令和６年度

専攻科入学者選抜
学力検査問題

専門（情報コース）

（配点）

	出題分野	配　点
1	プログラミング ソフトウェア	８０点
2	計算機工学	６０点
3	情報数学	６０点

［　注　意　］

１．問題は，指示があるまで開かないこと。

２．問題用紙は，１ページから８ページまでである。
　　検査開始の合図のあとで確かめること。

３．答えは，すべて解答用紙に記入すること。

一関工業高等専門学校

1 (プログラミング・ソフトウェア)

問1　「塔が3本あり，それぞれが円盤を刺せるようになっている。今，いずれかの塔にn枚の円盤が刺さっている。積み重なった円盤は下に行くほど大きく，上に行くほど小さい。この時，円板を1枚ずつ動かし，最終的に任意の塔に全ての円盤を移動したい。ただし，小さな円盤の上に大きな円盤を置くことはできない」、このようなゲームをハノイの塔と呼び，これを解くための Python プログラムを図1-1に示す。このプログラムは，全ての円盤をスタート地点からゴール地点へ移動し終えるまでの円盤の移動経路を表示するものである。この前提のもと，以下の問いに答えよ。

```
 1: def hanoi(n:int, source:str, destination:str, via:str):
 2:     print(f"hanoi{(n, source, destination, via)}")
 3:     if 再帰条件:
 4:         hanoi(n-1, source, via, destination)
 5:         print(f"{n},",source + '→' + destination)
 6:         hanoi(n-1, via, destination, source)
 7:     else:
 8:         print(f"{n},",source + '→' + destination)
 9:         ...
10: hanoi(3,'A','C','B')
```

図1-1. hanoi.py

（1）　3行目の再帰条件として適切なプログラムを記述せよ。

（2）　2行目をコメントアウトして hanoi.py を実行した際の標準出力の5行目を記述せよ。

（3）　5行目と8行目をコメントアウトして hanoi.py を実行した際の標準出力の4行目を記述せよ。ただし，2行目はコメントアウトを解除しているものとする。

（4）　塔の数が3本で，円盤の枚数が5である時の最小手数を答えよ。

問2　k-means clustering（k-平均法）は機械学習におけるクラスタリング手法の一つであり，図1-2はこれをPythonで実装したものである。このプログラム中のkmeans関数は引数Xとして与えられるデータ行列に対して，それぞれのデータが属するクラスターの番号を得るために実装された。ただし，この関数の引数Xには常にインスタンス数×特徴数の形状のnp.ndarray型オブジェクトが渡されるものする。この前提のもと，以下の問いに答えよ。

```
import numpy as np
def kmeans(X, K:int=3, max_iters:int=100):
    D,F = X.shape # インスタンス数 × 特徴数
    labels = np.random.randint(0,K,size=D)
    centroids = np.zeros((K,F))
    for k in range(K):
        centroids[k] = X[labels==k].mean(axis=0)
    for i in range(max_iters):
        _labels = labels
        distance = np.linalg.norm(centroids[None,:,:] - X[:,None,:],axis=-1)
        labels = np.argmin(distance,axis=-1)
        for k in range(K):
            centroids[k] = X[labels==k].mean(axis=0)
        if 終了条件:
            break
    return labels
```

図1-2. kmeans.py

（1）10 行目と等価な計算結果を出すプログラムとして適切なものを選択肢ア～エの中から答えよ。

（ア）

```
distance = np.zeros((K,D))
for d in range(D):
    for k in range(K):
        distance[k,d] = np.sum((X[d]-centroids[k])**2)
```

（イ）

```
distance = np.zeros((D,K))
for d in range(D):
    for k in range(K):
        distance[d,k] = np.sum((X[d]-centroids[k])**2)
```

（ウ）

```
distance = np.zeros((K,D))
for d in range(D):
    for k in range(K):
        distance[k,d] = np.sum((X[d]-centroids[k])**2)**(1/2)
```

（エ）

```
distance = np.zeros((D,K))
for d in range(D):
    for k in range(K):
        distance[d,k] = np.sum((X[d]-centroids[k])**2)**(1/2)
```

（2）14 行目における$\boxed{\text{終了条件}}$として適切なプログラムを選択肢ア～エの中から一つ選び，記号で答えよ。

（ア） `(_labels == labels).sum() == D`

（イ） `(_labels == labels).sum() == K`

（ウ） `(_labels == labels).sum() == 0`

（エ） `(_labels == labels).sum() == 1`

（3）データ数をD，特徴数をF，反復回数をN，クラスター数をkとする。反復回数Nを定数とみなす時，k-means の時間計算量をオーダー記法で答えよ。

問３　以下の文章や図１-３の（１）～（１２）に対応する語句を選択肢ア～シの中からそれぞれ答えよ。

「実行方式によりプログラミング言語を大別すると，C言語は（1）言語，Python は（2）言語と呼ばれる。（1）言語においてソースプログラムから実行ファイルを生成するまでの流れを以下に示す。ソースコードは（１２）と共に（3）によって前処理され，コンパイラへ入力される。コンパイラでは（4）から（9）までの工程を経てアセンブリ・コードが出力される。アセンブリは（１０）によってオブジェクト・コードへ変換された後，ライブラリ・ファイルと共に（１１）に入力され，最終的に実行可能ファイルへと変換される。」

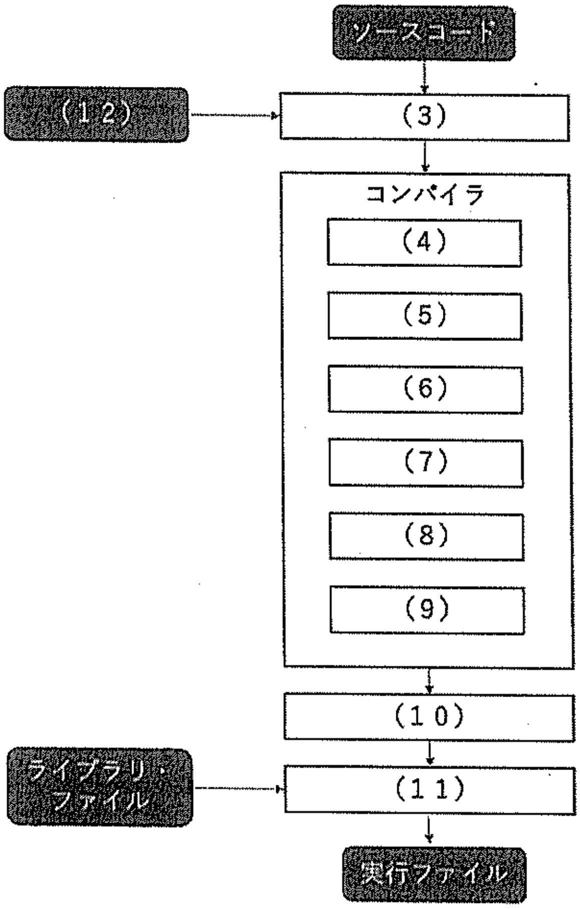
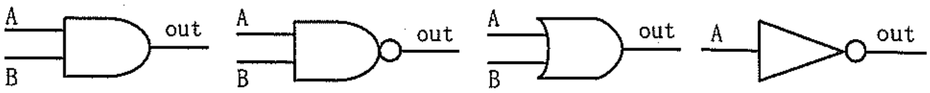


図１-３　コンパイル処理の流れ

選択肢：
（ア）アセンブラ（イ）アセンブリ・コード生成（ウ）字句解析（エ）オブジェクト最適化
（オ）構文解析（カ）中間コード生成（キ）インクルード・ファイル（ク）プリプロセッサ
（ケ）意味解析（コ）コンパイル型（サ）リンカ（シ）インタプリタ型

2 (計算機工学)

問1
二つの入力 A と B を持つ論理回路を図 2-1 に示している。同図を参考にして，次の論理回路 1，2 を NAND 回路のみを用いて、回路図で示して下さい。
（1） 入力 A と B からなる AND 論理回路 1。
（2） 入力 A と B からなる OR 論理回路 2。



入力 A	入力 B	出力 out
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND

入力 A	入力 B	出力 out
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NAND

入力 A	入力 B	出力 out
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR

入力 A	出力 out
0	1
1	0

NOT

論理記号（上段）と真理値表（下段）

図2－1

問2
次の論理関数 f について以下の（1）～（3）に答えなさい。ここで記号「’」は，否定論理（NOT）を表す。

f = A’ B’ C’ + A’ B’ C + A B C’ + A B’ C’ + A B’ C

（1） 論理関数 f のカルノー図を作成しなさい。
（2） カルノー図を参考に，上記の論理関数 f を簡単化しなさい。
（3） 上記で簡単化された論理関数に対する論理回路を AND, OR, NOT を用いて，図 2-1 の図記号を用いた回路図として示しなさい。

問3
SR-FF の遷移表を，入力 S と R，現在の状態を Q，次の状態を Q^+として，図 2-2 のように定義した時に，以下の（1）～（2）に答えなさい。
（1） 遷移表内の空欄を埋めなさい。
（2） 状態 Q^+を S，R，Q で表現しなさい。
ただし簡単化は不要、SR = 0 とする。

入力 S R	現在の状態 Q	次の状態 Q^+
0 0	0	0
0 0	1	1
0 1	0	（ ① ）
0 1	1	（ ② ）
1 0	0	（ ③ ）
1 0	1	（ ④ ）
1 1	0	不定
1 1	1	不定

図2－2　SR-FF の遷移表

問4
二つの入力 1 と 2 からなる論理回路が図 2-3 であるとする。以下の二つの入力組み合わせ（1），（2）の時，出力は 0 または 1 のどちらを示すのか答えなさい。
ただし図中破線部の交差箇所は非接触である。

（1） 入力1が1，入力2が0。
（2） 入力1が0，入力2が1。

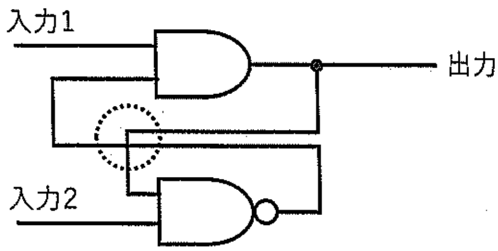


図2－3　論理回路

[3] (情報数学)

鳩ノ巣原理とは「m,n を正の整数として，m 個の対象を n 組に分けるとき，$n < m$ ならば少なくとも1つの組には対象が2個以上属する。」という原理であり，ディリクレの箱入れ原理，あるいは部屋割り論法とも言われる。

問1 上記の鳩の巣原理に関する以下の文章中の空欄 [ア]，[イ] に，当てはまる数値を答えなさい。ただし，[イ] については，最小の値を回答すること。

例えば，人間の血液型はA型，B型，AB型，O型の [ア] 種類なので，[イ] 人いれば少なくとも1つの血液型には2人以上属していることになる。

いま，鳩の巣原理を使って次の命題を証明することを考える。
以下の文章中の空欄について，各設問に答えなさい。

命題

『横 3 マス×縦 7 マスからなる合計21枚のタイルの集合があり，1マスごとに白もしくは黒で色分けする。このとき，2×2マス以上の（正方形を含む）長方形で，4隅の色が一致するものが必ず存在する。ただし，「横一列すべて白」および「横一列すべて黒」という場合はいずれもないものとする。』

以下の図3－1は，タイルの色分けの例である。

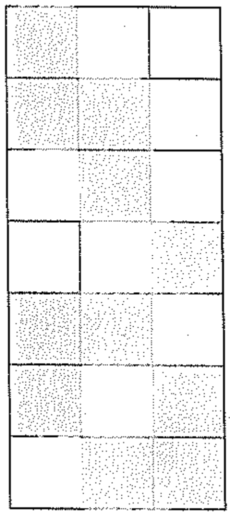


図3－1　タイルの色分けの例

上記の命題を x軸とy軸で構成される座標平面で定式化する。
まず，k,l を0 以上の整数として，各タイルを $[k,k+1]\times[l,l+1]$ の1×1の正方形で表現する。そして，タイルの集合を横3マス×縦7マスからなる第一象限 $0\le x\le 3$，$0\le y\le 7$ の領域に配置する。各マスは，原点 $(0,0)$ に一番近い左下の格子点の座標 (x,y) で表現することとする。
また，白を0，黒を1として，各マスの色分けを $Color\ (x,y)\ \in\{0,1\}$ で表す。
さらに，「2×2 マス以上の長方形」とは，0以上かつ2以下の x_1, x_2 $(x_1 < x_2)$ および0以上かつ6以下の

y_1, y_2 ($y_1 < y_2$) に対して，$x_2 - x_1 \geq 1$, $y_2 - y_1 \geq 1$であり，「4 隅の色が一致する」とは，$Color(x_1, y_1) = Color(x_1, y_2) = Color(x_2, y_1) = Color(x_2, y_2)$ であることを意味する。

さて，上述の定式化に従って，命題の証明を考えてみよう。
まず，タイルの集合を横 3 マス×縦 1 マスからなる 7 つの「横タイル」に分割し，横タイルのそれぞれを T_i ($0 \leq i \leq 6$) と表すことにする。つまり，下から i 番目の横タイル T_i は $(0,i), (1,i), (2,i)$ の 3 つの連続したマスに配置されたタイルから構成される。この時，横タイル T_i を白黒の色分けによる 3 ビットの 2 進数に対応させることが出来る。この 2 進数を「色分けラベル」と呼ぶことにする。ただし，最上位ビットを，$Color(0, i)$ ，最下位ビットを $Color(2, i)$ とする。
いま，すべての横タイル T_i ($0 \leq i \leq 6$) を考えると，「横一列すべて白」および「横一列すべて黒」という場合はいずれもないものとしているので，2 進数の [ウ], [エ] に対応する横タイルは存在しない。つまり，各横タイル T_i は 001, 010, 011, 100, 101, 110 の 6 つの色分けラベルのいずれかに対応していることになる。

ここで，鳩の巣の原理を思い出してみる。いま，第一象限の横 3 マス×縦 7 マスの領域内において，[オ] 個の横タイルが存在する。横タイルに対応する色分けラベルの種類は [カ] 種類のみであるので，同じ色分けラベルに対応する横タイルが少なくとも 2 個以上存在する。この 2 つの横タイルにより，4 隅の色が一致する長方形が必ず存在することが言える。

以上が，証明の概略となるが，図３－１のタイルの色分けの例において，具体的に考えてみよう。
横タイル T_0 は 3 つの連続したマス (0,0), (1,0), (2,0) から構成されており，$Color(0,0) = 0$, $Color(1,0) = 1$, $Color(2,0) = 1$ となっているので，3 ビットの 2 進数 011 に対応する。同様に，T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6 は，色分けラベル [キ], [ク], [ケ], [コ], [サ], [シ] にそれぞれ対応する。
ここで，2 つの横タイル T_2 と T_5 に着目すると，対応する色分けラベルが [ス] で一致していることが分かる。このとき，横タイル T_2 と T_5 に含まれるタイルの中から，4 つのタイルを選ぶことで 4 隅の色が一致する長方形を見つけることができる。具体的なマスの座標は，[セ], [ソ], [タ], [チ] であり，Color[セ] = Color[ソ] = Color[タ] = Color[チ] = 1，つまり，横 2 マス×縦 4 マスの長方形の 4 隅の色が [ツ] で一致していることが分かる。

問 2　空欄 [ウ], [エ] にそれぞれあてはまる 2 つの 2 進数を答えなさい。※順不同

問 3　空欄 [オ], [カ] にそれぞれあてはまる数値を答えなさい。

問 4　空欄 [キ], [ク], [ケ], [コ], [サ], [シ] にそれぞれあてはまる 6 つの 2 進数を順番に答えなさい。ただし，T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6 の順に回答すること。

問 5　空欄 [ス] にあてはまる 2 進数を答えなさい。

問 6　空欄 [セ], [ソ], [タ], [チ] にそれぞれあてはまる 4 つの座標を答えなさい。※順不同

問７　空欄 $\boxed{\text{ツ}}$ に当てはまる色を答えなさい。

問８　図３－１のタイルの色分けの例を参考に，以下の設問に答えなさい。

（１）4 隅の色がすべて白で一致するような長方形が存在するようにタイル（横 3 マス×縦 7 マス，合計 21 枚）を色分けした例を図示しなさい。ただし，色分けラベルを 6 種類すべて含むこと。

（２）（１）で示した図において，色が白で一致している 4 隅のマスを含む 2 つの横タイルに対応する 2 進数（色分けラベル）の値を答えなさい。