

平成 23 (2011) 年度 夏入試

東京大学情報理工学系研究科創造情報学専攻

創造情報学

注意事項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開かないこと。
2. この表紙の下部にある受験番号欄に受験番号を記入しなさい。
3. 4問中3問を選択して、日本語ないし英語で解答すること。
4. 解答用紙は3枚配られる。1問ごとに必ず1枚の解答用紙を使用すること。解答用紙のおもて面に書ききれないときには、うら面にわたってもよい。
5. 解答用紙の指定された箇所に、受験番号およびその用紙で解答する問題番号を忘れずに記入すること。
6. 解答用紙および問題冊子は持ち帰らないこと。

受験番号 _____

このページは空白.

このページは空白.

第1問

異なる n ($n \geq 2$) 個の商品 G_1, \dots, G_n があり、それぞれ価格が p_1, \dots, p_n であるとする。この中から m 個 ($2 \leq m \leq n$) の商品 G_{i_1}, \dots, G_{i_m} を重複がないように選ぶことを考える。このとき、与えられた2つの正の整数値 q_{\min}, q_{\max} (ただし $q_{\min} < q_{\max}$ かつ全ての $i = 1, \dots, n$ に対し $p_i < q_{\min}$) に対し、 $q_{\min} < \sum_{j=1}^m p_{i_j} < q_{\max}$ 、すなわち価格の総和が2つの値の間になるような商品の組合せを1つ求めたい。この問題の解法の1つであるバックトラック法を用いた Algorithm 1 を以下に示す。なお、 ε は空列を表す。また、手続き $\text{back}(\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle, S_0)$ において、第1引数は最終的に解となることを想定した集合の要素を並べた商品列で、第2引数は第1引数に追加する候補となる商品の集合である。 k はこの時点での back 呼び出しの第1引数の列の長さであり、 $k = 0$ のときは第1引数は空列となる。

Algorithm 1: 以下の手続き back に対し、 $\text{back}(\varepsilon, \{G_1, \dots, G_n\})$ を呼び出して実行する。

手続き $\text{back}(\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle, S_0)$:

ステップ1 商品の集合を表す変数 S を用意し $S = S_0$ と初期化してステップ2へ。
なお、変数 S は局所変数である。

ステップ2 $\sum_{j=1}^k p_{i_j} > q_{\min}$ ならば、 $\{G_{i_1}, \dots, G_{i_k}\}$ を出力して停止。そうでなければステップ3へ。

ステップ3 S が空のとき、 $k = 0$ ならば「解なし」である旨を出力して停止し、 $k > 0$ ならば呼び出し元に戻る。 S が空でなければステップ4へ。

ステップ4 S の要素を1つ選び、これを S から取り除き、これを列 $\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle$ の末尾に加え $G_{i_{k+1}}$ とする。そして S とは異なる変数 S' を用意し、新しい S の要素 G' のうち、「 $p' + \sum_{j=1}^{k+1} p_{i_j}$ (ただし、 p' は G' の価格)」が q_{\max} より小さくなるような G' を全て集めた集合を S' として、 $\text{back}(\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k}, G_{i_{k+1}} \rangle, S')$ を再帰的に呼び出した後、ステップ3に戻る。

この時以下の各問に答えよ。

(1) 4 個の商品 G_1, G_2, G_3, G_4 の価格がそれぞれ $p_1 = 1, p_2 = 2, p_3 = 3, p_4 = 4$ で、 $q_{\min} = 8, q_{\max} = 10$ の時に Algorithm 1 を実行した際に、各 back 手続きの実行時の引数は、たとえば次のように推移する。

$$(\varepsilon, \{G_1, G_2, G_3, G_4\}) \rightarrow (\langle G_4 \rangle, \{G_1, G_2, G_3\}) \rightarrow \dots$$

これに続く各 back 手続きの引数を、同様な形式により、実行順に一例を記述せよ。ただし、少なくとも1回はステップ4からステップ3に戻る動作を含むものとする。

(2) Algorithm 1 を効率的に実行するために、特に back 手続きの呼び出し回数を少なくするための工夫として、ステップ4において S の要素を選び $G_{i_{k+1}}$ とする際に、価格の高い方から選ぶ、という方法がある。しかし、この方法では back 手続きの呼び出し回数が最小にならな

い場合がある。そのような場合の一例を示せ。具体的には、 $n, p_i (i = 1, \dots, n), q_{\min}, q_{\max}$ の値、および (1) と同様に back 手続きの引数の推移を示すものとする。

(3) 一般に商品の列 $\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle$ 、および商品の集合 S_0 に対し、 $\text{back}(\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle, S_0)$ を呼び出した場合において、 S_0 の要素数が l のとき、 $\text{back}(\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle, S_0)$ の実行中に back 手続きの呼び出す回数の最大値を t_l とすると、 $l \geq 1$ のとき $t_l = 1 + \sum_{i=0}^{l-1} t_i$ となることを説明せよ。ただし、最初の $\text{back}(\langle G_{i_1}, \dots, G_{i_k} \rangle, S_0)$ の呼び出しも含むものとする。

(4) n 個の商品 G_1, \dots, G_n (ただし $n \geq 2$) に対し Algorithm 1 を実行した場合における back 手続きの呼び出し回数の最大値を求めよ。ただし、最初の $\text{back}(\varepsilon, \{G_1, \dots, G_n\})$ の呼び出しは回数に含まれるものとする。

第2問

(1) プロセッサの命令形式において、2入力算術命令におけるオペランド数の選択とメモリへのアクセスを行う方法は重要である。命令形式に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 2入力算術命令の形式において、2オペランド命令形式と3オペランド命令形式の利害得失を論じよ。

2オペランド命令形式の例	ADD	<i>operand 1,</i>	<i>operand 2</i>
3オペランド命令形式の例	ADD	<i>operand 1,</i>	<i>operand 2,</i> <i>operand 3</i>

- 2) 算術命令等がメモリオペランドを持つ形式と、ロード・ストア命令を算術命令等とは別に持つ形式の利害得失を論じよ。なお、下記例において *r* はレジスタオペランドを示す。

算術命令がメモリオペランドを持つ形式の例	ADD	<i>r,</i>	メモリアドレスを指定するオペランド
ロード・ストア命令を算術命令とは別に持つ形式の例	LOAD	<i>r,</i>	メモリアドレスを指定するオペランド
	STORE	<i>r,</i>	メモリアドレスを指定するオペランド
	ADD	2個もしくは3個のレジスタオペランド	

(2) 100個の16ビット整数データの最大値、最小値を求めるプログラムを考える。このプログラムを記述できる命令セットを設計したい。命令長が16ビット、データ長が16ビットのプロセッサについて、命令セットを設計せよ。設計した各命令について、命令のビット割りと命令動作の概要をそれぞれ1行程度で述べよ。なお、命令セットにはサブルーチンの呼び出しおよびリターンを実現するために必要な命令を含むこと。

(3) 設問2で設計した命令セットを用いて、100個の16ビット整数データの最大値、最小値を求めるプログラムを記述せよ。

(4) 設問2で設計した命令セットを実現するプロセッサのブロック図を示せ。

また、算術命令について、命令開始時（命令をメモリから取り出す前）から実行終了時までの動作を説明せよ。なお、ブロック図は、ALU (Arithmetic Logic Unit)、レジスタなどの機能ブロックを用いて書くこと。

このページは空白.

第3問

(1) 図1に示すような $4\Delta t$ を周期とする4つの周期信号 $S_i(t)$ ($i = 1, 2, 3, 4$) をデジタル信号のシーケンス $w_i = (w_{i1}, w_{i2}, w_{i3}, w_{i4})^T$ ($i = 1, 2, 3, 4$) として表現する. ただし, この w_{ik} ($k = 1, 2, 3, 4$) は $+1, -1$ の2値を取るものとする. この w_i に対して, 図1で示される具体的な数値を用いて,

$$W_{ij} = \frac{1}{4} w_i^T w_j \quad (i, j = 1, 2, 3, 4)$$

を各要素とする 4×4 の行列 W を計算せよ. ただし, T は転置を表す.

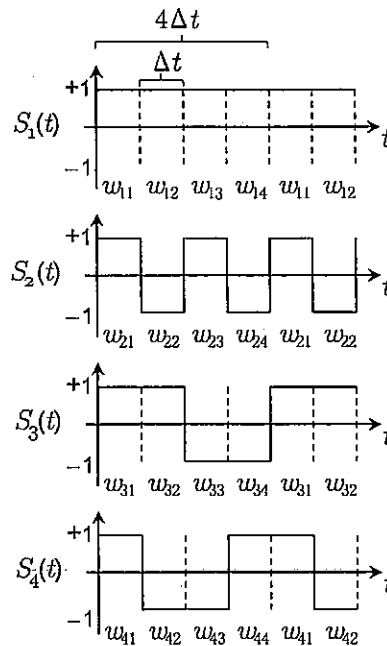


図1

(2) 図2に示すような通信方式を考える. $4\Delta t$ を1ビットを表現する信号区間とし, $+1, -1$ の2値を取る原信号 $v_i(t)$ ($i = 1, 2, 3, 4$) と (1) で定義した $S_i(t)$ との乗算を送信信号とし, 受信信号と $S_i(t)$ の乗算によって復調信号を得るものとする. 原信号 $v_i(t)$ と $S_i(t)$ との間の同期, 並びに受信信号と $S_i(t)$ との間の同期はいずれも何らかの方法で取れているものとしてよい. また, 通信路の遅延はないものとし, ノイズや減衰の影響も考えなくてよい. このとき以下の問いに答えよ.

- 1) 復調信号が原信号と一致することを示せ.
- 2) この方法を用いて, 原信号 $v_i(t)$ と $S_i(t)$ の乗算によって得られる送信信号を受信した時, その受信信号と $S_j(t)$ ($i \neq j$) の乗算によってどのような信号が得られるかを示せ.

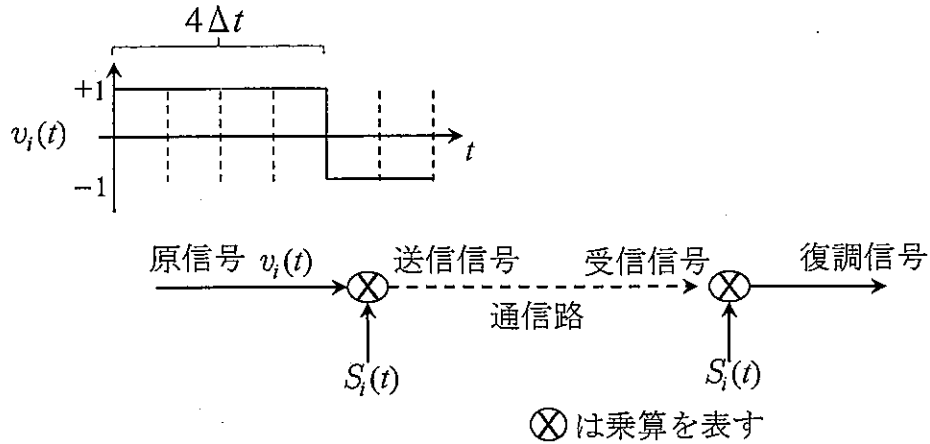


図 2

(3) 図 3 に示すような 4 つの光源を同時に用いる光計測を考える。光源として同一の定常光源を用いると、検出側で光源を分離することが困難なため、同時計測が難しくなる。そこで、 i 番目の光源 ($i = 1, 2, 3, 4$) として何らかの信号を用い、 i 番目の光源に対して検出側でその信号のみを分離することによって 4 つの光源を同時に利用することを考える。

- 1) 光検出素子 i ($i = 1, 2, 3, 4$) で i 番目の光源からの信号を i 番目の光源以外の光源からの信号と分離する方法を具体的に示せ。ただし、変調時並びに復調時の信号の同期はいずれも何らかの方法で取れているものとしてよい。また、ノイズや減衰の影響は考えなくてよい。
- 2) 上記において、信号の減衰を考慮した場合、同様に各光源からの信号を分離する方法を具体的に示せ。

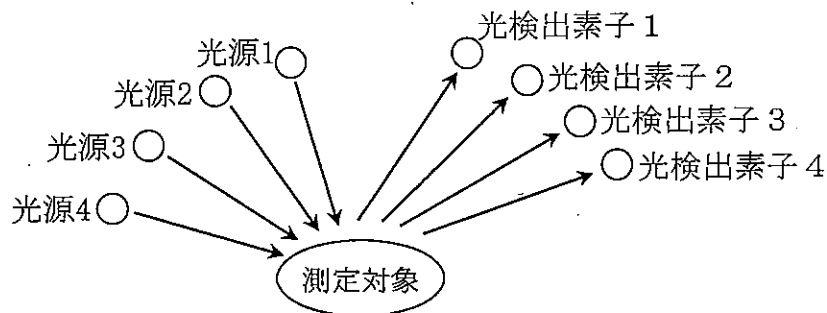


図 3

第4問

以下に示す情報システムに関する8項目から4項目を選択し、各項目を4~8行程度で説明せよ。必要に応じて例や図を用いてよい。

- (1) 高階関数
- (2) PKI
- (3) インターネットにおけるAS番号
- (4) 移動ロボットにおける自己位置認識と地図構築のための技術
- (5) 多関節ロボットにおけるリンク機構の表現方法
- (6) 一般化逆行列 または 擬似逆行列
- (7) H^∞ 制御
- (8) 主成分分析

このページは空白.

このページは空白.

このページは空白.

