

编 号：_____
审定成绩：_____

重庆邮电大学 毕业设计（论文）

设计（论文）题目： 基于 SVM 分类器的动作识别系统

学 院 名 称： 计算机科学与技术学院
学 生 姓 名： 朱 轲
专 业： 计算机科学与技术
班 级： 0491201
学 号： 2012211830
指 导 教 师： 邓 欣
答辩组 负责人：

填表时间： 年 月

重庆邮电大学教务处制

摘 要

随着动作采集技术的成熟和推广，高效快捷地获取大量实时的三维动作数据已经成为现实。因其无需借助任何计算机系统的传统输入设备就能够准确识别出用户意图，对三维动作数据进行数据处理与挖掘的技术，现已广泛运用到了计算机动画、游戏、新型人机交互和智能家居控制等领域。

在动作识别研究领域，主要有以下三个方向：基于机械和物理，基于视觉传感器，和基于可穿戴传感器的动作识别。动作识别可以认为是时变数据的分类问题，常用方法可以分为三种：基于模板匹配、统计模式识别和基于语意描述三种。且随着移动互联网的普及，目前智能手机普遍集成系列传感器：加速度传感器、陀螺仪和方位传感器等，为高效地采集动作数据带来了便利。

支持向量机（Support Vector Machine, SVM）在解决小样本、非线性及高维模式识别具有其特有的优势。本文通过对经典 SVM 二分类算法的研究，在此基础上将 SVM 算法推广到了多分类中。本文通过获取智能手机中的加速度传感器、陀螺仪和方位传感器的数据，搭建了一个动作数据采集、传输和存储平台，支持多用户注册传输存储其动作数据。并采用 SVM 多分类算法，对其动作数据进行建模，该模型能够以较高的准确率（95%）识别出用户的动作意图。

为了验证基于 SVM 分类器的动作识别系统运用到智能家居控制领域的可行性，通过软件搭建了一个模拟动作学习模块，可以模拟实体智能家居的一系列状态信息（如打开电灯），和一个智能家居模拟显示模块，可以模拟显示实体智能家居的各种状态的改变（如电灯的开闭状态）。

【关键词】动作采集 SVM 多分类 智能家居

ABSTRACT

This abstract info.

【Key words】 key word 1 key word 1 key word 1

目 录

第一章 目录

第一章 绪 论 - 1 -

 第一节 研究背景及意义 - 1 -

 第二节 国内外研究现状 - 2 -

 第三节 本文主要任务与成果 - 3 -

 第四节 论文结构 - 4 -

第二章 SVM 算法研究 - 6 -

第三章 动作采集模块设计与实现 - 7 -

第四章 软件模块设计与实现 - 11 -

第五章 结 论 - 12 -

参考文献 - 13 -

附 录 - 14 -

第一章 绪 论

第一节 研究背景及意义

SVM 是 Vapnik 等人根据统计学习理论研究出来的一种机器学习的算法，其基本指导思想是 VC 维理论和结构风险最小理论。SVM 算法在有限样本数量、非线性分类识别和高维空间中的模式识别等问题上具有自己的特点和优势。SVM 能够在有限样本数量条件下构建高维数据模型，泛化能力强，能够在全局范围内进行寻优而不会和神经网络算法一样陷入局部最优问题中。其能够将低维空间中的数据映射到高维空间中，并在高维空间中进行数据运算，而不需要求解复杂的映射函数，使用核函数的方法对原空间中数据进行计算。因此 SVM 已经成为机器学习领域的研究重点。

SVM 算法目前已经应用在了语音识别、生物信息学、计算机入侵检测、人脸检测和数据挖掘等许多领域并且取得了显著的效果。SVM 既优化模型复杂度又优化经验风险，优化问题的约束条件是训练误差，目标是让置信范围达到最小化。样本空间维数的增高，不会增加计算复杂度，因此它经常被应用到高维模式中。本文通过对 SVM 算法的学习和研究，并将其应用在动作识别系统中，结合智能家居的概念，模拟实现了基于 SVM 分类器的动作识别系统运用到智能家居的新型人机交互控制，验证了其可行性，对 SVM 算法和动作识别系统的推广和应用有重要的意义。

人体动作包括四肢、头或面部等的姿态或运动过程，这些动作具有丰富的含义，是一种人与环境的信息传递方式。动作识别是指计算机自动检测和分析理解人体各类行为，判断人的意图并提供相应服务的过程，在人机交互、教育、体育运动、游戏娱乐等方面已经展开了广泛的运用。动作识别领域主要通过数学算法来识别人类手势，其主要目的是让计算机理解人类的肢体动作语言，从而开辟一种新型的基于人体动作的人机交互方式。

围绕人体动作所展开的工作可回溯至上世纪 70 年代，心理学家进行了一系列运动感知实验：在人体的关节点上附着亮点，在黑暗环境中，使人只能感知关节点的运动位置变化。实验结果证明：人类视觉系统可以通过感知运动过程中的光点序列变化，从而推断出运动的类型比如站立、奔跑等。实验也表示人体动作往往代表了特定的动作序列代表了特定的用户意图。

随着传感器和计算机视觉技术的成熟和推广，动作识别领域渐渐发展成了两个方向：基于视觉传感器，和基于可穿戴传感器的人体动作识别。前者主要通过外部图像采集设备，如运动摄像头等，对人体的动作信息进行捕捉，通过动作关键帧的提取和分析，得出用户的动作意图。后者主要通过用户关键位置（如腕部）佩戴传感器，对运动过程中的系列动作数据（如加速度、角速度和方位值）进行采集，对动作数据进行数学建模分析得出用户的具体意

图。近年来，随着人工智能的发展以及其在动作识别领域的成功运用，也为动作识别的分析预测精确度带来了极大的提升。其中比较常见的是各种基于概率的统计识别方法：决策树、K 临近、贝叶斯、SVM、神经网络和隐形马尔科夫（HMM）等。

第二节 国内外研究现状

SVM 方法被提出后，引起了国内外研究学者的广泛兴趣，将其应用到了使用神经网络等算法无法解决的领域，在国内外学者的广泛研究下，支持 SVM 算法理论在短短几年就涌现了大量的研究成果。1998 年 Weston et al.和 Vapnik 在 SVM 在回归问题和多值分类扩展以及它的泛化性方面进行了研究；1999 年 Anthony et al.等人在 SVM 硬领域的学习误差上给出了严格的理论界定；2000 年 Shawe-Taylor 和 Cristianini 软领域 SVM 也给出了类似的误差界定；随着学者们对 SVM 理论研究的深入，许多以 SVM 为基础的延伸算法得到了提出，如 1999 年 Smola et al.提出的 SVM 应用在分类和回归问题上；其他一些学者还扩展了 SVM 算法的概念，如 1997 年 Mangasarian 等人对通用 SVM 的概念进行了详细的阐述。

SVM 最初被应用到手写识别问题上，是为满足美国邮政服务局使用手写邮政编码自动分类邮件的需要提出的。Boser 和 Guyon 等人利用美国邮政标准手写数字库做了对比实验，使用多项式核函数对手写体阿拉伯数字进行了识别。实验结果证明，采用 SVM 方法比采用其他神经网络算法效果好。SVM 的出现为基于模式识别的字符识别领域提供了新的工具，并成功应用于模式识别和函数拟合等领域，其表现优于已知的一些神经网络方法。

目前国内也有大量学者在做 SVM 相关的研究，比如海军工程大学的陆振波博士通过对 SVM 理论的研究，对在水中识别目标和混沌背景下检测弱信号方面有了大幅度的精度提升，在此基础上研究开发了 LS_SVMlab、OSU_SVM3.00、stprtool\SVM 和 SVM_Steve Gunn 四种 SVM 方法的 MATLAB 工具箱，对二类分类、多类分类和函数拟合进行了研究和应用。刘向东和陈兆乾提出了一种快速 SVM 分类算法 FCSVM，在几乎不损失识别精度的情况下，对识别速度有了不同程度的提高。

而在动作识别研究领域，国内外手势研究的方向主要集中于基于机械和物理的动作识别，基于图像的动作识别和基于传感器的动作识别这三个方向。

在 1983 年就有人开始了对基于机械和物理的动作识别进行了研究，其典型的应用产物为 AT&T 公司的 Grimes 数据手套的专利，这被认为是在有关手势识别领域最早的专利。1987 年，VPL 公司通过使用光纤传感器测量手指的弯曲数据，并生产制造了 Data Glove 产品对手势进行识别，Liang 等人利用上述产品实现了对课本上的 250 个词条的识别。而在国内，高文等人基于 Data Glove 数据手套将 ANN 和 HMM 相结合而建立的中国手势识别系统，该系统的实验数据表明，简单的手势识别率能达到 90%左右。

由于数据手套有非常多的限制，例如对动作采集设备的依赖性太强等，研究人员开始将计算机视觉技术应用到了动作识别领域，即采用单个或多个图像捕捉设备对动作进行图像捕获，然后通过图像处理技术和算法分析，从而实现手势动作的识别。这其中最具代表性的产品为微软公司的产品 Kinect，其能够通过摄像头捕捉人体各个部分比较细微的动作，从而在人机交互方式中带给用户一种全新的舒适体验。

虽然基于图像的手势动作识别在识别率上能达到令人满意的效果，但是其发展依然受到对周围环境的依赖大，在识别过程中对硬件要求高等条件的约束。目前来看最受研究者关注的则是基于传感器的动作识别方向。2008 年，苏州大学的孔俊其、王辉等人针对基于三维加速度传感器的手势识别进行了研究，对十个阿拉伯数字和一些简单的手势动作的识别进行了实验研究。目前国内研究者在将 SVM 方法应用于动作识别领域的过程中，得了一些显著的成就，但是大部分研究者都是针对动作的图像信号，而针对传感器信号的研究和实验较少，为了验证这种方法的可行性，本文采用 SVM 方法对采集智能手机的加速度、角速度和方位信号作为 SVM 算法的输入信号，进行了实验和验证。

第三节 本文主要任务与成果

本文主要任务与成果在以下六个方面：

- 在分析理解 SVM 算法的基础上，将传统的 SVM 二分类模型延伸到多分类，使其适应本文的动作识别系统的需要。并提出使用粒子群优化算法对 SVM 算法的训练参数进行全局寻优，使其拥有更好的分类准确性；
- 搭建数据采集、传输和存储平台，能够对动作传感器的各类实时数据进行有效的收集、传输和统一存储；
- 搭建智能家居模拟模块，能够模拟实体智能家居设备的各类属性和状态，包括：能够发出学习信号，对新的动作数据进行有效的学习；能够接收控制命令，并根据控制命令改变自身的属性和状态；
- 完成 SVM 核心算法模块，模块功能包含：对动作数据进行系列预处理，对新的动作数据进行 SVM 算法学习并构建模型，能够通过模型对用户的动作数据进行学习并预测得出的动作意图结果，向智能家居模拟模块广播控制命令，使其相应地改变属性状态；
- 为了验证 SVM 分类器动作识别系统应用到智能家居控制交互模块中的大规模应用的可能性，整合上述功能，并实现了多用户同时在线使用和分析的场景；
- 最后运用常见的智能算法，如神经网络、贝叶斯分类等对相同动作数据进行分类学习，简单比较了不同算法的不同特性。

动作采集方面，本文通过对智能手机中的加速度传感器、角速度传感器和方位传感器模

块的调用，获得了设备持有者的实时动作数据，通过对动作数据的归一化等预处理过程，采用 SVM 分类器算法对动作数据进行训练得到分类器模型，该模型能够很好地对设备持有者的动作数据进行预测分类，得到用户的特定动作意图。并结合智能家居的概念，用软件模拟了智能家居网络中的各种家电设备，如智能电灯、智能电视等的状态，搭建完成了模拟智能家居学习系统，模拟智能家居状态显示系统。

SVM 分类算法方面，根据提取到的动作数据特性，对动作数据进行了系列的预处理，包括：数据归一化、平滑滤波处理，使训练数据能够以更高的准确度得到 SVM 分类模型。本文在理解分析 SVM 算法的基础上，对传统的 SVM 二分类模型提出了改进，将其推广到了多分类上，使其能够更好地复核该动作识别器的分类要求。在 SVM 参数调优方面，采用了粒子群优化算法，对 SVM 分类器算法的各个参数进行了全局优化查找，较之传统参数寻优方法在预测准确度上有了进一步的提高。

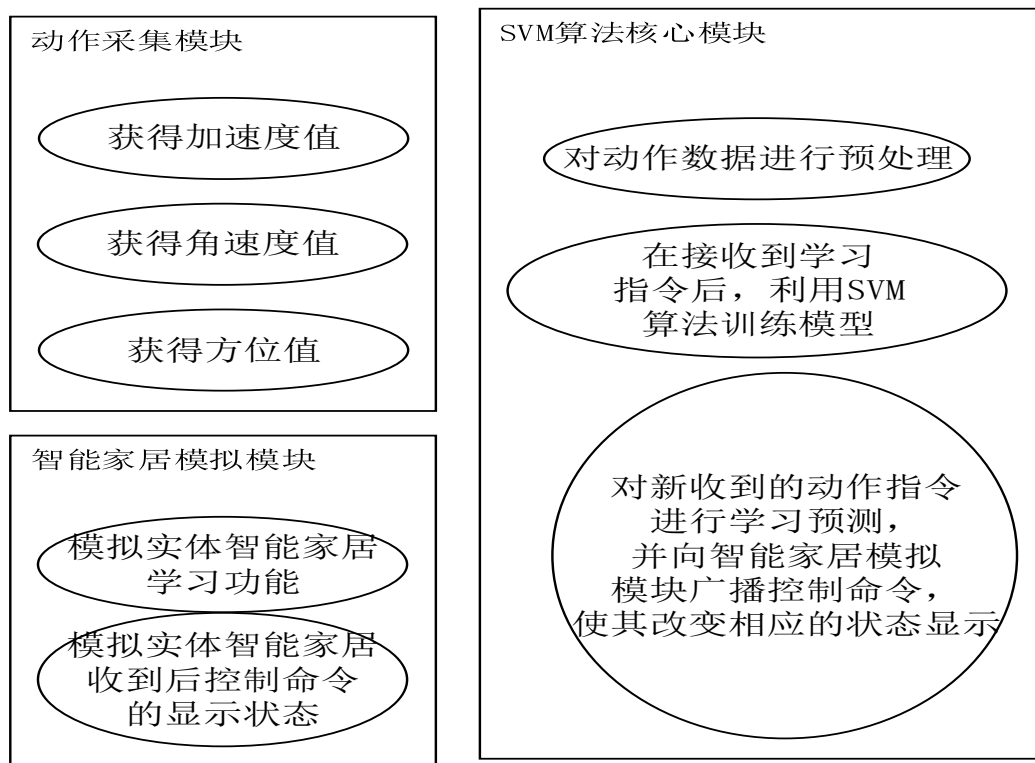


图 1.1 系统功能模块总览图

第四节 论文结构

本文内容分为五个章节，具体内容如下：

第一章，绪论。首先介绍了动作识别领域的基本情况和现状，并介绍了支持向量机算法的研究发展状况，以及其运用在分类和拟合领域的优势，为后续的研究和开发工作奠定了基础。

第二章，统计学习理论与 SVM 算法研究。主要内容为对 SVM 算法的理论依据和基础知识进行了介绍。根据动作识别系统的数据特点和应用要求：动作数据噪声问题、需要算法支持多分类和算法分类精确度，提出了对 SVM 分类器算法的改进和对 SVM 算法参数的全局寻优方法。

第三章，动作采集模块的设计与实现。本章主要介绍了调用智能手机传感器模块对动作数据进行采集和传输。

第四章，软件模块设计与实现。本章主要介绍了动作识别系统软件模块的实现过程。软件模块中包含：数据接收和处理模块，主要功能为接收数据和对接收到的数据进行预处理；SVM 算法模块，对动作数据进行 SVM 分类模型的训练，通过该模型对新的动作数据进行分类，并将分类结果对智能家居模块中的智能家居广播控制信息，使其改变自身状态和属性；智能家居模拟模块，模拟了实体智能家居各类的状态和属性。

第五章，结论。对 SVM 分类算法运用到动作识别系统中的分类效果进行了总结，并分析了比较了神经网络、贝叶斯分类等其他分类器对动作数据的分类效果。

第二章 SVM 算法研究

这里是第二章正文。

第三章 动作采集模块设计与实现

第一节 动作采集模块概述

随着移动互联网的飞速发展，智能手机的硬件配置也不断攀升，如今智能手机中集成了大量的传感器模块，例如三轴加速度传感器、陀螺仪、电子罗盘和方位传感器等。智能手机中的各类传感器模块可以很好地满足本文搭建动作识别系统的动作采集需要。本文搭建的动作识别系统的动作采集模块如下图所示。

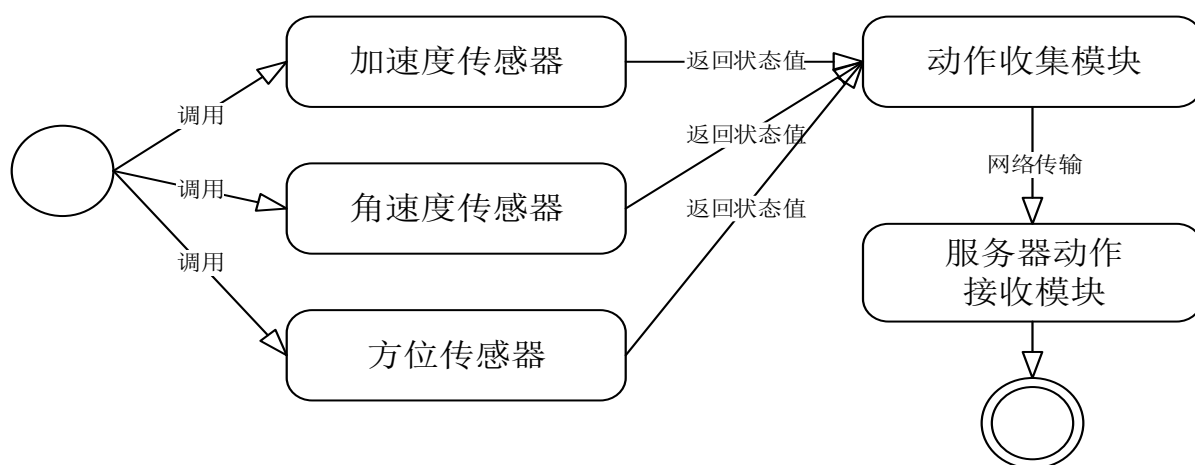


图 3.三.1 动作采集模块数据流转图

随着今年来移动互联网的飞速发展，智能手机的硬件配置也不断攀升。智能手机集成的各类传感器模块也不断丰富，这些传感器模块可以通过 Android 编程很顺利地进行调用并获取到其传感器状态信息，这为我们实时高效地捕捉动作数据带来了极大的便利性。

本文通过 Android 编程，调用和获取传感器的状态信息，包括：加速度传感器、陀螺仪和方位传感器，通过对这些数据的获取，可以很好地还原出设备持有者当时的三维动作信息，从而为后面的 SVM 算法分类器训练带来了可能。

第二节 采集动作特征说明

通过调用智能手机的加速度传感器、陀螺仪和方位传感器，每种传感器分别返回了状态

信息，这些状态信息分别表示了不同的含义，下面将对动作采集的特征量做详细解释。

一、 加速度传感器

加速度传感器是测量加速度的装置。智能手机里的加速度传感器是震动结构的，通过测量外界加速度对内部机械结构的震动特性的影响，以此获得自身加速度值的大小。调用加速度传感器模块，可以获得该时刻下传感器的 x、y、z 轴的加速度数值，单位为 m/s^2 。

其数据具有如下特点：

将手机水平正面朝上静止与桌面上，x 轴默认为 0，y 轴默认 0，z 轴默认 0。

将手机向左倾斜运动，此时 x 轴为正值。

将手机向右倾斜运动，此时 x 轴为负值。

将手机向上倾斜运动，此时 y 轴为正值。

将手机向下倾斜运动，此时 y 轴为负值。

将手机垂直向上运动，此时 z 轴为正值。

将手机垂直向下运动，此时 z 轴为负值。

二、 陀螺仪

陀螺仪（英文：gyroscope）是一种用来感测与维持方向的仪器，是基于角动量守恒的理论设计出来的。陀螺仪主要是由一个位于轴心且可旋转的转子构成。陀螺仪一旦开始旋转，由于转子的角动量，陀螺仪有抗拒方向改变的趋向。陀螺仪多用于导航、定位等系统。

可以通过智能手机中的陀螺仪传感器得到 x、y、z 轴的三轴角加速度的值，其单位为 r/s 。且其数据具有如下特点：

将手机水平正面朝上静止与桌面上，x 轴默认为 0，y 轴默认 0，z 轴默认 0。

水平逆时针旋转，z 轴为正。

水平顺时针旋转，z 轴为负。

向左旋转，y 轴为负。

向右旋转，y 轴为正。

向上旋转，x 轴为负。

向下旋转，x 轴为正。

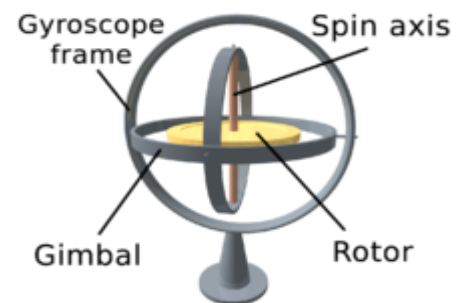


图 3.2 陀螺仪

三、 方向传感器

方向传感器能够获取设备的三轴角度数据，方向数据的单位是角度。为了得到精确的角度数据，需要综合电子罗盘传感器和重力传感器的数据，经过计算生产方位传感器的数据。方向传感器提供三个数据，分别为 azimuth、pitch 和 roll。其数据具有如下特点：

azimuth: 方位，返回水平时磁北极和 Y 轴的夹角，范围为 0° 至 360° 。 0° =北， 90° =东， 180° =南， 270° =西。

pitch: x 轴和水平面的夹角，范围为 -180° 至 180° 。当 z 轴向 y 轴转动时，角度为正值。

roll: y 轴和水平面的夹角，由于历史原因，范围为 -90° 至 90° 。当 x 轴向 z 轴移动时，角度为正值。

第三节 动作采集 APP 设计与实现

一、 APP 设计概要

动作采集系统搭载运行与 Android 平台，通过编程实现了对智能手机传感器模块（包括：加速度传感器、陀螺仪和方位传感器模块）的调用，得到了某一时刻下三种传感器的状态信息。

系统主要功能和流程图如图所示。

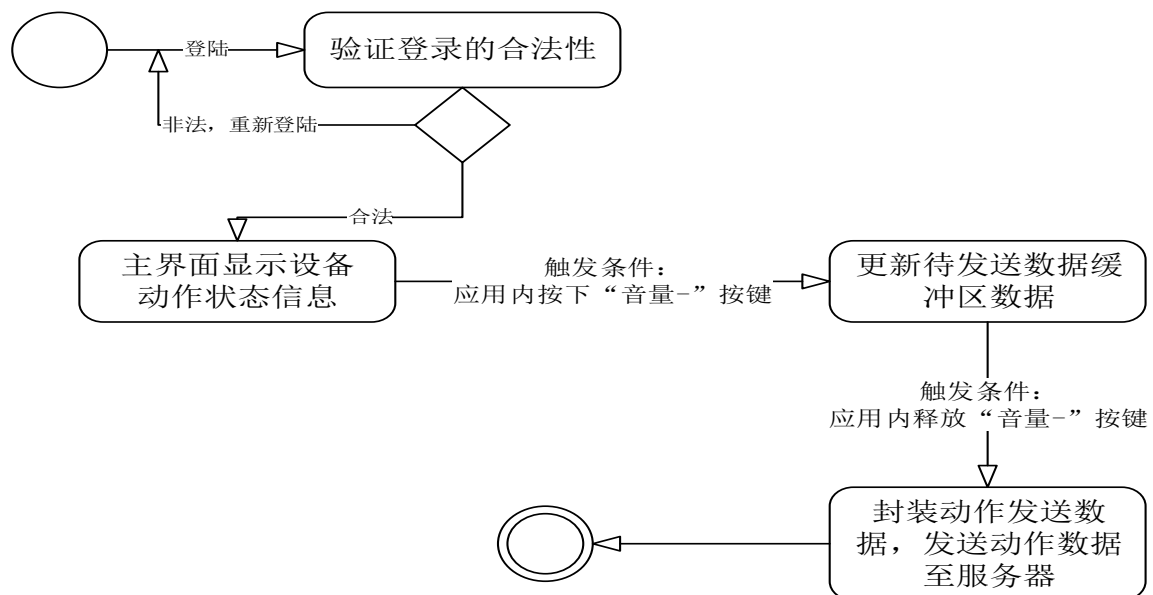


图 3.三.3 APP 系统设计图

其中登陆注册模块主要提供了用户的登陆和注册功能，服务器将会对不同用户建立不同的 SVM 分类器模型，响应不同用户的请求，并广播至不同用户的模拟智能家居网络，使智能家居的状态属性做相应的改变。

数据采集模块是动作采集 APP 的核心模块，主要完成了对加速度传感器、角速度传感器和方位传感器模块调用，获取了设备某一时刻的状态信息，并通过网络请求的方式，设备的状态消息，对应着的是设备持有者的动作消息发送到了服务端，在服务端对数据进行了有效的存储和计算。

二、 动作采集和传输方案

第四章 软件模块设计与实现

第五章 结 论

结论正文。

参考文献

- [1] 王昌喜, 杨先军等. 基于三维加速度传感器的上肢动作识别系统[J]. 传感器技术学报, 2010, 23(6): 816-819.
- [2] 王见, 陈义, 邓帅. 基于改进 SVM 分类器的动作识别方法[J]. 重庆大学学报, 2016, 39(1): 13-17.
- [3] 蔡美玲. 三维人体运动分析与动作识别方法[D]. 湖南省:中南大学信息科学与工程学院, 2013.
- [4] Sushmita M, Tinku A. Gesture Recognition[J]. A Survey IEEE Transactions on System, Man And Cybematics, 2007, 37(3): 311-324.
- [5] 杨石焕. 基于支持向量机的手势识别研究[D]. 河北省:燕山大学信息科学与工程学院, 2014.

附 录