

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。

- 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	UDP, TCP インターネットプロトコル Ethernet Ethernet, RS-232C
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	(e)	
3	(b) 層	(f)	
2	(c) 層	(g)	
1	(d) 層	(h)	

- 回線交換とは，通信時に伝送路を占有して通信を行う方式であり，(i) とは，データが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である。
- TCP はコネクション指向である。受信側は (j) 場合は，確認応答のパケットを送信側に返す。送信側は確認応答のパケットが受信側から一定時間内に送られてこない場合は，パケットを (k) 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，(l) プロトコルにおいて機器を特定するための番号である。その総 bit 数は (m) bit で，IEEE が (n) の割り当てを行う。
- IP アドレス 154.186.201.182，ネットマスク 255.255.240.0 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 (o) bit で (p) を表すので，ネットワークアドレスは (q) となる。また，下位 (r) bit で (p) 内の (s) を表す。ブロードキャストアドレスとは，(t) ためのアドレスであり，このネットワークの場合 (u) である。従って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 アドレスの総数は，(v) 個である。

問 2 .

- DHCP に関して説明せよ。
- アクティブモードの FTP の問題点とパッシブモードの FTP がどのように解決したか説明せよ。

問 3 .

処理するコンピュータが 2 台 , 処理を待つために 2 つのジョブが格納できる待ち行列が存在するシステムを考える。ジョブは平均 λ のポアソン分布で到着するものとする。ジョブの処理時間は , 平均 $1/\mu$ 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する確率変数 $S(t)$ を考え , $S(t) = 0$ が「処理中のジョブが 0 個 , 待ち行列にあるジョブが 0 個」, $S(t) = 1$ が「処理中のジョブが 1 個 , 待ち行列にあるジョブが 0 個」, $S(t) = 2$ が「処理中のジョブが 2 個 , 待ち行列にあるジョブが 0 個」, $S(t) = 3$ が「処理中のジョブが 2 個 , 待ち行列にあるジョブが 1 個」, $S(t) = 4$ が「処理中のジョブが 2 個 , 待ち行列にあるジョブが 2 個」という状態を表すものとする。時刻 t において状態が $S(t) = i$ ($i = 0, 1, 2, 3, 4$) 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 , $p_0(t+\Delta\tau), p_1(t+\Delta\tau), p_2(t+\Delta\tau), p_3(t+\Delta\tau), p_4(t+\Delta\tau)$ を $p_0(t), p_1(t), p_2(t), p_3(t), p_4(t)$ を用いて表せ ($\Delta\tau$ の 1 次近似)。また , 求めた式から微分方程式を求め , 定常解 p_i^* ($i = 0, 1, 2, 3, 4$) を求めよ。このとき , 添字に変数を用いずに $p_0(t), p_1(t), p_2(t), p_3(t), p_4(t), p_0^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*, p_4^*$ を用いて書き下すこと。さらに , 定常時のシステム内の平均のジョブ数と平均システム遅延 (ジョブを投入してから終了するまでの平均の時間) を記せ ($p_0^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*, p_4^*$ を使って表し , 簡単化しなくても良い)。

問 4 . アナログ変調方式を考える。搬送波の周波数を f_c , 変調する信号を $s(t)$ とするとき , AM 変調方式 , FM 変調方式 , PM 変調方式で変調された信号を式で表せ。

さらに , 変調する信号を各自定め , それぞれの方式について , 搬送波 , 変調する信号 , 変調された信号のグラフを示せ (1 つの変調方式で 1 枚のグラフでなくても良い。必要な定数は適宜利用して良い。また , 特に PM 変調に関してはグラフをわかりやすく示すこと)。

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 .

(1)

(2)

問3 .



問 4 .

AM

FM

PM

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) 物理 |
| (e) プログラム間の通信の提供 | (f) 多数の機器を経由した通信の制御 |
| (g) 直接接続された機器間の制御 | (h) 電氣的信号，コネクタの形状などの規定 |
| (i) パケット交換 | (j) エラーのないパケットが届いた |
| (k) 再送 | (l) Ethernet |
| (m) 48 | (n) 上位 24bit |
| (o) 20 | (p) ネットワーク |
| (q) 154.186.192.0 | (r) 12 |
| (s) ホスト | (t) ネットワーク内のすべてのホストにパケットを送る |
| (u) 154.186.207.255 | (v) 4094 |

問 2 .

(1)

DHCP は，Dynamic Host Configuration Protocol の略で，IP アドレス，サブネットマスク，デフォルトゲートウェイ，DNS サーバーなどの設定を自動的に行うためのプロトコルである。

最初は，クライアントは DHCP サーバを探すためにブロードキャスト宛にパケットを送る。サーバは，クライアントの MAC アドレスを使って，自分の IP アドレスをクライアントに伝える。クライアントは，サーバを選択し，サーバの IP アドレスを格納したパケットをブロードキャストアドレス宛に送る。サーバは自分が選択された場合，ネットワーク設定のための情報を格納したパケットをクライアントに送る。クライアントは，その情報をもとにネットワークを設定し，通常のインターネットプロトコルでの通信をはじめめる。

(2)

近年，サーバー以外のマシンは，セキュリティのため，または IP マスカレードなどを利用しプライベートアドレスが設定されているため，外部のマシンから通信を開始することができなくなっている。アクティブモードの FTP では，クライアントが FTP ヘデータの転送の要求を送ったとき，データのための接続がサーバ側から開始される。このとき，異なるポート番号が使われ，サーバのマシンが変わることもあるので，上記のようなネットワーク環境ではデータを送ることができなくなる。パッシブモードの FTP では，データの転送の要求を送ると，データのために接続するマシン (IP アドレス) とポート番号が通知され，データに関してもクライアントから接続を開始するため，上記のようなネットワーク環境でもデータに関して通信をすることが可能になる。

問3 .

$$\begin{aligned}
 p_0(t + \Delta\tau) &= (1 - \lambda\Delta\tau)p_0(t) + \mu\Delta\tau p_1(t) \\
 p_1(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_0(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - \mu\Delta\tau)p_1(t) + 2\mu\Delta\tau p_2(t) \\
 p_2(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_1(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 2\mu\Delta\tau)p_2(t) + 2\mu\Delta\tau p_3(t) \\
 p_3(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_2(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 2\mu\Delta\tau)p_3(t) + 2\mu\Delta\tau p_4(t) \\
 p_4(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_3(t) + (1 - 2\mu\Delta\tau)p_4(t)
 \end{aligned}$$

となる。微分方程式は，

$$\begin{aligned}
 \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda p_0(t) + \mu p_1(t) \\
 \frac{dp_1}{dt} &= \lambda p_0(t) - (\lambda + \mu)p_1(t) + 2\mu p_2(t) \\
 \frac{dp_2}{dt} &= \lambda p_1(t) - (\lambda + 2\mu)p_2(t) + 2\mu p_3(t) \\
 \frac{dp_3}{dt} &= \lambda p_2(t) - (\lambda + 2\mu)p_3(t) + 2\mu p_4(t) \\
 \frac{dp_4}{dt} &= \lambda p_3(t) - 2\mu p_4(t)
 \end{aligned}$$

となる。定常解の方程式は，

$$\begin{aligned}
 -\lambda p_0^* + \mu p_1^* &= 0 \\
 \lambda p_0^* - (\lambda + \mu)p_1^* + 2\mu p_2^* &= 0 \\
 \lambda p_1^* - (\lambda + 2\mu)p_2^* + 2\mu p_3^* &= 0 \\
 \lambda p_2^* - (\lambda + 2\mu)p_3^* + 2\mu p_4^* &= 0 \\
 \lambda p_3^* - (\lambda + 2\mu)p_4^* &= 0
 \end{aligned}$$

である。 $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ とおけば，

$$p_1^* = \rho p_0^*, \quad p_2^* = \frac{1}{2}\rho p_1^*, \quad p_3^* = \frac{1}{2}\rho p_2^*, \quad p_4^* = \frac{1}{2}\rho p_3^*,$$

となる。従って，

$$p_1^* = \rho p_0^*, \quad p_2^* = \frac{1}{2}\rho^2 p_0^*, \quad p_3^* = \frac{1}{2^2}\rho^3 p_0^*, \quad p_4^* = \frac{1}{2^3}\rho^4 p_0^*,$$

となる。

$$p_0^* + p_1^* + p_2^* + p_3^* + p_4^* = 1$$

であるから，

$$\begin{aligned}
p_0^* &= \frac{1}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8}} \\
p_1^* &= \frac{\rho}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8}} \\
p_2^* &= \frac{\rho^2}{2(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8})} \\
p_3^* &= \frac{\rho^3}{4(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8})} \\
p_4^* &= \frac{\rho^4}{8(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8})}
\end{aligned}$$

となる。

定常時の平均のシステム内のジョブ数 N は、次のようになる。

$$N = p_1^* + 2p_2^* + 3p_3^* + 4p_4^*$$

ジョブを投入してから終了するまでの時間平均システム遅延を考える。自分のジョブを投入したときにシステムに存在するジョブが 0 個または 1 個の場合は、直接処理されるため平均システム遅延は μ となる。2 個以上の場合は、システムにあったジョブは平均 $1/(2\mu)$ の時間で 1 つ減少し、計算機が 1 台空いてから自分のジョブが投入され、平均 $1/\mu$ の時間で終了するので、

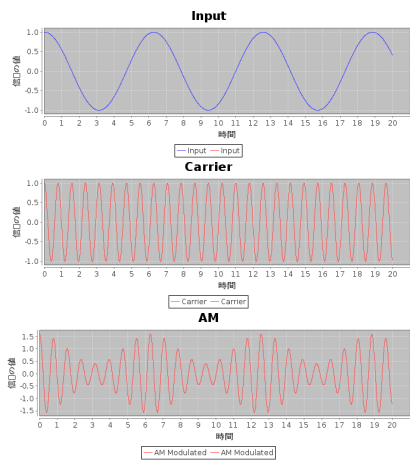
$$\frac{p_0^* + p_1^* + \frac{3}{2}p_2^* + 2p_3^*}{\mu(1 - p_4^*)}$$

となる。これは、リトルの公式から得られる結果 $\frac{N}{\lambda(1-p_4^*)}$ と等しい。

問4 .
AM

変調された信号

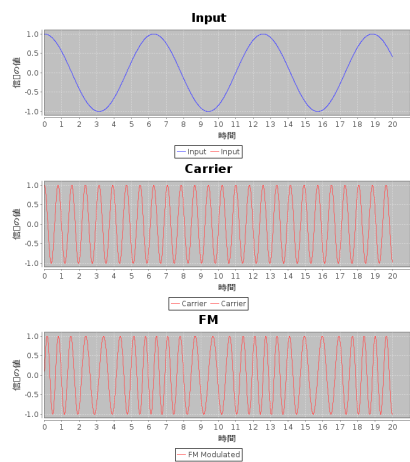
$$(\alpha s(t) + 1) \cos 2\pi f_c t$$



FM

変調された信号

$$\cos 2\pi \left(f_c t + \alpha \int^t s(\tau) d\tau \right)$$



PM

変調された信号

$$\cos 2\pi (f_c t + \alpha s(\tau))$$

