1. 英文题目

User Identity Authentication System Based on Smartphone Camera

1. 选题依据

近年来，移动物联网设备（如智能手机、智能手表、平板电脑等等）日益普及，逐步融入到我们的日常生活中，发挥着越来越重要的作用。伴随着智能手机的普及以及互联网的迅速发展，移动支付、休闲、娱乐、学习、医疗等社会功能逐步数字化与智能化，智能手机成为实现这些功能不可或缺的设备，因此智能手机上存储了大量的隐私信息，这些信息的泄露会给用户造成巨大的损失。

为了防止未经授权使用，移动互联网设备都会提供各种各样的用户验证方案，例如指纹识别、面容识别、密码验证、图形解锁[1,2,3]等方式，然而这些方法各有利弊。以密码验证和图形解锁为例，这些验证方式依赖于用户对密码和图形的记忆，但无法提取生物特征，因此也不需要像指纹解锁那样专门的生物特征传感器，可以低成本实现，但是可以通过密码测试、密码盗窃、肩膀冲浪[4]、屏幕污迹等方式盗取验证密码来伪造用户验证；其他的验证方式，要么需要额外的生物特征传感器（如指纹解锁），要么利用虹膜图像或面容特征来实现对用户生物特征的提取，但同样可能会遭受伪造生物特征验证的攻击[5]。

高端的智能手机往往配备特殊的生物特征传感器，可以通过识别用户的生物特征来实现用户验证。然而，一些低成本智能手机并不具备该硬件基础。考虑到摄像头是大多数智能手机都具备的传感器，根据人的手指按压摄像头的图像来实现对用户的身份认证，可以实现对中高低端手机通用的基于生物特征的身份认证。已经有实验证明手指按压的光体积图能获取人的心脏跳动时的血液和瓣膜活动信息，研究员通过手机加速计和摄像头来测量血压，利用手机加速计在近心端测量主动脉瓣打开时间，又利用摄像头在远心端（手指）的光体积图来测量心脏脉冲到达时间，主动脉瓣打开到心脏脉冲到达远心端之间的时间称为脉搏传输时间（PTT），研究员通过PTT来估计相对血压变化[6]，说明通过手指按压摄像头的光体积图可以获取人的心脏信号，可以正确描述人的心率、脉搏、血压的变化，并证明了智能手机摄像头捕捉心脏信号的正确性和可行性。除此之外，还有实验表明在大量人群中个体的心脏特征是固有的、独特的[7,8,9]，说明了心脏特征提取的可能性。但人的心脏信号会受到手指按压位置、人的心理情绪、周围环境、摄像头使用的光学场景不同而受到不同影响，需要通过对提取信息标准化来实现。此外，手指按压的光体积图除了能提取心脏信号外，还能提取用户的皮肤特征，为用户的身份验证提供了额外的生物特征。有实验表明，手指按压的光强度变化在不同的颜色通道中，表现出不同的心脏运动模式，具有独特的心脏特征[10]。由于皮肤特征导致的对不同光线的吸收率不同，导致在不同颜色通道的光强度图中，表现出的用户心脏运动模式的不同为用户特征的独特性提取提供了更为可靠的支持。因此，基于智能手机摄像头的用户身份认证具有实现的可行性和广泛的市场用途。

1. 研究目标和内容

研究内容：

用户身份认证是保障移动设备(如智能手机、平板电脑)安全的关键环节。本课题旨在探索一种低成本且难以伪造的用户身份认证系统，该系统利用智能手机的内置摄像头获取用户指尖按压摄像头的视频帧，并提取用户独特的心脏生物特征进行认证。该系统在智能手机上进行实现，并通过在真实环境中的实验，测试系统验证合法用户、拒绝非法用户的准确性。

研究目标：

1、 了解图像处理相关应用领域背景知识，了解国内外行业标准、规范和技术发展趋势，理解其对环境以及社会可持续发展的影响，理解相关行业的政策和法律法规；

2、 在指导教师指导下阅读国内外文献和自学相关知识，对用户认证解决方案进行研究和分析。调研常用的几种认证方式及它们的优缺点，如用户自定义的PIN码或图形密码、指纹识别、声纹识别、面容识别等。

3、 学习人体内血流变化的个体差异，掌握动态像素选取，特征提取以及主成分分析的应用方法，搭建基于欧氏距离的用户验证模型；在安卓手机上实现该认证系统，并通过实验验证该系统的性能；

4、 完成毕业设计（论文）外文翻译，锻炼跨文化交流的语言和书面表达能力，能就工程专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流；

5、 完成毕业设计论文并提交软件及相关文档；

1. 研究方案
2. 学习了解心血管系统动力学，了解心脏心肌交替收缩将血液泵入血管的周期性运动模式和心动周期中各个阶段变化特征。根据心脏运动规律分析心脏各个运动阶段在光学图像上的特征表现，从心脏运动各个阶段的特点设计用户生物特征的提取。
3. 捕捉心脏运动，利用智能手机摄像头测量指尖光变化，根据提取的光变化影像的分析来确定心动监测周期，并通过三个颜色通道（红绿蓝）多个维度来设计系统对用户的生物特征提取，根据光变化影像的特征提取效果动态改变提取光学图像时智能手机手电筒的工作情况。
4. 对于环境照明条件、手指按压位置、人的生理运动和心理变化等各种因素对系统应用的影响，需要系统设计对于不同影响进行抑制或者消除的变换算法，使系统能有效应对环境和用户生理心理变化并有效提取和验证用户的生物特征，增强系统的健壮性。
5. 通过不同颜色通道和心动周期的变化组合，提取用户的心脏特征，生成用户特征验证模型，系统实现时，在提取用户心脏特征后并将数据进行标准化和校准后与用户验证模型进行比对，验证成功赋予权限，验证失败则拒绝访问。
6. 模拟其他用户指尖按压摄像头来获取手机权限的攻击场景，让其他用户使用自己生物特征访问手机的情况，包括改变手指按压位置，调整光线环境，改变生理状态来获取手机访问权限，设计系统进行判别并拒绝访问，提高系统的安全性。
7. 对于不同的攻击情况进行系统优化和特征提取参数调整，优化系统。并且对于不同性能的手机，特征提取时进行像素和帧率的调整，以适应不同性能的手机，使系统具有普适性，对于中高低端手机在不太损害系统性能和用户安全性的情况下具有较好的适应性。
8. 与PIN码或图形密码、指纹识别、声纹识别、面容识别等其他方法进行对比，对系统性能进行验证和评估。
9. 研究计划及进度安排

A. 查阅相关设计手册，收集论文所需资料。（第1周-第2周）

B. 确定系统设计方案，并对设计方案进行论证和选择。（第3周-第4周）

C. 设计图像数据采集、心脏生物特征提取和用户验证等关键算法（第5周-第8周）

D. 实现安卓手机上的用户认证系统并完成实验。（第8周-第14周）

E. 完成毕业论文，提交软件及相关文档。（第14周-第15周）

F. 完成本科生毕业设计（论文）外文翻译；（第1周-第15周）

G. 完成本科生毕业设计（论文）答辩；（第1周-第15周）

1. 创新点及预期研究成果

对比传统的密码验证、图形解锁等验证方法，基于智能手机摄像头的用户身份验方法能够提取用户独特的生物特征，难以被肩膀冲浪、密码盗取、屏幕污迹等方法攻击，安全性更强。对比指纹识别、面容识别等用户身份验证方法，利用心脏特征进行用户身份认证的方法不易于进行生物特征伪造，不依赖特定的生物特征传感器，成本低。此外，对于不同价位的手机，本方法实现简单，通用性强，可以通过调整帧率和算法调整进行适配。

研究希望在安卓系统的智能手机上实现在手指按压后能提取用户的心脏生物特征并进行验证，实现低成本的、安全性强的用户身份验证，对于不同的环境和用户生理及心理情况能有效提取用户生物特征，在确保用户验证有较高的准确率和保障智能手机安全性的前提下，让系统具有较高的通用性，在低端设备也能实现用户通过生物特征进行的安全的身份验证。

1. 引用文献

[1]Yang X, Yang S, Liu J, et al. Enabling Finger-touch-based Mobile User Authentication via Physical Vibrations on IoT Devices[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2021.

[2] Leslie Lamport. 1981. Password authentication with insecure communication. Commun. ACM 24, 11 (1981), 770–772.

[3] Susan Wiedenbeck, Jim Waters, Jean-Camille Birget, Alex Brodskiy, and Nasir Memon. 2005. Authentication using graphical passwords: Effects of tolerance

[4] Tzong-Sun Wu, Ming-Lun Lee, Han-Yu Lin, and Chao-Yuan Wang. 2014. Shoulder surfing-proof graphical password authentication scheme. International journal of information security 13, 3 (2014), 245–254.

[5] Shreyas Venugopalan and Marios Savvides. 2011. How to generate spoofed irises from an iris code template. IEEE Transactions on Information Forensics and Security 6, 2 (2011), 385–395.

[6]Wang E J, Zhu J, Jain M, et al. Seismo: Blood pressure monitoring using built-in smartphone accelerometer and camera[C]//Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing Systems. 2018: 1-9.

[7] Foteini Agrafioti, Jiexin Gao, and Dimitrios Hatzinakos. 2011. Heart biometrics: Theory, methods and applications. In Biometrics. InTech.

[8] Miyuki Kono, Hironori Ueki, and Shin-ichiro Umemura. 2002. Near-infrared finger vein patterns for personal identification. Applied Optics (2002).

[9] Naoto Miura, Akio Nagasaka, and Takafumi Miyatake. 2004. Feature extraction of finger-vein patterns based on repeated line tracking and its application to personal identification. Machine vision and applications 15, 4 (2004), 194–203.

[10]Liu J, Shi C, Chen Y, et al. Cardiocam: Leveraging camera on mobile devices to verify users while their heart is pumping[C]//Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. 2019: 249-261.