УДК 681.325

УНІФІКАЦІЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БЕЗПОВТОРНИХ АЛГОРИТМІЧНИХ СТРУКТУР

д.т.н., проф. І.В. Чумаченко, к.т.н. В.В. Косенко, С.Ю. Гайдаров, І.А. Лебедєва

Проаналізована можливість використання безповторних алгоритмічних структур для уніфікації і типізації існуючих і перспективних програмно-апаратних засобів. Запропоновано методику класифікації безповторних алгоритмічних структур і метод побудови їх поліноміальної моделі.

Постановка проблеми. Висока продуктивність сучасних обчислювальних комплексів досягається удосконаленням старих і застосуванням нових технологічних схем і рішень. Однак значна різноманітність цих схем та рішень може не тільки не підвищити продуктивність обчислювальних засобів, але і знизити реальну продуктивність комплексу. Виникаючі в цьому випадку конфлікти між складовими частинами комплексу можна уникнути, використовуючи уніфікацію і типізацію існуючих та створюваних програмно-апаратних засобів [1]. Уніфікація алгоритмів обробки дозволяє значно знизити їхнє загальне число, представляє важливу науково-технічну задачу, актуальність якої обумовлена тим, що її рішення дозволить збільшити продуктивність обчислювальних комплексів.

Аналіз літератури. Проблемам уніфікації і типізації алгоритмічного забезпечення на даний час присвячено ряд статей. Основною задачею при уніфікації програмно-апаратних засобів є визначення виду алгоритмів, найбільш широко застосовуваних на практиці та дослідження їхніх властивостей. Аналіз алгоритмів обробки інформації і управління, результати яких опубліковані в роботах [1 – 5], показав, що формули, якими описуються системи управління газотурбінними установками компресорних станцій газопроводів, пристроїв управління різним технологічним устаткуванням, пристрої автоматичної телефонії мають багато загального. Виявилося, що кожну з цих формул можна віднести до одного з чотирьох класів упорядкованого типу: безповторні формули; функції, що володіють груповою інваріантністю; функції, що допускають розділову декомпозицію й однорідні функції.

Отже, встановлено [6], що при проектуванні систем управління дискретних пристроїв, у більшості випадків, використовується досить вузь-

кий клас формул і для цих пристроїв безповторність формул є характерною властивістю, тим більше що й однорідні і роздільні функції звичайно мають малу повторність змінних у відповідних формулах.

Метою даної статті є розробка методики уніфікації програмно-апаратних засобів, що базується на застосуванні безповторних алгоритмічних структур.

Основний матеріал. Властивість безповторності часто використовується при аналізі різних алгоритмів, схем, функцій, але загального підходу до дослідження цього класу алгоритмічних структур дотепер ще не існує. Це значно ускладнює аналіз і розробку уніфікованих алгоритмічних структур. Тому пропонується розрізняти різні види безповторності в залежності від форми представлення алгоритмів [7].

Нехай алгоритмічна структура (АС) містить умовні оператори, задані множиною U і лінійною, заданою множиною L. Для опису алгоритмів використовується розширена алгебра з комутативними умовами [7].

АС можна назвати умовно безповторною, якщо в регулярний вираз умовні змінні входять тільки один раз.

АС можна назвати операторно безповторною, якщо в регулярний вираз лінійні оператори входять тільки один раз.

АС можна назвати умовно безповторною, якщо АС є умовною та операторно безповторною.

Повторні АС можуть бути перетворені на безповторні шляхом введення додаткових змінних.

Приватним випадком безповторних АС є підмножина безповторних АС, у яких всі оператори є тотожними. Це відноситься в першу чергу до управляючих алгоритмів. Опис таких АС являє собою безповторну логічну (булеву) функцію, тобто функцію, у формульному записі якої число букв дорівнює числу змінних.

Проведемо класифікацію безповторних АС, що містить у собі:

1. Аналіз видів еквівалентності для розглянутого класу алгоритмів і вибір найбільш раціонального з погляду їхньої реалізації;

2. Табулювання, тобто підрахунок числа класів еквівалентності і побудова множини типових представників (каталогу типових схем).

Рішення задачі класифікації безповторних АС вимагає такої розбивки алгоритмів на класи, при якому: з одного боку, еквівалентні перетворення були б легко здійсненні; з іншого боку – кількість варіантів була мінімальною.

Класифікація безповторних АС призводить до того, що множина безповторних АС розпадається на попарно-непересічні класи – множина однотипних схем алгоритмів і відповідних їм регулярних виразів (формул). Кож-

ну формулу даного класу можна вибрати як представника цього класу. Схеми алгоритмів, що належать одному класу, реалізуються однаковими програмними або апаратними засобами. Тому для кожного класу досить реалізувати лише одну схему алгоритму, структура якої описується формулою представника класу. Одержання будь-якої схеми алгоритму, що належить класу, при цьому здійснюється шляхом заданих перетворень.

Нами був розроблений метод класифікації безповторних АС, який будучи заснований на розбивці схем алгоритмів на класи еквівалентності, з урахуванням їх структури («кістяка алгоритму»). Вибір такого методу класифікації обумовлений тим, що кожному умовному оператору відповідає перехід, тобто зміна послідовності виконання команд відповідно до алгоритму програмного забезпечення. Відповідно до статистики переходи зустрічаються в середньому через кожні шість команд. Існують безумовні переходи (типу GOTO) – коли управління передається за новою зазначеною адресою й умовні (типу IF) – коли змінюється хід виконання програми в залежності від результатів порівняння. Умовні переходи знижують загальну продуктивність центрального процесора, тому що в чеканні цього переходу конвеєр працює вхолосту. Оптимізуючи структуру алгоритму, можна підвищити продуктивність центрального процесора при рішенні заданого класу задач.

Опис структури алгоритму припускає розгляд поліноміальної форми алгоритму. Метод побудови поліноміальної форми алгоритму складається в послідовному розгляді маршрутів з початкової вершини в кінцеву, при цьому в оцінці довжини маршруту беруть участь тільки умовні оператори.

Метод побудови поліноміальної моделі безповторних АС можна представити як сукупність таких операцій:

1. Перетворення вихідної схеми алгоритму на умовно безповторну. Для цього з вихідної схеми виключаються всі лінійні оператори і на виходах умовних операторів встановлюються лінійні;

2. Будується алгоритмічна позиційна діаграма (АПД) для отриманої в першому пункті схеми алгоритму;

3. Визначається множина добутків операторів П;

4. Формується множина різних операторів D;

5. Розбивається множина D на підмножини, що містять добутки однакового рангу і визначається кількість елементів кожної множини;

6. Записується поліноміальна форма алгоритму у вигляді багаточлена n-го ступеня: $M = a_1 x^{r_1} + a_2 x^{r_2} + \ldots + a_i x^{r_i} + \ldots + a_n x^{r_n}$, де a_i – кількість різних маршрутів від початкової вершини алгоритму до кінцевої,

минаючої через i (s = 1, … , n) умовних вершин; x – умовна змінна; r_i – ранг конфігурації маршруту алгоритму.

Приклад побудови поліноміальної моделі для безповторної АС наведений на рис. 1, а.

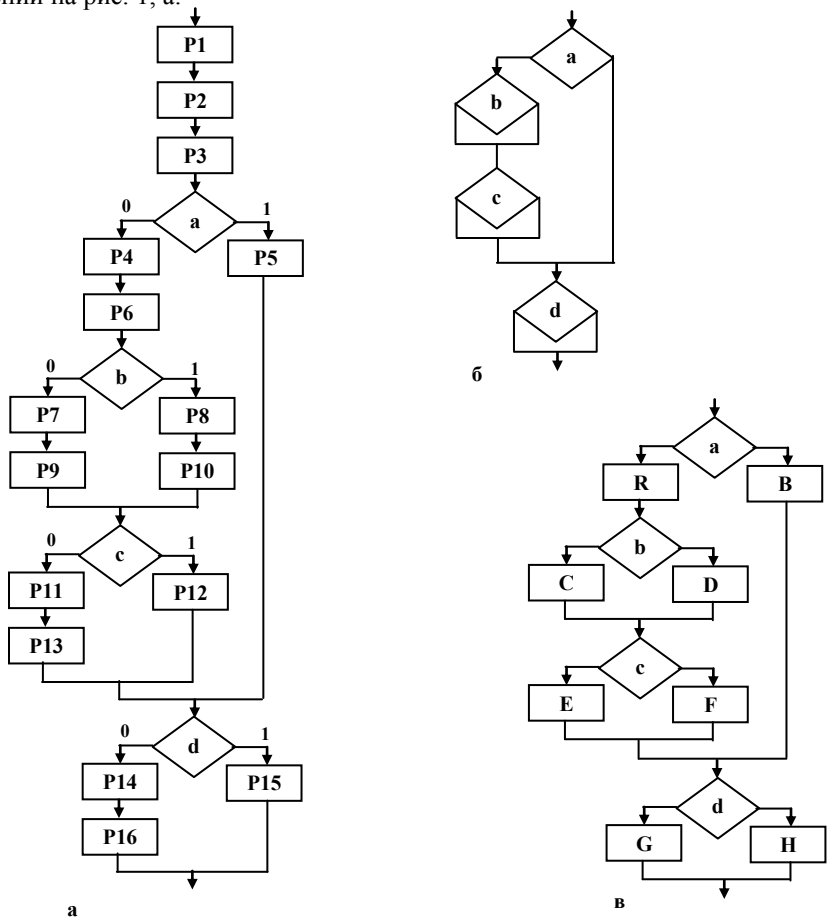

Рис. 1. Перетворення алгоритму для побудови поліноміальної моделі БАС

На рис. 1, б, в представлене перетворення схеми алгоритму до операторно-безповторного вигляду. Після побудови АПД можна визначити множину добутків операторів П:

$$П = \{RCEG, RCEH, RCFG, RCFH, RDEG, RDEH, RDFG, RDFH, BG, BH,$$

$$BG, BH, BG, BH, BG, BH\}.$$

Із множини П формуємо множину різних операторів D, що розбиваємо на підмножини, які містять добутки однакового рангу:

$D_2 = \{BG, BH\}$; $D_4 = \{ RCEG, RCEH, RCFG, RCFH, RDEG, RDEH, RDFG, RDFH \}$.

Після визначення кількості елементів кожної підмножини: $a_1, \ldots, a_n$ $a_1 = 0, a_2 = 2, a_3 = 0, a_4 = 8$ можна записати поліноміальну форму алгоритму у вигляді: $M = 0x^1 + 2x^2 + 0x^3 + 8x^4 = 2x^2 + 8x^4$.

Висновки. Для уніфікації і типізації алгоритмічних засобів необхідне дослідження еквівалентності алгоритмічних структур. У результаті дослідження алгоритмічних структур одного з найбільш потужних класів – безповторні формули, був запропонований метод побудови поліноміальної моделі безповторних алгоритмічних засобів, що дозволяє створювати каталоги типових безповторних алгоритмічних засобів, необхідних для уніфікації програмно-апаратних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Жихарев В.Я., Илюшко В.М., Чумаченко И.В. Математические основы проектирования рекурсивных автоматов с программируемой логикой. – Х.: Факт, 1999. – 144 с.*
2. *Жихарев В.Я., Илюшко В.М., Чумаченко И.В. Проектирование электронных компиляторов. – Х.: Факт, 1999. – 88 с.*
3. *Шалыто А.А. Логическое управление. Методы аппаратной и программной реализации. – СПб.: Наука, 2000. – 780 с.*
4. *Прангишвили И.В., Амбарцумян А.А. Научные основы построения АСУ ТП сложных энергетических систем. – М.: Наука, 1992. – 467с.*
5. *Garlan D., Shaw M. An introduction to software architecture // Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering. – World Scientific Publishing Co. – 1993. – Vol. 1. – P. 24 – 45.*
6. *Чумаченко И.В., Косенко В.В., Доценко Н.В. Бесповторные алгоритмические структуры // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вип. 3(19). – С. 220 – 223.*
7. *Чумаченко И.В. Расширенная алгебра регулярных схем алгоритмов с коммутативными условиями // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Х.: Нац. аерокосміч. ун-т „Харк. авіац. ін-т”. – 2000. – Вип. 20. – С. 154 –158.*

Надійшла 3.04.2004

***ЧУМАЧЕНКО Ігор Володимирович**, д.т.н., проф., зав. кафедрою Національного аерокосмічного університету „ХАІ”. У 1977 р. закінчив ХАІ. Область наукових інтересів – автоматизовані системи обробки інформації та управління.*

***КОСЕНКО Віктор Васильович**, канд. техн. наук, начальник відділу ХВУ. У 1982 році закінчив Харківське ВВКІУ. Область наукових інтересів – управління процесами в інформаційних системах.*

***ГАЙДАРОВ Сергій Юрійович**, начальник науково-дослідної лабораторії ІОЦ ХВУ. У 1980 році закінчив Харківське ВВКІУ. Область наукових інтересів – управління процесами в інформаційних системах.*

***ЛЕБЕДЄВА Ірина Анатоліївна**, с.н.с. ІОЦ ХВУ. Закінчила факультет прикладної математики ХІРЕ. Область наукових інтересів – сучасний аналіз.*