

**题目： 智能视频摘要软件**

**学 院 软件学院**

**专 业 软件工程**

**学生姓名 刘 远 一**

**学生学号 200730553455**

**指导教师 黄 翰**

**提交日期 年 月 日**

**毕 业 设 计 （论文） 任 务 书**

*（任务书标题为小二号宋体，加粗，居中，上下空一行）*

*（正文为小四号，宋体，行距为固定值20磅；用A4纸打印，页边距上、下各为2.54cm，左、右各为2.2cm。）*

兹发给 班学生 毕业设计（论文）任务书，

内容如下：

1、毕业设计（论文）题目： *（填写教师与学生最后确定的题目，题目一旦确定，不要轻易更改题目方向）*

2、应完成的项目：

（1）

（2）

（3）

（4）

3、参考资料以及说明：

（1）

（2）

（3）

（4）

（5）

（6）

（7）

4、本毕业设计（论文）任务书于 年 月 日发出，应于 年 月 日前完成，然后提交毕业考试委员会进行答辩。

指导教师 签发， 年 月 日

教研组（系、研究所）负责人 审核， 年 月 日

**摘 要**

近年来，随着社会的迅速进步和国力的不断增强，银行、电力、交通、安检以及军事设施等领域对安全监控系统的需求与日俱增，视频监控在生活各方面得到了非常广泛的应用。在现在的视频监控领域中，往往一个监控视频就有几十个小时，一般来说很难有这么多人力资源来监控或者查看这么庞大的视频资源，将视频监控自动化，智能提取视频的感兴趣部分能大大减少人力资源的占用。

本文针对上述视频数据量大的问题，开发出智能视频摘要软件，提供了一种快速提取视频摘要的方法，即将一个监控视频中的所有运动物体的运动提取出来，放到同一个视频中去播放，这样就大大降低了监控视频所需要的人力资源消耗。这对提高监控效率以及安全防护等起着很大的作用。

智能视频摘要软件的核心算法是运动物体的检测与跟踪算法，其分为两个部分，一个是检测出视频中运动物体的轮廓，另一个是对不同运动物体的轮廓加以区分，识别为不同的运动事件。运动物体检测是采用帧间差分法检测出物体的矩形轮廓，运动物体的跟踪则是基于矩形轮廓的匹配来进行跟踪。

本文先对视频摘要软件的主要功能进行简单的介绍，对适用范围以及存在问题进行说明；而后对视频摘要软件的处理流程进行介绍；然后对整个视频摘要软件的模块构成和算法原理进行详细分析。

**关键词**：视频摘要；运动物体检测；智能监控

Abstract

In recent years, with the rapid social progress and national strength growing, the requirements of Safety Monitoring System Requirements in banking, electricity, transportation, security and military facilities. Video surveillance in all aspects of life have been very widely used. In the present field of video surveillance, the surveillance videos are often as long as a few dozen hours. It is difficult to have so many human resources to monitor such a large video. So automated video surveillance and smart extract the intrested part of the video can significantly reduce the occupation of human resources.

In this article, to solve the problem of large amount of video data, I developed a software named Summary of Intelligent Video Software. The software provides a method to quick extract the summary of a video. It can extract all of the movement events in a surveillance video and play all of the movement events in a single video. This greatly reduces the need for surveillance video of the consumption of human resource. This will improve monitoring efficiency and is good for security.

The core algorithm of Summary of Intelligent Video Software if the motion detection and tracking algorithm. The core algorithm can be divided into two parts, one part is to detect the outline of the moving objects, the other is to distinguish the outlines from different moving objects. I used Two Consecutive Frames Subtraction to detect the rectangle outlines of moveing objects. And the tracking of moving objects is based on the outline matching.

This article first introduces the main function, scope and exiting problems of the software. Then introduces the processing of the software. At last, the article detailed analysises the modules of the software and the algorithm theory.

**Keyword**: Video summary, Moving object detection, Intelligent monitoring

*（另起页：目录范例）*

**目 录**

*（小三号，宋体，加粗，居中，上下空一行，目录由电脑自动生成）*

*（各章题序及标题：小四号，宋体，加粗，居左；其余用小四号，宋体）*

**摘 要** Ⅰ

**ABSTRACT** Ⅱ

**第一章 引 言** 1

1.1 预测控制概述 1

1.2 环境试验设备简介 2

1.3 主要研究工作 2

1.4 本文安排 3

**第二章 基础知识介绍**  4

2.1 预测控制的基本原理 4

2.1.1 预测控制的三项基本原理 4

2.1.2 预测控制的几种算法 5

2.2 动态矩阵控制算法 5

2.2.1 概述 5

2.2.2 动态矩阵控制算法 6

2.3 本章小结 10

**第三章 环境试验设备介绍及建模研究** 11

3.1 环境试验设备介绍 11

3.1.1 简介 11

3.1.2 环境试验设备的结构及硬件 11

3.1.3 环境试验设备控制的难点 12

3.2 环境试验设备的建模研究 12

3.2.1 环境实验设备的模型概述 12

3.2.2 飞升曲线法辨识环境试验设备的数学模型 14

3.3 本章小结 19

**第四章 多变量预测控制算法的研究与推导**  20

4.1 多变量预测控制算法的推导 20

4.2 仿真研究 24

4.3 本章小节 25

**第五章 多变量非自衡系统预测控制算法的研究与推导** 26

5.1 多变量非自衡系统预测控制算法 26

5.1.1 单变量非自衡系统预测控制算法 26

5.1.2 多变量非自衡系统预测控制算法 29

5.2 仿真研究 33

5.3 本章小结 34

**第六章 环境试验设备的预测控制研究** 35

6.1 脉冲响应系数模型的获得及对象特性分析 35

6.1.1 脉冲响应系数模型的获得 35

6.1.2 对象特性分析 36

6.2 仿真控制实验 37

6.2.1 参数选择 37

6.2.2 仿真控制结果 43

6.3 本章小结 45

**结束语**  46

**参考文献** 47

**附 录** 48

**致 谢** 49

1. **绪 论**
   1. **背景与意义**

近年来，随着社会的迅速进步和国力的不断增强，银行、电力、交通、安检以及军事设施等领域对安全防范和现场记录报警系统的需求与日俱增，要求越来越高，视频监控在生产生活各方面得到了非常广泛的应用。虽然监控系统己经广泛地存在于银行、商场、车站和交通路口等公共场所，但实际的监控任务仍需要较多的人工完成，而且现有的视频监控系统通常只是录制视频图像，提供的信息是没有经过解释的视频图像，只能用作事后取证，没有充分发挥监控的实时性和主动性。为了能实时分析、跟踪、判别监控对象，并在异常事件发生时提示、上报，为政府部门、安全领域及时决策、正确行动提供支持，视频监控的“智能化”就显得尤为重要。智能视频监控是利用计算机视觉技术对视频信号进行处理、分析和理解，在不需要人为干预的情况下，通过对序列图像自动分析对监控场景中的变化进行定位、识别和跟踪，并在此基础上分析和判断目标的行为，能在异常情况发生时及时发出警报或提供有用信息，有效地协助安全人员处理危机，并最大限度地降低误报和漏报现象

在现在的视频监控领域中，往往一个监控视频就有几十个小时，而且监控摄像头也数不胜数，一般来说很难有这么多人力资源来监控或者查看这么庞大的视频资源，将视频监控自动化，智能提取视频的感兴趣部分能大大减少人力资源的占用。这对提高监控效率以及安全防护等起着很大的作用。

此软件名为《智能视频摘要软件》，主要功能是分析视频，运动物体跟踪和检测，运动事件的提取，单个运动事件播放，全部运动事件播放等。此软件主要应用于监控视频的分析与提取，比如说一个24小时的监控视频，在这24小时内进入这个场景的人或者其他运动物体不频繁或者很少，就可以用这个软件将这些运动事件提取出来，然后用户查看监控视频的时候就可以有选择性的一个个运动事件去播放，或者将这些事件整合到同一个视频里面一起播放。这样做的好处就是不用把原始的24小时的监控视频从头到尾播放一次，方便使用者监控视频，节省很多时间。

这个软件比较适用于场景不复杂的监控视频，比如说室内监控，一些偏僻的街道监控等。不适用于人来人往的闹市，这些运动物体太多太复杂，如果一个监控视频每时每刻都有运动物体，那用这个软件提取出运动事件也就没意义了，还不如从头到尾看完监控录像。

* 1. **国内外同类产品的技术情况**
     1. **物体识别**

能区分出移动物体的类别，是轿车，还是摩托车、还是人、还是飞机等等，这是其他识别的基础。

* + 1. **越界识别**

在视频画面上人为的画一道线或曲线，可以识别出物体穿越此界限的行为。比如视野是个马路上，画一条线把道路分成两端，假设定义了从左到右是合法，从右到左为非法，一旦车辆行驶跨越了这个界线，设备判断其是否非法，非法则产生报警。

* + 1. **轨迹跟踪**

识别处移动物体之后，能在移动的元素后面画出其运动经过场所的轨迹。如广场、车站等公众场所，人流穿梭，设备能显示并记录下每个人的走动轨迹，如果一个人长时间在视野中徘徊游荡，超过一定时间，则设备自动报警提示发现可疑行为人物。

* + 1. **遗留或丢失物体识别**

设备能识别出视野场景中的物体多出一个或者少了一个，适合仓库、车站、展厅、安检等场所，如果有背包长时间丢失在某处无人拾取，超过设定的时间，系统将产生报警，或者像展厅这些场所，如果展示品缺少一件，设备也能发现并报警。

* + 1. **车牌识别**

如果视频场景是个道路口或者小区出入口；只要车牌区域在视频中出现过，设备能自动识别出车牌号码；并以文字的方式提示用户。可以用于违规车辆稽查，比如某牌照车辆在事故后逃逸不知去处，如果市内各要道口都有智能识视频服务器，系统只有通过网络一次性把一个或几个需要稽查的车牌号码设置到系统中的各个智能设备中，一旦此牌照的车辆在视野中出现过，就能立即告警。节省许多警力资源。

* + 1. **车速测量**

比如高速路上有200M的速度提示区，时时提醒驾驶员不要超速行驶，然而超速行驶还是屡屡发生；试想如果在高速路上安装一个智能视频服务器，我们只要在视野中画两道线，如果确知这两道线的实际距离是100M，输入到设备中，设备就能自动计算出每个进过车辆的速度，并且超速时立即报警。

* + 1. **流量统计**

智能设备能识别出过往的行人和车辆，同时能统计出过往的人或车的数量；试想在一个十字路口或者一个会展中心的门口，安装这样一个智能设备，就能统计处过往车流量或人流量。为公交调度提供更多更及时的信息。

* + 1. **逆行警告**

比如单行道，或者车站、机场的出口或入口，车流人流都是单方向的，一旦有人逆行，系统会自动识别出，并产生报警。

* + 1. **涂鸦行为识别**

原本洁净的墙面，被人乱贴小广告、电话或者乱涂乱画等，有碍市容。有了智能监控系统设备，就能及时发现这样的涂鸦行为，并及时告警。

* + 1. **打架等异常行为识别**

公园、广场、车站等公众场合，人流众多，任何突发的危害人身安全的行为都可能造成重大损失和负面影响。智能识别系统，能及时发现人或车辆的异常行为，突然奔跑、摔倒，追打等行为，系统都会及时发现并提醒管理者。

* 1. **智能视频处理软件的市场预测和发展趋势**
     1. **不断发展的技术**

一方面，智能视频将继续数字化、网络化、智能化的进程。另一方面智能视频监控将向着适应更为复杂和多变的场景发展；向着识别和分析更多的行为和异常事件的方向发展；向着更低的成本方向发展；向着真正“基于场景内容分析”的方向发展；向着提前预警和预防的方向发展。这些都将得益于图像处理、图像分析以及计算机视觉等学科的发展，众多优秀算法的提出将使得智能视频分析更加智能；同时芯片与设备的不断更新将为算法的实现提供更好的支撑，使得身为人的感观延伸的视频系统更好地履行它的责任。

* + 1. **不断扩展的市场**

从应用角度来看，目前的智能视频监控还是一种高端应用，主要应用于一些特定的场合，但随着市场和技术的日趋成熟，智能视频监控必将在各行各业得到大面积的推广，甚至走进千家万户。尤其是在我们国家提出“三网融合”的大形势下，更需要将用户、监控设备硬件供应商、智能视频软件供应商、分销商、经销商和系统集成商所有这些参与者合理的组织起来，使他们能够充分发挥各自的优势，创造出能够满足最终用户需求的全面解决方案，达到多方共赢的效果。

　　总之，智能视频监控系统现在已经广泛应用于高速公路、监控、医学、地铁、商场、银行和住宅小区等场所，服务于安全防卫、交通管理或者行为分析等应用。

　　虽然有人说智能视频监控系统不过是人们用来管理的工具而已，不过“欲先工其事，必先利其器”，何况智能视频系统具有数字化、网络化、智能化等无可替代的性能作用。

　　有一点是可以肯定的，那就是“需求推动市场”。智能视频技术要得到正确的应用，其具体功能的实现仍然取决于操作者本身。要想智能视频系统的功效最大化，开发商们必须把用户也纳入到智能视频系统的开发体系中来，在遵循各种标准协议的基础上，根据用户自身的需要选择合适的解决方案。

* 1. **系统的开发环境与开发工具简介**

**1.4.1 Microsoft Visual Studio 2008**

Visual Studio 是微软公司推出的开发环境，Visual Studio 可以很方便地创建Windows平台下的Windows 应用程序和网络应用程序，是最流行的Windows 平台应用程序开发环境。

Visual Studio 2008是对Visual Studio 2005的及时以及全面的升级，引入了250多个新特性，整合了对象、关系型数据、XML的访问方式，语言更加简洁，使得开发Windows应用程序更加高效。Visual Studio 2008 同时提供了高级开发工具、调试功能、数据库功能和创新功能，方便项目的开发以及调试。

**1.4.2 OpenCV 2.1**

OpenCV的全称是：Open Source Computer Vision Library。它是一个基于BSD许可证授权（开源）发行的跨平台计算机视觉库，可以运行在Linux、Windows和Mac OS操作系统上。它轻量级而且高效地实现了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。

目前OpenCV广泛运用在人机互动、物体识别、图像分割、人脸识别、动作识别、运动跟踪、机器人等领域。

因为智能视频摘要软件里面很多视频图像处理所需要的算法都可以在OpenCV中找到，特别是运动物体的检测与跟踪，故采用OpenCV 2.1（目前最新版本为2.2）进行辅助开发。

**1.4.3 C#语言**

C#（全称为C Sharp）是[微软](http://baike.baidu.com/view/2353.htm)(Microsoft)为.NET Framework量身订做的程序语言，C#拥有C/C++的强大功能以及Visual Basic简易使用的特性，是第一个组件导向(Component-oriented)的程序语言，和C++与Java一样亦为[对象](http://baike.baidu.com/view/2387.htm)导向(object-oriented)程序语言。

使用C#可以很方便地开发Windows窗口应用程序，它提供了丰富的窗口程序控件以及控件对应的各种响应函数，程序员还可以方便地设计各个控件的文字、背景等样式，所开发出的应用程序简洁美观。由于C#的简单易用性所以采用C#语言进行开发。

**1.4.4 Emgu.CV**

Emugu.CV是一个跨平台。它包装了OpenCV的图像处理库，允许OpenCV的函数被.NET所兼容的语言调用，如C#、VB、VC++、IroPyth等。

C#的工程不能直接调用OpenCV的类库，如果要在C#的项目下面使用OpenCV，就要借助Emgu.CV。

**1.4.5 Google code 项目托管**

Google 代码上的项目托管是快速、可靠、简单的开放源代码托管服务。Google 代码上的项目托管使您可以：

* 立即创建有关任何主题的项目
* 获得具有 1 千兆字节的存储空间的 Subversion 代码托管以及具有 2 千兆字节的存储空间的下载托管支持
* 通过集成的源代码浏览和代码检查工具，轻松地查看代码、检查贡献以及维护高质量代码库
* 使用简单却灵活而强大，并且可适应任何开发过程的问题追踪器和项目 Wiki
* 通过标星号和更新流，轻松地跟踪您所关注的项目及开发人员

本项目采用SVN对项目工程进行版本管理，将工程代码托管到Google code 项目托管服务上面，这样做的好处是你可以在不同的电脑上面编写代码时就不用U盘等工具来拷贝整个工程，同时也可以随时查看代码的不同版本，不用担心将代码改掉后，旧代码丢失的情况发生。

* 1. **本论文的主要工作与内容框架**
     1. **本论文的主要工作**

本文针对智能视频分析进行了一些研究，提出了一种提取视频摘要的方法，阐述了智能视频摘要软件的基本原理，以及对保存一个事件的数据结构进行描述，还有本地分析文件的数据格式等。然后介绍了怎么将各个技术环节以及系统模块逐个整合起来，最终得到一个完整的智能视频摘要软件。在论文最后，还对智能视频摘要软件进行了测试，并撰写测试报告。

* + 1. **本论文的内容框架**

*这个等论文完成了再回来补写。*

1. **基础技术知识介绍**

**2.1 计算机视觉**

计算机视觉是一门研究如何使[机器](http://baike.baidu.com/view/126147.htm)“看”的科学，更进一步的说，就是指用摄影机和电脑代替人眼对目标进行识别、跟踪和测量等[机器视觉](http://baike.baidu.com/view/407688.htm)，并进一步做图形处理，用电脑处理成为更适合人眼观察或传送给仪器检测的图像。作为一个科学学科，计算机视觉研究相关的理论和技术，试图建立能够从图像或者多维数据中获“信息”的[人工智能](http://baike.baidu.com/view/2949.htm)系统。这里所 指的信息指Shannon定义的，可以用来帮助做一个“决定”的信息。因为感知可以看作是从感官信号中提 取信息，所以计算机视觉也可以看作是研究如何使人工系统从图像或多维数据中“感知”的科学。

有不少学科的研究目标与计算机视觉相近或与此有关。这些学科中包括图象处理、[模式识别](http://baike.baidu.com/view/14685.htm)或图象识别、景物分析、图象理解以及运动物体的跟踪与检测等。由于历史发展或领域本身的特点这些学科互有差别，但又有某种程度的相互重叠。此视频摘要软件系统主要用到图像处理和运动物体的跟踪与检测技术。

**2.2 运动物体检测**

运动物体检测就是将视频中的运动物体作为前景与视频的背景分离开，这是视频摘要软件所要做的第一步，运动物体检测目前比较流行的算法有光流法、背景差分法、帧间差分法。

**2.2.1 光流法**

光流法检测运动物体的基本原理是：给图像中的每一个像素点赋予一个速度矢量，这就形成了一个图像运动场，在运动的一个特定时刻，图像上的点与三维物体上的点一一对应，这种对应关系可由投影关系得到，根据各个像素点的速度矢量特征，可以对图像进行动态分析。如果图像中没有运动物体，则光流矢量在整个图像区域是连续变化的。当图像中有运动物体时，目标和图像背景存在相对运动，运动物体所形成的速度矢量必然和邻域背景速度矢量不同，从而检测出运动物体及位置。采用光流法进行运动物体检测的问题主要在于大多数光流法计算耗时，实时性和实用性都较差。

**2.2.2 背景差分法**

背景差分法是最简单的运动物体检测算法。此算法原理是先将场景进行背景建模，将背景提取出来并进行二值化等操作，然后用视频的每一帧进行二值化操作后减去背景，由于相同的像素点（背景）相减后是零（或者接近零），那不为零的地方就是运动物体的区域，再用轮廓提取就能提取出运动物体的轮廓。这种方法运行速度是最快的，但是容易受光照等环境因素的影响。由于监控视屏一般都比较长，不能保证背景的光照等因素都一样，所以此方法不适用。

**2.2.3 帧间差分法**

帧间差分法跟背景减除法有点类似，这个算法主要是用后一帧跟前一帧（或者隔着几帧）相减，结果是零的像素点（或者接近零）的就是背景，结果不为零的像素点就是运动物体，这样来得出运动物体的矩形轮廓。帧差法就不用考虑背景光照变化等因素，而且运行速度也很快，经过测试发现使帧间差分法进行运动物体检测效果最好，此软件就是采用这种方法进行运动物体跟踪和检测的。

**2.3 运动物体跟踪**

使用帧间差分法对视频进行了运动物体检测后，还要对检测出来的运动物体进行跟踪，识别出相同的运动物体。假如采用帧间差分法分别对视频的第N帧和第N+1检测出来的运动物体矩形轮廓后，然后用第N帧的矩形轮廓跟第N+1帧的矩形轮廓进行匹配，只要轮廓有70%以上的重叠率，就判定这两个轮廓为同一个运动物体的轮廓。矩形轮廓匹配是指2个矩形框的重叠率的匹配，计算方法为P = ，P为2个矩形框的匹配度，为2个矩形框重叠部分的面积，为第一个矩形框的面积，为第二个矩形框的面积。如果在第N帧的轮廓没有在第N+1帧找到相对应的轮廓，则判定此轮廓所对应的运动物体运动结束。

1. **软件需求分析以及配置要求**

智能视屏摘要软件旨在开发一个软件系统，该系统能将视频中的运动事件作为视频的摘要提取出来并可以供用户查看摘要事件。智能视频摘要软件主要分为2个大功能：视频摘要提取（视频分析）和视频摘要的播放。

**3.1 视频摘要提取（视频分析）**

**3.1.1 功能概述**

视频摘要提取功能，也可以说成视频分析功能，就是用运动物体检测与跟踪的方法对视频进行分析，将视频中所有运动事件提取出来并作为视频的摘要，然后将摘要信息保存。这里要求系统支持所有avi格式的视频，能从本地读入视频文件，然后能迅速地分析整个视频，并将视频摘要信息提取出来，然后把这个视频的所有摘要（运动事件）信息按照一定格式保存到本地文件，这样做的目的是进行摘要备份，避免二次分析视频导致浪费时间。分析完视频之后给用户提供一个事件列表，供用户点选。

**3.1.2 功能规定**

下面将会列出视频摘要提取功能的细化步骤的输入项与输出项。

1. 选择本地视频

表3-1

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 本地avi视频 |
| 操作 | 打开文件选择窗口选择一个avi视频文件 |
| 输出 | 在界面显示读入的avi视频路径 |

1. 选择本地文件夹（批量处理）

表3-2

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 存放有多个avi视频的本地文件夹 |
| 操作 | 打开文件夹选择窗口选择一个本地文件夹 |
| 输出 | 在界面显示读入的文件夹路径 |

1. 读入分析文件

表3-3

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 与读入视频相对于的视频分析文件 |
| 操作 | 在分析视频的时候选择读入已有视频分析文件 |
| 输出 | 根据读入的分析文件显示视频摘要事件列表 |

1. 视频处理

表3-4

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 读入的avi视频 |
| 操作 | 对视频进行运动物体检测与跟踪操作 |
| 输出 | 视频的摘要事件列表 |

1. 过滤摘要事件

表3-5

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 经过视频处理后得到的视频的摘要事件列表 |
| 操作 | 将视频处理后得到的视频摘要事件列表进行过滤，把过小的事件删除 |
| 输出 | 过滤后的视频摘要事件列表 |

1. 写入分析文件

表3-6

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 视频的所有摘要事件信息 |
| 操作 | 将视频的所有摘要事件信息通过一定的格式写入本地文件保存 |
| 输出 | 保存着视频所有摘要信息的本地txt文件 |

1. 产生摘要事件列表

表3-7

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 经过过滤后得到的视频的摘要事件列表 |
| 操作 | 将保存在内存中的视频摘要事件列表显示在主界面上 |
| 输出 | 将保存在内存中的视频摘要事件列表显示在主界面上 |

1. 生成所有事件视频

表3-8

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 视频的所有摘要事件信息 |
| 操作 | 根据视频所有摘要事件信息将每一个视频事件提取出来，整合到同一个视avi频文件里面保存 |
| 输出 | 保存有所有摘要事件的本地avi视频 |

**3.2 视频摘要的播放**

**3.2.1 功能概述**

视频摘要的播放，也就是将视频中的视频摘要重播再现。这里分为两种方式：一种是单个摘要事件的播放，用户可以在第一个功能中生成的事件列表选择某一个具体事件进行播放；另一种是所有事件的播放，这里将视频中的所有摘要事件集中在同一个视频中播放，并对立面的事件进行半透明处理，给每一个事件进行标号，以便识别。当用户从所有事件播放中找到自己感兴趣的事件时，可以根据事件标号在事件列表中找到对应事件，进行单独播放。

**3.2.2 功能规定**

下面将会列出视频摘要播放功能的细化步骤的输入项与输出项。

1）播放单个事件

表3-9

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 视频摘要事件的编号 |
| 操作 | 根据用户选择的摘要事件编号将此事件播放出来 |
| 输出 | 在播放控件中重现的事件 |

2）播放所有事件

表3-10

|  |  |
| --- | --- |
| 输入 | 所有视频摘要事件信息 |
| 操作 | 调出本地所有视频摘要事件的视频并播放 |
| 输出 | 在播放控件中重现所有事件 |

**3.3 系统用例图和流程图**

如图3-1是智能视频摘要软件系统的用例图，对每一个用例的具体描述请参照表3-1到表3-10；图3-2是智能视频摘要软件系统的总体流程图。



图3-1 系统用例图

读入本地avi视频文件

生成事件列表

是否分析过

用帧间差分法分析视频

读入本地分析文件

否

是

生成本地分析文件

播放单个事件

播放所有事件

关闭软件

图3-2 系统流程图

**3.4 配置需求**

**3.4.1 硬件环境需求**

Intel双核CPU 2.0G以上

内存DDR2代，3G以上

256M以上的独立显卡

10G以上的硬盘空间，用以存放视频结果

**3.4.2 软件环境需求**

操作系统：windows xp或者windows 7

预安装xvid视频编码器

装有或者以上版本的Emgu.CV2.1，并配置好相应的环境路径

1. **系统设计**

**4.1 系统用户界面设计**



图4-1 智能视频摘要软件主界面

**系统主界面**如图4-1所示。

1. “选择视频文件”按钮：选择一个本地视频文件。
2. “选择文件夹”按钮：选择一个包含多个视频的本地文件夹。
3. 显示所选择的文件路径
4. “分析视频”按钮：点击此按钮进行视频分析。
5. 显示分析视频的进度条。
6. 显示分析结果。
7. “播放选中事件”按钮：播放从列表中选中的事件。
8. “播放所有事件”按钮：播放所有事件。
9. 显示视频摘要事件的列表框。



图4-2 打开视频界面

**打开视频**界面如图4-2所示。



图4-3 播放单个摘要事件界面

**播放单个视频**界面如上图所示。

1. 播放事件的标号。
2. 被框选中的事件。



图4-4 播放所有事件界面

**播放所有事件**界面如图4-4所示。

图中对每一个运动事件都进行半透明处理，并且对每一个事件都进行标号，以便识别，标号跟事件列表的标号相对应。

**4.2 系统模块设计**

表4-1 系统模块设计表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **系统模块名称** | | **模块功能名称** | **在系统中的类结构** |
| **主**  **程**  **序** | | **UI模块** | 软件系统界面 | VideoMainForm.Designer.cs  VideoMainForm.cs  PlayForm.Designer.cs  PlayForm.cs  Program.cs |
| 界面事件响应 |
| **视频处理模块** | 分析视频 | VideoAnalyzeProcess.cs  EventNode.cs  Global.cs |
| 播放单个/所有事件 |
| 生成所有事件视频文件 |
| **本地文件操作模块** | 本地文件读入 | FileOperation.cs |
| 本地文件写入 |

如表4-1阐述了只能摘要软件系统的3大主模块：UI模块、视频处理模块和本地文件操作模块，其中每个模块又被分为数个小的功能模块。

**4.2.1 UI模块设计**

该子系统是整个软件系统的表现层，是用户和软件系统的交互界面，通过人为点击软件界面上的按钮等触发响应事件对视频进行操作。

1）功能

表4-2 UI模块设计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 程序名称 | UI界面 | 标识符 | VideoMainForm |
| 相关数据库表 | 无 | | |
| 输入 | 鼠标点击事件，键盘输入字符 | | |
| 输出 | 显示事件列表，播放事件显示，分析结果显示等 | | |
| 程序处理说明 | 此模块主要是接收用户从鼠标或者键盘输入的信息，并对相应的按钮事件进行响应，调用其他模块的接口函数进行操作，然后显示结果。 | | |

2）性能

本模块要求UI控件显示美观，响应快速。

3）输入项

鼠标点击事件，键盘输入字符。

4）输出项

显示事件列表，播放事件显示，分析结果显示等。

5）算法

无。

6）流程逻辑

鼠标点击，键盘输入事件响应

调用分析视频模块或者本地文件操作模块进行处理

显示处理结果

图4-5 UI模块流程逻辑图

7）接口

此模块没有接口。

**4.2.2 视频处理模块**

**4.2.2.1 视频分析**

1）功能

表4-3 视频分析模块设计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 程序名称 | 视频分析 | 标识符 | analyzeVideo |
| 相关数据库表 | 无 | | |
| 输入 | 本地avi视频路径，软件主界面的对象 | | |
| 输出 | 保存着事件详细信息的EventNode列表 | | |
| 程序处理说明 | 此模块主要是对视频进行分析，通过帧间差分法和轮廓匹配对视频进行运动物体的检测和跟踪，然后记录下运动事件的详细信息，包括起止帧，轨迹，轮廓等，保存在EventNode数据结构中，最后得出一个保存事件列表的EventNode列表。 | | |

2）性能

本模块要求分析视频的事件要小于源视频文件时间长度的五分之一。

3）输入项

本地avi视频路径。

4）输出项

保存着事件详细信息的EventNode列表。

5）算法

帧间差分法。

6）流程逻辑

读入本地avi视频文件

使用帧差法进行运动物体的检测

使用轮廓匹配进行运动物体跟踪

提取事件的详细信息

将信息保存到EventNode数据结构中

生成事件列表

图4-6 视频分析模块流程逻辑图

7）接口

此模块的接口函数为static public void analyzeVideo(string filePath, VideoMainForm form)，其中参数filePath为本地视频路径，参数form为软件主界面对象。

**4.2.2.2 播放单个事件**

1）功能

表4-4 播放单个事件模块设计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 程序名称 | 播放单个事件 | 标识符 | playSingleEvent |
| 相关数据库表 | 无 | | |
| 输入 | 本地avi视频路径，事件的下标 | | |
| 输出 | 显示框出轮廓的指定事件 | | |
| 程序处理说明 | 此模块主要是从EventNode数据结构中读取指定事件的详细信息，然后将此事件播放出来，这个事件必须用矩形框框出最小轮廓，以便识别。 | | |

2）性能

本模块无性能要求。

3）输入项

本地avi视频路径。

4）输出项

显示框出轮廓的指定事件。

5）算法

此模块无算法。

6）流程逻辑

读入本地avi视频文件

从EventNode数据结构中读取指定事件的详细信息

在视频中定位事件的时间轴

显示事件的运动

用矩形框框出事件的最小轮廓

图4-7 播放单个事件模块流程逻辑图

7）接口

此模块的接口函数为static public void playSingleEvent(int index)，其中参数index为选中事件的下标。

**4.2.2.3 播放所有事件**

在这个模块中，播放事件请参考3.2.2，这里主要介绍生成本地视频文件。

1）功能

表4-5 播放所有事件模块设计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 程序名称 | 生成所有事件的视频文件 | 标识符 | playAllEvent |
| 相关数据库表 | 无 | | |
| 输入 | 本地avi视频路径 | | |
| 输出 | 所有事件的本地视频文件 | | |
| 程序处理说明 | 此模块主要是从EventNode数据结构中读取所有事件的详细信息，将这些事件的最小轮廓提取出来，整合到同一个视频中去播放，并保持到本地avi视频文件中。 | | |

2）性能

要求能同时生成200个以上的事件视频（这受限于内存大小）。

3）输入项

本地avi视频路径。

4）输出项

所有事件的本地视频文件。

5）算法

此模块无算法。

6）流程逻辑

读入本地avi视频文件

从EventNode数据结构中读取所有事件的详细信息

提取每一个事件的最小轮廓大小

将所有事件每一帧整合到同一个视频中

生成本地视频文件

图4-8 播放所有事件模块流程逻辑图

7）接口

此模块的接口函数为static public void playAllEvent()。

**4.2.3本地文件操作模块**

该子系统是实现本地文件读入以及写入。

1）功能

表4-6 本地文件操作模块设计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 程序名称 | 本地文件操作 | 标识符 | FileOperation |
| 相关数据库表 | 无 | | |
| 输入 | 本地文件路径，保存着事件详细信息的EventNode列表 | | |
| 输出 | 本地分析文件（写入），保存着事件详细信息的EventNode列表（读入） | | |
| 程序处理说明 | 此模块主要按照一定的数据结构将视频事件的信息写入本地分析文件保存，或者按照一定的数据格式将本地文件的事件信息读入到计算机内存中。 | | |

2）性能

本模块无性能要求。

3）输入项

本地文件路径，保存着事件详细信息的EventNode列表。

4）输出项

本地分析文件（写入），保存着事件详细信息的EventNode列表（读入）。

5）算法

无。

6）流程逻辑

新建本地文件

按照一定格式将EventNode的信息写入本地文件

关闭本地文件

打开本地文件

按照一定格式将本地文件的事件的信息读入EventNode

关闭本地文件

图4-9 本地文件操作模块流程逻辑图

7）接口

此模块写入文件的接口为static public void writeToFile(string filePath)，读入文件的接口为static public void readFromFile(string filePath)。

**4.3 系统数据结构设计**

由于智能视频摘要软件没有使用到数据库，所以这里的数据结构不包括数据库设计说明，这里只介绍软件系统用到的2个主要数据结构：EventNode类和本地分析文件数据结构。

**4.3.1 EventNode类结构设计**

表4-7 EventNode类数据结构

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **变量类型** | **变量名** | **变量的含义** |
| int | startFrame | 视频摘要事件的开始帧。 |
| int | endFrame | 视频摘要事件的结束帧。 |
| List<Rectangle> | trackList | 一个Rectangle类型的List列表，保存了整个视频摘要事件每一帧（或者间隔n帧）的矩形轮廓以及矩形轮廓左上角的坐标。 |
| Rectangle | rect | 此变量在运动物体检测与跟踪算法中，保存了上一帧中运动事件的矩形轮廓以及其左上角坐标。 |
| bool | mark | 此变量在运动物体检测与跟踪算法中，标记了该视频摘要事件是否已经完结。 |

表4-8 Rectangle类数据结构

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **变量类型** | **变量名** | **变量的含义** |
| int | X | 矩形轮廓左上角的x坐标。 |
| int | Y | 矩形轮廓左上角的y坐标。 |
| int | Width | 矩形轮廓的长。 |
| int | Height | 矩形轮廓的高。 |

如表4-7写出了EventNode的数据结构，一个EventNode变量记录了一整个视频摘要事件的所有信息。主要变量是startFrame、endFrame、trackList3个，前两者分别表示事件的开始帧和结束帧，然后trackList主要是保存从开始帧到结束帧这个帧段中摘要事件在每一帧（或者间隔n帧）中出现的位置以及其矩形轮廓大小。这种数据结构的好处是节省空间，与把摘要事件作为连续的图片提取出来相比，只是保存了事件出现的位置以及轮廓大小的EventNode节省的空间要大好多，一个是保存图片的List，一个是保存矩形轮廓以及轮廓左上角位置。

如表4-8写出了Rectangle类的数据结构，Rectangle类是C#中自带的类，它表示了一个矩形的长宽以及矩形左上角的坐标。

**4.3.2 本地分析文件数据结构**

由于此智能视频摘要软件是一个单机版的视频分析软件，要是采用数据库的方式来存储视频摘要事件的信息就要求用户对数据库配置有一定的了解，考虑到数据库配置起来比较麻烦，为了让用户更方便地使用这个智能视频摘要软件，所以采用将视频摘要信息保存到本地的txt文件这种保存方式。众所周知，分析一个视频需要的时间成本很高，将分析后的视频摘要信息备份保存，可以避免对视频进行二次分析，快速从本地文件读入视频的摘要信息。

表4-9 本地视频分析文件结构

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **文件头** | 事件数 | | 处理时的帧间隔 | | 视频的帧率 | |
| **事件1** | 开始帧 | 结束帧 | | 事件1节点数 | | 事件1节点列表 |
| **事件2** | 开始帧 | 结束帧 | | 事件2节点数 | | 事件2节点列表 |
| **.**  **.**  **.**  **.** | .  .  .  . | .  .  .  . | | .  .  .  . | | .  .  .  . |
| **事件n** | 开始帧 | 结束帧 | | 事件n节点数 | | 事件n节点列表 |

表4-10 事件的节点结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **节点1** | 矩形框x坐标 | 矩形框y坐标 | 矩形框长 | 矩形框宽 |
| **节点2** | 矩形框x坐标 | 矩形框y坐标 | 矩形框长 | 矩形框宽 |
| **.**  **.**  **.**  **.** | .  .  .  . | .  .  .  . | .  .  .  . | .  .  .  . |
| **节点n** | 矩形框x坐标 | 矩形框y坐标 | 矩形框长 | 矩形框宽 |

如表4-9所示，一个本地视频分析文件包括2个大的方面：一个是文件头，包含了视频的总摘要事件数、视频处理时的帧间隔和视频的帧率；另一个是摘要事件的列表。在摘要事件列表中，每一个事件包含的数据有：事件开始帧，事件结束帧，事件总节点数，事件节点列表。

表4-10为本发明保存某一个视频摘要信息的事件节点文件格式。一个事件的节点数据包括运动物体矩形轮廓的左上角坐标（x坐标和y坐标），和此运动物体矩形轮廓的长，宽。

**4.4 接口设计**

**4.4.1 用户接口**

本软件系统采用图形用户接口，以键盘鼠标为用户的输入设备，方便用户对视频的操作。同时在有响应事件或者异常事件发生的时候，会用友好的方式对用户进行通知和提示等，包括视频分析结果显示，操作错误窗口提醒等。

**4.4.2 外部接口**

本软件系统可以把视频摘要信息在本地txt文件中保存或者读入，可以节省用户二次分析浪费不必要的时间。视频的输入可以是单个视频，也可以是包含有多个视频文件的文件夹，即批量视频处理，每一个视频的所有摘要事件会用avi格式的视频保存下来，方便用户查阅。

**4.4.3 内部接口**

本系统的内部各模块的接口主要放在视频处理模块以及本地文件处理模块中，供UI模块调用。

**4.4.3.1 视频处理模块**

在视频处理模块中，接口函数用类VideoAnalyzeProcess类进行封装，主要对视频进行各种操作，主要的接口函数有：

static public void analyzeVideo(string filePath, VideoMainForm form)

分析视频主函数，提供给UI模块调用，参数filePath为视频文件路径，参数form为主窗口对象，通过此参数可以在窗口实时更新视频的分析进度以及分析结果。此函数将指定路径的视频分析，然后得出分析结果，生成事件列表，并将所有事件信息写入本地文件进行保存，写入文件操作需要调用本地文件操作模块。

static public void playSingleEvent(int index)

播放单个事件主函数，提供给UI模块调用，参数index为在事件列表中选中事件的下标。

static public void playAllEvents()

播放所有事件主函数，提供给UI模块调用，这里播放一个包含所有事件的avi格式视频，视频长度取决于最长事件的时间。

**4.4.3.2 本地文件处理模块**

用类FileOperation进行封装，实现将视频摘要事件信息按一定格式写入本地文件或者按一定格式从本地文件读入事件信息的功能，主要接口函数有：

static public void writeToFile(string filePath)

将分析完的视频摘要事件信息按照一定格式写入本地文件进行保存，参数filePath为本地文件路径。这里的文件数据格式请参照4.3节的数据结构设计。

static public void readFromFile(string filePath)

按照一定的数据格式读入本地视频分析文件，此文件包含视频中所有摘要事件的信息，参数filePath为本地视频分析文件的路径。这里的文件数据格式请参照4.3节的数据结构设计。

**4.5 代码清单**

下表4-11列出了本项目所包含的所有源代码文件，以及对应的说明。

表4-11 代码清单

|  |  |
| --- | --- |
| **文件名** | **程序功能用途** |
| Program.cs | 这个类为整个C#窗口应用程序的入口 |
| Globals.cs | 保存了一些全局变量 |
| VideoMainForm.Designer.cs | 软件主界面显示的类 |
| VideoMainForm.cs | 软件主界面事件响应处理 |
| VideoMainForm.resx | 此文件保存了软件主界面的资源文件 |
| PlayForm.Designer.cs | 播放界面显示的类 |
| PlayForm.cs | 播放界面事件响应处理 |
| PlayForm.resx | 此文件保存了播放界面的资源文件 |
| EventNode.cs | 一个摘要事件的数据结构以及相应操作 |
| VideoMainForm.cs | 负责视频处理的所有操作 |
| FileOperation.cs | 负责本地文件读写操作 |

1. **软件运行与测试结果分析**

**5.1 系统运行实例**

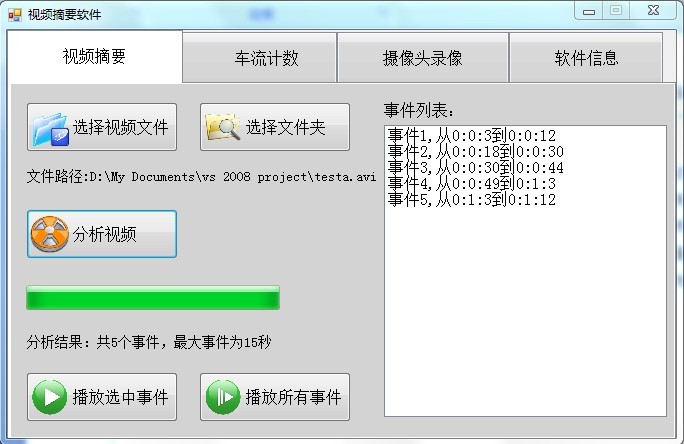
系统运行实例这部分主要介绍智能视频摘要软件的运行步骤，以及这些步骤的预期输入与输出。

**5.1.1 分析单个视频**

步骤1：在软件的主界面点击“选择视频文件”按钮，然后在跳出的文件选择框中选择一个avi格式的视频（opencv只支持avi格式视频的处理），选择完视频之后在“选择视频文件”按钮下方的文本标签会显示所选择视频文件的路径。

步骤2：确认选择的视频文件无误后，点击“分析视频”按钮，系统就会自动根据刚才选择的视频文件路径找到对应视频进行分析（如果有本地分析文件则读入分析文件），在“分析视频”按钮下方的进度条同步显示了现在的分析进度。当分析完视频后，在进度条下方的文本标签会显示视频的分析结果，分析结果包括视频的总摘要事件数以及视频的最大事件持续时间。另外在软件界面的右边会显示视频所有摘要事件的列表，列表信息包含事件的编号，以及每个事件的开始时间和结束时间。分析完一个视频后如图5-1所示：

图5-1 分析单个视频结果显示



**5.1.2 批处理视频**

步骤1：点击“选择文件夹”按钮，然后在跳出的文件夹选择框中选择一个包含有多个avi视频的文件夹，注意这里如果文件夹中夹杂有其他格式的文件，系统会自动过滤掉，只读取avi格式的视频文件，然后在“选择文件夹”按钮下方的文本标签会显示出这个文件夹的路径。

步骤2：点击“分析视频”按钮，系统就会自动根据刚才选择的文件夹路径找到对应视频逐个进行分析，在“分析视频”按钮下方的进度条同步显示了当前正在被分析视频的进度，同时在进度条下方的文本标签会显示当前正在分析第几个视频，以及总视频的个数。当分析完所有视频后，在进度条下方的文本标签会显示“所有视频分析完毕”。因为这里的界面显示跟分析单个视频的界面大同小异，只是在事件列表中没有事件显示而已，所有就不做截图了。

备注：不管是分析单个视频还是分析批处理视频，都会在视频当前目录新建一个名字叫“analyze”的文件夹，用以存放分析文件以及所有摘要事件的avi视频文件。本地视频分析文件的名字格式为：视频文件名字.txt，所有摘要事件的avi视频文件名字就用源视频文件的名字。假如你分析的视频名字为“test1.avi”，那生成的本地分析文件名字就是“test1.avi.txt”，所有摘要事件的avi视频文件名字为test1.avi。这里值得一提的是，由于所有摘要事件的视频文件时保存在源视频文件所在目录的子目录（analyze）下面的，所有不用担心出现同名的文件，如下图5-2所示：

图5-2 生成的本地文件目录结构



**5.1.3 播放单个事件**

步骤1：在完成5.1.1介绍的分析单个视频之后，在事件列表会显示出一系列事件，用户在事件列表中选择自己想观看的事件。

步骤2：点击“播放选中事件”按钮，系统会跳出一个视频播放界面，并且自动将视频的播放进度跳到该事件的开始事件点，用户就可以方便的观看该事件了，在播放过程中用户可以随意进行拖动进度条，暂停等操作，如图5-3所示

图5-3 播放单个事件



**5.1.4 播放所有事件**

步骤1：点击“播放所有事件”按钮，系统会跳出一个类似于播放单个事件的播放界面，然后读取所有摘要事件的视频文件将其播放。不同的是，所有事件的视频中每一个事件左上角都会有一个事件编号，并且将重叠的事件进行半透明处理，方便用户识别，一旦你对某个编号的事件感兴趣，那你就可以在事件列表中选中那个事件，进行单独播放。所有事件的运行效果如下图5-4所示：

图5-4 播放所有事件



**5.2 测试环境**

CPU：AMD双核，2.30GHz

内存：DDR2代，3.25GB

显卡：ATI Radeon HD 3850，512MB

硬盘空间：10G以上的硬盘空间，用以存放视频结果

**5.3 测试结果分析**

软件的测试主要是性能测试，其中又可以分为压力测试和速度测试。

**5.3.1 压力测试**

这里所谓的压力测试就是测试这个智能视频摘要软件的瓶颈所在，比如说当分析一个时间很长的视频文件，系统会不会崩溃。鉴于软件本身的实现方式以及其算法，在进行视频处理的时候只用了单线程，而且对视频或者图像进行操作的函数都是opencv中一些基本的函数，也没有涉及复杂的算法，因此从这点上来看软件所占用的cpu资源并不会很多。反倒是视频处理过程中对内存占用率相当高，因为随着视频的分析，摘要事件个数越来越多，所需要用到的内存来保存这些摘要事件或者生成所有摘要事件的视频的时候占用的内存越大，下表5-1的数据用来显示当视频长度不一样或者事件数不一样的时候软件的运行情况：

表5-1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **视频编号** | **视频长度/时：分：秒** | **分析时间/时：分：秒** | **事件个数/个** | **内存最大占用量/MB** | **CPU平均占用率** | **软件运行情况** |
| 1 | 00:05:09 | 00:00:30 | 25 | 148.4 | 48% | 正常运行 |
| 2 | 00:30:00 | 00:03:50 | 18 | 110.5 | 47% | 正常运行 |
| 3 | 01:01:00 | 00:7:30 | 100 | 820.6 | 51% | 正常运行 |
| 4 | 01:00:00 | 00:10:17 | 199 | 1557.9 | 52% | 内存溢出 |
| 5 | 04:47:00 | 00:15:44 | 20 | 147.1 | 48% | 正常运行 |
| 6 | 09:36:00 | 00:25:44 | 29 | 185.7 | 51% | 正常运行 |

从表5-1中可以看出（1）不管视频长度是多少，视频的摘要个数是多少，CPU的占用率都基本维持在50%左右，这说明此软件在运行过程中并不会占用系统太多CPU资源，也就是说CPU不是智能视频摘要软件的瓶颈；（2）同时从表中“视频长度”那列和软件“运行情况”那列的结果来看，软件可以处理很长的视频这是无可非议的，不管你视频有多长，只要事件数比较少，那就能正常运行，由于我手上也没有比6号视频更长的视频了，所有也不能做更深入的测试；（3）从“事件个数”、“内存最大占用量”和“软件运行情况”这3列可以明显看出事件个数和内存最大占用量的关系，视频的摘要事件数量越多，所需要的内存就越大，而这部分内存主要用在生成所有摘要事件的avi视频文件中，4号视频有199个事件，内存占用了1557.9MB，直接导致内存溢出。

所以我得出的结论就是：当视频中的摘要事件数太多的时候，将会在生成所有摘要事件的avi视频时候占用很大内存，甚至导致内存溢出。那么从这看来，智能视频摘要软件的瓶颈就是摘要事件数以及计算机的物理内存大小。后来我控制事件个数进行测试，发现在150个事件左右的时候内存会溢出，就是说此软件目前最多能处理150个事件以内的监控视频。

关于瓶颈的解决方案：（1）改进生成所有摘要事件avi视频的算法，降低其内存消耗，目前正在往这方面去努力，但是还没有得出更好的算法；（2）将所有摘要事件的视频拆分成几个，比如说一个500摘要事件的所有事件视频文件可以分成5个100摘要事件的视频，这个方法相对于第一个方法更容易实现。

***（1）正文层次***

*正文所有章节按“第一章、第二章、第三章……（换章时必须换页）；1.1、1.2、1.3……；1.2.1、1.2.2、1.2.3……”编排。各层次题序及标题不得置于页面的最后一行（孤行）。*

***（2）正文字号、字体、行距***

*第一级标题：三号，宋体，加粗，居中，上下空一行；*

*第二级标题：小三号，宋体，加粗，居左，上下空一行；*

*第三级标题：四号，宋体，加粗， 居左，不空行；*

*正文：小四号，宋体，行距为固定值20磅。段首行空2个汉字。*

***（3）插图和插表***

*插图（表）的标题和图（表）内文字：五号，宋体****。***

*插图（表）必须有图（表）题（由号和名组成）。图（表）号按章排序，如第一章第一图的号为“图1-1”。图题置于图下方，表题置于表上方。*

*插图与其图题不得拆开排写于两页。图中若有分图时，分图号用a)、b)等置于分图之下。有数字标注的坐标图，必须注明坐标单位。*

*表格不加左、右列线；表内数字空缺的格内加“——”字线；如某个表格需要换页接排，在随后的各页上应重复表的编排，编号后跟标题和（续）。如：表2-1 加入激素后的实验结果比较（续）。*

*（另起页：论文主体范例）*

**结 论**

*（三号，宋体，加粗，居中，上下空一行）*

*正文：小四号，宋体，行距为固定值20磅；段首行空两个汉字。*

*（另起页：参考文献范例）*

**参考文献**

*（参考文献标题为三号，宋体，加粗，居中，上下空一行；正文为五号，宋体，行距为固定值20磅）*

*参考文献格式及范例：*

a.专著、论文集、学位论文、报告

〔序号〕主要责任者.文献题名〔文献类型标识〕.出版地:出版者，出版年.起止页码(任选).  
　　〔1〕刘国钧，陈绍业，王凤翥.图书馆目录〔M].北京:高等教育出版社，1957.15-18.  
　　〔2〕辛希孟.信息技术和信息服务国际研讨会论文集:A集〔C〕.北京:中国社会科学出版社，1994.  
　　〔3〕张筑生.微分半动力系统的不变集〔D〕.北京:北京大学数学系数学研究所，1983.  
　　〔4〕冯西桥.核反应堆压力管道和压力容器的LBB分析〔R〕.北京:清华大学核能技术设计研究院，1997.

b.期刊文章  
　　〔序号〕主要责任者.文献题名〔J〕.刊名，年，卷(期):起止页码.  
　　〔5〕何龄修.读顾城《南明史》〔J〕.中国史研究，1998，(3):167-173.  
　　〔6〕金显贺，王昌长，王忠东，等.一种用于在线检测局部放电的数字滤波技术〔J〕.清华大学学报(自然科学版)，1993，33(4):62-67.

c.论文集中的析出文献  
　　〔序号〕析出文献主要责任者.析出文献题名〔A〕.原文献主要责任者(任选).原文献题名〔C〕.出版地:出版者，出版年.析出文献起止页码.  
　　〔7〕钟文发.非线性规划在可燃毒物配置中的应用〔A〕.赵玮.运筹学的理论和应用——中国运筹学会第五届大会论文集〔C〕.西安:西安电子科技大学出版社，1996. 468-471

d.报纸文章  
　　〔序号〕主要责任者.文献题名 〔N〕.报纸名，出版日期(版次)  
　　〔8〕谢希德.创造学习的新思路〔N〕.人民日报，1998-12-25(10)

e.国际、国家标准  
　　〔序号〕标准编号，标准名称〔S〕.  
　　〔9〕GB/T 16159-1996，汉语拼音正词法基本规则〔S〕.

f.专利  
　　〔序号〕专利所有者.专利题名〔P〕.专利国别:专利号，出版日期  
　　〔10〕姜锡洲.一种温热外敷药制备方案〔P〕.中国专利:881056073，1989-07-26

g.电子文献  
　　〔序号〕主要责任者.电子文献题名〔电子文献和载体类型标识〕.电子文献的出处或可获得地址，发表或更新日期/引用日期(任选)

（11〕王明亮.关于中国学术期刊标准化数据库系统工程的进展〔EB/OL〕.http://www.cajcd.edu.cn/pub/wml.txt/980810-2.html'1998-08-16/1998-10-04  
　　h.各种未定义类型的文献

〔序号〕主要责任者.文献题名〔Z〕.出版地:出版者，出版年。