平成 24 (2012) 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

品物 $G_1, G_2, \cdots, G_n$ はそれぞれ重量 a_i で価値 c_i（ここで $i = 1, \cdots, n$）を持つ．最大重量限界 b のナップサックに出来るだけ合計価値が大きくなるように品物を詰める問題をナップサック問題といい，一般的に次のように定式化することができる．

[問題 A0]

最大化　$c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots\cdots + c_nx_n$

条件　$a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots\cdots + a_nx_n \le b$

$x_i \in \{1, 0\}, \quad i = 1, \cdots, n$　（G_i をナップサックに詰める時に $x_i = 1$ となる）

ここで具体的なナップサック問題としては次の[問題 A1]を考える．

[問題 A1]

最大化　$14x_1 + 22x_2 + 30x_3 + 9x_4 + 12x_5$

条件　$2x_1 + 4x_2 + 6x_3 + 2x_4 + 3x_5 \le 9$

$x_1, \cdots, x_5 \in \{1, 0\}$

最も直接的な解法は列挙法であり，全ての場合を生成して調べる．[問題 A1]の具体例では場合数 2^5 で十分計算可能な範囲であるが，品物数 n の増大につれて，場合数は指数的に増大する．そこでここでは，(1)分枝限定法(branch and bound method) と(2)動的計画法(dynamic programming) の二つの方法により効率的探索を図ることを考える．

(1) 分枝限定法による探索

(1-1) 目的関数最大化を求める分枝限定法の動作について，以下の用語を使用して説明せよ．

「分枝操作」，「部分問題(子問題)」，「暫定値」，「上界値」，「限定操作」，「実行可能解」．

(1-2) ナップサック問題の場合，品物は単位重量当たりの価値の順にソートされていると都合良く，上記[問題 A1]では，G_1, G_2,…… の順に単位重量当たりの価値が高くなっている．$x_i \in \{1, 0\}$の条件を緩和し，$0 \le x_i \le 1$ とした緩和問題の解はこの場合には容易に求めることができ，$(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = (1, 1, 0.5, 0, 0)$ の時，最大価値 $14+22+30\times0.5=51$ を得ることができる．この推定値が $x_i \in \{1, 0\}$ の条件の場合の合計価値の上界を与える．この緩和問題による上界の計算は，部分問題でも同様に利用することができる．

[問題 A1]について，$x_1, x_2, \cdots\cdots$ の順に，かつ{1},{0}の値の順に具体化していく縦型(深さ優先)探索において，上記の分枝限定法の探索を行い解を求めよ．

解答には探索木とナップサックに詰める品物{ $x_i=1$ となる x_i }と最大合計価値を示せ．

(2) 動的計画法による計算

同じナップサック問題の解を動的計画法によって求めることを考える．なお，ここでは一般性を失うことなく，一般化した[問題 A0]における a_i, b, c_i は正の整数とする．そして次の関数 F(j,k)を定める（ここで j, k は整数で $0 \le j \le n$, $0 \le k \le b$）.

F(j,k)：重量制限 k 以下の中に詰める品物の候補を $G_1, \cdots, G_j$ に限定した時に得られる最大の合計価値

明らかに F(0,k)は 0 であり，[問題 A1]に対して F(1,0) = F(1,1) = 0,　F(1,2) = F(1,3) =⋯ ⋯= F(1,9) = 14 となる．そして，[問題 A1]の最終的な最大合計価値は F(5,9)として求められ，[問題 A0]の最終的な最大合計価値は F(n,k)として求められることになる．

(2-1) この F(0,k)あるいは F(1,k)から出発し，一般的な問題である[問題 A0]において j を順次増やしながら最終的に F(n,b) を計算する方法を得たい．F(j−1,k)（ここで $0 \le k \le b$）が求められている場合，この F(j−1,k)を用いて F(j,k)を求める方法を式として示せ．但し k が負の整数の時は便宜的に F(j,k) = − ∞ として式を得ることを可とする．

(2-2) 上記の結果を利用し，[問題 A1]に対して下に示す F(j,k)の表を順次計算することにより，[問題 A1]を解け．

解答には数値を計算した F(j,k)の表と，ナップサックに詰める品物，最大合計価値を示すこと．

→ k

↓ j

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	14	14	14	14	14	14	14	14
2										
3										
4										
5										

[問題 A1]に対する F(j,k) の表

第2問

図1に示すようなシステムで，ホスト1 から ホスト2へ，パケット転送を行う． 転送されるパケットはすべて同じ大きさの M[Bytes]で，ホスト1からホスト2への通信経路上には，高速な2つのスイッチ(SW1 と SW2)が存在しており，他のアプリケーションおよび他のホストが生成したパケットは転送されていないものとする． ホスト 1 とホスト 2 間のパケットの片方向遅延が D[sec]，それぞれの伝送路の帯域幅(B_1, B_2 および B_3 (ただし，$B_2<B_3<B_1$))とするとき，以下の問いに答えなさい．

(1) ホスト間で誤りのないデータ転送を提供するために，データパケットの到達確認を行いながらホスト間でのデータ転送を行う．最も単純な方法として，ホスト1が送信したパケット(データパケット)がホスト2に到達した時，ホスト2は，受信確認のパケット(ACK パケット)を生成し，ホスト1に返送する方法を考える．なお，ACK パケットの大きさは m[Bytes]で，

$\frac{m}{B2} < \frac{M}{B2} \ll D$ でありホストおよびスイッチでのパケットの通信路への送信および受信に必要な時間は無視可能とする．さらに，ホスト1は ACK パケットを受信した時には遅延時間ゼロで次のデータパケットを送信，ホスト2はホスト1からのデータパケットを受信した時には遅延時間ゼロで ACK パケットを送信するものとする．この時の，ホスト1からホスト2へのデータ転送速度の最大値を示しなさい．

(2) 設問(1)のシステムにおいて，データパケットおよび ACK パケットが伝送中にランダムに確率 ρ で紛失される時，データパケットがホスト1からホスト2に誤りなく転送されるために必要な時間の平均値を示しなさい．なお，ホスト1は，データパケットの送信後 3D[sec]待っても，ACK パケットが到着しない場合にはデータパケットの再送を行うものとし，3D[sec]以降には，ACK パケットはホスト1には到着しないものとする．

(3) 通信を開始するにあたって，ホスト1とホスト2との間で情報の同期手順を行いたい． ホスト1とホスト2との間で同期される情報は，1パケットで転送可能であると仮定する． パケットが途中の伝送路中で紛失されることが想定される場合の手順を，ホスト1 およびホスト2で実行されるべき状態遷移図(あるいは状態遷移表)とともに記述しなさい．

(4) 設問(1)のパケット転送方式では，D が大きい時には，データ転送速度が大きくならない． データ転送速度を向上させる方法を，2 つ提案し，各方式での最大データ転送速度と，最大データ転送速度を実現するために必要な条件を示しなさい．

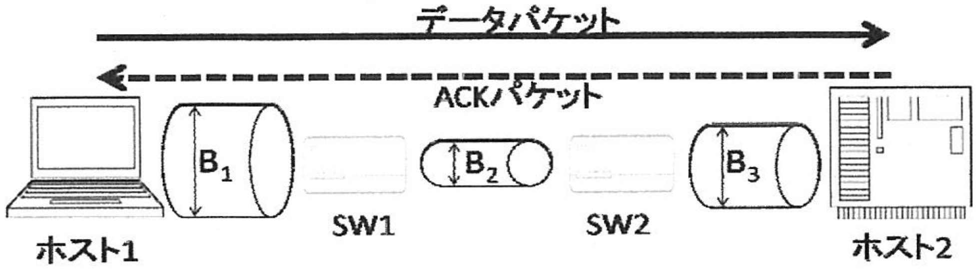

図 1.

このページは空白.

第３問

図１に示すように，X-Y ２次元平面上に，３点 O，E，W の回転関節と，先端 H に２本指ハンドを備えたロボットアームがある．ハンド H の位置を $(h_x,\ h_y)$，ハンド H の向きを h_θ，各関節の角度を θ_1，θ_2，θ_3 とし，リンクの長さを $\mathrm{OE} = \mathrm{l}_1$, $\mathrm{EW} = \mathrm{l}_2$, $\mathrm{WH} = \mathrm{l}_3$ として，以下の問に答えよ．

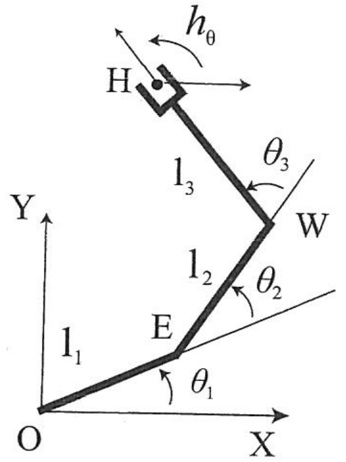

図１

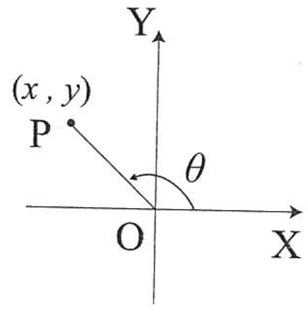

図２

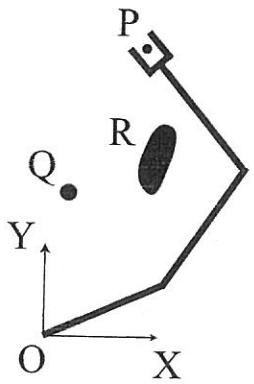

図３

(1) 関節 W の座標 (w_x, w_y) を関節角 θ_1，θ_2 の式で表せ．

(2) 図２のように，座標が (x, y) の点 P に対して，軸 X から直線 OP への角を $\theta(-\pi < \theta \leq \pi)$ とする．(x, y)（ただし，$(x, y) \neq (0, 0)$ とする）から θ を求める関数 $atan(y, x)$ を $\tan^{-1}(a)(-\frac{\pi}{2} \leq \tan^{-1}(a) \leq \frac{\pi}{2})$ を用いて定義せよ．

(3) 関節角 $\theta_1(-\pi < \theta_1 \leq \pi)$，$\theta_2(-\pi < \theta_2 \leq \pi)$ を関節 W の座標 (w_x, w_y) から求める手続きを $atan(y, x)$ を用いて示せ．その際に，関節角 θ_1, θ_2 が存在する条件を考慮した手続きとして示せ．

(4) ハンド H の位置 (h_x, h_y) と向き h_θ を関節角 θ_1，θ_2，θ_3 の式で表せ．

(5) 関節角 $\theta_1(-\pi < \theta_1 \leq \pi)$，$\theta_2(-\pi < \theta_2 \leq \pi)$，$\theta_3(-\pi < \theta_3 \leq \pi)$ をハンド H の位置 (h_x, h_y) と向き $h_\theta(-\pi < h_\theta \leq \pi)$ から求める手続きを示せ．

(6) 図３のように，点 P の位置にハンドがあり，２つの物体 Q，R が置かれている場合に，物体 R にロボットが衝突しないように物体 Q を把持するためのロボットの関節角軌道の生成方法について説明せよ．

このページは空白.

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) フィードバック制御とフィードフォワード制御

(2) カルマンフィルタ

(3) 画像処理に於けるエッジ抽出法（具体例を２つ挙げて説明すること）

(4) モンテカルロ法

(5) ニューラルネットワークの学習方法（具体例を１つ挙げて説明すること）

(6) パイプラインハザード（具体例を２つ挙げて説明すること）

(7) マイクロプログラム制御

(8) クライアントサーバーシステムとP2Pシステムの利害得失

このページは空白.

このページは空白.

このページは空白.