

国外路面自动检测系统 发展综述

啜二勇

(天津市市政工程研究院, 天津 300074)

摘要: 通过详细阐述国外公路路面自动检测系统发展的历程, 并对有代表性的检测系统进行详细的介绍, 指出存在的不足, 同时对国外路面破损自动检测技术未来的发展趋势进行探讨, 对路面自动检测系统理论研究及应用均有参考价值。

关键词: 路面; 自动检测; 系统; 车辙; 平整度; 破损; 线扫描

中图分类号: U416

文献标识码: A

文章编号: 1002-4786(2009)09-0096-04

DOI: 10.3869/j.1002-4786.2009.09.067

Development Summary of International Pavement Surface Distress Automatic Survey System

CHUO Er-yong

(Tianjin Municipal Highway Engineering Research Institute, Tianjin 300074, China)

Abstract: The development course of international pavement surface distress automatic survey system is expatiated in details. The representative detection equipments are introduced, meanwhile their shortages are pointed out. What's more, the development tendency of this technology is discussed. It can provide reference for the research and application of pavement surface distress automatic survey system.

Key words: pavement surface; automatic survey; system; rutting; roughness; distress; line scan

码^[3]。

EPS系统用电动机直接提供助力, 其助力的大小由电子控制单元(ECU)控制, 能够节约燃料, 提高主动安全性, 有利于环保; 具有转向轻便、操纵稳定、助理特性好的性能, 而且具有故障自诊断功能, 现已在轿车上得到应用, 其性能已得到人们的普遍认可。

参考文献

[1] 贾和平, 钟绍华. 汽车电动助力转向系统的技术分析[EB/OL]. [http://car.newmaker.com/art_19098.](http://car.newmaker.com/art_19098.html)

html.2006-12-04.

[2] 史文库. 现代汽车新技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007. 52-57.

[3] 叶红弟, 吴皓. 电动助力转向系统故障自诊断的研究[EB/OL]. <http://hi.baidu.com/mitsuba/blog/item/2c841109472498ffei7a2ac.htm>, 2007-10-11.

作者简介: 赵文天(1974-), 男, 青海乐都人, 讲师, 研究方向为汽车检测与维修。

收稿日期: 2008-11-20

1 引言

公路路面自动检测技术是随着公路养护的需求而产生的。20世纪70年代中期,在经历了大规模的公路建设之后,突如其来的公路养护巨大需求、养护资金短缺和公众对快速安全出行要求的提高,使西方发达国家公路养护管理部门遇到了前所未有的新问题。面对突然到来的大规模公路养护时代,西方国家投入了巨大的人力、物力和财力,实施了系统的科学研究,研发了新的检测技术、检测装备、科学的决策理论、决策方法、基于全寿命的养护设计技术和新型养护材料,建立了现代养护决策制度体系。通过新技术的广泛应用,改变了传统的公路养护模式,缓解了公路养护的压力,使公路养护走上了可持续发展的道路^[1]。而正是由于公路大规模养护需求的迅速增大,促进了国外路面自动检测技术的飞速发展。

2 国外路面自动检测技术发展历程

从20世纪70年代第一辆路面破损自动检测设备的诞生到现在,国外的路面自动检测技术大致经历了四代。

2.1 基于摄影技术的第一代路面快速检测技术

第一代路面快速检测设备最早起源于20世纪60年代末期,由日本的PASCO公司开始从事研发工作,但最早研制成功并投入使用的是法国LCPC道路管理部门开发的GERPHO系统。该系统的关键技术是同步摄影数据采集技术,系统采用35mm电影胶片,高速摄像机和车辆定位系统来实现同步摄影数据采集,摄像机转速为车速的1/200,随着车辆的行驶不断摄取路面损坏影像,每个影像代表的路面面积为6m×4.6m。路面损坏图像胶卷经过洗印,通过室内判读设备能再现路面损坏状况,这样技术人员即可在实验室判读各种路面病害,并将判读结果人工输入到数据库^[2]。

法国GERPHO系统的研制成功,对公路养护历史来说具有划时代的意义,它不但彻底改变了路面现场检测主要以人工为主的状况,而且极大地减轻了检测工作对交通流的影响。但由于该系统只能在夜间工作,存在实验室后期处理的工作量大、耗时过长、检测功能单一等缺点,因此未能得到普及。

2.2 基于模拟摄影(电视)技术的第二代多功能快速检测设备

与第一代快速检测设备相比,第二代检测设备

在硬件和功能上均有较大提高,其最主要的技术性能有以下几点:a)采用当时最先进的模拟摄像技术,通过高性能的摄像机,对路面损坏数据进行采集;b)在原功能的基础上,又逐渐增加了路面平整度、路面车辙和前方图像等数据的检测功能;c)后期图像数据处理软件在功能上得到较大提升。

在第二代检测设备中,最具代表性的有日本的Komatsu系统和加拿大Roadware公司生产的ARAN系统。

日本的Komatsu系如图1所示。该系统采集图像的最大分辨率可达到2048×2048,它利用安装在检测车两侧的激光扫描器发出的氦激光照射路面,通过光电倍增管以一定角度接收从路面反射回来的光,当被扫描的路面上有裂缝出现时,接收的射线数量就会减少。也就是说,从光电倍增管输出的变化可反映所扫描的区域是否存在裂缝。装在前保险杠上的摄像机可用于捕获路面车辙图像。路面图像全部存储在高密度的录像带中,每秒可存储100Mbps的图像数据^[3,4]。Komatsu系统代表了当时最先进的硬件技术,但是由于该系统不能识别裂缝类型,且为了控制光照条件,只能在夜间工作,车速也必须控制在10km/h,因此未得到推广。

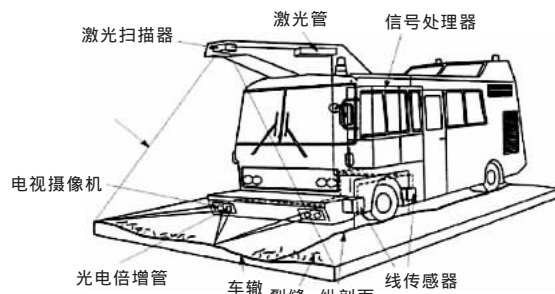


图1 Komatsu系统外形图

加拿大Roadware公司生产的ARAN系统(见图2)是一套模块化的数据采集平台,它由一辆特别改装的汽车底盘和各种数据采集子系统组成。ARAN系统可在高达80km/h的速度下同时采集路面损坏、路面平整度、路面车辙和路面前方图像等数据,其路面摄像机分辨率可达1392×1040以上像素。成像系统可以根据行驶速度自动选取当前图像帧中的适当部分,重叠部分将被舍弃。同时,由于系统使用了高强度、同步的闪光灯,使系统可全天候进行检测工作。

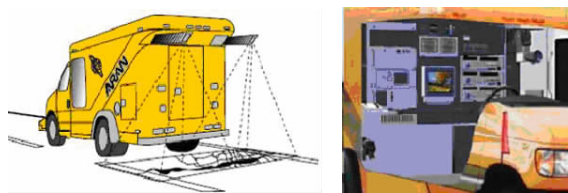


图2 加拿大ARAN系统

与ARAN系统配套的路面裂缝自动评价系统WiseCrax可以自动探测和分析1mm以上的裂缝,路面裂缝识别率可达85%~90%。由于采用了先进的图像处理技术和有效的硬件加速,从而保证了检测的高精确度和高速度。在WiseCrax中的各个模块,检测、分类和鉴定相对独立。检测采用计算机视觉技术提取每个裂缝;分类根据用户定义的参量把每一条裂缝标示为不同类别,如纵裂、横裂、块裂或龟裂等;各种标准对于严重性有不同的数值界定范围,在鉴定时,用户可以定义自己的界限^[5]。

第二代快速检测技术虽然在硬件和功能上有了很大突破,但仍然存在以下缺点:a)系统以采集的路面损坏图像数据为模拟量,且存储在高密度的录像带中,只有将其数字化后方能被计算机处理,极大地影响了数据处理的效率;b)路面损坏图像的光照系统由多个数量且功率较大的碘灯或氙激光灯组成,在检测过程中极易损坏;c)同步检测技术尚未成熟,面阵摄像机采集的路面损坏图像常有重叠或缺失的现象;d)车辙数据的采集是依靠安在同一横梁上的多个位移传感器来完成,不但造价昂贵,且精度难以保证。

2.3 基于数字摄像/照相技术的第三代多功能路面快速检测设备

近年来,CCD数字摄像技术和计算机图像处理技术的飞速发展,促使了第三代多功能路面快速检测设备的诞生。与第二代检测技术相比,第三代检测设备在检测功能和后期数据处理方面均存在质的飞跃,其技术特征主要有以下几点:a)采用CCD技术对图像数据进行采集,并通过图像数据采集卡直接将图片数据存储到计算机内存中;b)采用MPEG-图像压缩标准,可对采集的图像数据进行实时压缩、存储;c)采用GPS定位技术和陀螺仪惯性系统,对路线几何线形及纵横坡数据进行采集;d)在后期数据处理过程中,广泛采用路面图像预处理技术,提高了图像数据的处理速度和准确率。

在第三代快速检测设备中,最具代表性的是澳大利亚道路运输研究所(ARRB)研制开发的Hawkeye2000快速检测系统。

Hawkeye2000系统由数字断面系统、图像系统、GPS&DGPS系统、GIPSI几何系统、采集系统和数据处理系统六大部分组成。该系统可在110km/h的车速下同时采集路面平整度、车辙、破损、沿线交通设施、路面横纵坡及几何线形等数据。同时采用快速压缩技术,对图像数据进行实时压缩并通过工业采集卡将图片及时存储到计算机的硬盘中。该系统车辙检测精度可达到0.5mm,路面破损图像尺寸达1280×960像素,图像分辨率为2.5mm,检测宽度为3.2m, GPS系统可实现1m范围内的定位精度^[6]。

第三代快速检测系统在功能上和数据采集模式上已趋于成熟,它为第四代快速检测设备的诞生奠定了基础。但其仍存在一些缺点,主要表现在以下几个方面:a)路面照明系统未得到改进,仍采用多数量的常规光源照明,稳定性难以保证;b)车辙数据的采集方式未得到改进,仍依靠安装在同一个横梁上的多个位移传感器进行检测,造价昂贵,经济适用性差;c)线扫描技术尚未成熟,采集的路面破损图像质量不高。

2.4 基于线扫描相机技术和线激光车辙检测技术的第四代多功能路面快速检测设备

在第三代路面检测设备的基础上,第四代检测设备在路面破损检测、车辙检测、路面照明及图像识别等方面取得了巨大突破,从而使路面快速检测技术最终走向成熟,其主要技术特征如下:a)广泛采用线扫描相机技术和红外激光照明技术,使图像质量更加稳定;b)采用线激光车辙检测技术,提高了车辙检测精度和检测系统的稳定性。

在第四代快速检测设备中,具有代表性的是美国ICC公司生产的多功能路况检测系统(见图3)。该系统由平整度检测系统、车辙检测系统、路面破损检测系统、道路前方图像和道路几何线形检测系统等六大系统组成。

车辙检测系统采用目前最为先进的线激光三维检测技术,该技术的主要原理为:激光器以固定频率将激光线投射到路面上,由于路面存在车辙或拥包等病害,激光线发生变形,照相机与地面呈一定角度可将这种变形拍摄下来,拍摄到的图片经专用

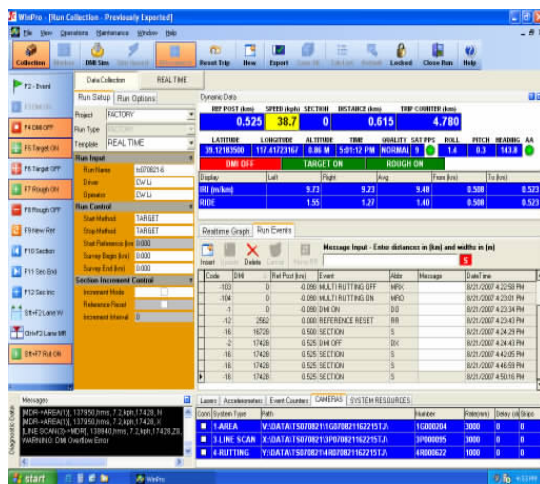


图3 美国产的多功能路况检测系统

软件处理,即可算出扫描断面的最大车辙深度。ICC产的多功能车的车辙系统检测频率可达1.5m/断面,每一个扫描断面由1 280个激光点组成,检测精度达1mm。

路面破损检测系统由两个CCD线扫描相机和两个红外激光器组成。相机分辨率为4 096像素,像素块大小为 $7\mu\text{m}\times 7\mu\text{m}$;激光器最大出光功率为10W,激光波长为800nm~850nm。两组相机和激光照明器被安装在检测车后上方的横梁上,相距为2m,其中左侧的红外激光照明器与右侧的CCD相机处在同一水平线上,右侧的红外激光发射器与左侧的CCD相机处在同一水平线上。当系统开始检测时,左侧的激光照明器为右侧的相机提供光源,右侧的激光照明器为左侧的相机提供光源,线扫描相机在激光器提供光源的情况下,对路面进行实时拍照,拍照频率为40MHz,同时该系统与测距仪相关联,每6m即可形成一张照片,照片分辨率为1mm。采集的图像数据再经过图像数据采集卡传给计算机,计算机通过图像快速压缩软件将图像压缩并保存在硬盘中。

路面快速检测技术发展到第四代,其数据采集系统已经成熟,但在数据的后期处理方面还有待改

进,尤其是破损图像的自动识别技术,目前是西方国家开展研究的主要方向。

3 结语

现有的路面自动检测系统基本都采用现场检测、离线分析处理的方式。经过三十多年的发展,其现场检测技术和功能已相当成熟和完备,但在后期数据处理尤其是路面破损图像自动识别方面尚有欠缺。如何实现破损图像的完全自动识别且保证识别的高准确率,是目前西方国家需要攻克的技术难题。本文详细介绍了国外公路路面自动检测系统发展的历程,对具有代表性的检测系统进行了详细的介绍,同时指出了存在的不足,并探讨了国外路面破损自动检测技术未来的发展趋势,以供同行参考。

参考文献

- [1] 李强,潘玉利.路面快速检测技术与设备研究进展及分析[J].公路交通科技,2005,22(9):35-39.
- [2] 陆建.图像系统在路面破损检测中的应用研究[D].南京:东南大学,2006.
- [3] 刘小光.沥青高速公路路面检测与破损率识别技术研究及系统实现[D].长春:吉林大学,2006.
- [4] 田恩杰.高等级公路路面病害自动检测方法研究[D].长春:吉林大学,2007.
- [5] 李明. Hawkeye2000路网检测车[J].特别策划,2005,(6):9-11.
- [6] 喻翔,彭其渊.公路路面检测技术的发展[J].交通标准化,2004,(12):78-80.
- [7] 宋欣,夏知春.路面检测新技术的应用[J].交通标准化,2005,(9):31-33.
- [8] 王荣本,王超,初秀民.路面破损图像识别研究进展[J].吉林大学学报,2002,32(4):91-97.
- [9] 初秀民,王荣本.基于神经网络的沥青路面破损图像识别研究[J].武汉理工大学学报,2004,28(3):373-376.
- [10] 刘宛予,谢凯,浦昭邦.公路路面自动检测系统发展综述[J].中外公路,2007,27(2):30-33.

作者简介:啜二勇(1982-),男,河北秦皇岛人,助理工程师,本科,现任职于天津市市政(公路)工程研究院,主要研究方向为公路路面破损自动检测系统和公路检测与维修加固技术。

收稿日期:2009-07-13