

# 挑战杯项目“智能护腿板”工作方案\_v1

2024.11.19 compiled by 武昱达

注：本文为初代方案，更细节的安排将体现在后续方案中。

## 1 产品功能预期

本产品是足球运动中的佩戴设备，预计实现**实时收集、传输并分析**足球运动中相关信息的功能。**亮点（这三点在其余护腿板产品中未出现）为柔性器件、压力传感器（辅助裁判判罚犯规）和肌肉电信号传感器（EMG传感器）。**



图1 市面上的护腿板

传感器为该产品的重要部分，传感器所需收集的信息如下：

### 1.1 必备信息

- **运动（位姿）信息：**实时检测腿部的运动状态，例如步态、步幅和跑步速度等信息，帮助分析运动员的运动模式和技术，识别出不良的姿势并提供纠正建议。
- **压力信息：**监测护腿板与皮肤接触的压力，检测到压力过大（如被铲到）或分布不均时可提醒佩戴者调整穿戴方式以提高舒适性，并防止血液循环不畅，或者提醒裁判辅助检测是否有相关犯规行为。
- **位置信息：**位置追踪功能，适用于比赛实时跟踪。可以记录跑步路线、距离和速度，便于数据分析和个人训练改进。

### 1.2 选配信息（Plus版可拓展）

- **肌电信息：**分析肌肉活动情况，帮助判断腿部肌肉的疲劳程度，给出合理的训练或休息建议，预防肌肉拉伤或损伤。
- **心电信息：**监测运动者心电，表征运动强度，预防风险。
- **温度信息：**监测运动者体温状态。

## 2 产品构成部分

### 2.1 总体

大体上产品由**硬件、软件两部分**构成。理想的预期是：

- **硬件部分：**构建出初代机实体，能够初步实现第一部分中提到的功能，能够佩戴并收集数据；
- **软件部分：**能够**基于机器学习或其他方法**对收集来的数据进行初步分析并给出相应反馈，能够可视化地构建出**腿部模型**（理想情况下）。

## 2.2 细节

- 硬件上，产品需要：
  - 护腿板外壳实体：测试时购买市场上的现成样品，在最终展示时可能会展示3D打印模型。
  - 护腿板内部嵌入式系统
    - 核心模块：处理器核心（CPU），存储器（Flash，RAM等），系统时钟
    - 输入输出模块
    - 通信接口模块：WIFI
    - 中断管理模块
    - 电源管理模块
    - 传感模块
- 软件上，产品需要：
  - 嵌入式系统的软件开发
  - 数据处理程序设计
  - 3D建模和美化



图2 护腿板实体

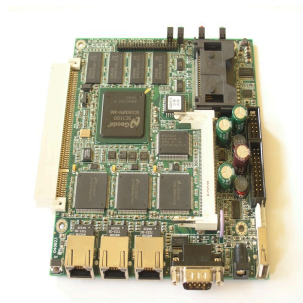


图3 嵌入式系统示例

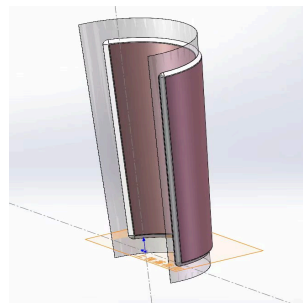


图4 3D建模尝试

## 3 产品设计预期路径时间线

产品设计大体上主要按照如下时间线进行：

需求统计——（模型建立）——实体构建——实体调试和数据采集——数据处理——（模型美化）

（由于与建模、美化与实际功能无关，并不十分重要，所以加上括号，后文不再单独列出）

### 3.1 需求统计

该部分已经通过调查问卷的方式完成，报告如下：

#### 智能护腿板调查问卷小结

赵玺睿 2024.11.12

选项*	小计*	比例
加速度计和陀螺仪	48	<div><div></div></div> 67.61%
压力传感器	41	<div><div></div></div> 57.75%
肌肉电信号传感器 (EMG传感器)	59	<div><div></div></div> 83.1%
温度传感器	12	<div><div></div></div> 16.9%
GPS定位传感器	34	<div><div></div></div> 47.89%
应变传感器	28	<div><div></div></div> 39.44%
振动传感器	35	<div><div></div></div> 49.3%
超声波传感器	27	<div><div></div></div> 38.03%
紫外线传感器	6	<div><div></div></div> 8.45%
环境光传感器	6	<div><div></div></div> 8.45%
本题有效填写人次	71	

本次问卷接近尾声，有效填写人数71人，数据如下。

从图表中可知，前五分别为肌肉电信号传感器 (EMG传感器)、加速度计和陀螺仪、压力传感器、振动传感器、GPS定位传感器。

以下是分别的功能：

- 1、肌肉电信号传感器 (EMG传感器)：EMG传感器可以检测肌肉的电信号，分析肌肉的活动情况，帮助判断腿部肌肉的疲劳程度，给出合理的训练或休息建议，预防肌肉拉伤或损伤。
- 2、加速度计和陀螺仪：这两种传感器能实时检测腿部的运动状态，例如步态、步幅和跑步速度等信息，帮助分析运动员的运动模式和技术，识别出不良的姿势并提供纠正建议。
- 3、压力传感器：压力传感器可以监测护腿板与皮肤接触的压力，检测到压力过大（如被铲到）或分布不均时可提醒佩戴者调整穿戴方式以提高舒适性，并防止血液循环不畅，或者提醒裁判辅助检测是否有相关犯规行为。
- 4、振动传感器：振动传感器可以检测腿部震动情况，帮助分析跑步时的脚步冲击力和震动频率（并进一步分析膝盖受力）。它可以评估护腿板的缓冲效果，指导运动员在不同地面上选择合适的运动模式，预防受伤与膝盖慢性受损。
- 5、GPS定位传感器：GPS传感器主要用于定位，可以为护腿板带来位置追踪功能，适用于比赛实时跟踪。可以记录跑步路线、距离和速度，便于数据分析和个人训练改进。

以下是一些有效反馈：

- 1、护腿板上的加速度计和陀螺仪可以获取摆腿射门的运动学信息，帮助赛后复盘和提升运动员技能；压力传感器用来辅助裁判判断是否犯规这个点挺好，可以适用于跑动中擦碰犯规的准确识别。个人认为其他的传感器似乎没有必要的应用场景，比如GPS，专业足球鞋内的芯片就已经有此功能。如果检测血氧或乳酸的传感器，还是很实用的，可以更直观的观测小腿的疲劳程度，对教练组的战术安排提供客观建议。
- 2、结合场上位置及gps位置轨迹，生成热力图及相关分析。分析步态、动作标准性，辅助足球基本功训练。

结合统计数据、问卷反馈和线下交流，综合而言，智能护腿板应该实现的较为基本功能有加速度计和陀螺仪（分析动作姿态）与GPS定位传感器（生成热力图），而亮点（这两点在其余护腿板产品中未出现）为压力传感器（辅助裁判判罚犯规）和肌肉电信号传感器 (EMG传感器)（可能比较高端，后续加强可以添加此功能）。而振动传感器部分效果可以由压力传感器替代。

## 3.2 实体构建

该部分较为重要，需要完成程序编写，器件购买、组装、调试等多个任务，需要上手实操，流程较长，预期在本学期内完成。

## 3.3 实体调试和数据采集

在初代产品设计完成后，将专门进行调试和数据的收集，该数据将用于后续的程序编写。

## 3.4 数据处理

基于模型得到的数据，编写、训练程序并进行可视化，以期达到应用、推广目的。

# 4 分工

粗略地，分工如下（姓名按首字母排序）：

陈奕好：嵌入式系统开发、程序编写等；

武昱达：建模与视觉设计、嵌入式系统开发、程序编写等；

赵玺睿：需求调研、嵌入式系统开发、实体调试、数据收集等；

周晓航：实体构建、程序编写等。

（注：分工会在很大程度上发生交叉。）