

主管
领导
审核
签字

哈尔滨工业大学 2020 学年 春 季学期

模式识别与深度学习 试题 A

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总分
得分											
阅卷人											

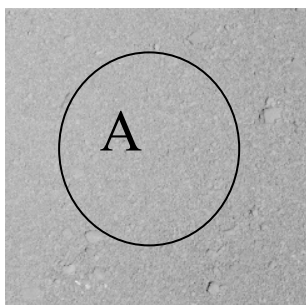
片纸鉴心 诚信不败

第一部分：模式识别——小天体着陆区域选择方法（50 分）

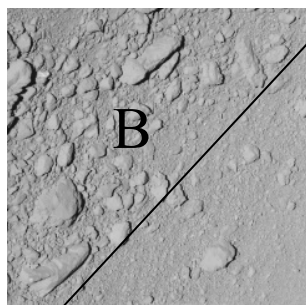
问题背景：航天强国都在陆续开展小天体着陆探测工作。实时检测识别和定位危险地形是小天体探测下降着陆段的工程技术难题。由于深空探测飞行器样本采集困难且运算能力有限，请使用尽可能简便的快速算法。

1（必答题 30 分）地形分类与岩石检测

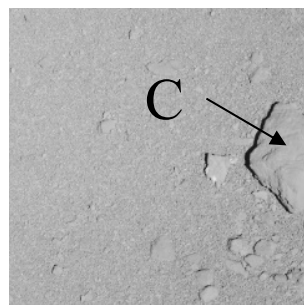
以下是日本隼鸟 1 号对系川小行星的拍摄照片，从图像中根据岩石颗粒的大小及散布规律，将地表分为：A：平坦区域，B 碎石区域，C 大块岩石。请设计一种快速特征计算及模式分类方法，实现地形分类。



地形 I



地形 II



地形 III

1.1 在轨运算能力极为有限，请设计一个尽可能快速高效的系统实现地形分类：

- 1)设计一个特征计算函数，将灰度图像 I 上中心点为 (i, j) 的矩形区域（宽为 w ，高为 h ），映射为特征向量 x ，用于近似表征该区域的岩石颗粒特征。可以综合多种特征计算方法，务必说明特征计算的思路及理由，言之成理即可。
- 2)设计一种或综合应用几种分类方法，根据特征 x 实现地形分类。简述采用的分类方法/流程及设计理由。
- 3)如地形 III 所示，如何避免大岩石表面被误认为平坦区域？简述你的解决思路及实验方法？

2 (选做题 20 分) 以下三题选做一题，多选无效

2.1 新颖性检测：不同类型的小行星可能有着完全不同的地形，能否设计一组算法，发现与已知地形不同的新地形，并将新地形自动分成几个典型类别？阐述你的设计思路及实验方法。

2.2 阴影检测：我国拟探测的小行星自转周期短，由于小行星自转，太阳光照下的岩石阴影不断发生变化，这种变化将影响对于岩石的定位和测量。

1)如何识别并统计阴影与岩石的分布关系，并估计太阳光照方向，简述方法。

2)能否克服阴影干扰，甚至利用阴影变化特性，进一步提升地形分类性能？谈谈你的设计思想？

2.3 复杂决策:在小天体上选择一个着陆区域，需要综合考虑多种不同因素，构建一套可解释的评分体系。例如，设小天体上的一个区域为 Ω ，可以定义模型参数如下：

H —区域 Ω 中岩石尺寸分布直方图，表示岩石数量与岩石尺寸之间的关系；

R —区域 Ω 三维模型地形分析得到的表面粗糙度，为区域 Ω 的全局统计特征；

C —区域 Ω 的地形类别， $C = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

I —着陆过程中区域 Ω 的照明条件，与着陆的时间和地形所处纬度有关；

T —区域的热惯量，反映表层和浅表层地质结构的统计特性，与着陆机构表面固定有关；

N —探测器动力学性能；

E —着陆机构对区域 Ω 表面和浅表层的适应能力。

建立的探测器着陆区域安全性评分模型为：

$$V_{\Omega} = f(H, R, C, I, T, N, E)$$

这个多输入/多要素的辅助决策系统你觉得该如何设计？言之成理即可。主要包括：

1) 基本形式、2) 参数估计方法、3) 模型验证方法

第二部分：深度学习——手机拍照图像增强（50 分）

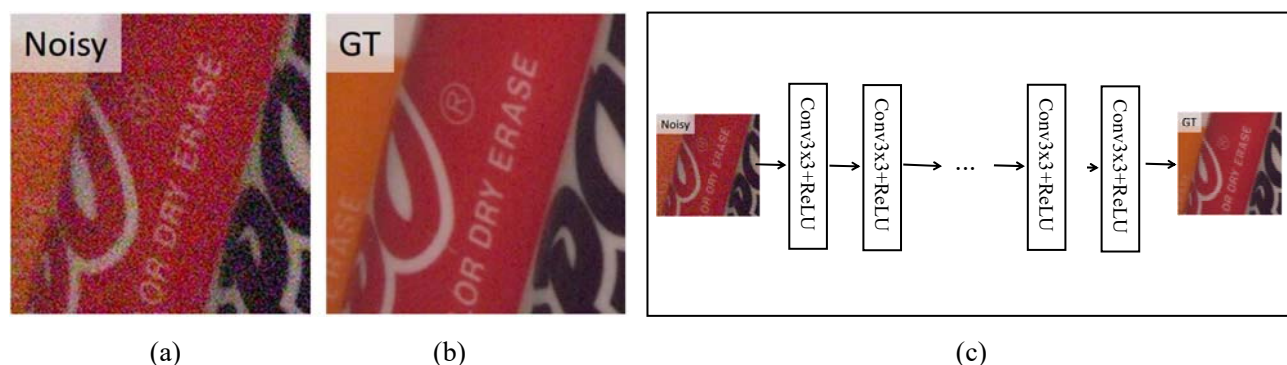
说明：必答题 2 题合计 30 分

选答题从 4 题中选答 20 分。多选者按题目顺序只记录前 20 分。

综合应用学过的知识，阐述解决问题的思路。

3 手机拍照图像去噪

以下是一幅 LG G4 手机拍摄的真实噪声图像（Noisy）和对应的清晰图像（GT）。请设计一个卷积神经网络（见图 c）进行图像去噪。



- 3.1（必答题 15 分）卷积神经网络结构如图 c 所示。由于手机端计算资源有限，要求网络的感受野大小为 27，请问网络的层数为多少？除了控制层数外，请列举出至少 3 种感受野和计算复杂性的有效折中方法（允许改变和调整网络结构），并结合任务的特点和自己的认识分析比较这些这种方法的优点与缺点。
- 3.2（必答题 15 分）给定训练数据 $\{(\mathbf{y}_i, \mathbf{x}_i) | i=1, \dots, N\}$ ，请设计用于训练图 c 网络 $CNN(\mathbf{y}_i)$ 的损失函数，并论述设计方案的合理性。请进一步设计方案来改善去噪结果的视觉效果和细节丰富程度，并给出用于改善网络训练稳定性的有效策略。
- 3.3（选答题 10 分）请从网络设计、学习算法和集成学习等角度探讨改善图 c 网络训练性能的方法。
- 3.4（选答题 10 分）请针对视频去噪任务，进一步在图 c 网络的基础上引入时序神经网络模块。请具体画出网络结构，并分析设计方案的合理性。

4 手机拍照图像超分辨（选做题 20 分）

真实图像超分辨任务中往往只能得到不成对的低分辨率（LR）和高分辨率（HR）图像集合。请利用生成式对抗网络，设计相应的深度卷积网络、损失函数和学习方式，利用不成对的 LR 和 HR 图像集合学习一个深度图像超分辨率网络。

5 手机图像场景分类（选做题 20 分）

手机拍摄图像的质量往往与拍摄场景有较大关系，针对不同的场景分别学习相应的图像增强

模型因而成为一个较为可行的解决方案。请根据你对问题的理解，说明手机拍摄图像会涉及到哪些场景，以及你准备采用的分类依据和理由。此外，相对于常见的图像分类，手机场景分类任务有哪些新的特点需要考虑，以及需要对网络结构和损失函数做哪些方面的调整。