

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。(2 点 × 22)

- 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	(e)	(i), TCP
3	(b) 層	(f)	(j)
2	(c) 層	(g)	Ethernet
1	(d) 層	(h)	Ethernet, RS-232C

- (k) とは，通信時に伝送路を占有して通信を行う方式であり，パケット交換とは，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である。
- TCP では，(l) bit の 2 進数からなる (m) 番号により，送信元とあて先のアプリケーションを記述する。
- MAC アドレスは，イーサネット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 (n) bit である。
- IP アドレス 143.121.77.181，ネットマスク 255.255.224.0 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 .

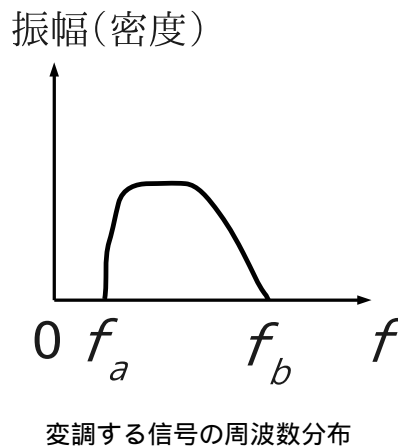
- デフォルトルータに関して説明せよ。(5 点)
- アクティブモードの FTP の問題点とパッシブモードの FTP がどのように解決したか説明せよ。(6 点)

問 3 . (5 点+10 点+5 点+4 点+4 点)

処理するコンピュータが 3 台, 処理を待つために 1 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 3 個, 待ち行列にあるジョブが 0 個」, $S(t) = 4$ が「処理中のジョブが 3 個, 待ち行列にあるジョブが 1 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 (ジョブが受け付けられたときに, 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 . アナログ変調方式に関する次の問いに答えよ。

- (1) 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。このとき, パラメータなどは各自が設定すること。(4 点 $\times$ 3)
- (2) AM 変調方式で搬送波の周波数を f_c とし, 変調する信号が下図のような周波数分布をしているとき, 変調された信号の周波数分布を図示せよ。このとき, $f_a \ll f_c, f_b \ll f_c$ として, 代表的な周波数を横軸に記すこと (縦軸は任意で良い)。(5 点)



注意：配点は変更する異があります。

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 .

(1) 変調された信号の式

AM

FM

PM

(2) AM 変調された信号の周波数分布

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を提供する規約 | (f) 多数の機器を経由した通信の制御の規約 |
| (g) 直接接続された機器間の制御の規約 | (h) 電氣的信号，コネクタの形状などの規約 |
| (i) UDP | (j) インターネットプロトコル |
| (k) 回線交換 | (l) 16 |
| (m) ポート | (n) 48bit |
| (o) 19 | (p) ネットワーク |
| (q) 143.121.64.0 | (r) 13 |
| (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) 143.121.95.255 | (v) $8190 (= 2^{13} - 2)$ |

問 2 .

(1)
ディフォルトルータは，宛先にパケットを送るために，次に送るホストに関する情報がルーティングテーブルに記述されていない時に，送るルータである。最上位のネットワークのルータには，ディフォルトルータが設定されていない。

(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 .

微小時間の関係式は ,

$$\begin{aligned}p_0(t + \Delta\tau) &= (1 - \lambda\Delta\tau)p_0(t) + \mu\Delta\tau p_1(t) \\p_1(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_0(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - \mu\Delta\tau)p_1(t) + 2\mu\Delta\tau p_2(t) \\p_2(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_1(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 2\mu\Delta\tau)p_2(t) + 3\mu\Delta\tau p_3(t) \\p_3(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_2(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 3\mu\Delta\tau)p_3(t) + 3\mu\Delta\tau p_4(t) \\p_4(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_3(t) + (1 - 3\mu\Delta\tau)p_4(t)\end{aligned}$$

となる。微分方程式は ,

$$\begin{aligned}\frac{dp_0}{dt} &= -\lambda p_0(t) + \mu p_1(t) \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda p_0(t) - (\lambda + \mu)p_1(t) + 2\mu p_2(t) \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda p_1(t) - (\lambda + 2\mu)p_2(t) + 3\mu p_3(t) \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda p_2(t) - (\lambda + 3\mu)p_3(t) + 3\mu p_4(t) \\ \frac{dp_4}{dt} &= \lambda p_3(t) - 3\mu p_4(t)\end{aligned}$$

となる。定常解の方程式は ,

$$\begin{aligned}-\lambda p_0^* + \mu p_1^* &= 0 \\ \lambda p_0^* - (\lambda + \mu)p_1^* + 2\mu p_2^* &= 0 \\ \lambda p_1^* - (\lambda + 2\mu)p_2^* + 3\mu p_3^* &= 0 \\ \lambda p_2^* - (\lambda + 3\mu)p_3^* + 3\mu p_4^* &= 0 \\ \lambda p_3^* - (\lambda + 3\mu)p_4^* &= 0\end{aligned}$$

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

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

となる。従って ,

$$p_1^* = \rho p_0^*, \quad p_2^* = \frac{1}{2}\rho^2 p_0^*, \quad p_3^* = \frac{1}{6}\rho^3 p_0^*, \quad p_4^* = \frac{1}{18}\rho^4 p_0^*,$$

となる。

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

であるから ,

$$\begin{aligned}
p_0^* &= \frac{1}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{6} + \frac{\rho^4}{18}} \\
p_1^* &= \frac{\rho}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{6} + \frac{\rho^4}{18}} \\
p_2^* &= \frac{\rho^2}{2(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{6} + \frac{\rho^4}{18})} \\
p_3^* &= \frac{\rho^3}{6(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{6} + \frac{\rho^4}{18})} \\
p_4^* &= \frac{\rho^4}{18(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{6} + \frac{\rho^4}{18})}
\end{aligned}$$

となる。

定常時の平均のシステム内のジョブ数は、次のようになる。

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

ジョブが受け付けられた時に、ジョブが投入されてから終了するまでの時間平均システム遅延を考える。受け付けられる確率は $(1 - p_4^*)$ また、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 個から 2 個の場合は、直接処理されるため平均システム遅延は $1/\mu$ となる。3 個以上の場合は、システムにあったジョブは平均 $1/(3\mu)$ 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、

$$\frac{p_0^* + p_1^* + p_2^* + \frac{4}{3}p_3^*}{\mu(1 - p_4^*)}$$

となる。または、リトルの公式を使って、

$$\frac{p_1^* + 2p_2^* + 3p_3^* + 4p_4^*}{\lambda(1 - p_4^*)}$$

でも良い。(分母が μ でなく λ であることに注意すること)

問 4 .

(1) 変調された信号の式

AM

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

ただし, A は搬送波の振幅, α を変調度

FM

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

ただし, A は搬送波の振幅, α を変調度

PM

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

ただし, A は搬送波の振幅, α を変調度

(2) AM 変調された信号の周波数分布

