

第2章

ヒューマノイド・ロボットの聴覚機能の設計

—アナログ・プログラマブル・デバイスを活用して機能拡張を実現

川瀬宏和

ここでは、アナログ・プログラマブル・デバイスをヒューマノイド・ロボットの聴覚機能の設計に活用した事例を紹介する。汎用OPアンプICなどで構成していた部分にアナログ・プログラマブル・デバイスを利用した。OPアンプICとして集積度が高いだけでなく、フィルタやゲイン(利得)制御部も集積できたことで、従来とほぼ同じボード・サイズで入力チャンネル数を2倍にできた。(編集部)

筆者らは、写真1に示すロボット(ヒューマノイド)の聴覚機能を実現することを目的としたシステムを開発しました。産業技術総合研究所 情報処理研究部門メディアインタラクショングループと共同で開発しました。

ロボットがオフィスや家庭、公共空間などの実環境下で、人とコミュニケーションしながらサービスを行う場合、環

境に存在するさまざまなノイズの中で、人の声を認識することが必要となります。このシステムでは、複数のマイクロホンで音を収集し、収集した音の情報をもとに音源の位置を推定し、目的となる音源の信号をほかの環境ノイズなどと分離しなければなりません。

筆者らのシステムは、2002年より開発を開始し(第1世代システム)、現在は第2世代になっています。第1世代システムでは、8チャンネルのマイクロホン入力を最大16kHzサンプリングで同時に収集し、リアルタイムに解析することができました。第2世代システムでは、マイクロホン入力を8チャンネルから16チャンネルに拡張し、サンプリング周波数を最大64kHzまで引き上げました。さらに音声信号の解析だけでなく、ロボットの視覚(CCDカメラの情報)についても解析できるように機能を拡張しました。

2



写真1 ヒューマノイドHRP2

ロボット聴覚システムの構成

設計したロボット聴覚システムは、アナログ・ボード、

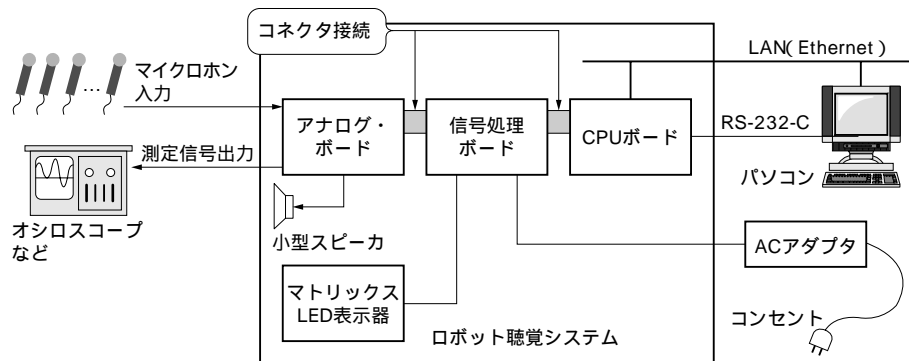


図1 ロボット聴覚システムの構成

アナログ・ボード、信号処理ボード、CPUボードの三つのボードで構成される。

信号処理ボード、CPUボードの三つのボードで構成されます。アナログ・ボードは、マイクロホン・アレイからの信号を入力するための8/16チャンネル同時サンプル機能を搭載したA-Dコンバータと測定用信号を出力するための2チャンネルのD-Aコンバータを搭載します。信号処理ボードは、アナログ・ボードで収集した多チャンネルの信号をリアルタイムにフィルタ処理(FIRフィルタ)します。CPUボードでは、データの解析や音源位置推定、分離フィルタの学習などの複雑な計算を行います。このため64ビット浮動小数点演算も可能です。

この三つのボードのうち、アナログ・ボードにおいては、マイクロホン・アンプとエイリアシング・フィルタの処理を行います。第1世代のシステムでは、汎用OPアンプICを使っていましたが、第2世代システムではアナログ・プログラマブル・デバイスを使用しました。

図1にシステム構成図を示します。

● 第1世代システムの要求仕様

アナログ・ボードのアナログ入力部に必要な機能は、マイクロホンからの微小信号を増幅し、A-Dコンバータのサンプリング周波数に合わせてエイリアシング・フィルタ処理を行うことです。アナログ出力部に必要な機能は、D-Aコンバータから出力された波形のフィルタ処理を行うことです。

第1世代システムのアナログ回路部は、入力チャンネル数が8チャンネルで、A-Dコンバータで全チャンネル同時サンプリングを行うものでした。サンプリング周波数は16kHzで

す。50~70dBのゲインのマイクロホン・アンプ、サンプリング周波数の1/2をカットオフ周波数とするエイリアシング・フィルタ、2チャンネル出力のD-Aコンバータと出力フィルタなどを搭載しました。これらの機能を最大で74mm x 149mmのボードに搭載していました。

この要求仕様を満たすために必要となるパーツを見積もると、OPアンプが38個、アナログ・スイッチが8個、ゲイン切り替えスイッチが1個、A-Dコンバータが2個、D-Aコンバータが2個となりました。

実際に作成したボードを写真2に示します。太い線で囲まれた部分がアナログ部となります。一般的な小型パッケージのOPアンプとフィルタ・デバイスを使用した結果、アナログ部の占有面積を50%以下に抑えることができました。

● 第2世代システムの要求仕様

第2世代システムのアナログ回路部は、入力チャンネル数が第1世代の2倍である16チャンネルで全チャンネル同時サンプリングを行うものです。サンプリング周波数は最大64kHzで、可変にします。

40~60dBのゲインのマイクロホン・アンプ、エイリアシング・フィルタ、2チャンネルのD-AコンバータとD-A出力フィルタは、第1世代システムと同様に搭載します。ボードのサイズは、第1世代システムのボードをベースに、+10%程度しか拡張できません。

この要求仕様を満たすために必要となるパーツを見積もると、OPアンプが70個、アナログ・スイッチが16個、ゲイン切り替えスイッチが1個、A-Dコンバータが3個、D-

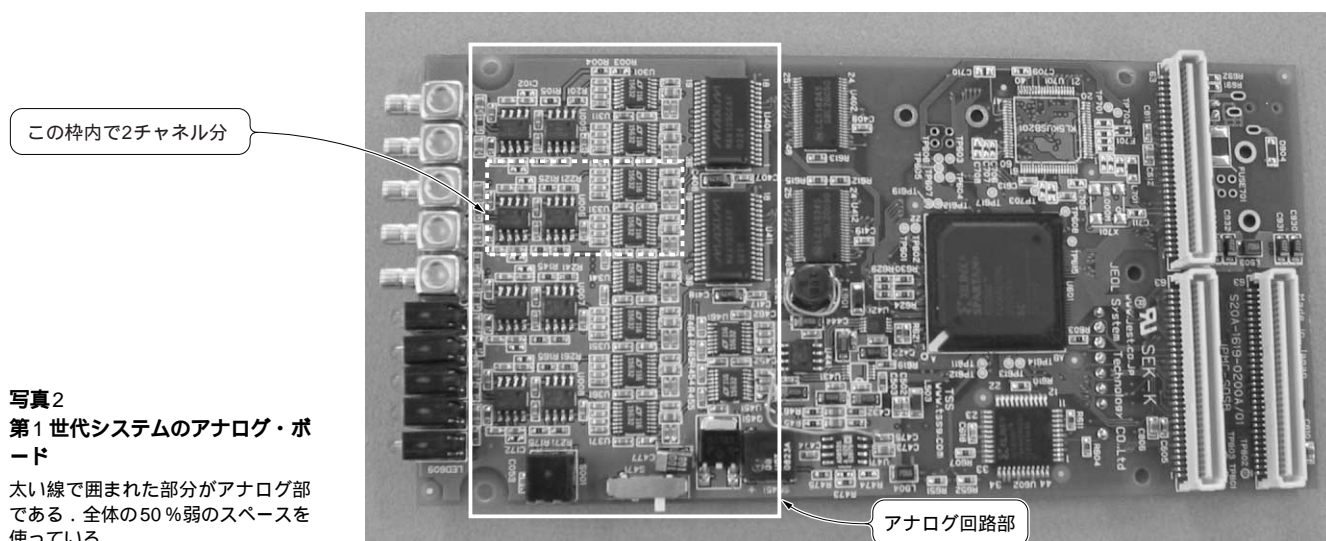


写真2
第1世代システムのアナログ・ボード

太い線で囲まれた部分がアナログ部である。全体の50%弱のスペースを使っている。