

生命科学学院夏令营“小论文”考核须知

题目：

方案一：从下面题目中任选 1 道题目作答；

或方案二：如有自认为较好的科研 idea，也可不拘束于设定的题目，可以自选自立题目；

两种方案均可。

要求：以小论文报告形式呈现，内容需包括：摘要、正文、和参考文献。字数不限，鼓励有自己独到见解和新的创新观点。

请于 7 月 31 日之前将论文发送至邮箱：sky_summertime@126.com

逾期未提交者视为放弃，则该部分考核不及格。

电子设计类

一、基于加速度信号的心电信号检测算法研究

心电信号作为人体体征信号的重要组成部分，而穿戴式采集 ECG 信号主要面临着电极的舒适度低，如 Ag/AgCl 湿电极限制人体活动，导致皮肤过敏等；运动伪迹(Motion Artifact, MA)干扰，如人体体表与电极的相对运动造成采集电极测量精度不准等问题。自适应滤波作为一种非线性的滤波算法，利用加速度参考信号来调整滤波系数，依靠参考信号与噪声的相关性来滤出干扰信号。

具体要求：

(1) 实现基于三轴加速传感器的自适应滤波器，消除 ECG 信号中的运动干扰和基线飘移。

(2) 查找参考文献，提出方案，设计算法，编程实现 (Matlab)，提交报告 (规范完整)。

二、微磁场检测装置的设计与研究

设计一种基于法拉第电磁感应定律的动态磁场测量装置，实时检测感应线圈的感应电压。在 OLED (或其他显示屏) 实时显示测量到的感应电压波形的频率和幅值。满足细胞微磁刺激中高频磁场的测量要求。为高频微磁场测量提供一种可行方案。

具体要求：

(1) 控制器采用 Stm32F103 (或者 Stm32F411)，频率检测范围 70 kHz-150 kHz 正弦信号 (或者更高频率，根据目前已有设备确定)；

(2) 检测电压波形，前期可以信号源提供满足上述要求的正弦波形；

(2) 查找参考文献，提出方案，设计算法，提交报告 (规范完整)。

三、微弱信号采集前端放大器的设计

设计一款用于放大微弱信号的前端放大器，芯片可采用 AD8130。

具体要求：

(1) 输入信号范围: 5 mV-200 mV;

(2) 频率范围为: 800 kHz-1.5 MHz。

(3) 在 Altium Designer 软件绘制原理和 PCB。(也可以选用立创 EDA 绘制，建议选用 Altium Designer 软件)

四、基于 Matlab 的心电信号显示界面的设计

设计一个用于实时显示心电信号的上位机软件。

具体要求：

(1) 采用 Matlab 语言，下位机通过串口或者蓝牙 (串口接口) 发送心电图数据到上位机，上位机能实时显示接收到的心电信号；

(2) 心电信号进行滤波处理；

(3) 计算心率。

五、基于卷积神经网络的心率失常识别算法的研究

心电图是检测心律失常的重要工具。传统心电信号分类方法有着复杂的特征提取任务，无形中会增加计算量。

具体要求：

- (1) 设计一种基于卷积神经网络的模型，用于心率识别；
- (2) 采用 Matlab 语言编写。

六、微线圈激励源的设计

激励源在生物医学工程上有较多的使用价值和深远的研究意义。安全、稳定和便携的电源对于诊断病情，治疗疾病有十分重大的作用。符合要求的电源可以用于医疗仪器等电子设备，也可以直接用于确定病灶的位置。本课题的线圈形式的电源将用在微线圈上。因此，本课题所研究的低输入、高输出、大范围频率的激励源具有研究的必要和价值。

具体要求：

- (1) 要求制作一个激励源能产生 70KHz 以上的信号；
- (2) 在输入电压较低的前提下要求激励源能输出最高幅值为 1A 的电流；
- (3) 通过按键或者上位机软件能调节产生信号的频率和幅值。

医学图像处理类

一、白细胞检测

白细胞的准确检测和精确分割是一项具有挑战性的医学图像处理任务。在显微镜下获取的白细胞图像会受到染色杂质的影响，且白细胞种类繁多、形态各异、类间差别小，还存在相互重叠相互粘连的现象，导致细胞边缘无法被准确分割。请参考图 1 中要求，实现图 2 中白细胞的分割。

具体要求：查找参考文献，提出方案，设计算法，编程实现（不限编程语言），提交报告（规范完整）。

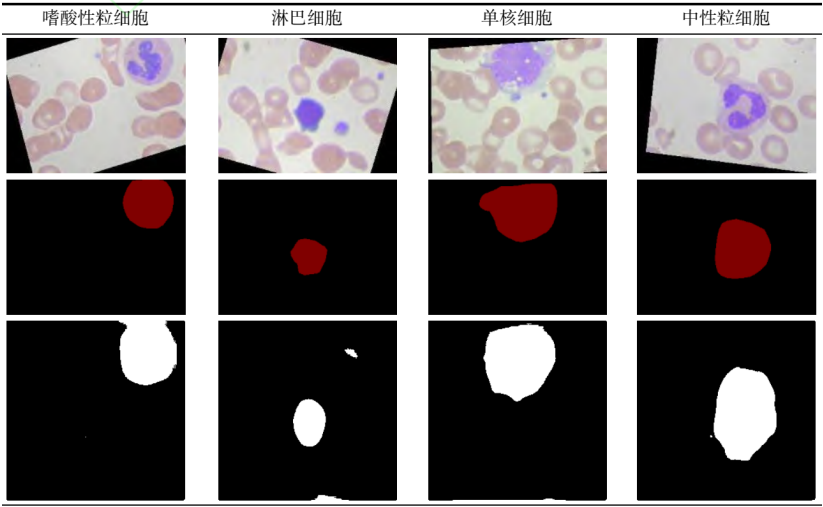


图 1 白细胞分割实例

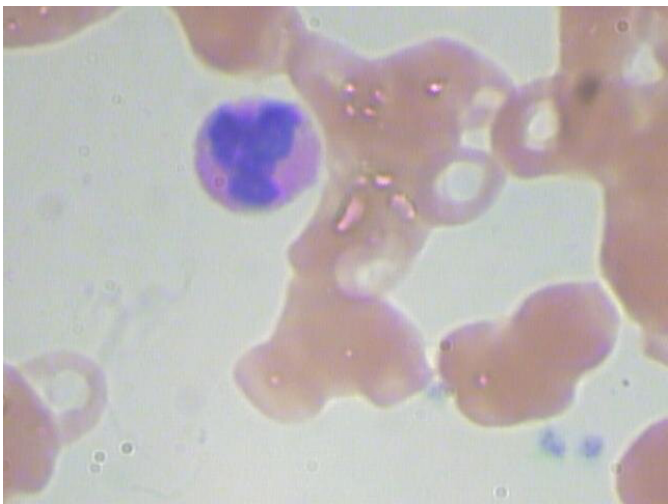


图 2 待分割图像

二、眼底影像视盘分割

视盘是眼底图像中最主要的生理结构,对视盘进行准确的定位和分割有利于眼底病变的诊断。由于非均匀光照、对比度以及病变等因素干扰使得想要准确地定位和分割视盘并不容易。

具体要求: 查找参考文献, 提出方案, 设计算法, 编程实现(不限编程语言), 提交报告(规范完整)。



图 1 视网膜眼底图像视盘分割实例



图 2 待分割图像

三、眼底影像血管分割

常见的一些疾病，如：高血压、糖尿病和心血管疾病等会引起眼底视网膜血管病变，所以观察血管形态变化可以初步预估人体的某些疾病。因此，需要利用数字图像处理技术对其血管进行分割，检测视网膜血管的形态是否有异常，以此帮助医生诊断病情。

具体要求：查找参考文献，提出方案，设计算法，编程实现（不限编程语言），提交报告（规范完整）。

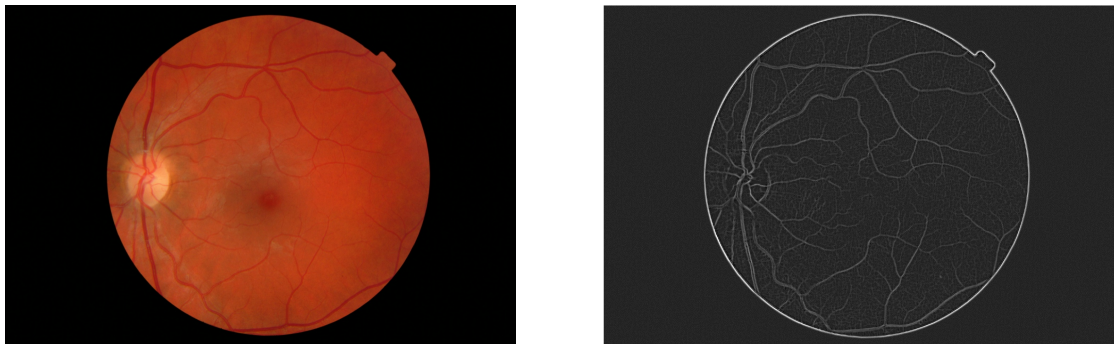


图 1 视网膜眼底图像血管分割实例



图 2 待分割图像

四、肺结节分割

肺结节准确分割对于肺癌分析有着极其重要的意义。由于肺结节形状多变且本身强度与周围胸部噪声非常相似，而且具有尺寸小、对比度低、形状异质化高等特征，因而使得快速精准的分割肺结节成为一个挑战性难题。

具体要求：查找参考文献，提出方案，设计算法，编程实现（不限编程语言），提交报告（规范完整）。

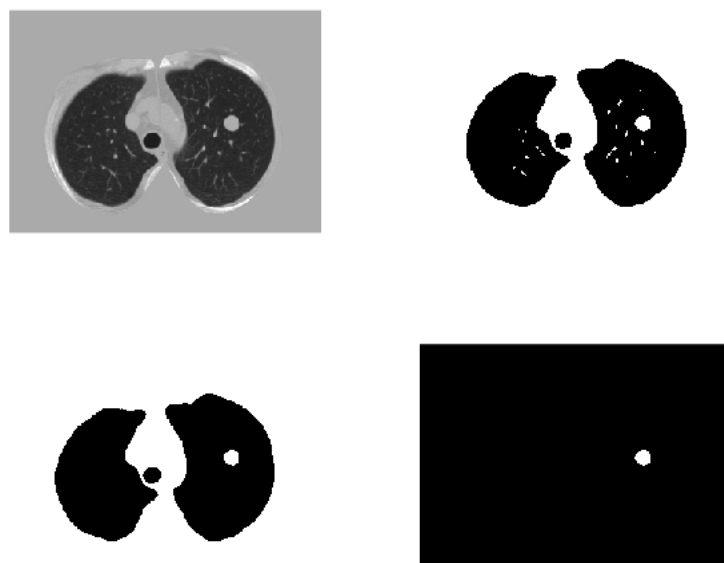


图 1 肺结节分割实例



图 2 待分割肺结节图像

五、眼底 OCT 组织层及病变区域检测

临床上，医生通常借助眼底 OCT 成像实现患者视网膜结构的清晰成像，而病变区域与视网膜组织层的有效分割对于判断眼科疾病的病变严重程度、活动情况、治疗效果等具有重大的参考意义。请参考图 1 组织层及病变分割实例，实现图 2 中两个 OCT 组织层及病变的分割，并计算病变区域面积。

具体要求：查找参考文献，提出方案，设计算法，编程实现（不限编程语言），提交报告（规范完整）。

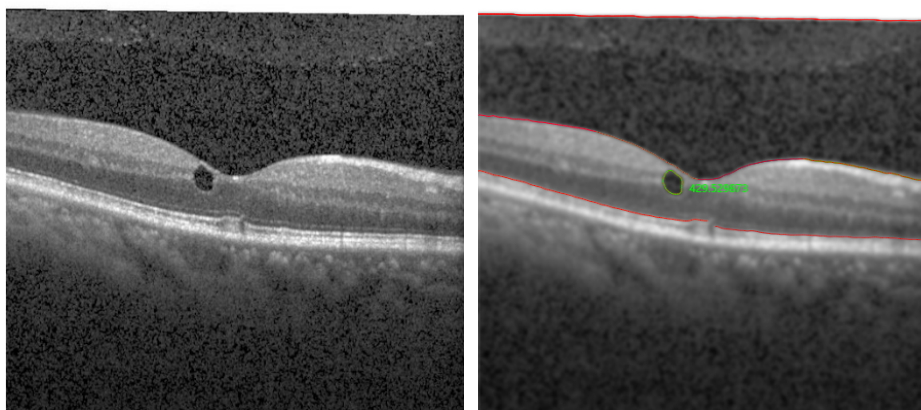


图 1 OCT 组织层及病变分割实例

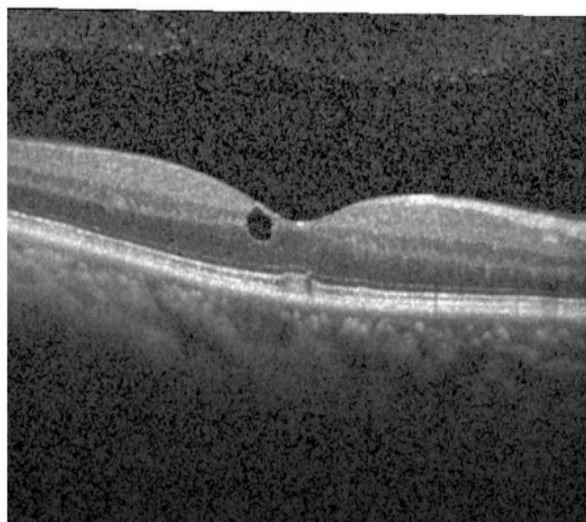


图 2 待分割图像

语言算法类

一、

帕金森病是一种老年群体中常见的神经系统变性疾病，严重危害人们的生命健康。因此，寻找与该疾病密切相关的基因对于该疾病的诊治具有重要意义。基因芯片技术可以检测帕金森病人体内所有基因的表达量，现有一套帕金森疾病和健康人群的基因表达谱数据（数据集来源：<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/query/acc.cgi?acc=GSE6613>）以及该测序平台 GPL96 的注释文件，请利用以上数据，完成如下题目：

（1）对表达谱的第一列基因芯片探针 ID 进行注释，将其转化为基因 ID（Gene Symbol）

（2）采用不少于 2 种统计学指标，筛选出该表达谱中存在差异表达的基因

要求：查阅相关文献，提出方案，选用合适指标，编程实现（推荐 Python 或 R 语言），提交报告。

二、

在 DNA 或某些双链 RNA 分子结构中，碱基配对遵循一定的规律，即腺嘌呤（A）与胸腺嘧啶（T）配对，鸟嘌呤（G）与胞嘧啶（C）配对，反之亦然。在各种类型的 RNA 分子之间的相互作用中也遵循这一规则。请根据碱基互补配对原则设计序列配对算法，计算出 RNA1 与 RNA2 匹配位点最多的情况。

示例：

两条 RNA 链（FASTA 格式）：

```
>test1
TCGAAATCG
>test2
CGCTTAGGCCATTA
```

预测结果示例：

```
TCGAAATCG
. ||||. . ||
CGCTTAGGCCATTA
```

```
>RNA1
GGCCGGGCGCGGTGGCTCACGCCTGTAATCCCAGCTCTCAGGGAGGCTAAGAGGCGGGAGGATAGCTTG
AGCCCAGGAGTTTCGAGACCTGCCTGGGCAATATAGCGAGACCCCGTTCTCCAGAAAAAGGAAAAAAAAA
AACAAAAGACAAAAAATAAGCGTAACTTCCTCAAAGCAACAACCCCCCCCCCCCCCTTT
>RNA2
GAGACAGGGACAGACGTAGGCCAAGAGAGGGGAACCAGAGAGGAACCAGAGGGGAGAGACAGAGCAGCA
AGCAGTGGATTGCTCCTTGACGACGCCAGCATGAGCTCCTTCTCCACCACCACCGTGAGCTTCCTCCTT
TTACTGGCATTCCAGCTCCTAGGTCAGACCAGAGCTAATCCCATGTACAATGCCGTGTCCAACGCAGAC
CTGATGGATTTCAAGAATTTGCTGGACCATTTGGAAGAAAAGATGCCTTTAGAAGATGAGGTCGTGCCC
```

CCACAAGTGCTCAGTGAGCCGAATGAAGAAGCGGGGGCTGCTCTCAGCCCCCTCCCTGAGGTGCCTCCC
TGGACCGGGGAAGTCAGCCCAGCCCAGAGAGATGGAGGTGCCCTCGGGCGGGGCCCTGGGACTCCTCT
GATCGATCTGCCCTCCTAAAAAGCAAGCTGAGGGCGCTGCTCACTGCCCCCTCGGAGCCTGCGGAGATCC
AGCTGCTTCGGGGGCAGGATGGACAGGATTGGAGCCCAGAGCGGACTGGGCTGTAACAGCTTCCGGTAC
TGAAGATAACAGCCAGGGAGGACAAGCAGGGCTGGGCCTAGGGACAGACTGCAAGAGGCTCCTGTCCCC
TGGGGTCTCTGCTGCATTTGTGTCATCTTGTTGCCATGGAGTTGTGATCATCCCATCTAAGCTGCAGCT
TCCTGTCAACACTTCTCACATCTTATGCTAACTGTAGATAAAGTGGTTTGATGGTGACTTCCTCGCCTC
TCCCACCCCATGCATTAAATTTTAAGGTAGAACCTCACCTGTTACTGAAAGTGGTTTGAAAGTGAATAA
ACTTCAGCACCATGGACAGAAGACAAAAAA

要求：查阅相关文献，提出方案，设计算法，编程实现，提交报告。

三、

根据提供的乳腺癌特征数据，筛选合适特征，建立区分乳腺癌良恶性的机器学习分类预测模型，要求模型准确率至少在 80%以上。

要求：查阅相关文献，特征提取，选择机器学习模型算法并编程实现（推荐 Python），对模型性能进行评估，提交报告。