



雑音に埋もれたタイミング 揺らぎを測る

株式会社アドバンテス研究所 主席研究員 山口 隆弘

1年間、皆様と「確率過程」と「データ変換器」をその応用の視点から勉強します。特に、新しいタイプのデータ変換器の技術動向を紹介します。

データ変換器。たとえば、センサ・ネットワークの各ノードにおけるセンサは電力、温度、湿度、ガス、照度を多点同時モニタする。アナログ量をモニタするときはデジタル値に変換されて、中枢ノードへ送信される。データ変換器を利用し、アナログ量はデジタル値に変換される (AD 変換器)。電池駆動のノードも多く低消費電力のデータ変換器が重要になる。

低消費電力を狙ったデータ変換器。アナログ量は連続データであり、無限個のレベルをもつと解釈できる。従来の AD 変換器は、入力のアナログ量を等間隔でサンプリングし、有限個のレベルに対応させる (量子化)。3つの課題がある。(a) 無限個の振幅レベルを有限個のレベルで近似するための振幅量子化誤差が必ず生じる。(b) 等間隔のサンプリングは、もとのデータの低周波成分と高周波成分が混合してしまう (エイリアシング)。(c) 消費電力はサンプリング周波数に比例し大きくなる。

これらの課題を解決するため、イベント駆動タイプの AD 変換器が研究されている。アナログ信号があるレベルを横切るイベントに着目し、アナログ量をデジタル値に変換する。(a) レベルクロスのシキイ値電圧は無限レベルの値であるから、振幅についての量子化誤差は生じない。一方、レベルクロス時刻は、時間デジタル変換器で量子化される。このため、時間量子化誤差が生じる。(b) 一般にレベルクロス時刻は不等間隔であるから、エイ

シングは生じない。(c) イベントに対応してレベルクロス時刻を検出すればよいから、消費電力は最小化できる。

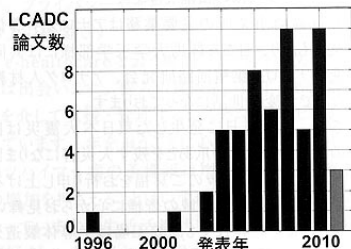


図 1. ジャーナル誌や IEEE の主要なカンファレンスに発表されたレベルクロス ADC の論文数推移。2011 年は、発表予定論文をふくむ。2007 年の論文数は、小林春夫教授のジャーナル論文をふくむ。

レベルクロス ADC に関する論文数推移。レベルクロス ADC は、非同期アナログ信号処理、不等間隔のデジタル信号処理、集積回路技術という複数分野にわたる知恵を集積しながら研究がすすんでいる。図 1 はこのレベルクロス ADC にかんする論文数推移を示している。基礎理論やアーキテクチャの考察は、2011 年に大きな転換点を迎えると予測される。

このレベルクロス ADC の応用 (雑音に埋もれたタイミング揺らぎのスペクトルの測定) について紹介します。

確率・統計・統一的視点から、ジッタ測定の基礎も論じます。