

問1. 本講義の内容に関して、次のと文章 (表) の空欄 (a) ～ (v) を埋めよ。(同じ答えが別の空欄に入ることがある)

- ネットワークプロトコルの OSI の基本参照モデルは次の表のとおりである。

階層	名前	役割	例
7	アプリケーション層	各アプリケーションの制御	
6	プレゼンテーション層	情報表現, フォーマット	
5	セッション層	アプリケーションごとのコネクションの制御	
4	(a) 層	プログラム間の通信の提供	UDP, (e)
3	(b) 層	多数の機器を経由した通信の制御	(f)
2	(c) 層	直接接続された機器間の制御	(g)
1	物理層	(d)	RS-232C

- (h) とは、通信するときに伝送路を占有して通信を行う方法であり、パケット交換とは、(i) である。
- (e) と UDP の違いは、前者はコネクション指向であり、データを送信する側が、データの packets が正常に到達したことを連絡する受信側からの packets が到着しないとき、その packets を (j) するなどして、確実な通信を可能にしている。
- MAC アドレスは、OSI の参照モデルの第 2 層のプロトコルである (k) において機器を特定するための番号であり、その bit 数は (l) で、上位の半分の bit は (m) を示している。
- IP アドレス 212.123.49.227、ネットマスク 255.255.255.240 のホスト接続されているネットワークを考える。このネットワークでは、IP アドレスの上位 (n) で (o) 表し、下位 (p) bit で (o) 内の (q) を表す。ブロードキャストアドレスとは、(r) ためのアドレスであり、IP アドレスの後者の部分の bit をすべて (s) とすれば良い。このネットワークで、一般のホストとして割り当てることができる IP アドレスは、(t) から (u) までの (v) 個である。

問2.

NAT (Network Address Translation) の目的と実現方法を説明すると共に、その問題点を記せ。また、IP Masquerade ではどのようにしてその問題を解決したか記せ。

問3.

外部へ接続する回線数が 2 つの中継局に、1 回線の利用を要求する通信が平均 λ_1 のポアソン分布で、通信容量を増やすために同時に 2 回線の利用を要求する通信が平均 λ_2 のポアソン分布で、到着するものとする。通信の要求が到着し、開いている回線があれば回線を割り当てるものとする。1 回線、2 回線の通信とも、回線を使用する時間は平均 μ の指数分布で表せるものとする。このシステムの状態に関して、 S_0 が「通信なし」、 S_1 が「1 回線の通信が 1、2 回線の通信が 0 使用中」、 S_2 が「1 回線の通信が 2、2 回線の通信が 0 使用中」、 S_3 が「1 回線の通信が 0、2 回線の通信が 1 使用中」という状態を表すものとする (待ち行列はなし)。時刻 t において状態が S_i ($i = 0, 1, 2, 3$) である確率を $p_i(t)$ で表し、このとき、微小時間 $\Delta\tau$ における変化を考え、 $p_i(t + \Delta\tau)$ ($i = 0, 1, 2, 3$) を $p_j(t)$ ($j = 0, 1, 2, 3$) を用いて表せ ($\Delta\tau$ の 1 次近似)。また、その式から $p_i(t)$ に関する微分方程式を求めよ (2 回線の通信が難しい場合は、それを無視して答えても、正解すれば 60% 程度を配点する。)

問 4. 本講義の内容に関して、次のと文章 (表) の空欄 (a) ～ (j) を埋め、最後の項について答えよ。

- アナログ変調方式の一つである AM は、搬送波の (a) を信号に応じて変化させる方式であり、(b) などに使われている。FM は搬送波の (c) を変化させる方式である。
- 周波数 f の正弦波の信号を、周波数 f_c ($f_c \gg f$) の搬送波で AM 変調したとき、変調信号に現れる周波数は、(d) と (e) と (f) になる。
- 信号が周波数 M で帯域制限されているとは、その信号のフーリエ変換を $X(f)$ とすれば、(g) ことである。標本間隔 T で信号を標本化するとき、その信号が周波数 (h) で帯域制限されていれば、標本点の値から元の連続信号を復元することができる。これを (i) の (j) 定理と呼ぶ。
- 信号 $x(t)$ のフーリエ変換を $X(f)$ とする。フーリエ変換と逆フーリエ変換の式は次の通りである。

$$\begin{aligned} X(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-2\pi i f t} dt \\ x(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} X(f)e^{2\pi i f t} df \end{aligned}$$

$x(t)$ が周波数 $1/2$ で帯域制限されているものとする。このとき、 $X(f)$ を

$$X(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n e^{2\pi i n f} \quad (1)$$

とフーリエ級数展開したとき、 a_n を信号 $x(t)$ を使って表しなさい。このとき、その導出過程を示しなさい。

謝辞：問 1 は片谷君，韓君，タニ君，問 2 は，中村君の問題を利用させて頂きました。

解答用紙

学科・類：

学籍番号：

名前：

問 1.

- | | |
|-----|-----|
| (a) | (b) |
| (c) | (d) |
| (e) | (f) |
| (g) | (h) |
| (i) | |
| (j) | (k) |
| (l) | (m) |
| (n) | (o) |
| (p) | (q) |
| (r) | |
| (s) | (t) |
| (u) | (v) |

問 2.

問 3.

問 4.

- (a)

(c)

(e)

(g)

(h)

(i)
- (b)

(d)

(f)

(j)

解答例

学科・類：

学籍番号：

名前：

問 1.

- | | |
|---|-------------------------|
| (a) トランスポート | (b) ネットワーク |
| (c) データリンク | (d) 電氣的信号, コネクタの形状などの規定 |
| (e) TCP | (f) インターネットプロトコル |
| (g) Ehternet | (h) 回線交換 |
| (i) データをある一定長以下のパケットに分割して, 多数の通信が回線を共有して通信を行う方式 | |
| (j) 再送 | (k) Ethernet |
| (l) 48 | (m) ベンダー (機器の製造業者) |
| (n) 28 | (o) ネットワーク |
| (p) 4 | (q) ホスト |
| (r) ネットワーク内のすべてのホストにパケットを送る | |
| (s) 1 | (t) 212.123.49.225 |
| (u) 212.123.49.238 | (v) 14 |

問 2.

プライベートアドレスを持つネットワークのホストが, グローバルアドレスを持つ外部のホストと通信するときに用いる。

プライベートアドレスを持つホストが外部と通信するために, ゲートウェイにパケットを送ったとき, ゲートウェイがそのパケットの発信元アドレスを自分のグローバルアドレスに書き換えて, 外部のネットワークに送る。外部のマシンからその返答となるパケットが来たときは, そのパケットの発信元アドレスから, どのプライベートアドレスのホストからのパケットに対する返信か割り出し, 宛先をそのプライベートアドレスに書き換えて, 内部のネットワークに送ることによって, そのホストにパケットを届ける。

NAT では, ネットワーク内の 2 つのホストが同じアドレスの外部のホストにパケットを送ると, その返信のパケットの発信元アドレスからでは, どちらのマシンが送ったパケットに対する返信か分からないため, 返信のパケットを適切なホストに届けることができなくなる。

IP Masquerade では, TCP あるいは UDP の発信元ポート番号を書き換える。その 2 つのホストで異なる発信元ポート番号に書き換えるので, 返信のパケットの宛先ポート番号を見ることによって, どちらのホストのパケットに対する返信か分かるため, 正しいホストにパケットを送ることができる。

問 3.

$$p_0(t + \Delta\tau) = (1 - \lambda_1\Delta\tau - \lambda_2\Delta\tau)p_0(t) + \mu\Delta\tau p_1(t) + \mu\Delta\tau p_3(t) \quad (2)$$

$$p_1(t + \Delta\tau) = \lambda_1\Delta\tau p_0(t) + (1 - \lambda_1\Delta\tau - \mu\Delta\tau)p_1(t) + 2\mu\Delta\tau p_2(t) \quad (3)$$

$$p_2(t + \Delta\tau) = \lambda_1\Delta\tau p_1(t) + (1 - 2\mu\Delta\tau)p_2(t) \quad (4)$$

$$p_3(t + \Delta\tau) = \lambda_2\Delta\tau p_0(t) + (1 - \mu\Delta\tau)p_3(t) \quad (5)$$

となる。微分方程式は、

$$\frac{dp_0}{dt} = -\lambda_1 p_0(t) - \lambda_2 p_0(t) + \mu p_1(t) + \mu p_3(t) \quad (6)$$

$$\frac{dp_1}{dt} = \lambda_1 p_0(t) - \lambda_1 p_1(t) - \mu p_1(t) + 2\mu p_2(t) \quad (7)$$

$$\frac{dp_2}{dt} = \lambda_1 p_1(t) - 2\mu p_2(t) \quad (8)$$

$$\frac{dp_3}{dt} = \lambda_2 p_0(t) - \mu p_3(t) \quad (9)$$

となる。

問 4.

(a) 振幅

(b) AM (中波) ラジオ

(c) 周波数

(d) $f_c - f$

(e) f_c

(f) $f_c + f$

(g) $f \leq -M$ または $f \geq M$ ならば, $X(f) = 0$ となる

(h) $1/(2T)$

(i) (染谷・) シャノン

(j) 標本化 (サンプリング)

式 (1) は, $X(f)$ のフーリエ級数となっている。従って, 展開係数を求める式から,

$$\begin{aligned} a(n) &= \int_{-1/2}^{1/2} X(f) e^{-2\pi i n f} df \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{-2\pi i n f} df \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{2\pi i (-n) f} df \\ &= x(-n) \end{aligned}$$

となる。