

H. 264 计算资源和比特资源联合优化分配方法

张爱华¹ 陈莉莉² 陈晓雷¹ 雷小亚²

¹(兰州理工大学电气工程与信息工程学院 甘肃 兰州 730050)

²(兰州理工大学计算机与通信学院 甘肃 兰州 730050)

摘 要 针对聋哑人移动手语视频通信,提出一种 H. 264 计算资源和比特资源联合优化分配方法。该方法根据聋哑人视觉选择特性将手语视频划分为不同的区域,通过为不同区域分配不同的量化系数进行比特资源优化分配;并将 H. 264 手语视频编码复杂度分为三个级别,根据能量受限设备的电池能量自适应地选择编码级别进行计算资源优化分配。研究结果表明:该算法在保证手语视频感兴趣区编码质量的同时,可以有效降低编码器的计算复杂度,延长电池工作时长。

关键词 聋哑人视觉系统 H. 264 标准 计算资源分配 比特资源分配 电池能量

中图分类号 TP391 文献标识码 A DOI: 10.3969/j.issn.1000-386x.2014.07.036

JOINT OPTIMISED ALLOCATION SCHEME FOR H. 264 COMPUTATIONAL RESOURCE AND BIT RESOURCE

Zhang Aihua¹ Chen Lili² Chen Xiaolei¹ Lei Xiaoya²

¹(School of Electrical and Information Engineering Lanzhou University of Technology Lanzhou 730050 Gansu China)

²(School of Computer and Communication Lanzhou University of Technology Lanzhou 730050 Gansu China)

Abstract In order to realise the mobile sign language video communication for deaf people, we propose a joint optimised allocation scheme for H. 264 computational resource and bit resource in this paper. According to visual selectivity characteristics of deaf people, the scheme divides the sign language video into different regions, and optimises the allocation of bit resource by allocating different quantisation parameters for different regions. Also, it ranks coding computational complexity of H. 264 sign language video in three levels, and optimises the computational resources allocation by adaptively selecting the corresponding coding complexity level on the basis of battery energy of resource-limited devices. Study results show that the proposed scheme can effectively reduce the computational complexity of encoder and prolong the running hours of battery while maintaining the coding quality of region-of-interest in sign language video.

Keywords Visual system of deaf people H. 264 standard Computational resources allocation Bit allocation Battery energy

0 引言

手语是由手形、手臂运动并辅之以表情、唇动以及其他体态表达思想的视觉语言,是聋哑人进行信息交流的最自然方式^[1]。随着移动通信网络带宽的不断增加、具备视频摄取及播放功能移动设备的日益普及和新一代视频编码标准 H. 264 的广泛应用,研究人员提出了移动手语视频通信技术^[2]。这种技术在不增加硬件模块的基础上可以用移动设备实时采集、编码和传输手语视频信息,使聋哑人能够在任何时间任何地点使用自己熟悉的语言进行交流。

移动手语视频通信技术中所采用的 H. 264 是目前广泛使用的编码效率最高的视频压缩标准之一,在相同的重建视频质量下,H. 264 能够比 H. 263 + 或 MPEG-4 减少约 50% 的码率^[3],所以该标准非常适合带宽受限的移动应用。但是,H. 264 编码效率的提高是以计算复杂度增加为代价的,其编码复杂度大约相当于 H. 263 的 3 倍,解码复杂度大约相当于 H. 263 的 2 倍^[4]。高复杂度意味着高功耗,在由电池供电的移动设备上进

行 H. 264 视频编码时能量消耗非常高,将导致电池能量迅速耗尽^[5],无法提供较长时间的手语视频通话,这是制约移动手语视频通信技术发展的关键因素。因此如何在保证手语视频质量的同时降低手机等能量受限移动设备的能量消耗,成为一个亟待解决的问题^[6]。文献[7]在 H. 264 编码过程中,给感兴趣区宏块和背景区宏块分配不同的编码参数,这样调整之后,H. 264 编码器能够给视频中的感兴趣区分配更多的计算资源,以保证其视觉质量,同时,给视频中的背景区分配较少的计算资源,以节省不必要的能量消耗。文献[8]在对 H. 264 最优编码模式出现的内在规律和视频区域的视觉重要程度进行实验分析的基础上,研究并提出了一种高效的 H. 264 快速模式分析方法,实现了基于视觉感知图和全局运动类型的计算资源优化分配。但是,感兴趣区 H. 264 计算资源优化分配方法无法根据移动设备当前的电池能量自适应地调整编码复杂度^[9],限制了计算资源

收稿日期:2012-09-12。国家自然科学基金项目(11072099);甘肃省自然科学基金项目(112RJZA033)。张爱华,教授,主研领域:信号检测与处理。陈莉莉,硕士生。陈晓雷,博士生。雷小亚,硕士生。

的进一步节省。为此,我们提出了一种 H.264 计算资源和比特资源联合优化分配方法,该方法同时依据聋哑人视觉系统选择特性和电池能量状况调整编码参数,在保证手语视频感兴趣区域编码质量的同时,可以大幅降低编码器的计算复杂度,减少电池能量消耗,延长能量受限设备工作时间。

1 感兴趣区 H.264 比特资源优化分配方法

研究表明聋哑人在观看手语视频时最关注人的面部,其次是运动的双手,最后是背景^[10]。我们结合肤色和运动信息实时分割出手语视频中的面部、手部和背景区域后,利用 H.264 中的灵活宏块排序 FMO(Flexible Macroblock Ordering)功能将一帧手语视频所包含的宏块划分成面部、手部和背景三个不同的片组,分别记为 SliceGroup0、SliceGroup1 和 SliceGroup2,片组序号越小,视觉重要性程度越高。当手部片组和面部片组发生交叠时,交叠区域的宏块属于序号较小的面部片组,如图 1 所示。



图1 基于 FMO2 的手语视频区域划分

将一帧手语视频划分为三个片组后,我们通过为不同的片组分配不同的量化系数 QP(Quantization Parameter)对比特资源进行优化分配。面部是手语视频中视觉最重要区域,因此为 SliceGroup0 分配较小的 QP,从而为面部区域分配较多的比特资源进行精细编码。背景区域在手语视频通信中属于视觉非感兴趣区域,因此为 SliceGroup2 分配较大的 QP,从而为背景区域分配较少的比特资源进行粗略编码。手部区域的视觉重要性低于面部,但高于背景,因此为 SliceGroup1 分配的 QP 介于 SliceGroup0 和 SliceGroup2 之间。

设 $\{QP_i, QP_i + D_1, QP_i + D_2\}$ 分别为面部、手部和背景三个区域的量化参数。其中 QP_i 是第 i 帧的量化参数,可以依据目标比特率和帧分辨率进行初始化, D_1 和 D_2 根据聋哑人视觉特性来确定。本文通过实验测试,将 D_1 和 D_2 分别确定为 5 和 10^[11-13]。在对每一个片组进行编码时,通过片组序号实时判断当前片组在手语视频中的所属区域和视觉重要程度,并对该片组的量化参数 QP 进行适当调整,从而实现对不同的片组分配不同的 QP。具体方法如下:

```
if ( SliceGroup == 1)
    currSlice -> qp += 5;
else if ( SliceGroup == 2)
    currSlice -> qp += 10;
```

表 1 是在 H.264 测试代码 JM8.6(Joint Model) 上为三个片组分配不同 QP 的实验结果。JM8.6 编码器的参数配置如下: baseline Profile, 开启 RDO(Rate Distortion Optimization) 和 CAV-

LC(Context-Adaptive Variable-Length Coding) 搜索范围为 16,参考帧数为 3。选取 Silent 和 Irene 两个 QCIF 分辨率(176×144)的手语视频序列进行实验,这些序列各取 100 帧,第 1 帧为 I 帧(帧内编码),其余 99 帧全部为 P 帧(帧间编码)。表中第一组数据是将整个视频三个片组的 QP 均设为 28 时的编码结果,第二组数据是引入感兴趣区后,将面部、手部和背景三个片组的 QP 分别设为 27、32、37 时的编码结果,在这种 QP 分配下,编码后的手语视频平均信噪比低于原始 JM,但聋哑人视觉最关注区域面部的信噪比高于原始 JM,总体比特率低于原始 JM,且总编码时间与原始 JM 相当。由此可见,通过降低手语视频中视觉重要区域的量化参数而提高视觉不重要区域的量化参数,可以有效减小带宽并提高编码后手语视频的可理解性。

表1 不同 QP 分配下编码结果对比

测试序列	QP 取值	信噪比(dB)				比特率(kb/s)	总编码时间(s)
		平均值	面部	手部	背景		
Irene	28	37.70	36.25	36.05	40.12	130.70	165.296
	27, 32, 37	35.58	36.91	34.38	36.43	116.86	163.355
Silent	28	37.01	35.61	37.29	37.24	87.93	164.899
	27, 32, 37	34.72	36.28	35.75	33.89	81.89	162.244

2 能量感知 H.264 计算资源优化分配方法

2.1 影响 H.264 计算复杂度的因素分析

H.264 采用了许多新技术来进行编码,包括多模式帧间预测、亚像素运动矢量搜索、4×4 块整数变换和量化、多参考帧、去块效应滤波器和先进的熵编码技术等等。这些技术的应用在提高 H.264 编码效率的同时,也增加了 H.264 编码的计算复杂度。本文利用 JVT(Joint Video Team)提供的 H.264 测试代码 JM8.6^[14]对 QCIF 的 4:2:0 标准手语视频 Silent 和 Irene 进行 100 帧编码实验,从多模式帧间预测、亚像素运动矢量搜索、多参考帧和运动搜索范围四个方面分析了 H.264 的计算复杂度。

1) 多模式帧间预测

H.264 在进行帧间预测模式选择时,采用宏块大小可变的多预测模式。即在进行帧间预测时,每个宏块可划分为 16×16、16×8、8×16、8×8 的块,而其中的 8×8 块又可以进一步划分为更小的 8×4、4×8、4×4 子块,加上 Skip 模式,帧间预测共有 8 种模式,即{Skip, Inter16×16, Inter16×8, Inter8×16, Inter8×8, Inter8×4, Inter4×8, Inter4×4}。因此在进行帧间编码时,最多时需要遍历分析八种预测模式,非常消耗计算资源。

我们将所有的宏块划分模式分为三种不同的集合,分别记为 Mode1、Mode2 和 Mode3,且 Mode1 = {Skip, Inter16×16, Inter16×8, Inter8×16, Inter8×8, Inter8×4, Inter4×8, Inter4×4}, Mode2 = {Skip, Inter16×16, Inter16×8, Inter8×16, Inter8×8}, Mode3 = {Skip, Inter16×16}。图 2 给出了在这三种不同帧间预测模式下的计算复杂度。其中 JM 的 QP 设置为 28,搜索范围为 16,参考帧数为 3,搜索精度 1/4。从图中可以看出,减少帧间预测的候选模式,可以有效减少总编码时间,即可以降低手语视频编码的计算复杂度,同时引起较小的视觉质量降低。

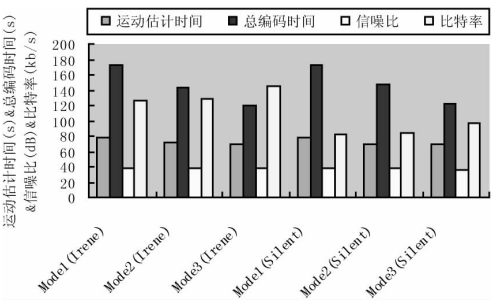


图 2 不同帧间预测模式下的计算复杂度

2) 亚像素运动矢量搜索

在块匹配运动估计算法中,运动矢量并不一定为整数。为了进一步提高运动估计精度,提高编码效率,H.264在保留整像素精度运动估计的基础上使用了亚像素精度(包括1/2像素和1/4像素)运动估计。亚像素精度运动估计是在整像素精度运动估计的基础上进行像素插值来获得最优匹配点的,因此与整像素精度运动估计相比,使用亚像素运动估计更为精确,同时计算复杂度也随之升高。

图3给出了不同像素精度下的计算复杂度。其中,QP设置为28,搜索范围为16,参考帧数为3,开启所有的帧间模式。从图中可以看出,降低运动搜索的像素精度,可以有效减少总编码时间,即可以降低视频编码的计算复杂度,但采用整像素精度时的信噪比明显低于采用1/4像素精度时的信噪比。

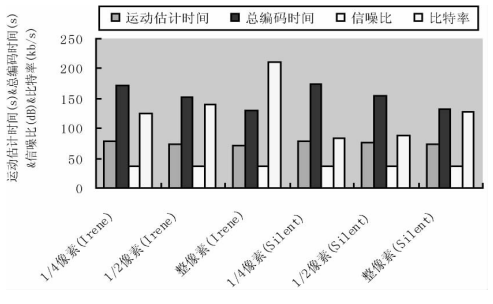


图 3 不同像素精度下的计算复杂度

3) 多参考帧

与以往的标准不同,H.264标准采用多个参考帧进行预测。图4给出了在不同参考帧数下的编码复杂度。其中,QP设置为28,搜索范围为16,搜索精度为1/4,开启所有的帧间模式。从图中可以看出,随着参考帧数的增加,运动估计时间和总编码时间均不断增加,而编码信噪比变化不大。即对手语视频而言,减少参考帧数不会引起明显的视觉质量降低,但编码计算复杂度会随着参考帧数的减少而降低。

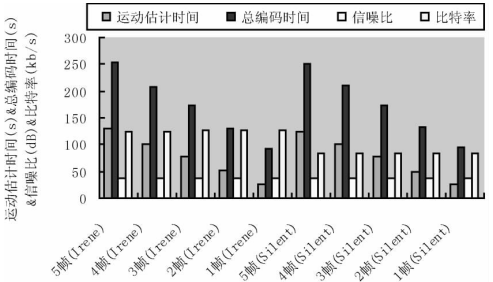


图 4 不同参考帧数下的计算复杂度

4) 搜索范围

除以上因素外,搜索范围也会影响计算复杂度,搜索范围越大,复杂度越高。图5给出了不同搜索范围(搜索范围为32,16

和8)下的计算复杂度。其中,QP设置为28,参考帧数为3,搜索精度为1/4,开启所有的帧间模式。从图中可以看出,减小运动估计的搜索范围,可以大幅减少总编码时间,即可以有效降低视频编码的计算复杂度,同时引起较小的视觉质量降低。

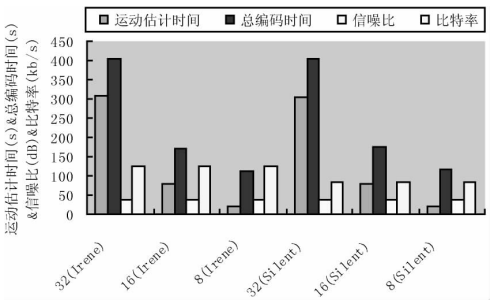


图 5 不同搜索范围下的计算复杂度

2.2 三级能量自适应 H.264 计算资源分配方法

根据以上分析结果,本文将编码器的编码复杂度分为三个级别,级别一复杂度最高,为最佳编码性能模式;级别三复杂度最低,为最长续航模式;级别二复杂度居中,为电池最优化模式。因此,我们将移动设备能量从100%降低到0%的过程划分为三种状态,即0%~33%,33%~66%以及66%~100%^[15,16]。当电池能量高于66%时,视频编码器处于最佳编码性能模式;当电池能量低于33%时,编码器可以通过降低编码复杂度来降低能量消耗,从而达到最长续航模式;当电池能量处于33%到66%之间时,编码器处于电池最优化模式,在这种状态下,编码器的编码复杂度和能量消耗介于前两者之间。

表2给出了在不同复杂度级别下的H.264编码参数配置。表中帧间模式1,2,3,4,5,6,7分别代表Inter16×16,Inter16×8,Inter8×16,Inter8×8,Inter8×4,Inter4×8,Inter4×4。随着电池能量的降低,通过减少帧间预测模式,参考帧数和运动搜索范围来降低视频编码的计算复杂度,从而延长电池工作时长。

表 2 不同复杂度级别下相关参数配置

复杂度级别	能量状况	帧间模式	参考帧数	搜索范围	搜索精度
一	$E \geq 66\%$	skip, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	3	16	1/4
二	$33\% < E < 66\%$	skip, 1, 2, 3, 4	2	16	1/4
三	$E \leq 33\%$	skip, 1	1	8	1/4

3 H. 264 计算资源和比特资源联合优化分配方法

在以上方法基础上,本文提出了H.264计算资源和比特资源联合优化分配方法,该算法具体步骤如下:

步骤1 依据聋哑人视觉系统选择特性为手语视频不同区域分配不同的量化系数。

步骤2 检测当前电池能量,如果电池能量满足 $66\% < power < 100\%$,则选择级别1进行视频编码。如果 $power < 66\%$,则跳到步骤3;

步骤3 检测当前电池能量,如果 $33\% < power < 66\%$ 选择级别2进行视频编码。如果 $power < 33\%$,则跳到步骤4;

步骤4 检测当前电池能量,如果电池能量满足 $0\% < power < 33\%$,则选择级别3进行视频编码。如果 $power < 0\%$,则电池能量耗尽,编码结束。

4 实验结果

为了测试本文算法的性能,将本文算法在 H.264 的参考软件平台 JM8.6 上实现。硬件平台为 Intel Core i3 2.13GHz 2.0GB 内存和 Win7 系统。对标准手语视频序列 Irene 与 Silent 进行编码实验,将本文算法与 JM8.6 标准编码算法进行性能比较。编码选项设置为:RDO 优化开启,GOP(Group of Picture) 类型采用 IPPPP... 熵编码 CAVLC,帧率 30 帧/秒,从 0 帧开始进行 100 帧编码实验。

表 3 是 Irene 与 Silent 序列分别在不同能量级别下的编码结果。从表中可以看出,在三个不同的能量级别下,Irene 与 Silent 视频编码后的平均信噪比均有所降低,手部和背景区域的信噪比均低于原始 JM,但聋哑人最关注的面部区域的信噪比均高于原始 JM,而比特率和总编码时间均低于原始 JM。对于 Irene 和 Silent 序列,通过降低视频中视觉非重要区域的信噪比,视觉重要区域即面部信噪比分别平均增加 0.4 dB 和 0.5 dB,且比特率分别平均下降 15 kb/s 和 4 kb/s,而总编码时间平均下降 51%。这表明,我们在进行视频编码时,比特资源和计算资源均得到优化分配。

表 3 不同能量级别下编码性能对比

测试序列	级别	信噪比(dB)				比特率(kb/s)	总编码时间(s)
		平均值	面部	手部	背景		
Irene	一	35.58	36.91	34.38	36.43	116.86	164.076
	二	35.17	36.71	33.88	36.12	105.85	75.389
	三	34.70	36.35	33.36	35.67	108.83	14.512
	JM	37.71	36.29	36.07	40.12	125.58	171.755
Silent	一	34.72	36.28	35.75	33.89	81.89	163.588
	二	34.45	36.14	35.30	33.52	75.43	74.959
	三	33.97	35.89	34.77	33.20	78.13	14.752
	JM	37.01	35.61	37.33	37.22	82.55	173.116

图 6 给出了 Irene 与 Silent 序列分别在不同能量级别下编码后的主观质量对比图。从图中可以看出,在三个不同的复杂度级别下,Irene 与 Silent 序列中尽管手部和背景区域主观质量有略微下降,但面部区域视觉质量明显高于原始 JM,且编码后视频的整体主观视觉质量均高于原始 JM。这表明,通过计算资源和比特资源的联合优化分配,提高了编码后视频的整体主观视觉质量。

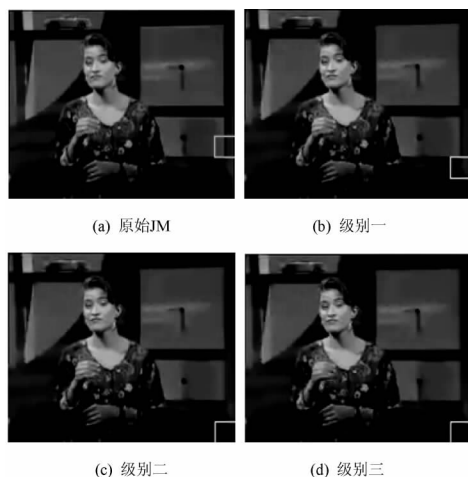


图 6 Irene 与 Silent 序列编码效果图

5 结 语

本文面向移动手语视频通信提出了一种 H.264 计算资源和比特资源联合优化分配方法。该方法根据手语视频中不同区域的视觉重要程度和电池能量状况调整计算复杂度和编码参数集合,在保证手语视频感兴趣区编码质量的同时,可以大幅降低编码器的计算复杂度,减少电池能量消耗,从而延长设备工作时间。

参 考 文 献

- [1] Von Agris Ulrich, Zieren Jörg, Canzler Ulrich, et al. Recent developments in visual sign language recognition[J]. Universal Access in the Information Society 2008, 6(4): 323-362.
- [2] Cavender Anna, Ladner Richard E, Riskin Eve A. Mobile ASL: intelligibility of sign language video as constrained by mobile phone technology[C]//8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, New York 2006: 71-78.
- [3] Wiegand Thomas, Sullivan Gary J, Bjontegaard Gisle, et al. Overview of the H.264/AVC video coding standard[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 2003, 13(7): 560-576.
- [4] 姜东, 张大勇, 梁利平. 一种视频编码复杂度控制模型的形成方法: 中国 201010122609.8[P]. 2011-09-21.
- [5] Lian Chungji, Chien Shaoyi, Lin Chiaping, et al. Power-aware multimedia: concepts and design perspectives[J]. IEEE Circuits and Systems Magazine 2007, 7(2): 26-34.
- [6] Zhang Jiucui, Wu Dalei, Ci Song, et al. Power-aware mobile multimedia: a survey[J]. Journal of Communications 2009, 4(9): 600-613.
- [7] Liu Yang, Li Zhengguo, Soh Yengchai. Region-of-interest based resource allocation for conversational video communication of H.264/AVC[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 2008, 18(1): 134-139.
- [8] 郑雅羽. 基于视觉感知的 H.264 感兴趣区域编码研究[D]. 杭州: 浙江大学 2008.
- [9] 高雪娟. 面向无线移动终端的 H.264 编码复杂度控制技术的研究[D]. 北京: 北京工业大学 2009.
- [10] Agraftiotis Dimitris, Canagarajah Nishan, Bull David R, et al. A perceptually optimised video coding system for sign language communication at low bit rates[J]. Signal Processing: Image Communication 2006, 21(7): 531-549.

(下转第 181 页)

权重时, 本文将特征的极性值作为权重计算的一部分, 使得计算的权重在情感分类方面更加合理。

(5) 与基于情感词典的方法相比, 本文方法解决了未登录词的问题。

(6) 中文微博文本内容较短、口语化严重、用语不规范、网络新词较多以及主题分散等特点严重影响基于情感词典方法的分类效果。

另外, 从表中还可以看出, 中性微博文本分类的正确率明显低于另外两类的正确率, 表明分类的正确率与训练语料的规模成正相关。

从上表可以发现, “刘翔退赛”的分类效果优于“iphone4s”的分类效果, 且在“iphone4s”的评论当中, 基于情感词典的分类效果下降的最为明显, 正确率下降了 8.58 个百分点。经过分析, 原因有以下几点:

(1) 在对“刘翔退赛”新闻时间的评论中, 使用的表达方式较为单一, 结构相对简单, 未登录词相对少一些。

(2) 在对“iphone4s”的评论中, 涉及到的专业术语较多, 而未登录词较多, 句子结构相对复杂。

(3) 在对“iphone4s”的评论中, 有些情感词的极性与情感词典中的极性不一致。例如“虽然非常智能, 但玩时间长了手机就会变得很热...”中的“热”字, 在情感词典中为正向情感词, 而在该条微博中的极性表现为“负向”。

此外, 从表 7 可以发现, 对“iphone4s”评论的分类效果与“刘翔退赛”相比, 文献[15]中基于 SVM 的宏平均值下降了 4.01 个百分点, 基于词典的方法下降了 8.23 个百分点, 本文方法下降了 4.87 个百分点。表明本文方法对不同领域的中文微博评论情感分类效果的稳定性弱于基于 SVM 方法, 但相差不大, 明显优于基于情感词典的方法。

4 结 语

本文提出了基于词典与机器学习相结合的方法解决中文微博情感分类问题。提出了基于层次结构的降维方法, 针对微博文本的特点, 设计了基于表情符号的特征极性值计算方法, 在此基础上, 设计基于特征极性值的位置权重计算方法, 借助 SVM 作为机器学习模型将微博文本分为正面、负面和中性三类。当然本文还存在较大的提升空间。例如网络中的一些新词, 如“给力”、“坑爹”、“鸭梨”等, 现有的分词系统是无法识别的, 而它们对中文微博情感分类有比较大的影响, 因而需要采用新的方法来匹配识别他们。

参 考 文 献

- [1] CNNIC(中国互联网络信息中心). 第29次中国互联网络发展状况统计报告[R]. 北京: 中国互联网络信息中心(CNNIC) 2012.
- [2] Lunwei Ku, Tungho Wu, Liying Lee, et al. Construction of an Evaluation Corpus for Opinion Extraction[C]//NTCIR-5 Japan. 2005: 513-520.
- [3] Dasgupta S, Ng V. Mine the Easy, Classify the Hard: S Semi-Supervised Approach to Automatic Sentiment Classification[C]//ACL'09: 701-709.

- [4] Hao Wang, Dogan Can, Abe Kazemzadeh. A system for real-time Twitter sentiment analysis of 2012 U. S. presidential election cycle[C]// Proceedings of the ACL 2012 System Demonstrations 2012: 115-120.
- [5] Apoorv Agarwal, Boyi Xie, Ilia Vovsha. Sentiment analysis of Twitter data[C]// Proceedings of the Workshop on Languages in Social Media 2011: 30-38.
- [6] Long Jiang, Mo Yu, Ming Zhou. Target-dependent Twitter sentiment classification[C]//Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies 2011: 151-160.
- [7] 刘鲁, 刘志明. 基于机器学习的中文微博情感分类实证研究[J]. 计算机工程与应用 2012, 48(1): 1-4.
- [8] 谢丽星, 周明, 孙茂松, 等. 基于层次结构的多策略中文微博情感分析和特征抽取[J]. 中文信息学报 2012, 26(1): 73-83.
- [9] <http://www.wjh.harvard.edu/~inquirer/>.
- [10] 郝雷红. 现代汉语否定副词研究[D]. 首都师范大学 2003.
- [11] 简璜, 郭妹慧. 程度副词的特点范围与分类[J]. 山西大学学报, 2003, 26(2): 71-74.
- [12] 段明秀, 杨路明. 对层次聚类算法的改进[J]. 湖南理工学院学报: 自然科学版 2008, 21(2): 28-29, 36.
- [13] 刘群, 李素建. 基于《知网》的词汇语义相似度计算[J]. 计算机语言学及中文信息处理 2007, 31(7): 59-76.
- [14] 张成功, 刘培玉, 朱振方, 等. 基于词典的中文倾向性分析报告[C]//第三届中文倾向性分析评测 2011: 149-156.
- [15] Na Jin Cheon, Khoo Christopher, Wu Paul Horng Jyh. Use of Negation Phrases in Automatic Sentiment Classification of Product Reviews[J]. Library Collections, Acquisitions and Technical Services 2005, 29(2): 180-191.
- [16] 张成功, 刘培玉等, 朱振方, 等. 一种基于极性词典的情感分析方法[J]. 山东大学学报 2012, 47(3): 47-50.

(上接第 144 页)

- [11] Leuven Sebastiaan Van, Schevensteen Kris Van, Dams Tim, et al. An implementation of multiple region-of-interest models in H. 264/AVC[J]. Signal Processing for Image Enhancement and Multimedia Processing 2008, 31(IV): 215-225.
- [12] Zhang Tianruo, Liu Chen, Wang Minghui, et al. Region-of-interest based H. 264 encoder for videophone with a hardware macroblock level face detector[C]//IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing, Rio De Janeiro, 5-7 Oct. 2009: 1-6.
- [13] Huang Chungming, Lin Chungwei. Multiple priority region-of-interest H. 264 video compression using constraint variable bitrate control[J]. Optical Engineering 2009, 48(4): 047004.
- [14] JVT Reference Software, Version JM8.6 [CP/OL]. <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/>.
- [15] Kannur Avin Kumar, Li Baoxin. Power-aware content-adaptive H. 264 video encoding[C]//IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Processing (ICASSP), Taipei, 19-24 April 2009: 925-928.
- [16] Shatque Muhammad, Bauer Lars, Henkel Jörg. 3-Tier dynamically adaptive power-aware motion estimator for H. 264/AVC video encoding[C]//IEEE International Symposium on Low Power Electronics and Design, Bangalore, 11-13 Aug. 2008: 147-152.