технология выбора оптимального объема резервных процессорных элементов. На основе анализа реализации приведенных выше отказоустойчивых процессоров разработаны общие рекомендации для проектирования линейных отказоустойчивых систолических массивов.

Систолический процессор пробразования Фурье с интеграцией на уровне пластины

В.А. Головко, В.Б. Гладыщук, Г.Х. Циркина

В настоящее время перспективы дальнейшего роста степени интеграции схем связывается со схемами с интеграцией на уровне пластины, которые по сравнению с современными СБИС позволяют сделать не просто колличественный, а качественный скачок в увеличении числа функций, выполняемых схемами на монолитном кремнии, надежности и производительности.

В настоящей работе рассматривается реализация систолического процессора преобразования Фурье с интеграцией на уровне пластины. При этом процесср выполняет дискретное преобразование Фурье, которое реализуется по схеме Горнера

$$F_k = ((X_{N-1}W_N^k + X_{N-2})W_N^k + \ldots + X_1)W_N^k + X_0.$$

где $k = \overline{0,N-1}$, N - общее число отсчетов, $\{X_0, X_1 \ldots X_N\}$ - совокупность исходных отсчетов, W_N^k - весовые коэффициенты, которые вычисляются следующим образом:

$$W_N^k = \exp(-j2\pi kn / N).$$

Систолический процессор представляет собой линейку процессорных элементов (ПЭ), в которой при необходимости возможен обход отказавших элементов. При этом средства отказоустойчивости могут быть ориентированы как на нейтрализацию производственных, так и эксплуатационных отказов. Для нейтрализации производственных отказов в схему вводится ПЗУ дефектов, в которое на этапе производства путем пережигания плавких перемычек заносится информация о работоспособности процессорных элементов. С целью нейтрализации эксплуатационных отказов для каждого процессорного элемента схемы вводится триггер работоспособности, в который заносится соответствующая информация о состоянии ПЭ при тестировании схемы на этапе эксплуатации. Выводы ПЗУ дефектов и триггеров работоспособности управляют коммутационными элементами схемы, в результате чего при необходимости осуществляется обход неисправных ПЭ, т.е. происходит автоматическая реконфигурация схемы.

Загрузка данных в систолический процессор осуществляется параллельно с вычислениями. При этом данные представляют собой комплексные числа, каждое из которых представлено двумя 8-разрядными словами в формате с фиксированной запятой. По проведенным оценкам общее число вентилей в одном ПЭ составляет порядка 4000, а площадь пластины, необходимая для реализации 80 ПЭ - 12 см². В работе приводится моделирование выхода годных описанной выше схемы при различных параметрах кластеризации дефектов на пластине. При этом для расчета выхода годных использовалось обобщенное отрицательное биномиальное распределение и в зависимости от типа кластеризации дефектов - статистика Максвелла-Больцмана или Бозе-Эйнштейна. Показано, что если для исходной без средств отказоустойчивости схемы в зависимости от исходных данных будет единицы процентов выход годных, то при введении средств отказоустойчивости он может достигнуть 30%, что является вполне приемлемой величиной. При этом площадь пластины достигает 15 см². Таким образом, в работе рассмотрена реализация процессора Фурье на пластине. Это позволяет добиться ультра высокой степени интеграции, увеличения производительности и надежности схемы. Схема процессора при этом характеризуется слайсовой архитектурой и отказоустойчивостью.

О весовом спектре кода, полученного в результате сдвига кода Хемминга

Л.П.Махнист, В.А.Головко, Г.Л.Муравьев, Л.П.Матюшков

Рассматривается распределение весов кода, полученного в результате сдвига кода Хэмминга H_m с параметрами (n, n-m, 3), где $n=2^m-1$.

Так как H_m - линейный код, то для любого вектора f из F^n код $f+H_m$, полученный в результате сдвига, есть смежный класс кода H_m, содержащий f. Ввиду того, что код H_m является совершенным, то для него имеется только два типа смежных классов, а именно: H_m и n смежных классов с ненулевым лидером.

Пусть f не принадлежит коду H_m, а A(k) - число слов с весом Хэмминга равным k, $0<k<n$, в коде $f+H_m$. Следующее предложение определяет весовую функцию кода $f+H_m$.

Предложение 1. Весовая функция W(x) кода, полученного в результате сдвига кода Хэмминга с параметрами (n, n-m, 3) имеет вид:

$$W(x)=[(1+x)^n-(1-x)^{a+1}(1+x)^a]/(n+1),\text{ где } a=(n-1)/2.$$