

第4章

各種センサ情報やオーディオ信号を扱いたい

FPGAでアナログ信号を入出力する方法

井倉 将実 Masami Ikura

デジタル信号なら何でもござれのFPGAですが、ことアナログ信号を扱いたいとなると、とたんに難易度があがります。ここではFPGAでアナログ信号を扱う方法について紹介します。

簡易的なD-A出力の方法

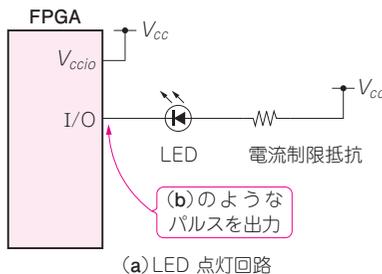
● すぐに試せるアナログ出力実験…LED 明暗

FPGA 評価ボードでアナログ出力をすぐに試せる方法として、FPGA 評価ボード上のLEDの明るさを変化させてみる方法があります。

第1章でも説明したように、LEDはFPGAのI/Oピンに接続しているので、基本的には点灯/消灯の2つの状態しか制御できないはずですが、7セグメントLEDのダイナミック点灯制御回路で説明したように、**高速に点滅を繰り返す**と人間の目には常時点灯しているように見えます。これを応用するのです。

説明のため、ここでは正論理でLEDを点灯させるとします。100%点灯状態は常時1を出力、完全消灯は常時0を出力します。そして、ある周期で1と0をその半分の時間で切り替えて繰り返し出力すると50%の明るさで点灯しているように見えます。75%の明るさにしたいときは1と0の比率を3:1に、25%の明るさなら1:3とすればよいのです(図1)。出力したい値をパルスの幅の違いに変換する方法を**パルス幅変調, PWM(Pulse Width Modulation)**とも呼びます。

LEDは流す電流を変えると明るさが変化するもの



なので、厳密にはPWMでの方法は輝度を調整しているわけではありません。しかしPWMの周期が200 Hzを超えたあたりになると、残像により人間の目には明るさの違いとなって見えるのです。

● PWM変調型D-Aコンバータ

LEDの点灯制御では図1の回路で十分なのですが、実際にはFPGAのI/Oピンからはパルスが出ているだけなので、アナログ信号とは呼べません。**アナログ値として出力するには、パルス信号をローパス・フィルタ(LPF)を通して出力**します(図2)。

なお、LEDの輝度調整が直結で済むのは、人間の目の残像効果がLPFと同じような効果になるからです。

● 電流加算型D-Aコンバータ

教科書ではD-A変換の方式として電圧型、電流型、電荷型、変調型が示されます。先ほどのPWMは変調型の代表例です。電荷型はFPGAで実現するのは難しいので、次は電圧型と電流型のなかからFPGAでも実現できる2つの方式について簡単に説明します。

電流型は本来、電流源をON/OFFし、その電流を加算してアナログ値を出力するものです。FPGAは電流のON/OFFは直接は制御できません。しかし、抵抗を介してHレベルを出力することで、そこに電流を

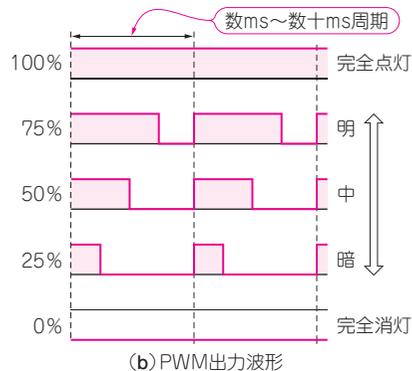


図1 LEDのPWM点灯の動作