

平成 31 (2019) 年度 夏入試

東京大学情報理工学系研究科創造情報学専攻

創造情報学

注意事項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開かないこと。
2. この表紙の下部にある受験番号欄に受験番号を記入すること。
3. 3問全てに、日本語ないし英語で解答すること。
4. 解答用紙は 3 枚配られる。1 問ごとに必ず 1 枚の解答用紙を使用すること。
解答用紙のおもて面に書ききれないときには、うら面にわたってもよい。
5. 解答用紙の指定された箇所に、受験番号およびその用紙で解答する問題番号を忘れずに記入すること。
6. 解答用紙および問題冊子は持ち帰らないこと。

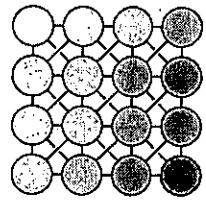
受験番号 _____

このページは空白.

このページは空白.

第1問

$n \times n$ 点 (ピクセル) からなる 2 次元 256 階調グレースケール画像について考える。なお、各点は、縦横斜めの近傍点とつながっているものとする(右図参照)。各ピクセル p は Pixel という型で表現し、その輝度は $p.brightness$ と表現する。画像は、 $n \times n$ の Pixel の配列 P として与えられる。擬似コード内では、基本的なデータ構造を適宜利用してよい。計算量については、 n の関数として示せ。



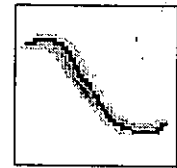
- (1) 黒い背景に白い物体がいくつか写っているとす(右図参照)。そのうちの 1 つの物体の面積を求める方法として、以下のような方法が考えられる。



「ある閾値に対して、それよりも明るい点のみを残し、それ以外の点を考慮からはずす。残っている点から一つ選び、その点を含む連結領域の大きさ (点の数) を計算する。」

この計算を再帰呼び出しによって行うアルゴリズムを 20 行以内の擬似コードで示し、その計算量を O 記法を用いて答えよ。

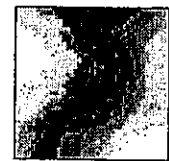
- (2) 以下のような方法で、白い背景の画像に写っている黒い曲線を抽出することを考える(右図参照)。自己交差はないものとする。



「両端の 2 点 (与えられているものとする) を連結する点列のうち、点列上の点の明るさの合計が最小になるものを求める。」

この計算を効率よく行うアルゴリズムを 20 行以内の擬似コードで示し、その計算量を O 記法を用いて答えよ。

- (3) 画像を点列で左右に分割する方法として(右図参照)、以下のような方法が考えられる。



「画像の上端と下端を結び、各行につき 1 点を経由するような連結された点列を考える。そのような点列のうち、点の明るさの合計が最小になるような点列を求める。」

この計算を効率よく行うアルゴリズムを 20 行以内の擬似コードで示し、その計算量を O 記法を用いて答えよ。

- (4) 画像をぼかす方法として、以下のような処理が考えられる。

「各内部点 (近傍を 8 つ持つ点) について、その 8 近傍点の輝度の平均値を計算する。すべての内部点についてこの平均値を計算した後、すべての内部点の輝度を対応する平均値へと同時に変更する」

ここで、内部点の元の輝度を並べたベクトルを x 、変更後の輝度を 1 列に並べたベクトルを x' 、外部点 (画像中の点のうち、内部点以外の点) の輝度を並べたベクトルを b として、 x 、 x' 、 b の関係を行列を使って表現したい。適切に行列を定義して、 x 、 x' 、 b の関係式を示せ。

- (5) (4) における処理を画像に対して無限回適用すると、画像の輝度 x は x^{inf} に収束する。 x^{inf} を、(4) で定義した行列を用いて解析的な式で表せ。ただし、式に極限は含まないものとする。

このページは空白.

第2問

太陽光発電システムについて考えよう。ソーラーパネルの維持管理のため、以下のような運用規則が定められているとする。(i) n 枚のパネルが一つのグループとして維持管理される。(ii) パネルはグループごとに定期的に点検される。(iii) パネルの状態は各グループごとに n ビットデータとして報告される。ここで各ビットは対応するパネルに不具合があれば1、不具合がなければ0とする。不具合のあるパネルの数、すなわち n ビットデータの1の個数 k を数える“population count”問題を考えよう。以下の設問に答えよ。

まず、ソフトウェアによる解法を考えよう。ここでは、 $0 < n \leq 32$ 、 $0 \leq k < \log_2 n$ とする。四則演算、論理演算、シフト演算、および表引きには1単位時間かかるとする。単純化のため、インデックスの足し算やループで用いる比較演算の演算時間はゼロとする。

- (1) 単純な方式として各ビットの値をチェックし、1の個数の総和を求める方式が考えられる。この方式の疑似コードを書き、その計算時間を答えよ。
- (2) 実際、表引き操作を行うことで上述の方式(1)を高速化できる。その計算時間を答えよ。
- (3) 方式(1)より高速かつ方式(2)よりストレージを必要としない方式の疑似コードを示せ。その計算時間を答えよ。

ハードウェアによる解決を考えよう。ここでは、入力はビット列、出力は2進数とする。

- (4) 入力3ビットの population count 論理回路 P_3 の真理値表を書け。AND, OR, NOT ゲートを用いて P_3 を設計せよ。
- (5) 入力6ビットの population count 論理回路 P_6 を論理回路 P_3 を利用して作成せよ。必要に応じて、追加でAND, OR, NOT ゲートを使っても良い。
- (6) 入力 n ビットの population count 論理回路 P_n を考える時、 n が増えると遅延が問題となる。この問題を解決する方法を述べよ。

このページは空白.

第3問

以下に示す情報システムに関する8項目から4項目を選択し、各項目を4~8行程度で説明せよ。必要に応じて例や図を用いてよい。

- (1) 逆運動学
- (2) 隠れマルコフモデル
- (3) MinMax 法
- (4) NP 完全問題
- (5) レイトレーシング
- (6) SIMD (Single Instruction Multiple Data)
- (7) Call by value (値渡し) and call by reference (参照渡し)
- (8) 公開鍵暗号

このページは空白.

このページは空白.

このページは空白.
