

問010058解説

◆解答

- 設問1 a エ b ウ
設問2 c イ d キ e ウ
設問3 f オ

◆解説

A/D変換に関する問題である。

① アナログをデジタルに変換

アナログ信号の波形は、いろいろな電圧値をとりながら連続的に変化する。この値をデジタル値に変換するには、アナログ信号の電圧を一定時間毎に測定し、飛び飛びの標本値を求める。これを標本化と呼ぶ。標本値を求めると、音や画面が途切れるが、時間間隔をある程度細かくすると人間にはわからない程度にすることができる。

PCM符号化は音声などのアナログ信号をデジタル信号に変換する方法である。送信側でアナログ信号をデジタル信号に符号化して送信し、受信側でデジタル信号をアナログ信号に復号化する。符号化の過程は、標本化→量子化→符号化の順に進められる。

② 標本化

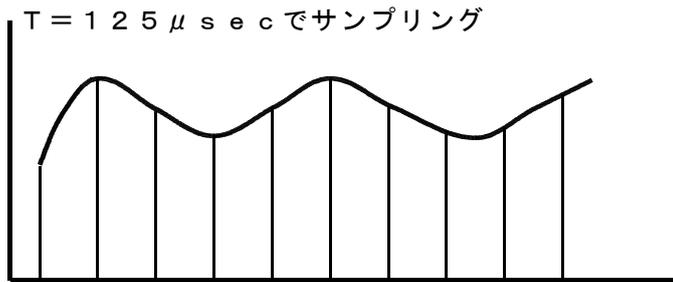
アナログ信号を標本化する場合、標本化の定理が適用される。標本化の定理は「元信号を含む周波数成分の最高周波数の2倍以上の周波数で元信号をサンプリングして伝送すれば、受信側で元信号を忠実に復元できる」というものである。音声信号の標本化では、音声電話における周波数成分の最高周波数は4 KHzで、サンプリング周波数は8 KHz、サンプリング間隔は125マイクロ秒となる。音声信号を8 KHzの周波数でサンプリングすれば、受信側で忠実に復元できる。

③ 量子化

量子化は標本値の切り上げと切り捨てを行い、整数値に置き換える処理である。音声信号の場合、125マイクロ秒の間隔でサンプリングし、求めた振幅値を8ビットで表現できる256段階に区切った大きさの整数値に置き換える。

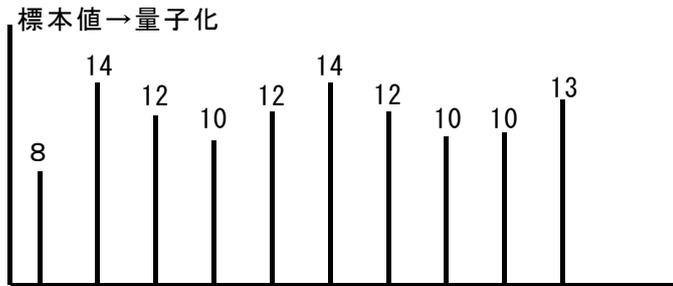
④ 符号化

符号化は量子化された値を8ビットの符号化系列でデジタル化する処理である。音声信号の場合、1/8000秒ごとに8ビットを伝送する必要があるから、1秒間に伝送する信号速度は64Kbpsとなる。符号化の際のビット数を多くすれば、再生したアナログ信号と元のアナログ信号との誤差を小さくすることができる。しかし、あまり多くすると、伝送するときの伝送速度が高くなり、不経済となる。従って、ビット数は、アナログに戻したときの信号の品質に応じて決める。

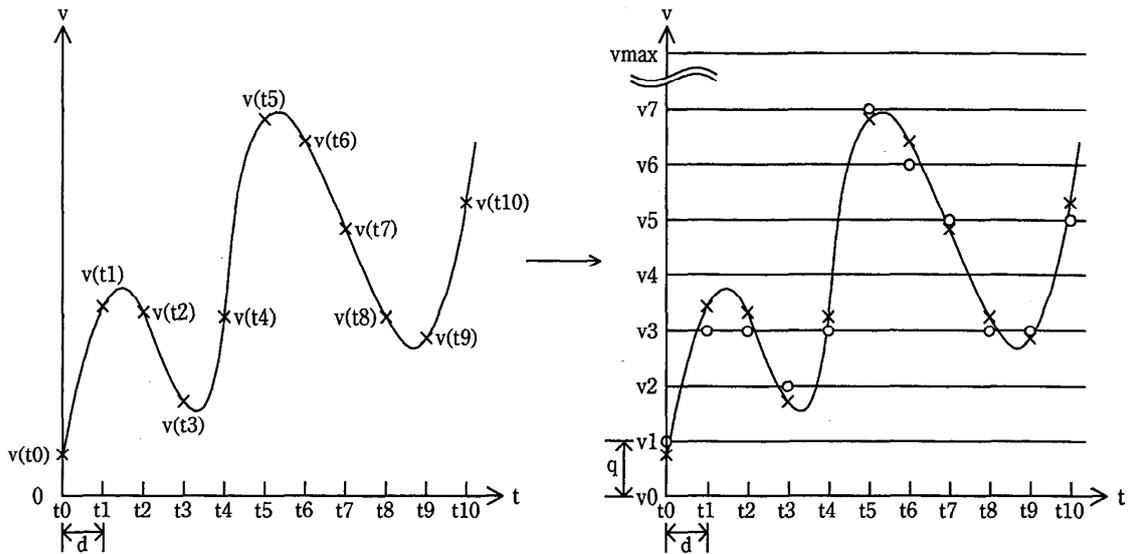


量子化値→符号化

量子化値	符号化
8	0 0 0 0 1 0 0 0
14	0 0 0 0 1 1 1 0
12	0 0 0 0 1 1 0 0
10	0 0 0 0 1 0 1 0
12	0 0 0 0 1 1 0 0
10	0 0 0 0 1 0 1 0
10	0 0 0 0 1 0 1 0
13	0 0 0 0 1 1 0 1



⑤ 当問題での標本化、量子化、符号化のプロセス



注記 “o” は $v(t_m)$ を q の整数倍で近似した値

図2 量子化の例

当問題での標本化では、時間的に連続したアナログ信号である電圧を一定の時間間隔 d で測定する。図2の左の図に示すように、時間軸を t_0, t_1, \dots と等間隔 d で区切り、各時刻での電圧を $V(t_0), V(t_1), \dots$ と表す。

量子化では、標本化して得られた電圧 $v(t_0), v(t_1), \dots$ を刻み幅 q の整数倍の値で近似する。量子化を行う場合、測定する電圧の最大幅 $F S R$ を決め、 n ビットで量子化するために、 $F S R$ を $(2^n - 1)$ 等分して刻み幅 q を求める。

符号化では、量子化で用いた電圧 v_0, v_1, \dots, v_{max} に2進符号を対応付ける。

設問 1

表 2 の a は、時刻 t 6 の値で V 6 となり、符号は 1 1 0 となる。
求める答えはエとなる。

b は、時刻 t 1 0 の値で V 5 となり、符号は 1 0 1 となる。
求める答えはウとなる。

電圧 V	符号
V 0	0 0 0
V 1	0 0 1
V 2	0 1 0
V 3	0 1 1
V 4	1 0 0
V 5	1 0 1
V 6	1 1 0
V 7	1 1 1

設問 2

F S R 9 V を 4 ビットで量子化すると、電圧の単位幅は
 $9 / (2^4 - 1) = 9 / 15 = 0.6$

c の求める答えはイとなる。

アナログ信号の電圧 7.49 V は、 $7.49 / 0.6 = 12.48$ となり、測定値は
 $12 \times 0.6 = 7.2$ V

d の求める答えはキとなる。

これを符号化すると、

$$V_{12} = 7.2 \leq 7.49 < 7.5 < V_{13} = 7.8$$

から、符号は V 1 2 で 1 1 0 0 となる。e の求める答えはウとなる。

設問 3

アナログ電圧の測定範囲が 0 ~ 1 0 2 2 ミリ V で、5 0 ミリ秒間隔で、5 秒間測定すると標本数は $5000 / 50 = 100$ 標本となる。総量データ量を 1 0 0 0 ビット以内に
するためには、1 データ当 $1000 / 100 = 10$ ビット以内にする必要がある。

㉞ 刻み幅 1 ミリ V の場合

最大幅 1 0 2 2 ミリ V の測定は 1 0 ビットで可能であるが、1 0 ビットでは $2^{10} = 1024$ となり、メモリ領域は 1 0 0 0 ビットを超えてしまう。

㉟ 刻み幅 1.5 ミリ V の場合

最大幅 1 0 2 2 ミリ V の測定は、 $1022 / 1.5 = 681$ で、 $2^9 < 681 < 2^{10}$ で 1 0 ビット必要となる。㉞と同じくメモリ領域は 1 0 0 0 を超えてしまう。

㊱ 刻み幅 2 ミリ V の場合

最大幅 1 0 2 2 ミリ V の測定は、 $1022 / 2 = 511$ で、 $2^8 < 511 < 2^9$ で 9 ビット必要となる。総データ量は $9 \times 100 = 900 < 1000$ となる。

刻み幅の最小値は、2 ミリ V で、求める答えはオとなる。