

※ 計算や解答の下書きなどは計算用紙で行い、解答用紙には解答をよく整理して読みやすく記載せよ。

※ 疑似コードを記述する際には、説明に必要な変数について、適宜説明を加えて導入してよい。

問1 以下の記述は、ヒープ、2分探索木、2-3木、AVL木のいずれに当てはまるか、当てはまるものをすべて答えよ。当てはまるものがない場合には、なしと答えよ。簡単のため、要素の値はすべて異なるものとする。(各2点, 計16点)

- 1) 中間ノードは索引情報のみであり、葉ノードのみに要素が収納されている。
- 2) 中間ノードにも値が収納されており、左の子の要素よりも右の子の要素の方が必ず大きい。
- 3) 中間ノードにも値が収納されており、子の要素よりも親の要素の方が必ず小さい。
- 4) 各中間ノードについて、左の子孫のノード数と右の子孫のノード数の差が1以下である。
- 5) 常に根ノードに最小要素が格納されている。
- 6) 挿入する際には、まず末尾に挿入したあと、要素の値の逆転が無くなるまで木をさかのぼって処理を行う。
- 7) 挿入する際には、木を根からたどって、挿入すべき場所を見つけてそこに新しいノードを作成する。必要があれば、必要な木の性質を満たすようにするための処理を行う。
- 8) 木の高さは、常に $O(\log n)$ で抑えられる。

問2 ハッシュの実現方法として、チェイン法と開番地法の2通りがある。それぞれについて、以下の問いに答えよ。ただし、表の大きさを M 、格納されている要素の数を N とする。(各4点, 計12点)

- 1) 衝突が起きた場合にはそれぞれどのような処理を行うか説明せよ。簡潔でよい。
- 2) 新しい要素を挿入したときの計算の手間を示せ。答えのみでよい。
- 3) テーブルが一杯になってきたら再ハッシュを行うことが推奨されている。現在の表の大きさを M として、要素数がどのくらいになってきたら再ハッシュを行うべきか、目安を示せ。

問3 クイックソートとマージソートについて、以下の問いに答えよ。(各3点, 計12点)

- 1) 両方とも分割統治法といえる。子問題への分割時に行う処理をそれぞれ説明せよ。簡潔でよい。
- 2) 子問題の答えを統合する際に行う処理をそれぞれ説明せよ。簡潔でよい。
- 3) 最悪の場合の計算量をそれぞれ示せ。答えのみでよい。
- 4) 平均の計算量をそれぞれ示せ。答えのみでよい。

問4 ダイクストラのアルゴリズムについて以下の問いに答えよ。(各6点, 計12点)

- 1) ダイクストラのアルゴリズムは2重ループとして実現される。外側のループでは頂点 w が選ばれていて、内側のループでは v が選ばれているとして、内側のループの中で行われる処理について説明せよ。ただし、現在計算途中時点での、始点 s から頂点 a へのコストを $C[a]$ 、2頂点 a, b 間の直接移動のコストを $d[a, b]$ とする。
- 2) ダイクストラのアルゴリズムは、負のコストを持つ辺が存在する場合にはうまくいかない。そのような例を一つ示して、どのような結果になるか説明せよ。

問5 親へのポインタをもつ木による集合群(merge find set)の表現について以下の問いに答えよ。(各 6 点, 計 12 点)

- 1) 集合 $\{a, b, c, d, e, f\}$ に対して、同値関係 $\{a=f, c=e, c=d, e=b, a=c\}$ がこの順に与えられたときに、同値類を求める過程を図示せよ。
- 2) 経路の圧縮を行わない場合について、Merge と Find の計算の手間をそれぞれ示せ。答えのみでよい。

問6 無向グラフの最小木を求める問題について以下の問いに答えよ。(各 6 点, 計 12 点)

- 1) プリムのアルゴリズムは 2 重ループとして実現される。外側のループでは頂点 w が選ばれていて、内側のループでは v が選ばれているとして、内側のループの中で行われる処理を疑似コードで示せ。ただし、現在計算途中時点での、頂点 a に割り当てられているコストを $C[a]$ 、2 頂点 a, b 間の辺のコストを $d[a, b]$ とする。
- 2) クラスカルアルゴリズムは、コストの低い順に辺を処理していく 1 重のループとして実現される。現在 $\{i, j\}$ が選ばれているとして、ループの内側で行われる処理を疑似コードで示せ。

問7 文字列の検索について以下の問いに答えよ。答えのみでよい。文書の長さを n 、検索文字列の長さを m ($n \gg m$) とし、もっとも効率よく検索が進んだ場合 (途中で 2 文字以上の一致が一切ない場合) を想定する (各 4 点, 計 12 点)

- 1) 単純な方法で検索を行った場合の計算の手間を n と m の関数として示せ。
- 2) KMP 法で検索を行った場合の計算の手間を n と m の関数として示せ。前計算の時間は除く。
- 3) BM 法で検索を行った場合の計算の手間を n と m の関数として示せ。前計算の時間は除く。

問8 トライ木について以下の問いに答えよ。(各 6 点, 計 12 点)

- 1) 以下の文字列をトライ木に格納した場合の様子を図示せよ。最終結果のみでよい。
topleft, top, toggle, topic, topology
- 2) アルファベットの数が R 、平均文字列長が w の場合、 N 個の文字列をトライ木に格納するのに必要なメモリ容量の見積もりを示せ。