# УДК 004.415.53

# Метод статического поиска гонок в программах на языке Си на основе относительного множества блокировок

*Фроловский А.В., студент*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,*

*кафедра «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»*

*Научный руководитель: Рудаков И.В., к.т.н,* *доцент*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*irudakov@bmstu.ru*

*Ключевые слова:*

*Аннотация:*

# Введение

Интенсивное развитие информационных технологий и расширение сферы их применения привело к значительному увеличению сложности используемого программного обеспечения, а также росту количества и критичности выполняемых им функций. С увеличением сложности возрастает количество ошибок. Ущерб от них несет существенные последствия. Одними из наиболее опасных являются ошибки, связанные с гонками при работе с данными. Они носят стохастический характер, что обуславливает сложность их выявления и, соотвественно, исправления.

Под состоянием гонки при множественном доступе к разделяемой памяти будем понимать ситуацию, когда два или более потоков одновременно совершают доступ к разделяемой области памяти, и, по крайней мере, хотя бы один из них выполняет операцию записи в неё.

В показан пример программы, в которой возможно возникновение гонок при доступе к разделяемой переменной. Доступ к разделяемой переменной в функции является не защищенным ни одним из средств взаимоисключения. Это может привести к возникновению гонок при одновременном доступе к ней из различных потоков.

В показан пример исправленной программы из листинга 1, в которой проблема возникновения гонок при доступе к переменной устраняется посредством использования средства синхронизации — мьютекса.

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <pthread.h>  **void** \*foo(**void** \*arg) {  **int** \*count = arg;  **unsigned** **int** thread\_id = pthread\_self();  **while** (\*count < 10) {  printf("thread ID = %u ,count = %d\n", thread\_id, ++(\*count));  }  **return** NULL;  }  **int** main(**int** argc, **char** \*argv[]) {  pthread\_t thread1, thread2;  **int** count = 0;  pthread\_create(&thread1, NULL, &foo, &count);  pthread\_create(&thread2, NULL, &foo, &count);  pthread\_join(thread1, NULL);  pthread\_join(thread2, NULL);  **return** 0;  } |

Листинг . Пример гонки при доступе к разделяемой переменной

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <pthread.h>  pthread\_mutex\_t lock;  **void** \*foo(**void** \*arg) {  **int** \*count = arg;  **unsigned** **int** thread\_id = pthread\_self();  **while** (\*count < 10) {  pthread\_mutex\_lock(&lock);  printf("thread ID = %u ,count = %d\n", thread\_id, \*count);  (\*count)++;  pthread\_mutex\_unlock(&lock);  }  **return** NULL;  }  **int** main(**int** argc, **char** \*argv[]) {  pthread\_t thread1, thread2;  **int** count = 0;  pthread\_mutex\_init(&lock, NULL);  pthread\_create(&thread1, NULL, &foo, &count);  pthread\_create(&thread2, NULL, &foo, &count);  pthread\_join(thread1, NULL);  pthread\_join(thread2, NULL);  pthread\_mutex\_destroy(&lock);  **return** 0;  } |

Листинг . Пример безопасного доступа к разделяемой переменной

Статические методы поиска гонок основаны на анализе исходного кода программы без его исполнения. Достоинством данных методов является теоретическая возможность анализа всех возможных путей выполнения программы. Недостатком является получение большого количества ложных предупреждений (обнаружение ситуаций гонок в тех местах программы, где их нет), что усложняет анализ и выявление тех мест программы, которые соответствуют действительным ситуациям гонок.

# Метод поиска гонок на основе относительного множества блокировок

Описываемый метод основан на методе статического поиска гонок Relay []. В основе метода лежит понятие относительного множества блокировок. Метод состоит из четырех этапов:

1. Определение перекрёстных ссылок.
2. Формирование относительных множеств блокировок.
3. Формирование защищенного доступа.
4. Определение мест возможного возникновения гонок.

IDEF-диаграммы метода представлены на рис. 1 и рис. 2.

idef0-black-box.emf

Рисунок Метод поиска гонок

idef0.emf

Рисунок Метод поиска гонок

Рассмотрим далее каждый из этапов подробнее.

# Нахождение перекрёстных ссылок

Основной целью данного этапа является определение переменных, которые могут в процессе выполнения программы ссылать на одни и те же области памяти. В основе используемого алгоритма нахождения перекрёстных ссылок лежит алгоритм Андерсена [].

Процесс нахождение множеств перекрёстных ссылок выполняется для каждой функции отдельно. В начале для каждой переменной, используемой в функции, множества перекрестных ссылок задаются пустыми. Затем выполняется итеративный процесс их вычисления до тех пор, пока эти множества не перестанут изменяться. На каждой итерации выполняется анализ каждой инструкции присваивания, используемой в функции. Анализ инструкции

На рис. 3 представлена схема алгоритма нахождения перекрёстных ссылок для функции. На рис. 4 и рис. 5 представлены схемы используемых в процессе нахождения перекрестных ссылок функций eval-lhs и eval-rhs соответственно.

alias_analysis.emf

Рисунок Схема алгоритма нахождения перекрёстных ссылок

eval-lhs.emf

Рисунок Схема алгоритма функции eval-lhs

eval-rhs.emf

Рисунок Схема алгоритма функции eval-rhs

# Формирование относительных множеств блокировок