

泉州师范学院大学生创新创业训练计划
项目申报书

项目类型:	创新训练项目
学院名称:	数学与计算机科学学院
	基于区块链隐私保护的自动化
项目名称:	视力初筛系统研究
负 责 人:	侯灿坤
指导教师:	杨竞菁
项目期限:	2024 年 5 月-2025 年 5 月
所属一级学科:	计算机科学与技术
所属二级学科:	软件工程

泉州师范学院

二〇二四年五月

填写须知

一、项目说明：

创新训练项目是本科生个人或团队，在校内导师指导下，自主完成创新性实验方法的设计、设备和材料的准备、实验的实施、数据处理与分析、总结报告撰写等工作。

二、申报书请按顺序逐项填写，填写内容必须实事求是，表达明确严谨。空缺项要填“无”。

三、申请参加大学生创新创业训练计划项目团队的人数含负责人在内不得超过5人。

四、表格中的字体小四号仿宋体，1.5倍行距；需签字部分由相关人员以黑色钢笔或水笔签名。均用A4纸双面打印，于左侧装订成册。

项目名称		基于区块链隐私保护的自动化视力初筛系统研究				
项目起止时间		2024 年 5 月 至 2025 年 5 月				
负责人	姓名	年级	学院	学号	联系电话	E-mail
	侯灿坤	2021	数学与计算机科学学院	211308020	15159586750	ckun2199@gmail.com
项目组成员	蒋天宇	2021	数学与计算机科学学院	211308121	13575520419	York.Yanmeng@gmail.com
	陈柏熹	2021	数学与计算机科学学院	211308031	15559550985	1628240142@qq.com
	王文卓	2021	数学与计算机科学学院	211305011	15315793850	1420195926@qq.com
指导教师	姓名	杨竞菁			职务/职称	讲师
	所在单位	数学与计算机科学学院				
	联系电话	15160319716			E-mail	panday2@126.com
校外导师	姓名	刘超			职务/职称	所长助理
	所在单位	浙江清华长三角研究院				
	联系电话	13008706905			E-mail	liuchao@tsinghua-zj.edu.cn

项目简介 (500 字以内)

中国政府关心和重视我国儿童青少年近视的问题：2018 年出台了《综合防控儿童青少年近视实施方案》，2021 年出台了《儿童青少年近视防控光明行动工作方案（2021—2025 年）》有效推动全国综合防控儿童青少年近视工作走深走实。

截止 2020 年，我国儿童青少年总体近视率为 52.7%，较 2019 年上升 2.5 个百分点，较 2018 年下降 0.9 个百分点；其中 6 岁儿童为 14.3%，小学生为 35.6%，初中生为 71.1%，高中生为 80.5%，近视低龄化问题仍突出。视力初筛是视力测试的基础，及时进行视力初筛可以实现提前知晓，提前预防的目的。

视力初筛目前主要是以人工的方式，利用对数视力表以人工指读的方式对受测试对象的视力进行初步的测试。该方法需要有受过专业训练的医护人员引导受测试对象完成整个测试过程，并记录其视力初筛结果。因此，视力初筛需要投入大量的人力资源。

本项目基于计算机视觉技术开发一套全自动的视力初筛系统。系统基于科学的视力初筛规范，通过计算机视觉技术能识别受测试人员的人脸信息，自动为用户建立档案、判定用户是否带眼镜、测试的是左眼还是右眼的视力、并根据受测试人员的手势动作记录其视力情况。系统还将基于视力初筛的规则，优化测试算法建立一套快速检测的方案，提高视力初筛的速度。

负责人曾经参与科研的情况:

项目负责人侯灿坤, 熟悉 Python 及区块链相关技术, 拥有较强的代码设计、项目开发能力, 曾参与多个企业开发项目。在本科阶段开始接触区块链开发相关技术, 并与团队一起合作, 并产出科研项目 1 个, 专利技术 2 项的优秀成果。

科研项目:

1. FACOS: Enabling Privacy Protection Through Fine-Grained Access Control with On-chain and Off-chain System: CCFA 类期刊

项目简介: 该项目基于异步拜占庭容错协议的链上链下系统, 这个协议可以容忍 $f(N > 3f + 1$, N 为总节点, f 为可容错节点) 个网络通信故障、抵抗恶意网络节点的任意破坏。同时本系统还设计了基于隐私保护控制下的访问控制协议, 每个客户端在访问数据之前都需要进行验证和授权, 通过隐私保护下的访问控制算法以及异步 BFT 容错协议。

项目职责: 完成项目总体部分的代码编写。

功能实现:

- 1) 属性加密使用 ABE 库; 使用完全二叉树、AES 和 XOR 加密实现广播加密; 门限加密使用 TPKE 算法。
- 2) 基于属性加密、广播加密、门限加密实现的细粒度隐私保护的访问控制。
- 3) 链下异步分布式存储使用了异步 BFT 结合 levelDB 和 IPFS 两种技术实现了大数据的存储。
- 4) 链上使用 fabric 的区块链网络实现了消息(链下索引、数据基本信息等)存储。
- 5) 基于可信执行环境(TEE)的解决方案来验证客户端的验证和授权。

指导教师承担科研课题情况:

一、杨竞菁老师科研情况

杨竞菁，泉州师院数计学院计算机专业，硕士，讲师，拥有丰富的教学经验。其在计算机硬件、图形图像处理、虚拟现实等方向有丰富科研的指导学生科研的经验。其主持和参与科研项目 9 项，指导学生科研项目 4 项：

主持科研项目 2 项：

- (1) 2015 年，市科技厅项目（2015Z128），图像识别定位技术在数控印刷机中的应用。
- (2) 2012 年，校科技自选项目（2012KJ09），基于 ARM 的嵌入式智能视频监控系统研究。

作为主要成员，参与科研项目 7 项：

- (1) 基于 ARM 和无线传感器的智能家居系统的研究与实现 2012KJ09 （第 3 合作者）
校科技自选课题
- (2) 基于视频摘要的智能监控系统 2014Z136 （第 3 合作者） 市科技项目
- (3) 基于移动互联网的服务型数字校园平台的研究 2013KJ11 校科技自选课题
- (4) 理实并举、学科协同、任务驱动、构建应用性本科发明创造能力培养新体系 2017GX
省教育厅项目
- (5) Unity 虚拟现实开发课程教学内容与教学方法研究 201901089005 省教育厅
项目
- (6) 基于虚拟现实的腰椎穿刺手术模拟关键技术研究 JAT170474 省教育厅项目
- (7) 基于灰色 RBF 神经网络的泉州空气质量研究 2014Z135 市科技项目

指导学生科研项目 4 项：

(1) 2019 年, 校级大学生创新训练项目 (201910399089), 梨园戏动画虚拟现实漫游系统。

(2) 2015 年, 校开放实验项目 (20150107), 小型自动化工厂模型设计与实现。

(3) 2013 年, 校大学生科技项目 (2013DKJ0), 实时视频跟踪系统设计研究

(4) 2007 年, 校开放实验项目 (07080137), 复杂模型机的设计与实现。

指导教师对本项目的支持情况:

杨竞菁, 讲师, 在计算机硬件、图形图像处理 and 虚拟现实领域进行了多年的实践, 在科研和指导学生上拥有丰富的经验。其熟悉人工智能领域的相关知识, 主持和参与了 9 项科研项目, 完成 4 项大学生客养项目的指导。在本项目中, 能在项目设计、技术路线规划和项目实施等方面对项目给予指导。

刘超, 浙江清华长三角研究院所长助理, 海归博士, 在基于区块链的隐私保护领域中进行了多年的时间, 在科研和指导学生上拥有丰富的经验。其熟悉区块链领域的知识、设计路线和项目实施等, 能在项目区块链设计、技术应用等方面对项目给予指导。

(一) 研究目的:

(1) 利用计算机视觉技术, 建立一个自动化的视力初筛系统, 能自动识别并记录受测试者的视力初筛情况。实现视力初筛自动化和测试数据的数字化存储, 最终减少视力初筛时的人力成本。

(2) 依据视力初筛的测试规则, 设计一个快速测试的算法, 最终提高视力初筛的测试速度。

(3) 使用区块链隐私保护技术, 建立一个链上链下存储系统, 能对用户隐私数据进行加密和保存至特定的存储服务器中。

(二) 研究内容:

(1) 基于计算机视觉技术, 设计一个带有人脸信息识别、语音提示的视力初筛系统。受测试对象通过人脸识别完成身份验证, 并在语音提示下完成整个视力初筛过程。在此过程中, 受测试对象是否戴眼镜、测试的是左眼或右眼、测试时的手势信息, 都将由计算机自动识别和记录。

(2) 基于视力初筛的规则, 设计一个快速测试算法, 用于提高测试速度。

(3) 基于区块链隐私保护技术的应用, 搭建一个链上链下区块链系统, 用于保护用户的个人隐私。

(三) 国内外研究现状和发展动态

通常在视力检测技术上使用的传统技术是视觉检测法, 但在 1873 年, Cuigne 提出了验光法。但由于条件和技术的限制, 视力检测的技术研究一度停滞, 直到 20 世纪 80 年代随着计算机技术的发展, 国内外开始研究视力检测仪器相关技术。近年来, 随着深度学习技术的发展, 一些学者提出了使用卷积神经网络解决问题的新方法来进行视力检测。但该技术目前主要存在两个问题: 一是训练需要大量的数据支撑, 二是模型必须快速准确识别, 如果这些问题得到解决, 自动化视力检测的发展将会更进一步。

手势识别可以分为传统的视觉手势识别和基于深度学习的手势识别。目前已有大量手势识别方面的研究, 但是对于自动化、智能化的视力初筛的研究还较少。在这方面的研究中, 关键技术在于提高手势识别模块性能, 需要高精度且快速度的手势识别模块。

隐私保护相关领域, 区块链的应用较为广泛。这是一个分布式系统, 通过容忍错误来达到整个系统的安全性。区块链不仅能自动执行效率低下的流程, 还能减少开销和成本高昂的中介角色。根据埃森哲(Accenture)发布的报告中, 区块链每年最高能帮助投资银行节约 120 亿美元。

(四) 创新点与项目特色:

(1) 传统的视力测试需要专业人员在现场进行测试操作，需要投入较多人力，该项目具备人脸识别、语音提示、带眼镜判断、手势识别和数据自动记录等多项功能，可实现完全无人值守式的自动化视力初筛能力，实现较大程度减少人力成本。

(2) 云端数据存储，本项目在测试结束后会自动将测试结果数据保存至云数据库中，方便查看和管理，相较于传统的纸质化录入与管理节省了时间，加快了效率。本项目支持私有化本地部署与公有云服务部署两种方式。同时，使用公有云服务模式部署可以使本项目具备跟踪用户视力情况的能力，以便随时查看各患者的视力情况。

(3) 识别精度高，本项目利用计算机视觉技术，能够高效精确的对用户表现画面进行识别，减少人工误差对测试结果的干扰。

(4) 高效的测试速度，本项目使用快速视力检测算法，优化视力初筛的速度。

(5) 区块链的加入，使用户隐私数据进一步被保护。

(五) 技术路线、拟解决的问题及预期成果:

技术路线:

人脸识别部分:

使用 arcface 深度学习人脸识别模型对人脸特征向量进行提取，将特征向量进行存储和索引来实现对人脸特征相似度的识别，通过比较得出最高相似度的人脸特征来判断当前用户。

眼镜识别部分:

通过 dlib 人脸 68 关键点特征分类器提取到人脸 68 个关键点,截取到鼻梁山根区域的图像，使用高斯平滑技术对图像边缘进行平滑和二值化处理，来判断是否佩戴眼镜。通过识别是否佩戴眼镜来自动化裸眼和矫正视力的数据分类。

手势方向识别部分:

通过 mediapipe 的手部关键特征点分类器对手部的 21 个特征点进行提取并转换为平面坐标，通过分析各手指坐标间的夹角几何关系来判断当前用户所表示的手势方向。

快速视力检查算法部分，本算法分为两个部分：

(1) 视力区域定位：

将视力表分为三个视力区域，高度近视区、中度近视区、轻度近视区，在测试开始时由高到低递进显示每个区域最小可见的 E 字图像，直到用户不可认或认出最后一个 E 字图像（即视力 1.0）为止，当前停止的区域即用户的视力范围。

(2) 单行快速识别：

为了加快识别效率，本模块设计了当行连对记录的优化识别方法。即用户在测试时，若在短时间内快速连续的识别出对应的方向，系统即认为用户在当前检测行的视力情况良好，直接跳入下一阶段测试；若出现识别错误的情况，即用户在当前行的视力情况存在问题，停止测试；由于在单个手势识别时给足了五秒钟的容错时间，故不在算法中过多考虑容错性问题，避免因个别因素影响检测系统的整体效率。

区块链系统部分：

我们为了数据不被任何人所知道，因此选择 Hyperledger Fabric 超级账本搭建区块链系统。区块链接受传入的诸如用户人脸特征、用户隐私个人数据，通过加密学算法加密后存入指定的数据库中。

软件系统设计方案：

本软件系统包括：人脸身份识别，眼镜佩戴识别，手势方向识别，测试端语音播报提示，数据自动上传数据库等功能，用户通过与视觉终端进行非接触式的视觉交互和全程语音提示来完成所有操作。

用户首先通过人脸识别来完成身份认证，接下来进入视力检查系统（分为裸眼视力测试和矫正视力测试）使用本系统的快速视力检查算法，可以在平均测试 3-5 行内结束单眼视力测试，平均双眼测试时间可在 1 分钟内完成。在测试完成后，该用户的视力测试数据会被存入 SQL 数据库，以供后台管理系统进行查看和导出数据。

硬件系统设计方案：

本硬件系统包括：

输入设备：一个高清摄像头，用于捕获用户画面进行分析，摄像头包含麦克风模块

输出设备：一台高清显示器，用于与微型终端连接，显示软件提示内容与 E 字图像；一台移动式扬声器，用于播放语音提示。

其他设备：摄像头支架，USB 延长线，微型终端（本软件系统已集成至便携式微型终端，以便于实现轻量部署）

拟解决的问题：

（1）人脸识别：

使用 arcface 深度学习人脸识别模型，来完成人脸识别。使用人脸识别的凡是可以快速完成受测用户的身份信息判断：通过比对数据库，对已存在于数据库中的受测用户直接创建一条新的测试记录；对新的测试用户，将其信息人脸数据库，并快速完成建档工作。

（2）是否带眼镜的判断：

视力初筛时，一般测试的是裸眼视力，如果用户带眼镜，则测试的是矫正视力。因此，系统需要具备判断受测用户是否带眼镜的能力。项目计划通过 dlib 人脸 68 关键点

特征分类器提取到人脸 68 个关键点，截取到鼻梁山根区域的图像，使用高斯平滑技术对图像边缘进行平滑和二值化处理，来判断是否佩戴眼镜。最终，通过识别是否佩戴眼镜，实现自动化裸眼视力和矫正视力的数据分类。

(3) 手势方向识别：

手势方向识别是视力初筛中一个重要的内容，通过识别受测用户的手势方向并将其与系统给出的视力图对比，才能判断其视力情况。在手势识别问题上，将使用 google 开源的成熟框架 mediapipe 来获取手部关键点坐标，计算手部关键点检测拇指指尖和食指指尖的坐标，使用反正切函数计算了两指之间的夹角，通过夹角角度来判断当前手势所表示的朝向。

本项目完成预期成果：

(1) 设计一个基于计算机视觉的视力初筛系统，系统具备人脸识别、语音提示、带眼镜判断、手势识别和数据自动记录等多项功能。

(2) 设计一个快速视力筛查算法，用于优化视力初筛的流程，提高视力初筛的速度。

(六) 项目研究进度安排：

第一阶段：2024 年 5 月

熟悉视力初筛流程、对数视力表的原理和视力初筛的规则，并完成软硬件平台的搭建和技术积累。

第二阶段：2023 年 5-7 月

设计一个基于计算机视觉的视力初筛系统，具备人脸识别、语音提示、带眼镜判断、手势识别和数据自动记录等多项功能。然后进行对比实验，与现有的人工检测方式在时

间和正确率上进行对比。

第三阶段：2024 年 7-9 月

搭建区块链链上链下系统，完成对用户隐私数据的加密和保存，并完成实验报告的撰写。

第四阶段：2024 年 9-10 月

完成整个系统的测试，对项目进行完善和优化，撰写结项材料，完成项目的结项工作。

(七) 已有基础:

1.与本项目有关的研究积累和已取得的成绩

(1) 在王蓉副主任医师指导下，完成了视力初筛规范的学习和用户需求的调研

项目组成员到儿童医院眼科的视力初筛现场进行调研，在王蓉副主任医生的指导下对视力初筛的目标、流程有了深入的了解。在调研过程中还与眼科医生和护士做了深入的交流，并对用户的需求进行了调研。



图 1 在儿童医院眼科实地调研

(2) 项目团队具备相应的知识储备和技术积累

项目负责人侯灿坤，参与完成 1 项区块链应用项目的开发，掌握了计算机视觉处理

的相关技术。项目团队主要成员自软件工程和计算机学科大三的学生，具备程序设计、软件开发的能力。项目组成员已经具备完成项目开发的知识储备和技术积累。

(3) 实验设备和场地

数计学院拥有专业实验室，为项目开发、开会讨论提供了充足的空间。并且实验室内配备人工智能项目开发所需工作站和算力平台，可以为项目的执行提供有力的硬件基础。

2. 已具备的条件，尚缺少的条件及解决方法：

(1) 实验室场地与设备

数学与计算机科学学院拥有 4000 多平方米的实验场地和 2000 多万元的实验仪器设备。现拥有省部级重点实验室“福建省大数据管理新技术与知识工程重点实验室”、“数字福建智能制造大数据研究所”、省厅级重点实验室“智能计算与信息处理福建省高校重点实验室”。实验室的数据中心目前拥有大数据计算机及虚拟化技术两大集群，两个集群的资源在平台控制下能够灵活调度。

(2) 人员条件

指导老师和项目组成员，有人工智能、计算机图像图形领域相关的专业知识和科研能力，又有浙江清华长三角研究院所长助理在区块链领域方面的专业指导，因此已经备项目实施的人力资源与知识储备。

经费预算:

总经费:

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划 (元)	
			前半阶段	后半阶段
1.业务费				
(1)计算、分析、测试费				
(2) 能源动力费				
(3)会议、差旅费				
(4)文献检索费				
(5)论文出版费				
2.仪器设备购置费	9000		4500	4500
3.实验装置购置费				
4.材料费	1000		500	500

指导教师意见:

该项目基于计算机视觉技术,设计一个用于医院视力初筛系统。项目结合计算机方向的老师和同学,并拥有眼科领域的王蓉副主任医师给予专业指导,实现了将人工智能与医学的结合。项目组完成了项目的前期调研工作,且拥有充足的实验条件、知识和技术储备,已具备完成项目的软硬件条件和技术储备。

同意推荐其参与双创项目申请。

签字:

2024 年 5 月 13 日

学院意见:

该项目是医工结合的有益尝试，既符合新医科建设的方向，也符合我校应用型本科和服务泉州本地企事业单位的办学定位。项目团队拥有眼科领域的专家和计算机学科的师生，在人力资源和知识储备上已具备完成项目的基础条件。同意推荐该项目参与大学生双创项目申请！

分管领导

学校意见: