

早稲田大学大学院 基幹理工学研究科
修士課程 入試問題の訂正内容

<2018年9月・2019年4月入学 基幹理工学研究科 情報理工・情報通信専攻>

【専門科目】

●問題冊子1、2ページ 問題番号 1 :情報基礎 図1-3 20-22行目

(誤)

```
A[n,m] ← 0
if (isroot(m)) rts[m] ← 1
end if
```

(正)

```
if (A[n,m] = 1)
  A[n,m] ← 0
  if (isroot(m)) rts[m] ← 1
  end if
end if
```

以上

2018年9月・2019年4月入学試験

大学院基幹理工学研究科修士課程

情報理工・情報通信専攻

問題表紙

- ◎問題用紙が7ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎解答用紙が4枚綴りが1組あることを試験開始直後に確認しなさい。

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻

科目名: 情報基礎問題番号 1

以下の問(1)～(3)に答えよ。

(1) 有限オートマトンに関する以下の問に答えよ。記号列 w の長さを $len(w)$ と表し、 w に含まれる記号 a の出現回数を $occ(w, a)$ と表す。以下では、アルファベットを $\{a, b\}$ とする。

(1-a) 以下の言語 L_1 を受理する最小状態数の決定性有限オートマトンの状態遷移図を書け。

$$L_1 = \{ w \mid len(w) \text{は} 4 \text{の倍数である} \}$$

(1-b) 以下の言語 L_2 を受理する最小状態数の決定性有限オートマトンの状態遷移図を書け。

$$L_2 = \{ w \mid 3 \cdot occ(w, a) + occ(w, b) \text{は} 4 \text{の倍数でない} \}$$

(1-c) $L_1 \cap L_2 = \emptyset$ は成り立つか答えよ。また、その理由を簡潔に述べよ。

(2) N を正の整数定数、 A を頂点数 N の有向グラフを表す $N \times N$ の2次元配列とする。頂点 i から j に有向辺があるとき $A[i, j] = 1$ であり、ないとき $A[i, j] = 0$ である。例えば、**図 1-1**のグラフは**図 1-2**の A で表される。**図 1-3**のプログラム片を考える。ただし、`nil`は空リスト、`cons(x, l)`はリスト l の先頭に要素 x を追加したリスト、`car(l)`は l の先頭要素、`cdr(l)`は l の先頭要素を除いたリスト、`print x`は x を出力する命令である。また、`rts`は長さ N の1次元配列であり、各要素の初期値は0である。

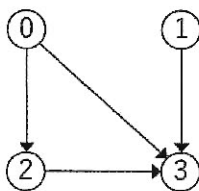


図 1-1

	0	1	2	3
0	0	0	1	1
1	0	0	0	1
2	0	0	0	1
3	0	0	0	0

図 1-2

(2-a) 補助関数 `isroot` は、引数として頂点 i を受け取り、現在の A が表すグラフ上で i が入力片を持たないとき `true` を返し、持つとき `false` を返すことが求められる。この要件が成り立つために必要十分な A に関する条件を(ア)に記述する場合、その内容を解答用紙に書け。

(2-b) プログラムを**図 1-2**の配列を A の初期値として用い実行したときの出力結果を書け。出力がなければ「出力なし」と書け。

```

fun isroot (i)
  for (j ← 0 to N-1)
    if ( (ア) ) return false
  end if
end for
return true
end fun

```

```

for (i ← 0 to N-1)
  if (isroot(i)) rts[i] ← 1
end if
end for
res ← nil
while (∃i (rts[i] = 1))
  for (n ← 0 to N-1)
    if (rts[n] = 1)
      res ← cons(n, res)
      rts[n] ← 0
      for (m ← 0 to N-1)
        A[n, m] ← 0
        if (isroot(m)) rts[m] ← 1
      end if
    end for
  end for
end while
while (res ≠ nil)
  print car(res)
  res ← cdr(res)
end while

```

<次項に続く>

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻

科目名： 情報基礎

図 1-3

問題番号 1

(2-c) 閉路とは、始点と終点と同じ頂点のパスである。閉路をもたないとき、グラフは非循環であるという。任意の非循環有向グラフを表すAを初期値としてプログラムを実行し頂点*i*が*j*より後に出力されるとき、*i*と*j*はAの初期値で表されたグラフにおいてどういう関係にあるか、簡潔に述べよ。ただし、頂点を表す配列インデックスの大小関係は考慮しなくてよい。

(3) 漸近時間計算量と動的計画法に関する以下の問に答えよ。ただし、関数 $f(n)$ のオーダーが $\Theta(g(n))$ であるとは、正の定数 C, D, N が存在して、 $\forall n(n \geq N \Rightarrow C \cdot g(n) \leq f(n) \leq D \cdot g(n))$ が成立することである。同様に、2項関数 $f(n, m)$ のオーダーが $\Theta(g(n, m))$ であるとは、正の定数 C, D, N, M が存在して、 $\forall n(n \geq N \Rightarrow \forall m(m \geq M \Rightarrow C \cdot g(n, m) \leq f(n, m) \leq D \cdot g(n, m)))$ が成立することである。

```

fun find(i, j)
  if (i = 0 || j = 0)
    return 0
  else
    if (w[i] > j)
      return find(i-1, j)
    else
      return max(find(i-1, j), find(i-1, j-w[i])+v[i])
    end if
  end if
end fun

```

図 1-4

(3-a) 図 1-4 のプログラム片について考える。ここで、 v, w はそれぞれ正整数を要素とする長さ n の配列であり、 $\max(x, y)$ は x, y の最大値である。関数 find を第 1 引数 n 、第 2 引数 m で実行したときの n に関する最悪漸近時間計算量を Θ 記法で書け (n, m に関する計算量ではなく n のみに関する計算量であることに注意せよ)。

(3-b) 図 1-5 のプログラム片で定義される関数 find_m は find をメモ化した動的計画法による実装である。ただし、 memo は $n \times m$ の 2 次元配列であり、各要素の初期値は -1 である。 find_m を第 1 引数 n 、第 2 引数 m で実行したときの n, m に関する最悪漸近時間計算量を Θ 記法で書け。

(3-c) find_m を第 1 引数 n 、第 2 引数 m で実行したときの n に関する最悪漸近時間計算量を Θ 記法で書け (n, m に関する計算量ではなく n のみに関する計算量であることに注意せよ)。

```

fun find_m(i, j)
  if (memo[i, j] ≠ -1)
    return memo[i, j]
  end if
  if (i = 0 || j = 0)
    res ← 0
  else
    if (w[i] > j)
      res ← find_m(i-1, j)
    else
      res ← max(find_m(i-1, j), find_m(i-1, j-w[i])+v[i])
    end if
  end if
  memo[i, j] ← res
  return res
end fun

```

図 1-5

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻

科目名： _____ 計算機システム _____

問題番号 2

以下の問題に全て解答せよ。

図 2-1 に示す C 言語で記述された関数 `func1` をコンパイルしたら、図 2-2 のようなアセンブリプログラムを生成した。各アセンブリ命令の意味は図 2-2 の各行に示すとおりである。このとき以下の間に答えよ。なお、本問では `int` 型変数のサイズは 32 ビットである。対象の CPU は 32 ビット固定長の命令セットであり、32 本の 32 ビットレジスタ `%0-%31` を持つ。レジスタ `%0` の値は常に 0 であり、またレジスタ `%29` と `%30` はそれぞれ `%sp` (スタックポインタ)、`%fp` (フレームポインタ) と表記されることがある。本問中のロード命令、及びストア命令は 32 ビットデータに対して行われる。

- (1) 計算機システムはプログラム実行中のデータを格納するハードウェアとして、一般にレジスタと主記憶を持つ。レジスタと主記憶の差異を、その容量とアクセス速度の観点から簡潔に答えよ。
- (2) 一つの機械語命令中には、命令コードやレジスタ等のオペランドの情報が数値として埋め込まれている。`%0-%31` のレジスタを一つ指定するためには最低何ビット必要か答えよ。
- (3) 関数実行時の引数や変数の値などの情報は `%fp` 及び `%sp` 中の値が指すメモリ領域に保存される。図 2-2 の (1) を実行する時点で、`func1` が受け取った引数 `a`, `b`, 変数 `c`, 及び関数呼び出し前の `%fp` の値が `%fp` を起点としてメモリ中にどのように格納されているか図示せよ。このとき、`%fp` の値からの変位 (オフセット) もバイト単位で示せ。なお、`a`, `b` はそれぞれレジスタ `%4`, `%5` により渡されたものとする。
さらに関数 `func1` 終了後に戻るアドレスが保存されているレジスタあるいはメモリ位置を答えよ。

次に、コンパイラの最適化機能を用いて関数 `func1` をコンパイルしたところ、図 2-3 のようなアセンブリプログラムを生成した。このとき以下の間に答えよ。

- (4) 最適化機能により引数 `a`, `b` の扱いがどのように変わったか答えよ。また、どのような性能上の効果が得られたか答えよ。
- (5) 図 2-2 に示すアセンブリプログラム中の `func1` 本体先頭 `addiu $sp, $sp, -24` から始まる 4 行は、関数 `func1` のどのような性質により図 2-3 のような最適化による削除が可能であったか、簡潔に答えよ。

問題番号

2

以下の問題に全て解答せよ。

図 2-1に示すC言語で記述された関数 func1 をコンパイルしたら、図 2-2のようなアセンブリプログラムを生成した。各アセンブリ命令の意味は図 2-2の各行に示すとおりである。このとき以下の間に答えよ。なお、本問では int 型変数のサイズは 32 ビットである。対象の CPU は 32 ビット固定長の命令セットであり、32 本の 32 ビットレジスタ%0-%31を持つ。レジスタ%0の値は常に 0 であり、またレジスタ%29と%30はそれぞれ%sp (スタックポインタ)、%fp (フレームポインタ) と表記されることがある。本問中のロード命令、及びストア命令は 32 ビットデータに対して行われる。

- (1) 計算機システムはプログラム実行中のデータを格納するハードウェアとして、一般にレジスタと主記憶を持つ。レジスタと主記憶の差異を、その容量とアクセス速度の観点から簡潔に答えよ。
- (2) 一つの機械語命令中には、命令コードやレジスタ等のオペランドの情報が数値として埋め込まれている。%0-%31のレジスタを一つ指定するためには最低何ビット必要か答えよ。
- (3) 関数実行時の引数や変数の値などの情報は %fp 及び %sp 中の値が指すメモリ領域に保存される。図 2-2の(1)を実行する時点で、func1 が受け取った引数 a, b, 変数 c, 及び関数呼び出し前の%fpの値が %fp を起点としてメモリ中にどのように格納されているか図示せよ。このとき、%fpの値からの変位 (オフセット) もバイト単位で示せ。なお、a, b はそれぞれレジスタ%4, %5により渡されたものとする。
さらに関数 func1 終了後に戻るアドレスが保存されているレジスタあるいはメモリ位置を答えよ。

次に、コンパイラの最適化機能を用いて関数 func1 をコンパイルしたところ、図 2-3のようなアセンブリプログラムを生成した。このとき以下の間に答えよ。

- (4) 最適化機能により引数 a, b の扱いがどのように変わったか答えよ。また、どのような性能上の効果が得られたか答えよ。
- (5) 図 2-2に示すアセンブリプログラム中の func1 本体先頭「addiu \$sp, \$sp, -24」から始まる4行は、関数 func1 のどのような性質により図 2-3のような最適化による削除が可能であったか、簡潔に答えよ。

2018年9月・2019年4月入学試験問題
 大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻
 科目名: _____ 計算機システム _____

```
int func1(int a, int b)
{
    int c;
    c = a + b;
    return c;
}
```

図 2-1: 関数 func1 の C プログラム

```
func1:          ; ラベル
    addiu   $sp, $sp, -24 ; $sp←$sp+(-24)
                ; 以下、addiuの説明は略
    sw      $31, 20($sp) ; $31の値を$sp+20のアドレスにストア
                ; 以下、swの説明は略

    sw      $fp, 16($sp)
    addu   $fp, $sp, $0 ; $fp←$sp+$0
                ; 以下、adduの説明は略

    sw      $4, 24($fp)
    sw      $5, 28($fp)
    lw      $3, 24($fp) ; (1)$fp+24のアドレスから$3に値をロード
                ; 以下、lwの説明は略

    lw      $2, 28($fp)
    addu   $2, $3, $2
    sw      $2, 8($fp)
    lw      $2, 8($fp)
    addu   $sp, $fp, $0
    lw      $fp, 16($sp)
    lw      $31, 20($sp)
    addiu  $sp, $sp, 24
    j      $31 ; $31の指すアドレスにジャンプ
```

図 2-2: 関数 func1 のアセンブリプログラム

```
func1:
    addu   $2, $4, $5
    j      $31
```

図 2-3: 関数 func1 の最適化後のアセンブリプログラム

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻

科目名： 回路理論・論理回路問題番号 3

以下の全ての問題に解答すること。

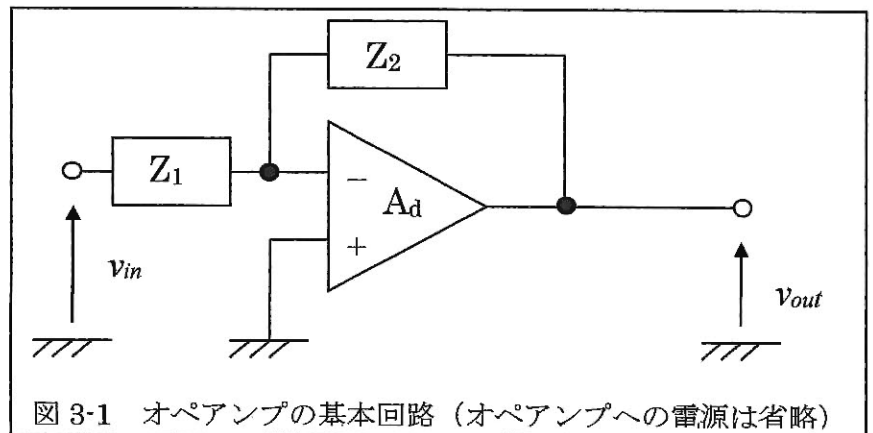
(1) ノイズキャンセラー付ヘッドホンに関する(1-a)(1-b)の各設問に解答せよ。

(1-a) (あ)から(お)の括弧中に適切な語句を入れて文章を完成させよ。

ノイズキャンセラー付ヘッドホンには、マイクが内蔵されている。このマイクで集音された雑音に対して位相が(あ)度異なる信号を生成し、本来の信号に加えて出力することにより雑音を低減できる。

Aさんは、このヘッドホンをオペアンプにより自作することを考えた。しかし、オペアンプは、理想的には無限の(い) (A_d)を持つ増幅器であるため、一般的に図3-1に示すように(う)帰還かけることにより、図3-1の v_{in} と v_{out} の比率である(い)を調整する必要がある。図3-1の回路中、 Z_1 と Z_2 をインピーダンスとする。この時、 $\frac{v_{out}}{v_{in}}$ を

Z_1 と Z_2 を用いて式で表すと(え)となる。これは、オペアンプの(お)が無限であり、 A_d も無限であるという仮定から求めることができる。



(1-b) 上記の説明に沿って、ノイズキャンセラー付ヘッドホンを実現する回路図を描け。回路図では、 Z_1 と Z_2 に素子として何を入れるかを具体的に示すと共に、ノイズキャンセルのレベル調整ができるようにすること。ただし、素子の値は不要である。また、ヘッドホンはステレオではなくモノラルとする。マイクやヘッドホンのスピーカの記号は厳密に記載する必要はなく、回路図上で明示されていればよい。

(2) 論理回路に関する(2-a)~(2-e)の各設問に解答せよ。なお、入力として反転入力が必要な場合には、反転入力 (例：Aの反転入力はA'と表記する)を必ず用いること。

(2-a) 論理式 $F(A, B, C, D) = B'D + CD'$ をANDゲート2個(入力数は2)、ORゲート1個(入力数は2)を用いて構成し、回路図を描け。

(2-b) (2-a)の回路をNANDゲート3個(入力数は2)を用いて構成し、回路図を描け。

(2-c) (2-b)の回路では、static 1-hazardが発生する。static 1-hazardが発生する「入力信号の遷移パターン」を全て示すと共に、なぜ発生するのかをカルノー図を用いて100~150文字で説明せよ。ただし、static 1-hazardとは、「本来、出力が1でなければならないのに、回路への入力信号の内、一つの入力信号の変化によって出力が一時的に0となる現象」のことである。

(2-d) (2-b)の回路において、static 1-hazardが発生しないように回路を変更し、その回路図を描け。ただし、NANDゲート(入力数は最大3まで)のみで構成し、用いるNANDゲート数を最小にすること。

(2-e) (2-d)の回路において入力(A, B, C, D)が(1, 0, 1, 1)→(1, 1, 1, 0)へと変化した際、本来であれば出力は1でなければならない。しかし、実際にはhazardが生じる可能性がある。どのようなhazardが発生する可能性があるかについて理由を含めて100~200文字で説明せよ。

2018年9月・2019年4月入学試験問題

大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻

科目名： 情報通信ネットワーク問題番号 4

以下の問(1)～(6)に答えよ。

- (1) 情報通信における「レイヤ」の概念を説明せよ。またレイヤの具体例を書け。
- (2) 情報通信における「プロトコル」の概念を説明せよ。またプロトコルの具体例を書け。
- (3) データリンク層におけるフレーム化において、ビット詰め(bit stuffing)とは、特別なビットパターン 01111110 (16進数で 0x7E) が到着したらフレームの終了・開始を表現し、フレーム内のデータに連続する5つの1が出現したら最後の1の後に0を挿入する方式である。後半の0を挿入する処理は、フレーム内のデータ中に6つ以上の連続した1が続く際に、前記の特別なビットパターンと区別することを目的としている。受信端末はデータ中に 111110 のようなビットパターンを観測したら最後の0を除去することで元のビット列を復元できる。
以下のビット列を受信した際に2番目のフレームのペイロードに相当するビット列を書け。

011111101111101111101111101011111001011111011001001111110

- (4) 100 ms の往復遅延時間(RTT)を持つ回線において、送信端末のトランスポート層がスロースタートアルゴリズムにしたがって通信を開始するものとする。受信端末のウィンドウサイズを64,000バイト、最大セグメント長(MSS)を1,000バイトとしたとき、最大ウィンドウサイズで通信が行われるまでに要する時間を書け。送信端末は十分に大きなファイルを転送しており、つねにMSSでパケットを送信する。また通信中にパケットロスが生じないと仮定する。
- (5) あるルーターは経路制御表に以下のエントリを持つ。

address/mask	next hop
0.0.0.0/0	router A
133.9.44.0/24	router B
133.9.141.0/24	interface#1
133.9.39.0/22	interface#2
144.133.7.0/23	interface#3

このとき、以下のIPv4アドレスを持つパケットが到着した際にルーターが行う処理を書け。

- (a) 133.9.1.5
- (b) 1.1.1.1
- (c) 133.9.40.131
- (d) 144.133.8.1
- (e) 133.9.45.10
- (f) 133.9.44.76

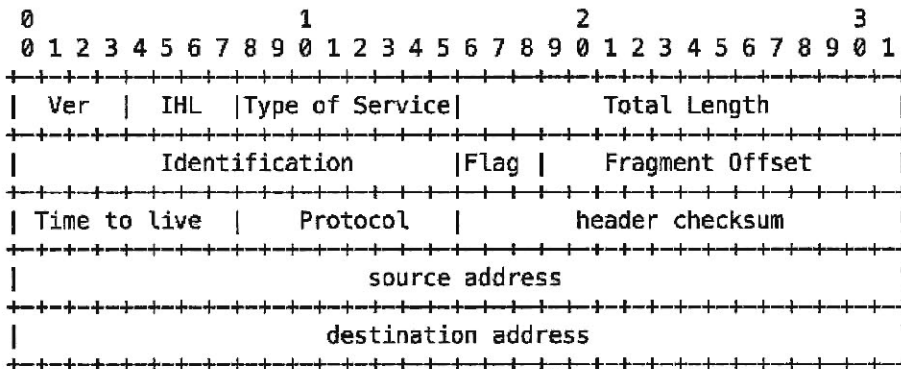
<次頁に続く>

2018年9月・2019年4月入学試験問題

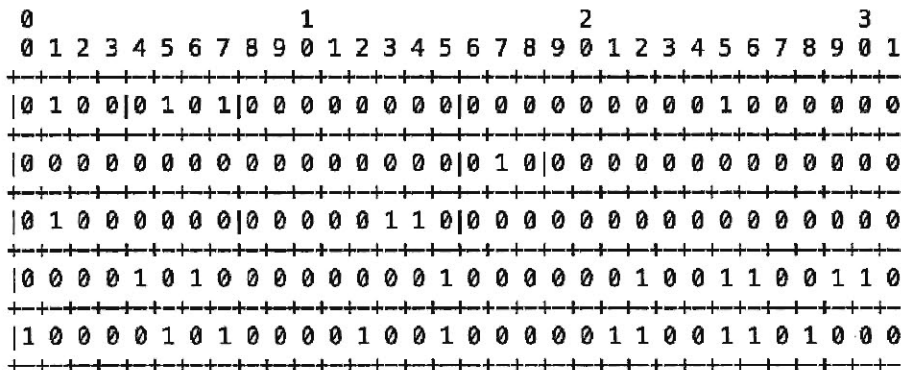
大学院基幹理工学研究科修士課程情報理工・情報通信専攻

科目名： 情報通信ネットワーク問題番号 **4**

(6) 以下の図は IPv4 パケットのヘッダ構造を示している（ヘッダ長は 20 バイト）。



以下の図はある IPv4 パケットヘッダの実際の数値である。



上記のパケットに対して、以下を答えよ。

- (a) この IP パケットの全長は何バイトか。（データリンク層のヘッダやトレイラは含まない）
- (b) この IP パケットの宛先 IP アドレス。（例：192.168.1.1）
- (c) Time to live (TTL) の値はいくつか。また TTL は何のために用いられるかを答えよ。
- (d) この IP パケットがペイロードで運んでいるデータのプロトコルは何か。またその理由を述べよ。
- なお、以下は主要なプロトコル番号一覧である。

Protocol number	Protocol
1	ICMP
2	IGMP
4	IP
6	TCP
17	UDP
41	IPv6