

基于形态学的视频序列人体骨架提取

Morphology-Based Human Skeleton Extraction in Sequence Images

(河北工业大学廊坊校区计算机系)李玉海 高敬惠 姜子敬 刘国丽
LI YUHA I GAO JINGHUI JIANG ZIJING LIU GUOLI

摘要:本文在数学形态学算法的基础上,出了一种新的序列图像中人体目标骨架提取方法。首先运用数学形态学对二值图像的滤波、腐蚀和膨胀功能平滑图像中人体目标的边缘,去除背景中误分割出来的噪声。之后运用形态学算法中的击中击不中变换细化目标,提取骨架。运用单人 and 多人运动图像序列进行实验,结果证明,本文提出的方法效果较好。

关键词:形态学;腐蚀;膨胀;骨架提取

中图分类号:O241.2 文献标识码:A

Abstract:The paper proposes a novel human skeleton extraction method in sequence images based on mathematical morphology. Firstly, the filter, erosion and dilation capacity in the morphology are used to smooth the edge of human objects and removes the noise being miss classified in the background. Then, the Hit-or-miss transform of the morphology is employed to thinner the human object so that to extract the skeleton. The experiment uses single and multi object image sequences to apply the method and the result show that our method is more efficient.

Key Words:Morphology, Erosion, Dilation, Skeleton Extraction

1 引言

监控与跟踪领域中常常要用到人体运动分析技术。机器视觉中,人体骨架提取方法的研究逐渐受到重视。这是由于人体的骨架是表述人体运动区域、轮廓信息以及动作姿态的一种有效手段。

用骨架描述图像主要有两种方法:一种是中轴变换或焚烧草地技术,这种方法最早是由 Blum 提出来的,使用了中轴的概念:在 0 时刻,将图像边界上所有点同时点燃,火焰以相同速度向图像内部蔓延,当波前相遇时,火焰熄灭,火焰熄灭处所有点的集合就构成了中轴(即骨架)。另一种方法是用最大圆盘法。设 A 为图像 B 中的一个内切圆盘,即至少有两点与图像边界相切,如果 A 不是图像 B 内部任何其它圆盘的子集,则称为最大圆盘。此时,骨架可定义为图像内部所有最大圆盘圆心的集合。但是在视频序列的人体骨架提取工作中,往往对图像背景和噪声的要求较为严格。运用上述方法提取之后的骨架结果往往受到图像质量的影响,如图分割后边缘的参差导致骨架的扭曲,或者背景中噪声被误识别为骨架的一部分。针对此问题,本文在人体骨架提取工作中引入了形态学算法。

数学形态学是建立在集论基础上的学科,是几何形态学分析和描述的一个重要工具。近年来,数学形态学在数字图像处理的应用。它的基本思想是用具有一定形态结构元素去量度和提取图像中的对应形状以达到对图像进行分析和识别的目的。它是一种非线性滤波方法,可以用于抑制噪声、特征提取、边缘检测、图像分割等图像处理问题。数学形态学的特点是能将复杂的形状进行分解,并将有意义的形状分量从无用的信息中提取出来。本文中形态学的运用主要体现在两个方面:第一,是运用形

李玉海:实验师

基金项目:河北省教育厅科学研究项目(2004416) 基于小波分析的視頻图像压缩算法研究

态学算法的滤波、腐蚀和膨胀功能将差分后的序列图像中非目标的噪声点去除,同时消除人体目标边缘的缺损或者毛刺;第二,是运用形态学的击中击不中变换提取人体目标的骨架。

本文首先介绍了序列图像中差影法提取运动人体目标和运用形态学在分割后的二值图像中的滤波功能,之后介绍其骨架提取过程。通过实验表明,本文提出的方法是一种简便有效的人体骨架提取方法。

2 形态学基本运算

2.1 腐蚀和膨胀

二值图的腐蚀和膨胀是基本的形态学运算,它们互为对偶运算。腐蚀具有收缩图象的作用,膨胀具有扩大图象的作用。A 被 B 腐蚀膨胀分别记为:

$$A \ominus B = \{x | (B)_x \subseteq A\} \quad (1)$$

$$A \oplus B = \{x | [(B)_x \cap A] \in \Phi\} \quad (2)$$

用图表示其腐蚀和膨胀过程如下所示:

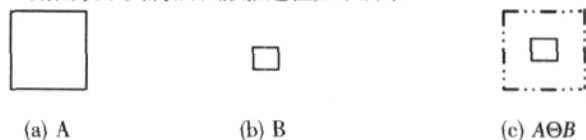


图 1 腐蚀操作的过程

上图表示了腐蚀操作的基本过程,其中(c)表示 A 被结构元素 B 腐蚀的结果。

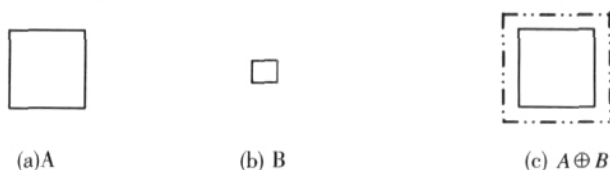


图 2 膨胀操作的过程

上图表示了膨胀操作的基本过程,其中(c)表示 A 被结构元

素 B 膨胀的结果。

2.2 开启和闭合

开启运算一般能平滑图象的轮廓,削弱狭窄的部分,去掉较细的突出。闭合运算也是平滑图象的轮廓,与开运算相反,它一般能融合窄的缺口和细长的弯口,去掉小洞。开启闭合分别定义为:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (3)$$

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (4)$$

由上面的公式可以看出开启运算其实就是 A 被 B 腐蚀后的结果再被 B 膨胀。闭合运算正好与开启运算相反,即是 A 被 B 膨胀后的结果再被 B 腐蚀。

形态学滤波器其实是建立在上述基本的形态学运算基础之上的,其设计思想用数学公式表示为:

$$(A \circ B) \bullet B \quad (5)$$

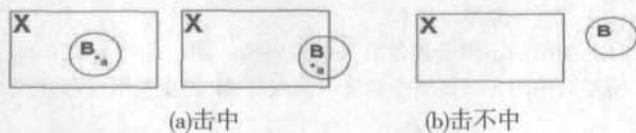
滤波的主要目的是去除二值图像中目标边缘的毛刺和破损,填补目标中的空洞,滤除背景中误分割出的噪声,其操作结果见下图。



图3 差影后二值图像的形态学处理结果

3 击中击不中变换

设有两幅图像 B, X。若存在这样一个点,它既是 B 的元素,又是 X 的元素,则称 B 击中 X,记作 $B \uparrow X$,如图 4(a)所示;若不存在任何一个点,既是 B 的元素,又是 X 的元素,即 B 和 X 的交集是空,则称 B 击不中 X,记作 $B \cap X = \Phi$,如图 4(b)所示。



(a)击中 (b)击不中

图4 击中与击不中

击中击不中变换在一次运算中同时可以捕获到目标区域的内外标记。利用击中击不中变换进行二值图像的细化是一种常用的算法:选择一组结构对元素 B,不断的对集合 X(图像)进行击中击不中变换,然后求出 X 与 $B \uparrow X$ 的差集,将此得到的差集作为新的集合对象,继续进行变换,求差集,依此下去,不断的进行迭代,直到所得到的差集不再发生变化,则终止迭代,最后的结果就是细化的结果。数学形态学的这种基于击中击不中变换细化算法用在这些细长形区域上的效果较好、速度较快,能满足二值图像的细化要求。

4 实验分析

本文采用两个图像序列进行实验,它们分别含有单个人体目标和两个人体目标。实验中,首先使用序列图像相邻两幅的差影求得目标的大体轮廓和区域。之后将此二值图通过形态学滤波去除背景中的噪声,并填充人体目标边缘的破损,去掉边缘的毛刺,以便下一步细化。运用形态学击中击不中变换完成对处理后的二值图像的细化工作。

单人骨架提取实验结果如图 5 所示,分别为源图像,差影之后的图像,形态学滤波之后的图像以及最终的骨架提取结果;双人骨架提取实验结果如图 6 所示,分别为源图像,差影之后的图像,形态学滤波之后的图像以及最终的骨架提取结果。从结果可以看出,本文提出的方法能够在背景噪声较大,目标区域划分不理想的情况下成功的预处理图像,最终完成提取骨架的目的。

5 结论

本文提出了一种基于数学形态学的序列图像中人体目标骨架提取的新方法。首先运用差影法求得序列图像中人体目标的区域和轮廓;运用形态学的滤波功能除去图像中的背景噪声以及目标边缘不平滑部分,实现二值图像骨架提取之前的预处理工作;最后运用形态学的击中击不中变换实现骨架提取。实验中对含有单个人体目标和多个人体目标的图像序列进行骨架提取试验,结果证明,本文提出的方法效果良好。



图5 单个人体目标骨架提取实验 (a)源图像 (b)差影图像 (c)形态学滤波图像 (d)骨架提取结果



图6 多个人体目标骨架提取实验 (a)源图像 (b)差影图像 (c)形态学滤波图像 (d)骨架提取结果



图6 多个人体目标骨架提取实验 (a)源图像 (b)差影图像 (c)形态学滤波图像 (d)骨架提取结果

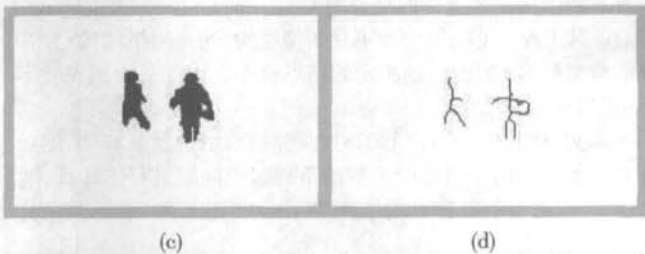


图6 多个人体目标骨架提取实验 (a)源图像 (b)差影图像 (c)形态学滤波图像 (d)骨架提取结果

(下转第 232 页)

调制信号来传递的,位 0 的频率为 2.2 MHz,位 1 的频率为 3.3 MHz,在基波处理其中,必须设计特定的滤波电路,从 2.2MHz/3.3MHz 的副载波信号中提取数据。而在 ISO18000-6 标准协议下,返回数据占用的频率带宽为 200kHz。

本设计中,我们使用 16 位的串行接口,通过状态机(State Machine)来配置 dpASP (dynamically programmable Analog Signal Processor),使得 dpASP 处理符合不同标准下的 I/Q 信道信号。16 位的配置字包含有基波处理电路选择、带阻中心频率、增益控制和高/低副载波频率设置等内容。配置时高位在前,通过主控制器的三线 SPI 接口(SCK/SDI/SSb)下载到状态机配置寄存器中,时序图如下。16 位配置字作为两个串行字节输入,时钟上升沿有效。

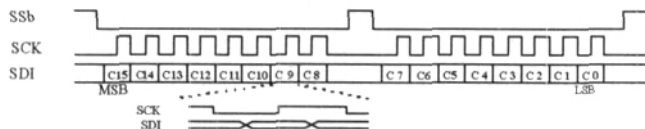


图 3 程序写入时序图

以配置“Class 0”协议标准下的模拟信号处理电路为例,我们将 16 位控制字设置为 10 00 0000 0000 0000,实现如下的 2.2MHz 和 3.3MHz 的信号处理电路:

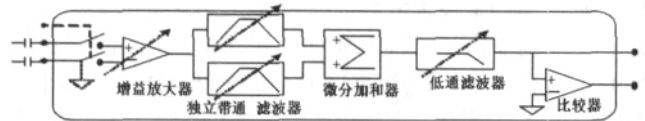


图 4 “Class 0”模拟信号处理电路示意图

为了使得 Reader 在复杂的环境中具有较高的灵敏度,我们使用可调增益放大器(Variable Gain)从 0dB ~ 30dB 调整信号,另外,积分加和器(Differential Summing Stage)也可以从 0dB ~ 12dB 平衡滤波电路,使信号处理器具有最佳的性能。其 2.2MHz 和 3.3MHz 的信号增益分别可以达到 24dB。

4 结束语

在多标准协议下,设计一款集多种不同协议标签读写功能于一体的 RFID 读写器,是急待解决的问题。本 RFID 系统中,我们根据动态可编程的思想,设计了性能优异的射频调理处理电路直接对模拟信号进行编程处理,并可通过软件实现数据编码和二进制防撞算法,成功的解决了上述问题。此外,利用软件编程完成基带信号处理自动切换,通过识别不同协议标签的基带信号特征,可实现自适应读写器的设计。测试结果表明:本该读写器性能稳定、可靠性高,应用于供应链管理、资产管理、集装箱识别、栈板追踪等 RFID 领域,效果显著。

本文作者创新点:利用动态可编程模拟信号处理器(dpASP),设计了一种可适应多种协议标准的 UHF 段 RFID 读写器,解决了利用相同的硬件平台、通过不同的软件编程配置来实现读写器可读写多种不同协议标签的技术难题。

参考文献

- [1]王宏. RFID 自动识别设备的分类及选型初探[J]微计算机信息.2005,21(1).- 80
- [2]EPC Global Gen 2: Protocol Specification for 900 MHz RFID Tag
- [3]ISO/IEC 18000- Part6: Parameters for Air Interface Communications at 860- 930MHz
- [4]Basat, S. Lim, K. Kim, I. Design and development of a miniaturized embedded UHF RFID tag for automotive tire applications. Electronic Components and Technology.2005, pt. 1, p 867- 70 Vol. 1.

作者简介:刘学钢(1981.10),男(汉族),湖北武汉人,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式 RFID 技术;程良伦(1965.08),教授,研究生导师。主要从事 RFID 技术,工业控制网络等领域的研究。

Biography:Liu Xue-gang(1981-), male(han), Wuhan, Guangdong University of technology, Research area: embedded system & RFID. Cheng Liang-lun (1965-),professor, Research area: RFID technology and factory control network.

(510090 广州 广东工业大学自动化学院)刘学钢 程良伦

(Faculty of Automation, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090)Liu Xue-gang Cheng Liang-lun

通讯地址:(510090 广州 广东工业大学自动化学院)刘学钢

(收稿日期:2007.6.23)(修稿日期:2007.7.25)

(上接第 247 页)

本文作者创新点:运用形态学的滤波和击中击中不中变换功能实现了复杂背景下的人体骨架提取,本方法对于噪声有较强的适应性,并能够很好的平滑目标图像的边缘,实现更好的提取结果。

参考文献

- [1]李彬,刘冀伟,韩宏哲,李正熙. 复杂背景下人体骨架的提取[J]微计算机信息. 2004, 20(7): 43- 44.
- [2]韩丽萍,药春晖,张文格,尹王保. 基于小波变换与形态学的车牌定位方法. 测试技术学报. 2006, 20(1): 46- 49.
- [3]朱桂斌,张艳红,蒋帮持,谢鸿波. 一种基于多尺度表示的二值图像细化算法. 重庆通信学院学报. 2001, 20(1):30- 33.

作者简介:李玉海(1964-),男(汉族),河北廊坊人,河北工业大学廊坊校区计算机系,主要研究方向为图像处理,专业方向为图像处理技术。

Biography:Yan Jiang(1982-), Male(Han ethnic), Hebei, Dept. of comp.,Langfang Borough,Hebei University of Technology, instructor, Master, Major, Image Processing.

(065000 河北 河北工业大学廊坊校区计算机系)李玉海

高敬惠 姜子敬 刘国丽

(Hebei, Dept. of comp.,Langfang Borough,Hebei University of Technology, HEBEI, CHINA 065000)Li Yu-hai GaoJing-hui Jiang zi-jing Liu Guo-Li

通讯地址:(065000 河北 河北省廊坊市新华路 144 号河北工业大学计算机系)李玉海

(收稿日期:2007.6.23)(修稿日期:2007.7.25)

书 讯

《嵌入式系统应用精选 200 例》
110 元 / 本(免邮资)汇至

《80C51 宏汇编程序设计语言》
22 元 / 本(免邮资)汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息杂志收 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)