

УДК 519.713.1

к.т.н Потапова К.Р., студент Богаченко А.К.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

КОМПОЗИЦІЙНИЙ МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ

Abstract

K.R. Potapova, assoc. prof., PhD; A.K. Bogachenko, student

The design of the control unit of a reactive algorithm, in the framework of automata approach to the specification, and design of open systems is considered. Behavior of complex systems especially those which functioning over time may significantly change is complicated to specify with one set of requirements. Therefore a new approach to designing is proposed.

Вступ

У роботі використовується методологія доказового проектування алгоритмів функціонування реактивних систем [1]. Реактивні системи - це системи, які постійно взаємодіють зі своїм оточенням. Це, як правило, системи реального часу, робота яких полягає у виробленні реакції на вхідну інформацію, що змінюється в часі. Прикладами реактивних систем можуть бути телекомунікаційні мережі, системи керування технологічними процесами, літальними апаратами, операційні системи тощо. До надійності та безпомилковості функціонування таких систем висуваються надзвичайно високі вимоги.

Постановка задачі

Процес проектування реактивного алгоритму полягає в побудові формальної специфікації вимог до його поведінки і формалізованому переході від такої (як правило, декларативної) специфікації до імперативного (процедурного) подання алгоритму. Специфікація вимог до функціонування алгоритму являє собою множину тверджень, записаних у формальній мові [3], які повинні бути справедливими в кожен момент функціонування алгоритму. У даному підході до проектування така специфікація складається з двох

частин: специфікації керуючої частини алгоритму [2] і специфікації операційної частини. Як математична модель, що визначає семантику кожної із частин специфікації, використовується скінченний автомат.

Алгоритми функціонування невеликих систем, що мають досить просте керування, можуть бути специфіковані одним набором вимог до них, тобто набором інваріантів, які повинні бути істинними в будь-який момент функціонування системи. Проте поведінка складних систем, особливо таких, функціонування яких з часом може суттєво змінюватися, специфікувати одним набором вимог незрівнянно складніше. Тому специфікацію доцільно розбити на ряд специфікацій, що специфікують окремі частини алгоритму функціонування системи, які називаються модулями, що з'єднуються в один алгоритм на рівні графів переходів відповідних автоматів, отриманих шляхом синтезу модулів. Побудовану таким чином специфікацію будемо називати *композиційною специфікацією*. Композиційна специфікація складається із специфікації модулів і специфікації зв'язків між ними.

Основна частина

Для початку уточнимо деякі необхідні поняття.

Скінченний X - Y -автомат $A = \langle X, Y, Q, \delta, \mu \rangle$ де X і Y — вхідний і вихідний алфавіти відповідно, Q — скінченна множина станів, а $\delta: Q \times X \rightarrow 2^Q$ і $\mu: Q \rightarrow Y$ — відповідно функції переходів і виходів.

Вхід-вихідне надслово (нескінченне слово) $l = (x_1, y_1)(x_2, y_2) \dots$ в алфавіті $X \times Y$ допустиме у стані q автомата A , якщо існує таке надслово станів $q_0 q_1 q_2 \dots$, де $q_0 = q$, що для будь-якого $i = 0, 1, 2, \dots$ $q_{i+1} \in \delta(q_i, x_{i+1})$, $y_{i+1} = \mu(q_{i+1})$.

Четвірку $\langle q_1, x, y, q_2 \rangle$, таку що $q_2 \in \delta(q_1, x)$, $y = \mu(q_2)$ назвемо *переходом* в автоматі A зі стану q_1 у стан q_2 , а пару (x, y) *відміткою* цього переходу. Будемо казати, що вхід-вихідне слово $r = (x_1, y_1)(x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)$ переводить стан q' в стан q'' , якщо для кожного $i = 1, \dots, n$ в автоматі A є перехід $\langle q_i, (x_i, y_{i+1}), q_{i+1} \rangle$, де $y_{i+1} = \mu(q_{i+1})$ і $q' = q_1$, $q'' = q_{n+1}$.

Для специфікації автоматів та умов використовується мова L . Специфікація у мові L має вигляд формули $\forall t F(t)$, де $F(t)$ — формула яка має єдину змінну t , і побудована за допомогою логічних зв'язок із атомарних формул (атомів) вигляду $p(t + k)$, де p — одномісний предикатний символ, t — змінна, що набуває значення з множини \mathbf{Z} , а k — ціла константа, що зветься *рангом атома*.

В якості автоматної моделі модуля розглядається X - Y -автомат $A = \langle X, Y, Q, \delta, \mu \rangle$. Значення функції переходів в стані q будемо задавати у

вигляді множини переходів з цього стану. При цьому будемо розглядати узагальнені переходи, що визначають множину переходів зі стану q_1 в стан q_2 , при яких генерується один і той же вихідний сигнал. Відмітка такого переходу складається з двох частин: вхідної умови, тобто функції від вхідних змінних, що задає множину символів вхідного алфавіту X , і символу вихідного алфавіту Y (набору значень вихідних змінних). Будемо говорити, що перехід задовольняє умові $f(t)$, якщо вхідна умова цього переходу, імплікує функцію $f(t)$, яка розглядається як пропозиціональна функція [1].

Уточнимо деякі використовувані в подальшому поняття.

Передісторія - це характеристика поточного моменту функціонування системи, що представляє собою послідовність вхід-вихідних символів, отриманих системою від початку її функціонування (для неініціальних систем в нескінченному минулому) до моменту, що розглядається.

Спосіб (режим) функціонування системи - це функція, яка кожній допустимій передісторії ставить у відповідність множину допустимих її продовжень (надслів).

В автоматі, що специфікований композиційною специфікацією, перехід від режиму функціонування, визначеного одним модулем, до функціонування, що визначається іншим модулем, пов'язаний з настанням події, що представляє собою зміну значення деякої умови з хибної на істинну. На рівні графів переходів автоматів, відповідних модулів, такий перехід описується з'єднанням графів, що задаються за допомогою двох основних операцій:

- 1) міжмодульного переходу,
- 2) ототожнення станів.

З'єднання модулів за допомогою міжмодульного переходу

При міжмодульному переході з модуля A в нього додається один або декілька переходів (з одного і того ж або різних станів), для яких вказується модуль, куди здійснюється перехід, і стан в цьому модулі. Кожен доданий узагальнений перехід, задається двома умовами, що відносяться до різних модулів. Одне з них називається умовою виходу з модуля і має вигляд $F(t-1) \& f(t)$, де $F(t-1)$ — *внутрішня частина* умови, що виділяє одне або декілька станів у модулі A , а $f(t)$ — *зовнішня частина*, визначає відмітки узагальнених переходів, що додаються, з цих станів. Інша умова, що називається умовою входу в модуль, визначає стан в модулі, куди здійснюється перехід. Внутрішня частина умови виходу з модуля являє собою формулу, всі предикатні символи якої належать сигнатурі відповідного модуля, а ранги її атомів не перевищують -1 . Зовнішня частина — це

формула, побудована з атомів нульового рангу, яка може містити предикатні символи, які не належать сигнатурі модуля. Всі предикатні символи в умові, що виділяє стан модуля, куди здійснюється перехід, належать сигнатурі цього модуля.

З'єднання модулів за допомогою ототожнення станів

Ця операція полягає в ототожненні станів, що належать двом різним модулям. Специфікація її складається з специфікації для кожного модуля умови переходу, що має вигляд $F(t-1) \& f(t)$, де $F(t-1)$ — внутрішня частина умови, виділяє стан, що ототожнюється, у відповідному модулі, а $f(t)$ — зовнішня частина, побудована з атомів нульового рангу, утворених вхідними символами з об'єднання сигнатур модулів, що з'єднуються. Зовнішня частина умови переходу для одного модуля є запереченням зовнішній частині умови переходу для іншого модуля. Формула $f(t)$ визначає множину переходів з стану, що ототожнюється, що задовольняє цій формулі.

Висновок

З ростом складності алгоритму зростає і кількість варіантів, і складність формул, що їх виражають, що призводить до нелінійного зростання складності специфікації. Ідея композиційного підходу полягає у тому щоб таку специфікацію розбити на ряд специфікацій модулів та специфікації зв'язків між ними, що дозволяє спростити процес проектування та привести його до можливостей засобів проектування.

Література

1. *Чеботарев А.Н.* Композиционный поход к проектированию реактивных алгоритмов // Кибернетика и системны анализ. — 2012. — В печати.
2. *Богаченко А.К., Потапова К.Р.* Проектування та оптимізація керуючої частини реактивної системи // Прикладна математика та комп'ютеринг — 2011 — С. 153-156
3. *Богаченко А.К., Чеботарев А.Н.* Синтез автомата специфицированного в языке L^* , путем перехода к спецификации в языке L // Комп'ютерні засоби, мережі та системи — 2011 — с. 13-21.
4. *Богаченко А.К., Романов В.О., Чеботарьов А.М.* Проектування управляючого компонента реактивної системи // Автоматика — 2010. — Том 2. — с. 133.