

## ПРИМЕНЕНИЕ SIMD-ПРОЦЕССОРА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ЦОС

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

Лавникович Д. А.

Татур М. М. – д. т. н., профессор

Практическая реализация методов и алгоритмов, используемых в цифровой обработке сигналов, часто подразумевает работу в реальном масштабе времени. Это приводит к необходимости аппаратного ускорения максимального количества используемых вычислительных операций. SIMD-процессоры представляют один из подходов к аппаратной оптимизации операций ЦОС.

SIMD-процессоры представляют собой вычислительные средства, работа которых основана на инструкциях, обрабатывающих за один раз множество данных (single input multiple output). Это происходит за счет аппаратного распараллеливания инструкции на множестве вычислительных блоков (процессорных элементов). В наиболее общем виде данная схема представлена на рисунке 1.

Основной операцией цифровой обработки сигналов является взвешенное суммирование. Она применяется сразу во множестве алгоритмов: свертка, фильтрация, деконволюция и многие другие. Данная операция определяется формулой  $y = \sum x_i w_i$  и может быть представлена в матричном виде как  $y = X^T W$ . Схематически взвешенный сумматор и основанный на их базе SIMD-процессор изображены на рисунке 2.

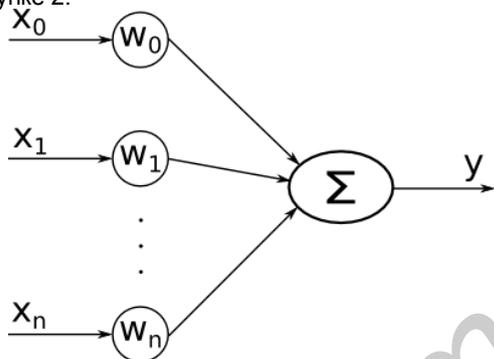


Рис. 1 – Схема взвешенного сумматора

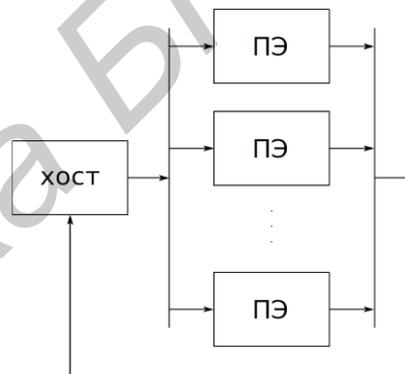


Рис. 2 – Структурная схема SIMD-процессора

На основе данной архитектуры с взвешенными сумматорами в качестве процессорных элементов может быть реализован некоторый частный случай SIMD-процессора, хорошо приспособленный для выполнения определенного набора алгоритмов ЦОС.

Следует отметить, что данная организация позволяет не просто производить распараллеленное взвешенное суммирование, в более общем случае тут наблюдается простейшее произведение и с некоторым допущением суммирование матриц. В этом случае в каждом ПЭ может находиться строка-столбец весовой матрицы, на которую происходит перемножение, а на входы будут подаваться строки умножаемой матрицы.

Основной вопрос эффективности использования данной структуры заключается в оперативной подаче информации для обработки. Часть используется схема одновременной подачи всех данных, используемых при вычислении, однако этот подход не применим в случае матричных вычислений вследствие большого объема данных и зачастую их неизменности. Поэтому в случае приведенной организации процессора имеет смысл хранить все необходимые для вычислений данные (например веса) в локальной памяти процессорных элементов. Тогда в общем случае использование процессора будет состоять из следующей последовательности действий:

1. Запись весовых коэффициентов в локальную память процессорных элементов;
2. Запись очередного набора входных данных;
3. Выполнение инструкции, считывание результата и переход к шагу 2.

Для эффективности загрузки данных в случае обработки сигнала в реальном времени возможно использование сдвигового регистра на входе процессора, что позволит записывать только новое значение сигнала.

Таким образом было показано как при помощи простейшего SIMD-процессора возможна реализация набора базовых операций цифровой обработки сигналов. Так же в ходе работы на языке Python была написана реализация модели приведенного SIMD-процессора, после чего на ней была выполнена фильтрация цифрового сигнала.