

第九届湖南省研究生数学建模竞赛赛题

(请先阅读“竞赛通知和竞赛材料格式规范”)

A 题：使用智能手机记录人体活动状态

随着智能手机的普及，大多数智能手机都具备评估手机使用人日常活动消耗的热量的功能，比如华为手机的“华为运动健康”软件能够根据手机使用人每天跑步、步行、骑车、爬高等活动状态来计算其当天消耗的热量。这类运动健康软件对手机使用人消耗的热量的计算依赖于其携带的智能手机记录其每天活动状态的数据。

智能手机测量人体的活动状态主要依靠内置于其中的运动传感器——加速度计和陀螺仪来实现。加速度计是用于测量手机在三个轴向(X , Y , Z)上的线性加速度变化情况的传感器，当手机发生加速度变化时，加速度计会感应到这种变化并将加速度数据传输给手机处理器进行存储或分析。陀螺仪是用来测量手机绕着三个轴向(X , Y , Z)旋转的角速度的传感器，当携带手机的人发生转向时，陀螺仪会感知到转向的速度和方向，并将这些数据传输给手机处理器进行存储或处理。通过加速度计和陀螺仪的数据，智能手机处理器可以通过感知到手机的姿态、角度和方向的变化，并设计相应的算法对手机使用人的活动模式进行判断或跟踪。

附件中邀请了 10 余名实验人员携带运动状态传感器进行活动，并收集他们的日常活动状态的数据。规定他们需要完成“向前走，向左走，向右走、步行上楼、步行下楼、向前跑、跳跃、坐下、站立、躺下、乘坐电梯向上移动、乘坐电梯向下移动”12 种活动，每种活动记录了 5 组实验数据，每组数据记录其数秒的线加速度和角加速度数据。请尝试利用这些数据，建立模型完成以下问题：

目标进度

527/320 千卡

活动热量占比



什么是活动热量

活动热量是指进行身体活动时消耗的热量，包括专门或零星进行的体育活动、家务活动和其他活动等。根据《中国居民膳食指南》推荐，成年人最低应消耗 240~360 千卡/日，相当于一天内累计骑行 30 分钟，步行 10 分钟，再加上打羽毛球 20 分钟。运动健康 App 基于指南并结合您的身体信息，综合计算推荐值。

第九届湖南省研究生数学建模竞赛赛题

(请先阅读“竞赛通知和竞赛材料格式规范”)

问题 1. 附件 1 中有 3 名实验人员的运动数据, 包含每名实验人员每种活动状态的 5 组加速度计和陀螺仪数据, 但实验时未记录数据所代表的活动状态, 请根据附件 1 提供的活动数据(每人 60 组数据), 对每一位实验人员的活动状态的数据进行分类, 在论文中将分类结果(编号)填入表 1。

表 1: 问题 1 结果

分类	Person1	Person2	Person3
第 1 类			
第 2 类			
....			
第 12 类			

问题 2: 附件 2 中有 10 名实验人员的活动数据, 包含每位实验人员每种活动状态的 5 组加速度计和陀螺仪数据, 但实验时记录了每组数据所代表的实验人员的活动状态, 请根据附件 2 提供的活动数据(每人 60 组数据)提取 12 类人员活动状态的典型特征, 建立人员活动状态的判别模型, 并利用你们模型开展以下验证工作:

(1) 进一步运用问题 1 的分类模型对该 10 名实验人员数据进行分类(此时, 不考虑实验人员的活动状态标签), 比较问题 2 中判别模型和问题 1 的分类模型的结果, 分析采用分类模型对不同活动类型分类时的分类准确度。

(2) 附件 3 中收集有某实验人员 30 次活动的状态数据, 请运用你们的判别模型, 给出该人员的活动状态, 在论文中将结果填入表 2。

表 2: 问题 2 结果

活动类型	判别状态
SY1	
SY2	
...	

第九届湖南省研究生数学建模竞赛赛题

(请先阅读“竞赛通知和竞赛材料格式规范”)

SY30

问题 3: 附件 4 给出了问题 1 和问题 2 中参与实验的 13 位实验人员的年龄、身高、体重等数据, 请分析不同人员的同一活动状态是否存在差异? 活动状态数据与实验人员的年龄、身高、体重有无关系, 能否使用活动传感器数据进行人员画像, 进一步, 附件 5 中给出了问题 2 的 10 位实验人员中的 5 位的某次活动数据, 数据包含了每人的 12 类活动状态, 请使用你们的模型判断他们分别最可能来源于问题 2 中哪一名实验人员。在论文中将判别结果填入表 3。

表 3: 问题 3 结果

活动类型	判别结果
Unkonw1	
Unknow2	
Unknow3	
Unknow4	
Unknow5	

附件: 数据说明

1、实验人员活动状态数据为 excel 文件, 包含 6 列, 分别为 $acc_x, acc_y, acc_z, gyro_x, gyro_y, gyro_z$, 表示加速度计和陀螺仪分别在 X, Y, Z 三个轴向的记录值。实验中, 运动传感器固定于实验人员右下腹位置, 设备采样率为 100Hz。加速度计测量加速度变化范围为 $\pm 6g$, 陀螺仪测量角速度变化范围为 $\pm 500dps(\text{degree per second})$, 加速度计和陀螺仪的三个轴向中, X 轴沿重力方向, Y 轴沿实验人员前进方向, Z 轴与 XY 平面垂直指向身体一侧。

2、附件 2 中文件命名规则为 “aitj.xlsx”, 其中 i 表示活动类型, j 表示实验次数, 比如 “a1t2.xlsx” 表示测量该实验人员第 1 类活动状态的第 2 组实验数据, 活动状态编号如表 4 所示:

第九届湖南省研究生数学建模竞赛赛题

(请先阅读“竞赛通知和竞赛材料格式规范”)

表 4：活动状态编码

活动状态	编号	活动状态	编号
向前走	1	跳跃	7
向左走	2	坐下	8
向右走	3	站立	9
步行上楼	4	躺下	10
步行下楼	5	乘坐电梯向上移动	11
向前跑	6	乘坐电梯向下移动	12