

問010058問題

A/D変換に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A/D変換とは、アナログ信号をデジタル信号に変換することであり、標本化、量子化、符号化の3段階で処理する。直流の電圧を例にnビットのAの変換を説明する。

(1) 標本化

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で測定する。図1では、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。

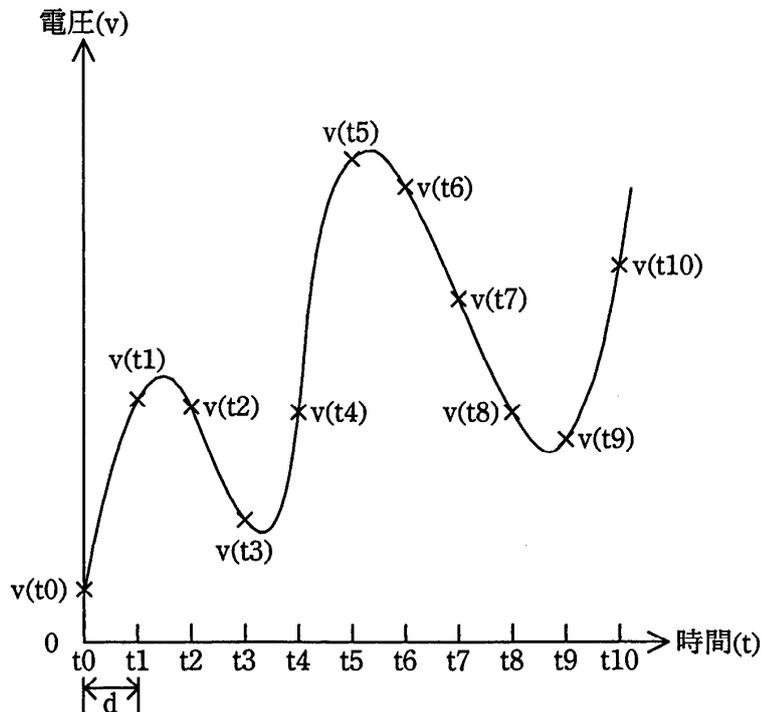


図1 標本化の例

(2) 量子化

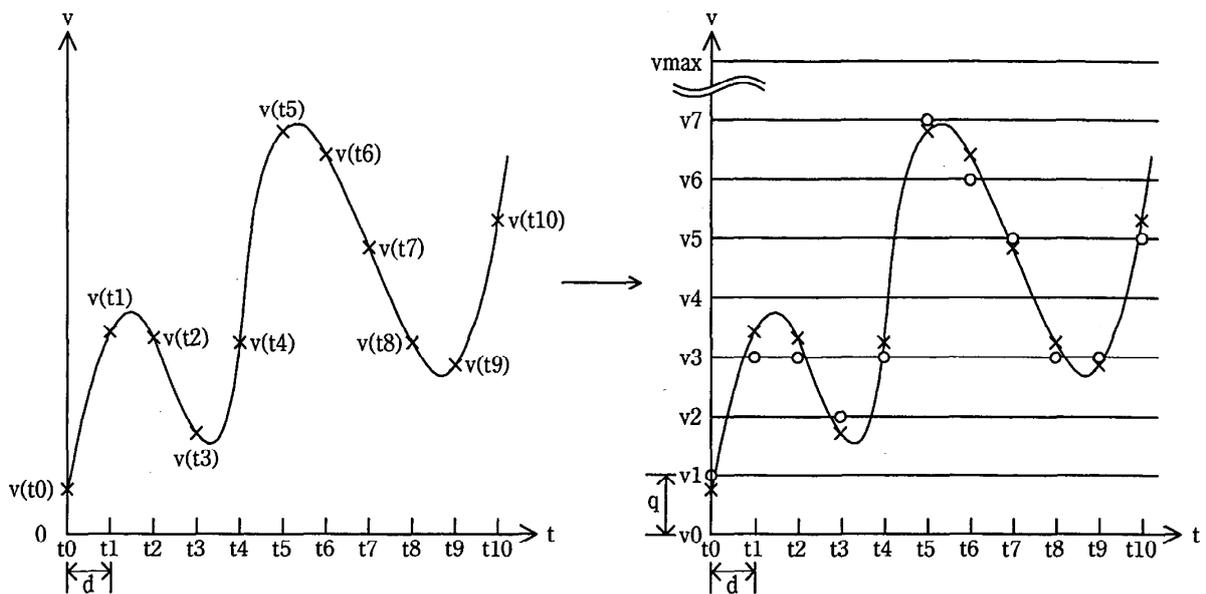
量子化では、(1)で標本化して得られた電圧 $v(t_0), v(t_1), \dots$ を刻み幅 q の整数倍の値で近似する。

量子化を行う場合、まず測定する電圧の最大幅FSRを決める。次に、nビットで量子化するために、FSRを $(2^n - 1)$ 等分して刻み幅 q を求める。このとき、刻み幅 q は $q = \text{FSR} / (2^n - 1)$ となる。

量子化において、近似値として用いられる電圧の値を、小さい方から順に $v_0 = 0, v_1 = q, \dots, v_{\text{max}} = (2^n - 1)q$ としたとき、時刻 t_m において標本化で測定されたアナログ信号の電圧 $v(t_m)$ について、次の条件を満たすような N (N は0以上の整数)を見つけ、電圧 $N \times q$ を電圧 $v(t_m)$ の測定値とする。これをnビット量子化という。

$$N \times q - q / 2 \leq v(t_m) < N \times q + q / 2$$

すなわち、図2右のように電圧軸を刻み幅 q で v_0, v_1, \dots, v_{max} の電圧に分割しておき、 $v(t_0), v(t_1), \dots$ のそれぞれについて、 $v_0 \sim v_{max}$ のうちで最も近い電圧を測定値とする。例えば、 $v(t_3)$ の測定値は v_2 となる。



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

(3) 符号化

符号化では、(2)の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。この符号によって、各測定値を表す。

設問1 図2左の電圧 $v(t_0), v(t_1), \dots, v(t_{10})$ だけの符号化を考える。図2右の電圧 v_0, v_1, \dots, v_7 を2進符号000, 001, ..., 111に順に対応付けた場合を表1に示す。

表1 電圧と符号の対応

電圧(v)	符号
v_0	000
v_1	001
v_2	010
⋮	⋮
v_7	111

図2左の $v(t_0), v(t_1), \dots, v(t_{10})$ の各測定値を、表1に基づいて符号化すると表2のようになる。表2中の に入れる正しい答えを、解答群の中から選べ。

