

# MẠNG TÍNH TOÁN VÀ ỨNG DỤNG

HOÀNG KIẾM, ĐỖ VĂN NHON

**Abstract.** In this paper we propose a model that can be used for representing knowledge. It is called a computational net. We also discuss some on a computational net, and prove the algorithms used to solve the problems. Algorithms have been implemented and tested carefully in various applications. In this paper we bring out two application examples in geometry and in chemistry.

## I. GIỚI THIỆU

Một trong những vấn đề hiện nay đang được quan tâm của “Trí Tuệ Nhân Tạo” là nghiên cứu các phương pháp biểu diễn và xử lý tri thức. Trên cơ sở đó có thể tạo ra những chương trình “thông minh” ở một mức độ nào đó. Trong nhiều lĩnh vực chúng ta thường gặp những vấn đề đặt nra dưới dạng như sau: Chúng ta phải thực hiện những tính toán hay suy diễn ra những yếu tố cần thiết nào đó từ một số yếu tố đã được biết trước. Để giải quyết vấn đề người ta phải vận dụng một số hiểu biết (tri thức) nào đó về những liên hệ giữa các yếu tố đang được xem xét. Những liên hệ cho phép ta có thể suy được một số yếu tố giả thiết đã biết một số yếu tố khác. Trong [1] và [4] có nêu lên một bài toán trong toán học, vật lý, hóa học có dạng như trên.

Trong bài báo này chúng tôi đưa ra một mô hình biểu diễn và xử lý tri thức có thể áp dụng giải tự động các bài toán trên, và ta gọi mô hình này là “Mạng tính toán”.

## II. MẠNG TÍNH TOÁN

Mạng tính toán là một biểu diễn tri thức có thể dùng để biểu diễn các tri thức về các vấn đề tính toán và được áp dụng một cách có hiệu quả để giải một số dạng bài toán. Mỗi mạng tính toán là một mạng ngữ nghĩa chứa các biến và những quan hệ có thể cài đặt và sử dụng được cho việc tính toán. Chúng ta xét một mạng tính toán gồm một tập hợp các biến cùng với một tập các quan hệ (chẳng hạn các công thức) tính toán giữa các biến. Trong ứng dụng cụ thể mỗi biến và giá trị của nó thường gắn liền với một khái niệm cụ thể về sự vật, mỗi quan hệ thể hiện một tri thức về sự vật.

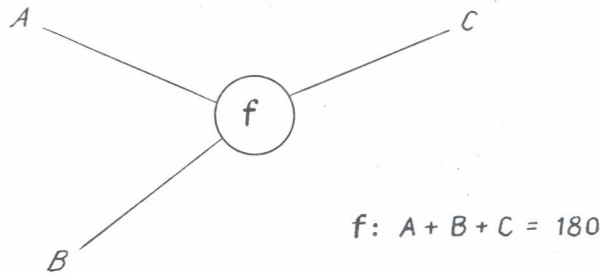
## 1. Các quan hệ

Cho  $M = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  là một tập hợp các biến có thể lấy giá trị trong các miền xác định tương ứng  $D_1, D_2, \dots, D_m$ . Đối với mỗi quan hệ  $R \subseteq D_1 \times D_2 \times \dots \times D_m$  trên các tập hợp  $D_1, D_2, \dots, D_m$  ta nói rằng quan hệ này liên kết các biến  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , và các ký hiệu là  $R(x_1, x_2, \dots, x_m)$  hay vắn tắt là  $R(x)$  (ký hiệu  $x$  dùng để chỉ bộ biến  $\langle x_1, x_2, \dots, x_m \rangle$ ). Ta có thể thấy rằng quan hệ  $R(x)$  có thể được biểu diễn bởi một ánh xạ  $f_{R,u,v}$  với  $u \cup v = x$ , và ta viết:  $f_{R,u,v} : u \rightarrow v$ , hay vắn tắt là  $f : u \rightarrow v$ .

Đối với các quan hệ dùng cho việc tính toán, cách ký hiệu trên bao hàm ý nghĩa như là một hàm: Ta có thể tính được giá trị của các biến thuộc  $v$  khi biết được giá trị của các biến thuộc  $u$ .

Trong phần sau ta xét các quan hệ xác định bởi các hàm có dạng  $f : u \rightarrow v$ , trong đó  $u \cap v = \emptyset$  (tập rỗng). Đặc biệt là các *quan hệ đối xứng* có hạng (rank) bằng một số nguyên dương  $k$ . Đó là các quan hệ mà ta có thể tính được  $k$  biến bất kỳ từ  $m - k$  biến kia (ở đây  $x$  là bộ gồm  $m$  biến  $\langle x_1, x_2, \dots, x_m \rangle$ ). Ngoài ra, trong trường hợp cần nói rõ ta viết  $u(f)$  thay cho  $u$ ,  $v(f)$  thay cho  $v$ . Đối với các quan hệ không phải là đối xứng có hạng  $k$ , không làm mất tính tổng quát, ta có thể giả sử quan hệ xác định duy nhất một hàm  $f$  với tập biến vào là  $u(f)$  và tập biến ra là  $v(f)$ ; ta gọi loại quan hệ này là quan hệ không đối xứng và xác định một hàm, hay gọi vắn tắt là quan hệ không đối xứng.

Ví dụ: Quan hệ  $f$  giữa 3 góc  $A, B, C$  trong tam giác  $ABC$  cho bởi hệ thức:  $A + B + C = 180$  (đơn vị: độ)



## 2. Mạng tính toán và các ký hiệu

Như đã nói trên, ta sẽ xem xét các mạng tính toán bao gồm một tập hợp các biến  $M$  và một tập hợp các quan hệ  $F$  trên biến. Trong trường hợp tổng quát có thể viết:

$$M = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}.$$

Đối với mỗi  $f \in F$ , ta ký hiệu  $M(f)$  là tập các biến có liên hệ trong hệ  $f$ . Dĩ

hiện  $M(f)$  là một tập con của  $M$ :  $M(f) \subseteq M$ . Nếu viết  $f$  dưới dạng:

$$f : u(f) \rightarrow v(f)$$

thì ta có  $M(f) = u(f) \cup v(f)$ .

### III. BÀI TOÁN TRÊN MẠNG TÍNH TOÁN

Cho một mạng tính toán  $(M, F)$ ,  $M$  là tập các biến và  $F$  là tập các quan hệ. Giả sử có một tập biến  $A \subseteq M$  đã được xác định và  $B$  là một tập biến bất kỳ trong  $M$ . Các vấn đề đặt ra là:

1. Có thể xác định được tập  $B$  từ tập  $A$  nhờ các quan hệ trong  $F$  hay không? Nói cách khác, ta có thể tính được giá trị của các biến thuộc  $B$  với giả thiết đã biết giá trị của các biến thuộc  $A$  hay không?
2. Nếu có thể xác định được  $B$  từ  $A$  thì quá trình tính toán giá trị của các biến thuộc  $B$  như thế nào?
3. Trong trường hợp không thể xác định được  $B$ , thì cần cho thêm điều kiện gì để có thể xác định được  $B$ .

Bài toán xác định  $B$  từ  $A$  trên mạng tính toán  $(M, F)$  được viết dưới dạng:

$$A \rightarrow B$$

trong đó  $A$  được gọi là giả thiết,  $B$  được gọi là mục tiêu tính toán của bài toán.

**Định nghĩa 1.** Bài toán  $A \rightarrow B$  được gọi là *giải được* khi có thể tính toán được giá trị các biến thuộc  $B$  xuất phát từ giả thiết  $A$ . Ta nói rằng một dãy các quan hệ  $\{f_1, f_2, \dots, f_k\} \subseteq F$  là một *lời giải* của bài toán  $A \rightarrow B$  nếu như ta lần lượt áp dụng các quan hệ  $f_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ) xuất phát từ giả thiết  $A$  thì sẽ tính được các biến thuộc  $B$ . Lời giải  $\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$  được gọi là *lời giải tốt* nếu không thể bỏ bớt một số bước tính toán trong quá trình giải, tức là không thể bỏ bớt một số quan hệ trong lời giải.

Việc tìm lời giải cho bài toán là việc tìm ra một dãy quan hệ để có áp dụng suy ra được  $B$  từ  $A$ . Điều này cũng có nghĩa là tìm ra được một quá trình tính toán để giải bài toán.

**Định nghĩa 2.** Cho  $D = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$  là một dãy quan hệ của mạng tính toán  $(M, F)$ ,  $A$  là một tập con của  $M$ . Ta nói dãy quan hệ  $D$  là *áp dụng được* trên tập  $A$  khi và chỉ khi ta có thể lần lượt áp dụng được các quan hệ  $f_1, f_2, \dots, f_k$  xuất phát từ giả thiết  $A$ .

**Nhận xét:** Trong định nghĩa trên, nếu đặt:  $A_0 = A$ ,  $A_1 = A_0 \cup M(f_1)$ , ...,  $A_k = A_{k-1} \cup M(f_k)$ , và ký hiệu  $A_k$  là  $D(A)$ , thì ta có  $D$  là một lời giải của bài toán



$A \rightarrow D(a)$ . Trong trường hợp  $D$  là một dãy quan hệ bất kỳ (không nhất thiết là áp dụng được trên  $A$ ), ta vẫn ký hiệu  $D(A)$  là tập biến đạt được khi lần lượt áp dụng các quan hệ trong dãy  $D$  (nếu được). Chúng ta có thể nói rằng  $D(A)$  là sự mở rộng của tập  $A$  nhờ áp dụng dãy quan hệ  $D$ .

#### IV. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

##### 1. Tính giải được của bài toán

Trong mục này chúng ta nêu lên một khái niệm có liên quan đến tính giải được của vấn đề trên một mạng tính toán: bao đóng của một tập hợp biến trên một mạng tính toán.

**Định nghĩa 3.** Cho mạng tính toán  $(M, F)$  và  $A$  là tập con của  $M$ . Ta có thể thấy rằng có duy nhất một tập hợp  $B$  lớn nhất  $\subseteq M$  sao cho bài toán  $A \rightarrow B$  là giải được, và tập hợp  $B$  này được gọi là *bao đóng* của  $A$  trên mô hình  $(M, F)$ . Một cách trực quan, có thể nói bao đóng của  $A$  là sự mở rộng tối đa của  $A$  trên mô hình  $(M, F)$ . Ký hiệu bao đóng của  $A$  là  $\bar{A}$  chúng ta có định lý sau đây:

**Định lý 1.** Trên một mạng tính toán  $(M, F)$ , bài toán  $A \rightarrow B$  là giải được khi và chỉ khi  $B \subseteq \bar{A}$ .

Từ định lý này, ta có thể kiểm tra tính giải được của bài toán  $A \rightarrow B$  bằng cách tính bao đóng của tập  $A$  rồi xem  $B$  có bao hàm trong  $\bar{A}$  hay không.

**Định lý 2.** Cho một mạng tính toán  $(M, F)$ ,  $A, B$  là hai tập con của  $M$ . Ta có các điều sau đây là tương đương:

- (1)  $B \subseteq \bar{A}$ .
- (2) Có một dãy quan hệ  $D = \{f_1, f_2, \dots, f_k\} \subseteq F$  thỏa các điều kiện:
  - (a)  $D$  áp dụng được trên  $A$ .
  - (b)  $D(A) \supseteq B$ .

*Chứng minh.* Giả sử có (1), tức là  $B \subseteq \bar{A}$ . Khi đó bài toán là giải được. Do đó một dãy quan hệ  $\{f_1, f_2, \dots, f_k\} \subseteq F$  sao cho khi ta lần lượt áp dụng các quan hệ  $f_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ) xuất phát từ giả thiết  $A$  thì sẽ tính được các biến thuộc  $B$ . Dễ dàng thấy rằng dãy  $\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$  này thỏa các điều kiện (2).

Đảo lại, giả sử có (2). Với các điều kiện có được bởi (2) ta thấy  $\{f_i\}$  là lời giải của vấn đề  $A_{i-1} \rightarrow A_i$ , với mọi  $i = 1, 2, \dots, k$ . Từ mệnh đề 2 suy ra bài toán  $A_0 \rightarrow A_k$  là giải được. Do đó bài toán  $A \rightarrow B$  cũng giải được, suy ra  $B \subseteq \bar{A}$  theo định lý 1.  $\square$

Qua các định lý trên, ta thấy rằng việc xác định bao đóng của một tập biến

trên mô hình tính toán là cần thiết. Dưới đây là thuật toán cho phép xác định bao đóng của tập hợp  $A \subseteq M$ . Trong thuật toán này chúng ta thử áp dụng các quan hệ  $f \in F$  để tìm dần những biến thuộc  $M$  có thể tính được từ  $A$ ; cuối cùng sẽ được bao đóng của  $A$ .

**Thuật toán 1.** Tìm bao đóng của tập  $A \subseteq M$ :

Nhập: Mạng tính toán  $(M, F)$ ,

$A \subseteq M$

Xuất:  $\bar{A}$

Thuật toán:

1.  $B \leftarrow A$ ;

2. Repeat

$B1 \leftarrow B$ ;

for  $f \in F$  do

if ( $f$  đối xứng and  $\text{Card}(M(f) \setminus B) \leq r(f)$ ) or  
( $f$  không đối xứng and  $M(f) \setminus B \subseteq v(f)$ ) then

begin

$B \leftarrow B \cup M(f)$ ;

$F \leftarrow F \setminus \{f\}$ ; || loại  $f$  khỏi lần xem xét sau

end;

Until  $B = B1$ ;

3.  $\bar{A} \leftarrow B$ ;

## 2. Lời giải của bài toán

Ở trên ta đã nêu lên cách xác định tính giải được của bài toán. Tiếp theo, chúng ta sẽ trình bày cách tìm ra lời giải cho bài toán  $A \rightarrow B$  trên mạng tính toán  $(M, F)$ .

**Mệnh đề 1.** Dãy quan hệ  $D$  là một giải của bài toán  $A \rightarrow B$  khi và chỉ khi  $D$  áp dụng được trên  $A$  và  $D(A) \supseteq B$ .

Do mệnh đề trên, để tìm một lời giải ta có thể làm như sau: Xuất phát từ giả thiết  $A$ , ta thử áp dụng các quan hệ để mở rộng dần tập các biến có giá trị được xác định; và quá trình này tạo ra một sự lan truyền tính xác định trên tập các biến cho đến khi đạt đến tập biến  $B$ . Dưới đây là thuật toán tìm một lời giải cho bài toán  $A \rightarrow B$  trên mạng tính toán  $(M, F)$ .

**Thuật toán 2.** Tìm một lời giải cho bài toán  $A \rightarrow B$ :

Nhập: Mạng tính toán  $(M, F)$ , tập giả thiết  $A \subseteq M$ , tập biến cần tính

$B \subseteq M$ .

**Xuất:** Lời giải cho bài toán  $At \leq B$ .

**Thuật toán:**

1. Solution  $\leftarrow$  empty; || Solution là dãy các quan hệ sẽ áp dụng.
2. if  $B \subseteq A$  then
  - begin
  - Solution\_found  $\leftarrow$  true: {biến Solution\_found = true khi bài toán là giải được }
  - goto 4;
  - end
- else
  - Solution\_found  $\leftarrow$  false;
3. Repeat
  - $A_{old} \leftarrow A$ ;
  - Chọn ra một  $f \in F$  chưa xem xét;
  - while not Solution\_found and (chọn được  $f$ ) do
    - begin
    - if ( $f$  đối xứng and  $0 < \text{Card}(M(f) \setminus A) \leq r(f)$ ) or  $f$  không đối xứng and  $\emptyset \neq M(f) \setminus A \subseteq v(f)$ ) then
      - begin
      - $A \leftarrow A \cup M(f)$ ;
      - Solution  $\leftarrow$  Solution  $\cup \{f\}$ ;
      - end;
    - if  $B \subseteq A$  then
      - Solution\_found  $\leftarrow$  true;
      - Chọn ra một  $f \in F$  chưa xem xét;
      - end; {while}
  - Until Solution\_found or ( $A = A_{old}$ ) ;
4. if not Solution\_found then
  - Bài toán không có lời giải;
- else
  - Solution là một lời giải.

**Ghi chú:**

1. Về sau, khi cần trình bày quá trình giải (hay bài giải) ta có thể xuất phát từ lời giải tìm được dưới dạng một dãy các quan hệ để xây dựng bài giải.

2. Lời giải (nếu có) tìm được trong thuật toán trên chưa chắc chắn là một lời giải tốt. Ta có thể bổ sung cho thuật toán ở trên thuật toán để tìm một lời giải tốt từ một lời giải đã biết nhưng chưa chắc là tốt. Thuật toán sẽ dựa trên định lý được trình bày tiếp theo đây.



**Định lý 3.** Cho  $D = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$  là một lời giải của bài toán  $A \rightarrow B$ . Ứng với mỗi  $i = 1, \dots, m$  đặt  $D_i = \{f_1, f_2, \dots, f_i\}$ ,  $D_0 = \emptyset$ . Ta xây dựng một họ các dãy con  $S_m, S_{m-1}, \dots, S_2, S_1$  của dãy  $D$  như sau:

$$\begin{aligned} S_m &= \emptyset && \text{nếu } D_{m-1} \text{ là một lời giải,} \\ f_m &= \{f_m\} && \text{nếu } D_{m-1} \text{ không là một lời giải,} \\ S_i &= S_{i+1} && \text{nếu } D_{i-1} \cup S_{i+1} \text{ không là một lời giải,} \\ S_i &= \{f_i\} \cup S_{i+1} && \text{nếu } D_{i-1} \cup S_{i+1} \text{ không là một lời giải,} \end{aligned}$$

với mọi  $i = m-1, m-2, \dots, 2, 1$ .

Khi đó ta có:

- (1)  $S_m \subseteq S_{m-1} \subseteq \dots \subseteq S_2 \subseteq S_1$ .
- (2)  $D_{i-1} \cup S_i$  là một lời giải của bài toán  $A \rightarrow B$  với mọi  $i = m, \dots, 2, 1$ .
- (3) Nếu  $S'_i$  là một dãy con thật sự của  $S_i$  thì  $D_{i-1} \cup S'_i$  không phải là một lời giải của bài toán  $A \rightarrow B$  với mọi  $i$ .
- (4)  $S_1$  là một lời giải tốt của bài toán  $A \rightarrow B$ .

**Thuật toán 3.** Tìm một lời giải tốt từ một lời giải đã biết.

Nhập: Mạng tính toán  $(M, F)$ ,

lời giải  $\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$  của bài toán  $A \rightarrow B$ .

Xuất: Lời giải tốt cho bài toán  $A \rightarrow B$ .

Thuật toán:

1.  $D \leftarrow \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ ;
2. for  $i = m$  downto 1 do  
if  $D \setminus \{f_i\}$  là một lời giải then  
 $D \leftarrow D \setminus \{f_i\}$ ;
3.  $D$  là một lời giải tốt.

Trong thuật toán 3 có sử dụng việc kiểm tra một dãy quan hệ có phải là lời giải hay không. Việc kiểm tra này có thể được thực hiện nhờ thuật toán sau này:

**Thuật toán kiểm tra lời giải cho bài toán:**

Nhập: Mạng tính toán  $(M, F)$ , bài toán  $A \rightarrow B$ , dãy các quan hệ  $\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ .

Xuất: Thông tin cho biết  $\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$  có phải là lời giải của bài toán  $A \rightarrow B$  hay không.

Thuật toán:

1. for  $i = 1$  to  $m$  do  
if  $(f_i$  đối xứng and  $\text{Card}(M(f_i) \setminus A) \leq r(f_i)$  or  
 $(f_i$  không đối xứng and  $M(f_i) \setminus A \subseteq v(f_i)$  then  
 $A \leftarrow A \cup M(f_i)$ ;
2. if  $A \supseteq B$  then  $\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$  là lời giải  
else  $\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$  không là lời giải.

### 3. Định lý về sự phân tích quá trình giải

Xét bài toán  $A \rightarrow B$  trên mạng tính toán  $(M, F)$ . Trong mục này ta nêu lên một cách xây dựng quá trình giải từ một lời giải đã biết. Đối với một lời giải, rất có khả năng một quan hệ nào đó dẫn tới việc tính toán một số biến thừa, tức là các biến tính ra mà không có sử dụng các quan hệ trong lời giải và chỉ tính toán các biến thật sự cần thiết cho quá trình giải theo lời giải. Định lý sau đây cho ta một sự phân tích tập các biến được xác định theo lời giải và trên cơ sở đó có thể xây dựng quá trình tính toán các biến để giải quyết bài toán.

**Định lý 4.** Cho  $\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$  là một lời giải tốt cho bài toán  $A \rightarrow B$  trên một mạng tính toán  $(M, F)$ . Đặt:

$$A_0 = A, A_i = \{f_1, f_2, \dots\}(A), \text{ với mọi } i = 1, \dots, m.$$

Khi đó có một dãy  $\{B_0, B_1, \dots, B_{m-1}, B_m\}$ , thỏa các điều kiện sau đây:

- (1)  $B_m = B$ .
- (2)  $B_i \subseteq A_i$ , với mọi  $i = 0, 1, \dots, m$ .
- (3) Với mọi  $i = 1, \dots, m$ ,  $\{f_i\}$  là lời giải của bài toán  $B_{i-1} \rightarrow B_i$  nhưng không phải là lời giải của bài toán  $G \rightarrow B_i$ , trong đó  $G$  là một tập con thật sự tùy ý của  $B_{i-1}$ .

Ghi chú:

1. Từ định lý trên ta có quá trình tính toán các biến để giải bài toán  $A \rightarrow B$  như sau:

bước 1: tính các phép biến trong tập  $B_1 \setminus B_0$  (áp dụng  $f_1$ ).

bước 2: tính các phép biến trong tập  $B_2 \setminus B_1$  (áp dụng  $f_2$ ).

v.v...

bước m: tính các phép biến trong tập  $B_m \setminus B_{m-1}$  (áp dụng  $f_m$ ).

2. Từ chứng minh của định lý trên, ta có thể ghi ra một thuật toán để xây dựng dãy các tập biến  $\{B'_1, \dots, B'_{m-1}, B_m\}$  rời nhau cần lần lượt tính toán trong quá trình giải bài toán ( $B'_i = B_i \setminus B_{i-1}$ ) gồm các bước chính như sau:

- xác định các tập  $A_0, A_1, \dots, A_m$ .
- xác định các tập  $B_m, B_{m-1}, \dots, B_1, B_0$ .
- xác định các tập  $B'_1, B'_2, \dots, B'_m$ .

## V. CÁC VÍ DỤ

Trong phần này chúng ta nêu lên 2 ví dụ ứng dụng của mạng tính toán trong toán học và trong hóa học.

**Ví dụ 1.** Cho tam giác ABC có cạnh a và 2 góc kề là  $\beta, \gamma$  được cho trước.

Tính diện tích S của tam giác.



Để tìm ra lời giải cho bài toán trước hết ta xét mạng tính toán của tam giác. Mạng tính toán này gồm:

1. Tập biến  $M = \{a, b, c, \alpha, \beta, \gamma, h_a, h_b, h_c, S, p, R, r, \dots\}$  trong đó  $a, b, c$  là cạnh;  $\alpha, \beta, \gamma$  là 3 góc tương ứng với 3 cạnh;  $h_a, h_b, h_c$  là 3 đường cao;  $S$  là diện tích tam giác;  $p$  là nửa chu vi;  $R$  là bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác;  $r$  là bán kính đường tròn nội tiếp tam giác, v.v...

2. Các quan hệ:

$$\begin{aligned} f_1 : \alpha + \beta + \gamma &= 180 & f_2 : \frac{a}{\sin \alpha} &= \frac{b}{\sin \beta} & f_3 : \frac{c}{\sin \gamma} &= \frac{b}{\sin \beta} \\ f_4 : \frac{a}{\sin \alpha} &= \frac{c}{\sin \gamma} & f_5 : p &= (a + b + c)/2 & f_6 : S &= a.h_a/2 \\ f_7 : S &= b.h_b/2 & f_8 : S &= c.h_c/2 & f_9 : S &= a.b.\sin \gamma / 2 \\ & & & & & \text{v.v...} \end{aligned}$$

3. Yêu cầu tính:  $S$  (diện tích của tam giác).

Theo đề bài ta có giả thiết là:  $A = \{a, \beta, \gamma\}$ , và tập biến cần tính là  $B = \{S\}$ . Áp dụng thuật toán tìm lời giải (thuật toán 2) ta có một lời giải cho bài tính là dãy quan hệ sau:  $\{f_1, f_2, f_3, f_5, f_9\}$ . Xuất phát từ tập biến  $A$ , lần lượt áp dụng các quan hệ trong lời giải ta có tập các biến được xác định mở rộng dần đến khi  $S$  được xác định:

$$\begin{aligned} \{a, \beta, \gamma\} &\xrightarrow{f_1} \{a, \beta, \gamma, \alpha\} \xrightarrow{f_2} \{a, \beta, \gamma, \alpha, b\} \xrightarrow{f_3} \{a, \beta, \gamma, \alpha, b, c\} \\ &\xrightarrow{f_5} \{a, \beta, \gamma, \alpha, b, c, p\} \xrightarrow{f_9} \{a, \beta, \gamma, \alpha, b, c, p, S\} \end{aligned}$$

Có thể nhận thấy rằng lời giải này không phải là lời giải tốt vì có bước tính toán thừa, chẳng hạn là  $f_5$ . Thuật toán 3 sẽ lọc ra từ lời giải trên một lời giải tốt là  $\{f_1, f_2, f_9\}$ :

$$\{a, \beta, \gamma\} \xrightarrow{f_1} \{a, \beta, \gamma, \alpha\} \xrightarrow{f_2} \{a, \beta, \gamma, \alpha, b\} \xrightarrow{f_9} \{a, \beta, \gamma, \alpha, b, S\}$$

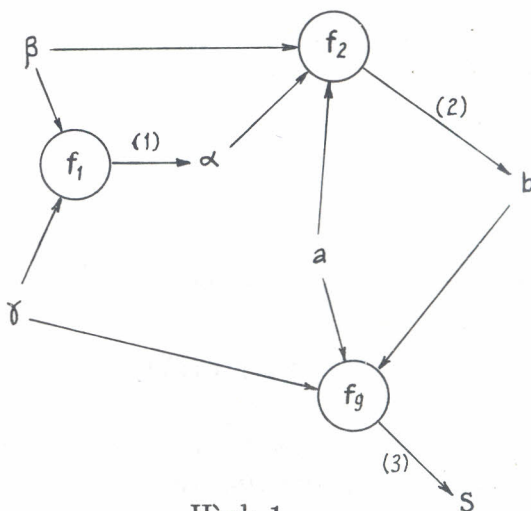
Theo lời giải trên, ta có quá trình tính toán như sau:

Bước 1: tính  $\alpha$  (áp dụng  $f_1$ ).

Bước 2: tính  $b$  (áp dụng  $f_2$ ).

Bước 3: tính  $S$  (áp dụng  $f_9$ ).

Quá trình tính toán (gồm 3 bước) này có thể được diễn đạt một cách rõ ràng trên hình 1.



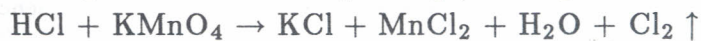
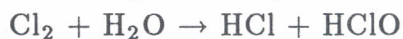
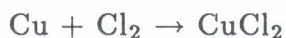
Hình 1

Ví dụ 2. Chúng ta biết rằng trong hóa học, việc xem xét phản ứng là một trong những vấn đề quan trọng. Về mặt tri thức người ta đã biết được nhiều chất và các phản ứng hóa học có thể chuyển hóa từ một số chất này thành các chất khác. Tạm thời bỏ qua một số điều kiện phản ứng, ta có thể xem tri thức đó như một mạng tính toán mà mỗi phản ứng là một quan hệ của mạng. Ví dụ như phản ứng điều chế clo từ axit clohidric và dioxit mangan:



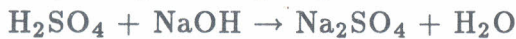
Phản ứng trên có thể được xem như một quan hệ cho chúng ta có được các chất  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  từ các chất  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{HCl}$ .

Giả sử ta biết một số những phản ứng hóa học. Chẳng hạn như một phản ứng của clo sau đây:



Bây giờ giả sử ta phải giải quyết bài toán điều chế như sau: Cho rằng ta có các chất hóa học  $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaCl}$ ; hãy tìm các phản ứng điều chế các chất hóa học  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Na}$ .

Bằng các tiến hành thuật giải tìm lời giải nêu trong phần IV.2 ở trên trong tập các phản ứng hóa học ta có thể tìm ra các phản ứng sau đây:



## VI. KẾT LUẬN

Trên đây chúng tôi đã nêu lên mô hình rất hữu dụng cho việc giải tự động một số dạng bài toán: mô hình mạng tính toán. Một số thuật toán giải một số vấn đề trên mô hình đã được trình bày và chứng minh chặt chẽ về mặt lý thuyết. Hai ví dụ ứng dụng mô hình mạng tính toán được nêu trong bài cũng đã được cài đặt và cho chạy thử. Chương trình cho lời giải tốt trong mọi trường hợp. Mô hình này nếu được nghiên cứu và phát triển thêm nữa sẽ trở thành một công cụ rất tốt cho việc thiết kế và cài đặt các hệ giải bài toán tự động.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kỷ yếu Hội nghị khoa học: "Công nghệ thông tin: Nghiên cứu và phát triển", Viện Công nghệ thông tin, tháng 12, 1996.
2. Enn Tyugu, *Knowledge-based Programming*. Addison-Wesley Publishing company, 1988.
3. Elaine Rich & Kevin Knight, *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, Inc, 1991.
4. Jean-Louis Laurière, *Problem-Solving and Artificial Intelligence*, Prentice Hall, 1990.
5. Bạch Hưng Khang & Hoàng Miếm, *Trí tuệ nhân tạo, các phương pháp và ứng dụng*. Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1989.
6. Hojjat Adeli, *Knowledge Engineering, Vol I*. McGraw-Hill, Inc, 1990.
7. Hojjat Adeli, *Knowledge Engineering, Vol II*. McGraw-Hill, Inc., 1990.
8. Judea Pearl, *Heuristics*. Addison-Wesley Publishing company, 1984.
9. J. D. Ullman, *Principles of Database and Knowledge-base Systems, Vol I*. Computer Science Press, 1988.
10. J. D. Ullman, *Principles of Database and Knowledge-base Systems Vol II*. Computer Science Press, 1989.

Viện Công nghệ thông tin  
Trung tâm KHTN và CNQG

Nhận bài ngày 15-4-1997