen-hua et al. (171) |
| Automatic Approach for Automated Multi-sensor Image Registration Based on Normalized Mutual Information and Fuzzy Adaptive PSO | MIAO Qi-Guang et al. (175) |
| SMO Training Algorithm for Hyper-sphere One-class SVM | XU Tu et al. (178) |
| Study of Algorithms of Clustering Based on Multi-dimensional Self-Organizing Feature Mapping | JIANG Bo et al. (181) |
| A Novel Fuzzy Multiple Spheres Classification Algorithm and its Ensemble Method | GU Lei et al. (183) |
| Fast Scalar Multiplication Based on DBNS | YIN Xin-chun et al. (186) |
| Fast Image Encryption System Based on General Cat Map and Additive Modular Arithmetic | SHI Xi et al. (190) |
| Sequential Decision Method in State Transition Based on Variant S-rough Sets | LU Yan-li et al. (193) |
| Face Recognition Based on Feature Fusion and Boosting RBF Neural Network | JI Xin-hao et al. (196) |
| Entropy, Distance Measure and Similarity Measure of Intuitionistic Interval-valued Fuzzy Sets | YU Feng et al. (199) |
| Non-monotone Attribute Delegation Based on Constraint Logic | CHEN Bo et al. (202) |
| Particle Swarm Optimization Algorithm for Solving Non-linear Transportation Problem | ZHANG Mei-yu et al. (206) |
| Data Quality Propagation of Cartesian Product for Relational Database | CHEN Wei-dong et al. (210) |
| A Data Mining Algorithm Based on Rough Set Theory | MA Jun-hua et al. (213) |
| A Parallel Hash Function Based on Chaos | DENG Shao-jiang et al. (217) |
| Method for Revising Dimension Structure in Exceptions | LU Chang-hui et al. (220) |
| Fast Template Matching Based on Extended Integral Image with Mask | SHAO Ping et al. (223) |
| Design of Abstract Digital Event Reconstruction Model | YANG Li-li et al. (227) |
| A Novel Approach to Query Heterogenous Data Sources Based on XML | CHEN Jin-hui et al. (230) |
| Research of Temporal XML and Querying | TANG Na et al. (233) |
| Fuzzy Query Based on Non-numeric Attribute Keywords over Relational Databases | YANG Lu-ming et al. (236) |
| Formal Mapping of Temporal Relational Databases with Valid Times into Temporal XML | LIU Jian et al. (240) |
| Knapsack Problem with DNA Algorithm Based on Biochips | ZHU Ying et al. (243) |
| Chaos-based Wavelet Digital Watermarking Algorithm Implementation | FU De-sheng et al. (246) |
| Texture Brush Based on Run-time Texture Synthesis | ZOU Kun et al. (251) |
| Face Location Algorithm in Video Sequences with Complex Background | LAN Zhang-li et al. (255) |
| Three-dimensional Seismic-data Parallel Volume Rendering Algorithm | YANG Lei et al. (258) |
| On Feature Extraction Method for Carved Stone Image | LI Ya-mei et al. (261) |
| A New Compression Approach to Document Image Based on Template | YANG You (265) |
| Research and Implementation of Handwritten Form Recognition System | WANG Xing-rong et al. (268) |
| Research and Application of Auditory Display | YU Yao-hua et al. (272) |
| Design and Implementation of Automated Generator of Test Scripts | ZHAO Bin-fei et al. (276) |
| Application and Implementation of Causal Alert Correlation Method in Intrusion Detection System | WANG Ze-ping et al. (280) |
| Extension Interface Mutation Testing for Component Based on XML API | NIE Nan et al. (283) |
| Research on Multi-Agent CRM System Model and its Cooperative Communication | MAO Ming-zhi et al. (287) |
| Task-oriented Community with Proactive Information Exchange in eCommerce | LI Li-xin et al. (289) |
| Study of Collaborative Office System Based on P2P | ZHANG Yan (293) |
| Database System Design of Warehouse Management Based on UML | ZHANG Yi-zhi et al. (295) |
| Implementation and Designment of the DM Based on OLAM | LI Xian-li (297) |
| Research on Classification Calculateion Way of a Great Amount of Data According to the Database Sampling | LI Xue-chan (299) |

复杂背景下视频序列中的人脸定位算法^{*})

蓝章礼 曹建秋 梁爽

(重庆交通大学计算机与信息学院 重庆 400074)

摘要 视频序列中的人脸定位是利用视频图像进行人脸识别的关键技术。为提高视频序列中人脸定位的准确性,通过分析彩色视频序列中的人脸特点,提出一种采用背景去除、肤色区域探测、水平亮度投影和垂直梯度运算、特征点拟合等人脸模板特征的方法,对视频序列中的人脸进行定位。实验结果表明,该方法定位的人脸能够满足实际应用,已利用本方法开发了人脸门禁系统。

关键词 人脸定位,视频序列,背景去除,肤色区域,人脸模板

Face Location Algorithm in Video Sequences with Complex Background

LAN Zhang-li CAO Jian-qiu LIANG Shuang

(School of Computer and Information, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract Face location is a key technique of face recognition using images from video sequences. In order to improve the accuracy of face location in video sequences, the paper presents a method for locating face in video sequences through analysis of face features in video sequence. Background removing, skin region detecting, horizontal brightness projection and face template with gradient calculating, feature component fitting are adopted for this method. The experiments demonstrate that this method can meet the requirements of actual application. In addition, face recognition-based access control system has been developed using this method.

Keywords Face location, Video sequence, Background removing, Skin region, Face template

1 引言

随着模式识别技术的深入开展,以模式识别为基础的智能识别技术近年来得到了快速发展并逐步应用于智能门禁、考勤系统和安全监控中,如指纹识别和虹膜识别在门禁系统中的运用。但由于指纹识别对6岁以下的小孩效果不佳,虹膜识别对人眼有一定的伤害,因此人脸识别的应用范围得到拓展,针对人脸识别进行的研究也更加深入。

人脸的检测与定位作为人脸识别与比对的基础,是人脸识别的重要研究领域^[1,2]。只有正确地检测出人脸的位置,才能更好地进行人脸的识别和比对。目前常用的人脸检测方法有三类:一类是基于整体人脸的灰度模板匹配方法,这种方法运算量大,而且容易受亮度变化影响^[3]。二类是人工神经网络方法,通过大量样本的训练,最后对图像各区域进行判决。该方法在理论上可行,但是训练样本的选择和网络收敛均很困难,实际运用的推广难度大^[4]。第三类方法是肤色检测的方法,这种方法利用了数字图像的彩色信息,大大提高了检测的速度^[5],但由于肤色空间和其他颜色空间的交叉性,已有的方法只能限制在简单的背景下,在复杂背景的图像中误检率非常高。

由于许多企事业单位都已安装完善的视频监控系统,如何利用现有设施,在不增加硬件成本的前提下进行系统功能的升级,完成与人脸识别有关的功能逐渐成为一个研究重点。本文针对视频中人脸的特点,综合利用背景去除、肤色区域探测、水平亮度投影、垂直梯度运算和特征点拟合的方法,快速准确地对视频序列中的人脸进行定位,在实验和应用中取得了满意的效果。

本文就该算法的流程和各环节的方法进行阐述。

2 视频序列中具有复杂背景的人脸检测算法

2.1 算法的总体结构

算法总体结构如图1所示。

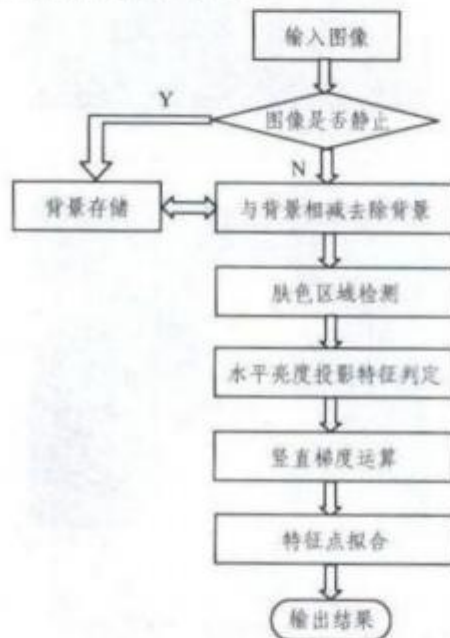


图1 人脸检测算法流程图

首先获取视频中的连续几帧图像,通过这几帧连续图像判断画面是否处于静止状态,若画面静止,可认为图像内无活动物体通过,存储当前图像作为背景。如果画面不静止,则取一幅图像与图像背景进行减操作,去除背景影响,获得活动区域的具体位置。然后在活动区域内寻找肤色范围,找到可能

^{*})本文受重庆市自然科学基金(CSTC,2006BB2409,2007BB2438)和重庆交通大学青年骨干教师基金资助。蓝章礼 副教授,博士,主要研究方向为数字图像处理与模式识别、计算机算法设计与研究。

的人脸区域作为候选人脸。之后在人脸候选区进行水平亮度投影,根据人脸水平亮度投影的特点进一步确认或者排除该候选区域,然后对确认的候选区域进行竖直梯度运算,找到梯度值较大的位置并进行标注,对这些标注点与人脸中眉、眼、鼻、嘴的位置进行拟合对比,如果存在比例恰当的眉、眼、鼻、嘴的梯度点,确认该候选区域为人脸,否则不是人脸。

2.2 背景估计与去除

复杂背景下的人脸定位是人脸检测中难度较大的环节。因为在复杂背景中经常会出现一些颜色与肤色区域相同,特征点与人脸特征相近的对象,这些对象的存在容易造成人脸的误定位,所以去除背景的干扰非常重要。



图2 背景图像



图3 背景中有活动对象的图像



图4 背景去除后的结果

视频系统中摄像机往往处于固定位置,其图像背景在光线不变时会保持稳定,因此,可将稳定的背景作为参照,只有图像发生改变时才认为图像中有活动对象,若只对活动区域中的人脸进行检测和定位,则可以完全去除背景的干扰。

具体步骤为:

1. 获得连续多帧视频图像,判断多帧图像间是否存在差别;
2. 如果不存在差别,则说明当前视频图像中无活动对象,取一帧作为背景图像(每次取一帧静止图像的目的在于一天中光线有所变化,因此背景也应该实时改变);
3. 如果多帧图像间存在差别,则取一帧与背景进行减操

作,由于背景未变化,减操作后,未变化的背景中的各像素亮度接近于0,而活动对象与背景之间存在差异,一般远大于0,因此可对活动对象区域进行标注;

4. 设定一个标注阈值 T ,对相减结果小于该阈值的区域用“0”(黑色)标注,大于该阈值的区域用“1”(白色)标注,即输出的二值图像满足:

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } |f(x, y, t) - f(x, y, t + \Delta t)| > T \\ 0 & \text{if } |f(x, y, t) - f(x, y, t + \Delta t)| < T \end{cases} \quad (1)$$

运算结果如图2-图4所示。

通过背景去除操作,只对处于活动对象中的图像部分进行后续运算,这样既可排除背景的干扰,又可以降低后续的运算量,效果非常显著。

2.3 肤色区域检测

经过背景去除后,图像中的活动区域已进行了标注,但由于活动区域中存在与背景色彩相同的地方,因此标注后的图像存在椒盐噪声(如图4所示),在进行肤色区域检测前,应对标注后的二值图像进行适当的开(opening)和闭(closing)操作,消去标注图中的椒盐噪声。

经过背景去除后,肤色区域检测的范围被缩小至活动对象所在区域内,可以避免背景色彩的干扰并缩小检测范围,运算量得到明显下降。

在肤色区域检测时,考虑到不同环境下的肤色区别主要受亮度影响,受色度影响较小,为降低亮度对肤色的影响,采用 YC_bC_r 模型进行色彩的匹配与检测。一般情况下,计算机获得的图像为标准的 RGB 模型,因此采用式2将 RGB 图像转换为 YC_bC_r 模型。

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_r \\ C_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (2)$$

由 RGB 转换而来的 YC_bC_r 颜色空间中的色度中还含有一部分亮度因素。为此,使用色度的非线性转换来改善这一问题^[6]。公式可表示为:

$$C'_i(Y) = \begin{cases} (C_i(Y) - \bar{C}_i(Y)) \cdot \frac{W_{C_i}}{W_{C_i}(Y)} + \bar{C}_i(K_k) & \text{if } Y < K_l \text{ or } K_k < Y \\ C_i(Y) & \text{if } Y \in [K_l, K_k] \end{cases} \quad (3)$$

$$W_{C_i}(Y) = \begin{cases} WL_{C_i} + \frac{(Y - Y_{min}) \cdot (W_{C_i} - WL_{C_i})}{K_l - Y_{min}} & \text{if } Y < K_l \\ WH_{C_i} + \frac{(Y_{max} - Y) \cdot (W_{C_i} - WH_{C_i})}{Y_{max} - K_k} & \text{if } K_k < Y \end{cases} \quad (4)$$

$$\bar{C}_b(Y) = \begin{cases} 108 + \frac{(K_l - Y) \cdot (118 - 108)}{K_l - Y_{min}} & \text{if } Y < K_l \\ 108 + \frac{(Y - K_k) \cdot (118 - 108)}{Y_{max} - K_k} & \text{if } K_k < Y \end{cases} \quad (5)$$

$$\bar{C}_r(Y) = \begin{cases} 154 - \frac{(K_l - Y) \cdot (154 - 144)}{K_l - Y_{min}} & \text{if } Y < K_l \\ 154 + \frac{(Y - K_k) \cdot (154 - 132)}{Y_{max} - K_k} & \text{if } K_k < Y \end{cases} \quad (6)$$

其中 C_i 指 C_b 或 C_r , $W_{C_b} = 46.97$, $WL_{C_b} = 23$, $WH_{C_b} = 14$, $W_{C_r} = 38.76$, $WL_{C_r} = 20$, $WH_{C_r} = 10$, $K_l = 125$, $K_k = 188$ 。上述参数值是以 HHI 图像子集中的肤色区域作为训练样本得出的, Y_{min} 和 Y_{max} 在 YC_bC_r 颜色空间的取值范围为 16 至 235。

变换后的 C_0C_r (即 $C_r(Y)$) 在二维空间的投影基本在一个椭圆内。在 C_0C_r 空间肤色区域的椭圆模型可用式(7)和式(8)描述^[6]:

$$\frac{(x-ec_x)^2}{a^2} + \frac{(y-ec_y)^2}{b^2} = 1 \quad (7)$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_0 - c_x \\ C_r - c_y \end{bmatrix} \quad (8)$$

式中 $c_x = 109.38, c_y = 152.02, \theta = 2.53$ (弧度), $ec_x = 1.60, ec_y = 2.41, a = 25.39, b = 14.03$, 均由 C_0C_r 空间的肤色集运算而得。

在实际应用中,发现用上述椭圆区域算法进行肤色检测时会把部分粉红色非人脸区域包含在肤色椭圆区域中,还有部分较黑的肤色(如逆光和深棕黑色皮肤)落在肤色椭圆区域外,不能被正常检测,为此在探测时分别给予去除和补充。

图5和图6是根据上述算法找到的肤色区域,其中,对区域长宽比例基本符合人脸长宽比例的区域用白色矩形框标出。



图5 肤色区域检测结果-1



图6 肤色区域检测结果-2

图5和图6中有部分色彩区域符合肤色要求,但由于处于背景之中,因此在去除背景后不会被运算和检测。还有一部分皮肤由于其长宽比例不合适,因此也被舍去,只有处于非背景区域、长宽比例合适的肤色区域才作为候选人脸区域,用白框标识。

2.4 水平亮度投影特征



图7 人脸横向亮度投影

从图5和图6可以看出,肤色区域的检测范围既包括了人脸,也包括了其它符合肤色色调的区域,如图5中的手臂和图6中衣服上的肤色图案。比较图5和图6中的肤色区域可以看出,人脸区域不仅符合肤色的要求,另一个明显的特征是人脸中眉眼附近和嘴附近的亮度比较低,因此人脸的水平亮度投影图的中上部和中部至少各有一个比较明显的凹陷,如图7所示。为此,可对肤色区域进行水平亮度投影,并在其

投影图包络线的中上部和中部查找有无极值点,且该点的左右侧有一段曲线的微分值大于设定值,从而确定该水平亮度投影是否存在与人脸投影相似的两个凹陷,进一步对候选区域进行确认与排除。

2.5 竖直梯度运算

人脸的另一特征是在适当的位置存在眉毛、眼睛、鼻孔和嘴,而其它肤色区域则不存在这些特征。

要区分肤色区域中的人脸与非人脸,可以用该区域中是否存在眉、眼、鼻、嘴的特征点进行判断。观察上述特征点可知,这特征点所在位置与肤色之间有明显的亮度差异,主要体现在竖直方向的梯度上,因此可将肤色区域进行一次梯度运算。

设图像上各像素位置如下所示:

$$\begin{array}{cc} f(x,y) & f(x+1,y) \\ & \bullet \quad \bullet \\ f(x,y+1) & f(x+1,y+1) \\ & \bullet \quad \bullet \end{array}$$

考虑眉、眼、鼻、嘴的形状特点,沿竖直方向图像梯度最大,采用竖直梯度算子:

$$G[f(x,y)] = |f(x,y) - f(x,y+1)| \quad (8)$$

将上述梯度大于设定阈值的点标为白色,否则标为黑色,则典型的人脸及人脸梯度如图8所示。



图8 人脸中的梯度

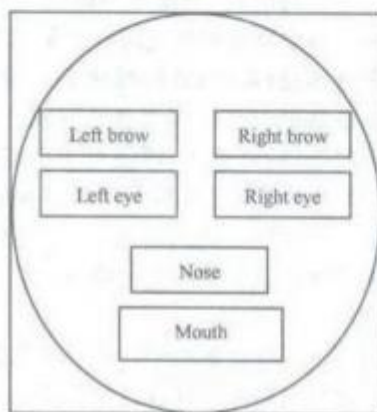


图9 人脸梯度模板



图10 人脸确认

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|-------------|----|------|-------------------|-------|------------------|----------|
| 1 | 被测方法 | 结果 | 错误信息 | 实际返回值 | 预期返回值 | 参数及其值 | |
| 2 | Kid | 通过 | 没有 | Test Constructor | | | |
| 3 | Kid | 通过 | 没有 | Test Constructor | | | |
| 4 | PrintKid | 通过 | 没有 | | | | |
| 5 | JudgeKid | 通过 | 没有 | 0 | 0 | name = Jack | age = 45 |
| 6 | get_Details | 通过 | 没有 | Rose, 7 years old | | | |
| 7 | GetType | 通过 | 没有 | KidNSP.Kid | | | |
| 8 | ToString | 通过 | 没有 | KidNSP.Kid | | | |
| 9 | Equals | 通过 | 没有 | FALSE | | obj = object obj | |
| 10 | GetHashCode | 通过 | 没有 | 45653674 | | | |

图6 无错的测试报告

再将 JudgeKid 中加入以下引起错误的语句:

String a = null;

Console.WriteLine(a.Length);

使其创建对象过程失败,得到方法调用失败的测试报告

如图7。

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|-------------|----|-----------------|-------------------|-------|------------------|----------|
| 1 | 被测方法 | 结果 | 错误信息 | 实际返回值 | 预期返回值 | 参数及其值 | |
| 2 | Kid | 通过 | 没有 | Test Constructor | | | |
| 3 | Kid | 通过 | 没有 | Test Constructor | | | |
| 4 | PrintKid | 通过 | 没有 | | | | |
| 5 | JudgeKid | 失败 | 未将对象引用设置到对象的实例。 | | 0 | name = Jack | age = 45 |
| 6 | get_Details | 通过 | 没有 | Rose, 7 years old | | | |
| 7 | GetType | 通过 | 没有 | KidNSP.Kid | | | |
| 8 | ToString | 通过 | 没有 | KidNSP.Kid | | | |
| 9 | Equals | 通过 | 没有 | FALSE | | obj = object obj | |
| 10 | GetHashCode | 通过 | 没有 | 54267293 | | | |

图7 方法调用失败的报告

结束语 为减少生成脚本过程的工作量,基于同步数据驱动测试框架,设计并实现了面向对象程序的测试脚本自动生成工具。生成的脚本直接从底层测试开始应用,重用性良好,可同时测试多个类与方法,无需特定脚本开发语言。对已知测试脚本产生过程中的弱点有很好的改进作用。当然利用.NET技术还能够将更多的测试活动自动化。本文关注的是对面向对象的程序集自动产生测试脚本的改善方法。今后主要工作是对复杂结构类型的处理和GUI交互程序的测试脚本自动产生策略。

参考文献

- [1] Mosley D J, Posey B A. 软件测试自动化[M]. 邓波, 黄丽娟, 曹青春, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [2] Fewster M, Graham D. 软件测试自动化技术与实例详解[M]. 舒智勇, 包晓露, 焦跃, 等译. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [3] Schmidt M, Robinson S. Microsoft Visual C#.NET 2003 Developer's Cookbook [M]. Sams publishing, 2004.
- [4] Juristo N, Moreno A M, Strigel W. Software Testing Practices in Industry [J]. IEEE Software, July 2006; 19-21.
- [5] Kanglin L, Mengqi W. Effective Software Test Automation [M]. Alameda, CA: Sybex, 2004.
- [6] MSDN Library for Visual Studio [EB/OL]. 2007.
- [7] Perry W E. Effective methods for software testing [M]. New York: John Wiley & Sons, 2000.

(上接第257页)

根据人脸梯度特点,设定适当的梯度阈值后,在眉、眼、鼻、嘴所在的部位应存在较大梯度(白色),而脸颊和额头部位梯度很小。由此可建立一个简单的人脸梯度模板,如图9所示。在实际应用时,应允许人脸五官的位置在一定范围内存在偏差,以用于检测人脸有转动和倾斜的情况。



图11 视频中检测出的人脸

结合水平亮度投影,根据梯度模板中各五官的分布特点,即可在人脸候选区域中确认人脸。采用水平亮度投影和特征点的梯度模板对图5进行了运算,其结果如图10所示。视频中检测出的人脸如图11所示。

结束语 本文对复杂背景下视频序列中的人脸定位方法进行了研究与描述,利用视频序列中人脸的特点,提出了对应于视频序列中的人脸定位算法。通过实验验证,该方法用奔IV 2.8G的计算机利用C#编程,对复杂背景下以正常速度基本保持正面通过视频摄像区域的人脸进行定位,单张脸检测耗时约60ms,能够顺利检测出通过摄像区的人脸,误检率小于5%,完全能够满足人脸门禁系统的要求。目前,我们已利用本文研究的成果开发了数字智能多功能门禁与报警系统。

参考文献

- [1] Yang M H. Recent advances in face detection [A]//Proc. of the IEEE ICPR 2004 Tutorial [C]. United Kingdom (Cambridge): IEEE, 2004.
- [2] Yang M-H, Kriegman D J, Ahuja N. Detecting faces in images: A survey [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(1): 34-58.
- [3] Leung T K, Burl M C, Perona P. Finding faces in cluttered scenes using random labeled graphic matching [C]//Fifth International Conference on Computer Vision, Cambridge, M. A. June 1995.
- [4] Feraud R, Bernier O J, Viallet J E, et al. A fast and accurate face detection based on neural network [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001, 23(1): 42-53.
- [5] Hsu R-L, Abdel-Mottaleb M, Jain A K. Face detection in color images [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24: 696-706.
- [6] Hsu R L, Abdel-Mottaleb M, Jain A K. Face detection in color image. <http://www.image2003.com>