



# 肺癌细胞识别彩色图像处理系统

刘雷健 杨静宇 曹雨龙 邬永革 汪华峰

(南京理工大学计算机系 南京 210094)

**关键词:** 彩色分割,最佳鉴别,自适应阈值分割,分类,形态学特征.

## 1 引言

长期以来,图像处理技术已经被广泛地应用于医学领域,其中许多应用是在微观医学与生物学中. 这里介绍一种用于早期肺癌普查的细胞彩色图像处理系统,通过检查被测者痰液涂片的彩色显微图像中是否存在癌细胞,以判断被测者是否患有肺癌. 在该系统中,细胞核的形态学特征以及色度学特征同时被用于癌细胞的识别,提高了系统的准确性.

## 2 系统概况

在本系统中,痰液涂片的彩色细胞图像是通过连接于一个显微自动扫描平台的彩色摄像机实时获取的;该显微自动扫描平台由计算机自动控制,并可以在  $x, y$  和  $z$  三个方向上自动定位和聚焦. 所用痰液涂片是由一种特殊的 PAT 痰细胞蓄积液溶解,并用 HE 染色法 (Hematoxylin-Eosin 染色法) 染色得到的. 为了提高系统对细胞分割与分类的准确性与效率,本系统采用了一种层次处理结构,在该结构中,处理过程主要分为两个阶段:第一阶段是在一特定的彩色变换空间中利用自适应阈值方法的细胞核分割处理;第二阶段是分别利用细胞核的形态学特征及色度学特征对细胞核进行分类,以识别肺癌细胞的处理过程. 由于制片与染色条件的限制,无法得到完整的细胞质,因此本系统的处理识别工作都是针对细胞核进行的.

## 3 细胞核的分割

由于细胞核包含了识别肺癌细胞的主要特征,因此必须首先准确有效地将细胞核提取出来,以保证后继的识别工作能够正确地进行. 但是,由于在痰片的制备过程中染色等条件的变化,以及在摄取彩色细胞图像时光照等条件的不同,在所摄取的彩色图像中细胞

的彩色分量的分布将发生较大的变化。为此,必须选取某个特定的彩色空间,使得细胞核的特征在该空间中对染色及光照条件的变化不敏感<sup>[1]</sup>,以保证细胞核的稳定提取。在本系统中采用了归一化彩色空间技术,并利用  $B$ -样条技术建立了一个自适应阈值选择函数,以进行细胞核的自动阈值分割<sup>[2]</sup>。

在通过阈值分割获得的二值分割图像中,由于在核区内部可能存在小洞,在其周边存在凹坑和凸刺,使得其形态学特征的获取受到影响。因此,在提取细胞核形态特征之前,对其进行了适当的腐蚀与膨胀处理,以消除这些噪音的影响。

## 4 分类识别

在分层分类的结构中,形态学分类被用作分类处理的第一步,即粗分类。由于经过粗分类,可以除去绝大多数正常细胞核,而只保留少量的可疑癌细胞作为后继分类与验证的对象,这就有效地提高了系统的识别效率。

在形态学分类中,所使用细胞核主要的形态学特征包括细胞核的面积( $A$ )、圆度( $CD$ )和形状奇异因子( $SA$ )。在求取以上三个形态特征时,本系统采用对二值分割图像进行边缘跟踪,求取其链码表示,从而获得其形态特征的方法。当细胞核的形态学特征求得以后,利用下面所示的算法来选取可疑癌细胞:

```

For (每个细胞核)
{
    if( $A_{th1} < A < A_{th2}$ )
    {
        if ( $CD > CD_{th}$ ) 并且 ( $SA < SA_{th}$ )
        {该细胞为可疑癌细胞.}
    }
    else if ( $A \geq A_{th2}$ )
        {该细胞为可疑小细胞癌细胞.}
    else {该细胞为正常细胞.}
}

```

其中  $A_{th1}$ ,  $A_{th2}$ ,  $CD_{th}$  和  $SA_{th}$  分别是  $A$ ,  $CD$  和  $SA$  的阈值,它们是在训练阶段由实验获得的。

在色度学分类中,采用最佳鉴别技术 (BDT) 和最小距离分类器 (MDC),用于对可疑癌细胞的分类识别。首先,采用 Fisher 方法求出非癌细胞核象素与癌细胞核象素在某一彩色空间中的最佳鉴别矢量和聚类中心;其次,对可疑癌细胞核中各象素利用最佳鉴别矢量将其彩色分量投影到最佳鉴别空间,并利用最小距离分类器将其分类为癌细胞核象素或非癌细胞核象素;最后,根据癌细胞核象素在细胞核象素中所占的比例确定其是否是癌细胞。大量实验表明,在 HSI 彩色空间中进行识别的效果最佳,因此本系统选择了该空间作为识别空间。目前,本方法的识别准确率大约为 93%,而专家的识别准确率只有 88% 左右。所以,本方法是可行的和有效的。

## 参 考 文 献

- [1] Turk M. A Review of color vision and imaging, *SPIE*, 1988, **1002**: 2234—2241.  
 [2] Liu Lei, Jian, Lu Jian Feng, Yang Jing Yu, Wu Yong Ge, Yu Yi Jun, Lin Ke. Efficient segmentation of nuclei in different color spaces. *SPIE*, 1994, 2298.

## A CYTOLOGICAL COLOR IMAGE PROCESSING SYSTEM FOR RECOGNITION OF LUNG CANCER CELLS

LIU LEIJIAN YANG JINGYU CAO YULONG WU YONGGE WANG HUAFENG

(Dept. of Computer Sci., Nanjing Univ. of Sci. & Tech., Nanjing 210094)

**Key words:** Color segmentation, best discriminate technique, adaptive thresholding, classification, morphological feature.

### 国 际 会 议 信 息

由 IFAC 主办的第八届交通系统国际学术会议 (8th IFAC Symposium on Transportation Systems) 将于 1997 年 6 月 16 日至 6 月 18 日在希腊 Chania 召开。会议由希腊克里特技术大学承办, 组织委员会主席是 A. Pouliezos 先生, 程序委员会主席是 M. Papageorgiou 先生。

#### 会议内容:

本次会议将涵盖各种交通运输系统(道路交通、公共交通、铁路、航空、航运)及其控制方面的内容, 并向学术界、从事交通管理、咨询及工业界的人士征集各类论文(特邀、大会、小组), 论文内容可包括理论、方法的研究成果, 新的研究及发展趋势, 实际应用成果和交通运输系统的评价。会议小组议题包括: 模型与仿真 (Modeling and Simulation); 检测、监控、识别(含辅助设计) (Measure, Surveillance and Estimation (including AID)); 控制方法及算法 (Control Methods and Algorithms); 实际应用成果 (Practical Application Results); 交通通讯与信息 (Transport Telematics); 智能交通系统 (Intelligent Transportation Systems); 高速公路自动设备 (Automated Highway Components); 交通需求管理 (Demand Management); 出行与交通信息 (Travel and Traffic Information); 多模式交通运输 (Multi-Mode Transportation); 综合交通管理 (Integrated Traffic Management); 货运与船运管理 (Freight and Fleet Management); 航空管理 (Air Traffic Management); 公共交通运输 (Public Transport); 自动人行通道 (Automated People Movers); 系统结构 (System Architecture); 安全 (Safety); 社会与经济效应 (Social and Economic Impact)。

#### 稿件要求:

论文内容应属于上述各分组议题。投稿者应于 1996 年 7 月 31 日前提交 1000 字左右英文详细摘要一式五份。摘要格式: 文章标题→作者姓名及通讯地址(包括 Fax 和 Email)→四个关键词→所属议题→论文背景及主要贡献(1000 字左右)。

摘要将由会议程序委员会 (IPC) 评审。入选文章应提交需符合标准格式的全文(标准格式将寄给入选作者, 全文应不多于 6 页标准纸)。入选文章需作者到会方能编入正式论文集。

(下转 361 页)