

平成17年 12月 16日

|           |      |        |       |
|-----------|------|--------|-------|
| 電子・情報工学専攻 |      | 紹介教員氏名 | 田所 嘉昭 |
| 申請者氏名     | 齋藤 努 |        |       |

## 論文要旨(博士)

|      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| 論文題目 | 加減算処理に基づく電子楽器音のリアルタイム採譜システムに関する研究 |
|------|-----------------------------------|

(要旨 1,200字程度)

楽器の演奏音や歌声から楽譜を作成することを採譜という。この採譜をコンピュータなどで自動的に行う自動採譜の研究が種々行われているが、まだ完璧にリアルタイム自動採譜を行うシステムは開発されていない。採譜をリアルタイムで行うことによって、その用途は大きく広がると考えられている。

本論文では電子楽器音を対象に、加減算のみの演算による高速処理可能な周波数分析法のアルゴリズムを提案し、リアルタイムで音高推定を行うシステムの検討を行った。

Notch 型くし形フィルタを用いた音高推定では、それぞれの音高に対応した周波数によるサンプル点の減算によるくし形フィルタを用いる。このフィルタは周波数領域において基本周波数の倍数の個所に零点を持ち音楽信号の基本周波数とその倍音を同時に除去することにより音高推定の処理が簡単にできる。さらに、同期加算の一種であり基本周波数の倍数の個所に極を持つ Resonator 型くし形フィルタも検討した。また、このくし形フィルタは、各音高に対応した周波数でサンプリングする必要がある。そこで、オーバーサンプリング法により一定の高い周波数でサンプリングを行い、各音高に対するサンプル周波数に対応した遅延により実現したフィルタを提案した。また和音の推定は、くし形フィルタの縦続接続により 12 音高の一つの音のみを出力するフィルタによりそれぞれの音を抽出、分離して判別を行うことで実現した。

同期加減算 (Synchronous Addition and Subtraction : SAS) を用いた方法は、音楽信号の sine 成分と cosine 成分の極値の位置で加算、減算を行うことにより、その累積値が増加していくことを検出して音高を推定する。この場合も倍音の影響があるため、サンプル点を追加して、3 倍音の影響を少なくする方法を考案した。SAS 法においてもそのサンプリングは各音高の周波数に対応して行う必要がある。そこでオーバーサンプリング法によるサンプル点の近似をする方法で並列に同期加減算を行うことで音高推定が可能になった。SAS 法では、同期周波数付近の信号の累積値が周波数のずれ  $\Delta f$  により周期的に変化する。これを利用して適応同期加減算法により音高推定が可能であることを示した。

以上述べた加減算に基づく音高推定アルゴリズムを用いて、実際の音楽信号をリアルタイムに採譜するシステムを構築し、その性能を評価した。DSP を用いた Notch 型くし形フィルタによるリアルタイム音高推定システムを構築した。このシステムを用いて単音はオクターブ 2 から 5 までの 48 音高、和音についてはオクターブ 2 の C から 5 の C# までを採譜対象とし、実際の楽器音を入力とし音高推定がリアルタイムで可能であることを示した。また、同期加減算処理に基づく音高判別法によりパーソナルコンピュータ (PC) を用いて、実際の楽器音をオクターブ 2 から 6 までの 60 音高の単音、3 和音を入力しリアルタイムに音高推定処理を行いその結果を表示するシステムを構築した。また適応同期加減算法による音高推定方法を提案し、PC 上のソフトウェアで和音の音楽信号の処理を検討した。打楽器音を含む楽音についてはシミュレーションで打楽器音の影響を最小限にして音高判別が可能であることを示した。