

УДК 681.3

Э.И. Ватутин

evatutin@rambler.ru

Юго-Западный государственный университет, Курск

ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕЛ ЦИКЛОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРАФ-СХЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТ СИЛЬНОЙ СВЯЗНОСТИ

В работе предложен метод выявления тел циклических фрагментов в параллельных граф-схемах алгоритмов, базирующийся на построении компонент сильной связности для ориентированных графов.

В ряде практически важных задач, связанных с проектированием мультисистем (например, логических мультиконтроллеров [1, 2]) или распараллеливанием вычислений, возникает необходимость в выполнении эквивалентных преобразований граф-схем параллельных алгоритмов (ПарГСА). При этом одним из важных структурных элементов рассматриваемого класса граф-схем являются циклические фрагменты. При выполнении некоторых эквивалентных преобразований (например, построение матрицы отношений с целью установления отношения параллельности между вершинами или разбиение ПарГСА на множество смежных сечений [1, 2]) наличие циклов недопустимо и необходимо выполнение специального $\bar{\omega}$ -преобразования [3], в результате которого производится замена циклов гипотетическими альтернативными ветвлениями.

При выполнении данного преобразования важно нахождение замыкающих дуг циклов $v^c(\Phi_i^\lambda) = (a_{нач}(\Phi_i^\lambda), a_{кон}(\Phi_i^\lambda))$, где Φ_i^λ – очередной циклический фрагмент, которые впоследствии трансформируются в одну из ветвей альтернативного ветвления. Для этого в работах С.И. Баранова, ориентированных на обработку последовательных граф-схем алгоритмов (ГСА), был предложен аналог волнового алгоритма, начинающий свое распространение из начальной вершины ГСА. При этом замыкающими предложено считать дуги, которые начинаются на границе волнового фронта и ведут в вершины, уже посещенные ранее. В работе [3] было показано, что данный подход в общем случае работает некорректно для ПарГСА, и приведен соответствующий контрпример (параллельный фрагмент), для которого происходит ложное определение замыкающей дуги, на самом деле таковой не являющейся. В качестве выхода из ситуации в [1] предложен альтернативный подход, основанный на построении множества всех возможных путей между вершинами $a_{нач}(\Phi_i^\lambda)$ и $a_{кон}(\Phi_i^\lambda)$. Данный подход вполне работоспособен, что эмпирически подтверждается разработанной программной реализацией [4, 5], однако число путей равно $N_L \approx [\bar{N}_L(\Phi)]^{\bar{N}(\Phi)} \simeq O(a^N)$, где $\bar{N}_L(\Phi)$ – среднее число ветвей в составе фрагмента Φ , $\bar{N}(\Phi)$ – среднее число вершин в составе фрагмента, и, соот-

ветственно, асимптотическая временная сложность алгоритма, оценка которой приведена в [1], не является полиномиальной, что существенно ограничивает применимость данного подхода на практике с ростом размерности задачи.

Альтернативный подход к выявлению тел циклов и замыкающих дуг в их составе может быть основан на построении компонент сильной связности ПарГСА [6]. Циклический фрагмент ПарГСА в совокупности с вложенными в него дочерними фрагментами по определению образует компоненту сильной связности (что можно рассматривать как лемму, т.к. любая пара вершин в его составе взаимно достижима, причем один из соединяющих их путей включает искомую замыкающую дугу $v^c(\Phi_i^\lambda)$). В результате $\bar{\omega}$ -преобразования данная компонента сильной связности разрушается, т.к. один из пары путей перестает существовать (происходит нарушение требования контрдостижимости). Различным не вложенным друг в друга циклам будут соответствовать различные компоненты сильной связности, в случае вложенных циклов с использованием описанной процедуры будет выделено лишь тело объемлющего цикла. После его разрыва процедуру поиска компонент сильной связности необходимо повторить конечное число раз с целью идентификации тела вложенного цикла с его последующим разрывом до тех пор, пока компоненты сильной связности будут существовать.

-
1. Комбинаторно-логические задачи синтеза разбиений параллельных алгоритмов логического управления при проектировании логических мультиконтроллеров / Э.И. Ватутин и др. Курск, 2010. 200 с.
 2. Ватутин Э.И. Проектирование логических мультиконтроллеров. Синтез разбиений параллельных граф-схем алгоритмов. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011 г. 292 с.
 3. Ватутин Э.И., Зотов И.В. Идентификация и разрыв последовательных циклов в задаче субоптимального разбиения параллельных управляющих алгоритмов // Известия ТулГУ. Серия: Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления. Т. 1. Вып. 3. Вычислительная техника. Тула: изд-во ТулГУ, 2004. С. 51–55.
 4. Ватутин Э.И., Зотов И.В. Параллельно-последовательный метод формирования субоптимальных разбиений параллельных управляющих алгоритмов // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005613091 от 28.11.05.
 5. Ватутин Э.И., Зотов И.В. Метод формирования субоптимальных разбиений параллельных управляющих алгоритмов // Параллельные вычисления и задачи управления (РАСО'04). М.: ИПУ РАН, 2004. С. 884–917.
 6. Rosen K.H. et al. Handbook of discrete and combinatorial mathematics. CRC Press, 2000. 1183 p.