

基于人脸表情识别的智能网络教学系统研究

冯满堂^{1,2}, 马青玉¹, 王瑞杰³

- (1. 南京师范大学 物理科学与技术学院, 江苏 南京 210097;
2. 南京市莫愁中等专业学校 计算机教研组, 江苏 南京 210017;
3. 南京师范大学 教育技术系, 江苏 南京 210097)

摘 要:针对传统智能网络教学系统中存在情感缺失的问题,探索性地设计并提出了一种基于人脸表情识别的智能网络教学系统模型。该模型以教育心理学为理论基础,以人脸面部表情识别为关键技术,通过捕捉和识别学习者的表情,判断和理解其情绪状态,然后根据学习者特定的情绪状态给出相应的情感鼓励或情感补偿。该系统模型促进了人机和谐交互,从一定程度上补偿了网络教育中的情感缺失,为解决网络教育中的情感缺失并实现和谐人机情感交互做出了有益的基础性工作。

关键词:情感计算;情感建模;网络教育;情感缺失

中图分类号:G434

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)06-0193-04

Facial Expressing Recognition Based Research on Intelligent Network Teaching System

FENG Man-tang^{1,2}, MA Qing-yu¹, WANG Rui-jie³

- (1. School of Physics and Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China;
2. Computer Teaching Department, Nanjing Mochou Secondary Vocational School, Nanjing 210017, China;
3. Teaching Technology Department, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: To overcome the deficiency of emotion absence in traditional network education system, an intelligent network teaching system model based on facial expressing recognition is proposed. Based on the foundation of educational psychology and key technology of facial expression, the model comprehends the emotion states of the learner through the expression capture and recognition, and the corresponding affective encouragement and compensation strategies are put forward according to the emotion states. The proposed intelligent network teaching system model promotes human-computer interaction reduces the emotion absence and makes the favorable work for the emotion absence solution and the harmonious human-computer interaction realization in network education.

Key words: affective computing; emotion modeling; network education; emotion absence

0 引言

传统的智能网络教学系统虽然其依托的技术和手段都比较先进,在教育模式和教育观念上引发了一场深刻的变革,可以在 Web 环境下实现认知层面上的个性化教学,但由于网络教育中师生、生生的空间分离,不能及时地处理教学过程中的情感信息,掌握学生的学习情绪,及时地进行情感交流而存在情感缺失。所谓情感缺失^[1,2]就是指由于网络教学中的时空特点,

导致教师与学生、学生与学生空间上分离,使得师生、生生缺少了像常规教学中当面进行沟通交流的机会,从而使得学生在学习遇到的问题得不到及时解决,心理上存在的困惑得不到及时帮助,长此以往,不能实现情感方面的个性化教育,学生的学习甚至身心健康会受到影响。实际上,按照教育学心理学的观点,一个真正的智能化教学系统,不仅应当是只有智能的,而且还应当是有情感的,这是传统网络教学系统的一个缺陷。

文中针对传统智能网络教学系统^[3,4]在情感方面的缺陷,探索性地设计并提出了一种基于人脸表情识别的智能网络教学系统模型。该模型以现代远程教育理论和学习心理理论为理论支撑,把情感计算当中的人脸表情识别技术引入并做为核心技术,通过增加情感

收稿日期:2010-11-08;修回日期:2011-02-20

基金项目:国家自然科学基金(10974098);江苏省自然科学基金(BK2009407);博士点基金(20093207120003)

作者简介:冯满堂(1980-),男,硕士研究生,研究方向为教育情感分析研究;马青玉,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为声信号处理和成像技术以及信息技术应用研究。

识别模块,进而在人机接口处捕获学习者的面部表情图像,并通过情感识别模块的识别、判断,来理解学习者的情绪状态,并根据对学习者的情绪状态和学习结果的综合分析,在认知和情感两个层面上对学生进行个性化的教学指导。

1 传统智能网络教学系统的情感缺失

网络教学是指在现代远程教育理论和学习理论指导下,利用计算机设备和网络通信技术来组织和实施教学,进而完成教学的各个环节。传统的智能网络教学系统通常由专家知识库、学生模型、教师模型(教学策略)智能用户接口组成^[3,4],其中专家知识库是智能网络教学系统进行教学的知识来源,以及作为专家能够基于知识库里的知识解决有关问题的求解知识,解决“教什么”的问题。学生模型是一种用于表示学生认知特征的数据结构,它主要用来记录学生对知识的掌握程度,是学生知识结构的反映。教师模型的主要任务是根据一定的教学原理,选择适当的教学内容并以合适的表达方式,在合适的时候呈献给学习者。该模块运行的关键在于解决如何“教”的问题。智能用户接口模块是人机交互的桥梁,为学习者提供了获取、表达知识和信息的手段。

传统的智能网络教学虽然提供了一种方便、快捷、经济的教学模式,可以实现资源共享、智能化和个性化的教学,但是在网络教学系统中由于时空分离,使得学生与学生、教师与学生之间不能像常规教育那样当而且及时地进行知识、经验、情感眼神的交流。传统网络教学只是把先进的网络技术当作简单的通讯工具,将传统的教材或教学资料数字化后搬到网络上,用一些简单的文字、图形图像信息取代了教师人性化的丰富多彩的课堂教学,缺少了教师与学生之间的情感交流与互动。这种教学方式对学生来讲是缺乏情感的,是冷漠的,这样的教学方式定会引起学生的厌学情绪,从而会导致不好的教学效果。实际上,一个真正的个性化智能化的网络教学系统模型,应当不仅在认知层面提供个性化教学,还应当能在情感层面提供一些个性化的教学。

针对网络教学中存在情感缺失的问题,国内外的专家教授也提出了相应的对策,比如开展协同、探究式的学习,设计情感化的网络课程。学生可以自由组建小组,便于学生与学生、教师与学生之间的沟通交流,弥补传统网络教学中学生社交方面的孤独感,促进学生情感的健康发展;把传统的学习和网络学习优势结合起来,实施混合学习。以上方法,虽然在一定程度上能弥补或避免传统网络教学中的情感缺失,但这种方法对学习者的情感状态不能准确地跟踪,不能根据学

习者在学习过程中的特定情感状态给出相应的情感鼓励或情感补偿,因此,不能从根本上解决情感缺失的问题。

2 基于人脸表情识别的智能网络教学系统模型

在教学过程中,学习者会对教学内容表现出相当丰富多彩的表情,当教学内容是他们能理解或感兴趣时,学习者会情绪高涨,流露出高兴或欢快的表情。反之,学习者则表现出低落的情绪,眉头紧锁,目光无神呆滞。学习者的这些表情展现为教师提供了很重要的教学反馈信息,教师如果能够以这些情绪信号为依据及时对教学策略进行调整,增加相应的情感互动或情感补偿,那么教学效果将会更好。因此,如何在网络教学中为教师提供学习者的表情反馈信号成为解决网络教育情感缺失的关键问题。而情感计算技术作为计算机智能化的技术之一,为解决这一问题提供了较好的技术支撑。

要把情感计算技术引入到网络教学系统中,情感信息的获取是第一步,情感信息主要包括生理信号(如心跳的快慢,汗液、体温和血压等)、语音、面部表情^[5,6]和姿态。其中获取生理信息要借助大量的传感器,要让网络学习中的每个学习者都购买这些传感器是不现实的,一是这些传感器比较昂贵,二是使用很不方便,需要和使用者直接接触。同时学生在学习的过程中,大部分时间是以听为主,很少讲话,通过语音来识别学生的情感状态不是最佳的方式,而人脸面部表情是最能直观反映人的情感状态的情感信号之一,是传递情感信息的外显行为,同时获取比较方便,只需要安装一个摄像头,花费也比较少,符合网络教育的应用要求。所谓人脸表情识别^[7]就是提取和分析人的面部表情特征,并把分析的结果按照人的认识和思考方式进行分类和理解,然后计算机利用人类所具有的情感信息方面的先验知识进行联想、思考和推理,从而对人的面部表情作出情感判断。因此文中主要是把情感计算技术中的表情识别技术引入到网络教学系统中,来解决或弥补网络教学中的情感缺失。

针对网络教学中存在的情感缺失问题,文中以现代远程教育理论和学习心理学理论为依据,以人脸表情识别为关键技术,尝试提出了一个基于人脸表情识别的智能化网络教学系统模型。这个模型和传统的智能网络教学系统相比,增加的主要功能之一就是捕获学习者在学习时的面部表情,并利用面部识别技术对获得的表情进行识别、判断和理解,从而确定学习者对当前所学内容的反应,针对学习者的学习反应,教师对学生的情感状态进行一定的情感补偿或鼓励,并进行

必要的师生情感互动,以期从根本上解决网络教学中情感缺失。该系统模型采用B/S结构,浏览器端包括多个学生端和一个教师端,每个学生端都安装有摄像头,以获取学习者的面部表情,并通过用户端浏览器使用教学系统,教学系统可以获取每个学生的认知和情感方面的信息,并通过这些信息分析,来指导学生的学习,进行相应的情感鼓励和补偿,结构如图1所示。

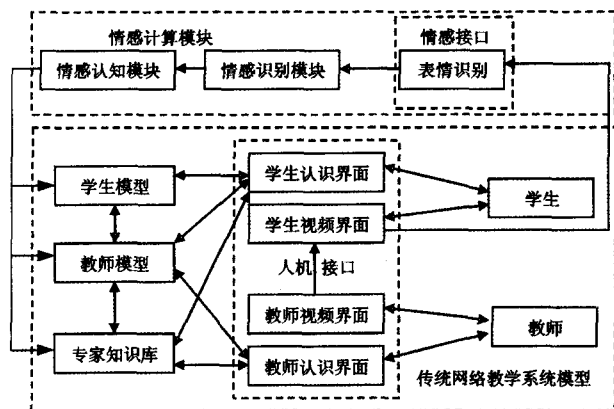


图1 基于人脸表情识别的智能网络教学系统

该系统模型与传统智能网络教学系统相比,在人机交互接口中增加了教师视频界面、学生视频界面和情感计算模块(情感接口、情感识别模块和情感认知模块)。其中智能人机接口的学生视频界面将由学生端的视频输入设备获取学生学习的图像,把图像送到情感接口,提取面部表情特征,送到情感识别模块,识别出情感信号,再送入情感认知模型,通过情感认知模型的处理得到学生的学习心理,并分别传递给教师策略模型,结合学生和教师模型以及专家知识库,进一步通过教师的认知界面和教师策略模型再结合学生模型中的信息,做出相应的教学策略调整,同时教师也可以根据学生的学习心理状态,做出相应的情感补偿和教学策略的调整,从而实现学习者与教师的情感互动。

人脸表情识别从识别的对象来看,主要分为静态图像的表情识别和动态视频图像的表情识别,虽然后者识别的精度和前者相比比较高,但计算量比较大,不符合网络教学中实时性的要求。文中选择静态表情图像进行表情识别,对获取的学生视频图像先进行表情关键帧检测,然后进行表情识别。

人类的面部表情是多种多样的,表情学家 Ekman 经过多年研究将人类的表情分为6类,即惊奇、悲伤、恐惧、厌恶、愤怒、高兴。人类的所有情绪表情都是在以上六种表情的基础上经过融合产生的,文中就是以这最基本的六种表情进行分类和识别^[8,9]。其包含两部分,即表情训练和表情识别,表情训练就是对待测表情图像进行分识别,采用标准的表情库进行训练(如日本的 JAFFE 表情库)形成标准的弹性表情库,然后拿待测表情图像和标准弹性表情库进行匹配识别,其

识别的流程如图2所示。

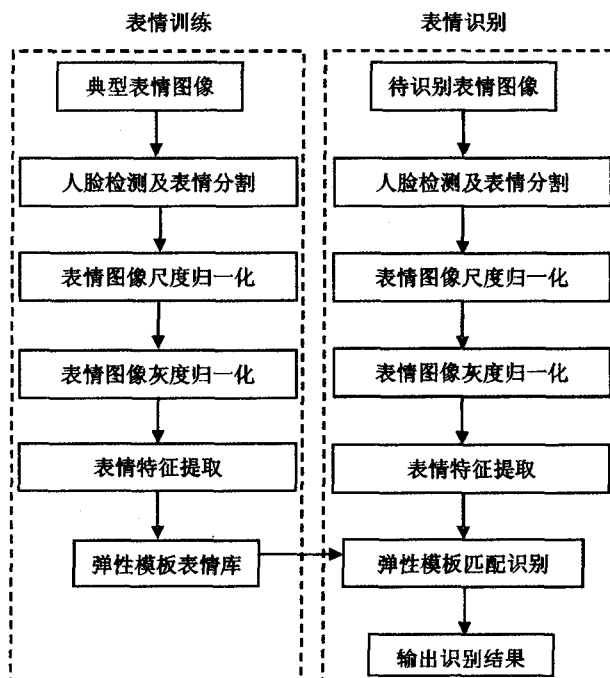


图2 人脸表情识别流程

人脸检测及表情分割:人脸检测及其分割^[10,11]是表情识别系统的第一步工作,其检测的好坏直接影响着后面的特征提取和识别的精度。由于人脸表情图像具有相当复杂的变化,如脸型、人脸的遮挡、光照变化、背景的复杂度和对比度等,同时分隔出来的人脸图像必须包括表情的集中表现区域,如嘴角、眉毛、眼睛、鼻子等,因此,文中通过分析,采用16个 Haar-Like 特征来提取人脸特征,用 Adaboost 算法学习训练分类器,并采用 Cascade 方法将强分类器级联成最终的分分类器的方法。

表情图像的尺寸归一化和灰度归一化:由于人相对于摄像头会做上下左右前后的移动,造成所获取的表情图像的缩小或放大,由于表情图像在采集过程中会受到光照变化的影响而造成图像存在明暗程度不同、对比度不强的现象。为了克服这些问题,获取更好的识别效果需要对分割出来的表情图像进行尺寸归一化和灰度归一化。尺寸归一化就是把表情图像归一化到标准的尺寸,以便于表情特征提取。灰度归一化的目的就是要增强表情图像的整体对比度,使灰度分布均匀,以消除光照变化的影响,同时也可以消除人种肤色的差异。文中通过实验分析,选用双三次插值和直方图均衡的方法使输出图像统一规格为80×90大小的图像。

表情特征提取:表情识别算法和模式识别中的其它算法一样,识别的精度很大程度上不在于你采用了什么样的分类器,而在于你采用了什么样的特征提取算法。由于二维 Gabor 小波变换可以很好地模拟人的

视觉特性,并且它的形状、带宽、中心频率和方向参数都是可调的,能够采样一幅图像的整个频率域,因此,文中使用 3 个中心频率和 6 个方向组成的 18 个 Gabor 滤波器来提取表情特征。在表情特征提取前,需要对归一化后的表情图像进行网格化,然后针对每个网格做 Gabor 小波变换,变换后形成的特征矢量作为表情图像该点网格处的表情特征。

弹性模板匹配:针对通过 Gabor 小波变换提取^[12]的表情特征,通过人工和自动相结合的方法,在表情集中的区域(眉毛、眼睛、鼻子、嘴角)等部位选取 24 个关键点作为要识别的关键点,这样一方面消除无关信息的干扰,另一方面能减小计算量满足网络教育中实时性的要求。然后逐步求出表情特征图与待识别图像的最小代价函数,采用优于最近邻策略的 K-近邻分类策略^[13,14]得出最终识别结果,运行时间少,识别精度高。

按上述人脸表情识别流程图的步骤和方法,采用 VC6.0 作为开发工具实现了系统的原型。首先选择日本著名的表情图库 JAFFE 和 CMU 的 CKICFFID 表情库的部分表情图片进行表情训练,然后对待测表情图像进行表情测试。该系统具有识别精度高、运行时间少的特点,平均运行时间少于 40 毫秒,满足了网络教育中实时性的要求,取得了良好的效果。图 3 展示了一幅表情测试的结果图。

3 结束语

本研究把情感计算技术中的人脸表情识别技术引入到智能网络教学系统中,使智能网络教学系统在认知和情感两个方面实现个性化的教学,进而弥补传统智能网络教学系统中的情感缺失。人脸表情识别是一

个富有挑战的跨学科的前沿课题,识别难度大,目前还处于理论研究阶段。文中所提出的模型仅是一个雏形,还有很多不足待以完善,只是为智能网络教学系统提供了一种新的研究方向和思路。作为基于人脸表情识别的智能网络教学系统的进一步研究,还需要设计和完善情感认知和情感调节模块的功能,提高其在网络教学系统中的人性化,更好地补偿和弥补传统的智能网络教学系统中存在的情感缺失。

参考文献:

- [1] 马希荣,刘琳,桑婧.基于情感计算的 e-Learning 系统建模[J].计算机科学,2005,32(8):131-133.
- [2] 石瑛,胡学钢,方磊.基于决策树的多特征语音情感识别[J].计算机技术与发展,2009,19(1):147-149.
- [3] 张永皋,马青玉,孙青.基于 MFCC 和 CHMM 技术的语音情感分析及其在教育中的应用研究[J].南京师范大学学报,2009,9(2):89-92.
- [4] 吴彦文,刘伟,张昆明.基于情感识别的智能教学系统研究[J].计算机工程与设计,2008,29(9):2350-2352.
- [5] Abboud B, Davoine F, Dang M. Statistical modeling for facial expression analysis and synthesis[C]// IEEE International Conference on Image Processing. [s. l.]: [s. n.], 2003:14-17.
- [6] Picard R W. Affective Computing[R]. [s. l.]: MIT Media Lab, 1995.
- [7] Camuri A, De Poli G, Leman M, et al. Toward Communicating Expressiveness and Affect in Multimodal Interactive Systems for Performing Arts and Cultural Application[J]. IEEE Multimedia, 2005, 12(1): 43-53.
- [8] 王亮,黄飞,冯少彤.一种改进的二值图像像素标记算法[J].南京师范大学学报,2006,6(2):23-25.
- [9] Partala T, Surakka V. Pupil Size Variation as an Indication of

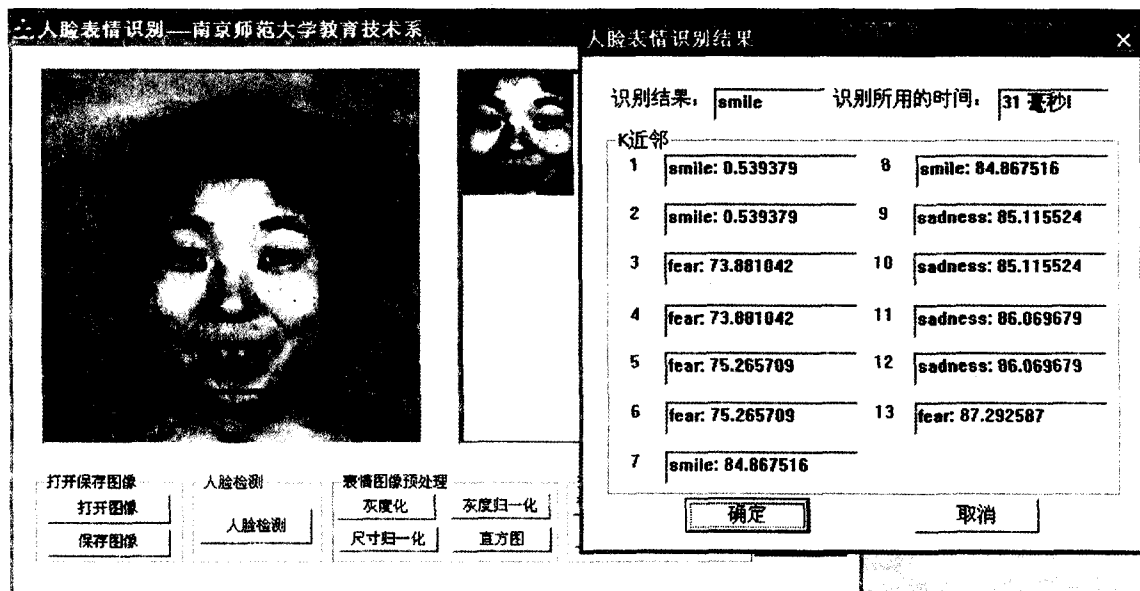


图 3 高兴表情的识别结果

(下转第 200 页)

成的机会网络的模型和通信研究;基于特定的目的及场合,在不同的学科或工程领域构建机会网络;在社会活动中,依据人的活动构建广泛性的机会网络平台,进行资源整合并提供多种服务;在不同的机会网络项目中,诸如数据转发机制、通信协议、安全性、隐私性的研究;将机会网络进一步研究,发展机会计算理论。

参考文献:

- [1] Conti M, Kumar M. Opportunities in Opportunistic Computing[J]. IEEE Computer, 2010, 43(1): 42 - 50.
- [2] Pelusi L, Passarella A, Conti M. Opportunistic networking: data forwarding in disconnected mobile ad hoc networks[J]. Communications Magazine, 2006, 44(11): 134-141.
- [3] Boldrini C, Conti M, Passarella A. User-Centric Mobility Models for Opportunistic Networking[M]. [s. l.]: Springer, 2008: 255-267.
- [4] Tian Yonghong, Srivastava J, Huang Tiejun. Noshir Contractor, Social multimedia computing[J]. IEEE Computer society, 2010, 43(8): 27-36.
- [5] Boldrini C, Conti M, Passarella A. Design and Performance Evaluation of Content Place, a Social-Aware Data Dissemination System for Opportunistic Networks[J]. Comp. Net., 2010, 54(4): 589 - 604.
- [6] Leguay J, Friedman T, Conan V. Evaluating Mobility Pattern Space Routing for DTNs[C]//Proceedings of the IEEE Infocom 2006. Barcelona, Spain: [s. n.], 2006: 1-10.
- [7] Conti M, Giordano S, May M, et al. From Opportunistic Network to Opportunistic Computing[J]. IEEE Communications Magazine, 2010, 48(9): 126-139.
- [8] Juang P, Oki H, Wang Y, et al. Energy-efficient computing for wildlife tracking: Design tradeoffs and early experiences with ZebraNet[J]. ACM SIGPLAN Notices, 2002, 36(5): 96-107.
- [9] Small T, Haas Z J. The Shared Wireless Infostation Model - A New Ad Hoc Networking Paradigm (or Where there is a Whale, there is a Way)[C]//Proceedings of the Fourth ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc 2003). Annapolis, MD, USA: [s. n.], 2003.
- [10] Boldrini C, Passarella A. HCMM: Modeling Spatial and Temporal Properties of Human Mobility Driven by Users' Social Relationships[J]. Comp. Commun., 2010, 33(9): 1056-1074.
- [11] Henricksen K, Indulska J. Developing Context-Aware Pervasive Computing Applications: Models and Approach[J]. Pervasive and Mobile Computing, 2006, 2(1): 37-64.
- [12] Campbell A, Lane N. The Rise of People-Centric Sensing[J]. IEEE Internet Comp, 2008, 12(4): 12 - 21.
- [13] Debarr D, Wechsler H. Using Social Network Analysis for Spam Detection Advances in Social Computing[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2010, 6007: 62-69.
- [14] Costa P, Mascolo C, Musolesi M, et al. Socially-Aware Routing for Publish-Subscribe in Delay-Tolerant Mobile Ad Hoc Networks[J]. IEEE J. Selected Areas in Communications, 2008, 26(5): 748-760.
- [15] Conti M, Crowcroft J, Giordano S, et al. Routing Issues in Opportunistic Networks[M]//In Middleware for Network Eccentric and Mobile Applications, 2009: 121-147.
- [16] Cao Hua, Chen Jiazhong. Service-Oriented Transparent Interconnection between Data-Centric WSN and IP networks[C]//IEEE ICECE 2010 (International Conference on Electrical and Control Engineering). Wuhan, China: [s. n.], 2010: 1884-1887.
- [17] Kalasapur S, Kumar M, Shirazi B. Seamless Service Composition in Pervasive Environments[J]. IEEE Trans. Parallel Distrib. Sys., 2007, 18(7): 907-918.
- [18] Chaintreau A, Hui P, Diot C, et al. Impact of human mobility on opportunistic forwarding algorithms[J]. IEEE Trans. Mob. Comp., 2007, 6(6): 606-620.
- [19] Hui P, Crowcroft J, Yoneki E. BUBBLE Rap: Social-Based Forwarding in Delay Tolerant Networks[C]//Proc. ACM MobiHoc, 2008: 241-250.
- [20] Boldrini C, Conti M, Passarella A. Exploiting Users' Social Relations to Forward Data in Opportunistic Networks: The HiBOp Solution[J]. Pervasive Mobile Comp., 2008, 4(5): 633-657.
- [21] Nguyen H A, Giordano S, Puiatti A. Probabilistic Routing Protocol for Intermittently Connected Mobile Ad Hoc Networks (PROPICMAN)[C]//Proc. IEEE WoWMoM/AOC, 2007: 1-6.

(上接第 196 页)

- Affective Processing[J]. International Journal of Human Computer Studies, 2003, 59(1): 185-198.
- [10] Wang Y J, Chua S, Ho Y K. Facial feature detection and face recognition from 2D and 3D images[J]. Pattern Recognition Letters, 2002, 23(10): 1192-1202.
- [11] Lien J J, Kanade T, Cohn J F, et al. Detection, tracking, and classification of action units in facial expression[J]. Robotics and Autonomous Systems, 2000, 31(3): 131-146.
- [12] Samal A, Lyengar P A. Automatic Recognition and Analysis of Human Faces and Facial Expressions: A Survey[J]. Pattern Recognition, 1992, 21(1): 65-77.
- [13] 金 辉, 高 文. 人脸面部混合表情识别系统[J]. 计算机学报, 2000, 23(6): 602-608.
- [14] 赵振勇, 王保华, 王 力, 等. 人脸图像的特征提取[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(5): 221-224.