

DirectShow 框架下对比度分辨率补偿的视频挖掘

陈 勇¹, 杨佳义¹, 谢正祥², 吕霞付¹, 谭 超¹

(1. 重庆邮电大学网络化控制与智能仪器仪表教育部重点实验室, 重庆 400065;

2. 重庆医科大学生物医学工程研究室, 重庆 400016)

摘 要:在 DirectShow 平台下, 建立一个对比度分辨率补偿的变换 Filter, 实现低照度视频的底层挖掘。通过本地视频文件的挖掘实验, 取得了良好的视觉效果, 验证了对比度分辨率补偿算法用于低照度视频的底层图像挖掘的可行性与有效性。

关键词:低照度; 视频挖掘; DirectShow; 对比度分辨率补偿

中图分类号:TP314.7 **文献标识码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.1001-5078.2011.08.023

Video mining based on DirectShow and contrast resolution compensation

CHEN Yong¹, YANG Jia-yi¹, XIE Zheng-xiang², LÜ Xia-fu¹, TAN Chao¹

(1. Key Laboratory of Network Control & Intelligent Instrument, MOE, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China;

2. Laboratory of Biomedical Engineering, Chongqing University of Medical Science, Chongqing 400016, China)

Abstract: On DirectShow platform, a transformation filter is constructed to realize lower layer video mining which is taken under lower luminance (low night level) condition. Through mining experiments with the obtained video files, nice visual results are achieved. It confirms the feasibility and validity of the contrast resolution algorithms that is used to mine lower layer video taken under lower luminance condition.

Key words: low luminance; video processing; DirectShow; contrast resolution compensation

1 引 言

在计算机视觉中, 视频挖掘是一种重要的技术^[1]。在低照度环境下(如夜间或其他特殊环境)所获得的视频, 由于对比度低、灰度信息少, 人类视觉难于分辨^[2]。用这里报告的视频挖掘方法, 可清楚分辨原来人类视觉难于分辨的视频。本工作是在人类视觉对比度分辨率测量^[3], 对比度分辨率非线性补偿图像挖掘^[4], 自适应对比度分辨率非线性补偿图像挖掘^[5]等一系列工作的基础上建立起来的, 用对比度分辨率补偿方法实现视频挖掘的机器视觉。

DirectShow 是 Windows 平台下通用的视频处理框架技术, 广泛应用于多媒体领域, 近年来生产的视频采集设备均提供了对 DirectShow 的支持。

在 DirectShow 中, 可以通过嵌入 Filter, 重组数据流等方式实现视频图像的后处理。本工作运用 DirectShow 技术框架和自适应对比度分辨率非线性补偿理论, 在 Windows 平台上实现低照度视频挖掘功能^[6]。

2 视觉对比度分辨率补偿

2.1 人类视觉对比度分辨率随背景灰度的变化

人类视觉所能分辨的一幅图像中两点的最小灰度差异(just noticeable difference, JND)。不同灰度亮度背景的 JND 特性不同。在暗视觉条件下, 对比

基金项目:国家自然科学基金项目(No. 60975008)资助。

作者简介:陈 勇(1963-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为光电信号处理, 视频图像处理及应用。E-mail: chenrong@cqupt.edu.cn

收稿日期:2011-01-22; **修订日期:**2011-06-03

度分辨率,即 JND,随背景灰度变化的函数为^[3]:

$$\text{JND}(\text{AGB}) = 22.98 \times e^{-0.057 \times \text{AGB}}, 0 \leq \text{AGB} \leq 47 \quad (1)$$

式中,(average gray of background, AGB)表示背景灰度。对于 $[0, 255]$ 灰度级的图像,定义灰度值在 $0 \leq x \leq 47$ 范围内为暗视觉。

2.2 对比度分辨率补偿原理

暗视觉条件下的图像,由于对比度低,人类视觉难以分辨暗处信息^[7]。如果将原始灰度差为1的相邻两灰度级补偿到可分辨的程度,则可被人类视觉所利用。自然环境采集图像的背景灰度不定,因此提出了补偿因子的概念。基于人类视觉系统的 JND 特性,定义对比度分辨率补偿算法如下^[4]:

$$\text{TG}(i) = k \sum_{i=0}^{\text{OG}(i)} \text{JND}(i) \quad (2)$$

式中,TG(i)表示对应于原始灰度 i 补偿后的目标灰度;JND(i)见式(1),表示各级背景灰度 i 上的恰可分辨灰度距离。 $\text{OG}(i) = i$,即原始图像的背景灰度(在一幅图像中为像素点灰度,具有相对意义),变化范围为 $0 \sim 255$, k 为补偿因子,取正实数, k 选取的不同,补偿的效果不同,如图1所示。

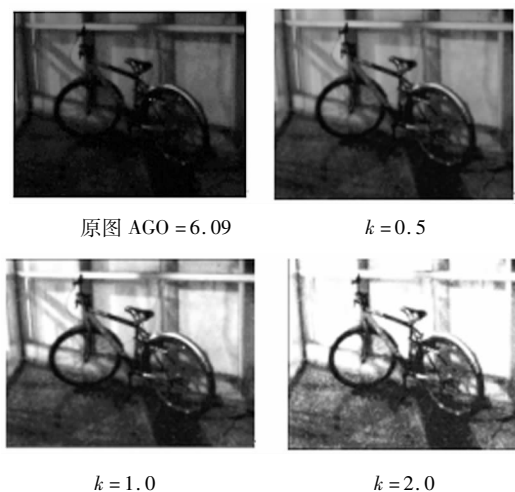


图1 不同补偿因子 k 的图像补偿结果

2.3 对比度分辨率的自适应补偿

随着补偿因子 k 值的逐渐增大,视觉感知图像质量先变好再变差。取不同的 k 值补偿,建立暗视觉图像库。采用主观评价方法评价图像质量,选取暗视觉补偿图库中的最佳补偿效果。提取原始图像的图像特征值平均灰度 AGO 和对应的最佳补偿效果的补偿因子 k ,采用数学统计方法拟合最佳补偿因子 k_{op} 的预测模型如下^[5]:

$$k_{op} = 2.89 / \text{AGO} + 0.24, 0 \leq \text{AGO} \leq 47 \quad (3)$$

其中,AGO 为原始平均灰度。由原始图像的平均灰度预测补偿因子 k ,得到最佳补偿效果,实现自适应补偿对比度分辨率。

3 DirectShow 具体实现方法

3.1 视频挖掘的转换 Filter

处理暗视觉条件下的视频,要获取视频流数据,按帧分析处理后,再输出视频数据流,即要实现一个 Transform Filter。常用的 Transform Filter 基类有 CTransIn Place Filter 和 CTransform Filter,CTransIn Place Filter 直接在原来的 Buffer 里修改数据,要求输入和输出的媒体类型一致,而且 Sample 的数据大小不变。基类 CTransform Filter 有分开的输入和输出 Buffer,当 Filter 接收到一个输入 Sample 时,它将 Sample 写入到一块新的输出 Buffer 中,然后将这个新的 Buffer 传递给下一个 Filter。本设计选取 CTransform Filter 作为基类 Filter。

首先,为 Filter 生成一个新的 CLSID,注册 Filter 信息。然后,实现 Filter 框架函数,输入 Pin 口支持媒体类型 RGB24,RGB32 和 ARGB32,输出 Pin 上的媒体类型与输入 Pin 保持一致。重写纯虚函数 GetMedia Type 获得上游 Filter 的媒体类型,CheckInput Type 方法检查上游 Filter 提议的媒体类型,Check Transform 方法检测输入输出媒体类型。Non Delegating QueryInterface“暴露”ICRCPensate 接口和属性页接口 ISpecify Property Pages。

最后,在 CCRCpensate::Transform (IMedia Sample * p Media Sample) 函数中处理视频帧,对暗视觉下获得的视频图像进行对比度分辨率补偿。算法流程如图2所示。

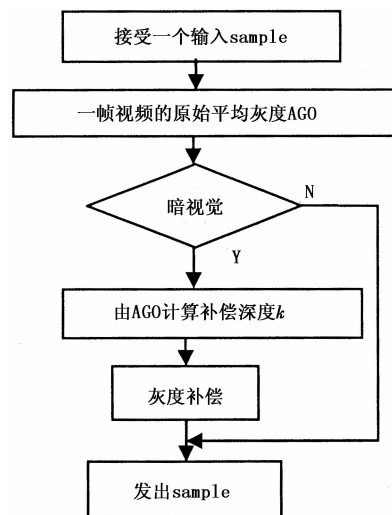


图2 算法流程图

3.2 本地视频文件处理

处理本地低照度的视频文件,如DV拍摄的视频,摄像头采集存储的视频等,测试对比度分辨率补偿效果。为说明通过视觉对比度分辨率补偿实现视频挖掘的功能,将低照度原始视频图像和补偿后的视频图像同时显示于屏幕上,并通过抓图存盘、拖曳播放和暂停功能查看每一帧视频的补偿效果。

DirectShow 框架下开发应用程序,需要构建一条完整的 Filter 链路,然后运用创建的 Filter Graph

Manager 组件上的接口方法控制 Filter Graph,并且完成 Filter Graph Manager 与应用程序的事件交互。首先,把有关 SDK 的功能开发函数封装在类 CDX-Graph 中,在 CDXGraph::Create 函数中实现滤波器链表管理器的创建。原视频播放可以通过函数 Render File 实现智能连接完成链表的构建。为同时显示处理过后的视频,实现函数 Add CRCpensate Filter,加入我们的对比度补偿滤波器 CRCpensate Filter,构建链表如图3所示。

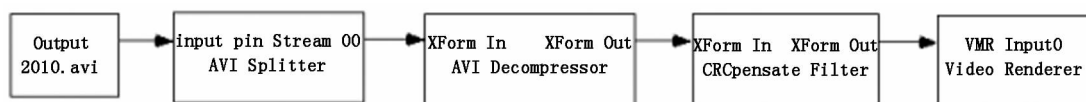


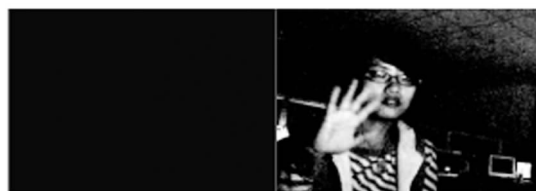
图3 加入对比度分辨率补偿 Filter 的链表

为实现人机交互,编辑对话框界面,并响应按钮事件。点击处理按钮时实现媒体运行函数 m Filter Graph -> Run(),处理前和处理后的视频分两路同时运行。最后,设置媒体显示窗口,把输入窗口句柄与 DirectShow 控制接口 m Video Window 捆绑,编写

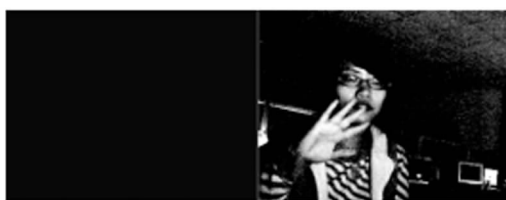
媒体播放控制函数,并实现全屏显示及抓图存盘。效果如图4所示,每幅图的左图为原始视频的一帧,右图为补偿后的同一帧。图4(a)为运行界面,图4(a)~图4(d)为同一视频文件截取的三帧图像的对比效果。



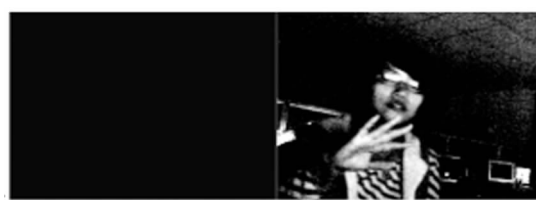
(a) 视频挖掘界面,左为原始视频,右为挖掘后视频



(b) 视频第二帧



(c) 视频第三帧



(d) 视频第四帧

图4 本地视频文件挖掘前后效果对比

对图4(a)的视频帧,运用抓图功能抓取当前一帧视频图像,并分别对原视频图像和处理后的视频图像做2级灰度谱分析^[4,8],如图5(a)和图5(b)所示。从它们的灰度谱可以看出,处理后,拉伸了每帧视频图像的灰度层次、加宽了灰度谱的带宽,从不可分辨的对比度差异补偿到了人眼可以分辨的对比度差异,从而改善了视频图像的视觉质量,实现了低照度视频挖掘。低照度下,原视频一片黑,分辨不出

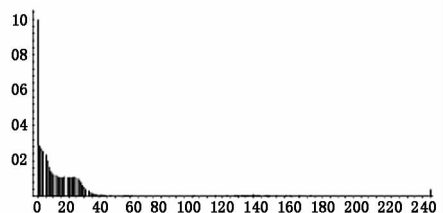
图像结构,处理过后的视频可分辨人影,实现了视频挖掘的效果,并且手势摆动显示流畅。

图4(a)补偿前后图像的信息熵、平均灰度、平均对比度三个参数对比如表1所示。

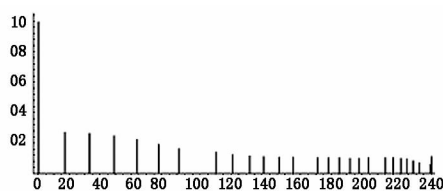
表1 补偿前后图像质量三参数对比

图像质量参数	IE	AG	AC
原始视频帧	2.49	3.82	0.76
补偿后的视频帧	2.44	38.04	7.44

从表 1 可以看出,补偿后的平均灰度和平均对比度明显增加,但是信息熵减小,因此,用对比度分辨率补偿方法实现低照度下拍摄的视频的底层挖掘的实质是牺牲原始视频图像的信息量来换取的对比度,以挖掘出原本不被人的视觉感知的信息。



(a) 原始视频帧的 2 级灰度谱



(b) 同一帧挖掘后视频的 2 级灰度谱

图 5 同一帧视频挖掘前后的 2 级灰度谱

4 结 语

对比度分辨率补偿利用人类视觉特性,提供了一种低照度下人眼感知图像能力增强的途径,可用于图像信息的隐藏和挖掘领域。补偿算法不仅限于暗视觉图像的处理,自适应补偿模型的建立使视频的实时处理成为可能。将 COM 组件对比度分辨率补偿 Filter 功能模块加入到视频的实时处理系统中,如视频监控系統,可以实现低照度视频的实时补偿。我们用 DirectShow SDK 中自带的工具软件 GraphEdit 模拟实现视频的实时采集和处理,实时效果良好。当然,提高硬件采集设备的质量以及补偿因子提取的数学模型的改进,如建立暗视觉、中间视觉分段补偿的数学模型,可以在此基础上进一步提高视觉效果,这还需要我们进一步的探索和研究。

参考文献:

- [1] Wang Weixing, Liu Yongqiang. Wavelet automatic thresholds rice chalk segmentation based on histogram adjustment[J]. Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunications; Natural Science Edition, 2010, 22(2):218-222. (in Chinese)
王卫星,刘永强.基于直方图修正的小波自适应阈值大米蛋白分割[J].重庆邮电大学学报:自然科学版,2010,22(2):218-222.
- [2] Huang Hua, Wang Xiaotong, Jiang Yongxin, et al. Application of dark area segmentation in night image enhancing[J]. Laser & Infrared, 2009, 39(4):443-446. (in Chinese)
黄华,王孝通,蒋永馨,等.暗区分割算法在夜间图像增强中的应用[J].激光与红外,2009,39(4):443-446.
- [3] Song Fangzhou, Wang Zhifang, Xie Zhengxiang. A method for measuring contrast resolution: China [P]. ZL200710078497.7. (in Chinese)
宋方洲,王志芳,谢正祥.一种视觉对比度分辨率测试方法:中国[P].ZL200710078497.7.
- [4] Xie Zhengxiang, Liu Yuhong, Wang Zhifang, et al. A nonlinearly compensatory principle and method for human vision contrast resolution[J]. Journal of Chengdu Medical College, 2009, 4(3):157-162, 172. (in Chinese)
谢正祥,刘玉红,王志芳,等.人类视觉对比度分辨率的非线性补偿原理和方法[J].成都医学院学报,2009,4(3):157-162,172.
- [5] Zhengxiang Xie, Zhifang Wang, Xiafu Lü. Adaptively optimal compensation for vision contrast resolution and machine vision [C]//Proceedings of the 3rd International Congress on Image and Signal Processing (CISP 2010), Yantai, China, 2010, (4):1615-1619.
- [6] Lu Jinzheng, Zhou Dongmei. Visual C++ audio and video processing technology and engineering practice [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2009. (in Chinese)
路锦正,周冬梅. Visual C++ 音频/视频处理技术及工程实践 [M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [7] Ge Junwei, Xie Xianghua, Fang Yiqiu. Method and application of image cleanness in foggy weather [J]. Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunications; Natural Science Edition, 2010, 22(2):223-226. (in Chinese)
葛君伟,谢祥华,方义秋.雾天图像清晰化方法及应用 [J].重庆邮电大学学报:自然科学版,2010,22(2):223-226.
- [8] Xie Zhengxiang, Wang Zhifang, Liu Yuhong, et al. Measuring method of image gray and color spectrum used in lower layer image mining: China [P]. ZL200610054324.9. (in Chinese)
谢正祥,王志芳,刘玉红,等.用于底层挖掘的图像灰度/色度信息的高分辨检测方法:中国[P].ZL200610054324.9.