

Використання технік згортання та розповсюдження констант для оптимізації IR

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглянуто техніки оптимізації згортання та розповсюдження констант для застосування у компіляторах.

Ключові слова: Оптимізація, IR, згортання констант, розповсюдження констант, компілятор.

Abstract

In this work optimization technique of constant folding and propagation for usage in compilers have been considered.

Keywords: Optimization, IR, constant folding, constant propagation, compiler.

Вступ

При компіляції мов високого рівня їх *Intermediate Representation* (надалі IR) містить надлишкові інструкції через високий рівень абстракції, та не враховує особливості цільової архітектури. Оптимізація генерованого коду є важливим етапом компіляції що дозволяє прискорити виконання програми на цільовій машині. Згортання та розповсюдження констант є машино-незалежними техніками оптимізації що належать до базових трансформацій IR [1].

Мета роботи полягає у аналізі технік згортання та розповсюдження констант для застосування у компіляторах.

Результати дослідження

Розглянемо *згортання констант*:

Мета цієї техніки полягає в усуненні надлишкових операцій над константно-визначеними змінними [2]. Розглянемо вираз:

$$a = 10 + 1 * 4 \quad (1)$$

Усі операнди цього виразу є константами, що дозволяє звести вираз до вигляду:

$$a = 14 \quad (2)$$

Для цього проводиться ідентифікація операндів виразу, після чого визначаються підвирази що містять лише константи. Дані вирази розраховуються на етапі компіляції, хешуються та заносяться у таблицю для подальшого використання. Наприклад:

$$a = 1 + 2, \quad (3)$$

$$b = 1 + 2; \quad (4)$$

Вираз 2 що відповідає a буде розраховано і результат буде використано для виразу 2 що відповідає b . Для поліпшення результатів згортання констант часто використовується разом із алгебраїчним спрощенням виразів. Наприклад:

$$(x + 4) + 5 + 5, \quad (5)$$

$$(x + 4) + 10, \quad (6)$$

$$x + 4 + 10, \quad (7)$$

$$x + 14 \quad (8)$$

Вираз 5 за допомогою згортання констант буде спрощено до виразу 6. Алгебраїчне спрощення дозволяє привести вираз 5 до вигляду 7, а згортання – вираз 7 до виразу 8.

Дана техніка частіше використовується після технік що дозволяють отримати константні вирази, таких як розповсюдження констант.

Слід зазначити що безпека даної техніки оптимізації залежить від семантичних особливостей мови. Дана оптимізація вважається безпечною для цілочисельних та булевих виразів. Для виразів з плаваючою комою потрібно брати до уваги режим округлення.

Розглянемо *розповсюдження констант*:

Мета цієї техніки полягає у визначенні змінних значення яких є константним та заміна завантажень цих змінних їх безпосередніми значеннями [3]. Розглянемо наступні вирази:

$$x = 1, \quad (9)$$

$$a = 10 + x * 4 \quad (10)$$

Вираз 10 згортанню констант не підлягає. Використання техніки розповсюдження констант дозволяє визначити що вираз 9 є константно-визначеним, а змінна x - подальшим змінам не підлягає. Отриманий висновок дозволяє привести вираз 10 до виразу 1.

Слід зазначити що у реальних умовах розповсюдження констант є досить непростою технікою. Більшість мов високого рівня включають у свою специфікацію декларацію змінної константи що значно спрощує поставлену задачу, проте дана техніка також використовується для аналізу мутації змінних. Даний аналіз ускладнюється наявністю вказівників що дозволяють непряму мутацію, та інших архітектурних особливостей мов високого рівня. Багатопотоковість зазвичай призводить до хибної оптимізації змінної як константи. Для уникнення цього у мові C++ було введено модифікатор *volatile* який дозволяє програмісту безпосередньо виключити змінну зокрема з оптимізацій даного типу.

Висновки

У роботі розглянуто техніки згортання та розповсюдження констант для застосування до оптимізації IR. Наведено приклади перетворень, та застереження до розглянутих технік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Compilers, principles, techniques, and tools / Alfred V. Aho, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman - Pearson Education, 2007. – 993 p.
2. Constant Propagation with Conditional Branches / Mark Wegman, Frank Kenneth // Proceedings of the 12th ACM SIGACT-SIGPLAN symposium on Principles of programming languages. – New York, United States, 1985. – DOI: 10.1145/ISBN: 978-0-89791-147-4. – P. 291-299.
3. Classifying and Formally Verifying Integer Constant Folding / Sabine Glesner, Sabine Glesner, Jan Olaf // Electronic Notes in Theoretical Computer Science 82 No. 2 , 2003. – P. 410-425.

Кулик Максим Сергійович — студент групи ІАКІТ-20м, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kulik.maksim.sergeevich@gmail.com

Науковий керівник: **Кулик Ярослав Анатолійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua

Kulyk Maksim S. — student, Faculty of Computer Control Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kulik.maksim.sergeevich@gmail.com

Supervisor: **Kulyk Yaroslav A.** — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Faculty of Automated Intellectual Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua