

Các Thuật Toán Thông Minh Nhân Tạo & Ứng Dụng

Chapter 3

Biểu diễn Tri thức Suy diễn & Lập luận



Nội dung



- Dữ liệu – Thông tin & Tri thức
- Biểu diễn Tri thức
- Mạng ngữ nghĩa
- Lập luận Logic
- Logic mệnh đề
- Logic bậc nhất
- Tri thức không chắc chắn

Các Thuật Toán Thông Minh Nhân Tạo & Ứng Dụng

Tri thức

Dữ liệu – Thông tin & Tri thức

Các khác biệt giữa Dữ liệu, Thông tin & Tri thức

- Thông thường các thuật ngữ Dữ liệu, Thông tin & Tri thức được dùng với cùng một nghĩa! Tuy nhiên, chúng có khác nhau – và có quan hệ khá mật thiết.

(Nhà bác học nổi tiếng Karan Sing đã từng nói rằng “*Chúng ta đang ngập chìm trong **biển thông tin** nhưng lại đang **khát tri thức***”)

- Nếu so về số lượng:
 - ☐ Dữ Liệu thường nhiều hơn Thông tin.
 - ☐ Thông tin thì nhiều hơn Tri thức.
- Nếu so về giá trị:
 - ☐ Dữ Liệu thường không có ý nghĩa đối với con người
 - ☐ Thông tin thì là tất cả những gì con người có thể cảm nhận được, và thường có ý nghĩa nhất định.
 - ☐ Tri thức thì vô cùng giá trị - giúp cho con người hành xử và đưa ra các quyết định.

Dữ liệu



- Dữ liệu (Data) là thể hiện vật lý của thông tin dưới dạng các ký hiệu, chữ viết, chữ số, hình ảnh, âm thanh,...
- Dữ liệu là dạng thô, chưa được xử lý và không được tổ chức theo bất cứ trật tự nào
- Dữ liệu máy tính có thể xem là các thông tin được mã hóa trong máy tính, được lưu trữ ở dạng phù hợp cho việc di chuyển hoặc xử lý.

Thông tin



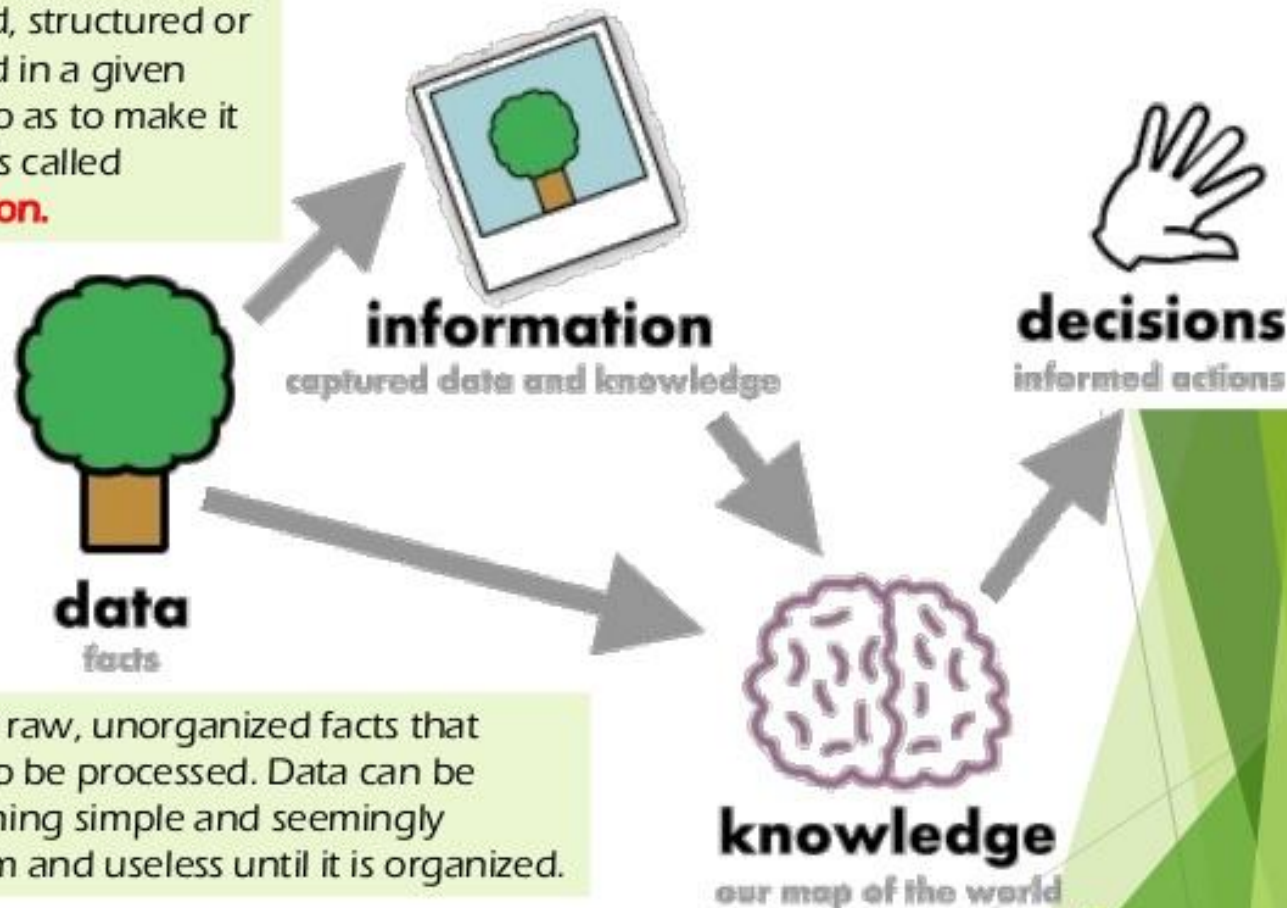
- Thông tin (Information) là những gì mà con người cảm nhận được qua các giác quan; và thường có ý nghĩa nhất định (trong khi dữ liệu thì không)
- Nếu dữ liệu được tổ chức hoặc phân loại thì sẽ tạo ra thông tin.
- Thông tin là khái niệm cơ bản của khoa học, và cũng là khái niệm trung tâm của xã hội trong thời đại chúng ta. Mọi quan hệ, mọi hoạt động của con người đều dựa trên một hình thức giao lưu thông tin nào đó. Mọi tri thức đều bắt nguồn từ các thông tin.

Tri thức

- Tri thức (K - Knowledge) được rút ra từ các thông tin về một đối tượng /lĩnh vực để có được sự hiểu biết về đối tượng /lĩnh vực đó.
- Trong tiếng Việt, cả "tri" lẫn "thức" đều có nghĩa là biết.
- K có 2 dạng chính là K ẩn và K hiện:
 - ❑ K ẩn thu được từ sự trải nghiệm thực tế, thường ẩn trong mỗi cá nhân và rất khó "mã hóa" + chuyển giao (ví dụ, các cầu thủ bóng đá chuyên nghiệp có khả năng cảm nhận bóng rất tốt nhưng không thể giải thích và truyền thụ).
 - ❑ K hiện có thể được giải thích và mã hóa dưới dạng dữ liệu, cũng như có thể rút ra từ các thông tin /dữ liệu.
- K giúp cho con người hành xử và đưa ra các quyết định.

Dữ liệu, Thông tin & Tri thức

When data is processed, organized, structured or presented in a given context so as to make it useful, it is called **Information**.



Data is raw, unorganized facts that need to be processed. Data can be something simple and seemingly random and useless until it is organized.

Knowledge is a combination of information, experience and insight that may benefit the individual or the organization.

Ví dụ về Dữ liệu – Thông tin - Tri thức

- Dãy số 7, 2.5, 12, 3, 5.1, 1, 3, 12.4, 11 chỉ có thể coi là dữ liệu – nó không được tổ chức theo trật tự nào và không có ý nghĩa gì.
- Dãy 1, 3, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 14 có thể đem tới thông tin là dãy số nguyên có thứ tự tăng.
- Dãy 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, có thể đem tới tri thức là dãy số có quy luật “phần tử sau bằng tổng 2 phần tử kế trước”.

Các Thuật Toán Thông Minh Nhân Tạo & Ứng Dụng

Biểu diễn Tri thức

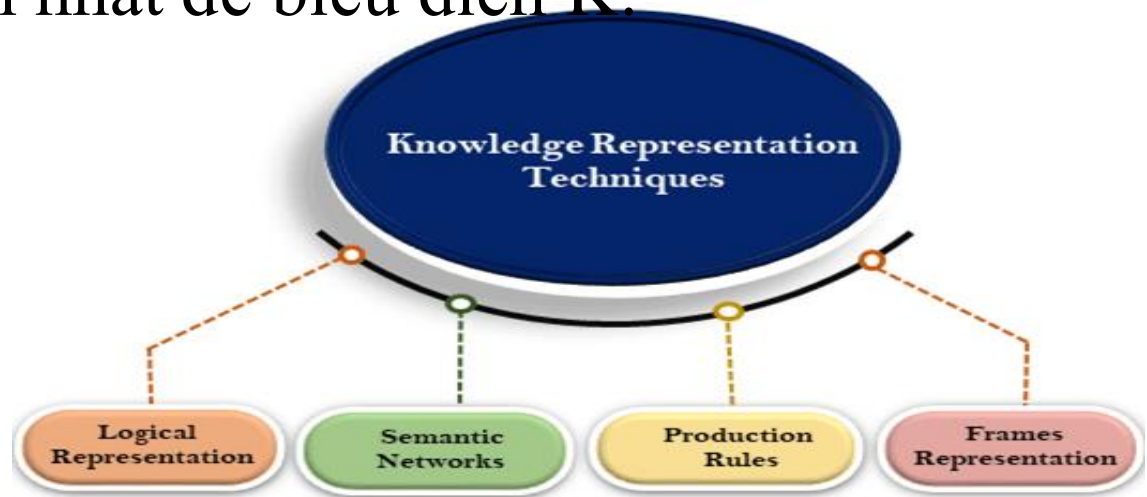
Tri thức & AI

- K không quyết định sự thông minh (nhiều K hơn không hẳn thông minh hơn). Tuy nhiên, K là yếu tố cơ bản cấu thành trí thông minh. Do đó, để xây dựng hệ thống AI, cần phải giải quyết vấn đề biểu diễn K trong máy tính.
- Sau khi K đã được biểu diễn trong máy tính; chúng phải được liên kết, vận dụng, suy diễn để giải quyết các bài toán cũng như sản sinh ra các K mới.
- Các chương trình AI thường có hai khối: khối K hay còn được gọi là cơ sở tri thức (KB – Knowledge Base), và khối điều khiển hay còn được gọi là động cơ suy diễn.
- Trong các hệ KB, K được biểu diễn tường minh chứ không ở dạng ẩn như Data trong các chương trình truyền thống, do vậy cũng dễ sửa đổi – bổ sung để hệ “thông minh” hơn.

Biểu diễn Tri thức

- Hiện tại chưa có một kiểu biểu diễn K phù hợp cho mọi tình huống. Tùy thuộc vào loại K cụ thể cũng như các nội dung cần suy diễn mà ta lựa chọn hình thức biểu diễn K.
- Các kỹ thuật phổ biến nhất để biểu diễn K:

- ☐ Luật sinh
- ☐ Mạng ngữ nghĩa
- ☐ Frame
- ☐ Logic hình thức
- ☐ ..



- Khi phải làm việc với nhiều nguồn tri thức khác nhau (khác loại, khác tính chất), có thể phải dùng cùng lúc nhiều kiểu biểu diễn K, mỗi kiểu biểu diễn ứng với một nhiệm vụ.

Ưu khuyết điểm của Luật sinh

- Ưu điểm:
 - ☐Cú pháp đơn giản, dễ hiểu
 - ☐Diễn dịch đơn giản
 - ☐Tính đơn thể cao
 - ☐Linh động (dễ điều chỉnh).
- Khuyết điểm
 - ☐Rất khó theo dõi sự phân cấp
 - ☐Không hiệu quả trong những hệ thống lớn
 - ☐Không thể biểu diễn được mọi loại K
 - ☐Rất yếu trong việc biểu diễn các K dạng mô tả, có cấu trúc.

Ưu khuyết điểm của Mạng ngữ nghĩa



- Ưu điểm:
 - ☐ Dễ theo dõi sự phân cấp
 - ☐ Dễ lần theo các mối liên hệ
 - ☐ Linh động
- Khuyết điểm
 - ☐ Ngữ nghĩa gắn liền với mỗi đỉnh có thể nhập nhằng
 - ☐ Khó xử lý các ngoại lệ
 - ☐ Khó lập trình.

Ưu khuyết điểm của Frame

- Ưu điểm:
 - ☐ Có sức mạnh diễn đạt tốt
 - ☐ Dễ cài đặt các thuộc tính cho các slot cũng như các mối liên hệ
 - ☐ Dễ dàng tạo ra các thủ tục chuyên biệt hóa
 - ☐ Dễ đưa vào các thông tin mặc định
 - ☐ Dễ thực hiện các thao tác phát hiện các giá trị bị thiếu sót.
- Khuyết điểm
 - ☐ Khó lập trình
 - ☐ Khó suy diễn
 - ☐ Thiếu phần mềm hỗ trợ.

Ưu khuyết điểm của Logic hình thức



- Ưu điểm:
 - ☐ Cơ chế suy luận chính xác (được chứng minh bởi toán học).
- Khuyết điểm
 - ☐ Tách rời việc biểu diễn và xử lý
 - ☐ Không hiệu quả với lượng dữ liệu lớn
 - ☐ Quá chậm khi cơ sở dữ liệu lớn.

Động cơ suy diễn



- Các KB đều có động cơ suy diễn để tiến hành các suy diễn nhằm tạo ra các K mới dựa trên các sự kiện /K cung cấp từ ngoài vào và K có sẵn trong hệ KB.
- Động cơ suy diễn thay đổi theo độ phức tạp của KB, và thường không thể đoán trước kết quả
- Có 2 kiểu suy diễn chính trong động cơ suy diễn: suy diễn tiến và suy diễn lùi.

Khai thác – Tự học Tri thức

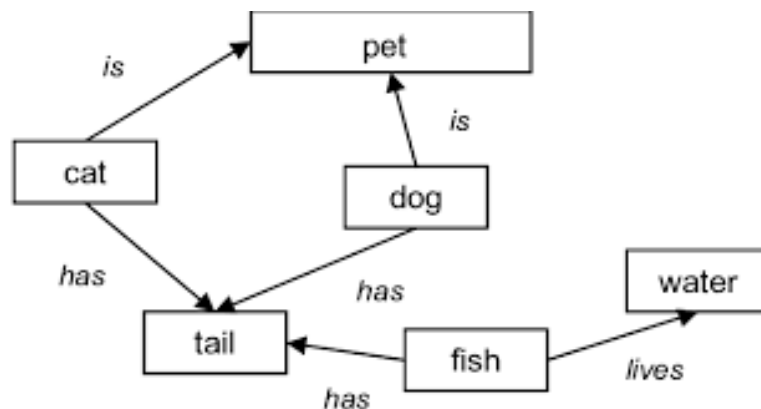


- Một số bài toán /lĩnh vực đã có sẵn KB. Tuy nhiên có nhiều lĩnh vực thì không hoặc rất khó phát hiện K.
- Nhiều lĩnh vực có các kho Data khổng lồ và việc phát triển các kỹ thuật cho phép tìm kiếm & tiếp nhận K từ Data là nhu cầu bắt buộc khi xây dựng các hệ KB.
- Data Mining / Machine Learning / Deep Learning giúp tạo ra K từ Data, hiện đang bắt đầu đạt các thành quả to lớn và đang đóng vai trò rất quan trọng trong AI.

Các Thuật Toán Thông Minh Nhân Tạo & Ứng Dụng

Mạng ngữ nghĩa

Khái niệm về mạng ngữ nghĩa



Khái niệm



- Mạng ngữ nghĩa (SN - Semantic Network) là một trong các phương pháp biểu diễn K đầu tiên và khá dễ hiểu.
- Phương pháp này biểu diễn K dưới dạng một đồ thị, trong đó đỉnh là các đối tượng (khái niệm) còn các cung cho biết mối quan hệ giữa các đối tượng (khái niệm) này.
- SN khác đồ thị tiêu chuẩn ở chỗ **mỗi cung có một ngữ nghĩa**, cho biết giữa hai khái niệm /đối tượng có sự liên hệ như thế nào (*trong khi ở đồ thị tiêu chuẩn tất cả các cung đều biểu diễn cho cùng một loại liên hệ*)

Ví dụ

- Giữa các khái niệm **chích chòe**, **chim**, **hót**, **cánh**, **tổ** có một số mối quan hệ như sau:

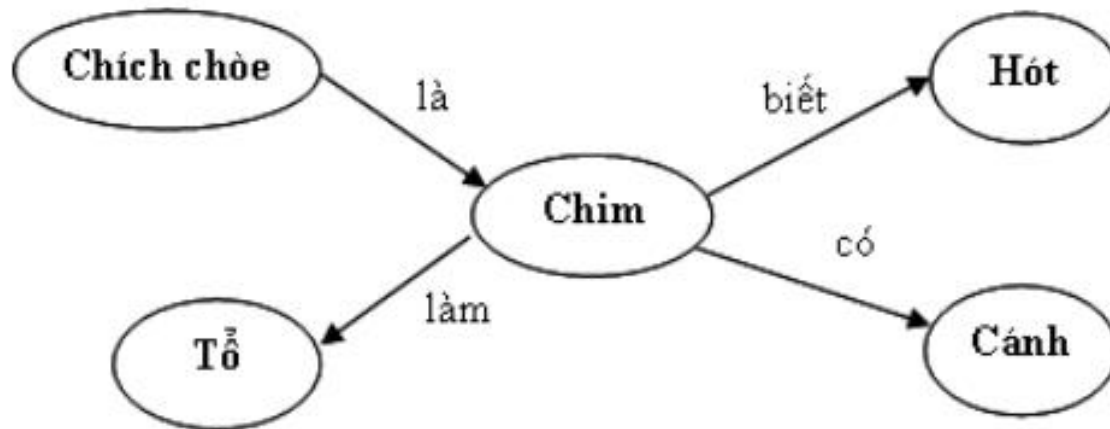
☐ Chích chòe **là** chim.

☐ Chim **biết** hót

☐ Chim **có** cánh

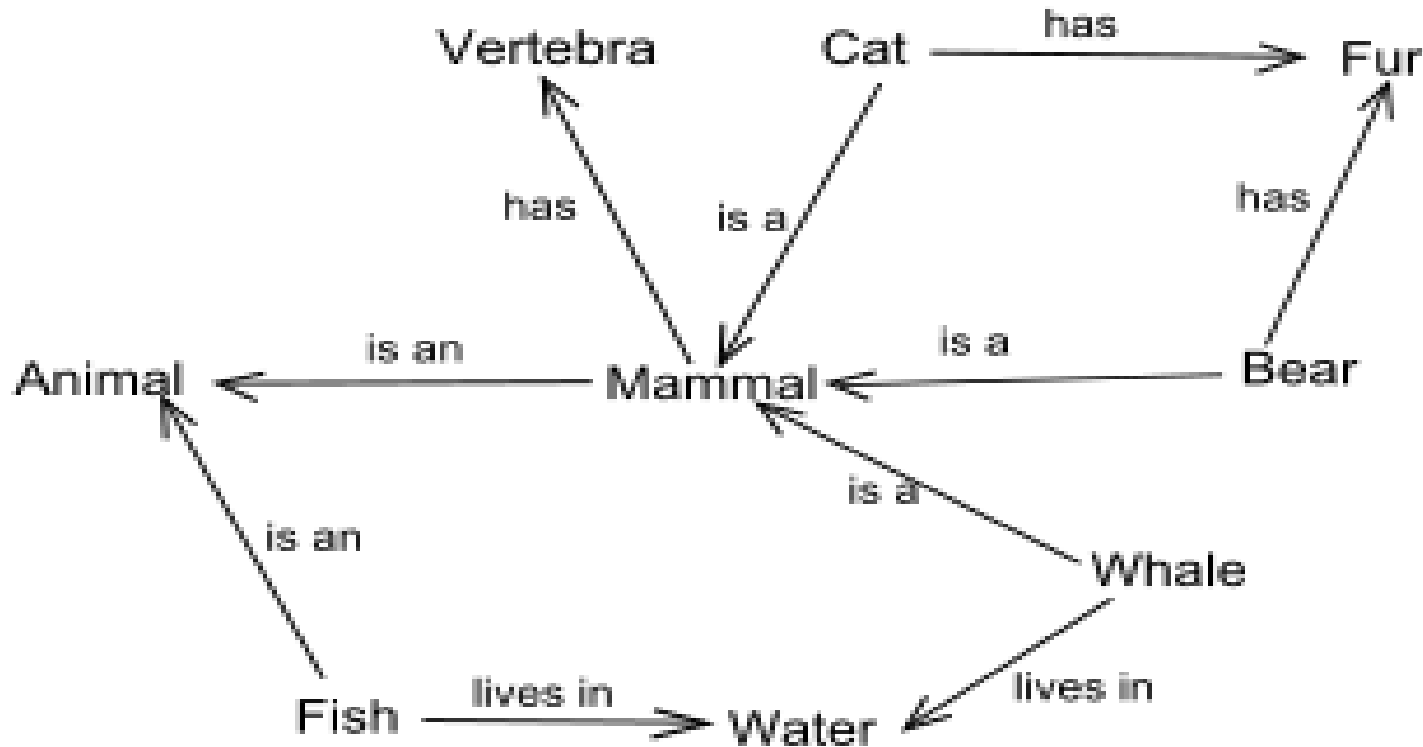
☐ Chim **làm** tổ

Các tri thức /mối quan hệ này sẽ được biểu diễn trực quan bằng đồ thị :



Ví dụ

- Tương tự, đồ thị biểu diễn tri thức /mối quan hệ giữa Animal, Mammal, Fish, Cat, Bear, Whale, Vetebra, Fur, Water như sau:



Đặc tính và ưu khuyết điểm

Các đặc tính

- Do SN là một loại đồ thị cho nên thừa hưởng được tất cả những mặt mạnh của công cụ này: có thể dùng những thuật toán liên thông, tìm đường đi,... để thực hiện các cơ chế suy luận.
- Một điểm hay của SN là tính kế thừa, có nhiều đỉnh trong SN mặc nhiên sẽ có những thuộc tính của những đỉnh khác.
Vd, đồ thị trên có thể trả lời câu : "Chích chòe có làm tổ không?"
- Mô hình SN được dùng chủ yếu để phân tích vấn đề. Sau đó, nó sẽ được chuyển đổi sang dạng luật hoặc frame để thi hành.
- SN cũng hay được kết hợp với một số phương pháp biểu diễn K khác.

Ưu điểm



- SN rất linh động, ta có thể dễ dàng thêm vào mạng các đỉnh hoặc cung mới để bổ sung các tri thức cần thiết.
- SN có tính trực quan cao nên rất dễ hiểu.
- SN cho phép các đỉnh có thể thừa kế các tính chất từ các đỉnh khác thông qua các cung loại "là", từ đó, có thể tạo ra các liên kết "ngầm" giữa những đỉnh không có liên kết trực tiếp với nhau.
- SN hoạt động khá tự nhiên theo cách thức con người ghi nhận thông tin

Khuyết điểm



- Cho đến nay, vẫn chưa có một chuẩn nào quy định các giới hạn cho các đỉnh và cung của mạng. Nghĩa là ta có thể gán ghép bất kỳ khái niệm nào cho đỉnh hoặc cung!
- Tính thừa kế trên SN sẽ có thể dẫn đến nguy cơ mâu thuẫn trong K. Nó sinh ra rất nhiều mối liên "ngầm" nên khả năng nảy sinh ra một mối liên hệ không hợp lệ là rất lớn!
- Hầu như không thể biểu diễn các K dạng thủ tục bằng SN vì các khái niệm về thời gian và trình tự không được thể hiện tường minh trên SN.

Các ứng dụng của Mạng ngữ nghĩa

Ứng dụng của Mạng ngữ nghĩa



- Dù là một phương pháp tương đối cũ và có những yếu điểm lớn nhưng SN vẫn có những ứng dụng hay, tiêu biểu là **xử lý ngôn ngữ tự nhiên** và **giải toán tự động**.
- Tổ chức thiết kế SN trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên khá phức tạp nên sẽ không xem xét chi tiết
- Giải toán tự động có một minh họa khá rõ nét là Giải tam giác: biết trước 1 số yếu tố nào đó (vd như các cạnh), suy diễn từ các công thức để tìm ra một số yếu tố nào đó khác (vd góc, đường cao, trung tuyến,...)

Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

- Có 22 yếu tố (liên quan đến cạnh và góc của tam giác), và khoảng 200 công thức liên quan đến chúng.
- Bài toán: cho trước 1 số yếu tố, xác định 1 số yếu tố khác

Vd: xác định A, b, hc, rb, B khi biết a, B, C

=> **Mạng ngữ nghĩa cho bài toán này có cấu trúc như sau :**

- **Đỉnh** của đồ thị bao gồm hai loại :
 1. **Đỉnh chứa công thức** (ký hiệu bằng hình chữ nhật)
 2. **Đỉnh chứa yếu tố của tam giác** (ký hiệu bằng hình tròn)
- **Cung**: chỉ nối từ đỉnh hình tròn đến đỉnh hình chữ nhật có chứa yếu tố tương ứng (không có trường hợp cung nối giữa hai đỉnh tròn hoặc giữa hai đỉnh chữ nhật).

(Để giải được mọi bài toán thì cần 200 đỉnh chữ nhật + 22 đỉnh tròn)

Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Cơ chế suy diễn thực hiện theo thuật toán "loang" :

B1: Kích hoạt các đỉnh tròn ứng với các yếu tố được cho

B2: Tìm đỉnh chữ nhật có đúng 1 yếu tố chưa kích hoạt và kích hoạt yếu tố đó. (đỉnh có N yếu tố mà N-1 yếu tố đã kích hoạt)

B3: Nếu không tìm ra đỉnh chữ nhật nào thỏa thì các yếu tố chưa tìm được sẽ là không thể tìm được với K hiện tại

B4: Nếu các yếu tố cần tìm đều đã kích hoạt thì liệt kê các công thức được sử dụng và yếu tố được kích hoạt tương ứng. Ngược lại quay lại B2.

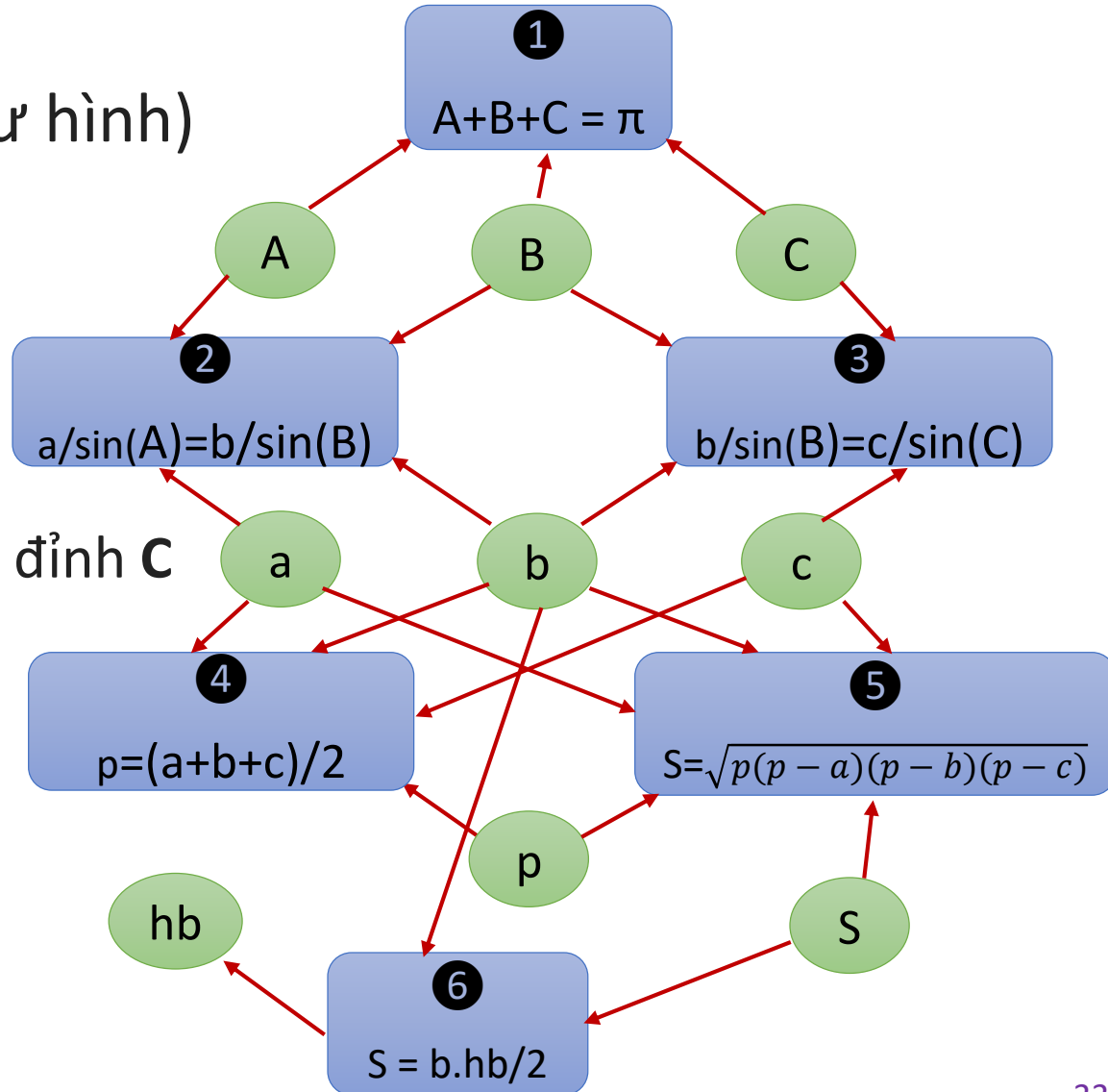
Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Vd: Cho **A, B, a**.

Xác định **hb** (với SN như hình)

Quá trình suy diễn trên KB của động cơ suy diễn:

- kích hoạt 3 đỉnh **A, B, a**.
- kích hoạt (1) \Rightarrow kích hoạt đỉnh **C**
- kích hoạt (2) \Rightarrow **b**
- kích hoạt (3) \Rightarrow **c**
- kích hoạt (4) \Rightarrow **p**
- kích hoạt (5) \Rightarrow **S**
- kích hoạt (6) \Rightarrow **hb**



Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Có thể cài đặt KB của bài này bằng một mảng hai chiều A, trong đó :

- Mỗi cột ứng với một đỉnh chữ nhật (một công thức).
- Mỗi dòng ứng với một đỉnh tròn (một yếu tố)
- $A[m, n]$ biểu thị tình trạng của yếu tố (m) trong công thức (n).
- $A[m, n]=0$ nghĩa là trong công thức (n) không có yếu tố (m)
- $A[m, n]=-1$ nghĩa là đỉnh (m) chưa được kích hoạt
- $A[m, n]=+1$ là đỉnh (m) đã kích hoạt, yếu tố (m) đã được xác định

Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Mảng K với 6 công thức:

(1) $A+B+C = \pi$

(2) $a/\sin(A)=b/\sin(B)$

(3) $b/\sin(B)=c/\sin(C)$

(4) $p=(a+b+c)/2$

(5) $S^2=p(p-a)(p-b)(p-c)$

(6) $S=b.hb/2$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	-1	-1	0	0	0	0
B	-1	-1	-1	0	0	0
C	-1	0	-1	0	0	0
a	0	-1	0	-1	-1	0
b	0	-1	-1	-1	-1	-1
c	0	0	-1	-1	-1	0
p	0	0	0	-1	-1	0
S	0	0	0	0	-1	-1
hb	0	0	0	0	0	-1

Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Mảng K với 6 công thức và 3 đỉnh tròn **A, B, a** được khởi tạo:

(1) $A+B+C = \pi$

(2) $a/\sin(A)=b/\sin(B)$

(3) $b/\sin(B)=c/\sin(C)$

(4) $p=(a+b+c)/2$

(5) $S^2=p(p-a)(p-b)(p-c)$

(6) $S=b.hb/2$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	1	1	0	0	0	0
B	1	1	1	0	0	0
C	-1	0	-1	0	0	0
a	0	1	0	1	1	0
b	0	-1	-1	-1	-1	-1
c	0	0	-1	-1	-1	0
p	0	0	0	-1	-1	0
S	0	0	0	0	-1	-1
hb	0	0	0	0	0	-1

Với mảng này,

động cơ suy diễn sẽ phát hiện 2 cột (1) và (2) chỉ còn 1 yếu tố chưa biết (chỉ có 1 giá trị -1 trên cả cột). Do đó 2 đỉnh tròn tương ứng **C** và **b** sẽ được kích hoạt, các giá trị -1 trên 2 dòng **C** và **b** sẽ thay bằng +1

Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Mảng K với 6 công thức và 5 đỉnh tròn **A, B, C, a, b** được kích hoạt:

(1) $A+B+C = \pi$

(2) $a/\sin(A)=b/\sin(B)$

(3) $b/\sin(B)=c/\sin(C)$

(4) $p=(a+b+c)/2$

(5) $S^2=p(p-a)(p-b)(p-c)$

(6) $S=b.hb/2$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	1	1	0	0	0	0
B	1	1	1	0	0	0
C	1	0	1	0	0	0
a	0	1	0	1	1	0
b	0	1	1	1	1	1
c	0	0	-1	-1	-1	0
p	0	0	0	-1	-1	0
S	0	0	0	0	-1	-1
hb	0	0	0	0	0	-1

Dễ thấy, mảng này chỉ có đúng cột (3) là có 1 yếu tố chưa biết (chỉ có 1 giá trị -1 trên cả cột). Do đó 2 đỉnh tròn tương ứng **c** sẽ được kích hoạt, các giá trị -1 trên dòng **c** sẽ thay bằng +1.

Thiết kế Mạng ngữ nghĩa cho bài Giải tam giác

Mảng K với 6 công thức và 6 đỉnh tròn **A, B, C, a, b, c** được kích hoạt:

(1) $A+B+C = \pi$

(2) $a/\sin(A)=b/\sin(B)$

(3) $b/\sin(B)=c/\sin(C)$

(4) $p=(a+b+c)/2$

(5) $S^2=p(p-a)(p-b)(p-c)$

(6) $S=b.hb/2$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	1	1	0	0	0	0
B	1	1	1	0	0	0
C	1	0	1	0	0	0
a	0	1	0	1	1	0
b	0	1	1	1	1	1
c	0	0	1	1	1	0
p	0	0	0	-1	-1	0
S	0	0	0	0	-1	-1
hb	0	0	0	0	0	-1

Động cơ suy diễn cứ tiếp tục tìm cột có đúng một giá trị -1 và kích hoạt đỉnh tròn tương ứng cho đến khi các yếu tố cần tìm đều đã kích hoạt – hoặc đến khi không kích hoạt được đỉnh tròn nào nữa.

Lập luận



Lập luận

- Lập luận là quá trình tư duy để kết nối các tri thức đã biết lại với nhau, từ đó sản sinh ra các tri thức mới, làm giàu thêm tri thức đã biết.
- Loài người thông minh vì biết lập luận => Để đưa trí thông minh nhân tạo vào máy tính thì cần giúp nó “biết” lập luận.



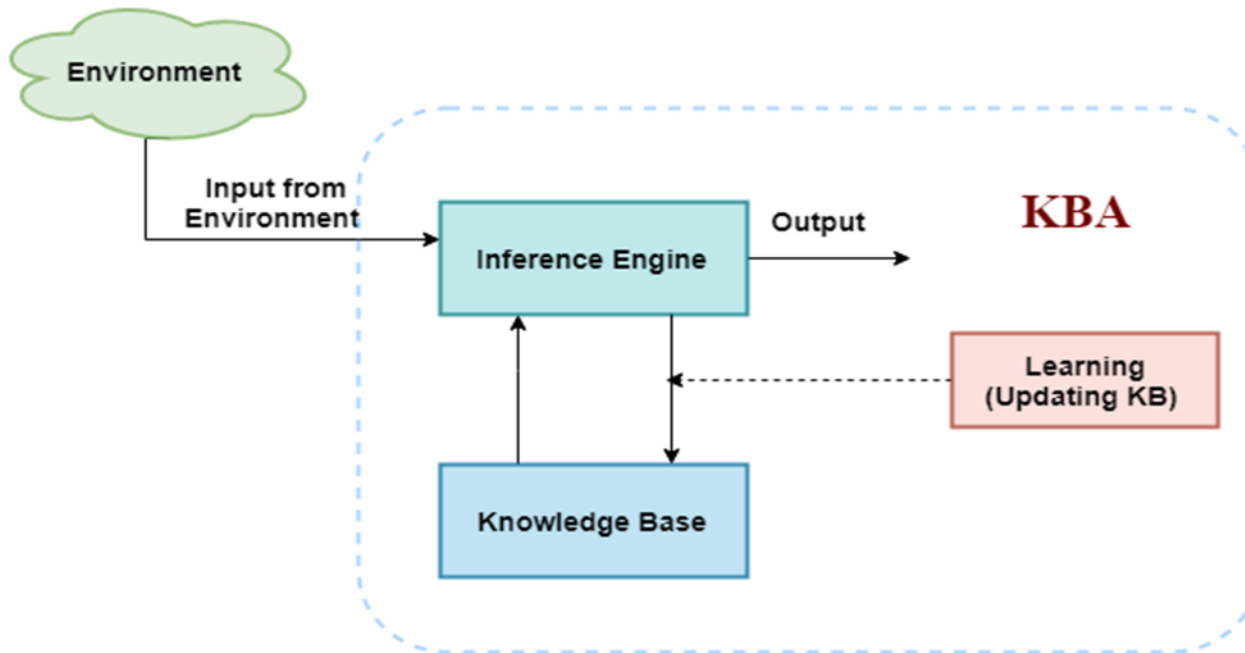
<https://vinahow.com/wp-content/uploads/2018/07/Ca%CC%81ch-La%CC%80m-Ba%CC%80i-Va%CC%86n-La%CC%A3%CC%82p-Lua%CC%A3%CC%82n-Gia%CC%89i-Thi%CC%81ch.jpg>

Lập luận và Logic trong AI

- Lập luận là hành động sinh ra 1 phát biểu đúng mới từ các phát biểu đúng có trước; hoặc chỉ ra được phát biểu nào đó là đúng hay sai khi cho trước một tập các phát biểu đúng.
- Các phát biểu phải tuân theo một tập các quy tắc nhất định (ngữ pháp). Tập các quy tắc quy định ngữ pháp và cách xác định ngữ nghĩa đúng/sai của các phát biểu gọi là Logic.
- Để truy vấn /xác định chân trị của một câu (hay để suy diễn ra một câu), cần phải có một tập hợp các câu đúng cho trước – gọi là cơ sở tri thức (KB).
- Quá trình sinh ra các tri thức mới từ lập luận có thể đúng hoặc sai, phù hợp hoặc chưa phù hợp – vì bản thân tri thức đã biết chưa chắc đúng hoặc toàn vẹn, cũng như quá trình lập luận có thể không phù hợp hoặc chưa đầy đủ.

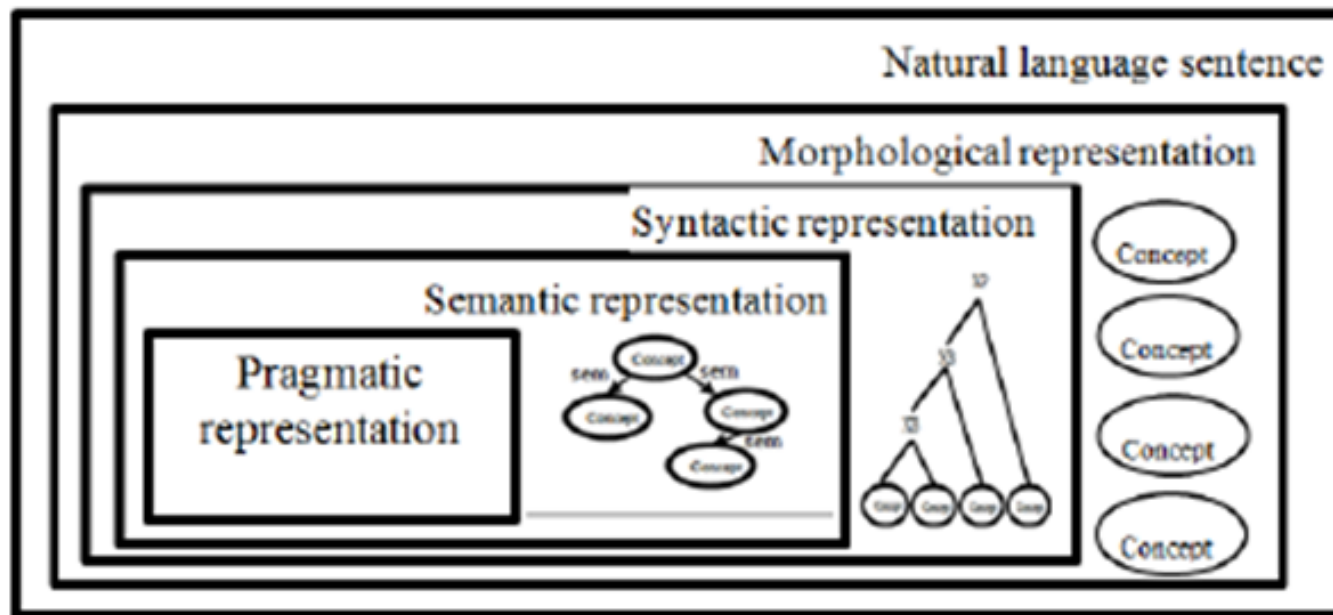
Hệ thống Lập luận dựa trên Tri thức

- Cần một hệ thống có thể tự động thực hiện một quá trình suy diễn/lập luận dựa trên các tri thức đã cung cấp sẵn.
- => Phát sinh knowledge-based agent (khác problem-solving agent)



Biểu diễn Tri thức Logic

- Để suy diễn logic, Tri thức cần được đưa cho hệ thống dưới dạng một tập các câu phát biểu sao cho:
 - ❑ Các câu mang tính rõ ràng và nhất quán.
 - ❑ Thường ở dạng ngôn ngữ hình thức (formal languages) - không phải là ngôn ngữ tự nhiên của con người.
- Ngôn ngữ thể hiện tri thức (knowledge representation language)



Ngôn ngữ dành cho Lập luận Logic trên Tri thức

- Một trong các ngôn ngữ phổ biến được sử dụng cho hệ thống dựa trên tri thức là ngôn ngữ Logic.
- Trong ngôn ngữ Logic, Logic cũng được phân chia một số cấp độ từ mức cơ bản đến nâng cao như:
 - ❑ Logic mệnh đề (propositional logic)
 - ❑ Logic bậc nhất (first-order logic)
 - ❑ Logic thời gian (temporal logic)
 - ❑ Logic bậc cao (higher-order logic)
 - ❑ Logic mờ (fuzzy logic)

Language	Ontological Commitment (What exists in the world)	Epistemological Commitment (What an agent believes about facts)
Propositional logic	facts	true/false/unknown
First-order logic	facts, objects, relations	true/false/unknown
Temporal logic	facts, objects, relations, times	true/false/unknown
Probability theory	facts	degree of belief $\in [0, 1]$
Fuzzy logic	facts with degree of truth $\in [0, 1]$	known interval value

Thành phần cơ bản của ngôn ngữ Logic

- Ngôn ngữ logic bao gồm:
 - ❑ **Cú pháp:** Biểu thức nào là hợp lệ
 - ❑ **Ngữ nghĩa:** Biểu thức hợp lệ có ý nghĩa gì
 - ❑ **Hệ chứng minh:** một cách xử lý các biểu thức có cú pháp để có được các biểu thức có cú pháp khác (cho ta biết được thông tin mới)
- Chứng minh để làm gì:
 - ❑ Từ các quan sát \Rightarrow kết luận về thế giới
 - ❑ Trạng thái hiện tại & hành động \Rightarrow thuộc tính của trạng thái kế tiếp

