

计算机视觉在牛肉自动分级技术中的应用

李明静¹ 刘贯勇² 张志伟²

(1. 西北农林科技大学食品科学与工程学院 陕西杨凌 712100 2. 双汇集团技术中心 河南漯河 462000)

摘要: 国外计算机视觉牛肉自动分级技术较为成熟, 国内的研究也取得了一定的成果。鉴于国内牛肉分级意义重大, 本文概述了我国牛肉质量等级标准和国内外研究现状, 并针对利用计算机视觉技术对牛肉自动分级, 从完善标准、调整工艺、设计成像条件和计算方法等多个方面提出所遇到的问题, 并指出牛肉自动分级技术的研究方向。

关键词: 计算机视觉; 牛肉; 分级

Abstract: The computer vision based beef automatic grading technology is rather mature in some foreign countries, and the domestic research has also yielded certain result. Given the great importance of beef grading for us, we stated the beef quality rank standards in China and overseas. Questions in aspects of standards improving, adjustment of process, image formation condition designing and calculating methods related to automatic beef grading based on computer version were pointed out with the direction of the beef automatic grading technology research.

Keywords: Computer Vision, Beef, Grading

牛肉鲜嫩味美、营养丰富, 是低脂肪、高蛋白、低胆固醇的肉食品。改革开放以来, 随着经济的发展, 人民生活水平的提高和消费观念的改变, 牛肉的需求量逐年增加, 肉牛业蓬勃发展。据世界粮农组织统计, 2005年, 我国牛肉总产量达722.5万吨, 占世界牛肉总产量的11.25%, 成为世界第三大牛肉生产国。但是我国肉牛业起步较晚, 肉牛生产效率低, 牛肉质量差, 国际竞争力差, 严重制约我国肉牛业的进一步发展, 长期以来我们在

国际牛肉贸易的舞台上始终无法扮演重要角色, 国际市场上我国牛肉占有率很低。我国优质牛肉生产总体水平之所以较低, 一个很重要的原因就是尚没有实行牛肉分级制度。牛肉品质的好坏没有一个统一的标准, 不能实现按质论价, 优质优价, 不能调动肉牛业生产者的积极性, 无法促使牛肉生产的健康发展。美国等西方发达国家在20世纪20年代开始就推出并逐步完善牛胴体肉等级标准, 标准的制定对促进这些国家的肉牛业发展起了重要作用。

为了加快我国肉牛业的发展, “九五”期间, 由南京农业大学等高校科研院所制定了符合我国国情的一套牛肉评定方法和标准分级系统, 并于2002年由农业部颁布试行^[1]。在对牛肉进行检测分级时, 主要是由分级员把真实的肉样对照每个等级的标准图片依靠视觉进行比较, 分级结果受分级员的主观经验影响比较大、精度低; 且容易造成视觉疲劳、分级速度比较慢。同时由于分级是在低温下(0~4℃)进行, 对分级员的身体不适应。因此利用先进的计算机视觉技术, 建立牛肉自动分级系统有着重要的意义。计算机视觉技术评价系统评定结果客观、真实, 评定速度快; 还可节省分级员培训等费用, 并可有效制止分级员舞弊行为, 促进我国牛肉等级标准的推广应用^{[2][3]}。

1、中国牛肉质量等级标准

中国牛肉等级标准包括产量等级评定标准和质量等级评定标准两部分。我国牛肉胴体产量等级评定以分割肉(共13块)重为指标, 由胴体重和眼肌面积来确定。

质量等级评定是在胴体冷却排酸后进行, 以12、13脊肋处背最长肌截面的大理石花纹和生理成熟度是质量等级评定的主要指标, 以肉色和脂

肪色为参考指标做适当调整。根据眼肌横切面的肌间脂肪的多少将大理石花纹等级划分为如下4个等级:极丰富(1级)、丰富(2级)、少量(3级)和几乎没有(4级),介于两级之间设有0.5级。根据脊椎骨(主要是最后三根胸椎)棘突末端软骨组织的骨质化程度和门齿变化情况将生理成熟度分为A、B、C、D、E五个级别。肉色和脂肪色分别设九个级别,其中肉色以3、4两级为好,脂肪色以1、2两级为好。

2、国内外基于计算机视觉的牛肉自动分级技术现状

计算机视觉,也称机器视觉,它是利用一个代替人眼的图像传感器(CCD摄像头)获取物体图像,将图像转换成数字图像,并利用计算机模拟人的判别准则去理解和识别图像,达到分析图像和做出结论的目的。机器视觉具有非接触测量、较宽的光谱响应范围、长时间工作等优点。

从20世纪70年代开始,日本、美国等国家就已经在农畜产品的计算机视觉方面进行了广泛而深入的研究,取得了可喜的成效,已有部分研究成果应用于商品化生产。计算机视觉用于肉品质量检测 and 分级开始于90年代。1990年,McDonald T. P.和Chen Y. R.^[11]首先运用了图像处理的办法,对牛肉大理石花纹分级系统方面进行了开创性研究,依据瘦肉和脂肪的反射特性不同,把背长肌的瘦肉和脂肪进行区分。1996年,D. E. Gerrard等^[12]对60个大排的大理石花纹和颜色等级进行感官评定和计算机图像处理,结果表明计算机图像处理能有效预测大理石花纹和颜色等级(相关指数分别为0.86和0.84)。1997年,Li等^[13]人把图像纹理特征分析引入牛肉嫩度评定,回归分析和神经网络技术被用于图像特征和牛肉嫩度感官评定的比较,发现纹理特征对牛肉嫩度有显著作用。

2000年,Fumito Yoshikawa等^[14]人研究了用计算机图像处理技术评定牛肉大理石花纹等级的方法,先用最大方差自动取阈值法(OSTU)分割图像中脂肪和肌肉像素,然后用行程长度来表征大理石花纹等级,结果表明这种方法能保证分割精度和大理石花纹分级的准确性。2000年,Kazuhiko Shiranita等^[15]人用人工神经网络来分割图像中的脂肪和肌肉像素,用肌肉中脂肪的百分

率、脂肪的个数、大脂肪的个数、小脂肪的个数和脂肪像素点数,或者用图像纹理特征——灰度共生矩阵来判定大理石花纹等级,然后用回归分析方法得到大理石花纹等级的预测模型,结果表明这种方法是非常有效的。2000年,S. Jeyamkondan等^[16]人首先用模糊均值聚类算法(FCM)分割眼肌图像的脂肪和肌肉像素,接着使用数学形态学运算分割背长肌区域,从背长肌中提取大理石花纹和颜色特征建立大理石花纹和颜色等级的预测模型,最后根据大理石花纹等级、颜色等级、以及颜色特征建立牛肉质量等级的预测模型。

我国应用计算机视觉技术进行牛肉品质检测与分类的研究开展较晚,但正在日益得到重视。2002年,孙永海等^[4]利用人工神经网络进行图像分割牛肉图像的脂肪与肌肉像素,用灰度空间相关矩阵法提取了牛肉图像的纹理特征。2003年,贾渊等^[5]对牛肉颜色的RGB值及其分布规律进行了分析,并比较了各分量之间的数值关系。2004年,刘木华等^[6]用模糊C均值聚类算法(FCM)分割出牛肉图像中的脂肪和肌肉像素,研究结果表明FCM是分割脂肪和肌肉区域的有效方法。2004年,赵杰文等^[7]在国内首次进行了牛胴体眼肌切面中背长肌的分割研究,使用固定结构元素和变结构元素的数学形态学的腐蚀和膨胀运算获取背长肌区域,之后提取了大理石花纹图像。2005年,刘木华等^[8]将胸椎骨图像中的软骨和硬骨区域分割出来并识别其骨质化程度,进而判别其生理成熟度。

3、牛肉自动分级技术遇到的问题及发展方向

牛肉自动分级技术的研究意义重大,对我国牛肉牛业的健康发展、走向国际牛肉市场,逐步实现从畜产品生产大国向贸易大国转变起重要作用。这就要求首先要完善我国的牛肉分级的专家系统,并对现有的等级标准所涉及的各项指标确定量化数据,如将大理石花纹等级图谱改进^[9],并进一步细化。其次,要使现有生产工艺与牛肉自动分级技术相适应。现有生产工艺会有碎肉等物质残留在背长肌上,可能导致分析出错误结果。第三,设计较好的眼肌图像获取环境。由于牛肉自身表面含有较多水分和油分,使得光线照时容易形成亮斑而影响了图像的质量,如何设计获取图像的条件对获取清晰的、高质量的眼肌切面图像至关重要。

第四,大理石花纹纹理变化复杂,设计高效的精确的大理石花纹图像分割算法,是目前牛肉自动分级技术亟需解决的一个问题。

牛肉品质一般也通过牛肉的新鲜度、食用品质指标来衡量,而这些指标用可见光图像来检测就有些力不从心,因此可以与近红外成像技术、超声成像技术、计算机嗅觉等多种技术进行多信息融合来检测判别牛肉的品质等级^[10]。

参考文献

[1] 牛肉等级标准 (NY/T676-2003)[M], 南京农业大学肉类研究室研制, 2002.
 [2] 江龙建, 基于计算机视觉和神经网络的牛肉大理石花纹自动分级技术的研究[D], 南京农业大学硕士学位论文. 2003.
 [3] 方明, 牛肉胴体质量等级的计算机视觉检测技术研究[D], 江苏大学硕士学位论文. 2006.
 [4] 孙永海、鲜于剑川、石晶, 基于计算机视觉的冷却牛肉嫩度分析方法[J], 农业机械学报, 2003 (5): 102~105.
 [5] 贾渊, 汤晓艳, 姬长英. 牛肉颜色的 RGB 特征[J]. 食品科学, 2004, 25(7): 86~89.
 [6] 刘木华、赵杰文、张海东, 基于模糊 C 均值聚类的牛肉图像中脂肪与肌肉区域分割技术[J], 农业工程学报, 2004, 20(2): 161~163.
 [7] 赵杰文、刘木华、张海东, 基于数学形态学的牛肉图像中背长肌分割和大理石纹提取技术研究[J], 农业工程学报, 2004, (1): 143~146.

[8] 刘木华、赵杰文、邹小波, 牛胸椎骨图像中软骨和硬骨区域的自动分割技术[J], 农业工程学报, 2005, (8): 110~113.
 [9] 汤晓燕等, 中国牛肉大理石花纹等级图谱的改进研究[J], 中国农业科学, 2006, 39 (10): 2101~2106.
 [10] 刘木华、江水泉、赵杰文, 牛肉品质无损检测中信息融合技术的应用研究[J], 粮油食品, 2003, (6): 24~26.
 [11] McDonald, T. P., Chen, Y. R., 1990, Separating connected muscle tissue in images of beef carcass ribeyes [J], Trans. of ASAE, 33(6): 2059~2065.
 [12] D. E. Gerrard, X. Gao, and J. Tan, Beef marbling and color score determination by image processing[J], 1996, Journal of Food Science, 61(1): 145~148.
 [13] Li, J., Tan, J., Marz, F. A., Predicting beef tenderness from image texture features. In: 1997 ASAE Annual International Meeting Technical Papers, Paper No. 973124, ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085~9659, USA.
 [14] Fumito Yoshikawa, Kazuo Toraichi, Koichi Wada, Nobuyuki Ostu, Hisroyasu Nakaic, Mitsuru Mitsumoto, Kazuki Katagishi, On a grading system for beef marbling, Pattern Recognition Letters[J], 2000, 21: 1037~1050.
 [15] Kazuhiko Shiranita, Kenichiro Hayashi, Akifumi Otsubo, Tsuneharu Miyjima, Ryuzo Takiyama, Grading meat quality by image processing[J], Pattern Recognition, 2000, 33: 97~104.
 [16] S. Jeyamkondan, N. Ray, G. A. Kranzler, N. Biju, Beef quality grading using machine vision, Proc. SPIE, 2000, 4203: 91~101.

(上接第12页)

2.10 成品检验

对晾晒完毕的产品进行感观检验, 颜色为深橘红色、色泽均匀、无任何异物。

2.11 装箱入库

感观检验合格的产品装箱暂入库, 并取样进行微生物的出厂检验, 检验合格后方可出厂。

微生物的出厂检验标准为

项目	指标
菌落总数 / (cfu/g)	≤ 80000
大肠菌群 / (MPN/100g)	≤ 150
致病菌	不得检出

每月还要定期送检, 检验其微生物及理化指标, 微生物指标同出厂检验标准, 理化指标如下:

项目	指标
水分 (g/100g)	50—60
盐分 (以 NaCl 计) (g/100g)	< 5.0

对于产品品质, 建立了一定的品尝制度, 每星期品尝一次, 对它的口感、软硬度、切片性都留有记录, 以便在今后的工作中进行改进。整套工艺和控制措施的顺利进行, 是保证产品质量的首要条件, 只有这样, 才能生产出合格的产品。