

智能交通系统中基于 TMS320DM642 的电子稳像算法实现

朱 慧

(同济大学 电子与信息工程学院,上海 201804)

摘要:在智能交通系统(ITS)中,摄像机抖动引起图像序列的不稳定,直接影响监控效果。因此,电子稳像技术在智能交通系统中的重要性和必要性越来越显著。在简单分析了基于整像素级搜索的几种电子稳像算法的准确性和实时性后,改进了基于半像素级搜索的电子稳像算法,并且在基于 TMS320DM642 的嵌入式系统中实现了该算法。

关键词:智能交通系统;电子稳像;半像素级搜索;TMS320DM642

中图分类号:TP301 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3044(2007)05-11390-02

Implementation of Electronic Image Stabilization Based on TMS320DM642 in Intelligent Traffic System

ZHU Hui

(School of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Camera vibration causes the instability of the image sequence and affects the surveillance directly in the Intelligent Traffic System. Therefore, the electronic image stabilization becomes more and more important and necessary. After analyzing the accuracy and real-time of several electronic image stabilization algorithms based on full-pixel search, an improved algorithm based on half-pixel search is given and the implementation of it in the embedded system based on TMS320DM642 is presented.

Key words: ITS; electronic image stabilization; half-pixel search; TMS320DM642

1 引言

随着现代社会的不断发展,人们对交通服务提出越来越高的需求,特别是针对国内交通拥挤混乱的现状。因此在智能交通系统中,计算机视觉和数字图像处理技术已经扮演着越来越重要的角色,可以节省大量的人力,节约大量的时间。

区别于人的视觉,计算机视觉对图像是否稳定更敏感。微小的图像抖动都会对计算机视觉的判断造成影响。当摄像头放置在车内做监控时,道路的不平整会造成严重的摄像头抖动;当摄像头固定在道路两边做道路监控时,恶劣的天气也会造成严重的摄像头抖动。因此,对输入图像先用电子稳像技术[1]进行处理,在智能交通系统中是十分重要和必要的。

准确性和实时性是衡量智能交通系统的两个重要指标。因此,电子稳像算法作为智能交通系统的重要组成部分,必须满足较高的准确性和实时性。基于此,本文首先分析了几种经典的电子稳像算法的性能,然后提出了基于半像素级搜索的快速算法,并与其他算法进行了性能比较,最后在基于 TMS320DM642 的嵌入式系统上实现了该算法。

2 基于整像素级搜索的经典稳像算法

电子稳像算法主要分为三个步骤(如图1):特征块和搜索范围的确定、全局矢量搜索和图像补偿。其中,全局矢量搜索是整个电子稳像算法中最消耗时间的部分,也是最为关键的一步。目前研究的稳像算法,主要针对的就是全局矢量搜索算法。全局矢量搜索算法可以大致分为两大类:整像素级搜索和半像素级搜索。首先介绍一下三种经典的基于整像素级搜索的稳像算法:全搜索法、三步搜索法、二维对数搜索法。

2.1 全搜索法

全搜索法是指在确定的搜索范围内,对每个像素点都进行匹配准则函数评测,从中找出匹配效果最好的,因此能够得到全局最优矢量。该方法的准确性很高,但是计算量太大。

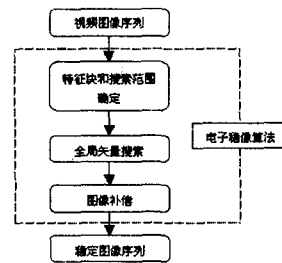


图1 算法框架

2.2 三步搜索法

三步搜索法是从全搜索法中衍生出来的一种快速的搜索方法。该算法的优点是简单、适应性强且比较准确。三步搜索法的具体步骤如下:(1)指定一个初始长度作为步长,选定一个特征点作为中心点,找到以该点为中心彼此相距步长的八个点,对这九个点(包括中心点)进行匹配准则函数评测,找出其中匹配效果最好的;(2)把在上一步中找到的最佳匹配点作为中心点,且步长缩短一半;(3)重复以上两步,直到步长缩短到小于一个像素为止。

2.3 二维对数搜索法

二维对数搜索法同样是从全搜索法中衍生出来的一种快速搜索方法。与三步搜索法相比,它需要搜索的步数增多了,但是它的准确率更高,特别是当搜索范围比较大的时候。二维对数搜索法的具体步骤如下:(1)指定一个初始步长,选定一个特征点作为初始中心点,找到与该点相距初始步长的四个点,对这五个点(包括中心点)进行匹配准则函数评测,找出其中匹配效果最好的;(2)如果上一步找到的最佳匹配点就是中心点,则步长缩短一半;如果上一步找到的最佳匹配点是其他四个点中的一个,那么把该最佳匹配点作为中心点,重复第1步的处理;(3)当步长变为一个像素时,找到以上一步中最佳匹配点为中心彼此相距一个像素的八个点,对这九个点(包括中心点)进行匹配准则函数评测,找出其中匹配效果最好的,那该点就是我们要找的最匹配点。

收稿日期:2007-03-13

作者简介:朱慧(1981-),男,浙江杭州人,硕士研究生,主要研究方向:数字视频图像处理。

3 基于半像素级搜索的快速稳像算法

由于图像像素点之间最好的匹配块有可能不是整像素块,而是存在于各个整像素之间的插值空间上。因此,为了提高搜索的准确性,有必要进行半像素搜索。所谓的半像素级搜索是指在整像素级搜索的基础上,为了寻找更好的匹配而进一步在像素的插值空间上所进行的搜索。

3.1 半像素值的计算

如图2,灰色点为整点像素位置,而深黑色点为半像素点位置。半像素值通过双线性插值得到:

$$b = (A + B + 1) / 2 \quad c = (A + C + 1) / 2 \quad d = (A + B + C + D + 2) / 4$$

3.2 半像素级全搜索算法

如图3,设D0为是待估计的特征块在整像素级上的最佳匹配块,假设此时的匹配函数计算值记为T0,然后沿D0周围的8个像素点(D1-D8)依次作半像素搜索。这种搜索方法所使用的算法如下:

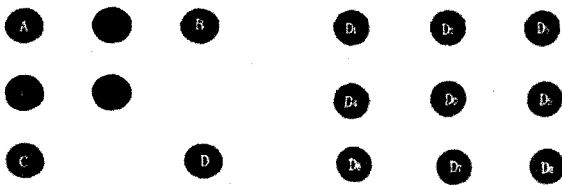


图2 半像素值计算

图3 半像素级搜索模型

(1)新建一个数组 data,用来存放插值形成的参考数据块。当搜索到D2或D7时,即与D0在同一列上,则在列方向做均值插值形成参考数据块 data。当搜索到D4或D5时,即与D0在同一行上,则在行方向做均值插值形成参考数据块 data。当搜索到D1、D3、D6或D8时,即与D0既不在同一列上又不在同一行,则在行方向和列方向同时做均值插值形成参考数据块 data。

(2)用匹配函数计算并记录每次搜索的T值,设为T1-T8。比较T0-T8,其中的最小值者所对应的参考块为最佳匹配块。

3.3 快速的半像素级搜索算法

3.2节中所采用的半像素级搜索方法是一种完全搜索方法,因此相对而言计算量较大。假设在小范围内搜索时,匹配函数计算值是单调的,这种单调性为减少搜索次数提供了可能。考虑到在搜索中对位于对角线“x”上的点(即D1、D3、D6和D8)的计算量要大于位于“+”上的点(即D2、D4、D5和D7)的计算量。根据这一点和上述假设,本文提出了以下3种快速半像素级搜索方法(针对如图3所示的模型)。

方法1:只搜索“+”方向上的4个点(D2、D4、D5和D7),比较相应的T2、T4、T5、T7和T0,并以其中最小值所对应的块为最佳匹配块。该方法节省了对4个对角线“x”方向上点的搜索。

方法2:首先,搜索“+”方向上的4个点(D2、D4、D5和D7),比较相应的T2、T4、T5、T7,得到最小值所对应的点,假设这里的最小值是T2。然后比较与T2所在点位置既不在同一行又不在同一列的2个点的大小:D4和D5。假设D4小于D5,搜索D1比较T2、T1和T0,以其中值最小者所对应的块为最佳匹配块。如果D5小于D4搜索D3,比较T2、T3和T0,以其中值最小者所对应的块为最佳匹配块。该方法节省了对3个对角线“x”方向上点的搜索。

方法3:首先,与方法2相似,搜索“+”方向上的4个点(D2、D4、D5和D7),比较相应的T2、T4、T5、T7,得到其最小值所对应的点,假设这里的最小值是T2。然后比较D2与D2相邻的2个对角线“x”方向上的点(D1和D3)以及D0所对应的值,并以其中值最小者所对应的块为最佳匹配块。该方法节省了对2个对角线“x”方向上点的搜索。

4 仿真结果

首先在PC机上,对以上算法仿真。选用一个100帧,大小为320x240的图像序列,在P4 2.80GHz,内存为512MB的机器上运行仿真,从准确度和实时性两方面来分析算法性能。

4.1 算法准确性分析

算法准确度是评价补偿了摄像机的抖动量后获得图像的稳定程度。如果稳定后的相邻两帧图像间的全局矢量完全补偿了,那么这两帧图像上搜索范围内相对应的每一个像素之间的差值应为零。但是,噪声、算法估计误差等原因会导致偏差。为了更准确的稳定图像,提出用算法的准确度来评价算法。PSNR (peak signal-to-noise ratio)是评价准确度的品质因子,定义为:

$$PSNR(I_i, I_j) = 10 \log[255^2 / MSE(I_i, I_j)]$$

其中MSE是两帧图像间搜索范围内每个像素的偏差值。它反映了图像序列变化的快慢和变化量的大小。PSNR越高,图像稳定效果越好,当两幅图像完全相同时PSNR最大。

4.2 算法实时性分析

算法实时性主要是指算法处理图像的快慢,一般以每秒钟处理的帧数来衡量(fps)。算法速度与硬件指标密切相关。仿真结果如表1。

表1 各种算法的准确度和实时性比较

算法	PSNR (DB)	帧率 (fps)
全搜索法	36.039	10.76
三步搜索法	32.631	15.05
二维对数搜索法	34.130	21.12
二维对数搜索法+半像素级的全搜索法	36.002	17.56
二维对数搜索法+半像素级的快速搜索方法1	34.522	20.45
二维对数搜索法+半像素级的快速搜索方法2	34.985	20.09
二维对数搜索法+半像素级的快速搜索方法3	35.621	18.96

5 基于TMS320DM642的嵌入式实现

5.1 硬件框图

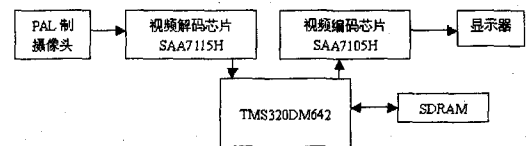


图4 硬件框图

5.2 TMS320DM642

TMS320DM642[4]是TI公司推出的一款针对多媒体处理领域应用的DSP,是目前应用于数字图像处理的主流产品。其主频为600MHz,内含8个处理单元,可并行处理8条指令,并通过软件流水解决了取指令和取数据的瓶颈,其处理能力最高能达到4800MIPS。因此能达到系统要求的高实时性。TMS320DM642带有3个可配置的视频口,内含FIFO。当摄像头采集的图像通过解码芯片后,存储到DM642视频口中的FIFO内,然后当FIFO中存储的数据达到一定阈值时,由TMS320DM642的EDMA负责FIFO与SDRAM之间数据的搬运,而无需占用CPU的资源。

5.3 实验结果

根据在PC机上的仿真结果,选取准确性和实时性相对都比较高的基于半像素级的快速搜索方法2,在嵌入式系统中实现。实验效果图如图5所示。从图(d)中可以看出,经稳像算法后,图像中只剩下零散的白色小斑块,这些斑块可以利用面积条件轻松去除,从而达到最终的稳定。

6 结束语

本文分析了不同的稳像算法的准确性和实时性,并在基于

(下转第1396页)



3 Delphi 的 OLE 对象方式控制 Excel

3.1 OLE 自动化对象

OLE 自动化技术的主要目的是对一些功能强大的软件设计一个标准接口,可以让其它应用程序通过对象(Object)的方式来使用这个软件的功能。对象根据其功能提供属性(Properties)、方法(Method)和事件(Events)三种成员中的几种或全部,我们可以利用这些成员来控制对象的运行[3]。

也就是说,作为 OLE 自动化服务器的一种,Excel 等 Office 软件允许 Delphi 以对象的模式来访问它们,使用它们的功能。

3.2 Delphi 中使用 Office 的 OLE 对象

在 Delphi 中要使用 Excel 的 OLE 对象,首先要知道怎样创建它。Delphi 中,要通过调用 ComObj 中的 CreateOleObject 函数来创建一个 OLE 对象,因此,需要在说明部分引用这个单元[4]。例如,如下的代码将返回一个 Excel 的应用程序对象:

```
obj:= CreateOleObject(' Excel.Application')
```

CreateOleObject 函数以一个字符串为参数, 带入操作系统中注册的类名称。该函数如果调用成功,将返回一个 IDispatch 接口类型的对象。由于 Delphi 在运行之前并不知道 OLE 应用程序提供什么样的接口,所以必须用 Variant(可变量数据类型)通过创建 IDispatch 变量对象的名称调试程序,也就是说,上述代码中的 obj 变量要声名为 Variant 类型的变量。

OLE 自动化对象创建完以后,就可以使用对象的属性和方法来操纵对象了。

3.3 VBA 和宏的妙用

在使用这种方式编写代码时,一个最大的困难就是不知道各个对象的属性和方法的具体调用方式。然而,我们知道,如果要在 Word 和 Excel 中实现比较复杂的功能,可以通过 VBA 宏命令来实现;并且,作为符合 COM 体系的 Office 自动化服务器本身也正是通过 VBA 来操纵其内部对象的。因此,我们可以通过 Word 和 Excel 中的宏命令来了解其中自动化对象的使用,方法如下(以 Excel 为例):

在 Excel 中选择菜单“工具→宏→录制新宏”

如果想要 Delphi 来操作 Excel 实现某一功能,那么就在 Excel 里具体进行该功能的操作。

操作完毕,停止录制宏,并查看宏代码(编辑宏)。

这时,宏代码里就会显示对 Excel 各个对象操作的 VBA 代码。在该代码里,我们可以清楚地了解到各个对象的属性和方法的使用。我们可以通过创建相应的 OLE 自动化对象来使用这些属性和方法,从而达到控制 Excel 的目的。

3.4 Delphi 与 Office 集成模型

Delphi 与 Word 等软件集成的目的就在于,能够互相利用对方的优势;Delphi 可以设计出界面美观、操作方便的应用程序,可以与后台数据库结合,具有强大的数据存储和处理功能;而 Word 等软件的报表打印和展示功能非常强大。因此,Delphi 与 Word 等软件集成的模型应具有图 1 所示结构。

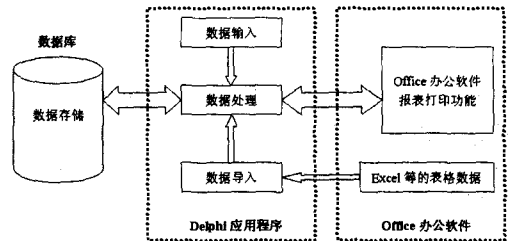


图 1 Delphi 与 Word/Excel 集成结构图

4 结束语

通过对 Delphi 与 Office 办公软件的几种集成方式进行比较,可以看出,使用代码创建 OLE 对象是最有效、最完善的方式。使用此种方法,可以充分利用 Word 和 Excel 等的方便的报表打印功能,以及 Delphi 强大的数据库应用程序设计功能,并且有后台数据库的支持,能够实现功能完善的办公自动化和数据处理软件。

参考文献:

- [1] 肖庆航,陆定淑等.Delphi 7 数据库开发教程[M].北京:清华大学出版社,2004.1-2.
- [2] 游新娥.自动化服务器对客户端访问的实现[J].电脑学习,2003(4),2003:19-20.
- [3] D 宣瑞卿,王勇.Delphi 高级接口技术及其在数据处理中的应用[J].山西大学学报(自然科学版) 2005.28(4):372-375.
- [4] 吕伟臣.Delphi 7 入门与提高[M].北京:清华大学出版社,2003:337-345.

(上接第 1391 页)

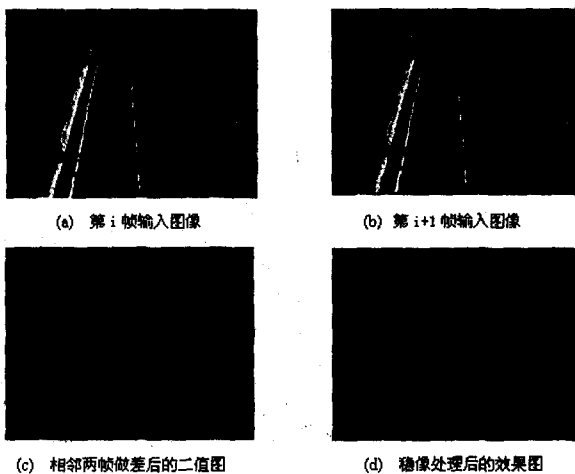


图 5 稳像效果图

TMS320DM642 的嵌入式系统中实现了一种准确性和实时性都比较高的基于半像素级的快速搜索方法。实验结果表明,基于半像素级的快速搜索方法的准确性提高了,但实时性却降低了。因此稳像算法的选择需要根据算法的准确性和实时性进行权衡。

参考文献:

- [1] 赵红颖,金宏,熊经武.电子稳像技术概述[J].光学精密工程,2001,9(4):353-359.
- [2] C.Stiller, J.Konrad. Estimating Motion in Image Sequences. IEEE Signal Processing Magazine, 1999,7(2):70-91.
- [3] H.Stone, M.Orchard. Subpixel registration of images. In Rec. of 33rd Asilomar Conf. on Signals, Systems and Computers, 1999, 2: 1446-1452.
- [4] TMS320DM642 Video/Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor, 2002.
- [5] 何斌,马天宇,等. Visual C++ 数字图像处理[M].北京:人民邮电出版社,2001.