

УДК 681.142.343:621.397.0

А.В. Моисеев (6 курс, каф. ИУС), В.С. Тутыгин, к.т.н., доц.

## СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СБИС PLD Altera

С каждым годом круг применения систем обработки цифровой информации растет, растут и требования к таким системам. Среди систем обработки цифровой информации можно выделить определенный класс, для которых являются близкими некоторые свойства.

Есть некий непрерывный поток цифровой информации, поступающей с высокой скоростью, а системы обработки должны совершать некие действия над этим потоком данных и, соответственно, что-то выдавать на свои выходы. Это может быть и система связи, и система контроля состояния процесса в ядерном реакторе, и система автоматизации производства и т.д.

В данной работе будет рассмотрен один весьма конкретный тип систем обработки непрерывных потоков данных.

Имеется двумерный кадр 8-ми разрядной информации, получаемый искусственным спутником Земли, который необходимо передавать на Землю. Но из-за пропускной способности канала связи или по каким-то другим причинам передача полного объема информации невозможна, следовательно, требуется сжатие информации, причем в темпе ее получения.

Для решения данной задачи сотрудниками кафедры ИУС был предложен и запатентован (Авт. св. СССР №1497620) алгоритм регрессионного сжатия двумерных массивов информации. Суть его заключается в следующем.

Рассмотрим принцип сжатия двумерного массива информации, содержащего  $N = n \cdot m$  чисел (точек), где  $n$  – число точек в строке массива,  $m$  – число точек в столбце массива. Начало координат располагается в центре массива.

В качестве основных коэффициентов регрессионного сжатия используются величины  $X_{1i}$  и  $X_{2j}$ , вычисляемые по формулам:

$$x_{1i} = i - \frac{n+1}{2} \quad x_{2j} = j - \frac{m+1}{2}$$

где  $X_{1i}$ ,  $X_{2j}$  – являются основным набором коэффициентов регрессионного сжатия и представляют собой безразмерные координаты по строке и столбцу массива данных.

Сжатие и восстановление двумерного массива данных по упомянутому изобретению возможно только в том случае, если:

1. количество строк и столбцов – нечетное;
2. лучше считать, что они фиксированы и имеют шаг 1;
3. в качестве квадратичных членов уравнения регрессии используются не квадраты аргументов, а:

$$x_{1i}^* = x_{1i}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 \quad x_{2j}^* = x_{2j}^2 - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{2j}^2$$

Эти величины являются дополнительным набором коэффициентов регрессионного сжатия. Входные данные поступают последовательно слева направо строчка за строчкой. Частичные суммы вычисляются по формулам:

$$S_{1j} = \sum_{i=1}^n T_{ij} \quad S_{2j} = \sum_{i=1}^n X_{2j} T_{ij} = X_{2j} S_{1j} \quad S_{3j} = \sum_{i=1}^n x_{2j}^* T_{ij} = x_{2j}^* S_{1j}$$

$$S_{4j} = \sum_{i=1}^n x_{1j} x_{2j} T_{ij} = x_{2j} \sum_{i=1}^n x_{1j} T_{ij} \quad S_{5j} = \sum_{i=1}^n x_{1j} T_{ij} \quad S_{6j} = \sum_{i=1}^n x_{1j}^* T_{ij}$$

Частичные суммы вычисляются, накапливаются и после поступления всех чисел массива формируются выходные величины, определяемые по формулам:

$$S_1 = \sum_{i=1}^m S_{1j} \quad S_2 = \sum_{i=1}^m S_{2j} \quad S_3 = \sum_{i=1}^m S_{3j} \quad S_4 = \sum_{i=1}^m S_{4j} \quad S_5 = \sum_{i=1}^m S_{5j} \quad S_6 = \sum_{i=1}^m S_{6j}$$

представляющим собой сжатый образ исходного массива данных.

Исходные данные в двумерном массиве представлены с помощью  $K_1$  десятичных разрядов цифр. Величины  $S_1, \dots, S_6$  представлены с помощью  $K_2$  десятичных разрядов, определяемых из указанного ниже соотношения и, соответственно, коэффициент сжатия определя-

$$K_{сж} = \frac{N \cdot k_1}{M \cdot k_2}$$

ется по указанной ниже формуле:

где  $M$  – число передаваемых данных в линию связи,  $N$  – число точек массива.

Из этой зависимости видно, что коэффициент сжатия линейно возрастает с увеличением размерности исходного массива данных.

Для восстановления информации по сжатым данным используется известное уравнение регрессии, определяющее поверхность наилучшего приближения:

$$T(x_1, x_2) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{12} x_1 x_2$$

Данный метод аппроксимации двумерных массивов информации позволяет передавать существенно меньший объем информации.

Коэффициенты основного и дополнительного наборов по строкам и столбцам зависят от размерности массива. Поэтому в случае, когда размерность массива является фиксированной (а именно такими соображениями в данной работе мы пользовались) их нужно заранее вычислить и записать в некоторое ПЗУ устройства сжатия данных, что позволит сократить время аппроксимации и повысить быстродействие проектируемого устройства.

Было произведено программное моделирование работы данного алгоритма, в результате которого удалось убедиться в работоспособности данного алгоритма. Также были получены результаты, с которыми можно сверять симуляцию аппаратной реализации алгоритма сжатия

В системе проектирования Max+Plus II Baseline 9.4 был реализован этот алгоритм. Результаты работы симулятора этого устройства совпали с результатами программного моделирования алгоритма сжатия.

Выбор этой системы не был случаен, поскольку использование PLD дает большую гибкость - в один и тот же корпус микросхемы можем помещать (реконфигурируя микросхему) различные методы сжатия информации, если мы говорим о данной задаче. Данное устройство сжатия данных уместилось в микросхему FLEX10K20, логическую емкость которой Altera Corp. определяет равной 20000 логических вентилях, что лишний раз указывает на сложность аппаратной реализации на обычных ИС.

Кроме того, по результатам симулирования работы устройства стало известно, что устройство сжатия данных, реализованное на указанной выше микросхеме, обрабатывает кадр  $7 \times 13$  за 600 мкс. Программная модель отработала быстрее только на компьютере с процессором Pentium III 667 MHz. Такое высокое быстродействие спроектированного нами устройства регрессионного сжатия данных получено вследствие того, что в данном методе сжатия одновременно (параллельно) вычисляются 6 частичных сумм, являющихся сжатым образом входного массива, а в процессорных системах, как известно, параллельные вычисления выполнять невозможно.