

A-1-7

ソーティング・ネットワークを用いた2値量子化ウェーブフィルタ

BINARY-QUANTIZED WAVE FILTER USING SORTING NETWORKS

諸橋聖 Masaru Morohashi 藤坂尚登 Hisato Fujisaka 神尾武司 Takeshi Kamio 生岩量久 Kazuhisa Haeiwa

広島市立大学 情報科学部 Faculty of Information Science, Hiroshima City University

1 目的

高速、小型、弱信号のナノエレクトロニックデバイスを用いて回路を実現するためには、デバイス間の遅延、寄生要素を小さくする必要があるため、各モジュール間の接続が局所的であることが望ましい。

本研究では、分布定数型フィルタを空間的に離散化することで、回路セルが局所的に結合した構成にすることができ、各セルが信号のビット毎のクロックに同期して処理することができる2値量子化ウェーブフィルタを構成した。

2 2値量子化モデル

フィルタに用いる回路の1つは、ANDとORのペアからなるセルを図1のように構成するソーティング・ネットワークである。これは、入力信号の”1”を上端出力へ”0”を下端出力へ分離する。

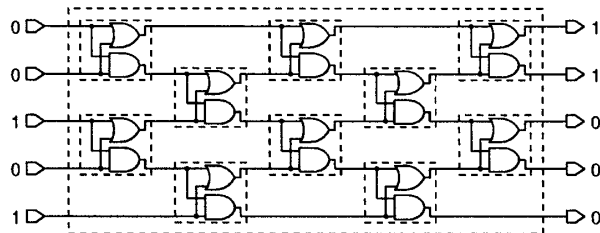


図1 ソーティング器

これを図2(a),(b)のように構成すると出力が各々、 $z(n) = x(n) + y(n)$ ,  $z(n) = (x(n) + y(n))/2$  となる2つの加算器が構成できる。

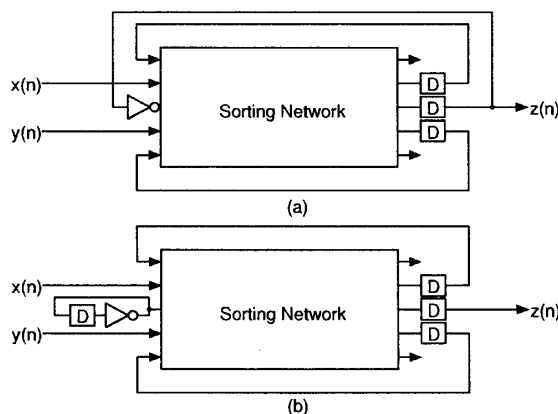


図2 ソーティング・ネットワークを用いた加算器

これを図2(a)の加算器をさらにN段縦続接続することで、図3の定数乗算器が構成できる。出力は、 $b_l(n) =$

$\frac{N}{N+1}a_l(n) + \frac{1}{N+1}a_r(n)$  となり、これを縦続接続することで任意の出力を得ることができる。

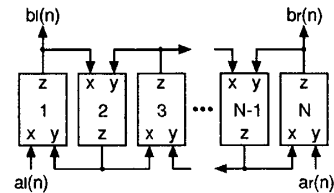


図3 定数乗算器

図4のように、図2(b)の加算器 (Adder), 図3の定数乗算器 (Multi), シフトレジスタ (Delay) を用いてフィルタが構成できる。これは1段の棒状ローパスフィルタであるが、多段に接続することで任意の特性が得られる。

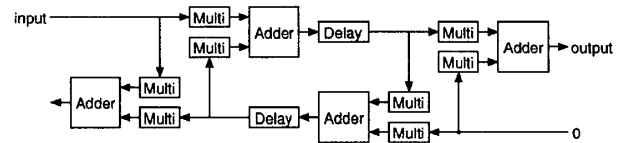


図4 ローパスフィルタモデル (1段)

3 回路シミュレーション

量子ドットセルオートマタ (QCA) を用いて図4の回路を構成し、QCADesignerによりシミュレーションを行った。その結果を理論値とともに図5,6に示す。振幅、位相ともに理想フィルタに近い特性を得られた。この結果より、多段に接続したときも同様の結果が得られる。

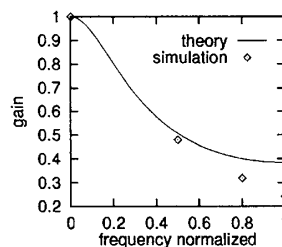


図5 振幅特性

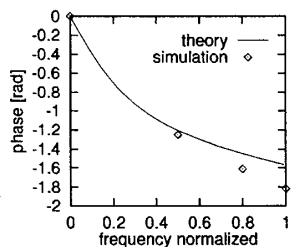


図6 位相特性

4 結論

量子効果デバイスによる実現を容易にするために、ソーティング・ネットワークを用いた簡単構造のデジタルフィルタを考案し、シミュレーションにより動作確認した。

参考文献

[1] 濱野大輔, 藤坂尚登, 森末道忠 “2値量子化された分布定数型デジタルフィルタ” NLP2003-65 p.49-53