

同期加減算に基づく自動音高判別システム

5C-3

齋藤努* 小林滋** 野田宗邦* 田所嘉昭***

*豊田工業高等専門学校 **新潟大学工学部 ***豊橋技術科学大学工学部

1. まえがき

歌声や楽器演奏音などから楽譜を作成する採譜の作業は、人間がこれを行うためには専門的な知識が必要である。そこで、計算機を用いた自動採譜の研究が行われている。楽器音の採譜を行うためには、各音素の基本周波数(音高)と、その持続時間(音価)を決定する必要がある。このための周波数分析法として、一般的なFFTと比較して計算量が少なくし形フィルタによる方式¹⁾、同期加減算法による方式²⁾を提案した。本稿ではこの同期加減算法式を用いた音高判別システムをPC上で開発したので報告する。

2. 同期加減算法による音高検出の原理

入力信号を $x(t) = \sin(2\pi ft + \alpha)$ とした場合、サンプリング周波数 $f_s = f$ でそのsin成分とcos成分のそれぞれの極値を同期加減算式(1)に示すように累積値 $A(r)$ を求める。この $A(r)$ は図1のように加減算回数 r とともに単調に増加していくが、 $f_s \neq f$ の場合には、単調増加することはない。

$$A(r) = \left| \sum_{n=0}^{r-1} y_s(n) \right| + \left| \sum_{n=0}^{r-1} y_c(n) \right|$$

$$y_s(n) = x\left(\frac{n}{f_s} + \frac{1}{4f_s}\right) - x\left(\frac{n}{f_s} + \frac{1}{2f_s} + \frac{1}{4f_s}\right)$$

$$y_c(n) = x\left(\frac{n}{f_s}\right) - x\left(\frac{n}{f_s} + \frac{1}{2f_s}\right) \quad (1)$$

これを用いて入力信号の基本周波数を推定することができる。実際には位相、倍音の影響を避けるために改良同期加減算法を用いている。

3. 同期加減算法を用いた自動音高判別システム構成

同期加減算法を用いた音高音価判別のシステム構成を図3に示す。まず入力された音をオーバーサンプリング法(図2)にてサンプリングを行い、得られたサンプル点に対して各音高の同期加減算法を並列に行う。得られた各音高に対応する累積値から図4に示す音高識別処理により音高を検出する。そして得られた音高検出結果と、継続する音の音高検出結

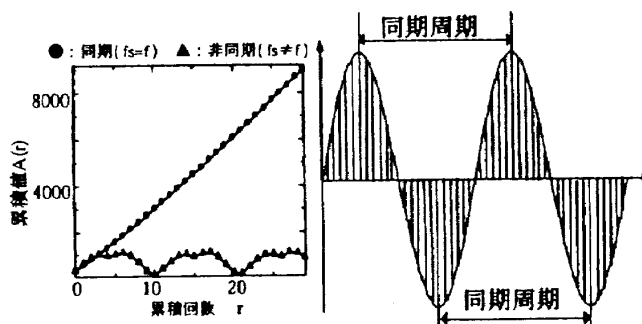


図1 同期加減算法の累積値

図2 オーバーサンプリング法の原理

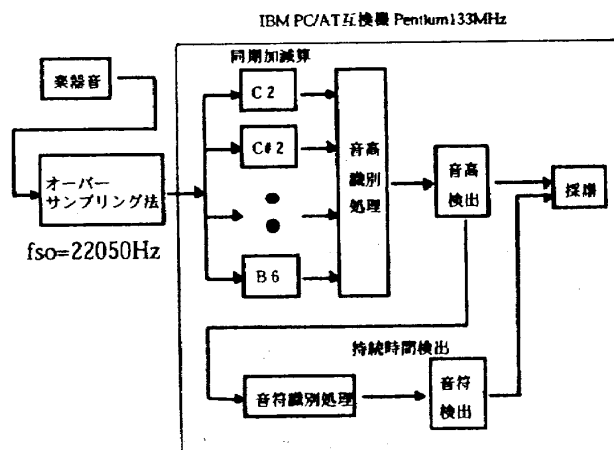


図3 同期加減算法を用いた音高音価判別システム構成

A automatic scale detection system based on synchronous addition and subtraction.

Tsutomu Saito*, Shigeru Kobayashi**, Hirokuni Noda*, Yoshiaki Tadokoro***

*Toyota National College of Technology, 1-2 Eisei, Toyota-shi, Aichi, Japan

**Niigata University, 2-8050 Igarashi, Niigata-shi, Niigata, Japan

***Toyohashi University of Technology, 1-1 Hibiogaoka, Tenpaku, Toyohashi-chi, Aichi, Japan

果との関係からその音高の音の持続時間を求める。

4. 自動音高判別システムSasWin

同期加減算法を用いた自動音高判別システムシステムSasWinをPC (PC: IBM PC/AT互換機 Pentium 133MHz OS: Windows95) 上に構築した。SasWinではオクターブ番号2~6までの単音, 和音の音高推定を目標に作成した。図5, 6に構築した自動音高判別システムSasWinの表示例を示す。表示は12音階表示(図5)と60音階表示(図6)を切り替えられる。

このシステムではWindows上の標準の音楽ファイル形式のWAVファイルのデータを処理(バッチ処理)することができる。このため標準のサウンドボードが搭載されたPC (Pentium 133MHz以上)であれば, Windowsに付属のsound recorderで取り込んだ音楽の音高判別および持続時間の検出を簡単に行うことができる。図5, 6は電子キーボードのオクターブ番号4のピアノ音の単音, 和音の音高と持続時間の検出結果である。ここに示すように和音でも離れた3和音程度であれば, 判別が可能である。

またサウンドボード (Sound Blaster互換) から入力した音データをリアルタイムに処理し, 音高を表示するシステムを現在開発中で, 現在単音の表示が可能となっている。

5. まとめ

PC上で稼働する, 同期加減算処理による楽器音の音高判別システムを開発し, その性能を確認した。その結果, 2~6オクターブにおいて楽器音の単音, 3和音が判別できた。しかし, 音量の変動した場合や, 非常に持続時間の短い音 (250ms以下) 等に対しては不安定な出力が見られる等の問題があった。また, 音符推定においては, 音の持続時間は検出できるが音符への変換はまだできていない。

そこで今後はこれらの問題点に対応し, 持続時間から音符を正確に抽出できるシステムを構築していく。また同期加減算法による歌声の音高判別への応用を検討する。

参考文献

- 1) 齋藤, 松井, 本多, 田所: くし形フィルタに基づくDSPを用いたリアルタイム音階検出, 計測自動制御学会論文集, 34-6, 504/509 (1998)
- 2) 小沢, 田所, 和田守, 齋藤: 同期加減算による採譜のための音階検出, SICE96,302A-5(1996)

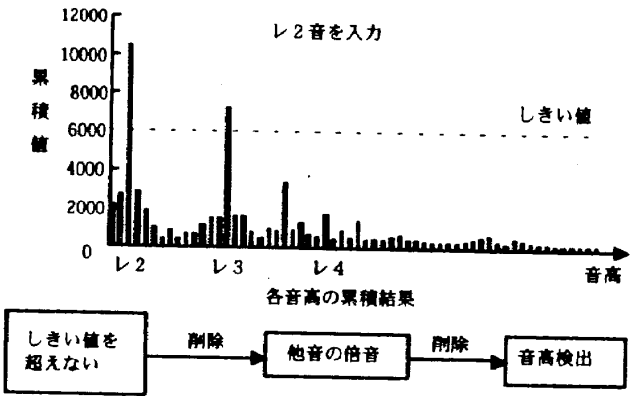


図4 音高識別処理の原理

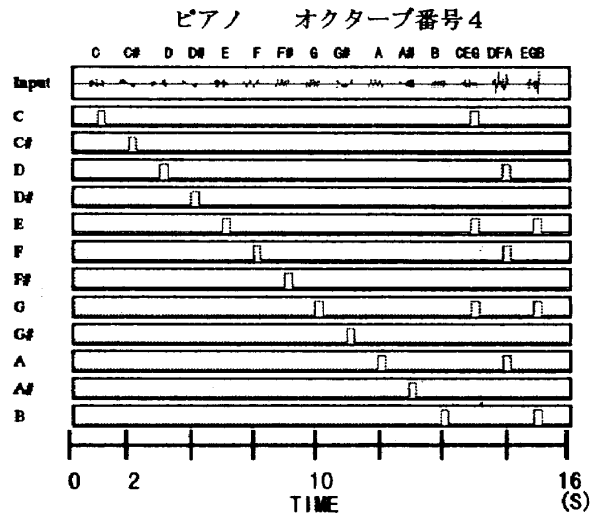


図5 音高と持続時間の検出結果 (SasWin)

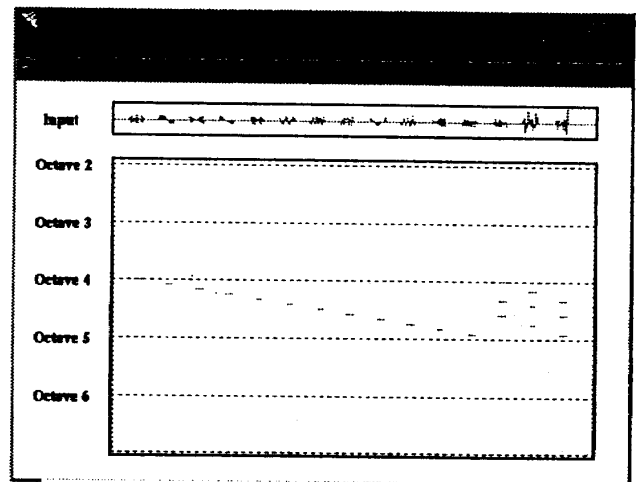


図6 自動音高判別システムSasWin