

2021年9月・2022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。

2021年9月・2022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

(1) 記号の有限集合 V 上の正規表現 (regular expression) を以下のように定義する。

- ϵ ($\notin V$) は正規表現であり、長さ 0 の記号列 (ϵ と表記する) からなる単集合 (一点集合, singleton set) $\{\epsilon\}$ を表す。
- V に属する各記号 a について、 a は正規表現であり、長さ 1 の記号列 " a " からなる単集合 $\{a\}$ を表す。
- R と S が正規表現ならば RS も正規表現であり、 R に属する記号列と S に属する記号列を連結した記号列全体の集合を表す。
- R と S が正規表現ならば $R|S$ も正規表現であり、集合 $R \cup S$ を表す。
- R が正規表現ならば R^* も正規表現であり、 R に属する記号列を 0 個以上連結してできる記号列の集合を表す。たとえば正規表現 $(0|1)^*$ は $\{\epsilon, "0", "1", "00", "01", "10", "11", "000", \dots\}$ を表す。

さて、 m 人掛け ($m \geq 1$) の観覧席 (a row of m seats) に n 人 ($n \geq 1$) の人々が着席する状況の正規表現を考える。0 で空席 (vacant), 1 で着席 (occupied) を表すことにする。たとえば、 m が奇数で、端から一つおきに着席している状況全体の集合は $(10)^*1$ と表現できる。以下の問に答えよ。

- (1-a) 密を避けるために、人と人との間には必ず 2 つ以上の空席を設けて座りたい。可能な着席状況全体の集合を表す正規表現を書け。
- (1-b) (1-a) の下線部の条件が守られていない着席状況全体の集合を表す正規表現を書け。
- (1-c) m 人掛けの観覧席に、(1-a) の下線部の条件を守って n 人が着席する方法の総数を $S(m, n)$ と書くことにする。たとえば $S(28, 10) = 1$ である。 $S(29, 10)$ と $S(30, 10)$ の値をそれぞれ求めよ。
- (1-d) $S(m, n)$ を定義する漸化式 (recurrence relation) を、初期条件 (initial condition, base case) とともに書け。

(2) 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、

$$\forall n(n \geq N \Rightarrow Cg(n) \leq f(n) \leq Dg(n))$$

が成立することである (Big Theta 記法)。以下の問に答えよ。

- (2-a) 上記の論理式の否定、すなわち $\neg \forall n(n \geq N \Rightarrow Cg(n) \leq f(n) \leq Dg(n))$ を、否定演算子 \neg を用いない論理式として表現せよ。ただし論理積 (conjunction) は \wedge , 論理和 (disjunction) は \vee で表すものとし、 \geq および \leq 以外の不等号を使ってもよい。
- (2-b) 関数値 $p(n)$ を計算するアルゴリズムの漸近時間計算量 (asymptotic time complexity) が $\Theta(n^3)$, 関数値 $q(n)$ を計算するアルゴリズムの漸近時間計算量が $\Theta(n)$ であるとする。この二つのアルゴリズムを使って $p(n)/q(n)$ の値を計算するときの漸近時間計算量を求めよ。ただし割り算 ($/$) は単位時間 (unit time) で実行できるものとする。
- (2-c) 以下のそれぞれに、簡単な理由とともに答えよ。
 - $\Theta(\log_2 n)$ と $\Theta(\log_{10} n)$ とは同じオーダーか、異なるオーダーか?
 - $\Theta(2^n)$ と $\Theta(3^n)$ とは同じオーダーか、異なるオーダーか?

2021年9月・2022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

(3) $0, 1, \wedge, \vee$ ($0, 1$ はそれぞれ偽と真を表す) からなる命題論理式 (propositional formula) を、以下のような整数配列 a で表現することを考える。ただし本問では命題論理式をその構文木 (syntax tree) と同一視する。たとえば論理式 $0 \vee (1 \wedge 0)$ は図 1.1 の構文木と同一視する。

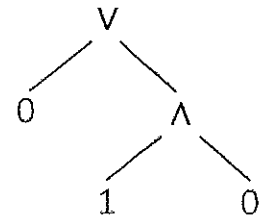


図 1.1

- a. $0, 1, \wedge, \vee$ はそれぞれ整数値 $0, 1, 2, 3$ で表現する
- b. 命題論理式全体の根 (root) は $a[1]$ に格納する
- c. $a[k]$ が 2 か 3 (つまり論理演算子) の場合、左部分木の根は $a[2k]$, 右部分木の根は $a[2k+1]$ に置く
- d. 与えられた命題論理式の表現に必要な配列要素の値は何でもよい。

たとえば図 1 の論理式は図 1.2 のように表現される。以下の問に答えよ。

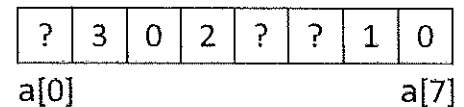


図 1.2

- (3-a) N 個の記号 ($0, 1, \wedge, \vee$) をもつどのような論理式も格納できるように配列 a を用意したい。要件を満たす配列 a の大きさの最小値を $S(N)$ とする。 $S(N)$ のオーダーを θ 記法で表せ。

- (3-b) 図 1.3 の再帰関数 $\text{eval}(i)$ を考える。ここで $\&\&$ (logical and) および $\|\|$ (logical or) は、C 言語の同名の演算子と同様、右オペランドが必要な場合のみ評価し、0 または 1 を全体の結果として返す。

配列 a には、 $N = 2^n - 1$ 個 (n は正整数) の記号をもち、構文木が完全にバランスしている (つまり、すべての枝の長さが等しい) 論理式が格納されているとする。

このとき、 $\text{eval}(1)$ の計算量は論理式の具体形に依存するが、最良の (もっとも早く結果が求まる) 場合の計算量を N についての θ 記法で表せ。計算量は、結果を得るのに要する関数呼出し (最初の呼出しおよび再帰呼出し) の回数で評価するものとする。

```

function eval(int i)
  if (a[i] <= 1)
    return a[i]
  else if (a[i] == 2)
    return eval(2*i) && eval(2*i+1)
  else
    return eval(2*i) || eval(2*i+1)
  end if
end function
  
```

図 1.3

- (3-c) (3-b) の最良計算量で結果が判明するのは、論理式がどのような形の場合かを説明せよ。

2021年9月・2022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

CPU の命令エンコーディング及び命令実行に関する以下の問に答えよ。

CPU のオープンな命令セットアーキテクチャ (instruction set architecture) として RISC-V がある。RISC-V の基本整数命令セットは 1 命令が 32 ビットで構成されており、そのエンコーディング (encoding) の型のうち、R-type、I-type、S-type のフォーマット (format) は図 2.1 のようになる。これらの命令型では、図中の opcode と funct3 で個々の命令を指定する。R-type の場合は funct7 も使用する。rd, rs1, rs2 は、それぞれディスティネーションレジスタ (destination register)、第 1 ソースレジスタ (first source register)、及び第 2 ソースレジスタ (second source register) のレジスタ番号を表す。imm[x:y] は即値 (immediate value) の x ビット目から y ビット目を表す。また、図上部の数字は各フィールドの占めるビット位置を表し、例えば R-type の場合、opcode は最下位ビットから数えて 0 ビット目から 6 ビット目、rd は 7 ビット目から 11 ビット目、をそれぞれ占めている。

31	25	24	20	19	15	14	12	11	7	6	0	
funct7		rs2		rs1		funct3		rd		opcode		R-type
imm[11:0]				rs1		funct3		rd		opcode		I-type
imm[11:5]		rs2		rs1		funct3		imm[4:0]		opcode		S-type

図 2.1: RISC-V の命令フォーマット (一部)

- (1) 上記命令エンコーディングのフォーマットより推測できる RISC-V の整数レジスタの数を答えよ。根拠も簡潔に答えること。
- (2) 図 2.1 にあるとおり、3 つの型で opcode, funct3, rs1 の位置は同一である。また、rd と rs2 がある場合は、それらの位置も同一であるが、この合理性を考える。もし型によって rs1, rs2 の位置が変わるフォーマットの場合、命令を CPU 内部に取り込んでからソースレジスタの番号を決定する手順はどのようになるか、そして、RISC-V のように変わらない場合はどのようになるか、それぞれ簡潔に答えよ。

R-type の命令は rs1 と rs2 で指定されたレジスタの値を用いて演算し、結果を rd で指定されたレジスタに格納する。S-type の命令は、rs1 で指定されたレジスタの値と imm[11:5] 及び imm[4:0] から得られた即値の値を足してメモリアドレスを算出し、メモリのその位置に rs2 で指定されたレジスタの値をストア (store) する。これらの RISC-V 命令を実行可能なハードウェア (hardware) 例のブロック図 (block diagram) の一部を図 2.2 に示す。R-type の演算や S-type のメモリアドレスの計算は ALU で行われる。MUX1 と MUX2 はマルチプレクサ (multiplexer) であり、それぞれ点線で表される制御信号線 (control signal) の値が 0 なら A の値を、1 なら B の値を、出力 C の値とする。メモリとレジスタファイルの W は点線で表される制御信号線が 1 なら、それぞれ D に与えられた値を書き込み、0 なら書き込まない。

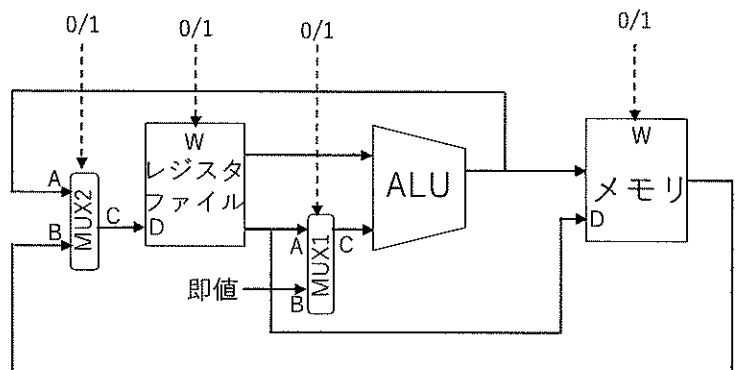


図 2.2: CPU の一部のブロック図

2021年9月・2022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

- (3) R-type の命令の場合の, MUX1, MUX2, レジスタファイル, 及びメモリの制御信号の値を答えよ。
0/1 どちらでも良い場合は「どちらでも良い」と記入すること。値を決定した根拠も簡潔に説明せよ。
- (4) S-type の命令の場合の, MUX1, MUX2, レジスタファイル, 及びメモリの制御信号の値を答えよ。
0/1 どちらでも良い場合は「どちらでも良い」と記入すること。値を決定した根拠も簡潔に説明せよ。

以上

2021年9月・2022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 _____

問題番号 3

(1) 2つの組み合わせ回路 N_1 と N_2 から成る回路がある (図 3.1)。いま、 N_2 の回路構成は図の通り既知であるが、 N_1 の回路構成が未知であるとする。このとき、以下の各問に解答せよ。なお、変数 X の反転入力 (complement or inverse) は X' と表記すること。

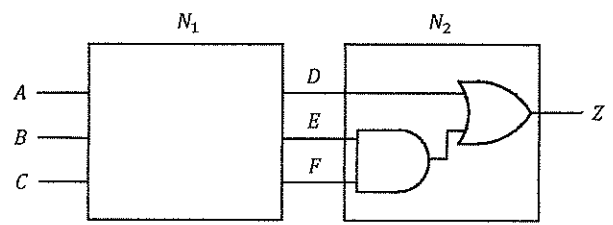


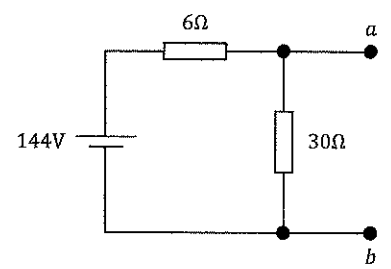
図 3.1 : 2つの組み合わせ回路 (論理記号は MIL 記号で記載されている)

- a) 回路 N_1 に関する真理値表 (truth table) が表 3.1 のように与えられたとする。このとき、 A, B, C を入力し D, E , および F を出力する論理関数 (logic circuit) について、各々簡単化された加法形 (最小積和形式, minimum sum-of-products) を求めよ。求める論理関数は、変数のリテラル (literals) を用いて表現すること。
- b) 表 3.1 の①～⑧を埋め、真理値表を完成させよ。
- c) ある入力に対する出力の値が 0 または 1 のどちらでも良いとき、ドントケア (don't-cares) と呼ばれ、その値は x と表記される。いま、最終的な出力 Z の値を変化させることなく、回路 N_1 の出力 D, E, F の値をドントケアとして扱うことができれば、回路 N_1 の構成を簡単にできる。そこで、 Z の値を変化させることなしに、 D, E, F のうちできるだけ多くの変数の値をドントケアに変更 (x と表記) し、真理値表を書き換えよ。なお、以降、 $ABC = 000$ は決して観測されないとする。
- d) c) で得た真理値表を用いて、 A, B, C を入力し D を出力する論理関数における簡単化された加法形 (最小積和形式) を求めよ。求める論理関数は、変数のリテラルを用いて表現すること。

表 3.1 : 真理値表

A	B	C	D	E	F	Z
0	0	0	0	0	0	①
0	0	1	0	0	1	②
0	1	0	1	0	1	③
0	1	1	0	1	0	④
1	0	0	1	1	0	⑤
1	0	1	1	1	1	⑥
1	1	0	0	1	1	⑦
1	1	1	1	0	0	⑧

(2) 電圧源 (voltage source) と抵抗 (resistance) から成る回路 (図 3.2) が与えられている。この回路の端子 (terminal) $a-b$ に外部抵抗 (external load) R_L を接続するとき、電圧源から R_L に供給される電力の割合を求めたい。このとき、以下の各問に解答せよ。なお、計算の過程も簡潔に示すこと。



- a) 与えられた回路が R_L に対して最大電力 (maximum power) を供給するとき、 R_L の抵抗値を求めよ。
- b) R_L に供給され得る最大電力を求めよ。
- c) 最大電力が供給されるように R_L の抵抗値を調整したときに、電圧源から供給される電力のうち何パーセントが R_L に到達するか計算せよ。

図 3.2 : 電圧源を持つ回路 (現在の JIS 記号で記載されている)

2021年9月・2022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

以下の問題に解答せよ。

(1) OSI 参照モデル (OSI reference model) における第2層, 第3層, 第4層の名称 (name), 役割 (objective), 実例 (example: プロトコル名, 通信規格名, 通信機器名等から一つ) を解答せよ。

(2) ARP (Address Resolution Protocol), ICMP (Internet Control Message Protocol), DNS (Domain Name System), NAT (Network Address Translator) に関する以下の (a)~(l) を解答せよ。

(2-a) ARP は, IP アドレス (IP address) と (a) を関係付ける (associate) ために使用される。IP アドレスをクエリ (query) に持つ ARP 要求パケット (request packet) が (b) され, 該当するノード (node) が (a) を返す。ただし, 取得した (a) を数分間 (c) することで, 冗長な (redundant) ARP 要求パケットの発生を回避する。

(2-b) ICMP は, ネットワークの正常動作の確認や障害対策 (network diagnostics) に使用される。(d) コマンドにより, 受信ノード (receiver node) への到達可能性 (reachability) を調べられる。また, (e) コマンドにより, 受信ノードに至る経路上 (along the path) の (f) を調べられる。

(2-c) DNS は, (g) (及びドメイン名) と IP アドレスを関係付けるために使用される。ノードが (g) (及びドメイン名) を問い合わせると, DNS サーバ (server) が IP アドレスを返信する。DNS サーバはインターネット (internet) 内で階層構成 (hierarchy) を取っており, 階層最上位 (highest level) の DNS サーバは (h) と呼ばれる。また, DNS サーバに問い合わせを行うノードやソフトウェアは (i) と呼ばれる。

(2-d) NAT は, (j) IP アドレスを使用するネットワーク内のノードが, インターネットに接続するために, (k) IP アドレスに変換する技術として使用される。さらに NAT は, IP アドレスに加えて (l) も使用し, (j) ネットワーク内のノード数の増加の問題に対応している。

(3) TCP (Transport Control Protocol) に関する以下の (a)~(j) を解答せよ。

(3-a) TCP は, コネクション開始 (establishment) 時と終了 (termination) 時に TCP ヘッダ (header) 内のコントロールフラグ (control flag) を用いたパケットの交換により, コネクション管理 (connection management) を行う。コネクション開始時に使用されるフラグは (a) と (b) であり, コネクション終了時に使用されるフラグは (c) と (b) である。

(3-b) TCP は, TCP ヘッダ内の (d) と (e) を用いて信頼性のあるデータ通信 (reliable transmission) を提供する。送信ノード (sender node) はパケット送信のたびに (d) を更新し, 受信ノードは (e) に (d) +1 の値をセットして, 次に受信を期待するパケットを通知する。送信ノードに同じ (e) の値を持つ (b) パケットが3個到着した場合, 送信ノードはパケットを再送 (retransmission) する。これを (f) と言う。また, 一定時間内にパケットが返ってこない場合も, 送信ノードはパケットを再送する。これを (g) と言う。

(3-c) TCP は, ネットワークの混雑緩和のためにふくそう制御 (congestion control) を実行する。ふくそう制御には, 二つの変数 (h) 閾値と (i) が定義され, 二つの動作 (h) と (j) が実行される。動作 (h) は (h) 閾値 > (i) の場合に使用され, 動作 (j) は (h) 閾値 < (i) の場合に使用される。

2021年9月・2022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

(4) 移動先で無線 LAN (wireless LAN) に接続し, ブラウザ (browser) を開き, Web サーバに接続して Web ページが表示されるまでの通信手順 (communication procedure) を, 接続開始から順に説明せよ (記述例: ○○によって□□に接続する, ●●を用いて▲▲から■■を取得する, 等)。