

交通图像 检测与分析

史忠科 曹 力 / 著



科学出版社

www.sciencep.com

交通图像检测与分析

史忠科 曹 力 著

国家自然科学基金重点项目和教育部重大项目培育基金资助项目

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共 10 章,主要内容包括绪论、数字图像处理基础、交通监控系统、车牌检测与识别技术、交通视频图像的处理、道路交通信息的视频检测技术、运动车辆的跟踪、车辆视频导航技术初探、运动行人检测与分析、未来研究与展望。

本书可供从事交通运输、图像处理、自动控制研究的工程技术人员及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通图像检测与分析/史忠科,曹力著. —北京:科学出版社,2007
ISBN 978-7-03-018720-8

I. 交… I. ①史… ②曹… III. 交通运输规划—数字图像处理
IV. U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 033316 号

责任编辑:董安齐/ 责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 4 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007 年 4 月第一次印刷 印张:16 1/4

印数:1—3 000 字数:312 000

定价:40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<新欣>)

销售部电话:010-62136131 编辑部电话:010-62137026(BA08)

前 言

智能运输系统(ITS)将先进的信息、数据通信传输、电子传感、电子控制以及计算机处理等技术有效集成,构成了完整的综合运输和管理体系。该系统在大范围内、全方位发挥作用,可以实时、准确、高效运行,以缓解交通拥挤问题。道路交通信息,如车流量、车型、车速、车辆运行轨迹等基本交通参数的获取是 ITS 发挥作用的前提和基础。交通图像中包含了大量信息,可以便捷地获取有关交通参数。因此,交通图像已经为众多研究人员所关注,并且已取得一系列成果。

交通图像涉及公路、铁路、水路、管道、航空航天等诸多方面,本书仅将与城市交通密切相关的交通监视,交通参数提取,以及车牌自动识别、道路识别、行人检测等图像处理技术做一介绍。

近年来,作者结合交通图像检测、监视系统的研制,在实际处理方法和工程实现方面做了一些工作,其中“基于目标图像的鲁棒跟踪与攻击方法”、“交通图像检测分析系统”、“机动车辆超速检测系统”等研究项目获得了国家自然科学基金重点项目和教育部重大项目培育基金资助以及省部级奖励。因此,在对交通图像分析方法总结的同时,作者将有关交通图像检测和处理方法的应用也在书中一并讨论。

全书由史忠科、曹力统稿。在本书撰写过程中,张玉姣、左奇、袁基炜、曲仕茹、陈诗皓、王奇、李斌、皮燕妮、常好丽、卢卫娜等做了大量工作,杨珺、宋蕾、薛洁妮、刘张雷等参与了校稿工作,一并在在此表示感谢。

鉴于目前尚无专门总结交通图像检测与分析方面的著作,作者以此书抛砖引玉,书中不妥之处还望广大读者批评指正。

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 交通监控	1
1.1.1 收费和路况监控	1
1.1.2 违章自动监测	2
1.2 交通参数提取	3
1.2.1 基于虚拟点、虚拟线、虚拟线圈的交通参数提取方法	4
1.2.2 基于目标提取和跟踪的交通参数提取方法	5
1.3 车牌自动识别系统	6
1.3.1 车牌定位	8
1.3.2 车牌预处理	8
1.3.3 车牌字符识别	9
1.4 道路识别	9
1.5 行人检测	12
2 数字图像处理基础	16
2.1 图像的数字化描述及基本概念	16
2.1.1 图像的数字化描述	16
2.1.2 相关概念	17
2.2 图像压缩	19
2.2.1 常用图像压缩方法	19
2.2.2 常见的图像文件格式	21
2.3 图像的滤波	22
2.3.1 领域平均法	22
2.3.2 中值滤波法	22
2.3.3 高斯滤波	22
2.3.4 维纳滤波	22
2.4 图像的分割	24
2.4.1 区域分割技术	24
2.4.2 边缘检测技术	26
2.4.3 轮廓提取及跟踪	28
2.5 图像检测技术	29

2.5.1	投影法	29
2.5.2	帧差法	30
2.5.3	模板匹配	30
2.6	特征提取	31
2.6.1	目标描述	31
2.6.2	特征抽取	31
2.7	图像形态学处理	32
3	交通监控系统	34
3.1	多路视频监视技术	34
3.1.1	视频监视技术简介	34
3.1.2	视频监控系统的基本组成	35
3.1.3	图像及其他信号的传输方式	39
3.1.4	计算机多媒体监控技术	41
3.1.5	数字视频远程监控系统	43
3.2	闯红灯检测技术	46
3.2.1	基本原理	47
3.2.2	XATM-III 型闯红灯监摄系统	47
3.2.3	图像后期处理系统	50
3.2.4	系统主要特点	52
3.2.5	几个关键技术问题	53
3.2.6	数码相机闯红灯监测系统简介	54
3.3	超速检测技术	55
3.3.1	基本原理	55
3.3.2	系统特点	56
3.4	嵌入式实时 DSP 交通监控系统	57
3.4.1	系统的组成原理	57
3.4.2	系统的实现	64
3.4.3	系统应用	67
4	车牌检测与识别技术	69
4.1	概述	69
4.1.1	车牌自动识别系统的组成	69
4.1.2	车牌自动识别系统的研究现状	70
4.1.3	LPR 技术的应用	72
4.2	车牌定位提取	73
4.2.1	基于数学形态学的车牌定位	73
4.2.2	基于投影法的车牌定位	83

4.2.3 基于模糊边缘检测的车牌定位	84
4.3 车牌分割及字符提取	87
4.3.1 车牌图像分割	88
4.3.2 车牌的几何校正	95
4.3.3 字符的切分方法	97
4.4 字符辨识	101
4.4.1 字符大小的归一化	101
4.4.2 车牌字符的特征提取	102
4.4.3 基于字符统计模板的识别方法	107
4.4.4 基于傅里叶描述子特征的数字、字母识别	111
4.4.5 基于层次搜索的车牌字符识别	111
4.4.6 基于神经认知机的字符识别	114
5 交通视频图像的处理	118
5.1 视频成像变换	118
5.1.1 坐标系定义	118
5.1.2 成像变换	118
5.2 背景更新技术	122
5.2.1 背景帧差背景更新技术	122
5.2.2 连续帧差背景更新技术	124
5.3 运动检测算法	126
5.3.1 基本方法简述	126
5.3.2 基于 HIS 色彩空间的运动检测方法	127
5.4 视频图像分割	129
5.4.1 传统的基于背景差分的视频分割	129
5.4.2 基于背景差分 and 噪声模型的视频分割	130
5.4.3 噪声去除	132
5.5 基于彩色检测线间差分的阴影消除方法	134
5.5.1 引言	134
5.5.2 车辆/阴影模型的建立与判决	135
5.5.3 阴影消除方法	137
5.5.4 阴影消除实验及分析	139
5.6 交通信息检测基础	140
5.6.1 虚拟检测线	141
5.6.2 车辆检测	141
5.7 交通参数提取	142
5.7.1 车流量	142

5.7.2	车型	142
6	道路交通信息的视频检测技术	146
6.1	概述	146
6.1.1	基于非模型的交通信息采集技术	146
6.1.2	基于模型的交通信息采集技术	147
6.2	非模型的道路交通信息视频检测	148
6.2.1	交通信息视频检测算法描述	148
6.2.2	车流量视频检测方法	149
6.2.3	车速视频检测算法	152
6.2.4	其他交通参数的导出方法	155
6.3	基于模型的交通信息视频检测方法	156
6.3.1	算法简介	156
6.3.2	检测区域分布	158
6.3.3	运动图像分割	158
6.3.4	基于目标的多尺度形态滤波	159
6.3.5	运动角点跟踪	159
6.3.6	区域跟踪	163
6.3.7	实际检测效果测试	164
6.4	排队长度的视频检测	165
6.4.1	基于投影法的车辆排队检测方法	165
6.4.2	基于边缘分割的车辆排队检测算法	167
7	运动车辆的跟踪	169
7.1	车辆轨迹的视频跟踪思路	169
7.1.1	跟踪预处理	169
7.1.2	跟踪策略	172
7.2	起始跟踪问题	173
7.2.1	运动目标的特征	174
7.2.2	特征相似度评判函数	174
7.3	轨迹跟踪方法	177
7.3.1	基于 Kalman 滤波的跟踪回顾	177
7.3.2	基于 GM(1,1)模型的跟踪	178
7.3.3	跟踪方法的性能分析	180
7.3.4	基于支持向量机的运动轨迹分析	183
7.4	目标的合并和分离处理	187

7.5	跟踪实验	188
8	车辆视频导航技术初探	189
8.1	公路标识辨识技术简介	189
8.1.1	引言	189
8.1.2	路标提取算法简介	192
8.1.3	路标识别算法	195
8.2	道路识别技术	197
8.2.1	道路标识识别	198
8.2.2	提取车道标线的特征点	204
8.2.3	实验结果	205
8.3	道路模型匹配与跟踪	206
8.3.1	道路模型	206
8.3.2	模型匹配	208
8.3.3	道路的视频跟踪	209
8.3.4	实验结果及分析	209
8.4	基于视频的前车检测	212
8.4.1	工作模式的判断	212
8.4.2	日间驾驶前车检测	213
8.4.3	夜间驾驶前车检测	215
8.4.4	前车跟踪	217
8.4.5	实验结果	219
9	运动行人检测与分析	222
9.1	概述	222
9.2	运动行人检测的实现思想	223
9.2.1	行人检测	224
9.2.2	行人跟踪	225
9.2.3	运动参数提取	226
9.3	运动行人检测算法	226
9.3.1	运动行人检测方法	226
9.3.2	图像的预处理	227
9.3.3	运动行人分割	228
9.3.4	运动行人的初步检测	230
9.3.5	行人的精确检测	231
9.3.6	试验结果	232
9.4	行人识别与跟踪	233
9.4.1	运动行人跟踪	233

9.4.2	目标特征提取	235
9.4.3	行人的运动预测	237
9.4.4	特征匹配	237
9.4.5	行人运动分析	240
10	未来研究与展望	243
10.1	图像采集系统	243
10.2	图像鲁棒检测和识别	243
10.3	图像处理方法的实时性和有效性	244
	主要参考文献	245

1 绪 论

近年来,随着国民经济的快速发展和机动车辆的迅猛增加,我国城市交通问题日益严峻,交通阻塞,交通事故频繁发生。如何在不同城市建立行之有效的智能运输系统(intelligent transportation systems, ITS),如何快捷地进行交通监控、交通调度和交通控制已经成为当前亟待解决的问题。

智能运输系统是将先进的信息技术、数据通信传输技术、电子传感技术、电子控制技术以及计算机处理技术有效地集成运用于整个运输管理体系,从而建立起一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合运输和管理系统。在公路运输领域,该系统将采集到的各种道路交通信息及服务信息经交通管理中心集中处理后,传输到公路运输系统的各个用户,出行者可实时选择交通方式和交通路线;交通管理部门可自动进行合理的交通疏导、控制和事故处理;运输部门可随时掌握车辆的运行情况,进行合理调度。由此可见,道路交通信息如车流量、车型、车速、车辆运行轨迹等基本交通参数的获取是 ITS 发挥作用的前提和基础,而交通图像中包含了丰富的信息,已经为众多研究人员所关注^[15,18,19]。由于交通图像涉及公路、铁路、水路、管道、航空航天等诸多方面,范围之广,难于一一细述。本书仅将与城市交通密切相关的交通监控、交通参数提取、车牌自动识别系统、道路识别、行人检测等图像处理技术做一简单介绍。

1.1 交通监控

交通监控主要用于收费监视、路况监控、违章自动监视和记录等方面,对于提高交通效率、预防交通事故有重大意义。下面分别从收费和路况监控、违章自动监测两方面介绍。

1.1.1 收费和路况监控

交通监视与控制系统的首要任务是通过对高速公路、城市道路的交通流、路况和气候等情况的实时监视,提取交通流的特征值及环境特征值,在交通拥挤未发生时,及时采取措施,调整交通量,防止交通拥挤发生;在偶然事件发生时,能及时检测到偶然事件,发出报警信号,通知有关部门进行事件处理,同时利用各种信息发布手段,通知道路使用者,避免产生二次事故,减少交通延误和交通阻塞。交通监视与控制系统的目的是为道路使用者提供可靠、及时、明确的路况信息,为道路管理者提供科学的管理依据,保证高速公路、城市道路的畅通、快速。

提高高速公路、城市道路交通监控系统的自动化、信息化、网络化水平，对增强交通宏观控制能力、科学决策能力和应变能力是十分重要的。

视频图像收费系统是通过在监控系统的计算机上加上视频采集卡，并利用VFW（vedio for windows）技术实现的。这种方法非常灵活，不但可以实现以往监控系统的所有功能，而且可以对采集的时机进行计算机控制，并可对采集到的图像进行存取和处理，克服了以往监控系统的缺点。

在站级收费系统中，目前较多的研究工作是致力于利用现有的通信线路，实现图像抓拍、数据绑定功能。具体地说，就是利用现有的站级收费系统，在增加较少的设备投资的情况下，将摄像机的图像数据化，存入计算机收费系统中，同时将图像与计算机收费系统的收费数据绑定，便于收费站监控人员的监控和管理人员的稽查。

现在使用较多的图像抓拍系统主要是利用键盘或车辆检测线圈触发图像抓拍，即当收费员触动某些按键或当车辆通过车辆检测线圈时实施自动图像抓拍。在抓拍的图像上还需要增加时间、事件、交易等信息，然后，通过数据通道将数据化的图像信息、事件数据、交易数据、卡信息数据传输到站级收费监控工作站。

1.1.2 违章自动监测

由于各种交通违章，交通事故逐日增多。交通管理部门由于警力有限，不可能依靠人力对所有路段、路口实行全天候、全方位的管理，所以只能向科技要警力，依靠现代化科学技术手段来管理交通。道路交叉口违章自动监测管理系统，俗称“电子警察”，是集可视化技术、图像处理技术、自动控制技术、计算机通信技术以及数据库管理技术为一体的新技术。它可以全天候自动监测道路交叉口的闯红灯的违章行为，并能对违章车辆进行监测记录、拍摄照片，协助交通管理部门对违章驾驶员进行处罚教育，促使其自觉遵守交通法规，增强道路交通安全意识，减少违章和事故，确保道路交叉口交通畅通。

国内目前使用的违章自动监测管理系统一般分为以下三种。

1. 普通照相机式

由普通照相机和车辆感应线圈构成。这种方式结构简单，设备投资少，拍出的照片分辨率高。但每天需要人工更换胶卷（36张），进行冲洗，且昼夜需用不同型号的胶卷，成本较高。另外，夜间用于补光的闪光灯和感应车辆用的感应线圈比较难维护，维护费用也较高。

2. 数字照相机式

由数码相机和感应线圈构成。它实际上是对第一种电子警察系统的改进。它能直接将抓拍到的照片数字化，然后存储在闪存卡上（每块闪存卡可存几百张照

片),或通过数字相机的通信接口将照片存入计算机。这种方式拍出的照片既具有较高的分辨率(300万以上像素),又省去了人工更换胶卷和冲洗照片的麻烦。但仍然存在维护难、维护费用高的问题。

3. 视频检测式

由工业摄像机和工业控制计算机构成。它不用感应线圈检测车辆,而是由计算机对监视区域的实时图像进行处理分析来判断是否有车辆违章。它将工业控制摄像机拍到的图像数字化后直接存入控制计算机的硬盘,硬盘的数据通过电话线传回数据管理中心,无需人工取盘。此外,使用超级动态调整低照度摄像机,夜间仅利用路灯、车牌尾灯或追尾大灯就可进行有效抓拍,不需安装闪光灯。与其他系统相比,它具有拍摄速度快(25张/s)、存储量大(用硬盘存储)、自动化程度高(通过电话线取回路口照片)、应用范围广(可用于检测违章超车、违章停车等多种违章)的特点。视频检测式违章自动监测系统技术正被普遍采用。

视频检测式违章自动监测系统对于每一辆违章车辆可以做到:在路灯照明情况下,自动记录车速小于150km/h的车辆违章现场图像,所记录的图像最少为连续的3幅,其内容包含违章车辆、红灯信号、停车线、违章时间、地点、车辆行驶方向等有关信息。同时,还可将违章现场图像按要求传回交通监控及管理中心。视频检测式违章自动监测系统的检测率能达到90%以上。

1.2 交通参数提取

对道路交通信息进行实时检测,根据交通流的变化,迅速做出交通诱导控制,可以有效地减轻道路拥挤程度,减小车辆行车延误,降低交通事故发生率,保障行车安全,并能使交通设施得到充分利用,实现交通运输业的集约式发展,最终实现ITS的目的。因此,道路交通流信息的实时采集与处理方法的研究无论对城市的交通控制、交通管理、交通规划、路网建设,还是对未来智能运输系统功能的实现都具有重要的理论意义和实用价值^[19]。

20世纪70年代以来,国内外专家、学者提出了多种交通参数提取方法,主要依靠测速雷达、环形检测线圈、超声波检测器、交通微波探测器等设备获取交通参数。实际应用表明,这几种交通参数获取办法具有如下缺点:①检测精度和可靠性不高;②不适宜大范围检测;③获取的交通信息量较少;④无法显示车型及交通现场等对于交通调查与分析、交通处罚至关重要的信息。由于受到检测范围、检测能力和可靠性等方面的限制,上述几种交通参数提取方法已不能满足ITS的要求,研究有更高应用价值的交通参数提取方法显得日益重要^[13]。

基于视频图像的交通参数提取方法是近些年出现的一种新的交通参数获取方案^[15~17]。基于视频图像的交通参数提取系统是由摄像机、计算机处理技术、微处

理器或工控机等构成,涉及图像处理、计算机视觉、模式识别、信号处理及信息融合等多个知识领域。与上述几种交通参数提取方法相比,基于视频图像的交通参数提取方法具有众多优点:①机器设备安装方便,不具有破坏性。视频照相机的安装简单方便,且安装时并不破坏路面、不影响公路交通。同时,可以有效利用公路网上已有的视频设备,这将大大节省开支。②覆盖面积大。一套视频参数提取设备能够同时检测几条车道。③获取的交通信息量丰富。基于视频图像的交通参数提取方法不仅可以获取车流量、车速、车型等常规交通信息,还可以获取常规检测器无法得到车辆运行轨迹,以及大范围交通现场信息等。④具有交通监控和交通管理功能,这是其他检测设备无法做到的。⑤为交通管理部门提供可视图像^[20]。

由于上述优点,基于视频图像的交通参数提取已应用到各个领域。通过在公路上安装电荷耦合器件图像传感器(charge coupled devie, CCD),对采集到的图像进行处理获得交通参数,交通管理者使用 ATMS(交通管理系统,是 ITS 的子系统)对获取的交通参数进行处理,从而完成信号灯控制、诱导信息发布、道路管制、事故处理与救援等交通控制与监控任务。电子收费系统(ETS,是 ITS 子系统)通过对交通视频图像进行处理获取车型等交通参数,在此基础上实现不停车收费,从而大大减小了交通堵塞的可能性。交通信息服务系统(ATIS,是 ITS 子系统)通过对装备在机动车、停车场等处的 CCD 获取的视频图像进行处理获取交通参数,然后对参数进行处理后向社会提供实时的公共交通信息、换乘信息及与出行相关的其他信息,使出行者可根据这些信息确定出行方式和选择路线。

纵观交通参数提取方法的发展历程,基于视频图像的交通参数提取方法由于其无可比拟的优势,必将成为未来实时交通参数获取的发展方向。

近些年来,基于视频图像的交通参数提取方法已成为国内外学者关注的重点。从具体处理对象来看,该方法可分为两大类:基于虚拟点、虚拟线、虚拟线圈的交通参数提取方法及基于目标提取和跟踪的交通参数提取方法。

1.2.1 基于虚拟点、虚拟线、虚拟线圈的交通参数提取方法

该方法是在车道上设置虚拟点、虚拟线或虚拟线圈,当车辆经过虚拟点、虚拟线或虚拟线圈所在位置时,这些位置上的图像信号会发生变化,然后对这部分变化的信号进行处理,从而获取交通参数。最早出现的是 Takaba 等在 1982 年提出的以虚拟点为处理单元的交通参数提取方法。1989 年 Rafael M Inigo 提出了一种基于虚拟线的交通参数提取方法^[18],该方法在与道路垂直的方向上按车道设置虚拟检测线,根据检测线上的像素强度变化情况来检测车辆,通过检测线间的距离和车辆通过检测线所用的时间求出车速。类似的,Panos G Michalopoulos 在 1991 年也提出了一种基于虚拟线的交通参数提取方法,该方法主要根据车道位置在垂直于车道的方向上设置虚拟检测线组,利用车道间的距离和检测线像素值变

化来提取车流量和车速等参数。Andrew 等也于 2000 年提出了基于虚拟线圈的交通参数提取方法,该方法通过检测虚拟线圈上的像素强度的变化来检测车辆,它可以根据实际情况自动调整虚拟线圈尺寸,使提取的交通参数的可靠性得到了提高。应当看到,这种基于虚拟点、虚拟线、虚拟线圈的交通参数提取方法取得了一定的成果,但是由于该类方法的处理对象是局部区域内的点或线,因此这种交通参数提取方法还存在着下述不足:

(1) 易受噪声干扰。由于该方法处理的对象为虚拟点、虚拟线、虚拟线圈上的像素点。这些局部像素点易受噪声影响而使其像素值发生变化,从而影响到参数提取。

(2) 易受车道的影响。该类方法多对车道依赖性较大,主要检测车道线内有无车辆,而实际情况中,常出现车辆横跨车道线的情况,致使漏检或多检车辆的错误,从而影响了参数提取。

(3) 易受车辆阴影影响。上述几种基于虚拟点、虚拟线、虚拟线圈的交通参数提取方法在其处理过程中,多在灰度空间进行处理,即先将 CCD 采样获取的彩色信息转化为灰度空间的强度信息,然后再进行处理,这样就失去了区分车辆、阴影和背景的能力。显而易见,在灰度空间内,阴影的强度比背景的强度要低,且灰色车辆和暗红色车辆的强度也比背景要低,因此这种方法对低亮度车辆和其阴影区分能力较差;同时由于这种方法以点或线为处理单元,失去了车辆的整体特征,又进一步加大了对车辆和阴影进行区分的难度。因此,该方法易把阴影作为车辆来处理。

(4) 所提取的交通参数不够全面且可靠性不高。由于该方法是对小范围内的点、线或线圈上的像素进行处理而获取交通参数,因此对交通密度、空间平均速度等参数难以求取;同时,该方法对速度或运动轨迹等参数是在小范围内求取的,往往会有较大偏差。

1.2.2 基于目标提取和跟踪的交通参数提取方法

该方法通过视频分割提取出运动目标,然后在跟踪目标的基础上提取出交通参数^[22,24,66~68]。该类参数提取方法已成为当前的研究焦点,国内外学者就此方法不断发表新见解。Benjamin Coifmana 等在 1998 年提出了一种基于特征跟踪的交通参数提取方法,该方法以相机校正为基础,通过特征跟踪提取出车流量、车速及车流密度等参数。Young -Kee Jung 等于 1999 年提出了一种先利用背景差分的视频分割方法提取出运动车辆,然后通过基于 Kalman 滤波的跟踪方法对运动车辆进行跟踪而获取车流量和车速等参数的方法。Daniel 等^[14]对交通参数提取问题进行了研究,并于 2000 年提出一种先用 Sobel 算子对差分图像进行边缘提取而获取运动车辆的约束框,再对约束框进行重心跟踪而获取车长和平均车速的参数提取方法。Surendra Gupte 等^[26]长期致力于交通图像处理的研究,继 2000 年提出通过两级跟踪提取交通参数的方法后,又于 2002 年提出一种新的交通参数提取方

法,该方法先用图像序列自动提取出背景,然后利用背景差分方法提取出运动目标,最后根据相关图的方法对提取出的目标进行跟踪而提取出车流量、车型及车速等交通参数。Andrew H S Lai 等在 2001 年提出了一种先通过背景差分和阴影消除提取出车辆,再利用车辆模型提取出车长、车宽、车高及车型等交通参数的方法。Young-Kee Jung 等在用基于 Kalman 滤波的跟踪方法进行目标跟踪获取交通参数的过程中,考虑了车辆合并与分离等复杂情况,因此提高了参数的可靠性。Shih-Hao Yu 等提出了目标跟踪和车道线相结合的交通参数提取方法。

与基于虚拟点、虚拟线、虚拟线圈的交通参数提取方法相比,基于目标提取和跟踪的交通参数提取方法具有更大的优势,后者由于是以大范围的区域为处理对象,因此克服了前者小范围处理易受噪声干扰的不足;后者处理范围大,因此交通参数提取更为全面;由于后者进行参数提取时不需考虑车道的分布,因此不受车道的影响。总体看来,这类方法多是在基于背景差分的视频分割基础上,先提取出运动目标,然后对运动目标在跟踪区域内进行跟踪,最后在跟踪的基础上提取出交通参数。遗憾的是,这类交通参数提取方法在背景提取、基于背景差分的视频分割、阴影消除及车辆跟踪方面还存在以下问题:

(1) 背景获取的问题。目前背景获取方法有手动法、帧平均法和 Surrendra 算法等。手动法费时费力;帧平均法和 Surrendra 算法速度较快,但效果不佳。

(2) 基于背景差分的视频分割的问题。传统方法是先对背景差分图像求绝对值,再用单阈值二值化,这样处理实际是认为在当前图像中亮目标和暗目标关于背景对称,显然不合理,因为路面上有时只有深色车,有时只有浅色车,即使深色车和浅色车共存的情况,也不一定意味着深色车和浅色车关于背景对称。

(3) 阴影消除的问题。对于有阴影存在的情况,在完成基于背景差分的视频分割工作后要进行阴影消除。但当前的交通参数提取方法要么不考虑阴影;要么采用的阴影消除算法过于复杂,运算量太大;要么过于简单,阴影消除效果不佳。这样就导致目标提取效果不佳。

(4) 车辆跟踪的问题。从实时性角度考虑,当前的跟踪算法多采用 Kalman 滤波的方法,但该方法存在着初值和噪声参数不易选取的问题,并且 Kalman 滤波本身存在着发散的可能性;同时在不清楚目标运动规律的情况下该方法多假设图像中的运动目标服从匀速或匀加速直线运动,导致跟踪效果不理想。

综上所述,虽然基于视频图像的交通参数提取方法的研究取得了一定的成果,但由于问题的复杂性,该方法还有待于继续完善,以更好适应 ITS 发展的需要。

1.3 车牌自动识别系统

车牌自动识别系统在智能交通中占有十分重要的地位,它的应用十分广泛。概括地说,车牌自动识别系统可以应用到以下几个方面:①车辆收费管理;②出行

时间测量；③公共停车场安全防盗管理；④机场、港口等出入口车辆管理；⑤道口检查站车辆监控；⑥小区车辆管理；⑦闯红灯等违章车辆监控；⑧交通流量检测；⑨交通控制与诱导；⑩被盗车辆及特种车辆的鉴别；此外，Tindall 还讨论了多国车牌自动识别系统，为车牌自动识别系统推向国际化提供了可能。

车牌自动识别系统的组成如图 1.1 所示。它主要由车辆检测、摄像机及照明、图像采集系统、计算机、实时车辆车牌识别软件、数据管理等部分组成。其中，摄像机被架设在公路中央高处，镜头对准处理车辆的前部或后部。为配合摄像机摄取行驶车辆图像，公路上设置相应的照明系统。

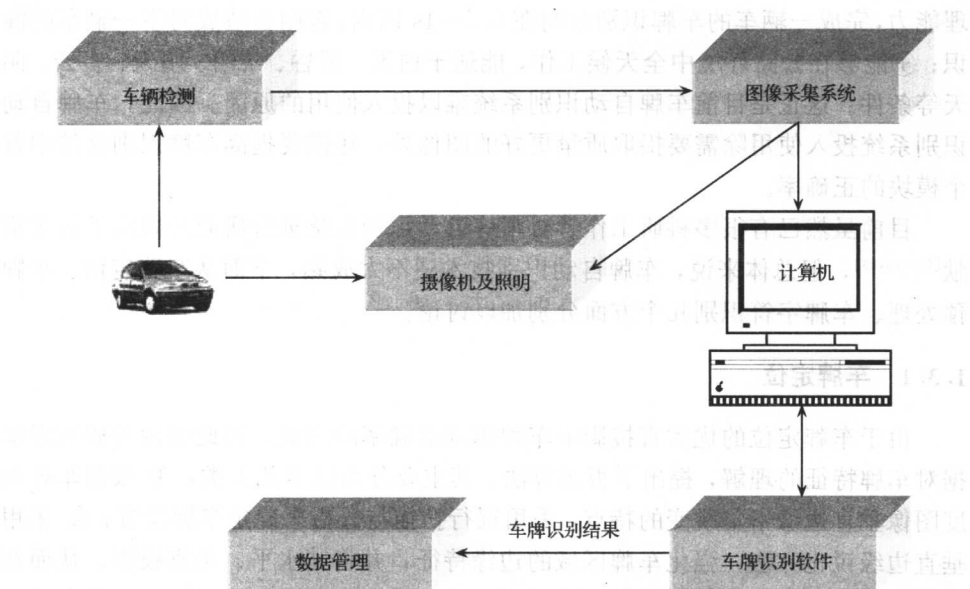


图 1.1 车牌自动识别系统的组成

车牌自动识别的基本工作原理是：当车辆通过关卡，经过车体位置传感器的敏感区域时，传感器发送一个信号给图像采集控制部分，采集控制部分控制摄像机采集一幅汽车图像送至图像预处理模块，由预处理模块对输入图像进行简单预处理后送入 PC 机内，PC 机内的软件模块通过图像的预处理、车牌提取、车牌图像二值化、字符切分、字符识别等环节，最终达到对车牌字符的再现，给出识别结果，并把识别结果和图像存入数据库中，留待以后车牌查询、交通流量统计和收费管理。

车牌识别软件中的几个关键模块（包括车牌提取、车牌图像二值化、字符切分和字符识别）是依次进行的。各个模块的功能简要介绍如下。车牌提取是把车牌从整个汽车图像中提取出来，其输入是整幅汽车图像，输出是车牌图像；车牌图像二值化是把字符从车牌背景中提取出来，其输入是车牌提取模块得到的车牌图像，输出是二值化的车牌图像；字符切分是把字符群图像分成一个个独立字符