

# 科普 | 体育工程 | 基于机器学习的健康医疗可穿戴设备

原创 刘泳庆 专业体育仪器器材 2021-11-24 20:33

## 前言

“体育工程”的概念出现于1996年，其主要特征是利用工学领域的理论、技术和方法来分析和研究体育领域内的需求，并针对需求制定对应的研发方案和技术方案、具体实施工程，满足用户需求。本专题旨在带来体育工程领域最新的科研成果，供广大读者参考。

## 01 概述

患有大脑相关疾病的患者，从神经发育障碍到神经衰退性疾病，通常会遭受一些行动异常。这些运动异常与脑部疾病的病因和类型有直接影响。然而，目前精神病学的临床评估主要基于直接观察和患者检测报告，在现实条件下存在评判主观和缺乏监测工具的问题。

为了克服这些限制，开发在现实环境中可以不引人注目、准确地收集患者数据，检测疾病状况，评估药物治疗效果，并能持续随访患者的研究方法和工具是有必要的。

在开发此类临床工具时，机器学习（ML）技术可以发挥至关重要的作用。可穿戴传感器信号的ML算法在运动相关疾病中应用可分为三个类别：（1）异常行动检测；（2）病情评估；（3）康复治疗。

## 02 基于机器学习的可穿戴设备

传感器数据分析中最常用的几种机器学习算法包括：决策树(DT)、随机森林(RF)、支持向量机(SVM)和神经网络(NN)。

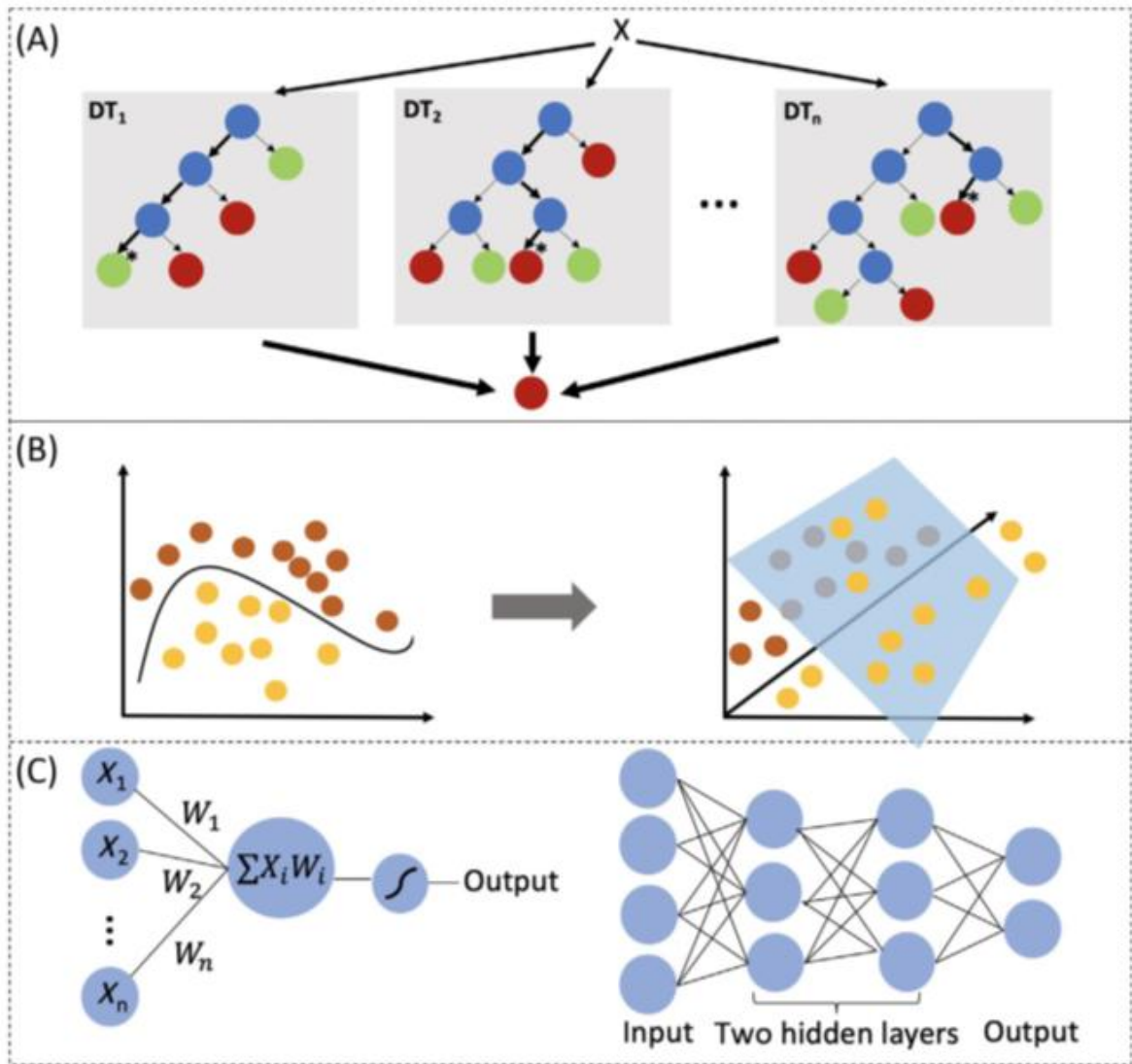


图 常见的监督学习算法示意图

(A) 决策树和随机森林 (B) 支持向量机 (C) 二分类神经网络

### 03 基于机器学习的可穿戴设备数据分析流程

可穿戴传感器数据分析的一般流程包括六个主要步骤: (1)数据采集; (2)预处理; (3)数据分割; (4)特征提取; (5)模型构建; (6)性能评估。

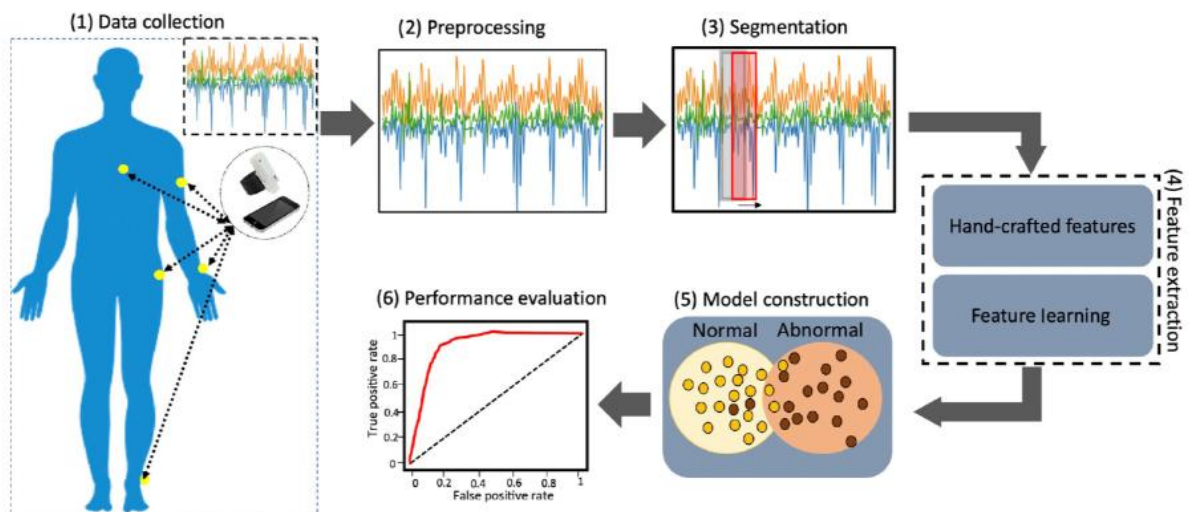


图 基于机器学习的可穿戴传感器数据分析流程

## 04 机遇和挑战

### 1

**数据质量和标签。**可穿戴传感器技术的最新进展促进了从患者收集数据的过程。然而，研究公开可用的数据集显示，大部分数据是在实验室等高度控制的条件下收集。在受控条件下，患者的活动仅限于实验者设计的特定任务。然而，开发能够准确可靠地检测和监测患者病情的医疗应用程序，需要在现实生活中收集数据。在现实条件下收集数据迎来了新的挑战。

现实的条件下收集数据的主要挑战之一是数据标签。虽然文献中的大多数研究都是在监督机器学习框架内解决了检测和疾病评估问题，但数据标记和注释是一项昂贵和耗时的任务，因为专家必须在实时环境中在线注释数据，或在实验室环境中使用捕捉到的视频离线注释数据。将这项任务分配给患者很可能会产生不准确的标签。这个关键问题可以通过使用无监督的ML算法来解决。

现实的条件下数据收集的另一个挑战是抽样偏差。这个问题来自这种情况，某些年龄段的患者无法忍受或者没有佩戴可穿戴传感器的倾向。例如，许多患有自闭症的年轻人感觉很敏感，他们可能无法忍受佩戴多个传感器。从老年患者收集数据也很困难，由于对该技术不熟悉，他们使用可穿戴传感器和参与实验的倾向也比较少。

### 2

**受试者之间和内部的可变性。**在医疗保健中使用可穿戴传感器的另一个重要挑战是由于受试者之间和受试者内部变异导致的数据高度异质性。受试者间变异性是指在不同患者的运动或生理数据中观察到了相同模式的不同特征。受试者内部变异性被定义为每个患者内部相同模式的不同特征。例如，定型运动的强度，持续时间，频率和形式在自闭症患者之间和患

者自身是不同的。这种异质性导致ML模型在新的患者数据或者甚至是随着时间的推移在同一患者上进行测试时性能会下降。因此，开发对这些数据变化具有鲁棒性的方法至关重要。这个问题的一个可能的解决方案是使用深度NNs的特征学习和转移学习。具有深度NNs的特征学习提供了学习一组受试者间和受试者内变异性具有鲁棒性的特征的可能性。此外，研究表明，使用转移学习有可能将学到的知识从一组受试者的数据转移到另一组新受试者的数据上。



**类别失衡。**由于异常样本(或疾病相关样本)与正常样本之间的比例非常小，所以类别不平衡是临床数据集中普遍存在的问题。类别失衡可能会对ML模型的可靠性产生负面影响，因为它会导致对大多数类别的预测偏差，因此假阴性率很高。一般来说，类别失衡问题可以通过平衡基于少数类别样本数量的培训数据来解决。然而，这会导致样本量的显著减少。因此，在可穿戴传感器的临床应用中，寻找能够处理不平衡类分布且不丧失泛化性能的ML解决方案是高度优先的。



参考：Ra D N M , Marchiori E . Machine learning for healthcare using wearable sensors[M]. 2021.



**END**

文字编辑：刘泳庆

责任编辑：陈 骐

### 编者寄语

为了进一步推动体育工程助力体育强国建设，国家体育总局体育科学研究所体育工程中心将开始收集和整理当前人工智能、传感器、数据科学、人机工程学、网络与通信等先进技术应用用于体育训练、科学研究和教育等领域的最新成果，与广大体育界同仁共享交流。发布的成果由国家体育总局体育科学研究所体育工程中心组织专家遴选并编辑，由合作单位提供微信排版和发布等技术支持。欢迎广大同仁关注，提出宝贵意见和建议，并积极投稿，共同为体育强国建设贡献力量。联系邮箱：[liuyongqing@ciss.cn](mailto:liuyongqing@ciss.cn)



阅读 162

分享 收藏

赞 在看

写下你的留言