



四川大学

大学生创新训练计划

项目申报书

项目名称：应用于神经性疾病研究的眼动追踪系统

——以 PD 恒河猴模型为例

项目负责人：杨吉月

所在学院：计算机学院

专业年级：计算金融 2015 级

学号：2015141464023

手机：13980092931

电子邮箱：912463211@qq.com

指导教师：张卫华

项目起止年月：2016 年 12 月——2017 年 12 月

项目参与学生人数：5

四川大学教务处制

2016 年 12 月

填写说明

一、凡申报四川大学“大学生创新训练计划”必须填写本申报书。创新训练计划项目是本科生个人或团队，在导师指导下，自主完成创新性研究项目设计、研究条件准备和项目实施、研究报告撰写、成果（学术）交流等工作。

二、“项目所属一级学科”是指教育部 1998 年颁布的“普通高等学校本科专业目录”中的哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学和管理学 11 个一级学科门类中的一种或多种(跨学科)。

三、“项目开展支撑平台”指支撑本项目开展的校、院级教学实验中心、科研实验室等，表中填写有关实验室名称，可以多个。

四、“项目组成员”人数原则上不超过五人。

五、报送本申报书时，一式 2 份，并报送申报书电子文档。

六、本书应该填写完整、内容详实、表达准确，数字一律填写阿拉伯数字。

七、打印格式与装订

- （1）纸张为 A4 大小，双面打印；
- （2）文中小标题为四号、仿宋、加黑；
- （3）栏内正文为小四号、仿宋；
- （4）左侧距边界 1 厘米装订。

项目名称	应用于神经性疾病研究的眼动追踪系统——以 PD 恒河猴模型为例			
申请经费	20000.00 元	起止时间	2016 年 12 月 26 日至 2017 年 12 月	
项目所属一级学科	计算机科学与技术			
项目开展支撑平台	1.四川康城生物科技有限公司（华西医院全资公司） 2.计算机学院本科生创新实验室			
项目来源（请打√）				
学术型社团	“互联网+”创新创业项目		学生自主选取	其他
				√
项目负责人基本信息				
姓名	学号	专业年级	所在学院	
杨吉月	2015141464023	计算金融 2015 级	计算机	
性别	手机	电子邮箱	身份证号	
女	13980092931	912463211@qq.com	510107199700502002X	
项目组成员基本信息				
序号	1	2	3	4
姓名/性别	陈潭/女	李婵娟/女	李宗泽/男	包金戈/男
学号	2015141464002	2015141464013	2015141464015	2015141652001
专业年级	计算金融 2015 级	计算金融 2015 级	计算金融 2015 级	计算机科学与技术 2015 级
所在学院	计算机	计算机	计算机	计算机
手机	17755429107	18224456614	18115881802	13547894996
电子邮箱	781209082@qq.com	865790933@qq.com	649318550@qq.com	383850330@qq.com
身份证号	340406199707172826	430124199704060042	320106199704301610	420502199510110015
签名				
指导教师基本信息				
姓名/工号	所在学院或单位	研究方向		职称/职务
张卫华/81086288	计算机学院	数字图像处理/模式识别		助研
性别/年龄	手机	电子邮箱		签名
男/39	13708010530	zhangweihua@scu.edu.cn		

项目内容概述(限 200 字以内)

以四川康城生物科技有限公司提供的恒河猴为对象，建立恒河猴 P D 模型，分别给予实验组与对照组特定的刺激，通过基于影像 Video-oculography（VOG）的方法记录猴眼动信息，设计恒河猴的眼动跟踪系统，通过猴脸识别、眨眼识别算法、瞳孔定位算法，绘制眼动轨迹曲线，并记录眼动跟踪技术的主要参数指标，如眨眼次数、眨眼频率、扫视速度、注视持续时间等等。

基于医学研究者的实验需求，处理并提供直观的数据，应用眼动跟踪算法对实际采集的影像进行猴眼部样本的分析检测，为医学研究者研究神经性疾病如帕金森病患者的眼动轨迹及发病机理提供计算机技术的支持。

项目特色创新点概述（限 50 字以内）

1. 首次把眼动跟踪技术用于医学动物模型上，利用设计的算法分析导入的视频，解决医学实验需要大量数据分析的难题，将计算机视觉技术与医学结合在一起。
2. 研究现有的以人为研究对象的面部识别、眨眼识别、眼动跟踪等原理与方法，以恒河猴为对象，研发用于猴脸检测、面部器官定位、眨眼识别以及眼动跟踪算法及软件。
3. 为帕金森等神经性疾病的诊断，检测，评估提供一种新的方式为医学实验提供无干扰，舒适，高效的眼动跟踪技术。
4. 探索以 VOG 视频眼动监测技术为基础的眼动跟踪技术，以求能实现实验需要的无 LED 光源的限制、非侵入式、系统搭建灵活、无校准或者初始化过程、低成本、较高可靠性等条件。

项目组成员分工

姓名	主要研究工作
杨吉月	研究面部检测算法的实现
陈潭	研究眼部定位算法的实现
李婵娟	研究眨眼算法的实现
李宗泽	系统性能优化
包金戈	算法性能优化

一、项目简介（研究内容、目的意义、具体目标、国内外研究现状分析及评价等）

1.研究背景

1.1 计算机视觉背景

眼动跟踪是视觉信息加工研究中最有效的手段，和其他神经系统分析方法相比，其时间和费用都有很大优势。越来越多的研究者为此使用眼动技术来研究认知心理学、发展心理学和社会心理学等学科，也包括心理诊断、神经疾病和脑损伤疾病等。

眼动跟踪技术发展已久经历了早期的直接观察法，主观感知法，后来发展为瞳孔-角膜反射向量法、虹膜-巩膜边缘法、角膜反射法、双浦肯野象法、接触镜法等。

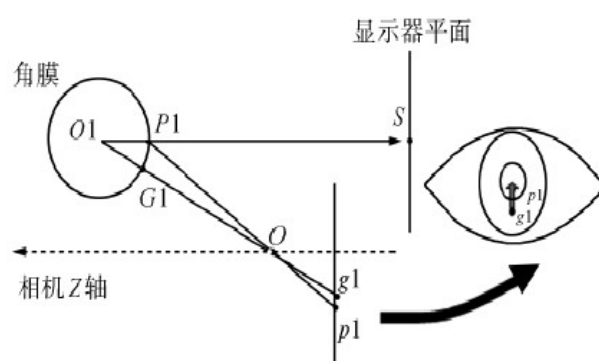
早期的这些眼动研究方法简单直观，但存在着共同的缺点：即不能研究眼球的运动特性，而且精度太低，受主观影响太大，无法真正反映视觉采集系统中眼睛的运动特性。随着电子技术、计算机技术等日新月异的发展，推动眼动研究向着更智能化、更客观、精度更高方向发展。

目前，眼动监测技术主要可以分为接触式、主动眼动监测和非接触式、被动眼动监测两大类。通过放置在眼睛周围的电极传感器采集眼电信号来提取眼动信息的人机交互系统是第一类方式的典型应用。后一类方式的典型代表是基于视频图像的眼动监测系统，它一般通过相机/摄像机采集人眼图片来分析眼动信息，整个系统并没有装置和人体相连，所以实验对象经常没有意识到眼动监测系统的存在。图像处理技术的飞速发展与进步使得这类非接触、完全自然的眼动监测技术受到越来越多人的关注。下表是几种基于硬件的视觉追踪技术。

基于硬件的视觉追踪技术			
视觉追踪法	应用场合	技术特点	测量参照物
眼电图	眼动力学	高带宽-精度低-对人干扰大	头
虹膜-巩膜边缘	眼动力学注视点	高带宽-垂直精度低-对人干扰大-头具误差大	头具
角膜反射	眼动力学注视点	高带宽-对人干扰大	头具
瞳孔-角膜反射向量	注视点	准确-头具误差小-对人物干扰-低带宽	头具
双浦肯野象	眼动力学	高精度-高带宽-对人干扰大	室内
接触镜	眼动力学	精度最高-高带宽-对人干扰大-不舒适	头

过去几十年里，基于视频（Vedio-Oculography, VOG）的眼动监测系统围绕许多技术展开，包括：空间眼位置跟踪（spatial eye position tracking, SEPT）、眼凝视跟踪（eye-gaze tracking, EGT）、眼闭合状态跟踪（eye closure state tracking, ECST）、眼运动跟踪（eye movement tracking, EMT）及瞳孔大小监测（pupil-size monitoring, PSM）。

“眼凝视跟踪”又称作“视线估计”，是最为人熟知的视频眼动监测技术，该技术主要基于瞳孔中心角膜反射原理（Pupil Centre Corneal Reflection, PCCR）。一般需要红外光源辅助，是基于硬件的。现在市面上的眼动仪大都是基于这个原理。



瞳孔中心角膜反射技术（PCCR）

“眼运动跟踪”是跟踪识别各种不同的眼睛运动，包括凝视、扫视（上、下、左、右运动）、眨眼等，是基于软件的。其基本工作原理是先利用摄像机获取人眼或脸部图像,接着用图像处理软件/算法实现图像中人眼的定位与跟踪,然后用图像处理算法实现各种眼睛运动姿势（凝视、上下左右扫视、眨眼）的识别。

“眼凝视跟踪”需要红外光源辅助实现，且一般都需要有注视的屏幕来投影注视点，属于“基于硬件的视频眼动监测”技术。目前，越来越多的视线估计系统采用多个相机或多个光源以适应用户头部的自由运动，以期提高视线估计的精度，但却增加了系统的复杂度，对人干扰很大，也提高了实际应用的成本。“眼运动跟踪”无需额外光源的帮助，仅需摄像机和电脑，大大提高了实验的方便性，成本也较低。故，此实验中我们采用基于 VOG 视频眼动技术的眼运动跟踪。

1.2 医学背景

四川康城生物科技有限公司（以下简称康城生物）由四川大学华西医院于2013年全额投资设立，是一家依托华西医院卓越的临床和科研资源，为国内外制药公司和研究院所提供药效评价和疾病发病机制合作研究的新型高科技医药

服务外包公司。公司有丰富的猴类动物资源，可以为我们的实验提供丰富的资料和实验环境以及医学基础。

四川大学华西医院在全国最佳医院排行榜中自 1999 年以来连续五年高居综合第二（科研学术第一），拥有卓越的临床和科技资源。康城生物脱胎于华西医院 GLP 中心，秉承了 GLP 标准的实验规范性，同时拥有基于华西医院卓越人才及临床科技资源的创新能力。除拥有多类可随时提供新药药效评价的标准化疾病动物模型外，康城生物已经建立了包括分子影像学（MRI, PET, CT）、大小动物行为学评价、大动物微创介入手术、大动物脑脊液动态采集、多类原代细胞分离及培养（包括干细胞）、人类病人肿瘤标本存储及移植等重要技术平台，可以根据研究需要打造定制化的动物模型建立和研究服务。

动物疾病模型(animal model of disease)主要用于实验生理学、实验病理学和实验治疗学(包括新药筛选)研究。人类疾病的发展十分复杂，临床积累的经验不仅在时间和空间上都存在局限性，而且许多实验在道义上和方法上也受到限制。而借助于动物模型的间接研究，可以有意识地改变那些在自然条件下不可能或不易排除的因素，以便更准确地观察模型的实验结果并与人类疾病进行比较研究，有助于更方便、更有效地认识人类疾病的发生发展规律，研究防治措施。

帕金森病（Parkinson's disease,PD）是以静止性震颤，肌强直和运动减少为特点的运动障碍性疾病，是由基底节多巴胺能神经元功能减退造成的一种慢性疾病。通过基底节的平行回路，除了有骨骼肌肉系统，还包括眼球运动回路、联络回路、边缘回路，故 PD 患者除了有骨骼肌肉运动障碍，还可能出现眼球运动功能障碍、认知功能障碍及情感障碍。

根据国际统计数据，全球有大约 450 万帕金森病患者，近一半在中国。中国目前已有 220 万的帕金森患者。目前我国 60 岁以上人群的帕金森患病率为 1%，患病率与欧美国家接近。世界卫生组织专家预测，中国 2030 年的帕金森病患者将达到 500 万。目前，帕金森病患者正趋于年轻化，“青少年型帕金森病”患者占总人数的 10%。但患者中约有 48%的人并没有意识到自己患病，早期帕金森病的延误治疗率高达 60%。

目前国内对 PD 患者的骨骼肌肉运动功能、认知功能、情感障碍的研究较为深入，对眼球运动功能方面的研究比较少。对眼球运动的检测和评估对 PD 患者机制研究、早期诊断和自然病情进展的严重程度以及预后评估都有重要意义。

1.2.1 现有实验背景

眼动共有六中形态：固视、扫视眼动、平衡跟踪、视性眼动、前庭眼动、辐辏眼动。查阅文献得知在现有的实验中 PD 患者的眼球运动多见于前四种形态。PD 患者的固视眼动特点包括：①易出现扫视性眼动②固视不稳定③会聚功

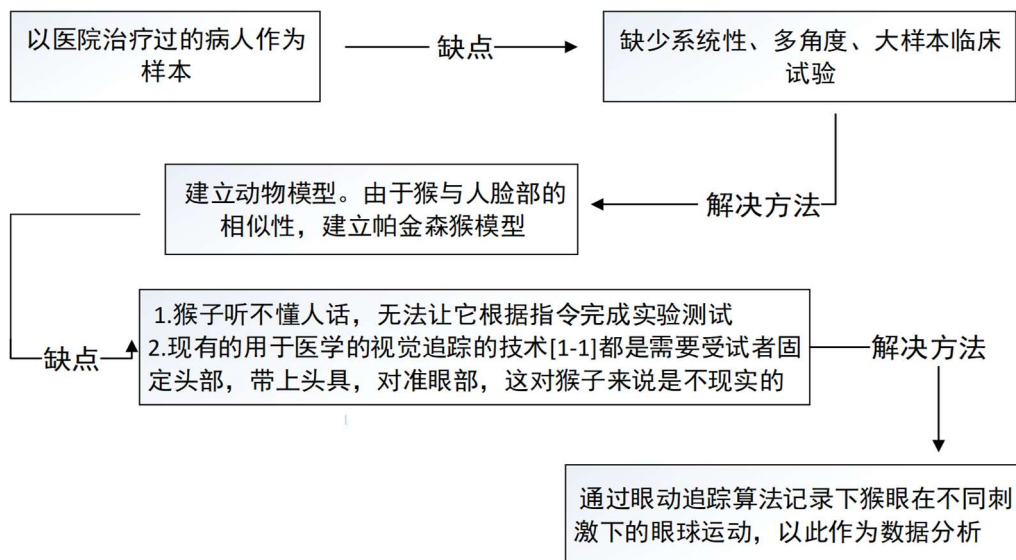
能不全。扫视分为反射性扫视和自主性扫视。现有实验主要研究反射性扫视。PD 患者的扫视眼动特点包括：①潜伏期延长②速度减慢③精确度不足④预测性扫视速度减慢⑤多阶段型(multiple step pattern, MSP) 眼球运动。PD 患者的平衡跟踪特点包括平衡跟踪能力不足及易出现扫视跟踪。PD 患者的视动性眼震特点包括经药物治疗与手术治疗的 PD 患者眼球微震和方波急动有异常。

总结：

- ①现有的证据表明，帕金森患者的眼球运动有其独特的特征。
- ②这些特征对于帕金森病的诊断和鉴别是有一定价值的。且由于眼球运动在临床检测中所具有的独特优势(无创、重复性好、较简易等)，将其作为一种用于研究、诊断、鉴别和评估帕金森病的生物标志物是存在相当潜力的。
- ③由于缺少系统性、多角度、大样本临床试验的支持，眼球运动在帕金森病的诊断和鉴别诊断上的地位仍十分有限。

1.2.2 现有研究方式

医学中现有的实验方式主要是通过设立帕金森实验组和正常人对照组，固定其下颌和头部，通过眼动记录仪记录眼球运动。根据研究者的要求，受试者将完成相应的视知觉测试和视运动测试。这些测试包括追踪随机图标、观察并识别图像、判断和比较简单几何元素的结构和空间特点等。在此过程中，机器会记录下受试者眼球运动的各项指数并进行分析。



综上，基于四川大学华西实验基地为我们提供的对恒河猴实地实验、摄录的研究条件，我们提出以帕金森病为例，建立猴动物模型，进行实验以获取大样本，探究眼动追踪在医学诊断中的作用与意义。

2.研究内容

研究主要包括以下五部分：

- (1) 研究与眼动信息提取与记录相关的问题。
- (2) 研究猴脸检测技术。
- (3) 研究猴眼定位技术。
- (4) 研究眨眼算法。
- (5) 研究如何将医学需要的数据表示出来。

3.研究意义

3.1 医学角度

帕金森病是一种症状多样、机制复杂的神经退行性疾病，在我国 65 岁以上人群的发病率约为 1.7%。50%~80%的病例起病隐袭，首发症状通常是一侧手部 4~8Hz 的静止性“捻丸样”震颤。这种震颤在肢体静止时最为显著，在肢体执行活动时减弱，在睡眠中消失。如果不及时治疗，患者很可能很快瘫痪。然而现在还没有一种仪器或化验检查可以诊断帕金森病，在临床上医生让患者进行的一些检查，如脑 CT 扫描或者核磁共振成像，主要是为了排除其它一些能导致帕金森症状的疾病。故此，对于 PD 诊断的研究迫在眉睫。眼球运动作为一种最为常见的细微运动，其具有生物力学结构简单、潜伏期短、检测重复性好等特点，将其作为一种用于研究、诊断、鉴别帕金森病的生物标志物是存在相当潜力的。

目前还没有一种有效的治疗方式，临床上主要采取药物和手术治疗。治疗帕金森病最常用最直接有效的药物是左旋多巴胺制剂，这种药剂作用在于作为多巴胺替代剂补充 PD 患者体内缺乏的多巴胺。然而，有研究表明，接受多巴胺替代疗法的帕金森病患者眼球运动的改善情况在统计学上无法得出统一的阳性结果，以及为何接受丘脑底核深部电刺激(deep brainstimulation of the nucleus subthalamicus, STN-DBS) 手术的患者，其眼球平稳追踪运动并未像其扫视运动一样获得改善。这说明 PD 患者眼球运动不单单与多巴胺能系统有关，同时也与非多巴胺能系统关系密切。这说明研究眼球运动在 PD 的评估与治疗方面也有巨大帮助。

3.2 计算机视觉角度

计算机视觉是一门研究机器代替人类视觉活动的科学。确切地说，就是用摄影机、电脑代替人眼对周围事物观察、跟踪识别的学科。计算机视觉与图形处理学科息息相关，用计算机等仪器处理人眼无法处理的信息，并将运算结果

传输给计算机进一步运算，从而提高运算效率。作为一个新的科学领域，计算机视觉往往与图像处理、模式识别、智能系统等很多学科存在体系交叉，潜藏着巨大的研究价值。目前，瞳孔检测的视线跟踪技术尚未发展完善，较为成熟的技术路线是:首先利用图像处理方法检测图像中的瞳孔的位置，然后运用数学几关系建立视线模型，最后预测出人眼的注视方向。此课题的研究可以帮助人类完成很多工作，如，注意力分析、患者健康程度分析、儿童兴趣分析等。

眼动追踪的概念最早产生于 20 世纪 30 年代，眼动跟踪在民用方面主要用于医学、界面设计与评估、产品测试（广告测试、网页测试、产品可用性测试等）、场景研究（商场购物、店铺装潢、家居环境等）、动态分析（航空航天相关领域、体育运动、汽车、飞机驾驶、打字动作分析等）和人机交互等各种领域，另外在理解人的意图的智能计算机、具有交互功能的家用电器、虚拟现实和游戏等领域也有很好的应用前景。

医学上,美国的威视 VISX STAR S3 准分子激光系统是一种三维自动眼球追踪系统，该系统随眼球运动自动将激光调整到切削点，对眼睛疾病进行快速安全的治疗；此外，还可以通过记录眼球活动去检查患者的脑平稳系统功能，着重观察精神分裂、躁狂抑郁症、焦虑症、强迫症病人的平稳眼跟踪(SEEM)和观察图形时的探索性眼球活动(SEMVF)。

由此可见，计算机视觉技术还能在医学上发挥出巨大作用。现在，依据眼球跟踪技术的医学检测还相对比较少，眼球跟踪在医学上的发展还有巨大潜力。本项目中，我们拟使用眼球跟踪技术对临床医学上需要大规模实验样本的视频文件进行处理，以达到特殊的医学目的。实现动物实验中恒河猴视线的精准定位，针对 SEEM、SEMVF，扫视，固视，眨眼等特定的眼姿势进行基于速度，角度，时间，频率的界定，为临床医学上 PD 的研究提供便捷的方式，拓宽了计算机视觉在医学上的应用。并首创了以恒河猴为直接研究对象的研究方式，体现了计算机视觉在生物研究上的统一性，弱化了人与动物的界限。

3.3 社会角度

世界卫生组织 5 月 19 日在日内瓦发布的《2016 年世界卫生统计》报告显示，进入二十一世纪以来，人类的预期寿命增长了 5 岁，是上世纪 60 年代以来出现的最快增幅。2015 年全球人均寿命为 71.4 岁其中男性 69.1 岁，女性 73.8 岁。日本的人均寿命全球最高，中国的人均寿命为 76.1 岁。

据了解，目前全球大约有 400 万帕金森病患者，其中就有 170 万在中国，随着人口老龄化加剧,帕金森病患者的数量也越来越多。帕金森病已成为继心脑血管疾病和老年性痴呆之后，威胁我国中老年人身心健康的“第三杀手”。加上由于环境因素、遗传因素、年龄因素及长期精神压力等,帕金森病也有年轻化的趋

势。

对于帕金森病来说，早发现、早治疗，才能早获益。随着公众生活质量的提高，对于帕金森的防范意识与重视程度日益提升，我们认为，提出以眼动跟踪技术研究 PD 猴模型有重大的研究意义，对于延长人均寿命、提高公众幸福感有重大意义。

3.4 学习角度

作为医学领域与计算机技术领域的交叉项目，我们小组同学都非常珍惜重视这次项目研究开发的过程。第一，为了研究该项目，我们阅读查阅了大量的帕金森、面部识别、眼动跟踪等相关知识的论文，大大提升了自己的认知水平与专业知识；第二，基于现有算法很少以猴为研究对象，参与到这个项目中，我们可以在学习现有成熟的面部识别等算法的基础上，尝试创新，并对算法基于我们想要达到的目的进行改进，这都是难得的学习机会；第三，可以培养我们的团队合作能力，为以后的学习工作积累经验；第四，在完整的项目研究开发中锻炼自己，实践本身即学习过程，不断挑战自己，增强能力，未来更加自信地走向社会。

4.国内外现状及分析

4.1 面部检测技术

早期人脸识别技术中很重要的一部分是人脸检测。人脸检测在视频编码、视频会议、人流监控、智能人机交互以及基于内容的图像检索等方面有广泛的应用。因此，人脸检测逐渐成为独立于人脸识别之外的另一个热点研究课题。

M.H.Yang 等将人脸检测的含义定义为：任意给定一幅图像，确定其中是否包含人脸，如果有，则返回每张人脸在图像中的位置及其范围。显然，人脸检测不是一件容易的事情。因为它和图像中脸的姿势、人的表情、人脸是否被其它东西遮盖、光照变化等因素都有关系。

目前，有关人脸检测的方法很多，可分为四类，即基于知识（Knowledge-based）的方法、特征量不变（Feature invariant）法、模板匹配（Template Matching）法以及基于表象（Appearance-based）的方法。具体如下表所示：

方法	具体代表
基于知识的方法	基于多分辨率规则的方法
不变特征法 <ul style="list-style-type: none"> ——人脸及部件特征 ——纹理 ——肤色 ——多特征 	基于 AdaBoost 的方法 人脸模式的空间灰度级依赖矩阵 混合高斯模型 肤色、尺寸和形状的组合
基于模板的方法 <ul style="list-style-type: none"> ——预定义人脸模板 ——可变形模板 	形状模板 主动形状模板
基于表象的方法 <ul style="list-style-type: none"> ——本征脸法 ——基于分布的方法 ——神经网络 ——支持向量机 (SVM) ——空白贝叶斯分类器 ——隐马尔可夫模 (HMM) ——信息论方法 	本征矢量分解和聚类 高斯分布和多层感知器 神经网络和仲裁方案 多项式核 SVM 局部表象和位置的联合概率 采用高阶统计量的 HMM Kullback 相对信息

4.2 眼动跟踪技术

随着科学技术的不断发展，世界正在由信息化向智能化大步迈进，许多原本复杂的操作被简单的动作所取代，这些成果将极大地改变人们的生产和生活方式。瞳孔移动检测装置就是用眼睛移动来控制其他硬件设备，代替用手对它进行操作，近年来，随着国内外科学技术的发展，尤其是软件水平的不断提高，使瞳孔移动检测装置技术得以实现并发展；另一方面，随着人们生活水平的提高，市场上也出现了对瞳孔移动鼠标等设备的需求，这也使得对特殊设备的开发逐渐引起了研究者的兴趣。

韩国三星公司研制的眼动鼠标 eye can 和 eye mouse，能够实验用眼睛操作，完全模拟鼠标的功能，并已经开放了源代码；美国应用实验室开发的 Gaze Tracker 软件能协助研究者研究眼睛对图片、视频等一般图像信息的反应，能够用于帮助人们用瞳孔的移动实现鼠标中的部分功能，不仅如此，还可以输出用户感兴趣的自定义区域；该实验室发布的 ASL Model H6 系列眼动仪可以应用在对运动的分析，人机交互工程，界面设计制作，心理学和虚拟仿真现实等，它通过搜集人们的目标的方向，就可以让整个仪器根据要求做出反应。

近期，国外对于瞳孔的精确定位方法的主要研究及成果主要有：

(1) Villanueva 于 2008 年提出了一种使用可穿戴相机和近红外 LED 阵列来检测瞳孔和角膜反射亮点的视线跟踪系统。他主要的创新点在于利用圆环射线位置 CRRL (circular ring rays location) 方法检测瞳孔边界点。进行的测试可

以显示该方法的优越性和准确性，比以往有所提高。即使存在自然光反射等干扰因素，瞳孔轮廓，瞳孔边界点和中心可以准确检测。该方法有助于提高稳定性、精度和实时的视线跟踪系统质量。

(2) Massimo 于 2002 年提出了基于人工神经网络的映射函数算法，这种算法可以避免任何特定的模型假设带来的干扰，并且结合眼睛生理学和系统的初始设置建立几何模型，得到了较好的实验精度。

(3) 当视线跟踪系统的操作范围扩大，GFB(glint-feature-based)方法将退化，主要是由于在角膜的边缘曲率变化问题。虽然瞳孔轮廓特性可以提供互补的信息来帮助眼睛注视，但是处理角膜折射问题仍然导致不准确的结果。Lai 于 2015 年提出了一种基于轮廓特征 CFB(contour-feature-based)的图像匹配算法和 3D 角膜反射结合的视线跟踪方法。实验表明，GFB 和 3D 角膜反射方法可以在容易地集成，提供系统的鲁棒性和灵活性。

(4) 为了克服 Adaboost 和 CAMShift 这些传统方法对眼睛检测的限制，Su YeongGwon 于 2013 年提出了一种自适应选择的 Adaboost 和 CAMShift 算法。这个自适应选择是基于两个参数：连续图像的像素差和 CAMShift 匹配值。同时，基于支持向量机 SVM(support vector machine)检测分类器的方法可以使用这两个参数作为输入，可以改善瞳孔检测的性能与速度。

对于瞳孔的精确定位方法，国内开始研究的时间较晚，但是经过国人的不懈努力，近几年在此方面也取得了一些研究成果，使得该方向及其相关方向得到了较好的发展。主要研究成果如下所示：

(1) 张闯等对于干扰的处理提出了自己的解决方法，提出了一种新的基于瞳孔-角膜反射(PCCR)技术的视线追踪方法。通过提出的瞳孔边缘滤波算法(RDPEF)和三通道伪彩色图(TCPCM)解决了近红外条件下瞳孔定位误差较大、瞳孔跟踪鲁棒性较差的问题，进而提高了视线特征提取的精度。这种方法改进了现有的单相机单光源视线追踪系统存在精度不高、头动受限以及标定复杂等问题。

(2) 周锋宜等落实了基于视频图像处理技术来实现实时对人眼的跟踪，这么做的意义在于可以通过标定系统计算出人眼注视计算机屏幕的凝视点。其具体操作过程是：首先采集脸部视频图像，近红外摄像机距离人脸不能太远也不能太近，然后，使用类似 STC 跟踪算法跟踪眼动的整个过程并且精确定位人眼，最后从得到的人眼像素位置建立模型，计算在人眼凝视点的位置。主要工作点为采用多项式标定等方式求解落点的位置，该文章提出的算法对光照因素等进行了有效的补偿，对现有的算法也做了一定程度的改进。

(3) 郭克友等则从视觉疲劳监测的角度进行了研究，形成了比较独立的工

作成果。利用车载单目视觉,来对驾驶员的眨眼行为、视觉疲劳等进行建模构建了全新的驾驶员疲劳状况监测系统。该系统基于眨眼频率,更加成功地对驾驶员疲劳程度做判断,并对各级疲劳状况进行分类和监测。

4.3 眨眼检测技术

眼睛作为人脸的重要特征,在人脸检测和识别中发挥着重要作用。眼睛的定位也是视线跟踪、眼睛状态分析以及虹膜识别的首要工作。同时,眨眼的判定可以设计成某些用户接口,或者应用在疲劳检测,动画合成等领域。许多学者对人眼的跟踪和状态识别进行了探索,这个方向也是近来机器视觉的研究热点之一。

近年来,眨眼检测技术在视觉疲劳检测、人眼交互接口等方面应用日益广泛。目前市面上的眼动跟踪技术往往依赖于硬件,这些以硬件为基础的眼动追踪技术与以软件为基础的技术相比,具有更高的精确度。但与之精确度高对应的,却是较低的舒适度。

4.4 眼动仪

国内对视觉测量的研究起步较晚,专门研究始于 70 年代末、80 年代初,主要有北京航天医学研究所、中科院上海生理所及浙江大学等单位,但主要研究方式是利用引进的国外设备进行实验,自己对这方面的研究开展不多。

20 世纪 80 年代末,中国科学院上海生理研究所的张名魁和孙复川研制了红外光电反射眼动测量技术。它是通过红外发光管、光敏管发射和接收眼球左右运动时角膜与巩膜反射红外光线大小的变化来测量眼动的。该设备已接近国外文献报道的先进水平,有利于推广到生物学研究领域和医学临床应用。孙复川等人已成功使用该仪器进行了若干阅读研究。

20 世纪 90 年代,西安电子科技大学通过对国外视觉测量技术的研究成功研制了头盔式眼动仪。它用红外摄像法的原理获取双眼的图像,瞳孔中心位置检测算法和数据由并行到串行的转换用 FPGA 设计完成,而且采用了 ASIC 设计技术实现,从而使得该系统具有体积小、重量轻、便于携带的优点,对缩小同发达国家之间的差距、推动相关学科的发展和国防现代化建设有重要意义。

国外在 20 世纪初就已经开始研制眼动仪,到现在眼动技术已经发展得比较完善,很多公司已将眼动仪开发成成品。根据英国 Derby 大学行为科学研究所的 David Wooding 教授建立的眼动仪数据库网站公布的结果,目前世界上约有 44 家生产眼动仪的厂家。

根据角膜和瞳孔的反光原理设计的眼动仪有:美国应用科学实验室(ASL)生产的 504 型和 501 型眼动仪、加拿大 SR 公司生产的 eyelinkII 型头盔式眼动仪、法国的 Metrovision 公司生产的 Mon VOG1 型和 Mon VOG2 型眼动仪、美国 Fourward Optical Technology 公司生产的第六代双普金野眼动仪,以及德国 SMI

公司生产的 MEye Track 型眼动仪等等。美国 LC 技术公司生产的 eye gaze communication system 也是用这个原理生产的眼动仪，它可以帮助那些不能用手进行计算机键盘操作的病人用眼睛代替手来操作键盘。

根据电流记录法原理生产的眼动仪有法国 Metrovision 公司生产研制的 Model Mon EOG 眼动仪，这种眼动仪可以记录水平和垂直方向的眼动情况。

根据电磁感应原理生产的眼动仪有荷兰 SKALAR 公司生产的磁感应眼动记录系统。该系统被广泛应用于神经生理学、阅读、神经病学和视觉研究中。

目前世界主要的眼动仪生产厂家集中在美国、英国、德国、加拿大、瑞典等少数发达国家（如下表所示），眼动仪市场几乎被这些厂商所垄断。一台眼动仪售价不菲，至少在十几万人民币以上。

国家	厂商	网址
美国	Applied Science Laboratories(ASL)	http://www.a-s-l.com
英国	Cambridge Research Systems LTD(CRS)	http://www.crs Ltd.com
德国	Engineering Systems Technologies GmbH & KG.	http://www.est-kl.com
美国	Fourward Optical Technologies	http://www.forward.com
美国	LC Technologies, Inc.	http://eyegaze.com
德国	NAC Deutschland GmbH	http://www.nacine.de
德国	SensoMotoric Instrument	http://www.smi.de
加拿大	SR Research	http://www.eyelinkinfo.com
瑞典	Tobii Technology	http://www.tobii.se

4.5 眼球运动在帕金森病中的研究

帕金森病的症状可分为运动症状和非运动症状。在运动症状中，除了三大主要运动症状(静止性震颤、运动迟缓、肌强直)以外，眼球运动异常近年来得到了国内外研究者广泛的关注。对眼球运动的检测和评估在帕金森病的机制研究、诊断鉴别等方面均有重要意义。

现有的证据表明，健康人、帕金森病患者和罹患其他运动障碍疾病或神经退行性疾病的患者的眼球运动各有其特征。这些特征对于帕金森病的诊断和鉴别是有一定价值的。且由于眼球运动在临床检测中所具有的独特优势(无创、重复性好、较简易等)，将其作为一种用于研究、诊断、鉴别和评估帕金森病的生物标志物是存在相当潜力的。然而，综合现有的研究，尚没有明确且统一的机制来很好解释眼球运动异常与帕金森病的关联。同时，由于缺少系统性、多角度、大样本临床试验的支持，眼球运动在帕金森病的诊断和鉴别诊断上的地位

仍十分有限。

利用眼球运动的特点和异常来对帕金森病进行诊断和辅助诊断的尝试已有超过 30 年的历史。近期的多项临床报道指出，帕金森病患者的眼球 SPEM 较健康人表现出一定的异常，主要表现为扫视运动的范围较健康人减小，增益降低。

5.具体目标

在本实验中，我们使用恒河猴进行实验，实验具有样本数量大，样本对象非人，实验结果对研究对象状态的要求高等特点。为了得到更精确的眼部数据，我们需要为恒河猴提供一个舒适且适合它的实验环境。所以诸如 EOG，接触镜法，角膜反射跟踪法，虹膜-巩膜边缘跟踪技术，瞳孔-角膜跟踪法等需要额外硬件支持且干扰太大的方法都不适用于本实验。

在这里，我们希望我们的眼动追踪技术做到如下几点：

- (1) 无 LED 光源的限制
- (2) 非侵入式
- (3) 系统搭建灵活
- (4) 无校准或者初始化过程
- (5) 低成本（目前市面上的眼动仪价格都十分高昂，且国内没有售卖）
- (6) 高可靠性

故此，我们的主要研究目标就是只使用一台摄像机，和计算机上的算法先实现猴眼开闭状态的识别，进一步实现猴眼的眼动跟踪，并能在连续采集的眼动图像中准确识别人眼运动姿势。

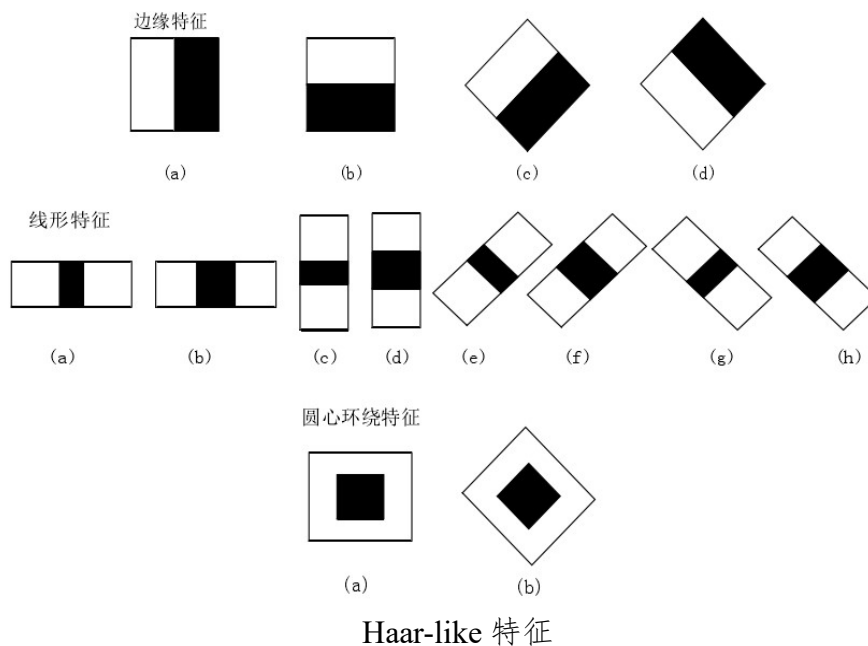
二、研究技术路线及可行性分析

1.技术路线

1.1 基于 AdaBoost 的猴脸检测

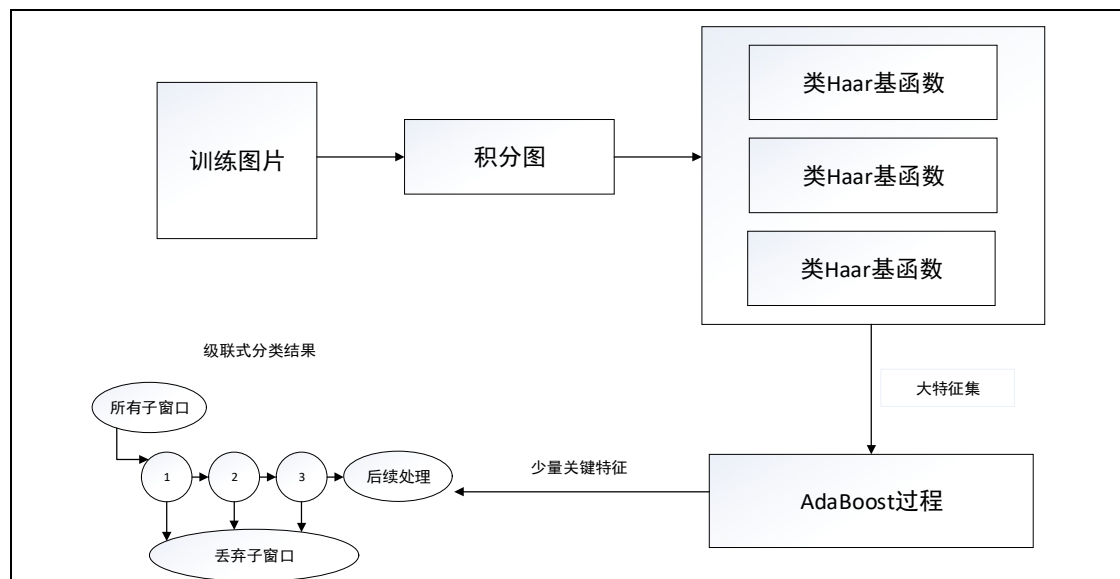
通过对恒河猴脸部特征的研究，我们抛弃了一些基于特征的面部检测法，而是选用了 AdaBoost 算法。AdaBoost 算法是一种基于统计的面部定位法，需要大量的训练。该方法框架可以分为以下三个部分：

(1) 使用 Haar-like 特征表示猴脸使用“积分图”实现特征数值的快速计算；



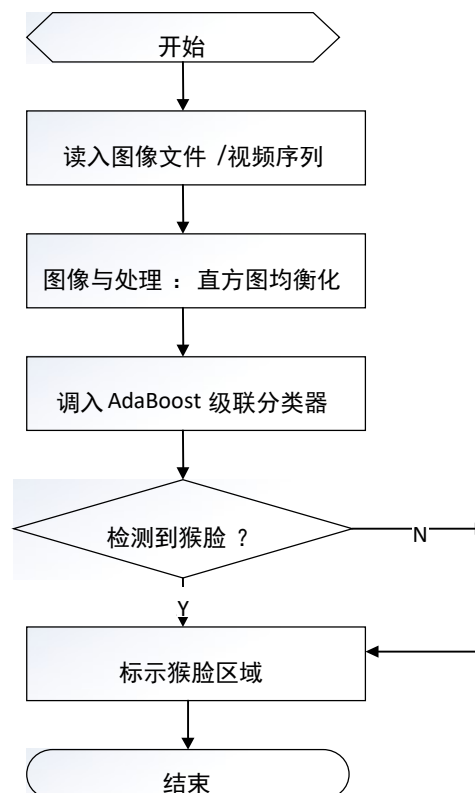
(2) 使用 AdaBoost 算法挑选出一些最能代表恒河猴脸的矩形特征(弱分类器: Weak Classifier), 按照加权投票的方式将弱分类器构造 (Boost) 为一个强分类器(Strong Classifier);

(3) 将训练得到的若干强分类器串联组成一个级联结构的层叠分类器(Cascade Classifier)用于检测猴脸, 级联结构能有效地提高分类器的检测速度。



级联式 AdaBoost 的算法结构

Open CV (Open Source Computer Vision Library)是由 Intel 公司资助的开源计算机视觉库。它由一系列 C 函数和少量的 C++类构成，可以方便地实现图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法，非常适用于开发实时应用程序。在 opencv 上运行程序。



猴脸检测流程图

1.2 应用灰度积分投影粗定位猴眼

猴脸与人脸相似，都具有对称的特点，不同于人脸，恒河猴的眼睛更大，且眉毛不明显。由于眼部是猴脸中灰度最大的位置，顾适合用灰度积分投影粗定位猴眼。



恒河猴恒河猴面部



(1) 图像预处理

为了得到较好的积分投影效果，先对猴脸图像进行简单的预处理。将彩色猴脸图像转换为灰度图像，对其直方图进行均衡化操作以补偿光照强度的变化；接着应用 Otsu 最大类间方差法自动选择阈值实现图像分割，得到二值化图像；再对此二值化图像取补，即将原图像的前景色、背景色互换，得到负片图像。

(2) 水平积分投影计算

积分投影方法是一种一维的搜索算法，其水平投影和垂直投影是两个互相独立的过程。猴眼部分的灰度明显比周围区域低，这个部位在水平积分投影图上会形成波谷（对图像“取补”操作后，眼睛部分在水平积分投影图上形成的是波峰）。计算可以得出猴左右眼纵坐标 y_L 和 y_R 。

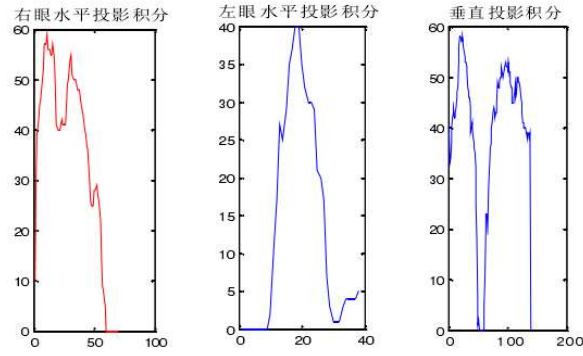
(3) 垂直积分投影计算

由于猴的眼睛处于猴脸图像的上半部分，按照公式计算上半张猴脸图像沿 y 坐标方向的垂直灰度积分投影。由于眼睛是左右对称的，因此在垂直积分图中，会有不连续的两段波形。这两段波形中最大的波峰值所对应的横轴上的两个位置点就是相应的左右眼的横坐标值 x_L 和 x_R ，且 $x_R < x_L$ 。

$$IPF_v(x) = \int_{y_1}^{y_2} I(x, y) dy$$

$$IPF_h(y) = \int_{x_1}^{x_2} I(x, y) dx$$

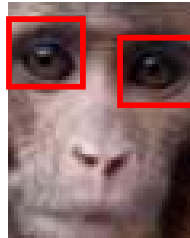
积分投影函数



积分投影计算

(4) 粗定位猴眼

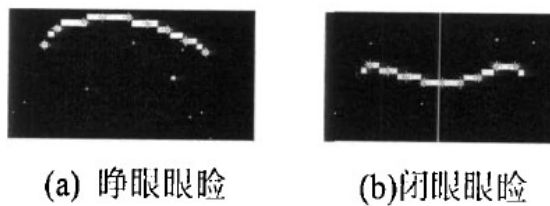
由积分投影函数计算出来的猴眼 x , y 轴坐标其实就是猴眼的位置。



猴眼粗定位效果

1.3 基于 Sobel 算子的眨眼检测

在获得恒河猴眼睛图像之后,便可以计算上眼睑曲率。由于上眼睑是眼睛区域边缘的一部分,并且灰度值的差异比较大,我们使用 Sobel 算子来提取眼睛边缘。



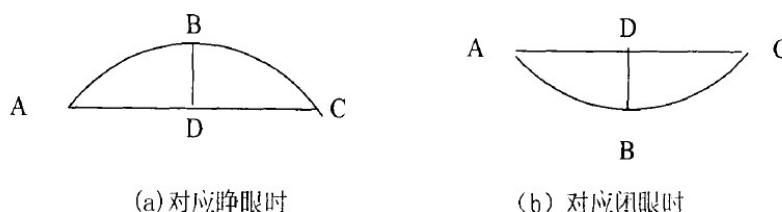
眼睑边界图

依次扫描眼睑上各点,计算其二任一点沿眼睑到两端的长度之差,其中的最小者为眼睑的中点。以中点为边界点,再分别计算左半部分和右半部分的中点,同样再以该中点为边界分别计算左右各部分的中点,依次进行一去就得到了各个边界点。

采用以下公式计算曲率:

$$\bar{k} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta s}$$

睁眼和闭眼时眼睑弯曲方向不同,是判断睁闭的一个重要特征。用 **B** 和 **AC** 的相对位置来描述其方向,睁眼时 **B** 在 **AC** 的上方,闭眼时 **B** 在 **AC** 的下方。故可定义当 **B** 在 **AC** 的上方时曲率为正,反之曲率为负。



眼睑近似曲线边界图

得到上眼睑的曲率之后,我们就可以根据其值来判断眼睛是否闭合,进而可以得到单位时间内的眨眼次数,即眨眼频率。

1.4 基于 Canny 边缘检测的人眼精确定位

目前,常用的人眼精确定位方法主要有边缘特征分析法、Hough 变换法、可变形模板法、主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)方法等。

分析恒河猴图片,我们发现恒河猴的眼睛没有眼白,眼睛大且圆,瞳孔是恒河猴眼睛中最深的部分。正因为猴眼(瞳孔)明显的边缘特征,可以尝试用边缘检测的方法来定位猴眼瞳孔。

边缘检测是图像处理、模式识别和计算机视觉领域中重要的研究课题之一,其目的是有效、可靠地检测出图像中真正的边缘。边缘检测通常包含三种基本的操作,即平滑(smoothing)、差分(differentiation)和标识(labeling)。

Canny 算子力图在抗噪声干扰和精确定位之间寻求最佳折衷方案。其基本思想就是首先对图像选择一定的高斯滤波器进行平滑滤波,然后采用非极值抑制技术进行处理得到最后的边缘图像。

对于粗定位的猴眼窗口 $f(x,y)$, 利用 Canny 算子对其进行边缘特征检测的具体步骤如下:

(1) 用高斯滤波器平滑图像

$$H(x, y) = \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$G(x, y) = f(x, y) * H(x, y)$$

其中, $f(x,y)$ 是粗定位的猴眼窗口图像数据, $H(x,y)$ 是省略系数的高斯函数。

(2) 用一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值和方向。

利用一阶差分卷积模板：

$$H_x = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_y = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

其 x 向、y 向的一阶偏导数矩阵的数学表达式为：

$$\varphi_1(x, y) = f(x, y) * H_x(x, y) = [f(x, y+1) - f(x, y) + f(x+1, y+1) - f(x+1, y)]/2;$$

$$\varphi_2(x, y) = f(x, y) * H_y(x, y) = [f(x, y) - f(x+1, y) + f(x, y+1) - f(x+1, y+1)]/2;$$

得到幅值：

$$\varphi(x, y) = \sqrt{\varphi_1^2(x, y) + \varphi_2^2(x, y)}$$

得到方向：

$$\theta_\varphi = \tan^{-1} \frac{\varphi_2(x, y)}{\varphi_1(x, y)}$$

(3) 对梯度幅值进行非极大值抑制

仅仅得到全局的梯度并不足以确定边缘，必须保留局部梯度最大的点。在 Canny 算法中，非极大值抑制是进行边缘检测的重要步骤，通俗意义上是指寻找像素点局部最大值，将非局部极大值点所对应的灰度值置为 0，以得到细化的边缘，剔除掉一大部分非边缘的点。

(4) 用双阈值算法检测和连接边缘

使用两个阈值 T1 和 T2 (T1>T2)，从而可以得到 N1[i,j] 和 N2[i,j] 两个阈值边缘图像。由于 N2[i,j] 使用高阈值得到，因而含有很少的假边缘，但有间断（不闭合）。双阈值法要在 N2[i,j] 中把边缘连接成轮廓，当到达轮廓的端点时，该算法就在 N1[i,j] 的 8 邻域位置寻找可以连接到轮廓上的边缘。这样，算法不断在 N1[i,j] 中收集边缘，直到将 N2[i,j] 连接起来为止。T2 用来找到每条线段，T1 用来在这些线段的两个方向上延伸寻找边缘的断裂处，并连接这些边缘。

通过这个方法，我们可以得出猴瞳孔中心的精确位置（边缘检测后的连通区域的质心）。



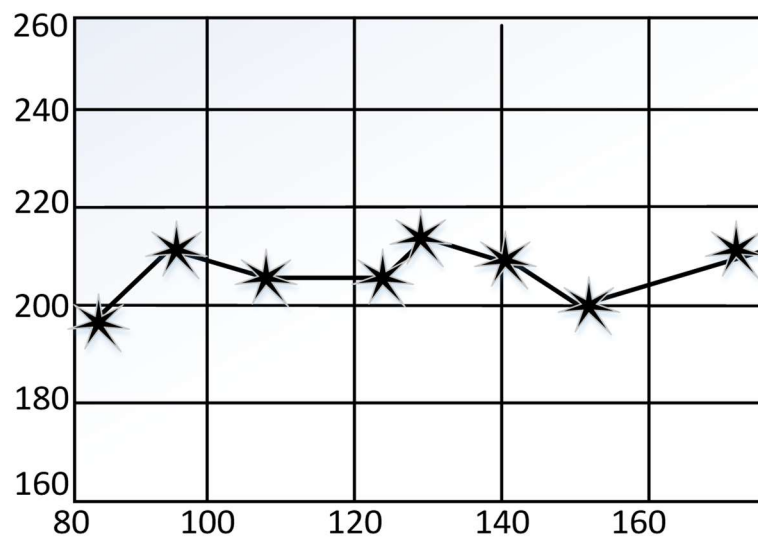
图中加号位置即是瞳孔中心

1.5 显示结果

通过在 vs 上编程实现算法，实现不同种类眼动实验的显示：

1.5.1 扫视测试显示

扫视测试主要参数：扫视速度、扫视角度、扫视精确度、扫视路线。实验中通过对照组、实验组的对比数据进行统计。

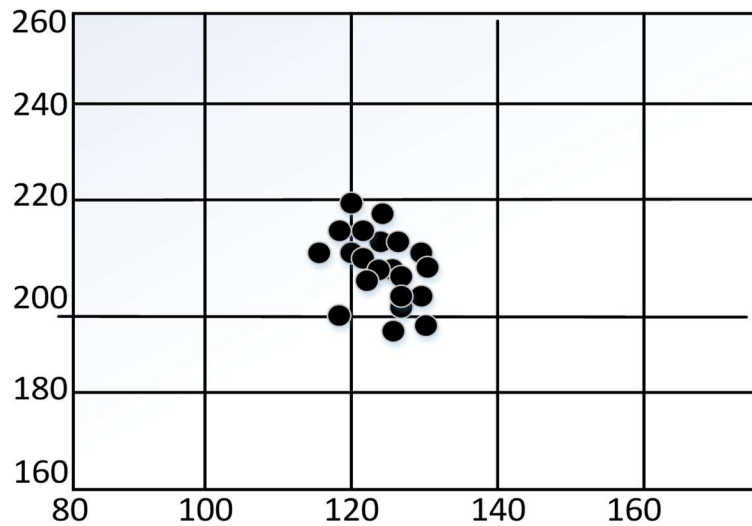


扫视测试显示

通过鼠标点击每个点可以得出精确点速度和时间。

1.5.2 固视测试显示

固视测试主要参数：固视持续时间、固视偏离角度、眼震强度、视线离散度



固视测试显示

1.5.3 眨眼测试显示

眨眼测试主要参数：眨眼次数、眨眼频率

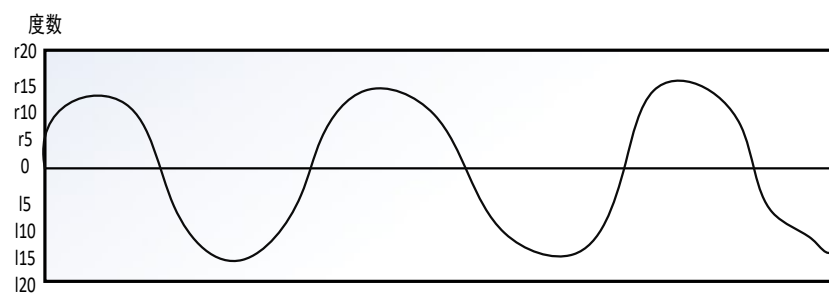
眨眼次数：

眨眼频率：

眨眼测试显示

1.5.4 平衡跟踪测试显示

平衡跟踪测试主要参数：平衡跟踪能力、是否出现扫视



平衡跟踪测试显示

1.6 实验流程

1.6.1 搭建 VOE (Video-oculography) 视频眼动系统实验环境

(一) 目的

搭建无噪声无干扰的相对理想实验环境，不直接接触实验对象，让其在相对“自然”的状态下被监测眼动，用摄像机捕捉图像、用图像处理技术和机器视觉软硬件来实现眼动跟踪。

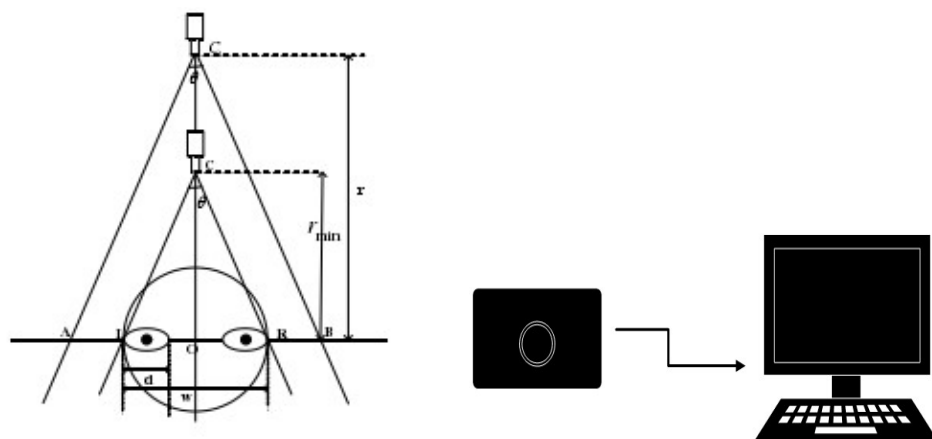
(二) 特点

实验环境为室内，使用 LED 光源，不使猴瞳孔出现反光等干扰检测和提取特征的现象。另外，选用一台摄像机摄录，避免了多摄像机系统初始化过程繁琐的问题，只需要对一台摄像机进行校准和标定。

(三) 实验器材

摄像机 1 架，计算机一台，LED 光源

(四) 系统组成



摄像机在猴正前方摄像机与计算机

1.6.2 基于 VOE 系统摄录猴眼动

(一) 目的

设立实验组（表现帕金森病症状的恒河猴）与对照组，给猴特定的刺激，在搭建的 VOE 系统环境中实时摄录猴的眼动。

(二) 动物与器材

恒河猴，摄像机 1 架，计算机一台

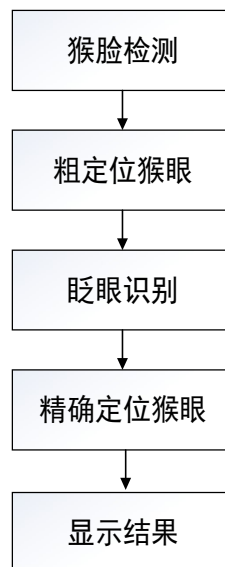
(三) 方法与步骤

1、从实验室提供的猴子中分别选取相同数量正常猴与 PD 猴，编为对照组与实验组

2、在其他实验条件相同的条件下，根据不同研究目的（如分析凝视、扫视、平衡跟踪等）分别给予两组猴子相同的特定刺激，用已搭建的 VOE 系统摄录猴眼动过程

3、多次重复实验，以得到多组视频

1.6.3 使用眼动跟踪算法分析视频



2.可行性分析

(1) 面部识别方面我们以前往华西下属动物研究所收集大量恒河猴正面照片为开端，运用级联式 AdaBoost 算法。先用大量正样本和大量负样本进行分类器的训练。分类器的训练主要借助于 OpenCV 提供的工具函数来实现的。该程序源码由 OpenCV 自带,且可执行程序在安装目录的目录下。要通过大量的手工操作进行猴脸样本的采集，可用 objectmarker 程序。训练结束后,会在 data 目录下生成一些子目录,即为训练好的分类器。我们用训练好的分类器检测图片时，要注意用于检测的图像一般都大于子窗口又的分辨率。于是,在对一幅图像做检测的时候需要从不同的尺度和不同的位置逐个检测。检测器缩放的大小和检测器每次平移的距离都有要求。

(2) 眨眼和眼动跟踪方面：眨眼和眼动跟踪方面的算法数不胜数，我们要先大量阅读理解这方面的文献、期刊，做到对每种方法的优缺点都了然于心。然后，通过大量算法的比对运算，将我们认为在恒河猴身上可行的算法一一用程序实现并验证，并根据猴眼猴脸特征进行改进，以求得到一种更适用于恒河猴的算法。这一步是艰辛的，但我们有强大的后盾。我们的指导老师张卫华老师曾经深入研究过辨别人眼开闭状态的算法，并发表了相关论文。他对这一方面的研究可以让

我们的探索更为直接。而华西旗下的四川康城生物科技有限公司更为我们的实验提供了医学上的支持，这一点颇为重要。现在国内外研究人眼跟踪的公司和研究所不计其数，但动物的眼动跟踪还是一片空白。我们会全力拼搏，以实现眨眼识别为第一目标，尽力实现眼动跟踪。

(3) 显示结果方面我们用 vs 进行编程，为不同种类的测试设置不同的事件响应函数。运用 Windows 窗口显示出来，在这方面我们已有相当多的经验。

参考文献：

(1) 周立彻,刘军.眼球运动在帕金森病中的进展[J].上海交通大学学报(医学版), 2016, 36 (9) : 1399-1402.

(2) Zhang ZX, Roman GC, Hong Z, et al. Parkinson's disease in China: prevalence in Beijing, Xi'an, and Shanghai[J]. Lancet,2005,365 (9459) : 595-597.

(3) 林敏.基于眼动信息的人机交互关键技术研究[D].上海:上海大学,2014.

(4) 刘慧.帕金森病患者的眼震电图研究[D].山东:山东大学,2015.

(5) 朱振华.基于多特征融合的驾驶员疲劳检测算法研究[D].山东:山东大学,2008.

(6) 王际航, 刘富, 袁雨桐, 刘星. 基于视频图像的眼动追踪系统算法[J].吉林大学学报(信息科学版), 2016, 34 (2) : 259-265。

三、 对项目的参与兴趣和已有的知识积累或实践基础

1.参与兴趣

帕金森等神经性疾病对人类健康的威胁愈来愈大，与我们每个人都息息相关，因此，我们小组成员对这个跨医学领域与计算机技术领域的项目都非常热情积极，很珍惜这样有研究意义的项目。同时，随着眼动跟踪技术的成熟，其在全球范围内应用也日益广泛，在医学研究方面发挥着愈来愈大的作用，国内外很少有基于猴眼研究帕金森病的先例，但由于需要大样本，建立 PD 动物模型有重大意义，我们对于这种探究类的有挑战性的且可以学到不同研究领域新知识的项目抱有强烈的热情与兴趣，这些都促使我们自发积极地为项目研究做准备、不断同组员、老师探讨完善研究方案。我们组员都充满了兴趣与热情。

2.已有的知识积累

小组成员有五名大二学生，四名来自计算金融专业，一名来自计算机科学与技术专业（珠峰班），除了掌握了扎实 C、C++、Java、Javascript 语言基础，对于数据结构与算法、计算机组成原理、汇编语言也有相应的知识积累。小组成员中有两名同学有大创项目经历。

杨吉月同学，项目组长，曾参加过校级大创《基于数据挖掘的股票分析系统》，专业排名前十，曾独立创作小游戏“忍者横跳”，熟练掌握 C，C++，html 语言，对算法有极大的兴趣，已阅读了很多项目相关的文献。

陈潭同学,项目关键成员，专业知识扎实，和同学组队完成过 MFC 界面软件开发，对 C、C++、Java 熟练掌握，对 html 有一定知识积累，对算法有很大的兴趣，具备良好的自主学习能力、学习热情，有团队合作意识，已阅读很多同项目相关的文献。

李婵娟同学，项目关键成员，专业排名前十，熟练掌握了 C、C++、java 等开发语言，参与了较为大型的 C++项目的开发，对项目开发有一定经验，同时阅读了许多项目相关的算法论文，对项目有一定研究，具备积极的学习兴趣和良好的学习能力、信息检索能力及沟通能力。

包金戈同学，获得国家奖学金、综合一等奖学金，参加蓝桥杯软件设计大赛获得省级二等奖。对算法有较为深入的学习，参加四川大学 ACM 校赛，荣获二等奖。参加过校级大创项目《“约球”——app 在安卓端的开发》，对安卓开发有所学习。

李宗泽同学，获得国家奖学金、综合一等奖学金，参加微软“编程之美”线上挑战赛并成功进入初赛、在“挑战杯”网页设计大赛中获得二等奖。通过阅读《Essential C++》、《C Programming Language》等 C、C++著作加深了对它们的认识。这学期，通过对吕建成教授的“大数据引论”、彭德中教授的“数据分析的机器学习方法”课程的学习，能够用 Python 编写简单的爬虫程序、通过搭建基于 Hebb 学习算法的人工神经网络实现简单的主成分分析（PCA）、智能识别与分类等任务。

ID	任务名称	开始时间	完成	持续时间	2017年										
					01月	02月	03月	04月	05月	06月	07月	08月	09月	10月	11月
1	文献查询	2016/12/19	2017/2/10	40天											
2	收集猴脸图片和视频	2017/2/13	2017/3/24	30天											
3	研究猴脸检测	2017/2/15	2017/3/28	30天											
4	进行实验	2017/2/15	2017/7/4	100天											
5	研究猴眼定位	2017/3/28	2017/6/5	50天											
6	研究眨眼	2017/6/5	2017/8/11	50天											
7	研究眼动跟踪	2017/8/11	2017/10/19	50天											
8	界面实现	2017/6/6	2017/7/17	30天											
9	撰写论文	2017/9/19	2017/10/30	30天											
10	结题答辩	2017/11/10	2017/11/23	10天											

五、项目研究支撑条件

1.人员与技术支持

人员支持：项目成员均具备较高的专业能力，有较强的自主学习能力与浓厚的学习热情，部分组员有项目开发经验，且项目成员分工合理，各有所长，能保证在项目开发的关键节点均能保证充足的人力资源支持。

开发平台：OpenCV、Visual Studio、MATLAB 等。

技术支持：由计算机学院张卫华老师给予计算机方面指导和建议相关技术，由四川康城生物科技有限公司的技术人员提供生物学方面的技术指导。

项目支撑平台：1.华西医院旗下的四川康城生物科技有限公司；
2.计算机学院本科生创新实验室。

2.经费支持

根据下拨经费，购置相关书籍、文献、软件、硬件、摄像机、动物饲料等，并完成实验室实地试验和猴面部视频图片采集。

六、预期提供的成果形式

- | | | | |
|-----------|----------|---------|---------|
| 1.□文献资料综述 | 2.□调查报告 | 3.■研究论文 | 4.■开发软件 |
| 5.□设计 | 6.■硬件研制； | 7.■申请专利 | |
| 8.□其他名称： | | | |

七、项目经费概算(包括调研、耗材、资料、发表论文、印刷等费用)

类别	金额（元）	经费预算的依据及用途
书籍资料	1000	用于购买所需资料书籍
移动硬盘、必要的其它硬件等	1000	用于储存视频图片、代码以及其他信息、图像采集及处理
调研	1500	调研差旅费
文印费	500	用于资料、文档复印
论文版面费	3000	用于论文发表
发明专利代理费	6000	用于发明专利
摄像机	3000	用于搭建 VOE 系统
三脚架	700	用于固定摄像机
软件著作权代理费	1100	用于申请软件著作权
交通费	400	从学校到四川康城生物科技有限公司的交通费
随身路由	300	购买随身路由
其他	1500	后期测试维护
总计	20000	

八、评审情况

指导教师意见：

指导教师（签名）：

年 月 日

学院推荐意见：

主管院长签名：

年 月 日

学校专家评审意见：

组长签名：

年 月 日

学校认定意见及批准经费：

学校负责人签名：

年 月 日