

Chương 1

**TỔNG QUAN VỀ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO –
TÁC TỬ (AGENT)**

Định nghĩa về TTNT (1)

- Các định nghĩa (quan điểm) về TTNT được chia thành 4 nhóm:
 - (1) Các hệ thống **suy nghĩ (thông minh) như con người**
 - "*The exciting new effort to make computers think ... machines with minds, in the full and literal sense.*" (Haugeland, 1985)
 - "*[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning ...*" (Bellman, 1978)
 - (2) Các hệ thống **suy nghĩ một cách hợp lý**
 - "*The study of mental faculties through the use of computational models.*" (Charniak and McDermott, 1985)
 - "*The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act.*" (Winston, 1992)



Định nghĩa về TTNT (2)

- (3) Các hệ thống **hành động (thông minh) như con người**
 - "*The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people.*" (Kurzweil, 1990)
 - "*The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.*" (Rich and Knight, 1991)
- (4) Các hệ thống **hành động một cách hợp lý**
 - "*Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents.*" (Poole et al., 1998)
 - "*AI . . . is concerned with intelligent behavior in artifacts.*" (Nilsson, 1998)



Định nghĩa về TTNT (3)

- Các định nghĩa (1) và (2) liên quan đến *các quá trình suy nghĩ và suy diễn*
- Các định nghĩa (3) và (4) liên quan đến *cách hành động*
- Các định nghĩa (1) và (3) đánh giá mức độ thành công (sự thông minh) theo *tiêu chuẩn của con người*
- Các định nghĩa (2) và (4) đánh giá mức độ thành công (sự thông minh) theo *tiêu chuẩn của sự hợp lý*
 - Một hệ thống hành động hợp lý, nếu nó làm các việc phù hợp đối với những gì nó (hệ thống) biết

Alan Turing

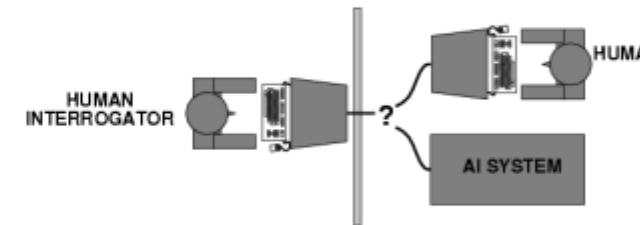
&

Beginning of Artificial Intelligence



Hành động như con người: Turing Test

- Turing (1950) “Máy tính toán và sự thông minh”:
- “Máy tính có thể suy nghĩ được không?” → “Máy tính có thể hành động một cách thông minh được không?”
- Thí nghiệm kiểm chứng hành động thông minh: Imitation Game



- Dự đoán rằng đến năm 2000, máy tính sẽ có 30% khả năng vượt qua một người không có chuyên môn đối với một bài kiểm tra (Turing test) trong 5 phút
- Turing (vào năm 1950) đã dự đoán trước các vấn đề tranh luận quan trọng trong TTNT trong vòng 50 năm sau
- Turing đã đề xuất các thành phần quan trọng của TTNT: tri thức, suy diễn, hiểu ngôn ngữ, học

Suy nghĩ như con người: Khoa học nhận thức

- Cuộc “cách mạng nhận thức” những năm 1960:
 - Xem bộ não người như một cấu trúc xử lý thông tin
 - Nghiên cứu về tâm lý nhận thức thay thế cho các nghiên cứu trước đó về hành vi ứng xử
- Cần các lý thuyết khoa học về các hoạt động bên trong của bộ não người
- Làm thế nào để xác nhận (kiểm chứng)?
 - 1) Dự đoán và kiểm chứng các hoạt động (hành vi) của chủ thể con người (hướng tiếp cận top-down), hoặc
 - 2) Nhận dạng (xác định) trực tiếp từ các dữ liệu về hệ thần kinh (hướng tiếp cận bottom-up)
- Hiện nay, cả 2 hướng tiếp cận này (Cognitive Science và Cognitive Neuroscience) được tách rời với lĩnh vực TTNT

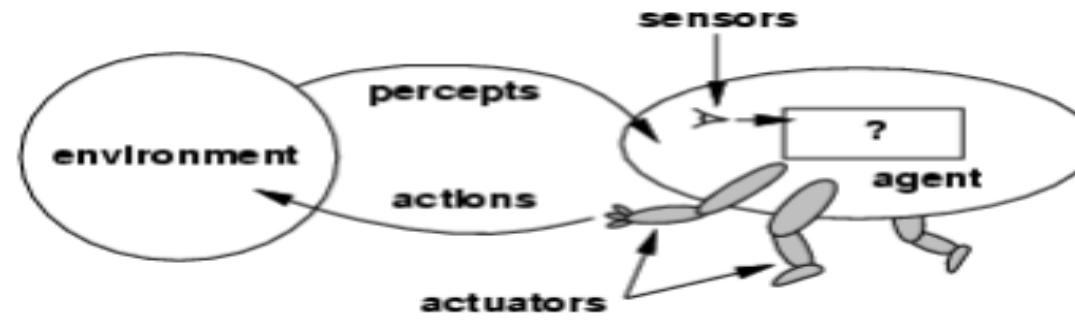
Suy nghĩ hợp lý: Các luật suy nghĩ

- Aristotle: Thế nào là các quá trình suy nghĩ / tranh luận đúng đắn?
- Một số trường học ở Hy Lạp đã phát triển những dạng *logic*: *ký hiệu* và *các luật dẫn xuất* đối với các quá trình suy nghĩ
- Mỗi liên hệ trực tiếp, thông qua toán học và triết học, đối với khoa học TTNT hiện đại
- Các vấn đề:
 1. Không phải tất cả các hành vi (hành động) thông minh đều xuất phát từ các cân nhắc (suy nghĩ) logic
ví dụ: *bước chân* qua tảng đá trên đường
 2. Mục đích của sự suy nghĩ là gì? Những suy nghĩ nào mà tôi nên thực hiện, trong số các suy nghĩ mà tôi có thể có?

Hành động một cách hợp lý

- **Hành động một cách hợp lý:** thực hiện đúng việc cần làm
- *Đúng việc cần làm:* là việc (hành động) giúp cực đại hóa việc đạt được các mục tiêu, đối với các thông tin hiện có
- Không nhất thiết liên quan đến sự suy nghĩ.
Ví dụ: phản xạ chớp mắt
- Tuy nhiên, sự suy nghĩ nên được xem là thuộc vào hệ thống (nhóm) các hành động hợp lý
- **Sự hợp lý cần phải tính đến cả độ phức tạp tính toán**
 - Nếu chi phí về tài nguyên tính toán và thời gian quá cao, thì sẽ không có tính thực tế (không áp dụng được trong thực tế)

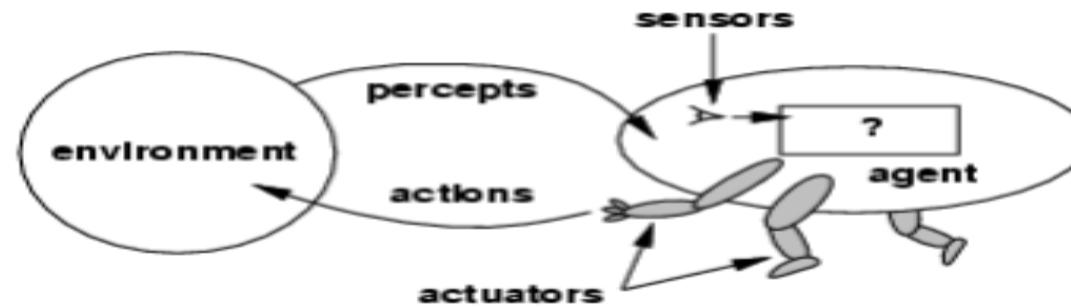
Các tác tử hợp lý (1)



- Một **tác tử** (agent) là một thực thể có khả năng nhận thức và hành động
- Một cách khái quát, một tác tử có thể được biểu diễn bằng một hàm ánh xạ: từ quá trình (lịch sử) nhận thức đến hành động:

$$f: P^* \rightarrow A$$

Các tác tử hợp lý (2)

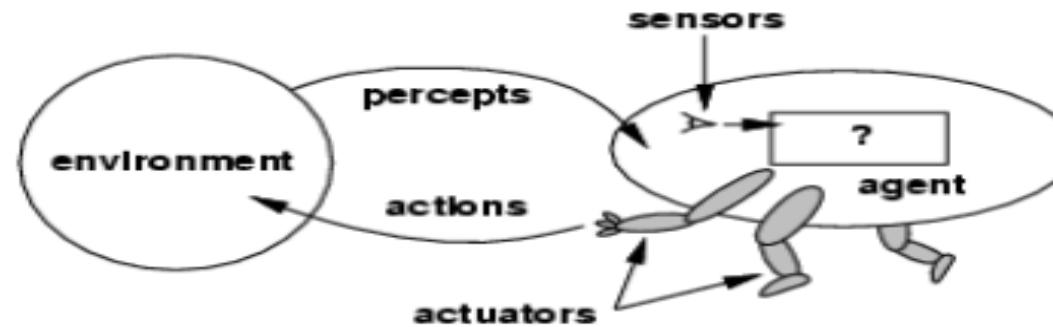


- Đối với một tập (lớp) các môi trường và nhiệm vụ, chúng ta cần tìm ra tác tử (hoặc một lớp các tác tử) có hiệu suất tốt nhất
- Lưu ý: Các giới hạn về tính toán (của máy tính) không cho phép đạt được sự hợp lý hoàn hảo (tối ưu)
 - Mục tiêu: Thiết kế chương trình máy tính tối ưu đối với các tài nguyên máy tính hiện có

Tác tử - Định nghĩa

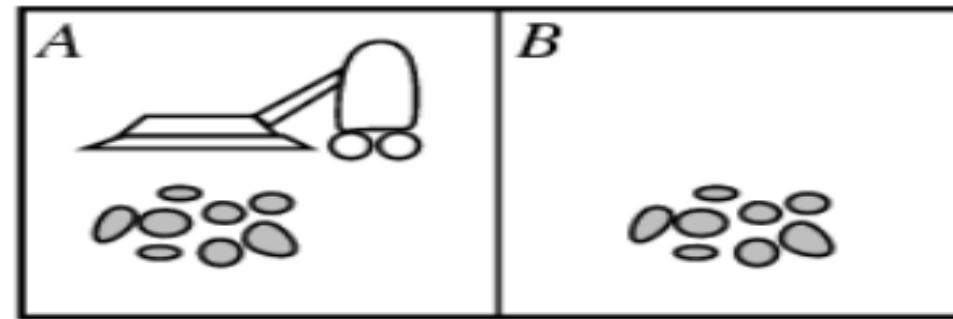
- **Tác tử** là bất cứ cái gì (con người, người máy, software robots, các bộ ồn nhiệt,...) có khả năng **cảm nhận** (*nhận biết*) *môi trường* xung quanh nó thông qua **các bộ phận cảm biến** (sensors) và **hành động** phù hợp theo môi trường đó thông qua **các bộ phận hoạt động** (actuators)
- Tác tử con người
 - Các bộ phận cảm biến: mắt, tai, và một số bộ phận cơ thể khác
 - Các bộ phận hoạt động: tay, chân, miệng, và một số bộ phận cơ thể khác
- Tác tử người máy
 - Các bộ phận cảm biến: các máy quay (cameras), các bộ truy tìm tín hiệu hồng ngoại
 - Các bộ phận hoạt động: các loại động cơ (motors)

Tác tử và Môi trường



- Hàm tác tử: là hàm ánh xạ từ lịch sử nhận thức tới các hành động:
$$f: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$
- Chương trình tác tử: hoạt động (chạy) dựa trên kiến trúc thực tế của hàm f
- Tác tử = Kiến trúc + Chương trình

Ví dụ: Thể giới của máy hút bụi



■ Các nhận thức

- Vị trí và mức độ sạch sẽ
- Ví dụ: [A, Bắn], [B, Bắn]

■ Các hành động

- Di chuyển (máy hút bụi) sang trái, sang phải, hút bụi, hoặc không làm gì

Tác tử máy hút bụi

Bảng hành động của tác tử máy hút bụi

Chuỗi các nhận thức	Hành động
[A, Sạch]	Di chuyển sang phải
[A, Bẩn]	Hút bụi
[B, Sạch]	Di chuyển sang trái
[B, Bẩn]	Hút bụi
[A, Sạch], [A, Sạch]	Di chuyển sang phải
[A, Sạch], [A, Bẩn]	Hút bụi
...	

```
function Reflex-Vacuum-Agent( [location, status]) returns an action
  if status = Dirty then return Suck
  else if location = A then return Right
  else if location = B then return Left
```

Tác tử hợp lý (1)

- Tác tử cần phần đầu để “làm đúng việc cần làm”, dựa trên **những gì nó nhận thức (nhận biết) được** và dựa trên **các hành động mà nó có thể thực hiện**
- Một **hành động đúng (hợp lý)** là hành động giúp cho tác tử đạt được thành công cao nhất đối với mục tiêu đặt ra
- **Đánh giá hiệu quả hoạt động:** là tiêu chuẩn để đánh giá mức độ thành công trong hoạt động của một tác tử
 - Ví dụ: Tiêu chí đánh giá hiệu quả hoạt động của một tác tử máy hút bụi có thể là: *mức độ làm sạch, thời gian hút bụi, mức độ điện năng tiêu tốn, mức độ tiếng ồn gây ra, ...*

Tác tử hợp lý (2)

■ Tác tử hợp lý

- ❑ Với mỗi *chuỗi nhận thức* có được,
- ❑ Một tác tử hợp lý cần phải *lựa chọn một hành động* giúp cực đại hóa tiêu chí đánh giá hiệu quả hoạt động của tác tử đó,
- ❑ Dựa trên các *thông tin* được cung cấp bởi chuỗi nhận thức và các *tri thức* được sở hữu bởi tác tử đó

Tác tử hợp lý (3)

- **Sự hợp lý ≠ Sự thông suốt mọi thứ**
 - Sự thông suốt mọi thứ = Biết tất cả mọi thứ, với tri thức vô hạn
 - Vì các nhận thức có thể không cung cấp tất cả các thông tin liên quan
- Các tác tử có thể thực hiện các hành động nhằm thay đổi các nhận thức trong tương lai, với mục đích thu được các thông tin hữu ích (ví dụ: thu thập thông tin, khám phá tri thức)
- **Tác tử tự trị** (autonomous agent) là một tác tử mà các hành động của nó được quyết định bởi chính kinh nghiệm của tác tử đó (cùng với khả năng *học* và *thích nghi*)

Môi trường công việc – PEAS (1)

■ PEAS

- Performance measure: Tiêu chí đánh giá hiệu quả hoạt động
- Environment: Môi trường xung quanh
- Actuators: Các bộ phận hành động
- Sensors: Các bộ phận cảm biến

■ Để thiết kế một tác tử thông minh (hợp lý), trước tiên cần phải xác định (thiết lập) các giá trị của các thành phần của PEAS

Môi trường công việc – PEAS (2)

- Ví dụ: Thiết kế một tác tử lái xe taxi tự động
 - Đánh giá hiệu quả hoạt động (P): an toàn, nhạy, đúng luật giao thông, mức độ hài lòng của khách hàng, tối ưu lợi nhuận, ...
 - Môi trường xung quanh (E): các con đường (phố), các phương tiện khác cùng tham gia giao thông, những người đi bộ, các khách hàng, ...
 - Các bộ phận hành động (A): bánh lái, chân ga, phanh, đèn tín hiệu, còi xe,...
 - Các bộ phận cảm biến (S): máy quay (cameras), đồng hồ tốc độ, GPS, đồng hồ đo khoảng cách quang đường, các bộ cảm biến động cơ,...

Môi trường công việc – PEAS (3)

■ Ví dụ: Thiết kế một tác tử chuẩn đoán y tế

- Đánh giá hiệu quả hoạt động (P): mức độ sức khỏe của bệnh nhân, cực tiểu hóa các chi phí, các việc kiện cáo, ...
- Môi trường xung quanh (E): bệnh nhân, bệnh viện, nhân viên y tế, ...
- Các bộ phận hành động (A): hiển thị trên màn hình các câu hỏi, các xét nghiệm, các chuẩn đoán, các điều trị, các chỉ dẫn, ...
- Các bộ phận cảm biến (S): bàn phím để nhập vào các thông tin về triệu chứng, các trả lời của bệnh nhân đối với các câu hỏi, ...

Môi trường công việc – PEAS (4)

■ Ví dụ: Thiết kế một tác tử nhặt đồ vật

- Đánh giá hiệu quả hoạt động (P): tỷ lệ (bao nhiêu phần trăm) các đồ vật được đặt vào đúng các thùng
- Môi trường xung quanh (E): dây chuyền chuyển động trên đó có các đồ vật, các thùng đựng
- Các bộ phận hành động (A): cánh tay và bàn tay được kết nối
- Các bộ phận cảm biến (S): máy quay (camera), các bộ cảm biến các góc độ (các hướng)

Môi trường công việc – PEAS (5)

- Ví dụ: Thiết kế một tác tử dạy tiếng Anh tương tác
 - Đánh giá hiệu quả hoạt động (P): cực đại hóa điểm thi tiếng Anh của học viên
 - Môi trường xung quanh (E): một nhóm học viên
 - Các bộ phận hành động (A): hiển thị màn hình các bài tập, các gợi ý, sửa (chữa) bài tập
 - Các bộ phận cảm biến (S): bàn phím

Môi trường công việc – PEAS (6)

- Ví dụ: Thiết kế một tác tử lọc thư rác (spam emails filtering)
 - Đánh giá hiệu quả hoạt động (P): khả năng lọc thư rác (amount of error: false positives, false negatives)
 - Môi trường xung quanh (E): email server and clients
 - Các bộ phận hành động (A): đánh dấu thư rác, gửi thông báo
 - Các bộ phận cảm biến (S): nhận và phân tích nội dung các emails

Các kiểu môi trường (1)

■ **Có thể quan sát được hoàn toàn** (hay có thể quan sát được một phần)?

- Các bộ cảm biến của một tác tử cho phép nó truy cập tới *trạng thái đầy đủ* của môi trường tại mỗi thời điểm

■ **Xác định** (hay ngẫu nhiên)?

- Trạng thái tiếp theo của môi trường được xác định hoàn toàn dựa trên trạng thái hiện tại và hành động của tác tử (tại trạng thái hiện tại này)
- Nếu một môi trường là xác định, ngoại trừ đối với các hành động của các tác tử khác, thì gọi là *môi trường chiến lược*

Các kiểu môi trường (2)

■ Phân đoạn (hay liên tiếp)?

- Lịch sử kinh nghiệm của tác tử được chia thành *các giai đoạn* (chương/hồi)
- Mỗi giai đoạn bao gồm việc nhận thức của tác tử và hành động mà nó thực hiện
- Ở mỗi giai đoạn, việc lựa chọn hành động để thực hiện chỉ phụ thuộc vào giai đoạn đó (không phụ thuộc vào các giai đoạn khác)

■ Tĩnh (hay động)?

- Môi trường không thay đổi trong khi tác tử cân nhắc (xem nên đưa ra hành động nào)
- Môi trường *bán động* (semi-dynamic) là môi trường mà khi thời gian trôi qua thì nó (môi trường) không thay đổi, nhưng hiệu quả hoạt động của tác tử thì thay đổi
 - Ví dụ: Các chương trình trò chơi có tính giờ

Các kiểu môi trường (2)

■ Rời rạc (hay liên tục)?

- Tập các nhận thức và các hành động là hữu hạn, được định nghĩa phân biệt rõ ràng

■ Tác tử đơn lẻ (hay đa tác tử)?

- Một tác tử hoạt động độc lập (không phụ thuộc / liên hệ với các tác tử khác) trong một môi trường

Các kiểu môi trường – Ví dụ

	Chơi cờ tính giờ	Chơi cờ không tính giờ	Lái xe taxi
Quan sát đầy đủ?	có	có	không
Xác định?	chiến lược	chiến lược	không
Phân đoạn?	không	không	không
Tĩnh?	bán động	có	không
Rời rạc?	có	có	không
Tác tử đơn?	không	không	không

- Kiểu của môi trường có ảnh hưởng quyết định đối với việc thiết kế tác tử
- Môi trường trong thực tế thường có các đặc điểm: chỉ có thể quan sát được một phần, ngẫu nhiên, liên tiếp, thay đổi (động), liên tục, đa tác tử

Các kiểu tác tử

- 4 kiểu tác tử cơ bản
 - Tác tử phản xạ đơn giản (simple reflex agents)
 - Tác tử phản xạ dựa trên mô hình (model-based reflex agents)
 - Tác tử dựa trên mục tiêu (goal-based agents)
 - Tác tử dựa trên lợi ích (utility-based agents)

Tác tử phản xạ đơn giản (1)

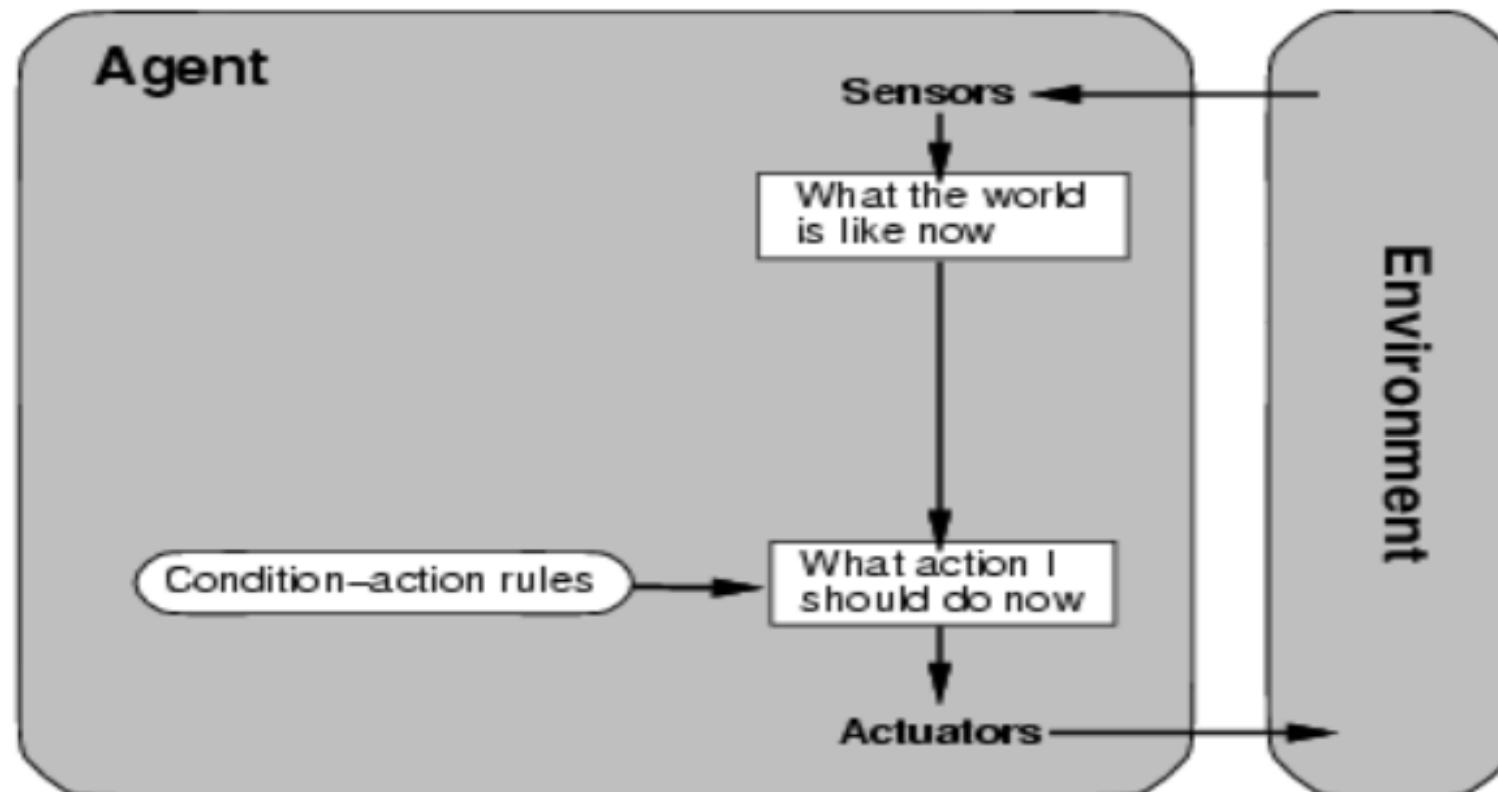
Tác tử phản xạ đơn giản:

→ Hành động theo một quy tắc (luật) có điều kiện phù hợp với trạng thái hiện thời (của môi trường)

```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT(percept)
static: rules (tập các luật có dạng: điều kiện-hành động)

state  $\leftarrow$  INTERPRET-INPUT(percept)
rule  $\leftarrow$  RULE-MATCH(state, rules)
action  $\leftarrow$  RULE-ACTION[rule]
return action
```

Tác tử phản xạ đơn giản (2)



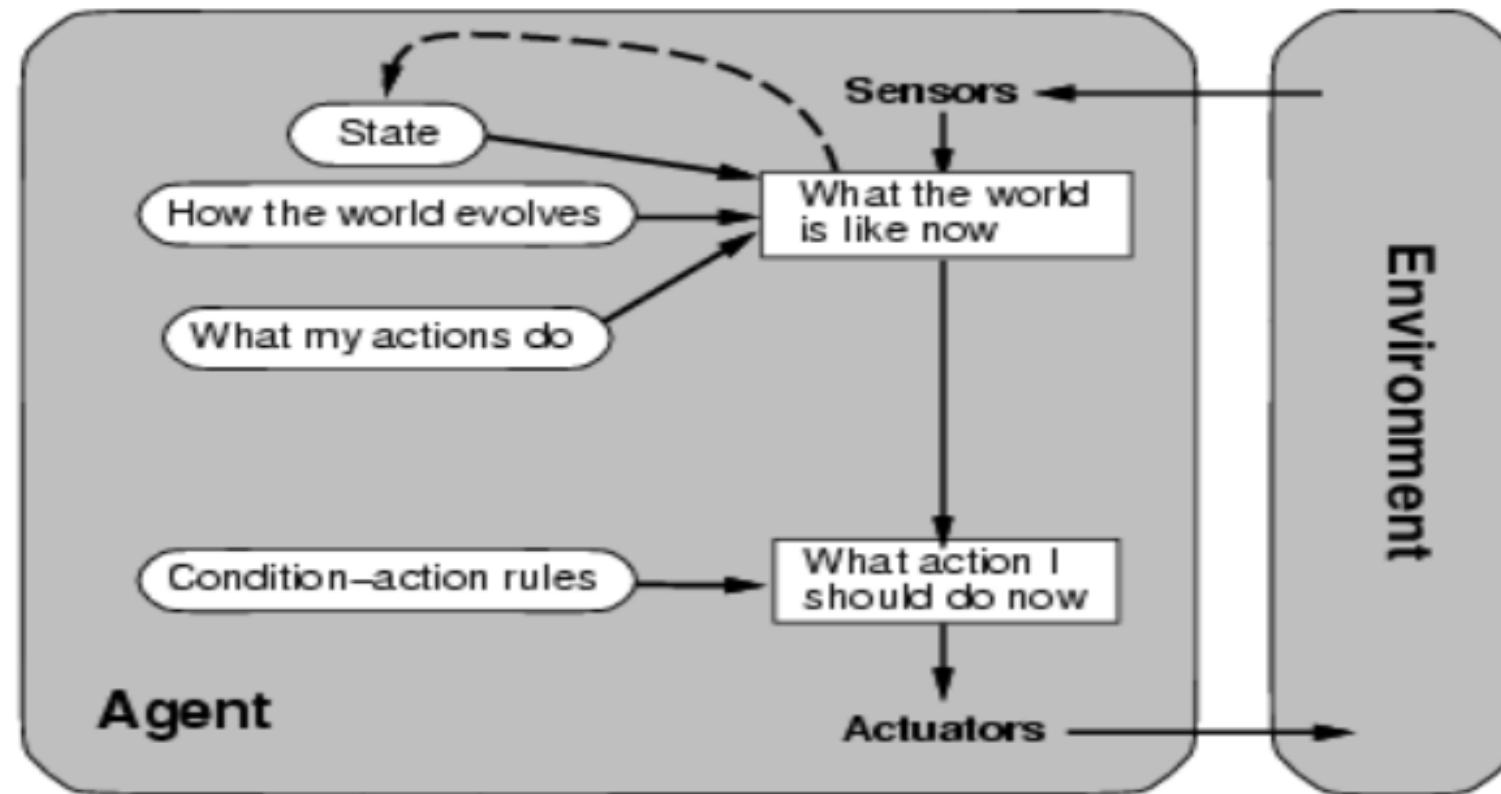
Tác tử phản xạ dựa trên mô hình (1)

Tác tử phản xạ dựa trên mô hình:

- ❑ Sử dụng một mô hình nội bộ để giám sát trạng thái hiện tại của môi trường
- ❑ Lựa chọn hành động: giống như đối với tác tử phản xạ đơn giản

```
function REFLEX-AGENT-WITH-STATE(percept)  
static: state (mô tả trạng thái hiện tại của môi trường)  
          rules (tập các luật có dạng: điều kiện-hành động)  
          action (hành động gần nhất)  
  
state  $\leftarrow$  UPDATE-STATE(state, action, percept)  
rule  $\leftarrow$  RULE-MATCH(state, rules)  
action  $\leftarrow$  RULE-ACTION[rule]  
return action
```

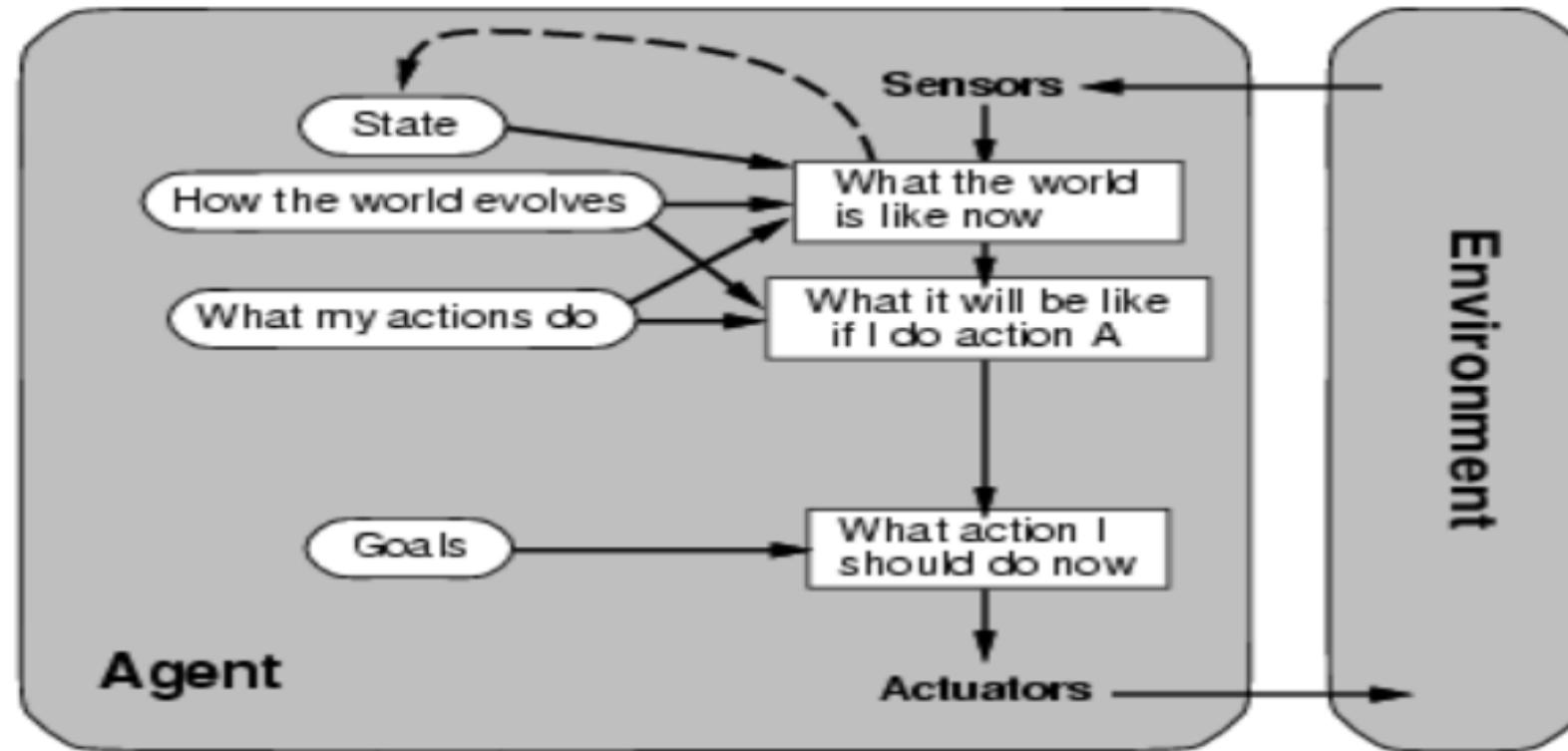
Tác tử phản xạ dựa trên mô hình (2)



Tác tử dựa trên mục tiêu (1)

- Biết về trạng thái hiện tại của môi trường: chưa đủ → Cần biết thêm thông tin về mục tiêu
 - Trạng thái hiện tại của môi trường: Ở một ngã tư, xe taxi có thể rẽ trái, rẽ phải, hoặc đi thẳng
 - Thông tin về mục tiêu: xe taxi cần đi tới đích đến của hành khách
- Tác tử dựa trên mục tiêu
 - Theo dõi trạng thái hiện tại của môi trường
 - Lưu giữ một tập các mục tiêu (cần đạt được)
 - Chọn hành động cho phép (rốt cuộc) sẽ đạt đến các mục tiêu

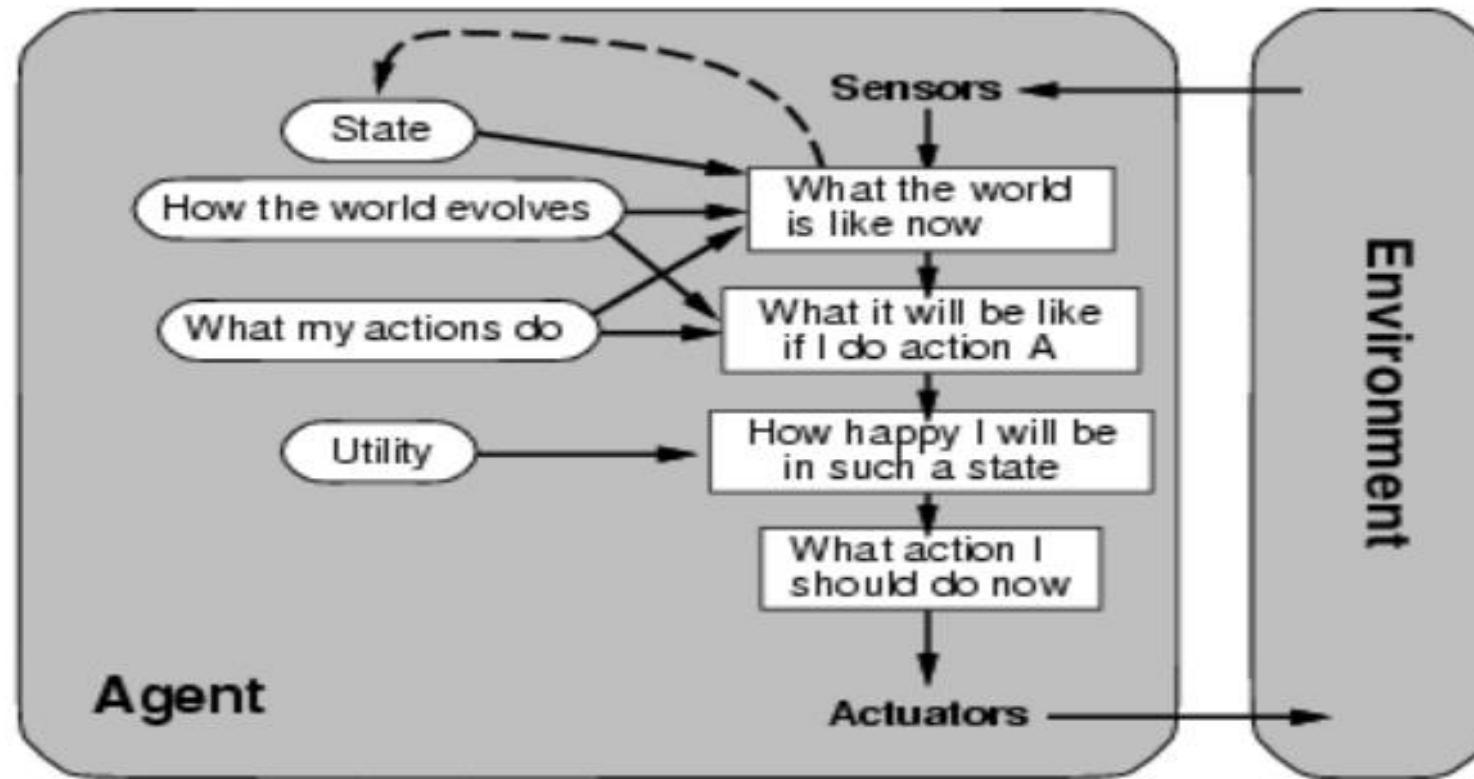
Tác tử dựa trên mục tiêu (2)



Tác tử dựa trên lợi ích (1)

- Trong nhiều môi trường, thông tin về các mục tiêu không đủ để đánh giá hiệu quả của các hành động
 - Có rất nhiều chuỗi các hành động cho phép taxi đi đến đích (tức là đạt đến mục tiêu)
 - Nhưng: chuỗi hành động nào nhanh hơn, an toàn hơn, đáng tin cậy hơn, chi phí thấp hơn?
- Cần sự đánh giá lợi ích đối với tác tử
- Hàm lợi ích (utility function)
 - Ánh xạ từ **chuỗi** các trạng thái của môi trường tới một giá trị số thực (thể hiện mức lợi ích đối với tác tử)

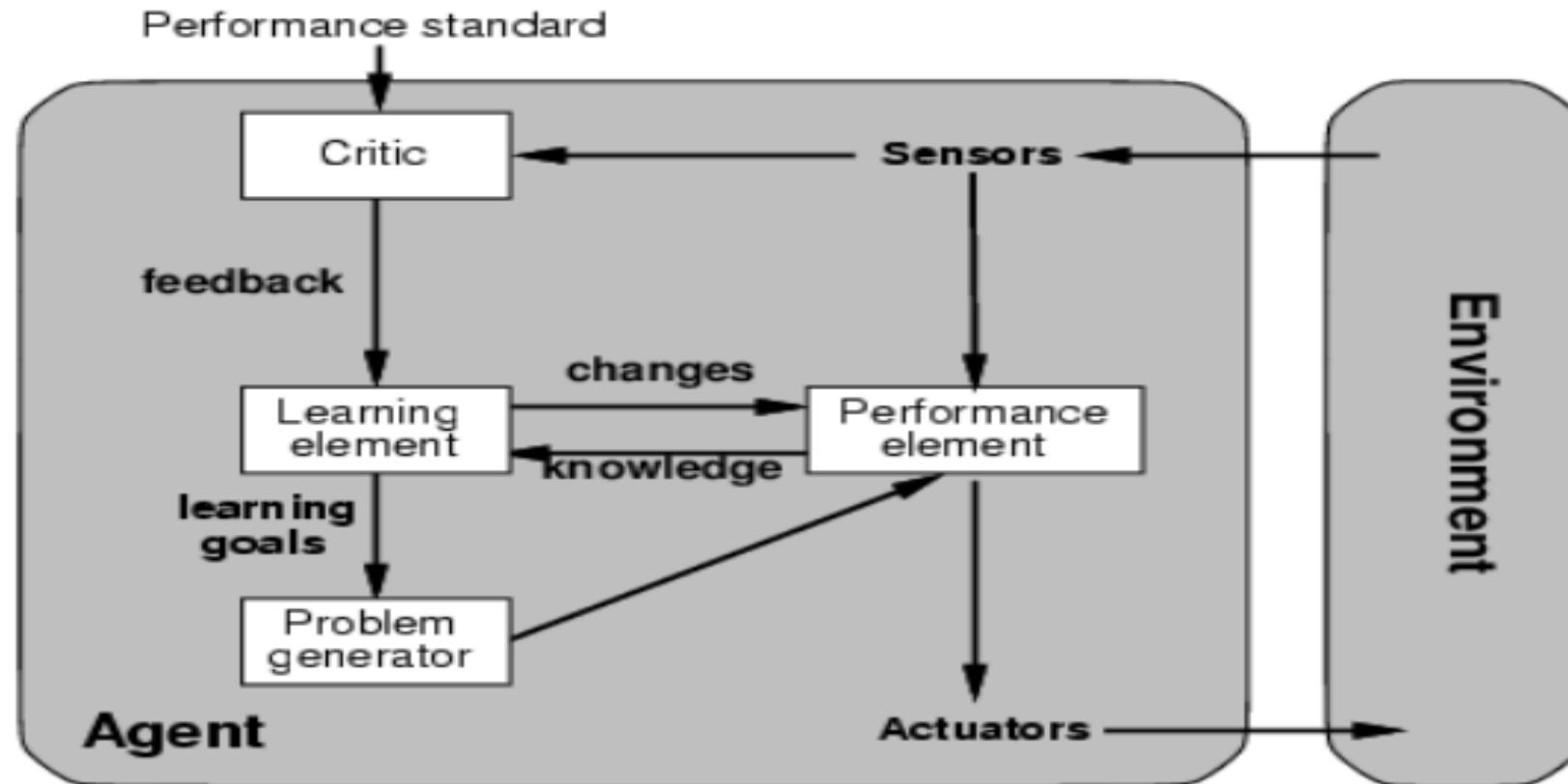
Tác tử dựa trên lợi ích (2)



Tác tử có khả năng học (1)

- Khả năng học cho phép tác tử cải thiện hiệu quả hoạt động của nó
- 4 thành phần tạo nên một tác tử có khả năng học
 - Thành phần *hành động*: đảm nhiệm việc lựa chọn các hành động
 - Thành phần đánh giá (bình luận): đánh giá hiệu quả hoạt động
 - Thành phần *học*: giúp cải thiện hiệu quả hoạt động - dựa trên các đánh giá, để thay đổi (cải thiện) thành phần hành động
 - Thành phần *sản sinh kinh nghiệm*: có nhiệm vụ đề xuất các hành động giúp sản sinh ra (dẫn đến) các kinh nghiệm mới

Tác tử có khả năng học (2)



Cơ sở tri thức của tác tử

- Một cơ sở tri thức (a knowledge base) là một tập các mệnh đề (phát biểu) được biểu diễn trong một ngôn ngữ hình thức, cung cấp tri thức (hiểu biết) cho một tác tử
- Tác tử khai thác cơ sở tri thức (mà nó sở hữu) trong quá trình đưa ra các hành động
- Tác tử cần có khả năng
 - Thu thập (cập nhật) các tri thức mới
 - Cập nhật việc biểu diễn (bên trong tác tử) đối với môi trường xung quanh
 - Suy diễn ra các thuộc tính ẩn của môi trường xung quanh
 - Suy luận để đưa ra các hành động hợp lý

Đa tác tử (1)

- Môi trường hoạt động: **Cộng tác (hợp tác)** hay là **Cạnh tranh (đối kháng)?**
- Trong nhiều bài toán thực tế, môi trường hoạt động luôn thay đổi (biến động) → tác tử cần cập nhật
- Cần một mô hình biểu diễn kế hoạch của các tác tử khác
- **Các tác tử cộng tác**
 - Cùng chia sẻ các mục tiêu hoặc các kế hoạch
 - Ví dụ: Lập kế hoạch (cho hoạt động nhóm) trong trò chơi tennis đánh đôi
 - Các cơ chế cộng tác: Phân tách và phân phối các nhiệm vụ cho mỗi tác tử

Đa tác tử (2)

■ Các tác tử cạnh tranh

- ❑ Ví dụ: chơi cờ
- ❑ Mỗi tác tử phải nhận biết được sự tồn tại (và hoạt động) của các tác tử khác
- ❑ Mỗi tác tử tính toán (dự đoán) được các kế hoạch của (một số) các tác tử khác
- ❑ Mỗi tác tử tính toán (dự đoán) được ảnh hưởng của các kế hoạch của các tác tử khác đối với kế hoạch của bản thân nó
- ❑ Mỗi tác tử quyết định hành động tối ưu đối với dự đoán ảnh hưởng này

Tổng kết

- Tác tử tương tác với môi trường thông qua các bộ phận cảm biến và các bộ phận hành động
- Một tác tử hợp lý sẽ cực đại hóa hiệu quả hoạt động của nó
- Hàm tác tử mô tả các hành động mà tác tử thực hiện trong các tình huống
- Các chương trình tác tử cài đặt (thực hiện) các hàm tác tử
- Các mô tả PEAS xác định môi trường công việc
- Các môi trường được phân loại dựa theo các tiêu chí: Có thể quan sát được? Xác định? Phân đoạn? Tĩnh? Rời rạc? Tác tử đơn lẻ?
- Các kiến trúc tác tử cơ bản: Phản xạ đơn giản, Dựa trên mô hình, Dựa trên mục tiêu, Dựa trên lợi ích