

УДК 681.3

И.А. Мартынов, Э.И. Ватутин, В.С. Тимов

evatutin@rambler.ru

Юго-Западный государственный университет, Курск

АППАРАТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ТРАНЗИТИВНОГО ЗАМЫКАНИЯ БИНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

В работе предложена аппаратно-ориентированная реализация операции умножения битовой матрицы самой на себя, используемая при быстрой аппаратно-ориентированной реализации транзитивного замыкания бинарного отношения следования вершин граф-схем параллельных алгоритмов.

Как уже было отмечено в предыдущем докладе [1], одной из важных задач является задача классификации бинарных отношений вершин граф-схемы параллельного алгоритма [2], возникающая при проектировании многомодульных однородных систем логического управления [3, 4]. Наибольшую вычислительную сложность при этом имеет этап выяснения отношения следования, определение которого производится отталкиваясь от направления передачи управления между вершинами обрабатываемой граф-схемы с последующим транзитивным замыканием полученного бинарного отношения с использованием алгоритма Флойда–Уоршалла. С использованием рассмотренной в докладе [1] схемы битового умножения векторов (СБУ) возможно быстрое нахождение скалярного произведения i -й строки и j -го столбца матрицы смежности M_R с целью формирования обновленного значения элемента m_{ij} . В соответствии с алгоритмом Флойда–Уоршалла [5] порядок выполнения операций (вложенности циклов) играет определяющее значение, что позволяет нахождение искомого транзитивного замыкания за один проход, однако накладывает существенные ограничения на возможность параллельной реализации данной операции с использованием современных универсальных вычислительных архитектур (многоядерные CPU, GPU с поддержкой возможности выполнения вычислений общего назначения) ввиду наличия зависимостей по данным и условных переходов.

На рисунке представлена схемотехническая реализация операции транзитивного замыкания отношения следования с использованием в качестве составной части схемы умножения битовых векторов. Принцип ее работы заключается последовательном в выборе значений i -й строки и j -го столбца с использованием сдвиговых регистров 2 и 3 с последующей активацией схемы СБУ, выполняющей умножение битовых векторов, ожиданием сигнала готовности $\Theta_{СБУ}$ и последующим переходом к обработке следующей пары векторов. Управлением работой схемы СБУ занимается местной устройством управления (МУУ), управляющее выдачей управляющего сигнала ρ , производящего переключение режимов инициализации ($\rho = 0$) и работы ($\rho = 1$) схемы СБУ, и синхросигналов C_i . Логические

элементы и элементы задержки формируют начальные значения для сдвиговых регистров и управляют порядком следования синхроимпульсов.

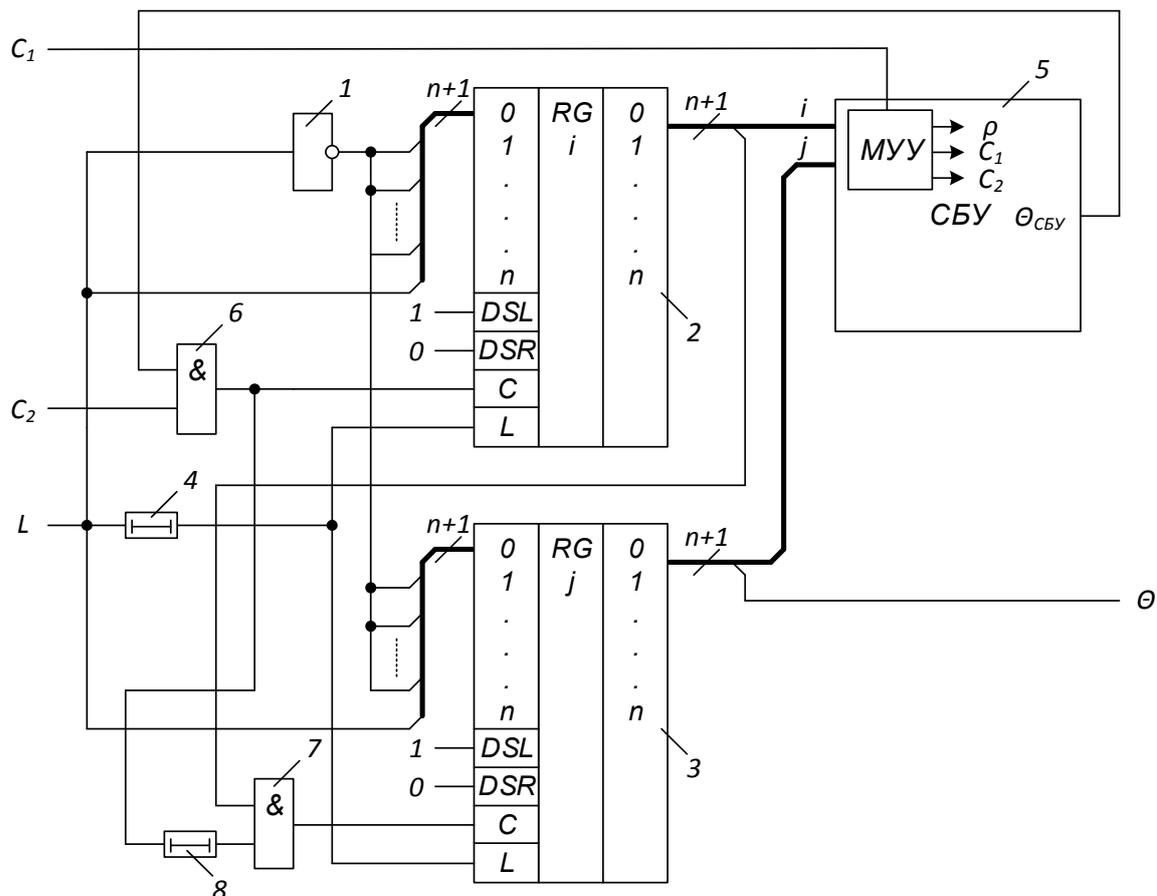


Рис. Аппаратно-ориентированная реализация операции булева умножения матрицы самой на себя

1. Мартынов И.А., Наджаджра М.Х., Ватутин Э.И. Схемотехническая реализация операции умножения битовых векторов при классификации бинарных отношений граф-схем параллельных алгоритмов // Распознавание – 2015. Принята к опубликованию в данном сборнике
2. Ватутин Э.И., Зотов И.В. Построение матрицы отношений в задаче оптимального разбиения параллельных управляющих алгоритмов // Известия КурскГТУ. Курск, 2004. № 2. С. 85–89.
3. Ватутин Э.И. Проектирование логических мультиконтроллеров. Синтез разбиений параллельных граф-схем алгоритмов. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011 г. 292 с.
4. Комбинаторно-логические задачи синтеза разбиений параллельных алгоритмов логического управления при проектировании логических мультиконтроллеров / Э.И. Ватутин и др. Курск, 2010. 200 с.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Флойда_—_Уоршелла