

УДК 519.685.3

К.т.н., доцент Марченко О.І., студент Лисенко М.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

АДАПТИВНА СИСТЕМА КОМПІЛЯЦІЇ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Abstract

*Oleksandr I. Marchenko, assoc. prof., PhD; Mykola Lysenko, student
Adaptive Compilation System on the Base of Neural Network*

This paper concerns the task of adaptive compilation system development that uses knowledge base for semantic description, optimizations and code generation.

Список скорочень

МВР – мова високого рівня

СКЦП – система команд цільового процесора

АСК — адаптивна система компіляції

СК — система компіляції

ВВНМ — вхідний вектор нейронної мережі

ВиВНМ — вихідний вектор нейронної мережі

Вступ

Створення компіляторів та розвиток теорії оптимізації програм залишається одним з основних напрямків досліджень у комп'ютерній інженерії. Хоча вже напрацьовано велику кількість методів і способів оптимізації програм, але в цій області все ще є широкий простір для подальших досліджень.

Останнім часом набули значного розвитку процесори, які використовують спеціалізовані набори інструкцій (наприклад технології MMX, SSE процесорів Intel та MAC та eMAC процесорів Coldfire), що можуть бути використані для вирішення специфічних задач, наприклад, обробки графічної, аудіо та відео інформації, тощо. На сьогоднішній день жоден із існуючих компіляторів не використовує повністю потужність інструкцій спеціалізованих процесорів в результаті чого ефективність цих компіляторів є невисокою. Тому розробка СК, яка дозволить скоротити час розробки компілятора для нової СКЦП та/або МВР, а також забезпечити

повне використання всієї СКЦП, є актуальною задачею.

При аналізі можливих підходів до побудови АСК були розглянуті декілька методів опису семантики МВР і СКЦП. Розглянемо коротку характеристику основних методів із тих, що були проаналізовані.

1. PQCC (The Production Quality Compiler Compiler Project) — проект університету Кернегі Мелон започаткований Вільямом Вулфом [1], [2], [3]. Полягає у розробці формалізованого опису семантики МВР і СКЦП, за яким система генерації компіляторів генерує лексичні, синтаксичні та семантичні таблиці компілятору. В рамках цього проекту була розроблена мова представлення, яку можливо використовувати для опису СКЦП, але задача опису семантики МВР залишилася невирішеною. Отже метод проекту PQCC не може бути використаний при побудові АСК.
2. Метод, представлений вченими Орхського університету, що використовує принцип неповного обчислення, керованого типами (Type-Directed Partial Evaluation) [4]. Цей метод може бути використаний для побудови СК, але потребує значних зусиль для опису вхідної МВР і тому не може бути покладений в основу АСК.
3. Робота Пітера Д. Моссеса є дослідженням денотаційної семантики для генерації компіляторів. Деякі положення цієї роботи можуть бути використані для розробки АСК [5].

Постановка задачі

Виходячи з того, що жодне із розглянутих вище досліджень не може бути повністю застосоване при побудові АСК, авторами було взято за мету запропонувати метод побудови АСК та структуру бази знань, яка не залежить від вхідної МВР та автоматично адаптується для генерації коду для ЦП. Побудова такої АСК може бути виконана двома шляхами: 1) розробка нової незалежної СК, яка відповідає вимогам АСК; 2) побудова АСК на основі існуючої не адаптивної СК, яка має модульну структуру і дозволяє легко додавати нові МВР та СКЦП. На першому етапі побудови АСК автори пропонують використати другий шлях.

Опис АСК

Ідея і концепція побудови АСК була запропонована одним із авторів раніше [6].

У даній роботі в якості технологічного ядра для побудови АСК пропонується використати систему компіляції LLVM (Low Level Virtual Machine), яка має наступні характеристики:

- 1) підтримує велику кількість МВР та СКЦП;
- 2) включає в себе потужну мову проміжного рівня;
- 3) має розвинуті засоби для додавання підтримки нових МВР та/або СКЦП.

Процес генерації АСК показаний на рис.1. Процес отримання оптимізованого машинного коду складається із наступних кроків:

- 1) компіляція програми, написаної на МВР, у проміжний код;
- 2) оптимізація проміжного коду, яка виконується за допомогою алгоритмів, реалізованих в АСК. Оптимізований проміжний код генерується з використанням інформації бази знань, яка поповнюється за рахунок інформації, отриманої на основі компіляції всіх попередніх програм та оцінювання якості згенерованого коду.
- 3) генерація оптимізованого машинного коду цільового процесора на основі оптимізованого проміжного коду.

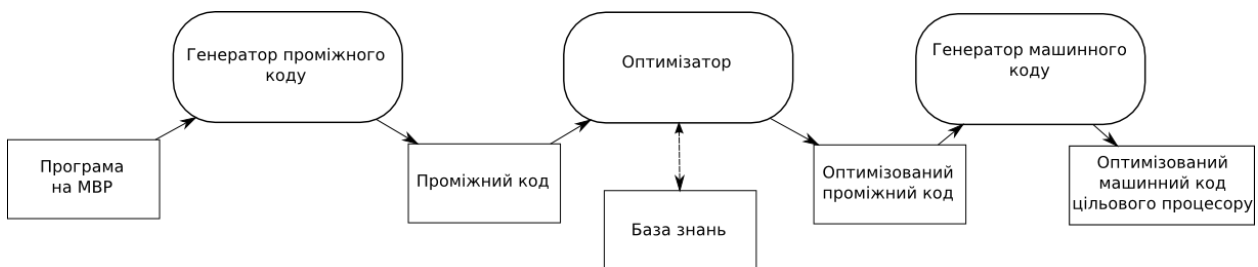


Рис.1. Схема компіляції АСК

Для побудови АСК автори пропонують використовувати базу знань побудовану на основі нейронної мережі. Процес поповнення бази знань інформацією за допомогою навчання нейронної мережі, вбудованої в БЗ, показаний на рис. 2.

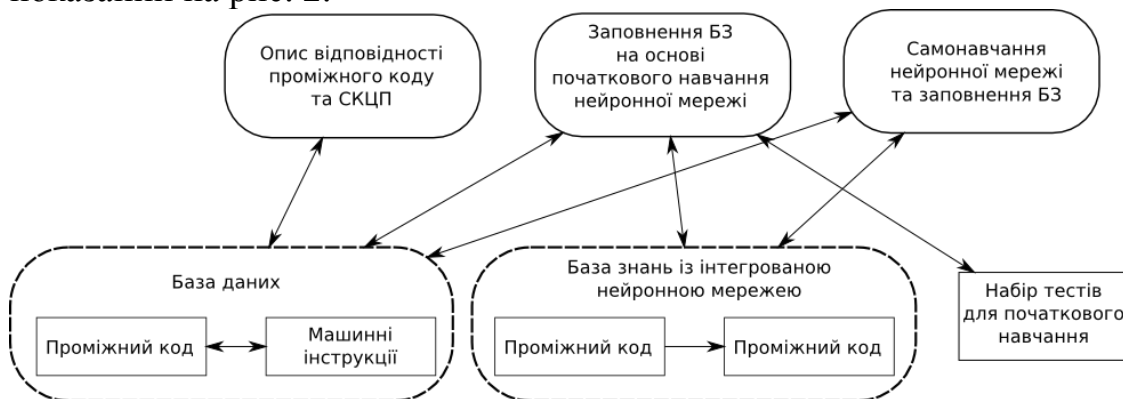


Рис. 2. Процес заповнення інформацією БЗ АСК

Заповнення БЗ інформацією відбувається в такій послідовності:

- 1) опис відповідності проміжного коду та СКЦП;
- 2) початкове навчання нейронної мережі АСК на заданому наборі тестів. Тести повинні бути написані на МВР, яку планується використовувати. Під час початкового навчання АСК перебирає доцільні комбінації інструкцій для генерації машинного коду для заданих тестів і послідовно запускає на виконання кожен із варіантів згенерованого коду, а також перевіряє правильність виконання тестів і визначає час їх виконання та розмір оперативної пам'яті, що використовують тести під час виконання;
- 3) отримані результати вносяться у базу знань і визначають відповідність фрагментів проміжної мови та машинних інструкцій, які необхідно використовувати для компіляції цих фрагментів.

Однією з проблем при використанні нейронної мережі є використання вектора фіксованої довжини у якості входу нейронної мережі, ВВНМ, який подається на вхід нейронної мережі, визначається на основі отриманого проміжного коду. Було визначено, що метод отримання значення ВВНМ повинен відповідати наступним критеріям:

- 1) проміжний код, який є однаковим з точністю до іменування змінних, повинен кодуватися однаковим значенням ВВНМ;
- 2) значення ВВНМ повинні мати фіксовану довжину;
- 3) значення ВВНМ повинні залежати від змінних, що входять у початковий проміжний код, та від особливостей їх використання в окремих фрагментах коду;
- 4) фрагменти проміжного коду, що виконують схожі дії, повинні бути закодовані схожими ВВНМ;
- 5) час обчислення ВВНМ має бути прийнятним для виконання на комп'ютері;
- 6) значення ВВНМ не повинні залежати від змінних та інструкцій, які знаходяться текстуально поряд, але не впливають на виконання фрагменту проміжного коду, що оптимізується.

На виході нейронної мережі має бути сформований ВиВНМ, який є закодованим фрагментом оптимізованого проміжного коду.

Висновки

У даній роботі запропонована концепція побудови АСК на основі використання нейронної мережі, зокрема визначена схема компіляції АСК та процес навчання нейронної мережі, що використовується в АСК.

Одним з подальших напрямків досліджень може бути вивчення

залежності якості згенерованого коду від довжини ВВНМ та ВиВНМ, що використовуються нейронною мережею.

Література

1. *Benjamin M. Brosgol*. TCOLAda and the “Middle End” of the PQCC Ada compiler, Proceedings of the ACM-SIGPLAN symposium on The ADA programming language (1980). ISBN 0-89791-030-3. Documents part of an industrial compiler using PQCC technology.
2. *B.W. Leverett, R.G. Cattell, S.O. Hobbs, J.M. Newcomer, A.H. Reiner, B.R. Schatz, W.A. Wulf*. An Overview of the Production-Quality Compiler-Compiler Project, IEEE Computer 13,8,38-49 (August 1980).
3. *William Wulf*. The Design of an Optimizing Compiler, Elsevier Science Ltd, 1980. ISBN 0-444-00158-1. Describes Wulf's BLISS-11 compiler, which included some PQCC ideas.
4. *Olivier Danvy, René Vestergaard*. Semantics-Based Compiling: A Case Study in Type-Directed Partial Evaluation. University of Aarhus. BRICS 96-13. May 1996.
5. *Peter D. Mosses*. Compiler Generation Using Denotational Semantics. MFCS, 1976; 436-441.
6. *Oleksandr Marchenko, Oleksandr Sakada*. Information base structure for an adaptive system of intellectual compilation, International Conference on Computer Systems and Technologies, Sofia, Bulgaria, p. 2131-2136, 2000, ISBN:954-9641-17-1.