

利用不变矩原理进行 图像分割的研究

朱 明

摘要: 本文将不变矩阈值法用于电视跟踪系统的图像信号处理。利用不变矩原理对电视图像进行实时二值化, 在计算机仿真实验的基础上设计了一个实时图像分割系统。

一、引 言

在一个视频跟踪测量系统中, 跟踪与测量的精度和作用距离都与图像信号处理的水平紧密相关。要测量目标, 首先得把目标与背景分离开, 要使分离后的目标不失真才能测得准。远距离的目标, 信噪比会大大下降, 要跟踪测量远距离的目标就要求滤除图像中的噪声, 增强目标的特征。随着太阳的照射角度不同, 目标的亮度和背景的亮度都要发生变化。在不同背景下, 不同对比度都能分离目标和背景就是目前视频跟踪测量系统中遇到的技术难关。采用数字图像处理技术是攻克这一难关的途径之一。分离目标和背景应属于图像分割的技术范畴。

图像分割是图像处理的一个重要分支。它是一种把图像空间按照一定的要求分成一些“有意义”区域的技术。从本质上说是将图像中的象素按照特性的不同进行分类的过程。

图像分割的依据是建立在相似性及非连续性两个概念上。相似性指的是同一区域中象素应是类似的, 根据类似原理, 把许多点分成若干相似区域。非连续性指的是从一个区域变到另一个区域时, 一定有某种量发生突变, 例如灰度发生突然变化, 从而, 在区域间可找到边界。

灰度级阈值化是图像分割的基本方法。由于灰度级阈值法广泛地应用于数字图像处理领域, 过去的几十年里有许多的阈值法被提出来。其中包括P-tile法、Mode-法、判别分析法、“肩部”阈值法、熵值阈值法、不变矩阈值法。总之, 图像分割算法, 都是在图像数据的统计特性的基础上, 根据某种判别原则进行阈值选择的。

在本论文中, 将采用不变矩阈值法对图像进行分割。

二、不变矩阈值法

不变矩是由M. K. Hu于1962年作为图像识别的特征提出来的。他指出, 不变矩是图像的特征, 它概括原始图像的矩计算得来, 并当图像的内容被移位、放大、缩小、旋转时不改变它们的初值。1984年, Wen-Hsiang Tsai根据不变矩原理提出了不变矩阈值法。其基本方法是在切割之前计算图像的灰度矩, 选择切割阈值方法是保持切割后的图像与切割前的图像

的矩一样。这个方法可以看成是一种图像变换，它从模糊图像变成理想图像，它可以自动判断选择多个切割阈值，同时也可以得到每个切割出的部分代表灰度值。

1. 利用不变矩的两值切割

设图像 f 有 n 个象元素，在象元 (x, y) 处灰度值为 $f(x, y)$ ，将图像分成高于阈值和低于阈值两类。图像 f 的第 i 阶矩定义为

$$m_i = (1/n) \sum_j \sum_y f^i(x, y) \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

由直方图计算的灰度矩为

$$m_i = (1/n) \sum_j n_j (z_j)^i = \sum_j p_j (z_j)^i \quad (2)$$

不变矩阈值法就是要选择一个阈值，使得所有图像 f 中灰度值低于阈值的用 z_0 代替，高于阈值的用 z_1 代替，由于 f 图像的前三阶矩将保存在二值图像 g 中，图像 g 可以看成是由 f 变成的理想的清晰图像。

n_j 是灰度值为 z_j 的象元总数， $p_j = n_j/n$ 。

p_0, p_1 为图像 f 中低于或高于阈值的概率密度函数。图像 g 的前三阶灰度矩为

$$m_i = \sum_{j=0}^3 p_j (z_j)^i \quad i = 0, 1, 2, 3 \quad (3)$$

根据不变矩原理，则有 $m_i = m_i$ (4)

称之为不变矩方程组。解这个方程组得 $p_0 p_1 z_0 z_1$ ，选择一个阈值 t 使得图像 f 中下式成立：

$$p_0 = (1/n) \sum_{z_i \leq t} n_j$$

则 t 就是将 f 切割成理想两值图像的阈值。

三、计算机仿真

1. 仿真系统的硬件

图像分割仿真系统的硬件构成如图 1 所示。

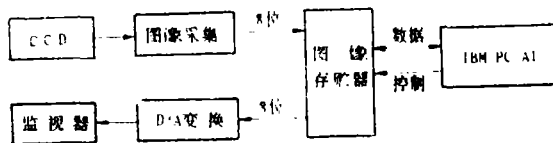


图 1 实时图像分割仿真系统

仿真系统由五个部分组成：(1) 图像输入部分；(2) 图像采集部分；(3) 图像存储器部分；(4) 数据处理和控制部分；(5) 图像输出部分。

CCD 摄像机输出的模拟视频信号，由视频 A/D 转换器取样量化成 8 比特的数字量，这些图像数据存贮于图像存储器的各个单元中，并由计算机对其进行存取、数字滤波和图像处理运算，然后再经 D/A 转换为模拟信号输出到监视器上显示。

2. 仿真系统的软件

图像分割仿真系统的软件主要完成以下几个功能：实时输入图像，对图像进行预处理，不变矩阈值的求取，图像二值化，最后输出结果。软件用 PASCAL 语言编成。

(1) 图像输入: 利用图像采集板采集图像并存入计算机硬盘, 在处理时, 用程序随时调入到内存, 以完成任意象素的处理。

(2) 图像的预处理: 本文分别对图像采用了中值滤波和DWMTM 滤波进行预处理。

(3) 图像分割处理: 经滤波处理后的图像作为输入图像, 用前面所介绍的不变矩阈值法自动选取阈值对图像进行二值化, 并将其结果输出到显示器。

四、实时图像分割系统

1. 系统的硬件构成

实时图像分割系统的硬件如图 2 所示。它是电视摄像机、窗口产生电路、A/D 转换器、实时图像存贮器、高速信号处理器和D/A 转换器组成。

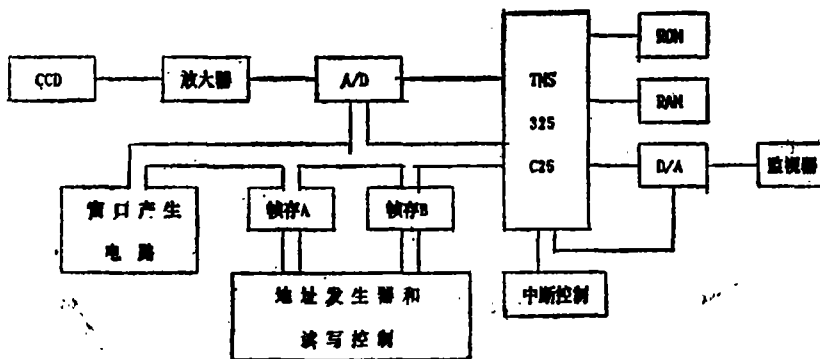


图 2 系统的硬件框图

(1) 摄像部分: 本系统采用的是 TK-66 CCD 摄像机。

(2) 窗口产生电路: 为了实现在实时二值化图像, 使处理内容与所需完成的运算量相匹配, 采用了一个 64×64 的图像窗口, 只对窗口内 64×64 个图像元素进行实时处理。

(3) A/D 部分: 把模拟电信号转换成数字量, 从而将模拟图像变成数字图像。本系统采用的是 CMOS 视频高速 A/D 转换器 CA3306。

(4) 数字图像存贮部分: 分 A、B 两个图像存贮器, A 存贮器在写图像数据时, B 存贮器则往单片机内存中读入, 这样, 既可以减少采集图像的等待时间, 又可以加快数据读写的速度。

(5) 高速信号处理部分: 本系统采用的是 TMS320 C25 数字信号处理器。其由一片 TMS320C25 单片信号处理器和两片 2764 EPROM 作程序 ROM, 一片 16k4 作为数据 RAM 及一片 74LS138 译码器构成 I/O 空间, 这样组成了一个 TMS320C25 专用处理系统。

(6) D/A 输出部分: 将处理后的数字图像重新变为模拟量, 加上复合同步信号, 混合成为全视频信号, 输出到监视器, 以观察处理后的结果。本系统采用的 D/A 转换器是 DAC0808。

2. 系统的软件构成

系统的软件由 TMS320C25 单片信号处理器的指令编成, 完成图像数据的输入、不变矩

阈值的计算、图像二值化、中断输出图像等功能。

3. TMS320C25A开发系统

TMS320C25A开发系统是一块TMS320C25作为CPU的快速处理板，它的主要特点是由两组快速存贮器设计成公用存贮器，可以在微机控制下，相互变换数据，微机为开发过程中的主系统，在仿真系统中担任加载程序，对系统初始化，对从系统的任务进行分配。

利用TMS320C25A开发系统可以对实时图像分割系统进行在线调试，在开发系统上调测好的程序，固化在2764EPROM中，完成了开发过程。

五、结果分析和讨论

1. 仿真的结果

在仿真系统中，对飞机和人头像等图像进行处理，处理结果表明，经过滤波后的图像噪声明显减小，两值化的飞机目标，从天空背景中分离出来，易于识别。

2. 实时处理结果

从实时图像分割系统输出的二值化图像可以看出，随着物体的移动、亮度的改变，均能实时给出二值化图像。

3. 分析和讨论

(1) 在仿真系统中，对图像所采取的中值滤波和DWMTM滤波。两种滤波的效果均好，其中中值滤波处理速度快，便于硬件实现。

(2) 在仿真系统中，对图像处理采取不变矩阈值化，产生的二值化图像较好地再现出目标的形状、大小和位置。

(3) 在仿真系统中，图像处理的大部分时间花在计算图像的直方图上，在286AT微机上约花20秒的时间，而阈值的计算花费的时间很少，所以，在实时处理系统中，有必要实现灰度直方图用硬件实现，这样，可以有更多的时间去进行图像识别和相关处理等工作。

(4) 从实时系统中输出的图像可以看出，实时输出的二值化图像，与仿真的结果一致，而且随着物体的移动、亮度的改变，实时系统均能实时给出二值化图像。

(5) 本文所进行的图像分割处理的研究，是为了将实时图像分割系统用于电视跟踪系统，以往的实时图像二值化所采用的是模拟电路，设定一阈值电平进行模拟电平的比较，虽然模拟法的实时性较好，但是阈值电平难以自动调整。不变矩阈值法能采用自适应阈值对图像进行二值化，并且能满足实时处理的要求。实时图像分割系统的实际输出与仿真结果相似，说明运用不变矩阈值法于电视跟踪系统是可行的和有效的。

参 考 文 献

- [1] P. K. Sahoo, CVGIP, 41, 1988, P233-260
- [2] M. K. Hu, IEEE-Trans.Inform..Theory, 8, 1962, 179-187
- [3] Fred. W. Smith, IEEE-Trans. Computer, 20, Sept., 1971, 1089-1094
- [4] Wen-Hsing Tsai, CVGIP 29 No. 3, March 1985, 377-339
- [5] Sabibsing. A. Dudri, IEEE-Trans. Computer, 26, 1977, 39-45
- [6] [美] A. 罗申菲尔特, 数字图像处理, 人民邮电出版社出版, 1982年9月第一版

The Study of Image Segmentation Using the Principle of Moment Invariants

Zhu Ming

Abstract

This paper uses the method of moment invariants in the television tracking and measuring system to process the television image. It applies the principle of moment invariants to the television image to complete real-time binary image. On the basis of experiment of computer simulation, a real-time system of image segmentation is designed.