Human action recognition based on low- and high-level data from wearable inertial sensors

高度准确的专用系统，动态系统或无线传感器网络所支持的人体动作识别在医疗保健或健康监控领域具有巨大的潜力。最近，进行了多次研究主要集中在其原始传感器数据来构建分类模型的使用可穿戴式惯性传感器，动作识别，并在其中的几个高层获得的表示这是直接关系到anatomi - 卡尔特征人体 该研究主要集中在一组的日常活动，如分类FUNC - 周志武测试对象在自然条件下在家中进行的活动和日常的工具性活动（例如准备饭菜）。使用来自放置在五个测试对象身上的五个可穿戴惯性传感器的信息来估计上下肢的关节角度。从定向信号（高级数据）中提取与人体肢体运动相关的一组特征，并从加速度原始信号（低级数据）中提取另一组特征，并且将两者都用于使用四个推理算法构建分类器。在这项工作中建议的功能是运动的数量和连续运动的平均持续时间。分类器能够使用原始数据成功地对一组操作进行分类，原始数据中高级数据的比例最高可达77.8％和93.3％。这项研究允许比较两个数据级别的使用，以分类使用惯性传感器网络在日常环境中执行的一组动作。

01 Wearable Inertial Sensors for Human Motion Analysis: A review

本文回顾了有关使用惯性传感器进行人体运动分析的研究文献，目的是找出（1）哪些传感器配置用于测量人体运动；（2）哪些算法已用于估计段的位置和方向；以及（3）如何评估拟议系统的性能，以及（4）评估了拟议系统的目标人群是什么。这些问题被用来修订当前的技术水平，并为估计人体运动的系统的发展提出了未来的方向。在八个互联网数据库上进行了文献检索，其中包括医学文献：PubMed和ScienceDirect；技术文献：IEEE Xplore和ACM数字图书馆；以及全科学文献：Scopus，Web of Science，Taylor and Francis Online和Wiley Online Library。根据纳入/排除标准，共审查了880项研究。在筛选和全面审查阶段之后，选择了37篇论文进行审查分析。根据评论分析，大多数研究集中在计算人体某些关节（例如肘部或膝盖）的方向或位置。只有三部作品可以同时估计上下肢的位置或方向。关于实验的配置，测试对象的平均年龄为26.2岁（±3.7），这表明以年轻人为主要对象的系统和方法的测试趋势明显。到目前为止，尚未在测试中考虑其他人口群体，例如行动不便的人。人体运动分析与获得人体运动参数的定量评估有关。此评估对于医疗保健应用，神经肌肉损伤的监测和活动识别等至关重要。从专门的原位系统到低成本的可穿戴系统，人们对开发用于实现人体运动分析的技术和方法的兴趣与日俱增。

02 Energy intelligent buildings based on user activity: A survey

事实表明，建筑物中的居住者行为会严重影响供暖，制冷和通风需求，照明和设备的能源消耗以及建筑物控制。不了解能源的行为可以使建筑物的设计能源绩效增加三分之一。因此，用户的活动和行为被视为关键要素，并且长期以来一直用于控制各种设备，例如人造光，加热，通风和空调。但是，如何考虑用户活动和行为？什么是最有价值的活动或行为，它们对节能潜力有何影响？为了回答这些问题，我们提供了以节能和用户活动识别为主题的国际知名智能建筑研究成果的新颖调查。我们设计了新的指标来比较现有研究。通过调查，我们确定了最重要的活动和行为，以及它们对三个主要子系统（即HVAC，轻载和即插即用）的节能潜力的影响。讨论了最有前途和最适当的活动识别技术和方法，从而使我们能够基于用户活动总结能源智能建筑的原理和观点。

03 High-Level Features for Recognizing Human Actions in Daily Living Environments Using Wearable Sensors

动作识别对于各种应用（例如环境智能，智能设备和医疗保健）很重要。在日常生活环境中，主要使用可穿戴式传感器自动识别人类行为，仍然是普及计算领域的一个开放研究问题。这项研究着重于提取与人类运动有关的一组特征，特别是上下肢的运动，以便利用关节定向的时间序列来识别日常生活环境中的行为。五名测试对象在家中进行了十项动作：做饭，做家务，进餐，梳理，口腔护理，上楼梯，下楼梯，坐着，站立和行走。右上肢和左下肢的关节角度是使用来自五个可穿戴惯性传感器的信息估算的，这些传感器安装在背部，右上臂，右前臂，左大腿和左腿上。集合特征用于通过三种推理算法来构建分类器：朴素贝叶斯，K最近邻和AdaBoost。使用建议的特征集对三个分类器的十个动作进行分类的F值平均值为0.806（σ= 0.163）。

04 Introduction to the Special Issue on Activity Recognition for Interaction

本社论介绍介绍了“ ACM交互式智能系统交易”的目的和范围，该期专门针对交互活动进行识别。它解释了为什么活动识别在用户与计算机系统之间的交互循环中变得至关重要，并说明了为该期特刊选择的五篇文章如何反映了这一主题。类别和主题描述符：H.1.2 [信息系统]：用户/机器系统；H.5.2 [信息界面和表示（例如，HCI）]：用户界面；I.2.9 [人工智能]：机器人技术；I.5.0 [模式识别]：常规

### 05 [Comparative study on classifying human activities with miniature inertial and magnetic sensors](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320310001950)

本文提供了对使用人体穿戴式微型惯性和磁性传感器执行的对人类活动进行分类的不同技术的比较研究。在本研究中实施和比较的分类技术是：贝叶斯决策（BDM），基于规则的算法（RBA）或决策树，最小二乘法（LSM），k最近邻算法（k-NN） ，动态时间规整（DTW），支持向量机（SVM）和人工神经网络（ANN）。人类活动通过佩戴在胸部，手臂和腿上的五个传感器单元进行分类。每个传感器单元包括三轴陀螺仪，三轴加速度计和三轴磁力计。在分类过程中会使用主成分分析（PCA）从原始传感器数据中提取的特征集。根据分类技术的正确区分率，混淆矩阵和计算成本，以及它们的预处理，训练和存储要求，对分类技术进行了性能比较。采用三种不同的交叉验证技术来验证分类器。结果表明，总体而言，BDM以相对较小的计算成本实现了最高的正确分类率。

### 06 [First in vivo assessment of “Outwalk”: a novel protocol for clinical gait analysis based on inertial and magnetic sensors](https://link.springer.com/article/10.1007/s11517-009-0544-y)

最近提出了一种名为“外行”的协议，该协议通过惯性和电磁测量系统（IMMS）在自由生活条件下的步态中测量胸骨和下肢运动学。这项工作旨在针对参考协议（CAST）和测量系统（光电系统； Vicon，Oxford Metrics Group，与特定IMMS（Xsens Technologies，NL）结合使用）与4个健康受试者进行Outwalk验证英国）。为此，我们开发了一种基于3种测试的原始方法，该方法可以分别进行调查：1）协议之间差异（Outwalk与CAST）对联合运动学的影响，2）硬件的准确性（Xsens 与Vicon）， 3）协议差异和硬件精度的总和（Outwalk + Xsens 与CAST + Vicon ）。为了评估关节角相似度，使用了多重相关系数（CMC）。对于测试3，CMC显示可以互换Outwalk + Xsens 和CAST + Vicon 运动学，包括髋，膝，踝屈伸和髋关节内收（CMC> 0.88）的偏移量。其他关节角可以互换偏移排除（CMC> 0.85）。试验1和2还表明，关节角度之间的偏移差异主要是由于规程的差异引起的。硬件和协议在相关性方面的差异；Xsens 精度导致的运动范围差异。因此，结果支持了对跨界截肢者进行Outwalk临床试验的开始。

### 07 [Gait analysis in children with cerebral palsy via inertial and magnetic sensors](https://link.springer.com/article/10.1007/s11517-012-1006-5)

只能在步态实验室中使用光电系统对脑瘫（CP）儿童进行3D运动学测量以评估步态偏差。或者，可以将惯性和磁测量系统（IMMS）应用于动态运动跟踪。最近已开发出一种名为Outwalk的协议，用于在IMMS步态中测量3D运动学。这项研究初步验证了基于Outwalk协议的IMMS在6例CP儿童和1例典型发育儿童的步态分析中的应用。参考关节运动学是同时从基于实验室的系统和协议中获得的。平均而言，根平均值Outwalk / IMMS的平方误差（RMSE），相比于参考，小于在横向平面17，且小于10在矢状和额叶平面。发现最大的差异在于膝关节和踝关节旋转偏移以及髋部屈曲。这些偏移差异主要是由方案中不同的解剖学校准引起的。消除偏移时，RMSE始终小于4。因此，IMMS适用于在无实验室情况下对主要关节角度进行步态分析。进一步的研究应侧重于改善可在CP儿童中进行的IMMS的解剖学标定。

### 08 [Towards miniaturization of a MEMS-based wearable motion capture system](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5759076/)

本文提出了一种模块化体系结构，以开发用于实时人体运动捕捉的可穿戴系统。该系统基于分布在人体上的智能惯性测量单元（IMU）网络。每个模块都配备有32位RISC微控制器（MCU）和微型MEMS传感器：三轴加速计，三轴陀螺仪和三轴磁力计。MCU从传感器收集测量值，并实施传感器融合算法，基于四元数的扩展卡尔曼滤波器以估计姿态和陀螺仪偏置。为了克服商业解决方案的问题，提出的IMU的设计旨在改善性能并减小尺寸和重量。这样，可以很容易地将其嵌入到运动服中，以进行全身运动重建，并显着提高耐磨性和舒适性。此外，将通过提议的IMU和一些商业平台之间的性能比较来介绍主要成就。

### 09 [A calibration process for tracking upper limb motion with inertial sensors](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5985732/)

—人体运动的实时惯性跟踪需要将惯性传感器连接到人体的主要部分。由于传感器数据的固有噪声和漂移，以及人的肌肉和皮肤的不刚度，跟踪可能会不精确，尤其是随着时间的流逝。因此，需要精心的校准过程和对噪声不敏感的跟踪算法。本文提出了一种基于扩展卡尔曼滤波器的方法，用于校准人上肢骨骼与附着在其上的传感器之间的相对方向。然后，将校准结果（表示为旋转矩阵）用于了解物理段运动模型的手臂运动跟踪。已经进行了几次实验以验证我们方法的有效性。

### 10 [Detection of eating and drinking arm gestures using inertial body-worn sensors](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1550801/)

我们提出了一个两阶段识别系统，用于检测与人类进餐有关的手臂手势。从这种系统中检索到的信息可以用于行为医学领域的自动饮食监测。我们演示了可以使用惯性传感器对手臂手势进行聚类和检测。为了验证我们的方法，提出了包括来自两个对象的384个手势的实验结果。使用基于HMM的孤立识别，可以实现94％的准确度。在连续运动数据中发现手势时，精度最高可达87％。

### 11 [Ambulatory measurement of arm orientation](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929005005282)

为了评估影响上肢的神经肌肉疾病的影响，需要在日常活动中评估手臂的功能用途。适用于测量手臂运动学的系统应该是动态的，并且不会干扰日常生活。基于微型加速度计和陀螺仪的测量系统就足够了，因为传感器很小并且不会出现视线问题。这种传感器的缺点是围绕垂直方向的累积漂移以及将传感器与段对准的问题。

描述了一种使用肘部的约束来测量下臂相对于上臂的定向的方法。这需要一种校准方法来确定每个传感器相对于段的精确方向。分析了一些初步的测量结果，结果表明垂直方向的定向误差大大降低。似乎该方法的精度受到传感器对段校准的精度的限制。

### 12 [Ambulatory position and orientation tracking fusing magnetic and inertial sensing](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4155012/)

本文介绍了便携式磁性系统与微型惯性传感器结合使用的可移动6自由度（DOF ）人体运动跟踪的设计和测试。磁系统由三个正交线圈组成，即固定在人体上的放射源和固定在远程人体部分的3-D磁传感器，这些传感器测量由放射源产生的磁场。基于测量的信号，处理器计算源与传感器之间的相对位置和方向。磁驱动需要大量能量，这限制了一组电池的更新速度。此外，铁磁材料或其他来源很容易干扰磁场。惯性传感器可以高速率采样，只需要很少的能量，并且不会受到电磁干扰。但是，加速度计和陀螺仪只能测量位置和方向的变化，并且会出现积分漂移。通过在互补的卡尔曼滤波器结构中组合来自两个系统的测量，可以获得位置和方向估计的最佳解决方案。磁系统以相对较低的更新速率提供6个自由度测量值，而惯性传感器跟踪磁更新之间的变化位置和方向。相对于实验室绑定的相机跟踪系统，针对几种功能性身体运动，对实现的系统进行了测试。位置精度约为5毫米，方向测量精度为3度。由于在磁致动的一个周期内源与传感器之间的相对运动，在高速运动期间，误差较高。

### 13 [Ambulatory human motion tracking by fusion of inertial and magnetic sensing with adaptive actuation](https://link.springer.com/article/10.1007/s11517-009-0562-9)

在过去的几年中，惯性传感已被证明是基于光学位置测量系统的传统人体运动跟踪的一种合适的动态替代方法，该光学位置测量系统通常限于实验室环境。除了许多优点外，一个主要缺点是由加速度和角速度的积分以获得位置和方向所导致的固有漂移。另外，惯性感测不能用于估计传感器相对于彼此的相对位置和方向。为了克服这些缺点，本研究提出了一种用于惯性和磁感应融合的扩展卡尔曼滤波器，用于估计相对位置和方向。在磁性更新之间，使用惯性传感器估算位置和方向的变化。仅当与相对位置和方向相关的估计不确定性超过预定义阈值时，系统才决定执行磁性更新。该滤波器能够针对几种类型的运动提供相对位置和方向的稳定而准确的估计，如该位置的平均均方根误差为0.033 m，方向的平均度为3.6度所示。

14 Portable Preimpact Fall Detector With Inertial Sensors

跌倒以及由此引起的老年人髋部骨折是主要的健康和经济问题。这项研究的目的是研究便携式撞击前跌倒检测器在人体撞击地面之前检测即将发生的跌倒的可行性。假设位于身体重心附近的具有适当运动学测量和检测算法的单个传感器将能够区分进行中和不可恢复的跌落与不坠落的活动。在年轻（n = 10）和老年人（n = 14）受试者的日常非跌倒活动以及年轻受试者的模拟跌倒活动中对设备进行了测试。使用阈值检测方法，以惯性框架垂直速度的大小为主要变量，以区分非跌倒和跌倒活动。该算法能够在撞击前至少70 毫秒检测到所有坠落事件。通过将阈值调整为适合每个个体的阈值，可以成功检测到所有跌倒，并且不会发生任何错误警报。这种便携式的撞击前跌倒检测装置将导致开发用于防止与跌倒相关的髋部骨折的新一代充气式髋关节垫。

### 15 [HMM-based human fall detection and prediction method using tri-axial accelerometer](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6450028/)

老年人跌倒一直是严重的医疗和社会问题。为了检测和预测跌倒，提出了一种基于隐马尔可夫模型（HMM）的人体三轴加速度方法。设计并实现了一种使用三轴加速度计的可穿戴运动检测装置，该装置可以基于人体上躯干的三轴加速度来检测和预测跌倒。从人体运动过程中提取的加速时间序列（ATS）用于描述人体运动特征，从人体跌倒过程中但在碰撞之前提取的ATS用于训练HMM，从而建立随机过程数学模型。因此，表示输入ATS和HMM的行进程度的HMM输出可用于评估跌落风险。实验结果表明，坠落事件可以在碰撞发生前200-400 毫秒进行预测，并且可以100％的精度与其他日常生活活动区分开。

16 A tutorial on human activity recognition using body-worn inertial sensors

在过去的20年中，人类活动识别领域的研究活动不断增加。随着活动识别已经相当成熟，在设计，实施和评估活动识别系统方面的挑战也越来越多。本教程旨在为新手提供有关人类活动识别领域的全面动手介绍。它特别关注使用人体惯性传感器进行活动识别。我们首先讨论人类活动识别与一般模式识别共同面临的主要研究挑战，并确定那些特定于人类活动识别的挑战。然后，我们将活动识别链（ARC）的概念描述为用于设计和评估活动识别系统的通用框架。我们详细介绍了框架的每个组成部分，为相关研究提供了参考，并介绍了活动识别研究社区开发的最佳实践方法。我们以教育示例问题作为结尾，该问题是通过连接到上臂和下臂的惯性传感器识别不同手势的方法。我们说明了如何针对此特定活动识别问题实现此框架的每个组件，并演示了不同实现的比较方式以及它们如何影响总体识别性能。

### 17 [Deep learning for sensor-based activity recognition: A survey](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016786551830045X)

基于传感器的活动识别从众多低级别的传感器读数中寻求有关人类活动的深刻的高级知识。在过去的几年中，传统的模式识别方法已经取得了巨大的进步。但是，这些方法通常严重依赖于启发式手工特征提取，这可能会妨碍其泛化性能。另外，无人值守和增量学习任务会破坏现有方法。近来，深度学习的最新进展使得可以执行自动高级特征提取，从而在许多领域实现了有希望的性能。从那时起，基于深度学习的方法已被广泛用于基于传感器的活动识别任务。本文概述了基于深度学习的基于传感器的活动识别的最新进展。我们从三个方面总结了现有文献：传感器模态，深度模型和应用。我们还将提供有关现有工作的详细见解，并提出未来研究的重大挑战。

18 Human activity recognition from 3D data: A review

自1980年代以来，人类活动识别一直是计算机视觉研究的重要领域。已经提出了各种方法，其中很大一部分是通过常规照相机解决该问题的。过去十年见证了3D数据采集技术的飞速发展。本文总结了从3D数据中识别人类活动的主要技术，重点介绍了使用深度数据的技术。基于不同功能的使用，可以识别出各种算法。分析了每种算法的优缺点，并指出了未来研究的可能方向。

### 19 [3D skeleton-based human action classification: A survey](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320315004392)

近年来，从深度序列出发，关于人类行为分类的工作激增。这些作品通常提出用于根据人体关节的3D位置序列和/或其他数据源（例如深度图和RGB视频）对动作进行分类的方法和/或特征表示。

这项调查通过介绍基于3D骨骼的动作分类的技术和方法，突显了这一最新研究领域的动机和挑战。这项工作着重于诸如数据预处理，可公开获得的基准和常用的精度测量等方面。此外，本次调查根据所采用的特征表示，对基于3D骨骼的动作分类中的最新作品进行了分类。

本文的目的是为希望从事3D动作分类研究并收集关于该新兴领域需要解决的主要挑战的见识的从业人员的起点。

20 A Human Activity Recognition System Using Skeleton Data from RGBD Sensors

主动和辅助生活的目的是开发替代老年人的老龄化工具，人类活动识别算法可以帮助监视家庭环境中的老年人。可以使用不同类型的传感器来解决此任务，并且RGBD传感器（尤其是用于游戏的RGBD传感器）具有成本效益，并提供了许多有关环境的信息。这项工作旨在提出一种利用RGBD传感器提取的骨架数据的活动识别算法。该系统基于关键姿势的提取以组成特征向量，并基于多类支持向量机进行分类。关键姿势的计算和关联是使用聚类算法进行的，无需学习算法。该方法在五个公开的活动识别数据集上进行了评估，显示出了可喜的结果，尤其是在应用于识别AAL相关动作时。最后，讨论了该解决方案在AAL方案中的当前适用性以及未来所需的改进。

### 21 [Monitoring activities of daily living in smart homes: Understanding human behavior](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7426574/)

监测日常生活活动（ADL）并检测与先前模式的偏差，对于评估老年人在社区中独立生活的能力以及及早发现即将发生的紧急情况至关重要。老年人的“就地老龄化”是环境辅助生活（AAL）技术的一个关键要素。

### 22 [Complex human activity recognition using smartphone and wrist-worn motion sensors](https://www.mdpi.com/1424-8220/16/4/426)

人体运动传感器的位置在人类活动识别中起着重要作用。多数情况下，裤子口袋或同等位置的手机传感器用于此目的。但是，此位置不适用于识别涉及手势的活动，例如吸烟，吃饭，喝咖啡和讲话。为了识别此类活动，使用了腕戴式运动传感器。但是，这两个位置主要是隔离使用的。为了使用更丰富的上下文信息，我们在手腕和口袋位置都评估了三个运动传感器（加速度计，陀螺仪和线性加速度传感器）。使用三个分类器，我们显示这两个位置的组合优于单独的手腕位置，主要是在较小的分割窗口处。另一个问题是，与重复性活动（如散步，慢跑和骑自行车）不同，在较小的细分窗口中，不容易识别出重复性较低的活动，例如吸烟，吃饭，讲话和喝咖啡。为此，我们评估了七个窗口大小（2–30 s）对十三项活动的影响，并显示了增大窗口大小如何以不同方式影响这些各种活动。我们还提出了各种优化措施，以进一步提高对这些活动的认识。为了重现性，我们将数据集公开可用。

### 23 [Towards unsupervised physical activity recognition using smartphone accelerometers](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11042-015-3188-y.pdf)

配备加速度计的智能手机的开发为研究人员准确识别个人的身体活动以更好地了解身体活动与健康之间的关系提供了一种有前途的方法。但是，这种基于传感器的活动识别任务面临的巨大挑战是带注释或标记的训练数据的收集。在这项工作中，我们采用了无人监督的方法来使用智能手机的加速度计识别身体活动。从智能手机收集的原始加速度数据中提取特征，然后使用一种称为MCODE的无监督分类方法进行活动识别。我们在我们自己收集的三个现实世界数据集（即日常生活活动的公共数据集和两个比赛和篮球比赛的体育活动数据集）上评估了该方法的有效性，发现我们的方法优于其他现有方法。结果表明，我们的方法可用于使用智能手机加速度计识别身体活动。

### 24 [Smartwatch based activity recognition using active learning](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8010670/)

近年来，人类活动监视已变得广泛流行，并已在许多领域和应用中得到利用。提出的大多数活动识别算法都强调了惯性传感器在智能手机设备或其他身体磨损的传感器中的使用。但是，可穿戴式惯性传感器不是交互式的，并且智能手机也不容易穿戴。因此，随着智能手表的发展，存在提供用户交互和高度准确的个性化活动识别的独特机会。通过使用主动学习（一种交互式机器学习技术），可以通过查询未知动作来学习特定的行为。本文介绍了一种基于Smartwatch的主动学习方法，用于进行活动识别，以识别5个经常执行的日常活动。这项研究的结果表明，该系统在12位参与者中可获得93.3％的准确性。根据我们的结果，我们证明了在智能手表中使用主动学习的交互式学习方法相对于智能手机和其他用于活动识别任务的设备具有明显的优势。

### 25 [Physical activity recognition from smartphone accelerometer data for user context awareness sensing](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7476869/)

通过使用智能手机的加速度计数据，可以进行日常活动的身体活动识别，例如坐着，站着，躺着，走路和慢跑。通过使用机器学习算法在远程服务器上进行活动分类，从智能手机以无线方式接收数据。收集数据时，将智能手机放在对象的裤子口袋中。使用大样本集来训练分类器，然后使用测试集来验证算法的准确性。对十种不同的分类器算法配置进行了评估，以确定哪种方法总体上效果最佳，以及哪种算法对于特定活动类别效果最佳。根据获得的结果，可以对脱机活动进行非常准确的预测。所述的kNN 和科士达算法两者得到的99.01％的总精度。

### 26 [Real-time human activity recognition from accelerometer data using Convolutional Neural Networks](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494617305665)

随着各种各样的传感器嵌入移动设备中，对人类日常活动的分析变得更加普遍和直接。现在，此任务出现在一系列应用程序中，例如医疗保健监控，健身跟踪或用户自适应系统，其中需要一种能够即时识别任意用户活动的通用模型。在本文中，我们提出了一种基于用户独立的基于深度学习的在线人类活动分类方法。我们建议使用卷积神经网络进行局部特征提取，并使用简单的统计特征来保留有关全球时间序列形式的信息。此外，我们研究了时间序列长度对识别精度的影响，并将其限制在1 s 以内，从而可以进行连续的实时活动分类。在两个常用的WISDM和UCI数据集（分别包含来自36个和30个用户的带标签的加速度计数据）以及跨数据集实验中，评估了该方法的准确性。结果表明，所提出的模型展示了最新的性能，同时需要低的计算成本并且无需人工特征工程。

### 27 [Human activity classification in smartphones using accelerometer and gyroscope sensors](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8186158/)

智能手机中的活动分类有助于我们监控和分析用户在日常生活中的身体活动，并在医疗保健系统中具有潜在的应用。本文提出了一种基于描述符的方法，用于使用智能手机的内置传感器进行活动分类。采集加速度计和陀螺仪传感器信号以识别用户执行的活动。另外，使用所收集的信号导出时域和频域信号。在提出的方法中，两个描述符，即梯度直方图和基于质心签名的傅里叶描述符，被用来从这些信号中提取特征集。探索特征和分数水平融合以进行信息融合。对于分类，我们研究了多类支持向量机和k最近邻分类器的性能。在两个公开可用的数据集（即UCI HAR数据集和体力活动传感器数据）上评估了该方法。我们的实验结果表明，特征级融合比分数级融合提供了更好的性能。此外，与现有作品相比，我们的方法在分类不同活动方面提供了相当大的改进。与现有的工作相比，使用所提出的方法获得的平均活动分类准确性为97.12％，在UCI HAR数据集上提供了96.33％。在第二个数据集上，提出的方法达到了96.83％的分类准确率，而现有工作达到了90.2％。

### 28 [Toward an unsupervised approach for daily gesture recognition in assisted living applications](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8077751/)

活动识别在辅助生活应用程序中监视家中的人很重要。过去，惯性传感器已被用于识别从体育活动到饮食活动的各种活动。在过去的几年中，监督方法已被广泛使用，但是它们需要大量标记的数据集来训练算法，这可能代表了具体方法的局限性。本文介绍了通过放置在食指和手腕上的两个惯性传感器来识别九种手势的无监督方法和有监督方法的比较。比较了20种对象对手势识别的三种监督分类技术，即随机森林，支持向量机和多层感知器，以及三种无监督分类技术，即k均值，层次聚类和自组织图。 。获得的结果表明，与其他监督算法相比，支持向量机分类器提供了最佳性能（0.94精度）。但是，结果表明，即使在无人监督的情况下，该系统也能够以约0.81的平均精度识别手势。因此，建议的系统可能会参与将来的远程医疗服务，该服务可以监视日常生活活动，从而允许一种无需标签数据的无监督方法。

29 Assessment of homomorphic analysis for human activity recognition from acceleration signals.

不干扰活动的监控可以为医疗和体育应用提供有价值的信息。近年来，人类活动识别已转向可穿戴传感器，以应对不受约束的情况。加速度计由于其简单性和可用性而成为首选传感器。先前的研究检查了几种从加速度信号中提取特征的经典技术，包括时域，时频，频域和其他启发式特征。频谱和时间特征是首选特征，它们通常是根据加速度分量计算出来的，而加速度幅度的潜力尚未得到开发。在这项研究中，提出一种基于同态分析的新型特征提取阶段，以利用加速度信号中存在的判别活动信息。同态分析可以隔离有关全身动力学的信息，并将其转换为紧凑的表示形式，称为倒频谱系数。实验已经探索了所提出特征的几种配置，包括表示的大小，要使用的信号以及与其他特征的融合。根据加速度大小计算的倒谱特征获得了最高的识别率之一。另外，当将时域和运动速度信息包括在特征向量中时，发现了有益的贡献。总体而言，该系统在公开提供的SCUT-NAA数据集上的识别率达到91.21％。据我们所知，这是该数据集上的最高识别率。

### 30 [Novel approaches to human activity recognition based on accelerometer data](https://link.springer.com/article/10.1007/s11760-018-1293-x)

越来越多的工作研究了使用卷积神经网络（ConvNets ）方法基于可穿戴传感器数据执行人类活动识别（HAR）。这些方法展现了HAR的最新成果，优于传统方法，例如手工方法和一维卷积。因此，在这项工作中，我们提出了一套增强HAR的ConvNets 的方法。首先，我们提出一种数据增强方法，使ConvNets 可以更充分地了解信号模式。其次，我们利用加速度计数据的姿态估计来设计一套新颖的特征描述符，从而使ConvNet 能够更好地区分活动。最后，我们提出了一种新颖的ConvNet 架构，以探索组成网络的各个层的加速度计轴之间的模式。我们证明，这是一种改进活动识别的简单方法，而不是提出更复杂的体系结构，从而为构建ConvNets 体系结构的未来工作指明了方向。实验结果表明，我们提出的方法取得了显着改进，并且优于现有的最新方法。

### 31 [Physical activity classification for elderly people in free-living conditions](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8327491/)

身体活动与老年人口的心理和身体健康密切相关，准确监测日常生活活动（ADL）有助于改善生活质量和幸福感。这项研究提出并验证了以老年人为目标人群开发的基于惯性传感器的身体活动分类系统。该数据集是在自由活动条件下收集的，而没有限制执行ADL的方式和顺序。探索了四个传感器位置（胸部，下背部，腕部和大腿），以通过在系统性能和可穿戴性之间找到最佳折衷来获得最佳传感器数量和组合。在从加速度和角速度信号获得的特征集上实施了几种特征选择技术，以对四个主要ADL（坐姿，站立，站立和行走和躺卧）进行分类。支持向量机用于ADL的分类。研究结果表明，在自由生活条件下，不同解决方案（单传感器或多传感器）对老年人的ADL进行正确分类的潜力。考虑到单个传感器的最小设置，L5上佩戴的传感器获得了最佳性能。两传感器解决方案（L5 +大腿）相对于单传感器解决方案具有更好的性能。相比之下，考虑两个以上的传感器并不能提供进一步的改进。最后，我们评估了不同解决方案的计算成本，结果表明，在大多数情况下，特征选择步骤可以降低系统的计算成本并提高系统性能。这对于实时应用程序可能会有所帮助。

32 Using trajectory features for upper limb action recognition

在诸如中风康复和物理治疗的应用中，使用低成本的可穿戴传感器来模拟肢体运动的兴趣日益浓厚。本文提出了一种用于可穿戴惯性传感器收集的时间序列中手臂运动的检测和分类算法。使用传感器方向跟踪算法和手臂模型，可以从原始传感器数据获得高级手臂轨迹特征。然后将这些功能用于基于聚类的分类器中。在分类器训练阶段，使用k-means算法对特征进行聚类，然后从聚类中生成“关键姿势”的直方图作为每个类别的模板。在识别阶段，将新数据分段并与模板匹配。在人类对象上进行的实验表明，通过在提出的方法中使用轨迹特征，我们可以获得比一系列基准非时间分类器更高的准确性。

33 Recognizing human motions through mixture modeling of inertial data

识别人类运动模式的系统对于改进自动化和人机交互至关重要。这项工作解决了在识别来自穿戴式传感器的任意人类动作的背景下出现的挑战。首先，事件的时间尺度不变，应对未标记的数据并估计适当的模型复杂性。为了处理严重的未标记数据情况，提出了一种基于高斯混合模型簇动态时间对齐的无监督时间分割中的动作匹配方法。为此，记录了由日常任务组成的大量连续运动序列的语料库作为分析方案。该技术实现了正确合并不同参与者执行的动作的平均准确度为72％。通过为特定类别设计的标记数据和识别模型，在对建模过程中遗漏的参与者的运动进行分类时，可达到89％的准确性。这些结果与用于系统验证的基准测试方法进行了对比，从而揭示了使用段的混合模型预测的改进性能。

34 Activity recognition using biomechanical model based pose estimation

本文提出了一种基于信号特征和模型特征的活动识别方法。基于肩膀和肘关节的角度以及躯干方向的基于模型的特征由基于生物力学身体模型的上身姿势估计提供。在本文中比较了面向信号和基于模型的特征的识别性能，并证明了通过结合两种方法来提高识别准确性的潜力：添加基于模型的特征时，某些活动的准确性提高了4–6％面向信号的分类器。提出的活动识别技术用于识别9项日常活动和健身活动，因此可用于例如健身应用或患者的“体内”监测。

35 Automatic Activity Classification and Movement Assessment During a Sports Training Session Using Wearable Inertial Sensors

运动分析技术已被广泛用于监视潜在的伤害并提高运动员的表现。但是，大多数这些技术都很昂贵，只能在实验室环境中使用，并且只能检查每个运动动作的几次试验。在本文中，我们提出了一种新型的动态运动分析框架，该框架使用可穿戴的惯性传感器来准确评估户外训练环境中所有运动员的活动。我们首先提出一种系统，该系统使用离散小波变换（DWT）结合随机森林分类器自动对各种训练活动进行分类。分类器能够以高达98％的准确度成功分类各种活动。其次，使用计算效率高的梯度下降算法估算安装在对象大腿和小腿上的可穿戴惯性传感器的相对方向，从而计算出屈伸膝角度。最后，将曲线移位配准技术应用于生成规范数据并确定受试者的运动技术是否不同于规范数据，以便识别潜在的伤害相关因素。可以设想，所提出的框架可以用于在各种无限制的环境中进行准确和自动的体育活动分类以及可靠的运动技术评估。

36. Using inertial sensors to automatically detect and segment activities of daily living in people with Parkinson's disease

诸如惯性测量单元（IMU）之类的可穿戴传感器已被广泛用于通过活动分类来测量健康人和运动障碍者在日常生活中的身体活动量。这些传感器有可能提供有价值的信息，以评估日常生活活动（ADL）期间的运动质量，例如步行，坐下和站立，这可以帮助临床医生监控康复和药物干预。但是，对这些活动进行检测和细分的高精度对于正确评估给定细分中的绩效质量是必要的。本文提出了在模拟自由生活环境中处理IMU数据，检测和分割帕金森氏病（PD）患者中非结构化ADL的算法。该方法使九个社区居住模拟自由生活环境下与PD的老年人有90％的准确度（灵敏度= 90.8％，特异度= 97.8％），而分段内350个这些活动进行的ADL的1610个事件的检测MS 的“黄金标准”手动细分。这些结果证明了该方法的鲁棒性，该方法最终可用于在PD患者的自由生活环境中自动检测和细分ADL。这有可能导致更快速地评估运动质量，并为身体康复和运动障碍药物干预患者提供适当的矫正护理。

### 37. [Comparison of orientation filter algorithms for realtime wireless inertial posture tracking](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5226917/)

惯性传感器的小型化进展使得紧凑型无线惯性定向跟踪器的设计成为可能。这样的设备需要数据融合算法来将传感器数据处理成估计的方向。本文研究了惯性传感器数据融合的问题，并比较了两种用于方位估计的替代方法：互补滤波和卡尔曼滤波。提出实验以评估所得滤波器的性能和准确性。事实证明，与卡尔曼滤波器结构相比，互补滤波器结构所需的执行时间最多减少9倍，同时在不同运动场景下保持更高的精度。

38. Yun, X, Bachmann, E, McGhee, R. A simplified quaternion-based algorithm for orientation estimation from earth gravity and magnetic field measurements. IEEE T Instrum Meas 2008; 57(3): 638–650.

可以从测得的重力和局部磁场矢量确定静态或缓慢移动的刚体的方向。四元数估计器（QUEST）算法的某些公式通常用于解决此问题。加速度计和磁力计的三重轴用于测量传感器坐标中的重力和局部磁场矢量。在QUEST算法中，局部磁场测量不仅影响偏航的估计，而且还会影响侧倾和俯仰的估计。由于位置之间磁场矢量方向的偏差，因此不希望在与横摇和俯仰的确定有关的计算中使用磁数据。本文提出了一种具有物理意义的几何直观的3自由度（3-DOF）方向估计算法[称为因子四元数算法（FQA）]，该算法将磁数据的使用限制为确定旋转方向关于垂直轴。该算法产生一个四元数输出来表示方向。通过基于半角公式的推导以及由于使用四元数，避免了评估三角函数的计算成本。实验结果表明，所提出的算法具有与QUEST算法基本相同的总体精度，并且在计算上更加有效。另外，磁变化仅在FQA姿态估计中引起方位误差。引入了一种避免奇点的方法，该方法允许算法跟踪所有方向。

### 39. A minimum-order kalman filter for ambulatory real-time human body orientation tracking

本文提出了一种使用惯性/磁传感器的高效计算方向估计算法，用于动态实时人类运动跟踪。基于四元数公式，该算法被设计为具有两个以反馈关系相连的主要步骤：具有矢量选择器方案的四元数测量步骤和卡尔曼滤波器（KF）步骤。这允许我们在KF设计中仅选择四元数作为状态和测量向量。因此，KF具有最小阶结构（即，4 个阶），这降低了计算成本。估计的定向精度通过使用光学跟踪系统进行实验验证。

40. Adaptive-gain complementary filter of inertial and magnetic data for orientation estimation

基于来自小型低成本捷联惯性传感器和磁传感器的数据，在高度动态运动过程中或试图跟踪包含两个或两个以上周期（其频率明显不同）的运动时，通常无法准确估算方位。本文提出了一种基于惯性/磁传感器测量值的用于估计方向的补充滤波算法。该算法利用了高频角速率传感器数据以及低频加速度计和磁力计提供的信息的互补性质。滤波算法利用单个增益，可以在跟踪两种或多种不同类型的运动时自适应地调整增益以获得令人满意的性能。我们方法的另一个特点是，在显示低动态的期间内，可以简单地估算陀螺仪的偏差，并随后用于校正瞬时陀螺仪的测量值。仿真和实验结果表明，该算法在缓慢或接近静态的运动以及高动态运动过程中的性能。实验结果表明，该算法能够跟踪动态运动期间的俯仰和横滚，且RMS误差小于2度。据信这优于当前的专有商业算法。

41. A Survey on Human Activity Recognition using Wearable Sensors

在普及计算中，提供有关人们的活动和行为的准确和适当的信息是最重要的任务之一。无数应用程序可以可视化，例如在医疗，安全，娱乐和战术场景中。尽管人类活动识别（HAR）成为活跃领域已有十多年了，但是如果解决这些问题，仍然存在一些关键方面，这将构成人们与移动设备交互方式的重大转变。本文概述了基于可穿戴传感器的HAR的最新技术。首先介绍通用体系结构，并对任何HAR系统的主要组件进行描述。我们还根据学习方法（监督或半监督）和响应时间（离线或在线）提出了两级分类法。然后，讨论了主要问题和挑战，以及对每个问题的主要解决方案。在识别性能，能耗，突出性和灵活性等方面，对28个系统进行了定性评估。最后，由于存在高度相关性，我们提出了一些未解决的问题和想法，应在以后的研究中加以解决。

42 A Survey on Activity Detection and Classification Using Wearable Sensors

活动检测和分类对于自主监控人类的应用（包括辅助生活，康复和监视）非常重要。由于可穿戴式传感器的成本不断下降，易于部署和使用，以及能够提供连续监控的能力，因此与固定位置安装的传感器相反，近年来可穿戴式传感器已得到广泛使用。由于现在许多智能手机都配备了各种传感器，例如加速度计，陀螺仪和照相机，因此开发活动监控算法变得更加可行，该算法使用这些传感器中的一个或多个来提高可访问性。我们使用可穿戴式传感器对活动分类进行完整而全面的调查，涵盖了多种传感方式，包括加速度计，陀螺仪，压力传感器以及基于摄像头和深度的系统。我们讨论了通过这种感应方式来解决的活动类型的差异。例如，加速度计，陀螺仪和磁力计系统具有解决全身运动或整体活动的历史，而相机系统则提供了对局部交互作用或个人与对象的交互作用进行分类所需的环境。我们还发现，这些单一的感应方式为处理全球和本地交互类型活动的混合工作奠定了基础。除了传感器的类型和分类的活动类型之外，我们还提供每个可穿戴系统的详细信息，包括人体传感器的位置，所采用的学习方法以及实验设置的范围。我们进一步讨论了针对不同系统在何处执行处理，即本地处理还是远程处理。这是第一批针对不同的可穿戴传感器系统提供此类覆盖范围以进行活动分类的调查。

43. Detection of static and dynamic activities using uniaxial accelerometers.

可以通过客观分析日常生活活动来改善康复治疗。因此，研究了使用安装在身体上的一小套两个或三个单轴加速度计来区分几种静态和动态活动（站立，坐着，躺着，行走，上楼梯，下楼梯，骑自行车）的可行性。加速度计信号可以通过便携式数据采集系统进行测量，这有可能使在线检测家庭环境中的静态和动态活动成为可能。但是，本文中描述的过程尚未在家庭环境中进行评估。实验是在十个健康的受试者上进行的，加速度计安装在人体的多个位置和方向上，并根据固定规程执行静态和动态活动。具体而言，对胸骨和大腿上的加速度计进行了评估。这些加速度计被定向在矢状平面内，垂直于线段的长轴（切线）或沿此轴（径向）。首先，研究了活动的静态或动态特征之间的区别。使用均方根检波器将其应用于切向安装在大腿上的一个传感器的信号，这似乎是可行的。其次，研究了静态活动之间的区别。可以通过观察两个加速度计的静态信号来区分站立，坐卧，仰卧，侧卧和俯卧，两个加速度计切向安装在大腿上，第二个径向安装在胸骨上。第三，研究了周期性动态活动步行，爬楼梯，爬楼梯和骑自行车之间的区别。评估了加速度计信号的几个特征的识别电位：平均值，标准偏差，循环时间和形态。信号形态是通过最大互相关系数与不同动态活动的模板信号来表达的。切线安装在大腿和胸骨上的加速度计的平均信号值和信号形态似乎有助于以不同的检测性能区分动态活动。信号的标准偏差和周期时间主要与动态活动的速度有关，而对区分活动没有帮助。因此，提出了基于平均信号值和信号形态的综合评估来判别动态活动的方法。

44. Wireless realtime motion tracking system using localised orientation estimation.

开发了实时无线运动跟踪系统。该系统能够使用半分布式实现减少网络带宽和延迟，从而跟踪多个无线传感器的方向，以生成诸如人体骨骼等刚体模型的实时动画。已经证明该系统能够使用十五个设备通过单个低带宽无线电信道与基站进行通信，从而对人体对象进行全身姿势跟踪。本文涵盖了跟踪平台的理论，设计和实现，对平台性能的评估，并总结了未来可能的应用。

45. Quaternion-based extended Kalman filter for determining orientation by inertial and magnetic sensing.

在本文中，开发了一种基于四元数的扩展卡尔曼滤波器（EKF），用于根据传感器的输出确定刚体的方向，该传感器的输出配置为三轴陀螺仪和使用三轴陀螺仪机械化的辅助系统的集成。轴加速度计和三轴磁力计。所建议的应用是用于人类运动领域的研究。在提出的EKF中，与身体旋转相关的四元数与辅助系统传感器的偏置一起包含在状态向量中。此外，除了传感器偏差补偿的在线程序外，还适用于测量噪声协方差矩阵，以防止人体运动和暂时的电磁干扰分别对重力和地球磁场的测量可靠性产生影响。 。通过计算机仿真和人手定向运动信号的实验验证，与采用在线校准程序，权重测量的自适应机制的滤波器实施方案相比，拟议的EKF的定向估计精度得到了改善。辅助系统传感器，或两者均未实现。

46. Shoulder and elbow joint angle tracking with inertial sensors.

最近，可穿戴惯性系统已用于跟踪实验室内部和外部的人体运动。对人体运动的持续监测可以提供与个人身体活动和功能能力水平有关的有价值的信息。传统上，方向是通过整合陀螺仪的角速度来计算的。但是，测量速度的小漂移会导致积分误差随时间增加。为了补偿该漂移，通常使用卡尔曼或扩展卡尔曼滤波器将来自加速度计的补充数据融合到跟踪系统中。在这项研究中，我们将为控制机械臂而设计的运动学模型与状态空间方法相结合，使用两个可穿戴惯性测量单元连续估算人的肩膀和肘部的角度。我们使用无味的卡尔曼滤波器来实现非线性状态空间惯性跟踪器。将使用我们的惯性跟踪器从8个对象获得的肩关节和肘关节角度与从光学跟踪参考系统获得的角度进行了比较。平均而言，有小于8的RMS角度误差∘ 所有肩和肘角度。所有受试者之间所有运动任务的平均相关系数为r≥0。95 。我们的惯性跟踪器和光学参考系统之间的这种协议是针对手臂的常规和快速运动而获得的。可以使用相同的方法来跟踪其他关节的运动。

47. Ubiquitous Human Upper-Limb Motion Estimation using Wearable Sensors

人体动作捕捉技术已广泛用于各种应用程序中，包括交互式游戏和学习，动画，电影特效，医疗保健，导航等。现有的人体运动捕捉技术在专用工作室中使用结构化的多个高分辨率相机，既复杂又昂贵。随着片上微传感器的快速发展，使用可穿戴微传感器的人体运动捕捉已成为一个活跃的研究课题。由于运动的敏捷性，上肢运动估计已被认为是人类运动捕捉中最困难的问题。在本文中，我们以上肢为研究对象，提出了一种普遍存在的上肢运动估计算法，该算法着重于模拟上臂运动与前臂运动之间的关系。提出了一种具有5个自由度（DOF）的链接结构来对人体上肢骨骼结构进行建模。根据Denavit-Hartenberg 约定定义参数，导出正向运动学方程，并使用无味卡尔曼滤波器估计定义的参数。实验结果表明，与BTS光学运动跟踪器相比，该提议的上肢运动捕获和分析算法优于其他融合方法，并提供了准确的结果。

48. Physical human activity recognition using wearable sensors.

本文介绍了用于从可穿戴惯性传感器数据中识别人类活动的不同分类技术。在这项研究中使用了三个惯性传感器单元，健康受试者在上/下肢的关键部位（胸部，右大腿和左脚踝）佩戴了三个惯性传感器单元。三个主要步骤描述了活动识别过程：传感器的放置，数据预处理和数据分类。四种监督分类技术，即k最近邻（k-NN），支持向量机（SVM），高斯混合模型（GMM）和随机森林（RF），以及三种无监督分类技术，即k-均值，高斯混合模型（GMM）和隐马尔可夫模型（HMM）在正确分类率，F量度，召回率，精确度和特异性方面进行了比较。原始数据和提取的特征分别用作每个分类器的输入。使用基于RF算法的包装方法执行特征选择。根据我们的实验，获得的结果表明，与其他监督分类算法相比，k-NN分类器提供了最佳性能，而HMM分类器是无监督分类算法中提供最佳结果的分类器。这种比较突出显示了在有监督和无监督的情况下哪种方法可以提供更好的性能。应该注意的是，获得的结果仅限于本研究的背景，该研究涉及使用放置在受试者胸部，右胫骨和左脚踝上的三个可穿戴式加速度计对人类日常主要活动的分类。

49. Data Mining for Wearable Sensors in Health Monitoring Systems: A Review of Recent Trends and Challenges

过去几年见证了用于健康监测系统的可穿戴传感器的发展。这一增长归因于多种因素，例如传感器技术的发展以及在政治和利益相关方层面上的直接努力以促进项目，这些项目解决了由于人口老龄化带来的挑战日益增加而需要提供新的护理方法的需求。在这种系统中研究的一个重要方面是如何处理和处理数据。本文提供了对用于分析可穿戴式传感器数据的最新方法和算法的最新综述，可穿戴式传感器用于对医疗服务中生命体征进行生理监测。特别是，本文概述了在考虑特别是连续时间序列测量时已应用的更常见的数据挖掘任务，例如异常检测，预测和决策。此外，本文进一步详细介绍了用于处理生理数据的特定数据挖掘和机器学习方法的适用性，并概述了用于实验验证的数据集的属性。最后，基于此文献综述，健康监控系统中的数据挖掘方法已概述了许多关键挑战。

50. Classification of imbalanced data: a review.

具有不平衡类别分布的数据分类遇到了一个重大缺陷，即大多数标准分类器学习算法可达到的性能，该算法假定相对平衡的类别分布和相等的误分类成本。本文就以下方面对不平衡数据的分类进行了回顾：问题的性质；标准分类器学习算法的学习困难；学习目标和评估措施；报告的研究解决方案；以及存在多个班级的班级失衡问题。

51. Exploratory Undersampling for Class-Imbalance Learning

欠采样是处理类不平衡问题的一种流行方法，它仅使用多数类的子集，因此非常有效。主要缺点是许多多数阶级的例子被忽略了。我们提出了两种算法来克服这一缺陷。EasyEnsemble 抽样了多数班的几个子集，使用它们中的每一个训练学习者，并合并这些学习者的输出。BalanceCascade 顺序地训练学习者，其中在每个步骤中，将不再考虑由当前受过训练的学习者正确分类的大多数班级示例。实验结果表明，与许多现有的类不平衡学习方法相比，这两种方法在ROC曲线下的面积，F度量和G均值更高。此外，当使用相同数量的弱分类器时，它们的训练时间与欠采样时间大致相同，这比其他方法要快得多。

52. Bayesian network classifiers.

最近在监督学习中的工作表明，具有强大的功能独立性假设的令人惊讶的简单贝叶斯分类器（称为朴素贝叶斯）与最新的分类器（例如C4.5）竞争。这个事实提出了一个问题，即具有较少限制性假设的分类器是否可以表现得更好。在本文中，我们基于学习贝叶斯网络的理论评估了从数据中归纳分类器的方法。这些网络是概率分布的分解表示，概括了朴素的贝叶斯分类器并明确表示有关独立性的陈述。在这些方法中，我们选出了一种称为“树增强朴素贝叶斯（TAN）”的方法，该方法优于朴素贝叶斯，但同时又保持了朴素贝叶斯的计算简单性（不涉及搜索）和鲁棒性。我们使用加利福尼亚大学尔湾分校存储库中的问题，对这些方法进行了实验测试，并将它们与C4.5，朴素贝叶斯和包装方法进行特征选择进行了比较。

53. A fuzzy k-nearest neighbor algorithm.

对象分类是在各个领域中研究和应用的重要领域。在完全了解潜在概率的情况下，贝叶斯决策理论给出了最佳错误率。在这些信息不存在的情况下，许多算法利用样本之间的距离或相似度作为分类的手段。该ķ -nearest邻居决策规则经常被这些模式识别问题中。使用这种技术时出现的困难之一是，每个被标记的样本在决定要分类的模式的类成员时都具有同等的重要性，而不管它们的“ 典型性”如何。将模糊集理论引入K 近邻技术中，以开发算法的模糊版本。提出了三种为标签样本分配模糊隶属度的方法，并给出了实验结果和与明文版本的比较。

54. Support-vector networks.

支持向量网络是针对两类分类问题的新型学习机器。该机器从概念上实现了以下思想：输入向量被非线性映射到非常高的特征空间。在该特征空间中，构造了线性决策面。决策面的特殊属性可确保学习机具有较高的泛化能力。支持向量网络背后的想法先前是在有限的情况下实现的，在这种情况下，训练数据可以无错分离。我们在这里将此结果扩展到不可分割的训练数据。

证明了利用多项式输入变换的支持向量网络的高泛化能力。我们还将支持向量网络的性能与各种经典学习算法进行了比较，这些经典学习算法均参与了光学字符识别的基准研究。

55. Gene selection and classification of microarray data using random forest

背景

在大多数基因表达研究中，选择相关基因进行样品分类是一项常见任务，研究人员试图确定仍能实现良好预测性能的最小基因集（例如，将来用于临床实践中的诊断目的）。许多基因选择方法使用基因相关性的单变量（逐个基因）排名和任意阈值来选择基因数量，只能应用于两类问题，并使用与分类算法无关的基因选择排名标准。相比之下，随机森林是一种非常适合微阵列数据的分类算法：即使在大多数预测变量为噪声的情况下，随机森林也表现出出色的性能；当变量的数量远大于观测的数量并且涉及两个以上的问题时，可以使用随机森林。类，并返回可变重要性的度量。因此，重要的是用微阵列数据了解随机森林的性能及其在基因选择中的可能用途。

结果

我们研究了随机森林在微阵列数据（包括多类问题）分类中的应用，并提出了一种基于随机森林的分类问题中基因选择的新方法。使用模拟的和九个微阵列数据集，我们表明随机森林的性能可与其他分类方法（包括DLDA，KNN和SVM）相媲美，并且新的基因选择程序在保留基因的同时产生的基因组非常少（通常比替代方法小）预测准确性。

结论

由于其性能和特性，随机森林和使用随机森林的基因选择可能应成为分类预测和微阵列数据基因选择方法的“标准工具箱”的一部分。