




Nhìn lại 25 năm phát triển ngành trí tuệ nhân tạo

Hồ Tú Bảo

**Phòng Nhận dạng và Công nghệ Tri thức
Viện Công nghệ Thông tin
&**

**Phòng thí nghiệm Phương pháp luận Sáng tạo Tri thức
Viện Khoa học và Công nghệ Tiên tiến Nhật bản**

Nội dung



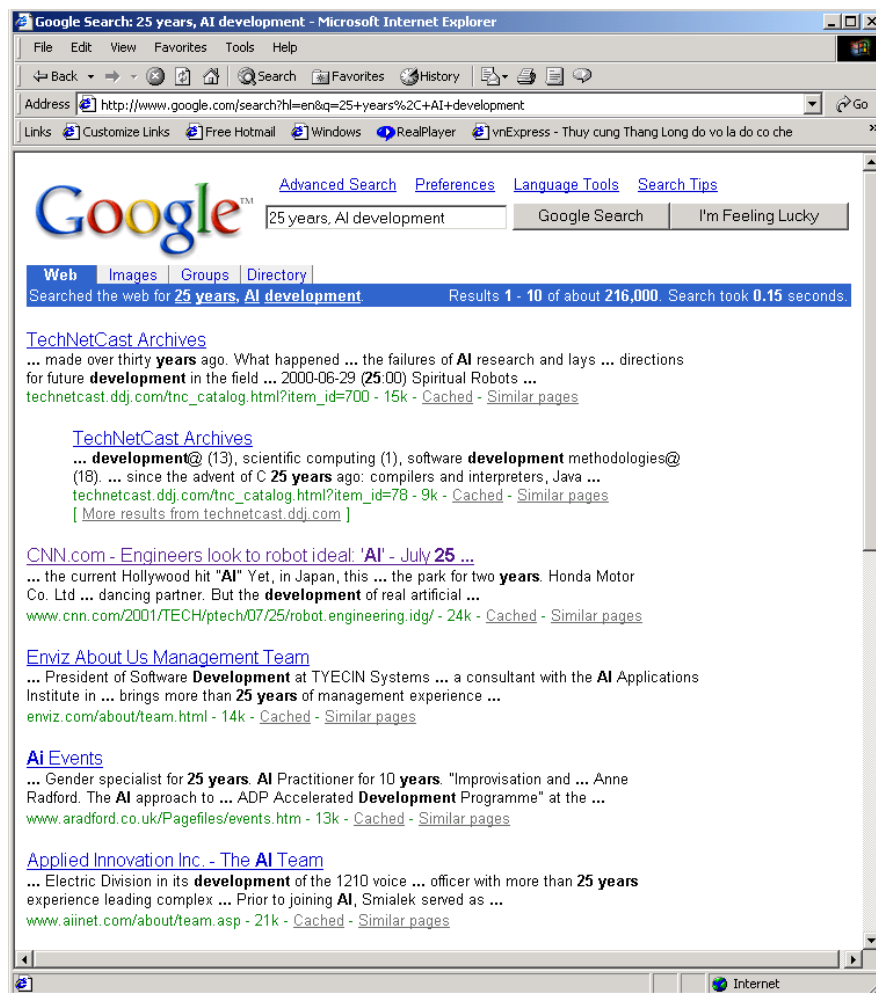
Trí tuệ nhân
tạo 25 năm
qua

Vài xu hướng
mới trong trí
tuệ nhân tạo

Một số kết
quả nghiên
cứu

Tìm kiếm thông tin trên Web

- Query: 25 years, AI development
- Các search engines tìm ra quá nhiều trang Web, phần lớn không liên quan đến câu hỏi.
- Có hỏi được bằng ngôn ngữ tự nhiên?
- Query: AI during last 25 years of development





Trí tuệ nhân tạo?

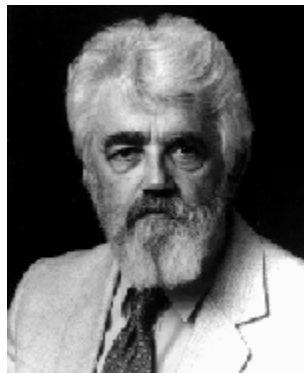
Trí tuệ nhân tạo là một nhánh của khoa học liên quan đến việc làm cho máy tính có những khả năng của trí tuệ con người, tiêu biểu như các khả năng “suy nghĩ”, “hiểu ngôn ngữ”, và biết “học tập”.

Sự ra đời ngành trí tuệ nhân tạo

“birth day”: Hội nghị ở Dartmouth College mùa hè 1956, do Minsky và McCarthy tổ chức, và ở đây McCarthy đề xuất tên gọi “artificial intelligence”. Có Simon và Newell trong những người tham dự.



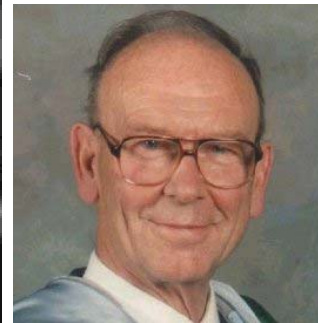
M. Minsky



J. McCarthy



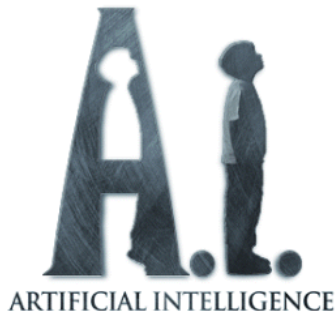
H. Simon



R. Michie

- AI Lab. at M.I.T. (Minsky & McCarthy)
- AI Lab. at Carnegie Mellon Univ. (Simon & Newell)
- AI Lab. at Stanford Univ. (McCarthy)
- AI Lab. at Edinburgh Univ. (Michie)

Hai thành phần của trí tuệ nhân tạo



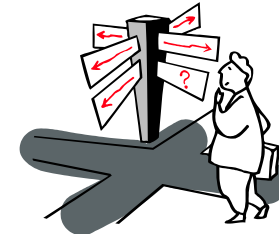
=



Knowledge

(đại số, thống kê,
toán học rời rạc, ...)

+



Inference

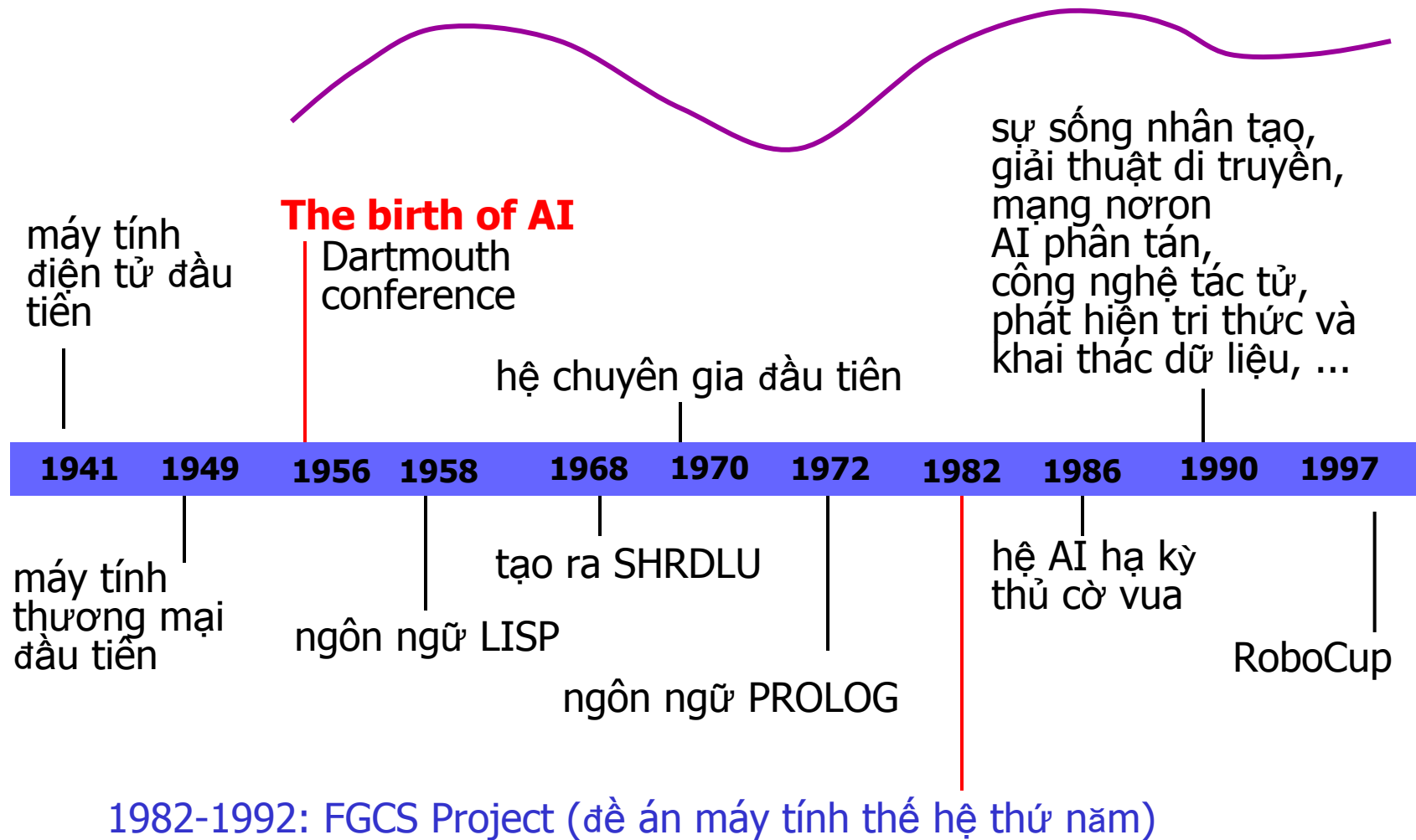
(logic toán học, ...)

- Biểu diễn tri thức (knowledge representation)
- Lập luận tự động (automatic reasoning)
- Học tự động (machine learning)
- Hiểu ngôn ngữ tự nhiên (natural language understanding)
- Thị giác máy (computer vision)
- Hệ cơ sở tri thức (knowledge-based systems)
- etc.

Trí tuệ nhân tạo và lập trình truyền thống

	AI	Conventional Programming
Xử lý	Chủ yếu là phi số	chủ yếu là số
Bản chất	Lập luận	Tính toán
Input	Có thể không đầy đủ	Phải đầy đủ
Tìm kiếm	Heuristic (mostly)	Algorithms
Giải thích	Cần thiết	Không nhất thiết
Quan tâm chính	Knowledge	Data, Information
Structure	Tách điều khiển khỏi tri thức	Điều khiển gắn với thông tin và dữ liệu

Lịch sử ngành trí tuệ nhân tạo

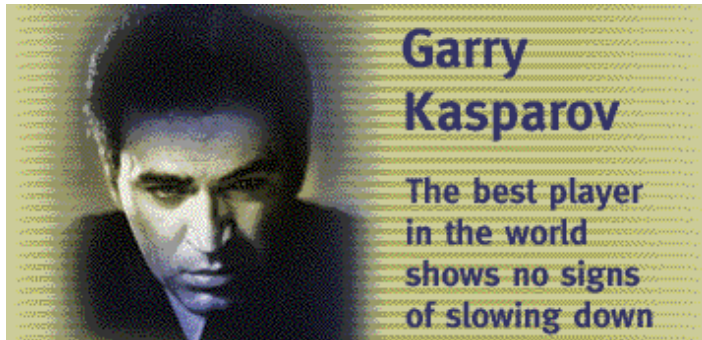




Thăng trầm ngành trí tuệ nhân tạo

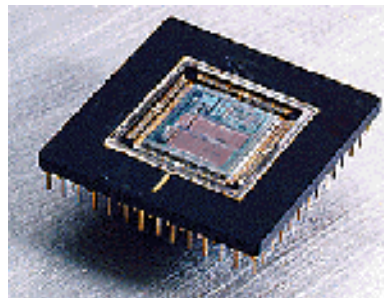
- **10 năm đầu:** Kỳ vọng và nhằm tìm những giải pháp tổng quát.
- **10 năm tiếp theo:** Thất vọng.
- **15 năm tiếp:** Bùng nổ trở lại của TTNT. Thi đua quốc tế.
- **10 năm gần đây:** Càng hiểu rõ hơn khó khăn để làm được TTNT, những gì TTNT có thể làm, những con đường mới tạo ra các hệ thống minh, các hệ có TTNT.

Deep Blue và cờ vua



Ngày 1 tháng năm 1997, IBM Deep Blue thắng Kasparov ở ván thứ sáu, đánh dấu một bước ngoặt trong lịch sử cờ vua, một bước ngoặt của công nghệ trước ngưỡng cửa thế kỷ mới.

Vô địch
cờ vua
thua siêu
máy tính



Deep Blue chip



Game 6

Robot World Cup



một đội các robots chuyển động nhanh trong một môi trường thay đổi.

- Một nỗ lực phối hợp nghiên cứu về TTNT và robots thông minh.
- Phối hợp nhiều công nghệ
 - nguyên lý thiết kế các tác tử tự trị
 - hợp tác giữa các tác tử đa nhiệm
 - thu nhận chiến lược
 - lập luận thời gian thực
 - robotics
 - sensor-fusion
 - software



Robot World Cup



- simulator league
- small-size league
- middle-size league

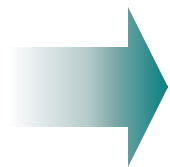


	Quarter Final	Semi Final	Final
Osaka	2	0	3rd-place Osaka
NAIST	0		
Freiburg	2	3	2 Champion Freiburg
Yale	0		
Uttori	0	0	4th-place Uttori
Italy	0	PK (1-1), Phy	PK (0-1) Runner-up Tubingen
Tubingen	0	0	
ISocRob	0	PK (0-0), Phy	

<http://www.robocup.org/02.html>

Đề án máy tính thế hệ 5 (1982-1992)

JAPAN: FGCS Project (Fifth Generation of Computer Systems) nhằm tạo ra máy suy diễn song song (Parallel Inference Machine)



Thi đua quốc tế (DARPA, ESPRIT, etc.)



PIM-M




PIM-P

Nhận xét về nghiên cứu TTNT

- **Biểu diễn tri thức:** cần phối hợp nhiều lược đồ khác nhau trong cùng một hệ thống.
- **Lập luận tự động:** với điều kiện không chắc chắn, với các loại logic không chuẩn.
- **Học tự động:** nhiều ứng dụng thành công. Ưu thế của giải pháp thống kê trên tập dữ liệu lớn.
- **Hiểu ngôn ngữ tự nhiên:** tiến bộ rất nhiều nhưng chưa thật sẵn sàng cho thị trường và ứng dụng.

Nội dung

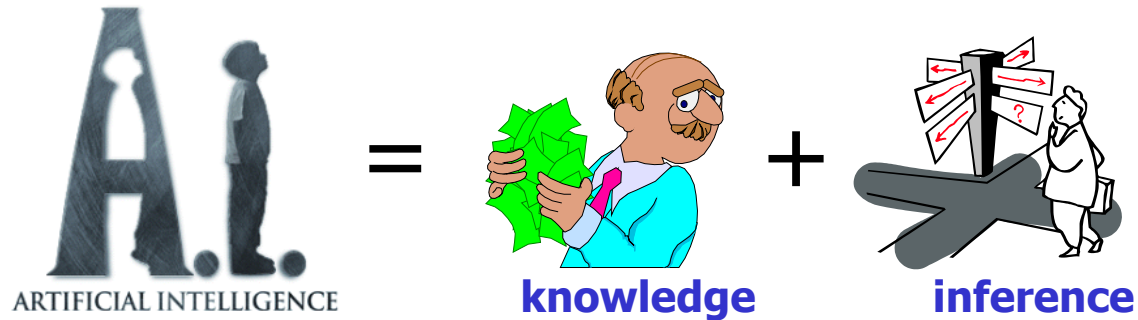


Trí tuệ nhân
tạo 25 năm
qua

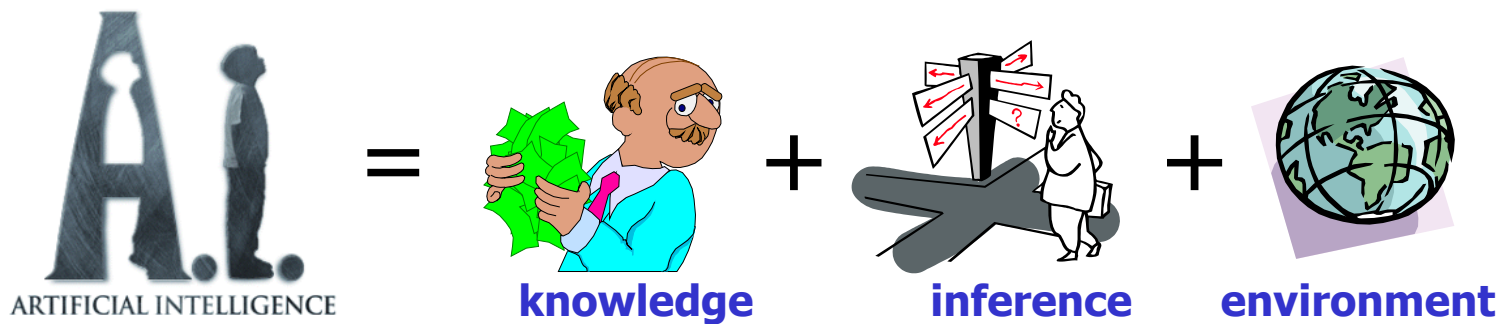
Vài xu hướng
mới trong trí
tuệ nhân tạo

Một số kết
quả nghiên
cứu

Yếu tố tác động lên TTNT



- Micro computers
- The Internet





Sự sống nhân tạo

(Artificial Life)

- **Artificial Life** nghiên cứu sự sống “tự nhiên” nhờ **tái tạo các hiện tượng sinh học** từ các điểm khởi đầu bởi máy tính và các phương tiện “nhân tạo” (self-organization, chaos theory, cellular automata, complex adaptive systems, evolutionary computing, etc.).
- **Máy tính và sinh học:** Việc xây dựng các mô hình về tiến hoá có thể giúp làm sáng tỏ một số vấn đề vẫn đang tồn tại trong nghiên cứu sự tiến hoá.

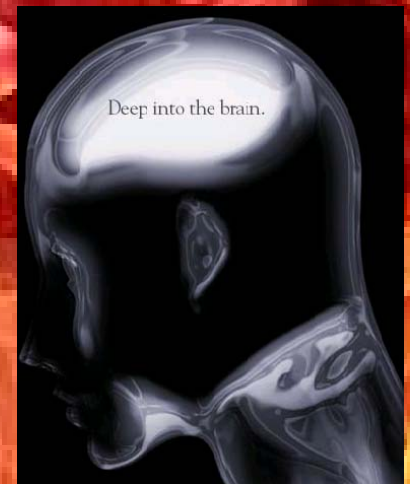
Khoa học về trí não (brain science)

- **RIKEN Brain Science Institute**

Đề án bắt đầu năm 1998 và sẽ kéo dài 20 năm, hiện với sự tham gia của chừng 300 nhà nghiên cứu.

- **KAIST Brain science research center**
- **etc.**

- **Understanding the Brain**
- **Protecting the Brain**
- **Creating the Brain**
- ...



Khoa học tri thức (knowledge science)

JAIST: National graduate institution for advancement of the frontiers of science and technology

Khoa học về sáng tạo, quản lý, khai thác, sử dụng tri thức

Dựa trên sự kết hợp của Khoa học thông tin (TTNT) + Khoa học hệ thống + Khoa học xã hội (kinh tế)

- school of information science (1992)
- school of materials science (1993)
- school of **knowledge science** (1998)





Công nghệ tác tử

(agent technology)

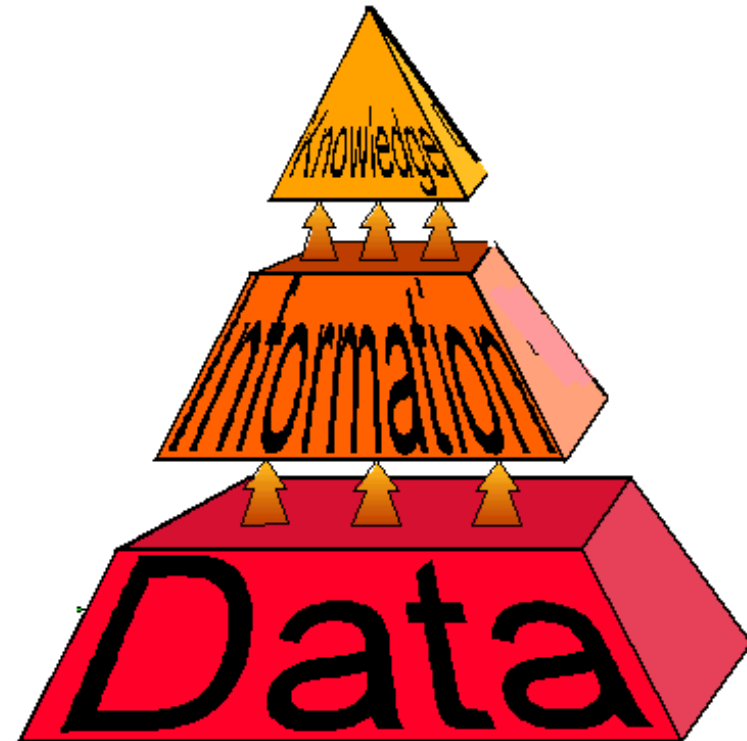
- **Tác tử (agent):** một người hay vật hoạt động, hoặc có khả năng hoạt động, hoặc được trang bị để hoạt động, thay cho người hay vật khác.
- **Thí dụ:** tác tử bán vé máy bay, tác tử trên Web, robots cứu hoả, ...
- **Tính chất:** tự hoạt động, truyền tin, hợp tác, etc.
- **Ảnh hưởng tới TTNT:** Các hệ TTNT không chỉ cần thông minh, mà cần phải có tính chất của các tác tử (thông minh chưa đủ mà cần để dùng hơn, “đời thường” hơn).

Web và TTNT

- Web là **môi trường** để tạo các sản phẩm mới của TTNT (tác tử + tóm lược + dịch tự động trên Web, hệ cơ sở tri thức trên Web, ...)
- Web là **đối tượng** nghiên cứu của TTNT: làm cho Web thông minh hơn, hiệu quả hơn (Web intelligence).
- **Thí dụ:** Xây dựng các cộng đồng Web (Web communities) gồm các trang Web chia sẻ những nội dung chung hoặc liên quan đến nhau.

Phát hiện tri thức và khai thác dữ liệu (knowledge discovery and data mining – KDD)

Tìm kiếm tri thức từ các tập dữ liệu lớn



Thách thức của KDD



Tập dữ liệu rất lớn (10^6 - 10^{12} bản ghi) với số chiều rất lớn (10^2 - 10^3 attributes)

Vấn đề: hiệu suất (efficiency), khả cỡ (scalability)



Hỗn hợp nhiều kiểu dữ liệu dưới dạng khác nhau (số, định danh, văn bản, hình ảnh, âm thanh, ...)

Vấn đề: chất lượng (quality), hiệu quả (effectiveness)

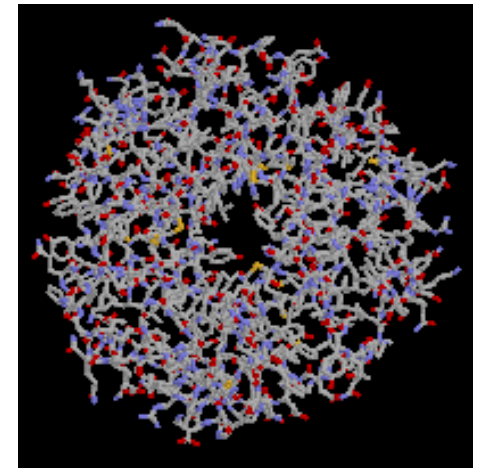
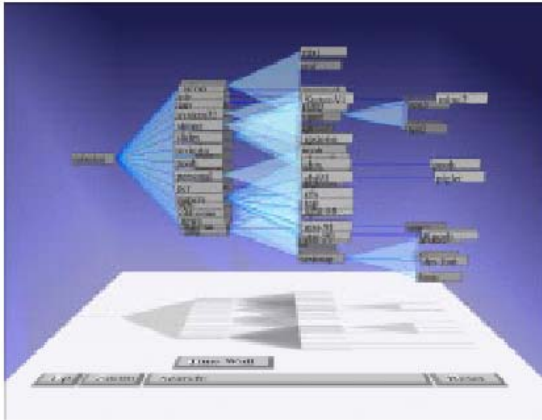


Dữ liệu và tri thức không ngừng thay đổi

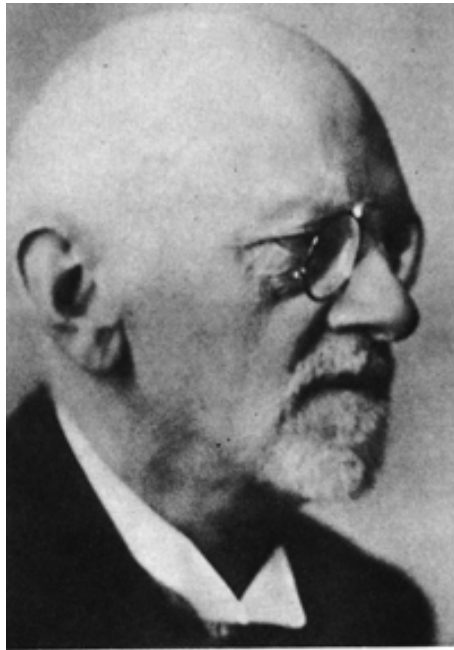


Tương tác người-máy và hiển thị

Chiến đấu với độ phức tạp tính toán



23 bài toán của thế kỷ 20



Hilbert

- Tại Đại hội Toán học Thế giới lần thứ hai (Paris, tháng Năm 1900), Hilbert nêu ra 23 bài toán, thách thức các nhà toán học toàn thế giới giải trong thế kỷ 20.
- 12 bài toán đã được giải toàn bộ, 8 bài toán được giải từng phần, 3 bài vẫn chưa có lời giải.

7 bài toán của thế kỷ 21

- Vào lúc 4 giờ chiều Thứ tư ngày 24 tháng 5 năm 2000, Viện Toán học Clay công bố và thách thức 7 bài toán của thế kỷ 21 (1 triệu \$ cho mỗi lời giải).
- Bài toán số 1: P versus NP
- Sáu bài toán khác:
 1. The Hodge Conjecture,
 2. The Poincaré Conjecture,
 3. The Riemann Hypothesis,
 4. Yang-Mills Existence and Mass Gap,
 5. Navier-Stokes Existence and Smoothness,
 6. The Birch and Swinnerton-Dyer Conjecture

Bài toán "P versus NP"

- Nếu ai đó hỏi rằng liệu 13.717.421 có là tích của hai số nhỏ hơn không, bạn sẽ cảm thấy rất khó trả lời là đúng hay sai.
- Nếu người đó bảo bạn rằng số này có thể là tích của 3607 và 3803, bạn có thể kiểm tra điều này thật dễ dàng.
- **Xác định xem với một bài toán cho trước, liệu có tồn tại một lời giải có thể kiểm chứng nhanh (bằng máy tính chẳng hạn), nhưng lại cần rất nhiều thời gian để giải từ đâu (nếu không biết lời giải)?**
- Có rất nhiều bài toán như vậy. Chưa ai có thể chứng minh được rằng, với bất kỳ bài toán nào như vậy, thực sự cần rất nhiều thời gian để giải. Có thể chỉ đơn giản là chúng ta vẫn chưa tìm ra được cách giải chúng nhanh chóng. Stephen Cook phát biểu bài toán **P versus NP** vào năm 1971.

Bài toán "P versus NP"

- Bài toán **SAT**: cho trước một mạch điện tử Boolean, liệu có các cách chọn inputs sao cho output là True hay không?
- Inputs của các mạch điện tử Boolean (với cổng AND, OR và NOT) hoặc là T (true) hoặc là F (false). Mỗi cổng nhận một số các inputs, và outputs giá trị logic tổng hợp được.



Bài toán "P versus NP"



nếu bạn chứng minh được SAT là intractable

(chứng minh intractability có thể khó như việc tìm lời giải hiệu quả)



nếu bạn biết SAT là NP-complete

Độ phức tạp tính toán—Sự tồn tại các bài toán giải được nhưng vô cùng khó giải

- Độ phức tạp tính toán: **P** (thời gian đa thức) và **non-P** (thời gian hàm mũ). Bài toán kiểu P có thể giải dễ dàng (sắp xếp dãy số theo thứ tự), bài toán kiểu non-P rất khó giải (tìm các thừa số nguyên tố của một số nguyên cho trước).
- Người ta tin rằng có rất nhiều bài toán thuộc kiểu non-P, nhưng chưa bao giờ chứng minh được chính chúng là như vậy (hết sức khó).
- **NP** (Nondeterministic Polynomial) là một họ đặc biệt các bài toán kiểu non-P: nếu bất kỳ trong chúng có nghiệm thời gian đa thức thì tất cả sẽ có nghiệm thời gian đa thức.
- **P = NP?** Các bài toán kiểu P và NP là như nhau?

Thời gian đa thức và hàm mũ

Time complexity function	n = 10	n = 20	n = 30	n = 40	n = 50	n = 60
n	0.0001 second	0.0002 second	0.0003 second	0.0004 second	0.0005 second	0.0006 second
n^2	0.001 second	0.002 second	0.003 second	0.004 second	0.005 second	0.006 second
n^3	0.01 second	0.02 second	0.03 second	0.04 second	0.05 second	0.06 second
n^5	1 second	3.2 second	24.3 second	1.7 minutes	5.2 minutes	13.0 minutes
2^n	0.01 second	1.0 second	17.9 second	12.7 days	35.7 years	336 centuries
3^n	0.059 second	58 minutes	6.5 years	3855 centuries	2×10^8 centuries	1.3×10^{13} centuries

Thời gian đa thức và hàm mũ

Time complexity function	With present computer	With computer 100 times faster	With computer 1000 times faster
n	N_1	$100 N_1$	$1000 N_1$
n^2	N_2	$10 N_2$	$31.6 N_2$
n^3	N_3	$4.64 N_3$	$10 N_3$
n^5	N_4	$2.5 N_4$	$3.98 N_4$
2^n	N_5	$N_5 + 6.64$	$N_5 + 9.97$
3^n	N_6	$N_6 + 4.19$	$N_6 + 6.29$

Thời gian đa thức và hàm mũ

(Thí dụ về tính độ đo sự tương tự cho dữ liệu hỗn hợp)

US Census database 33 sym + 8 num attributes, Alpha 21264, 500 MHz,
RAM 2 GB, Solaris OS

# cases	500 (0.2M)	1.000 (0.5M)	1.500 (0.9M)	2.000 (1.1M)	5.000 (2.6M)	10.000 (5.2M)	199.523 (102M)
# values	497	992	1.486	1.973	4.858	9.651	97.799
time of OLD $O(n^2 \log n^2)$	67.3s	26m6.2	1h46m31s	6h59m45s	>60h	not app	not app
Time of OURS $O(n)$	0.1s	0.2s	0.3s	0.5s	2.8s	9.2s	36m26s
Memory of OLD	5.3M	20.0M	44.0M	77.0M	455.0M	not app	not app
Memory of OURS	0.5 M	0.7M	0.9M	1.1M	2.1M	3.4M	64.0M
Preprocessing	0.1s	0.1s	0.2s	0.5s	0.9s	6.2s	127.2s



Tám thách thức của TTNT

(Rodney Brooks, MIT)

- **Challenge 1.** Chúng ta có thể tạo ra được không một chương trình biết tự cài đặt và chạy trong một kiến trúc máy hoàn toàn mới?
- **Challenge 2.** Làm sao để tạo ra các chương trình ổn định (robust) hơn?
- **Challenge 3.** Làm sao dùng các thành công trong quá khứ để áp dụng vào các bài toán mới?
- **Challenge 4.** Với 50 năm phát triển neuroscience, chúng ta hiểu rằng cần rất nhiều nghiên cứu nữa để làm được như neurons thật. Liệu các models mới có thể cho chúng ta các công cụ tính toán mới, và dẫn đến các nhìn nhận mới để thách thức chúng ta tạo ra những khả năng học tập có ở các vật thể sống?




Tám thách thức của TTNT

(Rodney Brooks, MIT)

- **Challenge 5.** Liệu ta có thể tạo ra được một chương trình chơi cờ vua theo cách con người vẫn chơi?
- **Challenge 6.** Mọi hệ hiểu tiếng nói chất lượng cao hiện nay đều dùng mô hình Markov ẩn. Liệu chúng ta có thể tạo ra một hệ hiểu tiếng nói hoàn toàn dựa trên những nguyên lý rất khác mô hình Markov ẩn?
- **Challenge 7.** Vẫn có rất ít hiểu biết về hiểu nhiều. Liệu có thể tạo ra các hệ hiểu nhiều hiệu quả?
- **Challenge 8.** Có thể chẳng tạo ra một hệ có tiến hoá (evolution) hoạt động tốt hơn mọi thứ làm bằng tay trong những nhiệm vụ không tầm thường?

Nội dung

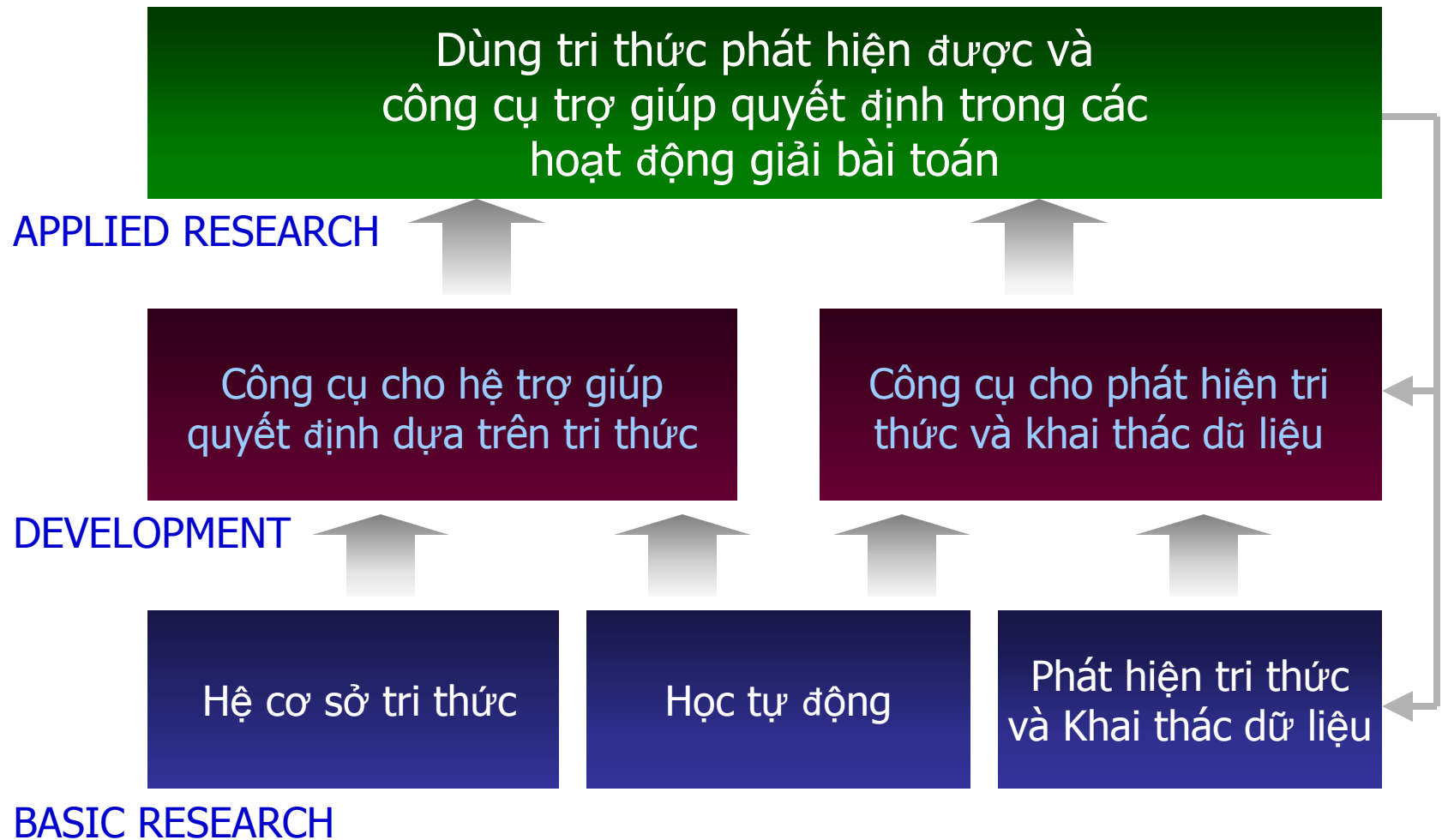


Trí tuệ nhân
tạo 25 năm
qua

Vài xu hướng
mới trong trí
tuệ nhân tạo

Một số kết
quả nghiên
cứu

Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng





Nội dung nghiên cứu

1. Phân tích lớp theo khái niệm (conceptual clustering)
2. Học cây quyết định (decision tree learning)
3. Học lớp hiếm (learning rare classes)
4. Chọn mô hình và hiển thị (model selection and visualization)
5. Ứng dụng 1-4 trong nghiên cứu ung thư
6. Tính toán mềm trong khai thác dữ liệu văn bản (soft computing in text mining)
7. Khai thác dữ liệu không gian (spatial data mining)
8. Nghiên cứu ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt

Phân tích lớp theo khái niệm (conceptual clustering)

- Đề xuất và phát triển phương pháp OSHAM về **phân tích lớp theo khái niệm** từ dữ liệu chưa được phân lớp (P1)
- **Biểu diễn lại** của khái niệm, IEICE Information Systems (1995)
- **Giải thích các khái niệm** được phát hiện, IJCAI-97, Decision Support Systems (1997)
- OSHAM với dữ liệu **có dẫn** (P3) và OSHAM **xấp xỉ** (P5), Chapters in books of Academic Press (2000), Kluwer Academic Publishers (1999), IOS Press (2000).

P1. Non-incrementally construct a concept hierarchy (OSHAM)

$$O \xrightarrow{L} H \quad (\text{Ho, 1995 - 1997})$$

P2. Incrementally update a concept lattice

$$L \cup \{o\} \longrightarrow \tilde{L} \quad (\text{Godin 1994, Carpineto 1996})$$

P3. Incrementally update a concept hierarchy (I - OSHAM)

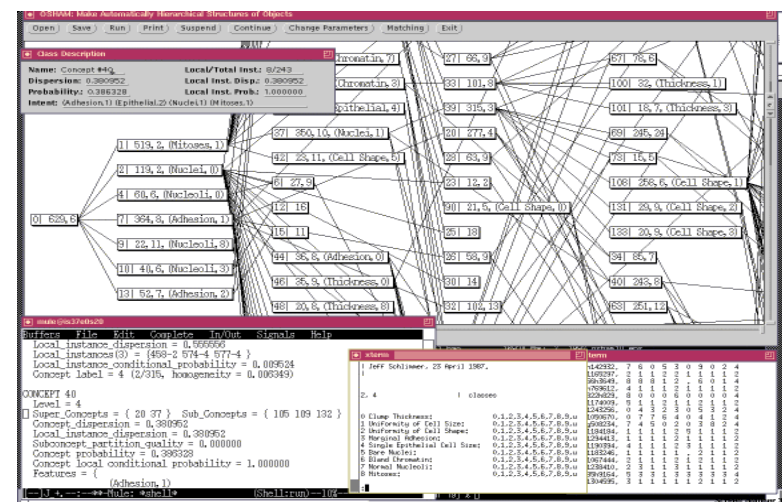
$$H \cup \{o\} \xrightarrow{\tilde{L}} \tilde{H} \quad (\text{Ho, 1997})$$

P4. Rough concept analysis (Formal Concepts + Rough Sets)

$$L \longrightarrow L^* \text{ and } L_* \quad (\text{Kent, 1994})$$

P5. Approximate Conceptual Clustering (A - OSHAM)

$$H \xrightarrow{L^* \text{ and } L_*} H^* \text{ and } H_* \quad (\text{Ho, 1997})$$



Học cây quyết định (decision trees)

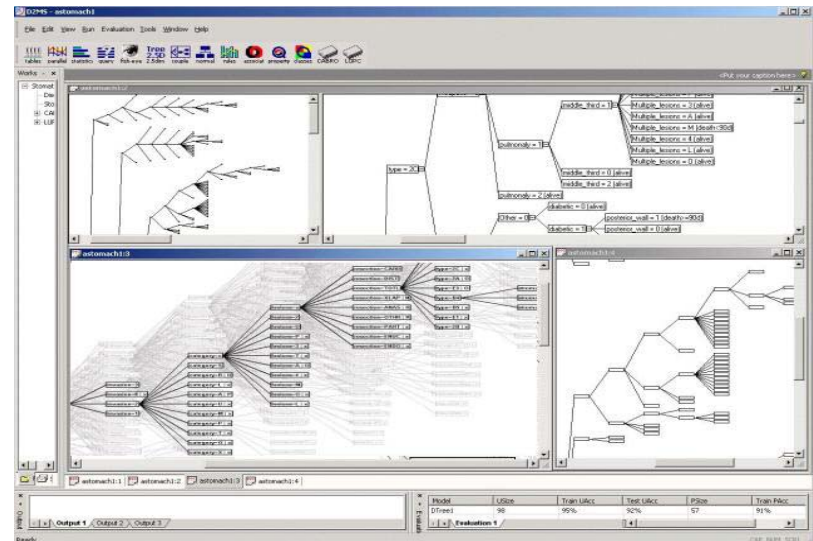
- Phát triển phương pháp **học cây quyết định CABRO** từ dữ liệu đã được phân lớp
- Đề xuất độ đo **R-measure** để chọn thuộc tính dựa trên lý thuyết tập thô (rough set)
- Hỗ trợ cho **hiển thị** (visualization), **chọn mô hình** (model selection) và **học tương tác** (interactive)
- Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence (1999), book chapters của Springer, LNAI.

Gain-ratio $\frac{\sum_j p_j \sum_i p_{ij} \log p_{ij} - \sum_i p_i \log p_i}{\sum_j p_j \log p_j}$ Quinlan, C4.5, 1993

Gini-index $\sum_j p_j \sum_i p_{ij}^2 - \sum_i p_i^2$ Breiman, CART, 1984

χ^2 $\sum_i \sum_j \frac{(e_{ij} - n_{ij})^2}{e_{ij}}$, $e_{ij} = \frac{n_j \cdot n_i}{n_{..}}$ Statistics

R-measure $\sum_j p_j \max_i \{p_{ij}^2\}$ Ho & Nguyen, CABRO, 1997



Học lớp hiểm (rule induction)

- Đề xuất phương pháp hiệu quả để **học các lớp hiểm** (LUPC: Learning Unbalanced Positive Classes), Springer LNAI
- Áp dụng vào nghiên cứu phát hiện tri thức từ dữ liệu y học: tìm các **quy luật về ung thư dạ dày, viêm màng não**

IF **d_cancer = x**
sex = female
type = 2C
anemia = no
middle_third = no
THEN alive

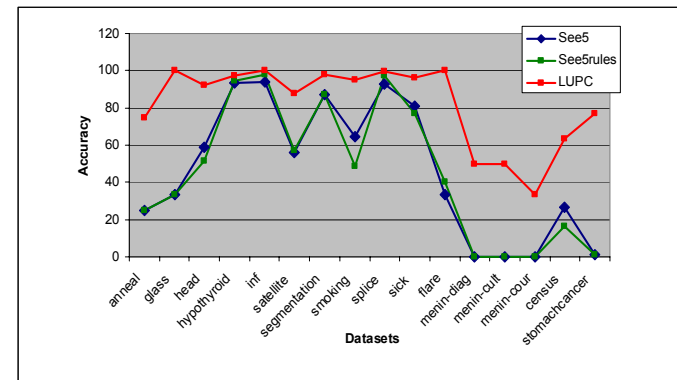
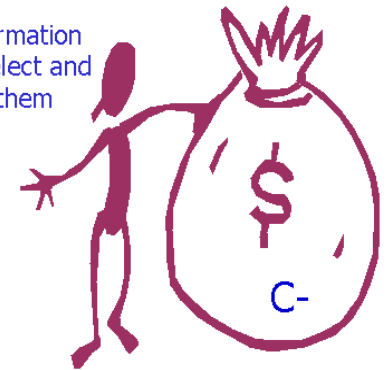
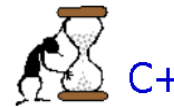
IF **d_cancer = x**
liver_metastasis = 3
bleeding = no
lesser_curvature = no
greater_curvature = yes
circular = no

THEN death within 90 days

using information in C- to select and eliminate them

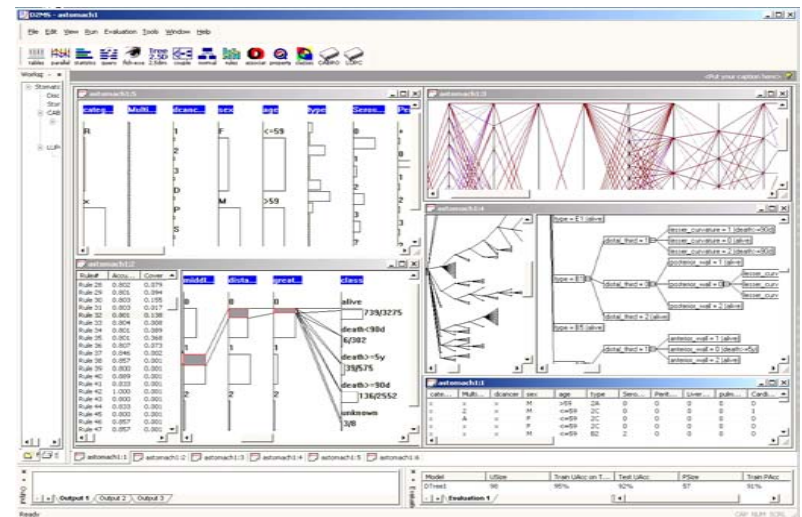
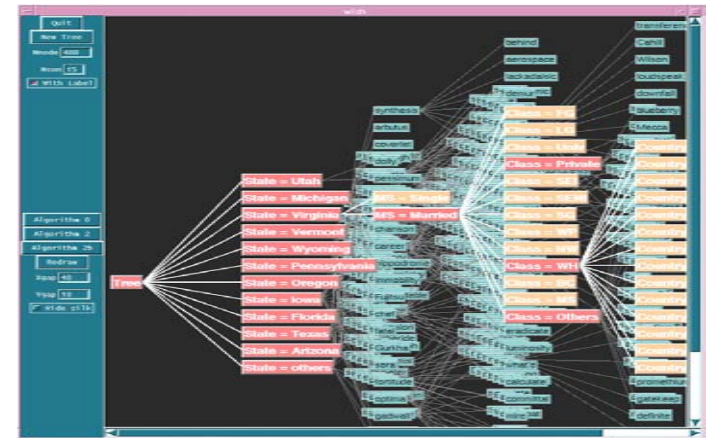
$$\text{cover}^-(R) \geq \frac{1-\alpha}{\alpha} \text{cover}^+(R) ?$$

Generating good attribute-value pairs and rules R on C+



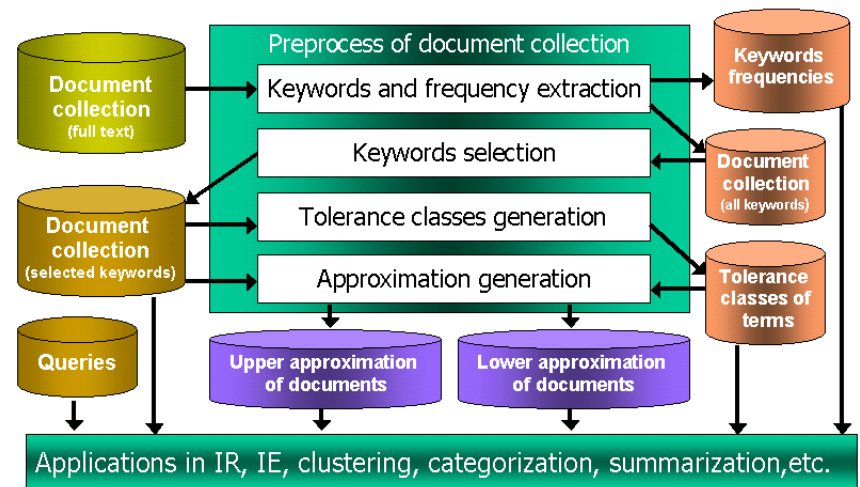
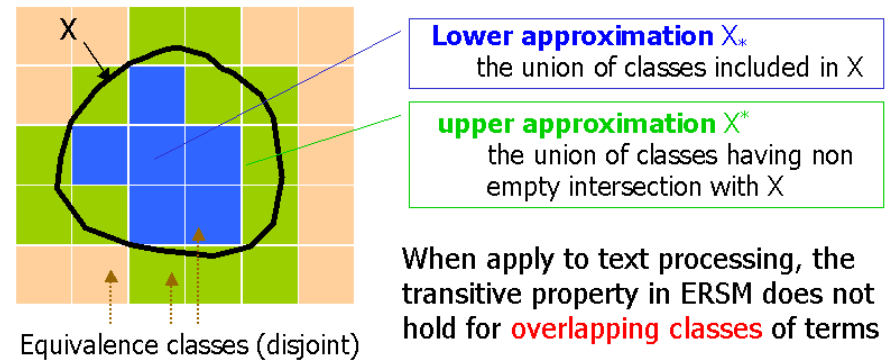
Chọn mô hình và hiển thị (Model selection and visualization)

- Đề xuất phương pháp **chọn mô hình hướng đến người sử dụng** (human-centered model selection), Journal Applied Intelligence (2002)
- Đề xuất phương pháp **cây 2 chiều rườì (T2.5D)** để hiển thị cấu trúc phân cấp, International Journal of Artificial Intelligence Tools (2001)
- Xây dựng **hệ khai thác dữ liệu D2MS** (Data Mining with Model Selection), Intelligent Systems: Techniques and Applications, CRC Press (2002), Springer LNAI



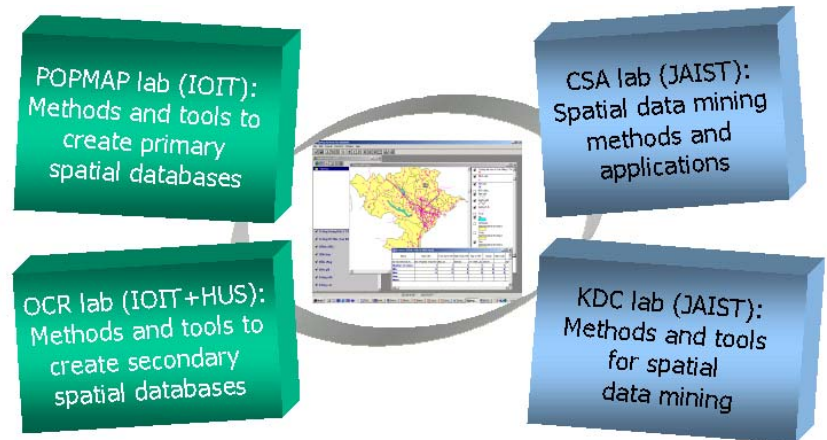
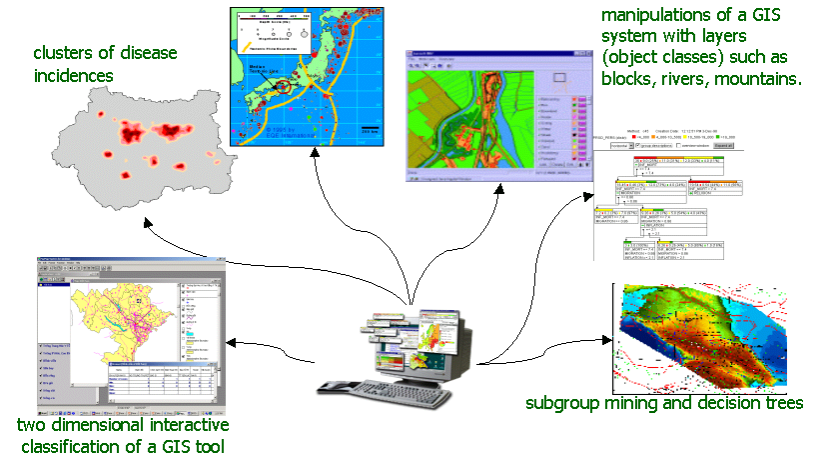
Mô hình tập thô dung tha cho văn bản (text processing and mining)

- Xây dựng **mô hình tập thô dung tha** (tolerance rough set model, TRSM) dựa trên tính đối xứng và phản xạ, Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence (1998)
- Giải bài toán **tìm kiếm thông tin** với TRSM, book chapters của Physica-Verlag
- Giải bài toán **phân tích lớp** với TRSM, International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems (2001)
- International Journal of Intelligent Systems (in press)



Khai thác dữ liệu không gian

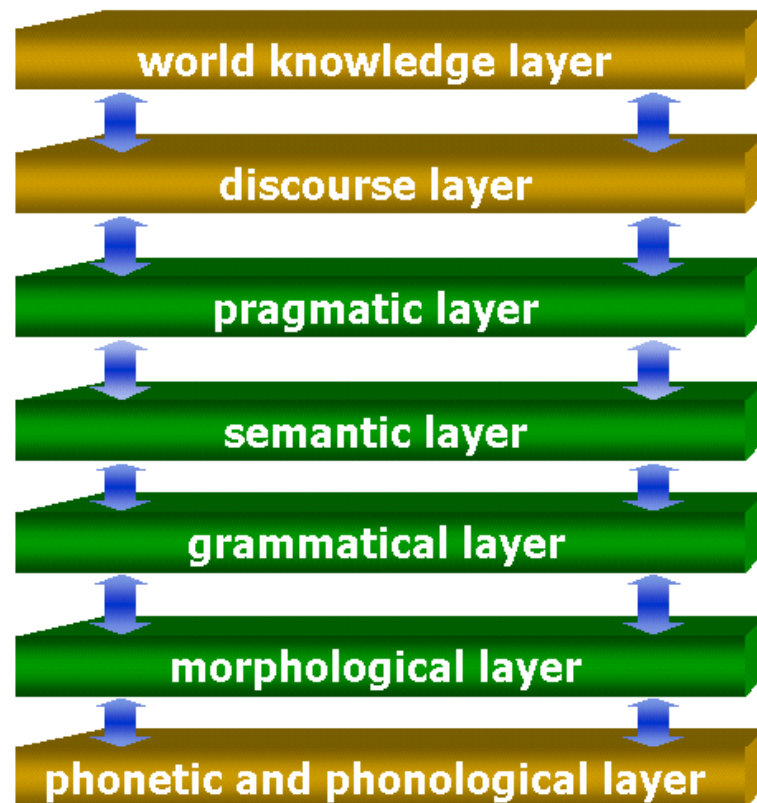
- Nhằm tạo ra các phương pháp và công cụ hiệu quả cho khai thác dữ liệu không gian
- Nghiên cứu các cấu trúc dữ liệu, các thuật toán, các toán tử thích hợp cho khai thác dữ liệu không gian
- Đề tài hợp tác giữa 2 labs ở IoIT và 2 labs ở JAIST



To create high quality methods and tools for spatial data mining

Về ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt

- Rất **thiếu** các nghiên cứu lý luận cơ bản và công cụ về xử lý ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt. Nghiên cứu không có tính kế thừa.
- Xây dựng và chia sẻ một chương trình làm việc của một chặng **đường dài** về xử lý ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt (đề tài KC01-03).



Xin cảm ơn

