

Luận văn thạc sĩ

Chương 1

Giới thiệu

Chương 2

Kiến thức cơ sở

2.1 Dạng đặc tả sử dụng hệ chuyển trạng thái được gắn nhãn

Định nghĩa 2.1: Hệ chuyển trạng thái được gắn nhãn (Labelled Transition System - LTS [2])

Một LTS là một bộ có thứ tự gồm 4 thành phần: $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$

Trong đó:

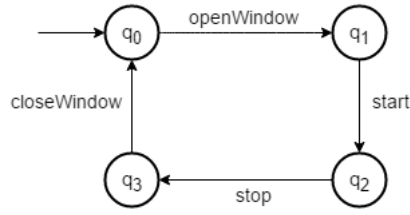
- $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_n\}$ là tập các trạng thái,
- $\Sigma = \{w_0, w_1, \dots, w_n\}$ là tập các sự kiện,
- $\delta \subseteq Q \times \Sigma \times Q$ là hàm chuyển trạng thái, và
- $q_0 \in Q$ là trạng thái khởi tạo.

Ta kí hiệu $q_i \xrightarrow{w_i} q_j$ nếu và chỉ nếu có một sự kiện w_i chuyển hệ thống từ trạng thái q_i sang trạng thái q_j , khi đó $(q_i, w_i, q_j) \in \delta$. Điều này có nghĩa khi một hệ thống đang ở trạng thái q_i , nếu có một sự kiện w_i xảy ra thì hệ thống sẽ chuyển sang trạng thái q_j . Tương tự, khi hệ thống đang ở trạng thái q_j nếu có một hành động w_k xảy ra thì hệ thống sẽ chuyển sang trạng thái q_k . Như vậy, chuỗi hai hành động $q_i \xrightarrow{w_i} q_j, q_j \xrightarrow{w_k} q_k$ có thể chuyển hệ thống từ trạng thái q_i sang trạng thái q_k . Khi đó, ta có thể kí hiệu $q_i \xrightarrow{w_i w_k} q_k$.

Ví dụ 2.1: Ví dụ về một hệ thống chuyển trạng thái được gắn nhãn.

Trên hình 2.1 là một ví dụ về một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$, trong đó:

- $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$,



Hình 2.1: Một hệ thống chuyển trạng thái được gán nhãn.

- $\Sigma = \{openWindow, start, stop, closeWindow\}$,
- $\delta = \{(q_0, openWindow, q_1), (q_1, start, q_2), (q_2, stop, q_3), (q_3, closeWindow, q_0)\}$,
và
- q_0 là trạng thái khởi tạo.

Định nghĩa 2.2: Kích thước của một tập hợp [1].

Kích thước của một tập hợp $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_n\}$ là số phần tử của tập hợp Q , kí hiệu là $|Q|$.

Ví dụ 2.2: Với LTS được cho bởi hình 2.1, tập các trạng thái $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$ nên $|Q| = 4$.

Định nghĩa 2.3: Kích thước của một LTS [3].

Kích thước của một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$ là số trạng thái của M , kí hiệu là $|M|$, trong đó $|M| = |Q|$.

Ví dụ 2.3: Với LTS được cho bởi hình 2.1, kích thước của LTS đó là $|M| = |Q| = 4$.

Định nghĩa 2.4: Vết của LTS.

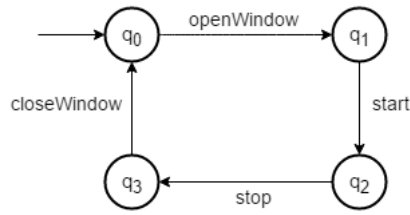
Vết của một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$ là một chuỗi hữu hạn các sự kiện có dạng $\sigma = w_0 w_1 \dots w_k$ với $w_k \in \Sigma$ và $0 \leq k \leq n$ sao cho tồn tại trạng thái $q_i \in Q$ mà $q_0 \xrightarrow{\sigma} q_i$.

Như vậy, vết σ của LTS M là một chuỗi các sự kiện có thể quan sát được mà M có thể thực hiện được từ trạng thái khởi tạo q_0 .

Ví dụ 2.4: Vết của LTS.

Hình 2.2 minh là một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$, trong đó:

- $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$,
- $\Sigma = \{openWindow, start, stop, closeWindow\}$,
- $\delta = \{(q_0, openWindow, q_1), (q_1, start, q_2), (q_2, stop, q_3), (q_3, closeWindow, q_0)\}$,
và
- q_0 là trạng thái khởi tạo.



Hình 2.2: Minh họa vết của LTS.

Ta thấy, chuỗi các hành động `openWindow start stop` là một vết của M, bởi vì tại trạng thái khởi tạo q_0 , khi sự kiện `openWindow` xảy ra, hệ thống chuyển sang trạng thái q_1 , tiếp tục xảy ra sự kiện `start` hệ thống chuyển sang trạng thái q_2 , khi xảy ra sự kiện `stop` hệ thống chuyển sang trạng thái q_3 . Chuỗi các hành động `openWindow start stop` chuyển hệ thống từ trạng thái khởi tạo q_0 sang trạng thái $q_3 \in Q$ nên chuỗi các hành động `openWindow start stop` là một vết của LTS. Tương tự, chuỗi các hành động `openWindow`, `openWindow start`, `openWindow start stop closeWindow`, `openWindow start stop closeWindow openWindow`, ... đều là vết của M.

Định nghĩa 2.5: Ngôn ngữ của LTS.

Ngôn ngữ của LTS M kí hiệu là $L(M)$ được định nghĩa như sau:

$$L(M) = \{\alpha \mid \alpha \text{ là một vết của } M\}$$

Ví dụ 2.5: Ví dụ về ngôn ngữ của LTS.

Với LTS M như ở hình 2.2, ngôn ngữ của M là:

$$L(M) = \{\text{openWindow}, \text{openWindow start}, \text{openWindow start stop}, \dots\}$$

2.2 Dạng đặc tả sử dụng hàm logic (Bool)

Định nghĩa 2.6: Hàm logic [1].

$B = \{T, F\}$ là miền giá trị logic. Với X là tập hợp các biến logic, một hàm logic $\theta(X)$ được định nghĩa $\theta(X): B^{|X|} \rightarrow B$.

Ví dụ 2.6: Ví dụ về hàm logic.

Với X là tập hợp gồm 3 phần tử, $X = \{x, y, z\}$ trong đó $x, y, z \in B$. Hàm logic $\theta(x, y, z) = x \wedge y \vee z$ chính là một ánh xạ $\theta(X): B^3 \rightarrow B$.

Định nghĩa 2.7: Phép gán [1].

Với X là tập hợp các biến logic, phép gán v được định nghĩa $v: X \rightarrow B$.

Ví dụ 2.7: Với X là tập hợp gồm 3 phần tử, $X = \{x, y, z\}$ trong đó $x, y, z \in B$, $v(x) = T$, $v(x) = F$, $v(y) = T$, $v(y) = F$, $v(z) = T$ và $v(z) = F$ là các phép gán trên tập X.

Định nghĩa 2.8: Phép gán hàm [1].

Với $\phi(X)$ là hàm một logic trên tập X , v là một phép gán trên tập X , phép gán hàm kí hiệu $\phi[v]$ là kết quả thu được khi thay các phần tử $x \in X$ bởi $v(x)$. Với X và X' là các tập biến logic, trong đó $X' = \{x' \mid x \in X\}$, $\psi(X, X')$ là hàm logic trên hai tập X và X' , với $v(x)$ và $v'(x')$ lần lượt là các phép gán trên tập X và X' , kí hiệu $\psi[v, v']$ là kết quả thu được khi thay một cách tương ứng các phần tử $x \in X$ bởi $v(x)$ và $x' \in X'$ bởi $v'(x')$.

Ví dụ 2.8: Với $X = \{x\}$, $X' = \{x'\}$ là tập hợp các biến logic, $\phi(x) = \bar{x}$ là một hàm logic trên tập X . Nếu $v(x) = T$ thì $\phi[v] = F$ và nếu $v(x) = F$ thì $\phi[v] = T$. Với $\psi(x, x') = x \vee x'$ là một hàm logic trên tập X và X' , nếu $v(x) = T$, $v(x') = F$ thì $\psi[v, v'] = T \vee F = T$.

Một cách tổng quát, với n tập các biến logic X, X_1, X_2, \dots, X_n trong đó $X_i = \{x_i \mid x \in X\}$, $\psi(X, X_1, X_2, \dots, X_n)$ là hàm logic tương ứng trên các tập biến logic X, X_1, X_2, \dots, X_n , ta kí hiệu $\psi[v_1, v_2, \dots, v_n]$ là kết quả thu được khi thay một cách tương ứng các phần tử $x_1 \in X_1$ bởi $v_1(x_1)$, $x_2 \in X_2$ bởi $v_2(x_2)$, ... và $x_n \in X_n$ bởi $v_n(x_n)$.

Định nghĩa 2.9: Dạng đặc tả sử dụng hàm logic.

Dạng đặc tả sử dụng hàm logic là một bộ có thứ tự gồm 4 phần tử:

$$N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$$

Trong đó:

- X là tập các biến logic dùng để biểu diễn các trạng thái của hệ thống. $X = \{x_0, x_1, \dots, x_n\}$,
- E là tập các biến logic dùng để biểu diễn các hành vi của hệ thống. $E = \{e_0, e_1, \dots, e_n\}$,
- $\tau \subseteq X \wedge E \wedge X'$ là hàm logic biểu diễn việc chuyển trạng thái của hệ thống với $X' = \{x' \mid x \in X\}$, và
- $\iota(X)$ là hàm logic dùng để biểu diễn các trạng thái khởi tạo của hệ thống.

Ví dụ 2.9: Ví dụ về dạng đặc tả sử dụng hàm logic.

Với dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$. Trong đó:

- $X = \{x_1, x_2, x_5, x_6\}$,
- $E = \{x_3, x_4\}$
- $\tau = \{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6), (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge x_6), (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6)\}$

- $\iota(X) = \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$

Định nghĩa 2.10: Vết của dạng đặc tả sử dụng hàm logic.

Với dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$, v là phép gán cho hàm biểu diễn trạng thái trên tập X , γ là phép gán cho hàm biểu diễn sự kiện trên tập E , một chuỗi hữu hạn $\xi = \gamma^0 \gamma^1 \dots \gamma^t$ được gọi là vết của N khi và chỉ khi tồn tại tập các phép gán $v^0, v^1, \dots, v^n, \gamma^0, \gamma^1, \dots, \gamma^n$ sao cho $\iota[v^0] = T$ và $\tau[v^i, \gamma^i, v^{i+1}] = T$.

Chúng ta có một nhận xét: $\tau[v^i, \gamma^i, v^{i+1}]$ là phép gán cho hàm $\tau(X_i, E_i, X_{i+1}) = X_i \wedge E_i \wedge X_{i+1}$, khi đó $\tau[v^i, \gamma^i, v^{i+1}] = v^i \wedge \gamma^i \wedge v^{i+1} = T \Leftrightarrow v^i = T, \gamma^i = T$ và $v^{i+1} = T$.

Ví dụ 2.10: Ví dụ về vết của dạng đặc tả sử dụng hàm logic.

Cho dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$. Trong đó:

- $X = \{x_1, x_2, x_5, x_6\}$,
- $E = \{x_3, x_4\}$
- $\tau = \{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (x_5 \wedge \bar{x}_6), (x_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (x_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6), ((\bar{x}_1 \wedge x_2) \wedge (\bar{x}_3 \wedge x_4) \wedge (\bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6))\}$
- $\iota(X) = \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$

Vì $\iota(X) = \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$ nên $\iota[v^0] = T$. Mặt khác, $\tau[(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (x_5 \wedge \bar{x}_6)] = T$, $\tau(x_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (x_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6) = T$, $\tau((\bar{x}_1 \wedge x_2) \wedge (\bar{x}_3 \wedge x_4) \wedge (\bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6)) = T$ nên chuỗi $\xi = \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4$ là một vết của N .

Một cách hoàn toàn tương tự, các chuỗi $\xi_1 = \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4$, $\xi_2 = \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4$, ... cũng là vết của N .

Định nghĩa 2.11: Ngôn ngữ của dạng đặc tả sử dụng hàm logic.

Cho dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$, tập hợp tất cả các vết của N được gọi là ngôn ngữ của N và được kí hiệu là $L(N)$. Ta có: $L(N) = \{\xi \mid \xi \text{ là một vết của } N\}$.

Ví dụ 2.11: Với dạng đặc tả sử dụng hàm logic N cho bởi ví dụ 2.10 thì ngôn ngữ của N là $L(N) = \{\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4, \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4, \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4, \dots\}$

2.3 Bảng ánh xạ

Bảng ánh xạ (mapping) là một bảng dùng để lưu lại các ánh xạ khi chuyển đổi từ dạng đặc tả sử dụng LTS sang dạng đặc tả sử dụng hàm logic và ngược lại. Gọi Map là kí hiệu của bảng ánh xạ. Với một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$ trong

đó $Q = Q_1 \cup Q_2$ với Q_1 là tập các trạng thái đầu vào, Q_2 là tập các trạng thái đầu ra và một dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$, trong đó $X = X_1 \cup X_2$ với X_1 là tập các biến logic dùng để biểu diễn các trạng thái đầu vào của hệ thống, X_2 là tập các biến logic biểu diễn các trạng thái đầu ra của hệ thống. Ta định nghĩa:

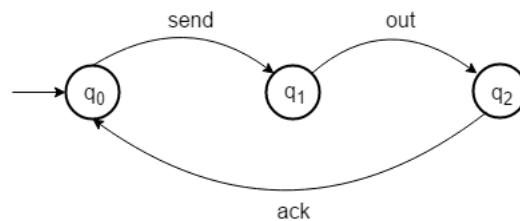
$\text{Map} = \{Q = Q_1 \cup Q_2, \Sigma, \delta, X = X_1 \cup X_2, E, \tau\}$

Trong đó:

- $Q = Q_1 \cup Q_2$ là tập các trạng thái của LTS. Với Q_1, Q_2 là tập các trạng thái đầu vào và tập trạng thái đầu ra,
- Σ là tập các sự kiện của LTS,
- δ là hàm chuyển trạng thái,
- $X = X_1 \cup X_2$ là tập các biến logic dùng để biểu diễn tập các trạng thái của hệ thống. Với X_1, X_2 lần lượt là tập các biến logic dùng để biểu diễn các trạng thái đầu vào và đầu ra của hệ thống,
- E là tập các biến logic dùng để biểu diễn các hành vi của hệ thống, và
- τ là hàm logic biểu diễn việc chuyển trạng thái của hệ thống.

Ví dụ 2.12: Ví dụ về bảng ánh xạ.

Cho LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$ như trên hình 2.3, trong đó:



Hình 2.3: Minh họa vết của LTS.

- $Q = \{q_0, q_1, q_2\}$,
- $\Sigma = \{send, out, ack\}$,
- $\delta = \{(q_0, send, q_1), (q_1, out, q_2), (q_2, ack, q_0)\}$, và
- q_0 là trạng thái khởi tạo.

Và dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$. Trong đó:

- $X = \{x_1, x_2, x_5, x_6\}$,
- $E = \{x_3, x_4\}$ $\tau = \{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (x_5 \wedge \bar{x}_6), (x_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (x_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_5 \wedge x_6), ((\bar{x}_1 \wedge x_2) \wedge (\bar{x}_3 \wedge x_4) \wedge (\bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6))\}$
- $\iota(X) = \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$

Khi đó, nếu dạng đặc tả sử dụng LTS M và dạng đặc tả dụng hàm logic N là tương đương. Ta có bảng ánh xạ:

Q_1	q_0	q_1	q_2
X_1	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$	$x_1 \wedge \bar{x}_2$	$\bar{x}_1 \wedge x_2$

Bảng 2.1: Ví dụ về bảng ánh xạ của tập trạng thái đầu vào

Q_2	q_1	q_2	q_0
X_2	$x_5 \wedge \bar{x}_6$	$\bar{x}_5 \wedge x_6$	$\bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6$

Bảng 2.2: Ví dụ về bảng ánh xạ của tập các trạng thái đầu ra

Σ	send	out	ack
E	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4$	$x_3 \wedge \bar{x}_4$	$\bar{x}_3 \wedge x_4$

Bảng 2.3: Ví dụ về bảng ánh xạ của tập các sự kiện

$\delta(q, e, q')$	$\delta(a, send, b)$	$\delta(b, out, c)$	$\delta(c, ack, a)$
$\tau(x, e, x')$	$x_0 x_1 \wedge x_2 x_3 \wedge x_4 \bar{x}_5$	$x_0 \bar{x}_1 \wedge x_2 \bar{x}_3 \wedge x_4 \bar{x}_5$	$\bar{x}_0 x_1 \wedge \bar{x}_2 x_3 \wedge x_4 x_5$

Bảng 2.4: Ví dụ về bảng ánh xạ của tập các chuyển trạng thái

Tập hợp bốn bảng ánh xạ: Bảng ánh xạ của tập các trạng thái đầu vào, bảng ánh xạ của tập trạng thái đầu ra, bảng ánh xạ của tập các sự kiện và bảng ánh xạ của tập các chuyển trạng thái được gọi chung là bảng ánh xạ.

Chương 3

Phương pháp chuyển đổi

3.1 Thuật toán

Đầu vào (Input): Một LTS.

Đầu ra (Output): Dạng đặc tả sử dụng hàm logic và bảng ánh xạ.

Thuật toán chia làm 4 bước:

- Bước 1: Mã hóa tập các trạng thái đầu vào - Thuật toán 3.1.
- Bước 2: Mã hóa tập các trạng thái đầu ra - Thuật toán 3.1.
- Bước 3: Mã hóa tập các sự kiện.
- Bước 4: Mã hóa tập các chuyển trạng thái - Thuật toán 3.2.

3.1.1 Thuật toán mã hóa một tập hợp

Tập các trạng thái đầu vào, tập các trạng thái đầu ra hay tập các sự kiện gọi chung là một tập hợp. Vì các bước tiến hành mã hóa một tập hợp là giống nhau nên em chỉ trình bày một thuật toán chung. Khi tiến hành mã hóa thì tùy từng mục đích mã hóa tập đầu vào sẽ thay đổi. Cụ thể, nếu chúng ta tiến hành mã hóa tập các trạng thái đầu vào Q_1 thì đầu vào cho thuật toán mã hóa sẽ là tập các trạng thái đầu vào Q_1 , hoặc nếu chúng ta tiến hành mã hóa tập các trạng thái đầu ra Q_2 thì đầu vào cho thuật toán mã hóa sẽ là tập các trạng thái đầu ra Q_2 và nếu chúng ta tiến hành mã hóa tập các sự kiện Σ thì đầu vào cho thuật toán mã hóa sẽ là tập các sự kiện Σ .

Thuật toán 3.1: Thuật toán mã hóa một tập hợp

Đầu vào: Một tập hợp A

Đầu ra : Tập hợp các phần tử của tập hợp A đã được mã hóa.

```
1 for mỗi phần tử  $a_i$  trong tập A do
2   Lưu  $a_i$  vào trong bảng ánh xạ
3    $x^i = \text{True}$ 
4    $k = \text{Thứ tự của } a_i \text{ trong } A$ 
5   Chuyển  $k$  sang số nhị phân với độ dài  $\lceil \log_2(|A|) \rceil + 1$  bit
6   for mỗi bit  $x_i$  trong chuỗi nhị phân biểu diễn  $k$  do
7     if  $x_i = 1$  then
8       | Biểu diễn  $x_i$  dưới dạng  $x_i$ 
9     else
10      | Biểu diễn  $x_i$  dưới dạng  $\bar{x}_i$ 
11    end
12     $x^i = \bigvee_{i=1}^n \{x_i \wedge x\}$ 
13  end
14  Lưu  $x^i$  vào bảng ánh xạ ứng với vị trí của phần tử  $a_i$ .
15 end
```

Với A là tập các phần tử cần mã hóa $A = \{a_0, a_1, \dots, a_n\}$. Số biến logic cần dùng để mã hóa tập hợp A là $m = \lceil \log_2 n \rceil + 1$. Gọi $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ là tập các biến logic dùng để mã hóa các phần tử của A. Mỗi trạng thái a_i trong A sẽ được biểu diễn dưới dạng $x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_m$. Xét một phần tử bất kỳ a_i trong tập A, theo bước (4) ta xác định được thứ tự của a_i trong tập A là k , theo bước (5) thì k sẽ biểu diễn dưới dạng số nhị phân $m = \lceil \log_2 n \rceil + 1$ bit. Theo bước (6)-(12) chúng ta sẽ mã hóa được phần tử a_i , kết quả sau khi vòng lặp ở bước (6) kết thúc chúng ta sẽ có được dạng mã hóa của trạng thái a_i . Thêm vào đó, theo bước (14) dạng biểu diễn của trạng thái a_i sẽ được lưu vào trong bảng ánh xạ. Bởi vì, thứ tự của mỗi phần tử trong a_i là duy nhất nên số nhị phân biểu diễn thứ tự của trạng thái a_i cũng sẽ là duy nhất, vì thế dạng mã của phần tử a_i là duy nhất. Một cách tương tự cho các phần tử khác trong A, sau khi vòng lặp ở bước (1) kết thúc chúng ta sẽ mã hóa được tất cả các trạng thái của tập A. Thêm vào đó, sau khi mã hóa, các thông tin về các trạng thái và dạng mã hóa tương ứng của từng trạng thái này đều được lưu vào bảng ánh xạ. Chúng ta sẽ thấy $x^i = \bigvee_{i=1}^n \{x_i \wedge x\}$ là một hàm logic biểu diễn a_i và các phần tử x_i biểu diễn hàm x^i đều thuộc tập X_i với $X_i = \{x_i \mid x \in X\}$

Độ phức tạp: Độ phức tạp của thuật toán là $O(n)$, trong đó n là kích thước của tập A cần mã hóa.

3.1.2 Thuật toán mã hóa tập các chuyển trạng thái

Thuật toán 3.2: Mã hóa tập các chuyển trạng thái

Đầu vào: Tập hợp các chuyển trạng thái của LTS.

Đầu ra : Tập hợp các chuyển trạng thái đã được mã hóa

```
1 for mỗi chuyển trạng thái được biểu diễn  $\delta(q, w, q')$  do
2   Lấy dạng biểu diễn  $X_i$  của  $q$  từ bảng ánh xạ của tập các trạng thái
   đầu vào
3   Lấy dạng biểu diễn  $E_i$  của  $w$  từ bảng ánh xạ của tập các sự kiện
4   Lấy dạng biểu diễn  $X_{i+1}$  của  $q'$  từ bảng ánh xạ của tập các trạng
   thái đầu ra
5   Biểu diễn chuyển trạng thái dưới dạng:  $X_i \wedge E_i \wedge X_{i+1}$ 
6 end
7 return  $\tau = \bigvee_{i=1}^n \{x_i \wedge e_i \wedge x_{i+1}\}$ 
```

Một chuyển trạng thái được biểu diễn là một bộ ba (q, w, q') , nên để mã hóa cho mỗi chuyển trạng thái, chúng ta cần tìm dạng mã hóa cho từng thành phần q , w và q' . Dựa theo thuật toán 3.1, chúng ta đã có được bảng ánh xạ lưu thông tin về các trạng thái và dạng mã hóa tương ứng, thông tin về các sự kiện và dạng mã hóa tương ứng. Xét một chuyển trạng thái (q_1, w_i, q_{i+1}) . Theo bước (2) q_i sẽ tương ứng với x_i trong bảng ánh xạ của tập các trạng thái đầu vào. Theo bước (3) sự kiện w_i sẽ tương ứng với e_i trong bảng ánh xạ của tập các sự kiện. Theo bước (4) trạng thái q_{i+1} sẽ tương ứng với x_{i+1} trong bảng ánh xạ của tập các trạng thái đầu ra. Sau bước (5), chuyển trạng thái (q_1, w_i, q_{i+1}) sẽ được biểu diễn dưới dạng $x_i \wedge e_i \wedge x_{i+1}$.

Độ phức tạp: Độ phức tạp của thuật toán là $O(n)$, trong đó n là kích thước của tập hợp các chuyển trạng thái cần mã hóa.

3.2 Chứng minh

Với thuật toán mã hóa đưa ra ở chương phía trước chúng ta hoàn toàn có thể chuyển đổi một dạng đặc tả sử dụng LTS sang dạng đặc tả sử dụng hàm logic và ngược lại từ dạng đặc tả sử dụng hàm logic kết hợp với bảng ánh xạ để chuyển đổi sang dạng đặc tả sử dụng LTS. Tuy nhiên, hai dạng đặc tả này sau khi chuyển đổi liệu có tương đương với nhau? Để chứng minh ngôn ngữ của dạng đặc tả được biểu diễn bằng LTS tương đương với ngôn ngữ của dạng đặc tả sử dụng hàm logic, chúng ta cần chứng minh 2 mệnh đề:

- Mệnh đề 1: Ngôn ngữ của dạng đặc tả hệ thống biểu diễn bằng LTS sau khi chuyển đổi sang dạng đặc tả biểu diễn bằng hàm logic được đoán nhận bởi dạng đặc tả sử dụng hàm logic. (1)
- Mệnh đề 2: Ngôn ngữ của dạng đặc tả sử dụng hàm logic sau khi chuyển sang dạng đặc tả biểu diễn bằng LTS được đoán nhận bởi LTS.

Chứng minh mệnh đề 1:

Với một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$, $L(M)$ là ngôn ngữ của của M và một dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$, $L(N)$ là ngôn ngữ của N, N được chuyển đổi từ M. Xét q_0 là trạng thái khởi tạo của M, áp dụng thuật toán 3.1, chúng ta sẽ mã hóa q_0 thành x^0 . Vì x^0 là một hàm logic nên tồn tại một phép gán v^0 cho hàm x^0 trên tập X sao cho $\iota[v^0] = T$. (1)

Mặt khác, gọi $\delta(q_i, w_i, q_{i+1})$ là một chuyển trạng thái bất kì trong tập các chuyển trạng thái của LTS, áp dụng thuật toán 3.2, $\delta(q_i, w_i, q_{i+1})$ sẽ được mã hóa thành $\tau(x^i \wedge e^i \wedge x^{i+1})$, khi đó tồn tại các phép gán v^i cho hàm x^i trên tập X_i , v^{i+1} cho hàm x^{i+1} trên tập X_{i+1} , γ^i là phép gán cho hàm e^i trên tập E_i sao cho $\tau[v^i, \gamma^i, v^{i+1}] = T$ (2). Từ (1), (2) và định nghĩa 2.10, $\xi = \gamma^0 \gamma^1 \dots \gamma^n$ là một vết của N hay $\xi \in L(N)$.

Chứng minh mệnh đề 2:

Với một LTS $M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0 \rangle$, $L(M)$ là ngôn ngữ của của M và một dạng đặc tả sử dụng hàm logic $N = \langle X, E, \tau, \iota(X) \rangle$, $L(N)$ là ngôn ngữ của N, N được chuyển đổi từ M. Gọi Map là bảng ánh xạ lưu các ánh xạ khi chuyển đổi từ dạng đặc tả sử dụng M sang N. Gọi $\xi = \gamma^0 \gamma^1 \dots \gamma^n$ là một vết của N. Trong đó, γ^i là phép gán cho hàm e^i biểu diễn hành vi thứ i của hệ thống. Dựa vào bảng ánh xạ Map ta chuyển được ξ thành $\sigma = w_0 w_1 \dots w_n$. Ta sẽ chứng minh σ được đoán nhận bởi M. Thật vậy, với e^0 là dạng biểu diễn cho hành vi đầu tiên của hệ thống, dựa vào bảng ánh xạ e^0 tương ứng với w_0 , mà chúng ta có chuyển trạng thái $\delta(q_0, w_0, q_1)$ nên q_0 là trạng thái khởi tạo của M (1). Vì ξ là một vết của N nên $\tau[v^i, \gamma^i, v^{i+1}] = T$ với $\forall i : 0 \leq i < n$, mà v^i lại là phép gán cho hàm x^i tập X_i , γ^i là phép gán cho hàm e^i trên tập E_i , v^{i+1} lại là phép gán cho hàm x^{i+1} trên tập X_{i+1} , theo vào bảng ánh xạ, x^i ứng với q_i , x^{i+1} ứng với q_{i+1} , e^i ứng với w_i nên ta có chuyển trạng thái $\delta(q_i, w_i, q_{i+1})$ mà do $0 \leq i \leq n$ nên ta có thể biểu diễn $q_0 \xrightarrow{\sigma} q_i$.

Chương 4

Ví dụ về việc chuyển đổi giữa các dạng đặc tả

Tài liệu tham khảo

- [1] Yu-Fang Chen, Edmund M. Clarke, Azadeh Farzan, Ming-Hsien Tsai, Yih-Kuen Tsay, and Bow-Yaw Wang, *Automated Assume-Guarantee Reasoning through Implicit Learning*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1993.
- [2] Pham Ngoc Hung, *Assume-Guarantee Verification of Evolving Component-Based Software*. Japan Advanced Institute of Science and Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, September, 2009.
- [3] P. N. Hung, N. V. Ha, T. Aoki and T. Katayama, *On Optimization of Minimized Assumption Generation Method for Component-based Software Verification* IEICE Trans. on Fundamentals, Special Issue on Software Reliability Engineering, Vol. E95-A, No.9, pp. 1451-1460, Sep. 2012.