

圧電スピーカー(圧電サウンダ)による入力の検討

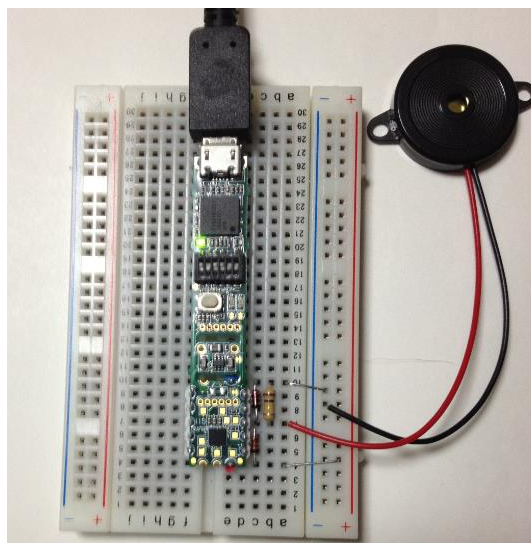
強い要望があり、圧電スピーカーを入力デバイスとして使うことにしました。元々が発音素子なので、どの程度の出力になるかが分かりません。

音声入力をアナログ信号として使用するのではなく、デジタル的に使用するだけなので、細かいチューニングは不要です。そこで、実際に評価回路を作成して、測定してみました。

圧電スピーカーは、秋月電子で 2 個¥100 で販売している 24mmφの SPT08 を使用してみました。保護用に20本で¥200 の超小型ショットキーダイオード(40V350mA)SD103Aを使用します。

回路としては 32 倍の増幅度に設定したPGAの出力を A/D 変換してみることにしました。圧電スピーカーの出力を 100kΩの抵抗でグラウンドに接続し、ショットキーダイオードで電源とグラウンドに接続して過電圧保護を行い、PGAI に接続しておきます。

評価回路の写真を下に示します。ここでは、RL78/G11スティック型評価ボード オンボードデバugga搭載に DIP 部の 10pin の端子と電源及びグラウンドにピンを半田付けしたものを使っています(回路図は最後に示しています)。



さすがに、 세미나でやっていたように、輪ゴムで端子を固定するのは信頼性や接触抵抗が気になるので、きちんと半田付けしておきます。

評価用のプログラムは、8bit の変換結果を 1024 データ分のバッファに書き込み、その最大値を求めるようなプログラムを A/D 変換完了割り込み処理の中で実行するようにしてあります。

```
/* Start user code for global. Do not edit comment generated here */
volatile uint8_t g_AD_data[1024]; /* A/D data buffer */
volatile uint16_t g_AD_pnt = 0x0000; /* data pointer */
volatile uint16_t g_MAX_pnt = 0x0000; /* MAX data */
volatile uint8_t g_AD_max = 0x00; /* MAX data */
/* End user code. Do not edit comment generated here */

/* *****
 * Function Name: r_adc_interrupt
 * Description : None
 * Arguments : None
 * Return Value : None
 * *****
static void __near r_adc_interrupt(void)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */
    uint8_t work;

    0012d work = ADCRH; /* get A/D data */
    0012f g_AD_data[g_AD_pnt] = work; /* store data */
    00135 if ( g_AD_max < work )
    {
        0013b g_AD_max = work;
        0013e g_MAX_pnt = g_AD_pnt;
    }

    00144 g_AD_pnt++;

    00147 if ( g_AD_pnt > 0x03FF )
    {
        00150 g_AD_pnt = 0x0000;
        00153 NOP();
    }
}
```

比較的静かな室内での測定結果の一部を下に示します。1024 データごとにブレイクさせて確認しましたが、0x29~0x2D 程度の値でした。

g_AD_data																
	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+a	+b	+c	+d	+e	+f
ff900	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
ff910	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	2A
ff920	29	29	29	29	29	29	2A	29	29	29	29	29	2A	29	29	29
ff930	29	29	29	2A	29	2A	2A	29	29	2A	29	29	2A	29	29	29
ff940	29	29	29	29	2A	29	29	2A	2A	29	2A	29	2A	2A	29	2A
ff950	29	29	2A	2A	2A	2A	29	2A	2A	2A	2A	29	29	29	29	2A
ff960	29	29	2A	29	2A	29	29	29	29	29	2A	29	2A	2A	2A	29
ff970	29	29	2A	2A	2A	29	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff980	2A	2A	2A	2A	29	2A	2A	2A	29	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff990	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff9a0	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff9b0	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff9c0	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff9d0	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff9e0	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ff9f0	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ffa00	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ffa10	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ffa20	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ffa30	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A	2A
ffa40	2A	2B	2A	2B	2A	2A	2A	2B	2B	2A	2B	2A	2A	2B	2A	2A
ffa50	2B	2B	2A	2B	2A	2B	2A	2A	2A	2A	2B	2A	2B	2B	2A	2A
ffa60	2B	2A	2A	2B	2B	2B	2A	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2A	2B	2B
ffa70	2B	2A	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffa80	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffa90	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffaa0	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffab0	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffac0	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffad0	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffae0	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2C	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
ffaf0	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2C	2B	2B	2C	2B	2B	2B
ffb00	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B

参考として PGAI 入力をグラウンドに接続した状態での PGA-A/D の結果は全て 0x00 になっていました。圧電スピーカーを外して、100kΩの抵抗とダイオードだけにすると、0x2A~0x34 程度の値が得られました。これらの結果から、PGA は入力オフセット電流の影響が支配的なようです。

20cm 程度の距離で弱めに手をたたいた結果では 0x34 が、普通にたたくと 0x4F、少し強くたたくと 0x6F などが最大値として得られました。かなり大きくたたくと 0xFF と飽和してしまったようです。

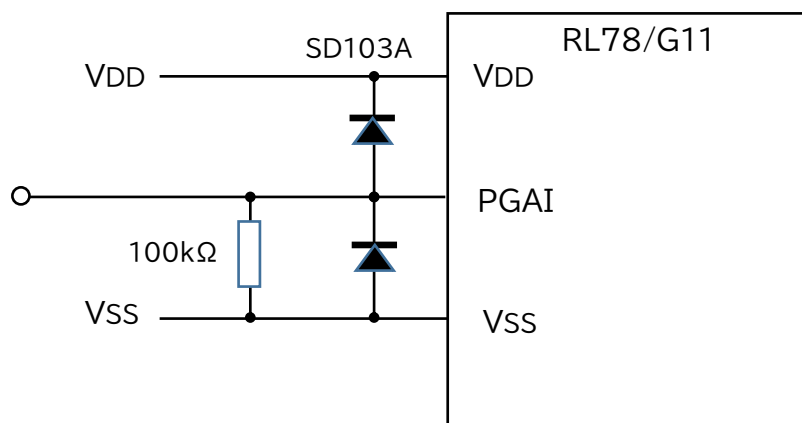
この結果から、閾値を 0x40 程度にしておけば、外因等で誤検出は起こさないと考えられます。

今回の検証では、PGA+A/D コンバータを使って変換結果をチェックしました。実際にロボットに組み込む場合には、RL78/G11 の特徴を活かし、ソフトウェアの介在なしで処理します。

具体的には、PGA で 32 倍した結果と D/A の出力をコンパレータに入力して比較し、D/A コンパレータの設定値(閾値)以上になったら割り込みを発生させることにします。

PGAのゲインを 8 倍に変更したところ、外因の影響は 0x0A 程度になりました。また、圧電スピーカーを大きい 34mmφのものに変更したところ大きな出力が得られましたが、同じ大きさの音を発生させることができないので、あくまで参考程度です。

回路例を以下に示します。



この機能は、ロボットの起動に使用します(この機能で起動し、5 分で停止させます)。

この評価に使用したプロジェクトを添付しておきます。

以上