情報　令和 6 年度試験　7 月 26 日（金）3 限

解答用紙 A4 判両面 2 枚（冊子）　持込不可

裏面にも問題があるので確認すること．問題の内容に関しては質問を一切受け付けない．

共通問題 1

インターネットを介して以下の機能を実現する遠隔会議システムを考える。以下の**問 1** から**問 5** に答えよ。

- 認証されたユーザだけが会議に参加できる。
- ある参加者の PC の画面を共有し、他の参加者の PC にも表示することができる。
- 参加者は、共有画面上に、ポインティングデバイスを用いて線を書き込むことができる。書き込まれた線は他の参加者にも表示される。
- 参加者は、チャットメッセージを入力し送信ボタンを押すことで、それを他の参加者と共有できる。

問 1 以下の文章は、このようなオンライン会議システムに関する説明である。空欄 [A] から [D] に適切な用語を**語群 1** から選べ。

このようなシステムでは、操作などに関するデータが参加者間で直接送受信されるのではなく、一旦 [A] に送られ、それが他の参加者へと転送されることが多い。つまり、各参加者は [B] にあたる。なお、インターネットでは通信先のコンピュータを [C] で特定するが、[A] の中で通信を行うアプリケーションが複数動作している場合もあるので、どのアプリケーション宛かを [D] で指定する。

語群 1: DNS　IP アドレス　クライアント　サーバ　ネットワークアドレス　ポート番号

問 2 以下の文章は、公開鍵暗号を用いた認証方式についての説明である。空欄 [E] から [G] に適切な用語を**語群 2** から選べ。

公開鍵暗号方式では、ユーザは [E] と [F] のペアを生成し [F] を公開する。メッセージは受信者の [F] で暗号化され、[E] で復号される。これを用いて、以下のような方法で認証を行うことができる。ユーザはまず、[F] を接続先のコンピュータに保存する。接続の際には、ユーザは [E] を用いて [G] を生成し、接続先コンピュータに送信する。接続先コンピュータは [F] を用いて [G] を検証することで認証を行う。

語群 2: PKI　共通鍵　公開鍵　指紋　ディジタル署名　秘密鍵　ファイアウォール

問 3 共有画面上に線を書き込むため、1 秒間に F 回、ポインタの座標（横 W 以下・縦 H 以下の正の整数値）と書き込む線の色（C 種類のうちのどれか 1 色）を送信するとする。このとき、1 秒あたり何ビット送信することになるかを数式で答えよ。但し、データが圧縮されることはなく、上記以外のデータが付加されることもないものとする。

問 4 **問 3** をふまえ、以下の 2 つの通信量削減方法を考えた。このとき、通信量削減前と比べ、共有画面上に表示される線にはどのような差異が現れるか。差異の現れる典型的な場合を例示しつつ、それぞれ 1 から 2 行程度で説明せよ。2 つの方法での違いが分かる説明が望ましい。なお、ポインタの座標が送信されるたび、遅延なく即座に、直前の座標と今回の座標をつなぐ直線が共有画面上に現れるものとする。

(1) F を半分にする。

(2) W および H を半分にする。具体的には、座標値ではなくそれを 2 で割った商を送信する。線の描画ではその値を 2 倍して使う。

問 5 チャットメッセージの送受信に要するデータの量を減らすためには、文字列の符号化方式としてどのような工夫が考えられるか。1 行程度で答えよ。

共通問題 2

縦 N 画素、横 N 画素、合計 N^2 画素を持つディスプレイがある。このディスプレイの表示内容は、長さ N^2 の配列 $disp$ によって管理されている。配列 $disp$ の各要素はディスプレイの 1 画素に対応し、要素が 1 の場合は黒、要素が 0 の場合は白がディスプレイに表示される。要素位置と画素位置は、横書きの文のように対応する。つまり、配列の 1 番目の要素はディスプレイの最も左上の画素、N 番目の要素は最も右上の画素、N^2 番目の要素は最も右下の画素に対応する。図 1 は、$N = 3$ の場合の配列添字 $(1, 2, \ldots, 9)$ に対応する画素位置を示した図である。以下の**問 1** から**問 5** に答えよ。但し**問 3** から**問 5** については、下部の選択肢 (ア) から (ノ) によって答えよ。各選択肢は複数回使って良い。また、配列の添字は 1 から始まることに注意せよ。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

図1

問 1 $N = 5$ であるとする。以下の配列によって表示される内容をアラビア数字 1 文字で答えよ。

1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1

問 2 $N = 2$ のディスプレイに、図 2 に挙げた 4 つの模様のいずれかが等確率で表示されるとする。この状況において「配列 $disp$ の i 番目の要素が 1 である」というメッセージの情報量は何ビットか、i が 1、2、3、4 である場合それぞれについて、数値で答えよ。但し $\log_2 3 = 1.6$ であるとする。

問 3 図 3 は、黒が表示されている画素数を求めるプログラムである。空欄を埋めよ。

問 4 図 4 は、現在の表示内容を下方向に 1 画素分移動させるプログラムである。空欄を埋めよ。

問 5 図 5 は、ディスプレイの対角線の長さを精度 δ で求めるプログラムである。空欄を埋めよ。画素は隙間なく配置されており、1 つの画素は辺の長さが L の正方形であるとする。つまり、図 1 のディスプレイの対角線の長さは $\sqrt{(3L)^2 + (3L)^2}$ である。但し $L > 1$ とする。

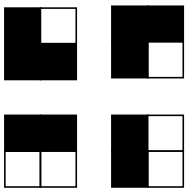


図2

```
i ← 1
m ← 0
while i ≤ [31] do
    if 0 < disp_i then
        m ← [32]
    endif
    i ← [33]
done
return m
```

図3

```
i ← N^2
while 0 < i do
    if N < i then
        j ← [41]
        disp_i ← [42]
    else
        disp_i ← 0
    endif
    i ← [43]
done
```

図4

```
a ← 0
b ← 2N^2L^2
while [51] > δ do
    c ← (a+b)/2
    if 2N^2L^2 < c^2 then
        [52] ← c
    else
        [53] ← c
    endif
done
return a
```

図5

(ア) a	(カ) $a + b$	(サ) $disp_i + 1$	(タ) $j + 1$	(ナ) $m + 1$
(イ) b	(キ) $a - b$	(シ) $disp_j + 1$	(チ) $i - N$	(ニ) $2NL$
(ウ) c	(ク) $b - a$	(ス) $i - 1$	(ツ) $i + N$	(ヌ) N^2
(エ) δ	(ケ) $disp_i$	(セ) $i + 1$	(テ) $j + N$	(ネ) $N^2 - 1$
(オ) i	(コ) $disp_j$	(ソ) $j - 1$	(ト) $m - 1$	(ノ) $N^2 + 1$

共通問題 3

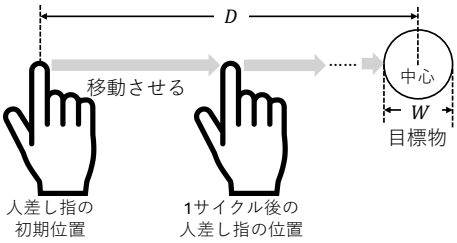
問 1 マウスなどのポインティングデバイスを用いて画面上のポインタをアイコンなどの目標物まで移動させる際に要する所要時間 T を求めるモデルとして、以下のフィッツの法則が知られている。ここで、D はポインタの始点位置から目標物の中心までの距離を、W は目標物の幅（大きさ）を表すものとする。以下の (1) から (3) に答えよ。

$$T = a + b\log_2(\frac{D}{W} + 1)$$

(1) この式から所要時間 T についてどのようなことが言えるのか、3 行以内で答えよ。

(2) a と b はどのような定数か、合わせて 4 行以内で答えよ。また、a と b の値が小さいことは何を意味しているのか、合わせて 2 行以内で説明せよ。

(3) この式の近似式を、人が目標物まで手を動かす動作の分析から導くことを考える。このとき、以下の $\boxed{\text{あ}}$ から $\boxed{\text{え}}$ に当てはまる式を答えよ。



いま、手から距離 D の位置（手の届く範囲内にあるとする）に、直径 W の円形の目標物の中心があるとする。手を素早くかつ円滑に動かして、しかし動かし過ぎることなく、人差し指で円形の目標物に触れるには、目標物にある程度近づくまでは手を素早く動かし、目標物に近づくにしたがって手を減速させるのが良さそうである。そのために、まず目標物の手前に仮の目標地点を定めて、そこまで手を高速に動かす。仮の目標地点に手が到達したら、残りの距離を見て、再び目標物の手前に次の仮の目標地点を定めて、そこまで手を動かす。以上の動作を、人差し指が目標物に触れる（目標物の直径内に到達する）まで何度か繰り返す。この際、手を動かすという 1 サイクルの動作にかかる時間は、目標物までの距離によらず一定だと仮定する（これにより、手は目標物に近づくにつれて減速することになる）。また、仮の目標地点を、目標物の中心までの直線上の中点に定めると仮定する。この 2 つの仮定を置くと、k サイクル後の人差し指から目標物までの距離（つまり、目標物までの残りの距離）は $\boxed{\text{あ}}$ となる。したがって、人差し指が目標物に触れる（目標物の直径の縁に到達する）のに必要なサイクル数 N は $\boxed{\text{い}}$ を満たす。両辺の対数（底は 2）をとって整理すると $N = \boxed{\text{う}}$ が得られる。手を動かすという 1 サイクルの動作にかかる時間を t 秒とすれば、目標物に触れるまでの所要時間 T は $\boxed{\text{え}}$ となり、フィッツの法則に近い形の式が得られることになる。

問 2 情報関連技術の進展と社会に関連する以下の (1) と (2) に答えよ。

(1) 人々がスマートフォンやパソコンで入力する住所、氏名、職業、家族構成、学歴などの情報、ソーシャルメディアで書き込む内容や共有する画像、購買履歴、ウェブサイトのページ閲覧履歴、GPS の位置情報や移動履歴など、様々な情報が膨大なビッグデータとして収集され、しばしば何らかの用途のために管理や利用がなされている。このような状況において、プライバシーの保護が民主主義にとって重要となる理由を 3 行程度で述べよ。

(2) 情報技術を駆使した最先端技術は、社会における責任の境界に影響を与えうる。自動運転はそのような技術のひとつである。自動運転レベルについて、アメリカ運輸省高速道路交通安全局（NHTSA）は、レベル 0（ドライバーが完全に運転に責任をもち自動化なし）からレベル 5（完全自動運転）までの基準を示した。レベル 2 まではドライバーが安全確認を継続しなければならないとされているが、その先のレベル 3 およびレベル 4（加速・操舵・制動にわたってシステムが主体となって行う）の自動運転車による事故において生じうる責任境界について、人間のドライバーのみが運転を担うレベル 0 の場合と比べつつ 4 行程度で説明せよ。その際、「責任の境界」として誰が責任を持ちうるかということと、新たに考慮されるべき事項に焦点を置くこと。