

РЕАЛИЗАЦИЯ ФИЛЬТРОВ В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ

Авдеева Г.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Качинский М.В. – к.т.н., доцент

В операциях цифровой обработки сигналов особое внимание уделяется цифровой фильтрации. Одна из основных цифровых операций — свёртка. Эта операция хорошо изучена и для неё разработаны эффективные схематические решения. Однако при больших размерностях БПФ производительность этих устройств существенно снижается. В данной работе предлагается реализация фильтров в конечных полях. Такая реализация обладает внутренним параллелизмом, который позволяет избежать существенного роста временных затрат на выполнение операций при увеличении размерности БПФ.

Принцип действия фильтрации основан на вычислении свёртки входного сигнала и импульсной характеристики фильтра [1]:

$$y(k) = (x * h)(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)h(k-n), k = 0, \dots, N-1$$

Для вычисления свёртки сигналы сдвигают относительно друг друга, почленно перемножают и складывают. Наибольшие затраты ресурсов приходятся именно на операции умножения и сложения. Именно от эффективности реализации этих двух арифметических операций (особенно операции умножения) зависят аппаратные и временные характеристики фильтра. Следовательно, главной задачей является оптимизация выше упомянутых операций, необходимых для расчёта каждого отсчёта на выходе фильтра.

Одним из решений поставленной задачи может стать реализация фильтров в конечных полях.

Конечное поле, или поле Галуа в общей алгебре — поле, состоящее из конечного числа элементов; это число называется порядком поля [2].

Для построения алгоритма цифровой фильтрации использована китайская теорема, что обеспечивает сохранение промежуточных результатов в системе остатков, и только конечные значения будут перекодированы к целочисленному виду [3]. Следовательно, при значительном объёме вычислений будут сокращены временные и аппаратные затраты.

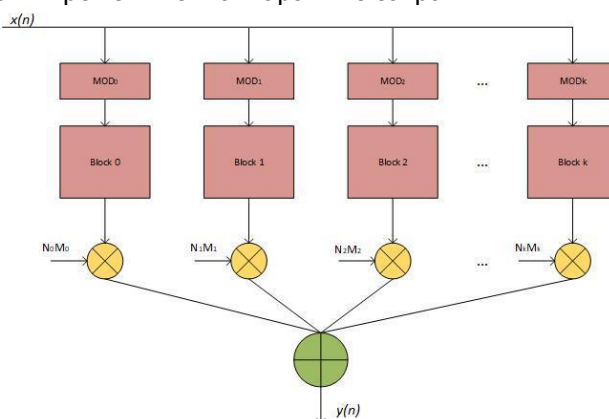


Рисунок 1 – Структурная схема фильтра в конечных полях

Достоинства структурной схемы, представленной на рисунке 1:

- 1) все каналы независимы по каждому модулю;
- 2) реализация таких устройств на основе FPGA легко поддается перепроектировке;
- 3) каналы трассировки распространяются исключительно внутри вычислительного канала, следовательно, уменьшается потребляемая мощность.

Список использованных источников:

1. Lyons R. Understanding Digital Signal Processing/ R. Lyons // Prentice Hall ;– 2011. – 3 edition. – P. 78.
2. Ширяев В. М. Прикладная алгебра. Теория чисел : сборник задач для студентов факультета прикладной математики и информатики / В. М. Ширяев. — Минск : БГУ, 2009. — 152 с.
3. Чопик, А.А. Применение китайской теоремы об остатках в криптографии / Гагаринские чтения – 2016: XLII Межд. молодёжная научная конференция: Сборник тез. докл.: В 4 т. М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2016. Т. 1: с. 246