

达芬奇平台下的运动目标检测算法的应用研究

张 建,董云飞,罗 斌,汤 进

(安徽大学 计算机科学与技术学院,安徽 合肥 230061)

摘 要:文中介绍了一种适用于 TI 推出的达芬奇双核(ARM+DSP)处理芯片 TMS320DM6446 的运动目标检测算法。通过对算法进行仿真实验验证算法的可行性,在验证算法可行性之后,以 TMS320DM6446 作为核心处理器,基于 codec engine 机制实现了检测算法封装和移植,并在此基础上进行了一定程度的优化以提高算法的效率。测试结果表明,对于 720×576 大小的视频序列,文中的运动目标检测算法是可行的,在 TMS320DM6446 平台上运行可以达到 10 fps 左右。

关键词:检测算法;视频分析;达芬奇

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)11-0034-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.11.009

Application and Study of Moving Target Detection Algorithm Based on DaVinci Platform

ZHANG Jian, DONG Yun-fei, LUO Bin, TANG Jin

(College of Computer Science and Technology, Anhui University, Hefei 230061, China)

Abstract: In this paper, introduce a kind of the moving target detection algorithms for TI's dual-core (ARM+DSP) TMS320DM6446 processing chip. Conduct the simulation experiment to verify the feasibility of algorithm, after test, with TMS320DM6446 as the core, the encapsulation and transplantation of detection algorithm were realized based on the codec engine mechanism, and on this basis make a certain extent optimization of the algorithm to improve the efficiency of the algorithm. The test results show that for the size 720×576 of the video sequence, the motion target detection algorithm is feasible in TMS320DM6446 platform operation can achieve 10 fps or so.

Key words: detection algorithm; video analysis; DaVinci

0 引 言

嵌入式智能视频分析技术的研究是当前计算机视觉研究中的一个热点领域^[1]。运动目标检测是指从视频序列中获取相对于背景图像变化的区域,并进行目标区域的分割^[2]。现如今,随着“智能交通”、“平安城市”计划的推出,智能视频分析技术正在以较快的速度推向应用。运动检测处于整个运动目标智能分析的最低层,在整个智能视觉产品中起着举足轻重的作用,是目标跟踪以及行为识别处理的基础。与此同时,具有智能分析功能的前端设备有着广阔的市场前景^[3-4],而以 TI 公司达芬奇系列为代表的嵌入式技术以及图像处理技术的不断发展,也给智能视频分析的前端设备的出现带来前所未有的机遇,并且如今有些具备简单视频分析的前端设备已经开始出现。但是,当前推出的嵌入式智能视频产品还不成熟,很多技术

亟待进一步研究解决,如实时性、鲁棒性等。鉴于此,在达芬奇平台下进行运动目标算法的研究有着重要的意义。

1 系统设计方案和硬件平台

该系统采用 TI 公司推出的达芬奇双核 DM6446 作为硬件平台,DM6446 集成 ARM9 和 DSP。在系统中,ARM 端运行在 LINUX 系统下主要负责和外部的交互,如实时视频流的获取以及和 DSP 端的通信;DSP 端主要负责运动检测核心算法的处理^[3]。ARM9 和 DSP 通过消息传递机制以及共享内存的方式进行信息的交互。同时,TI 公司为这种特殊架构的处理器提供了 Codec Engine 和 Codec Server 软件架构机制以及 xDAINS-XDM 的算法标准^[5],为算法的移植提供非常大的方便。系统的设计架构如图 1 所示。

收稿日期:2013-01-10

修回日期:2013-04-12

网络出版时间:2013-07-24

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61073116,61003038);安徽省教育重大项目(KJ2011ZD10)

作者简介:张 建(1988-),男,硕士研究生,研究方向为图像处理与模式识别;罗 斌,教授,研究方向为图像处理与模式识别。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130724.1012.064.html>

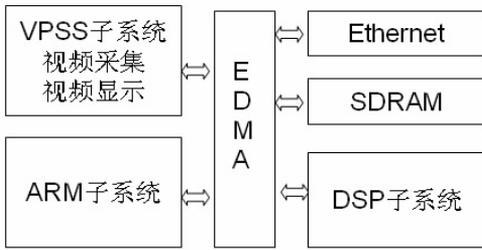


图 1 系统设计架构

2 系统核心算法

2.1 检测算法

一个运动目标检测系统流程介绍如下,首先对原始图像进行一定的处理,如降采样、灰度变换和平滑操作,然后对处理后的图像进行目标检测处理,对于处理后得到的前景图像经过膨胀、恢复采样等操作以得到最理想的前景图像。

文中首先获取原始图像,因为考虑到通过 CCD 获取的原始图像信息量较大,处理时计算量很大,因此,首先对其做降采样、灰度变换和平滑处理,得到较为理想的输入图像 $I(x,y)$ 。对于输入图像,进行相应的运算处理(运动检测算法),得到初步的目标检测结果,因为此时的检测结果会因为外界的各种干扰而出现前景目标不是特别理想,因此需要对其进行诸如膨胀、腐蚀等操作,最后得到较好的前景目标图像,根据前景目标图像的位置用矩形框标示出来。

文中运动检测算法脱胎于 Olivier Barnich and Marc Van Droogen Broeck 提出的一种通用的基于统计模型的背景差分检测方法^[6]。

流程图如图 2 所示,下面介绍下该算法基本原理。

(1) 初始化。

根据获取的第 1 幅图像初始化背景模版 $sample[N]$,初始化的方法是随机取第 1 幅图像的像素点 (x,y) 以及其 5×5 邻域内像素点的任意一点,初始化背景模版 $sample[N]$ 中对应的那一个像素点,以此得到 N 幅图像的背景初始化模版。其中:

$$(x,y) = \{x,y \mid 0 < x < width, 0 < y < height\} \quad (1)$$

(2) 像素级背景差运算。

所谓像素级背景差运算,即为若获取的图像不是第 1 幅,将新获取的图像 $I(x,y)$ 的像素点 (x,y) 与背景模版中的图像的像素 (x,y) 分别进行欧式距离比较,如果距离 $dist$ 小于一个阈值 R 的模版中图像数量大于一个常数 $\#$,则说明此像素点属于前景图像,否则属于背景图像。

$$dist = EuclidDist(image(x,y), samples(x,y,i)), \quad i \in (0,N) \quad (2)$$

(3) 随机背景更新。

若判断某像素点 (x,y) 属于背景,则随机选择背景模型中一个背景图像,对此图像的像素点 (x,y) 进行更新,随机选择中采用的随机概率决定了鬼影出现的强弱,当随机数变化范围较小时,则鬼影产生影响较小。

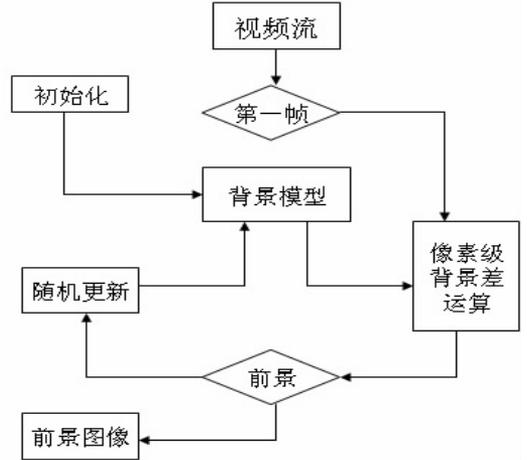


图 2 检测算法原理

2.2 算法仿真实验

为了验证算法的有效性,首先在 PC 上进行仿真实验,输入图像为 RGB720P,来源是交通卡口枪机拍的视频文件。经过降采样,平滑以及膨胀操作,得到如图 3 的仿真实验效果,在 2 G 内存,主频 3.2 GHz 的普通 PC 上测试耗时为 18 ms 左右。图 3 中 (a) 为输入图像, (b) 为单高斯前景, (c) 为混合高斯前景。由表 1 可以看到在真实环境中文中算法的目标检测的时间比传统的高斯背景建模要好。

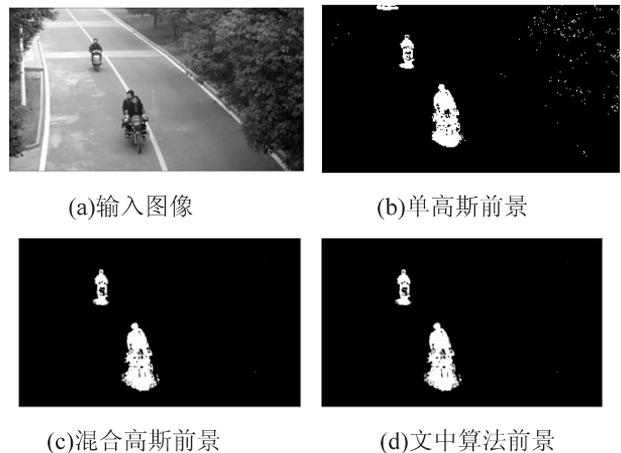


图 3 实验对比

表 1 文中算法与高斯算法时间分析

算法	耗时/ms
单高斯运动检测	28.253
混合高斯运动检测	44.321
文中运动检测	16.330

3 算法在双核系统的移植

同时集成 ARM926EJ-S 和 DSP 处理器的 DM6446 具有高性能、低功耗、丰富的外设等特性^[7-8]。另外,这一平台拥有 TI 提供的一整套针对音视频的解决方案^[9]。

该方案提供了统一架构和抽象接口,为算法的移植提供了极大的便利。移植过程检测算法的移植以及 EMCV 库的移植。

3.1 算法的移植

如图 4 所示,在达芬奇平台上进行算法移植,实现一个完整的视频应用可分为四个过程^[10]。下面就对这一过程进行描述。

(1)需要在 CCS 上对已经在 PC 平台验证过的算法编译封装成一个库 *.lib。需要确保算法可被 Codec Engine 使用和配置,所以要确保这些算法实现需要符合 xDM 标准^[11]。

(2)将上一步实现的算法包集成到 Codec Engine,需要配置两个 JavaScript 的脚本文件:

- *.cfg----表明 Codec 的使用和配置信息;
- *.tcf----描述 Codec 在达芬奇上的内存分配的配置。

配置好这两个文件,执行 make 命令,生成 DSP 端可执行程序 *.x64P。

(3)开发 ARM 端视频应用程序,完成视频信号采集、播放、保存以及其他控制功能。在其中调用上一步生成的 Codec Engine。这一步骤中要完成一个扩展名为.cfg 的脚本配置文件,以表明对 Codec Engine 的使用状况。

(4)在 ARM 端利用达芬奇软件中 Codec Engine^[9]的 VISA 应用编程接口配置好的引擎实例,进而用标准接口 create/process/delete 控制前面生成的算法 codec 包。

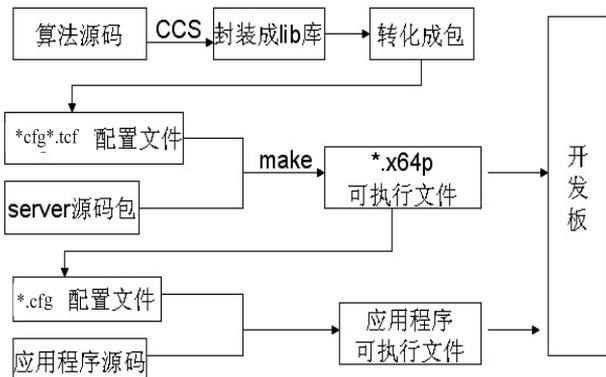


图 4 达芬奇算法移植过程

移植过程中,算法的实现针对达芬奇平台进行一定的修改,主要包括算法中的一些循环耗时的环节,因为达芬奇平台 DSP 支持零耗循环的硬件支持^[12],因此

可以将其中的循环进行改变,这样在处理过程中弥补嵌入式在处理速度上对 PC 平台的劣势。

3.2 EMCV 的移植

EMCV 是一个可在 TIDM64X 系列 DSP 上运行的计算机视觉库。EMCV 提供了和 OPENCV 完全一致的函数接口,通过 EMCV,可以很轻松地把 OPENCV 算法移植到 DSP。移植过程如下,在 ccs3.3 开发环境中,新建一个 lib 工程,将 EMCV 的源码导入,编译,将其中不符合 C 语言规范的错误排除。进而就得到了可在 DSP 端调用的 EMCV 库文件。对于 EMCV 中部分未实现,而 OPENCV 中实现的函数,笔者参照 OPENCV 中的源码对 EMCV 进行扩充,以满足 EMCV 对于检测算法的有力支持。

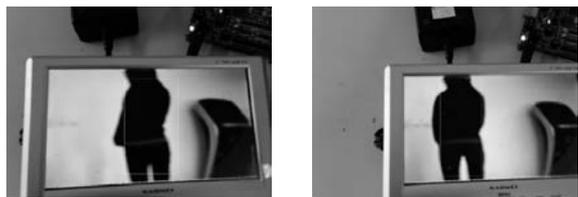
3.3 优化

优化分为两块,首先,因为 6446 是定点处理器,所以要将算法中的一些浮点运算改为定点计算。其次,优化编译器选项。经过优化,算法的包的大小由 1.38 M 降为 0.73 M,耗时由 21.121 ms 降低到 16.330 ms。

4 实验结果与分析

系统上电之后,通过外接摄像头获取实时图像传入 DM6446 进行处理分析,系统通过对当前帧和背景的差值判断出运动目标并将运动区域标示,运动区域的位置获取调用 EMCV 的矩形获取函数。如图 5,将运动检测框的大小设定一个合适阈值,可有效去除因光线等影响的误检运动框。

经过一定的优化,对于 720x576 大小的图像,如图 5(c),运动目标检测算法在 DM6446 平台上运行可以达到 10 fps 左右。



(a) 第 55 帧 (b) 第 87 帧

```

Canny demo ARM Load: 7% DSP Load: 92% Display Type: D1 PAL Video Codec: N/A Video
o fps: 10 fps Video bit rate: 0 kbps Video resolution: 720x576 Time: 00:05:33

Canny demo ARM Load: 8% DSP Load: 93% Display Type: D1 PAL Video Codec: N/A Video
o fps: 9 fps Video bit rate: 0 kbps Video resolution: 720x576 Time: 00:05:34

Canny demo ARM Load: 8% DSP Load: 93% Display Type: D1 PAL Video Codec: N/A Video
o fps: 10 fps Video bit rate: 0 kbps Video resolution: 720x576 Time: 00:05:35
  
```

(c)控制台性能显示
图 5 实验结果

5 结束语

文中在 TI 公司推出的双核嵌入式平台 DM6446 中实现了一种运动检测算法,并对实现的算法进行一定程度的优化,实验显示此算法有一定的可行性,对下
(下转第 41 页)

在实际城市道路选择中,还应考虑交通拥堵、费用、双向行驶等方面的问题。

参考文献:

- [1] 马 超. 遗传算法和 Dijkstra 算法在动态权值系统中的比较[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(9): 21-24.
- [2] 苏 莹, 王英杰, 余卓渊. 一种建立公交网络的最短路径改进算法[J]. 地球信息科学, 2005, 7(2): 99-104.
- [3] 杜 莹, 刘建忠. 基于 WebGIS 最优路径分析的设计与实现[J]. 测绘学院学报, 2002, 19(1): 56-58.
- [4] 刘文宝, 邓 敏, 易 彤. 矢量 GIS 中模糊地理边界的分析[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2000, 19(1): 28-32.
- [5] 白 尘. 交通路网中最优路径算法的道路权重选择[J]. 中国管理信息化, 2009, 12(15): 54-56.
- [6] 赵春燕, 王国华, 周 军. 支持城市多种交通方式的最佳路径分析[J]. 测绘信息与工程, 2009, 8(4): 8-10.
- [7] 何 卫. Web 地理信息系统的设计与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2004.
- [8] Sun Yushan. Embedded vehicle navigation system based on VxWorks[C]//Proceedings of the 5th international symposium on test and measurement (volume 1). [s. l.]: [s. n.], 2003.
- [9] Zhang Yi, Zhang Meng, Liang Yanchun. Application of an im-

proved dijkstra algorithm in multicast routing problem[J]. Computer science, 2009, 36(8): 205-207.

- [10] Wang Yawen, Wang Xili, Cao Ham, et al. Shortest route-planning algorithm within dynamic restricted searching area[J]. Application research of computers, 2007, 24(7): 89-91.
- [11] 常志明, 毛新军, 齐治昌. 基于 Agent 的网构软件构件模型及其实现[J]. 软件学报, 2008, 19(5): 1113-1124.
- [12] Chen Wenjie. The research and application of reasonable route set of route choice[D]. Guangzhou: Guangzhou Sun Yat-sen University, 2008.
- [13] Azevedo J A, Madeira J J E R S, Martins E Q V, et al. A shortest paths ranking algorithm[C]//Proc of the annual conf AI-RO. [s. l.]: [s. n.], 1990: 1001-1011.
- [14] 乐 阳, 龚健雅. Dijkstra 最短路径算法的一种高效率实现[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1999, 24(3): 209-212.
- [15] 曾 松, 杨佩昆, 方棣波. 城市道路网结构的可达性评价[J]. 同济大学学报, 2001, 29(6): 666-671.
- [16] 王行风, 贾 凌. GIS 支持下的城市交通网络最短路径研究[J]. 计算机与现代化, 2005, 13(3): 9-12.
- [17] Martins E Q V, Santos J L E. A new shortest paths ranking algorithm[J]. Investigacao operacional, 1999, 20(1): 47-62.
- [18] Sim K M, Sun W H. Ant colony optimization for routing and load-balancing; survey and new directions[J]. IEEE transactions on system, 2003, 33(5): 560-572.

(上接第 36 页)

一步在嵌入式平台移植更为复杂的视频分析算法奠定了良好的基础。当然, 因为 DM6446 是在 2005 年推出的, 性能有限, 因此在实时性方面, 还不能达到十分理想的状态, 下一步将进一步探索如何优化算法以及更合理的分配系统资源。

参考文献:

- [1] 叶 林, 陈岳林. 基于达芬奇平台的智能视频汽车安全驾驶系统[J]. 计算机系统应用, 2009(9): 34-37.
- [2] 周金模. 基于达芬奇技术的嵌入式实时视频系统研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2008.
- [3] 宋 磊, 方向忠. 达芬奇技术的视频应用分析[J]. 电视技术, 2006(9): 31-33.
- [4] 鲁 达. 基于 DM6446 平台的智能视频监控关键算法研究与实现[D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- [5] 赵 勇, 袁誉乐. DAVINCI 技术: 原理与应用指南[M]. 南京: 东南大学出版社, 2007.
- [6] Barnich O, Broeck M V D. ViBe: a universal background sub-

traction algorithm for video sequences[J]. IEEE Transaction on Image Processing, 2011, 20(6): 1709-1723.

- [7] 徐红仙, 张 桦, 孙志海. 基于 DM6446 的车牌定位快速算法实现与优化[J]. 杭州电子科技大学学报, 2011, 31(1): 54-57.
- [8] 郑 红, 刘振强, 王 鹏. 嵌入式实时系统的 DSP 软件开发技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010.
- [9] 延瑾瑜. 基于 TMS320DM6437 的 H. 264 视频编码器的研究与优化[D]. 北京: 北京化工大学, 2009.
- [10] 陈延利, 施永豪. 运动目标检测与跟踪的 DSP 实现[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(8): 82-84.
- [11] Wu Y T. Brief analysis of the DM6467 HD-VICP subsystem functional simulator[C]//Proc of 2010 2nd International Conference on Networking and Digital Society (ICNDS). [s. l.]: [s. n.], 2010: 609-612.
- [12] Wu L, Li C. Performance modeling of a reconfigurable shared buffer for high-speed switchrouter[C]//Proc of IEEE International Conference on Communications. [s. l.]: [s. n.], 2008: 5674-5679.

达芬奇平台下的运动目标检测算法的应用研究

作者: [张建](#), [董云飞](#), [罗斌](#), [汤进](#), [ZHANG Jian](#), [DONG Yun-fei](#), [LUO Bin](#), [TANG Jin](#)
作者单位: [安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥, 230061](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名: [Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期): 2013(11)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201311010.aspx