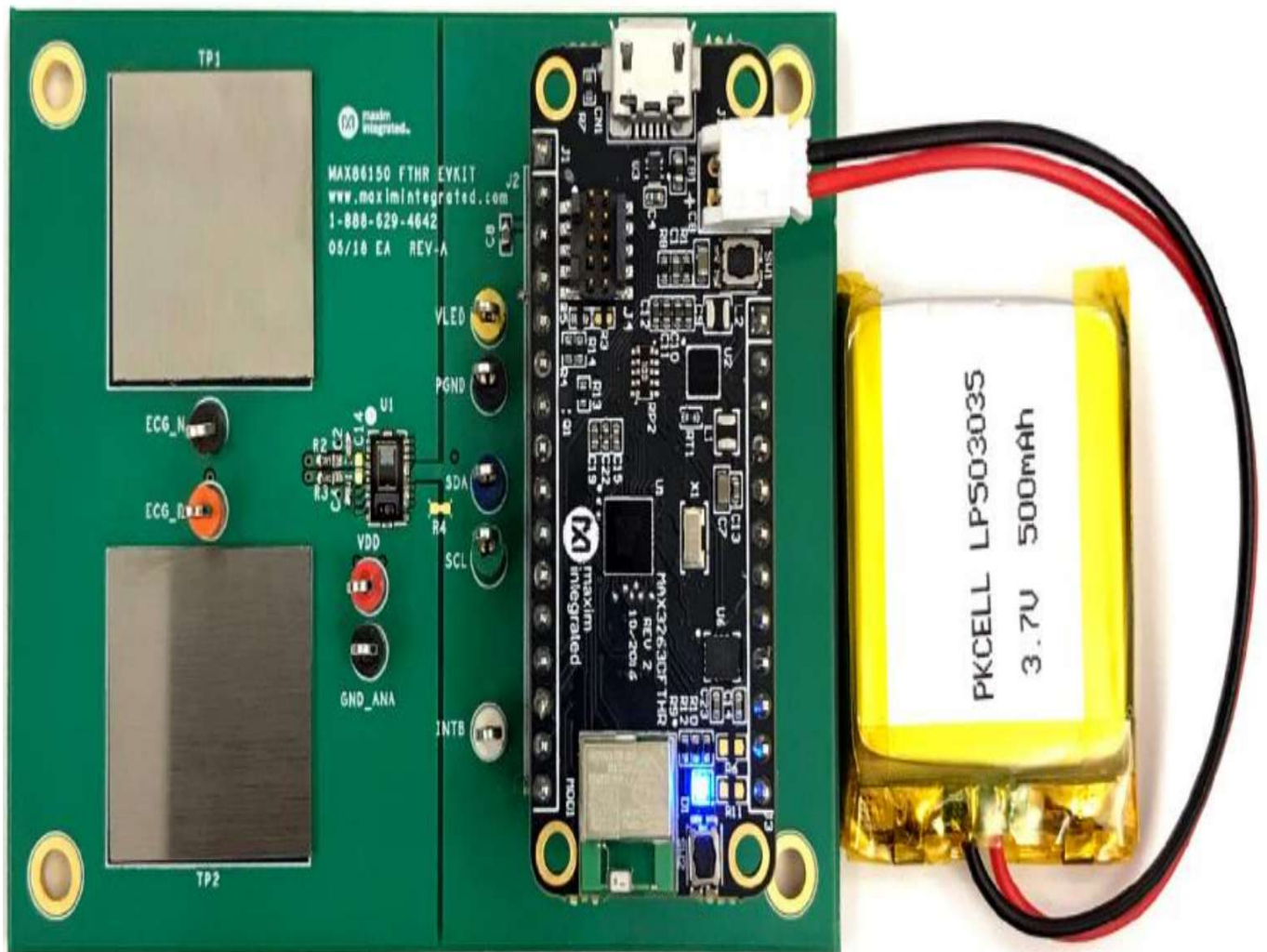


ECG 及 PPG 心电心率实验报告



自动化系

李昭阳 2021013445

实验准备

实验目的

- (1) 通过 ECG+PPG 系统的实际操作，深入了解心电和光电容积传感器基本原理；
- (2) 培养实验者对心电图和光电式心率图的人工解读和机器解读能力。

实验设备和材料

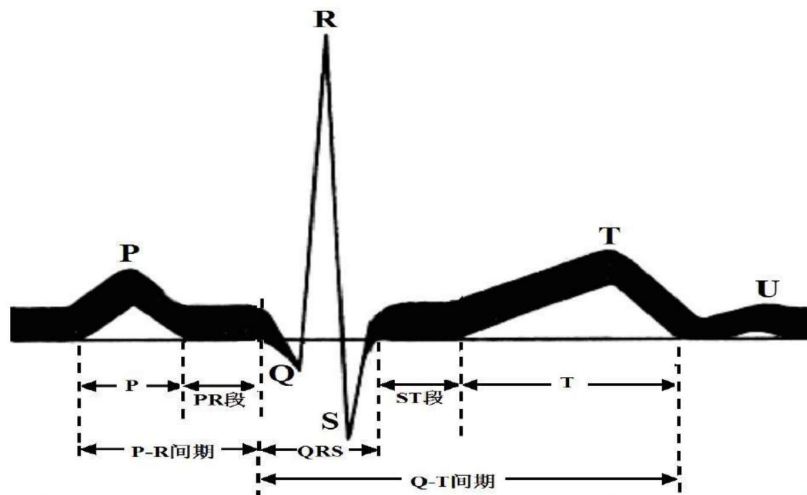
ECG+PPG 实验系统 Maxim86150

基本原理

ECG 系统原理

心电是心脏电位的变化在人体内传播形成的电信号。心脏的窦房结细胞自律性地产生电信号，并通过特殊通道传导至心脏各部分，形成心电图上的各个波形。

心电图样例如下，



- (1) P 波:反映心房肌在除极过程中的电位变化过程；
- (2) P-R 间期:反映的是激动从窦房结通过房室交界区到心室肌开始除极的时限；
- (3) QRS 波群:反映心室肌除极过程的电位变化；
- (4) T 波:代表心室肌复极过程中所引起的电位变化；
- (5) S-T 段:从 QRS 波群终点到达 T 波起点间的一段水平线；
- (6) Q-T 间期:心室从除极到复极的时间；
- (7) U 波:代表动作电位的后电位。

PPG 系统原理

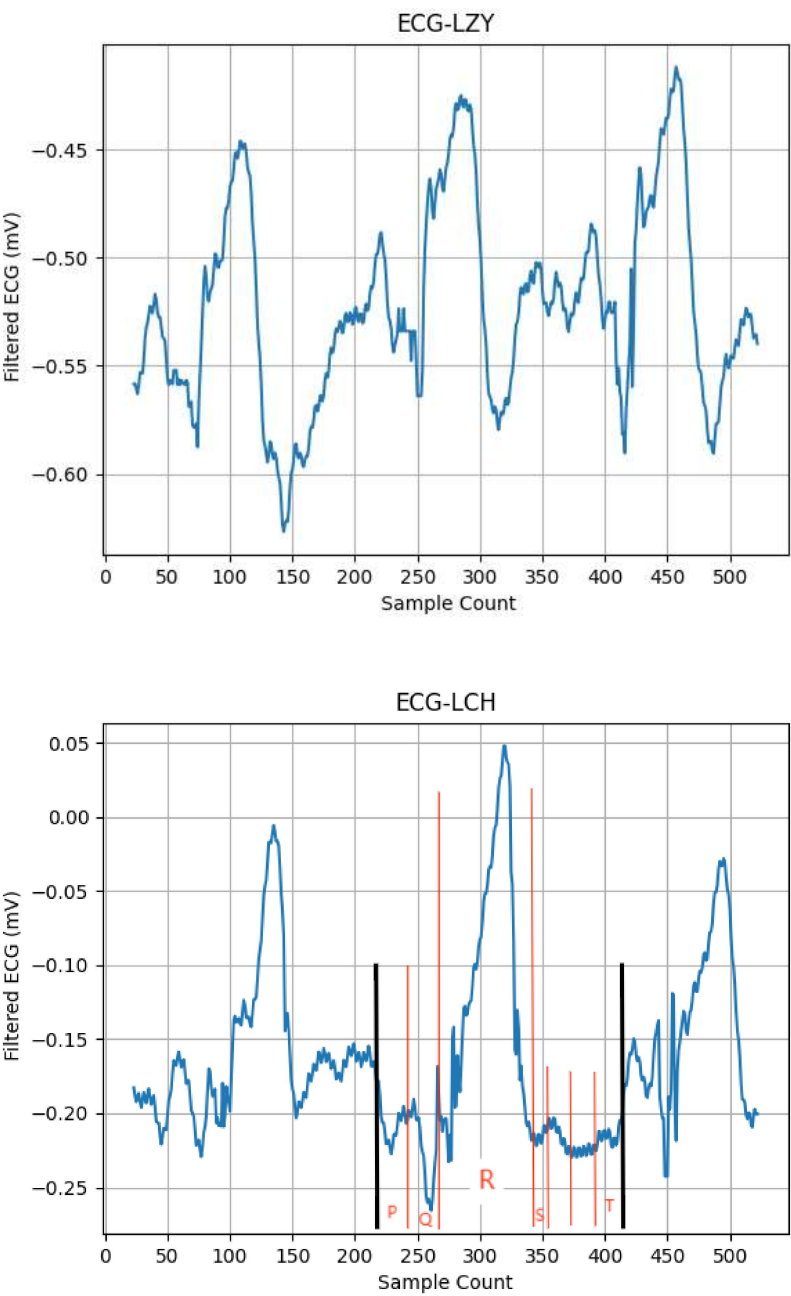
PPG 是一种将光照进皮肤并测量因血液流动而产生的光散射的方法。光学心率传感器基于以下工作原理：当血流动力发生变化时，例如血脉搏率（心率）或血容积（心输出量）发生变化时，进入人体的光会发生可预见的散射。

PPG 设备可测量心率、心率变异性指标 HRV。

实验结果

ECG 系统实验

整理实验数据，截取lzy同学和lch同学某段ECG数据，以lch同学的数据为例进行分析，标注单个周期内各波的区域范围如下图，



由原始数据平均计算可知，相邻两个 *SampleCount* 之间，时间差大约为 $5ms$ 。因此可估计lch同学，

- P* 波的时限约为 $110ms$ ，肢体导联振幅约为 $0.03mV$ ；
- P* – *R* 段的时限约为 $90ms$ ；
- R* 波的时限约为 $250ms$ ，肢体导联振幅约为 $0.15mV$ ；
- Q* 波的时限约为 $50ms$ ，肢体导联振幅约为 $0.06mV$ ；
- T* 波的肢体导联振幅约为 $0.02mV$ ；

根据下图给出的评估标准，

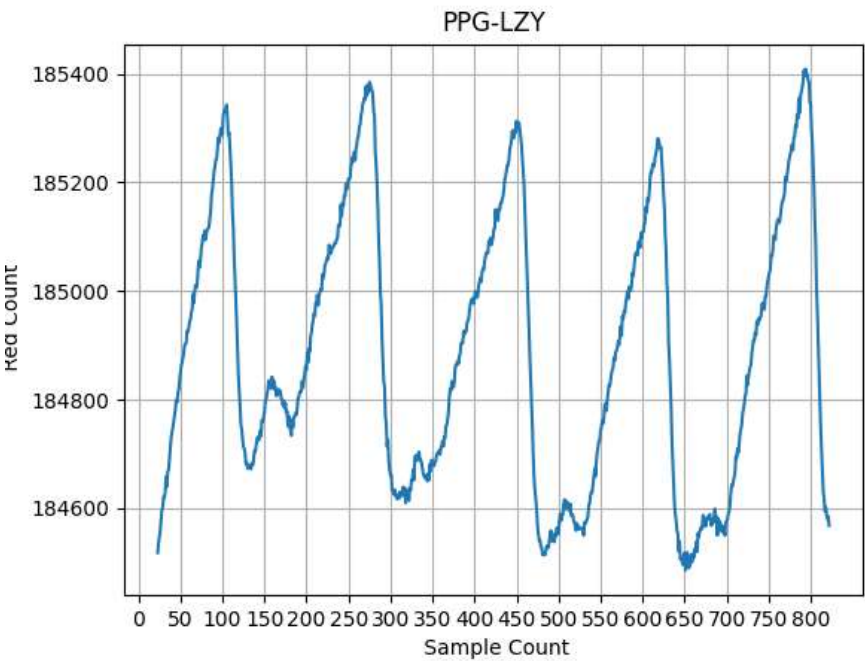
- (1) *P* 波。一般正常时限小于 $0.12s$ ，同时肢体导联振幅不大于 $0.25mV$ ，胸导联不超过 $0.2mV$ 。
- (2) *PR* 段。临床上时限是 $0.12\sim0.2s$ 。
- (3) *QRS* 波。*R* 波振幅肢体导联不超过 $2.0mV$ ，时限为 $0.06\sim0.1s$ 。另外，*Q* 波的振幅深度，通常小于同导联 *R* 波的 $1/4$ ，时限小于 $0.04s$ 。
- (4) *T* 波。振幅不小于同导联 *R* 波振幅的 $1/10$ 。
- (5) *ST* 段。一般不超过 $0.05mV$ 。

可知，lch同学的*Q*波的导联振幅过大，*R*波导联时限过长，但是偏移范围均很小，考虑到误差影响，可以认为lch同学身体健康。

同理分析，lzy同学的*Q*波的导联振幅过大，*R*波导联时限过长，但是偏移范围均很小，与lch同学的情况类似，故两者可判定为仪器的误差影响，可以认为lzy同学身体健康。

PPG 系统实验

截取一组测试较为良好的 PPG 实验数据，画出图线如下，



由图可知，5 个波峰之间约有 700 个 *SampleCount*，即相隔约 $3.5s$ ，因此求得lzy

同学的心率为

$$\frac{60}{3.5} \times 5 = 85.7 \text{ times/min}$$

1 – 2, 2 – 3, 3 – 4 波峰间距离分别约为 170SampleCount , 180SampleCount , 165SampleCount , 即 HRV 分别为 850ms , 900ms , 825ms 。计算平均 HRV 为 62.5ms 。

正成年人静坐心率一般在 $60 - 80 \text{ times/min}$ 之间, HRV 在 $20 - 70\text{ms}$ 之间。因此可知lzy同学, 心率与 HRV 数据处于正常水平。

反思

本次实验中, 各项试验的完成度较好, 同时收集的各项数据也比较精准、易于分析结论。我在之前对实验的顺序策略有错误估计, 重复搭建了各类测量电路, 降低了实验速度。同时在预估计时存在一些失误。在以后的实验过程中, 我会更认真地进行预习规划, 同时也会在以后的实验过程中更加谨慎, 以保证实验结果更加准确。