

1. Mathematical Analysis of Algorithm

- 论文中增加了tally变量后的算法，其最坏情形的时间复杂度是怎样的？对应的输入是怎样的？（5pt）
- 论文中增加了tally变量后的算法，其第6行代码循环次数平均会减少多少次？（注：论文中的公式有误）（5pt）
- 如果再给定 $p(j)$ 的反函数 $p^-(j)$ ，那么是否可以对算法进一步优化？最坏时间复杂度和平均复杂度有怎样的变化？（5pt）
- 对于原地重排列算法，如果能够在每个数据上增加一个比特用于辅助算法计算，则算法第六行在改进后的平均执行次数可能会是多少？请简要说明改进的方法和依据。（5pt）

2. PRIMES is in P

- 请简述这篇论文的意义。（5pt）
- Computer Science Stack Exchange网站上有一个关于AKS素性测试的提问：“When is the AKS primality test actually faster than other tests?”及3个回答（Answers），具体内容请见<https://cs.stackexchange.com/questions/23260/when-is-the-aks-primality-test-actually-faster-than-other-tests> 或参考附件Q&A_PRIMES.pdf。请阅读这些内容后，结合自己的理解，用中文500~800字整理并概述该问题及回答（问题单独阐述；3个回答可以一起阐述，也可分开）。（15pt）

3. Semi-supervised Classification with Graph Convolutional Networks

- 简述 "Semi-supervised Learning" 的定义。（4pt）
- 证明文中等式 $\sum_{i,j} A_{i,j} \|f(X_i) - f(X_j)\|^2 = f(X)^T \Delta f(X)$ 。（8pt）
- 基于前文的假设（ $\lambda_{max} = 2$ ），请证明矩阵 $I_N + D^{-\frac{1}{2}} A D^{-\frac{1}{2}}$ 的特征值范围为 $[0, 2]$ ，并给出取等（ $\lambda = 0, 2$ ）时的例子。（8pt）

4. Strategies for Pre-training Graph Neural Networks

- 介绍一个你所了解的、广泛应用的pre-training model（如BERT、VGGNet on ImageNet等）的使用方法，并简述 pre-training训练策略的定义、原理与意义。（8pt）
- 请分别举出node-level和graph-level的具体应用场景，如node-level -- 社交好友推荐，graph-level -- 分子成药性（QED）预测等，各不少于3个（不含题干示例）。（6pt）
- 对于文中如下公式：

$$h_v^{(k)} = \text{COMBINE}^{(k)}(h_v^{(k-1)}, \text{AGGREGATE}^{(k)}(\{(h_u^{(k-1)}, h_u^{k-1}, e_{uv}) : u \in N(v)\}))$$
$$h_G = \text{READOUT}(h_v^{(K)} | v \in G)$$

其中 K 为迭代的最后一层，请解释这两个公式的含义。（6pt）

5. What Graph Neural Networks Cannot Learn: Depth vs Width

- 名词解释: Turing Universal, Turing Complete, Turing Computable. (12pt)
- 简述文章的论述思路 (Section 3 & 4), 不要详细描述算法, 叙述不要多于300字。叙述时请强调 (1) 定理1在证明中起到的作用, (2) LOCAL与GNN_mp的区别与联系。(8pt)

6. Reducibility among Combinatorial Problems (附加)

- 描述文中对于确定性算法与非确定性算法的定义, 不要超过100字 (分别)。(4pt)
- 根据knuth与本文, 结合本学期的课程实践, 概括计算复杂性理论 (渐进复杂度与P-NP理论) 在计算机算法发展中的意义。(Hints: 可以结合某个你感触最深的算法展开论述)(6pt)