

基于Sobel算子的医学图像边缘提取算法的DSP编程设计与实现

王小东,赵仁宏,季超,蔡占秀,邱召运
潍坊医学院医学工程技术教研室,山东 潍坊 261053

【摘要】研制一种快速处理算法,可下载到CT、MRI设备中,对所得到的图像进行快速边缘特征提取。由于医学图像数据运算的数据量大,而且要求实时处理等特点,采用具有高速运算能力的TMS320DM6446芯片,将Sobel算子算法进行DSP编程并下载到芯片中实现,并根据Sobel算法原理,对算法进行优化处理,减少平方开方运算,代之以大小比较运算,减少了运算的数据量,减少了处理时间。实验图像结果表明,该算法处理1幅医学图像所用的时间约为0.43 s,得到的图像边缘清晰准确。

【关键词】Sobel算子;DM6446;边缘提取;医学图像

【中图分类号】TP391

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2017)07-0690-03

DSP programming and implementation of edge extraction algorithm in medical image base on Sobel operator

WANG Xiaodong, ZHAO Renhong, JI Chao, CAI Zhanxiu, QIU Zhaoyun
Weifang Medical College, Weifang 261053, China

Abstract: A rapid processing algorithm which can be downloaded in CT and MRI equipments for image edge feature extraction is developed to provide accurate basis for the clinical diagnosis. Because medical image requires a large amount of data operations, and real-time processing, etc, TMS320DM6446 chip with high speed operation ability was adopted in the study, and Sobel operator algorithm was programmed based on DSP, and then was downloaded into the chip. According to the principle of Sobel algorithm, the Sobel algorithm was optimized, replacing the square root operation with size comparison operation to reduce the amount of data operations and processing time. Image experiment results showed that the processing time for each medical image was about 0.43 s, and that the obtained image edge was clear and accurate.

Keywords: Sobel operator; DM6446; edge extraction; medical image

前言

目前医学图像诊断设备如CT、MRI等在肿瘤诊断中发挥了巨大作用。当前医学图像由于成像设备的分辨率不高,使得图像边缘经常模糊不清^[1-2]。在医学图像中边缘经常代表疾病的关键信息,比如在确定肿瘤的大小以及形状时,精确的边缘对于诊断起着至关重要的作用,因此对医学图像的边缘进行准确提取具有十分重要的意义。但是医学图像是由大量数组组成的,要准确地提取出图像边缘,必须经过大量复杂的数据

运算。而且传统的处理设备由于运算能力不强,不能实时的处理庞大的数据,因此无法对医学图像边缘提取进行实时处理,影响了诊断的实时性和准确性^[3]。自从数字信号处理器问世以来,其快速实时处理数据的能力在图像处理领域获得了广泛应用^[4]。传统的边缘提取算法有很多种,比如梯度算子、Prewitt算子、Sobel算子等^[5]。各种不同的算子在处理时的运算量不同,清晰程度也不同。应根据目标图像的不同选择适合的算法,在保证精确度的同时尽量减少运算量。其中Sobel算子是目前比较流行的一种算法,它的处理速度比较快,效果比较清晰^[6]。本文在Sobel算法的基础上对算法进行了优化设计,减少了复杂的平方与开方运算,代之以简单的判断比较运算,减少了运算量,提高了运算速度。并采用目前处理速度最快的DSP芯片,对算法进行编程实现,可有效地对医学图像进行实时的边缘提取^[1]。

【收稿日期】2017-03-10

【基金项目】山东省自然科学基金(ZR2015HL097)

【作者简介】王小东,研究方向:生物医学信号处理,E-mail: sduwxdong@126.com

【通信作者】赵仁宏,主要研究方向:生物物理测量与仿真,E-mail: wfzhaorh@163.com

1 Sobel算法原理

根据图像处理理论,灰度变化缓慢的部分往往代表图像的背景部分,而图像灰度变化剧烈的部分往往代表不同部分的分界处,也就是所谓的图像边缘^[7]。Sobel算子检测算法的基本原理是:在图像边缘处的像素亮度变化较大,也即梯度值较大^[8]。因此,分别通过水平、垂直两个方向的梯度运算来计算梯度值,就能够得到准确的像素边缘^[9]。同时由于采用了比较简单的模板,使运算量大大降低。它的水平和垂直模板分别是^[9]:

$$G_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{pmatrix}, G_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{pmatrix}$$

分别计算出水平与垂直梯度算子后,图像的每一个像素的总梯度可用下面的公式来计算^[10]:

$$G(i,j) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

计算完所有像素的总梯度后,还需将设定一个阈值T,并将所有像素点(i,j)的梯度值G(i,j)与其相比较大小,假如大于该阈值,则将梯度设为255,否则不变化^[11]。即:

$$G(i,j) = \begin{cases} 0, & G(i,j) \leq T \\ G(i,j), & G(i,j) > T \end{cases}$$

这样就实现了对整幅图像的边缘提取,将边缘准确地勾勒出来。对一些比较难以分辨的器官边缘以及比较小的肿瘤点位置,准确地边缘特征将会对医生的诊断提供有力的依据。

2 Sobel算子编程优化设计

本文的设计思想是先将1幅医学图像的灰度值进行缓存,然后利用Sobel算子的算法对每个像素值分别计算水平梯度与垂直梯度,然后计算出每个像素点的总梯度^[12]。具体Sobel算法程序的流程如图1所示^[13]。

在进行处理时,根据Sobel算法,进行了一步简化,由于最终的总梯度值等于水平梯度与垂直梯度的平方和的均方根,所以可以先判断水平梯度与垂直梯度的大小,作为选择计算水平或垂直梯度的依据,而最终的结果等于中间水平像素或垂直像素的差值^[14]。根据这种设计思想,编写核心Sobel处理程序实验代码如下:

```
nPixelMax=_abs(a3-a7);
nPixel=_abs(a9-a1);
if (nPixel>nPixelMax) nPixelMax=nPixel;
nPixel=_abs(a2-a8);
if (nPixel>nPixelMax) nPixelMax=nPixel;
nPixel=_abs(a6-a4);
```

```
if (nPixel>nPixelMax) nPixelMax=nPixel;
if (nPixelMax<nThreshold)
nPixelMax=0;
```

由于在处理中只进行了判断,省略了复杂的卷积模板预算,简化了运算流程,提高了运算速度,提高了处理图像的实时性。

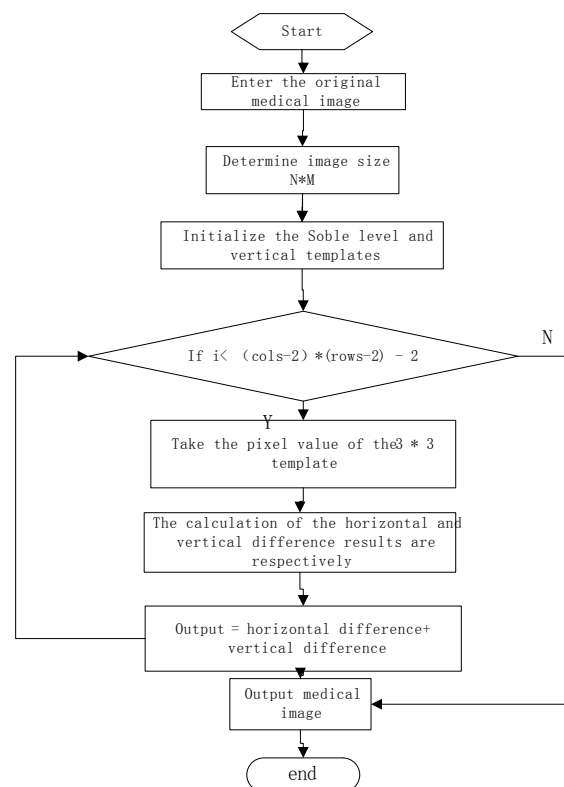


图1 Sobel算法流程图

Fig.1 Flow chart of Sobel algorithm

3 实验数据分析

采用DM6446芯片仿真平台,将Sobel算法编程实现后,下载到开发板中进行验证。实验表明,处理1幅图像需要258 724 197个时钟周期。由于DM6446芯片的主频高达600 MHz,因此一个周期大约为1.66 ns,所以处理1幅医学图像所用的时间约为0.43 s,可以满足实时处理的需要。采用1幅医学图像作为实验素材,进行边缘特征提取。其中,图2为处理前的医学图像,图3为经过边缘特征提取后得到的图像。对比两幅图像可以看到,经过该平台处理后,所有细小的边缘都被提取出来,而且边缘非常清晰,可以轻松区分肺部结节与微小肿瘤位置,为医生做出诊断提供有力的依据。该算法可下载到芯片中,不额外占用仪器空间,而且处理速度快,运算量低,提取的边缘清晰准确,并可与医院现用的CT、MRI设备兼容使用,能够满足医疗诊断对医学图像进行准确实时边缘提取处理的要求。



图2 原始医学图像

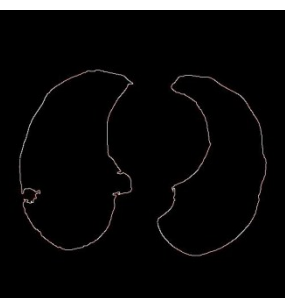


图3 边缘特征提取图像

Fig.3 Edge features extraction image

4 结论

本文采用Sobel算法对医学图像进行边缘提取处理。为了减少编程难度,只采用水平与垂直两个方向上的模板对图像进行处理,可能会漏掉一些其他方向上的关键边缘信息^[15]。从图像处理效果来看,该平台可对医学图像进行实时处理,而且图像比较清晰,能为医生诊断提供精确依据^[16]。如果要得到更为精确的图像边缘,应该增加倾斜角度方向的模板,同时会引起计算量的增加与编程难度的提高,这将是下一步研究解决的问题。

【参考文献】

- [1] 来国红,王春宁,刘嵩.基于DSP的Sobel算子边缘检测算法的实现[J].湖北民族学院学报,2015,33(1):48-49.
LAI G H, WANG C N, LIU S. Implementation of sobel edge detection algorithm based on DSP [J]. Journal of Hubei Institute for Nationalities, 2015, 33(1): 48-49.
- [2] 刘巍伟,蒲永妮.基于DSP技术的边缘检测实现[J].廊坊师范学院学报,2010,10(1):18-20.
LIU W W, PU Y N. The implementaion of edge detection based on DSP[J]. Journal of Langfang Normal College, 2010, 10(1): 18-20.
- [3] 王玲.基于边缘直方图特征的车辆检测算法[J].现代电子技术,2009,32(14):41-43.
WANG L. Vehicle detection alrithgm based on edge histogram feature [J]. Modern Electronic Technology, 2009, 32(14): 41-43.
- [4] 黄德天,陈建华.DSP图像处理的程序优化[J].中国光学与应用光学,2009,2(5):13-15.
HUANG D T, CHEN J H. Code optimization of DSP image processing [J]. Chinese Optics and Applied Optics, 2009, 2(5): 13-15.
- [5] 张宇伟,王耀明,蒋慧钧.一种结合Sobel算子和小波变换的图像边缘检测方法[J].计算机应用与软件,2007,24(4):133-134.
ZHANG Y W, WANG Y M, JIANG H J. Edge detection of image based on Sobel and wavelet transformation [J]. Computer Application and Software, 2007, 24(4): 133-134.
- [6] SHI T, KONG J Y, WANG X D. Improved Sobel algorithm for defect detection of rail surfaces with enhanced efficiency and accuracy[J]. Journal of Central South University, 2016, 23 (11): 2867-2875.
- [7] 吴海彬,何祖恩,李文锦.基于改进Sobel算子的图像边缘检测及其嵌入式实现[J].机床与液压,2009,37(10):42-44.
WU H B, HE Z E, LI W J. Image edge detection based on improved Sobel operator and embedded realization [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2009, 37(10): 42-44.
- [8] 申彦春.基于DSP的图形变换算法研究与实现[J].唐山学院院报,2013,26(3):29-31.
SHEN Y C. The research and implementation of graphical transformation algorithm based on DSP [J]. Journal of Tangshan College, 2013, 26(3): 29-31.
- [9] 付杰,王沛,何艳.基于Sobel边缘检测与K-L变换的高校SIFT算法[J].电视技术,2013,37(9):26-29.
FU J, WANG P, HE Y. Efficient SIFT algorithm based on Sobel edge detector and K-L transformation [J]. Video Engineering, 2013, 37(9): 26-29.
- [10] 赵海涛,周建波,董介春.基于TMS320C6416GLZ的Sobel算法图像边缘检测[J].青岛大学学报,2006,21(2):21-24.
ZHAO H T, ZHOU J B, DONG J C. Image edge detection of Sobel algorithm based on TMS320C6416GLZ [J]. Journal of Qingdao University, 2006, 21(2): 21-24.
- [11] 宋伟中,朱卫东,杨洪涛.基于DSP的LoG边缘检测系统的设计与实现[J].电子设计工程,2013,21(2):173-175.
SONG W Z, ZHU W D, YANG H T. Realization of edge detection algorithm in DSP-based digital video processing system [J]. Electronic Design Engineering, 2013, 21(2): 173-175.
- [12] 姜炳旭,刘杰,孙可.Sobel边缘检测的细化[J].沈阳师范大学学报(自然科学版),2010,28(44):14-16.
JIANG B X, LIU J, SUN K. Refinement of Sobel operator-edge detection [J]. Journal of Shenyang Normal University (Natural Science Edition), 2010, 28(44): 14-16.
- [13] 吴国伟,谢金法,郭志强.基于Sobel算子的车辆轮廓边缘检测算法[J].河南科技大学学报(自然科学版),2009,30(6):11-14.
WU G W, XIE J F, GUO Z Q. Edge detection algorithm for vehicle profile based on Sobel operator [J]. Journal of Henan University of Science & Technology (Natural Science), 2009, 30(6): 11-14.
- [14] 新鹏飞.一种改进的Sobel图像边缘检测算法[J].应用光学,2008,29(4):31-33.
JIN P F. Improved algorithm for Sobel edge detection of image [J]. Journal of Applied Optics, 2008, 29(4): 31-33.
- [15] 桂预凤,吴建平.基于Laplacian算子和灰色关联度的图像边缘检测算法[J].汕头大学学报(自然科学版),2011,26(2):69-73.
GUI Y F, WU J P. An image edge detection algorithm based on Laplacian operator and gray correlation [J]. Journal of Shantou University (Natural Science Edition), 2011, 26(2): 69-73.
- [16] 王康泰,戴文战.一种基于Sobel算子和灰色关联度的图像边缘检测方法[J].计算机应用,2006,26(5):35-36.
WANG K T, DAI W Z. A method of image edge detection based on Sobel operator and grey correlation [J]. Computer Application, 2006, 26(5): 35-36.

(编辑:薛泽玲)