

# Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence)

## Tác tử (agents)

By Hoàng Hữu Việt

Email: viethh@vinhuni.edu.vn

Viện Kỹ thuật và Công nghệ, Đại học Vinh

Vinh, 3/2019

## Tài liệu

### ■ Tài liệu chính

[1] Stuart Russell, Peter Norvig. Artificial Intelligence. A modern approach. 3rd ed. Prentice Hall, 2009.

### ■ Tài liệu khác

[2] Milos Hauskrecht. Artificial Intelligence, 2013.

[people.cs.pitt.edu/~milos/courses/cs1571-Fall2013/](http://people.cs.pitt.edu/~milos/courses/cs1571-Fall2013/)

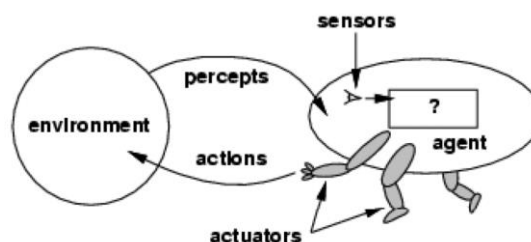
[3] Các nguồn từ Internet.

## Nội dung

- Tác tử và môi trường
- Tác tử hợp lý
- Phân loại môi trường
- Kiến trúc của các tác tử

## Tác tử và môi trường

- Tác tử (agent) là một thực thể có khả năng nhận thức và hành động trong một môi trường:
  - Các thiết cảm nhận (sensors): để nhận thức môi trường.
  - Các thiết bị hoạt động (actuators): để thực hiện các hành động.



- Tác tử có thể được xem như một hộp đen:
  - Đầu vào là các thông tin nhận thức từ môi trường
  - Đầu ra là các hành động thích ứng với môi trường.

## Tác tử và môi trường

### ■ Các ví dụ

#### □ Tác tử con người

- Thiết bị cảm nhận (sensors): mắt, tai, tay,...
- Các thiết bị hoạt động (actuators): tay, chân, miệng,...

#### □ Tác tử robot

- Các thiết bị cảm nhận (sensors): camera,...
- Các thiết bị hoạt động (actuators): bánh xe/chân, tay,...

#### □ Tác tử phần mềm

- Các thiết bị cảm nhận: nhận các tổ hợp phím, nhận nội dung tệp, nhận các gói dữ liệu từ mạng,...
- Thiết bị hoạt động: hiển thị lên màn hình, ghi tệp tin, gửi các gói dữ liệu mạng,...

## Tác tử và môi trường

- **Hành xử (behavior)** của một tác tử là hành động mà được thực hiện sau bất kỳ chuỗi nhận thức nào.

- Mô tả bởi một hàm tác tử (agent function), là ánh xạ từ bất kỳ chuỗi cảm nhận tới một hành động:

$$f: P \rightarrow A$$

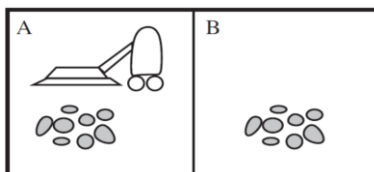
- **Hàm tác tử (agent function)** được thực hiện bởi một **chương trình tác tử (agent program)**.
- **Chương trình tác tử**: một sự thực hiện cụ thể (concrete implementation), chạy trên một hệ thống vật lý nào đó.

$$\text{Tác tử} = \text{Kiến trúc} + \text{Chương trình}$$

## Tác tử và môi trường

### ■ Ví dụ tác tử máy hút bụi tự động (vacuum-cleaner):

- Các thiết cảm nhận (sensors): camera.
- Các thiết bị hoạt động (actuators): bánh xe, thiết bị hút bụi.
- Các nhận thức: vị trí của nó và mức độ sạch (ví dụ [A, sạch], [B, bẩn],...).
- Các hành động: di chuyển sang trái, sang phải, hút bụi hoặc không làm gì cả.
- Hàm tác tử (agent function): Nếu vị trí hiện thời là bẩn (nhận thức) thì hút bụi (hành động). Ngược lại, di chuyển sang vị trí khác.



## Tác tử và môi trường

### ■ Hàm tác tử (agent function):

Percept sequence	Action
[A,Clean]	Right
[A,Dirty]	Suck
[B,Clean]	Left
[B,Dirty]	Suck
[A,Clean], [A,Clean]	Right
[A,Clean], [A,Dirty]	Suck
...	...
[A,Clean], [A,Clean], [A,Clean]	Right
[A,Clean], [A,Clean], [A,Dirty]	Suck
...	...

### ■ Chương trình tác tử (agent program)

```

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
    
```

**Figure 2.8** The agent program for a simple reflex agent in the two-state vacuum environment. This program implements the agent function tabulated in Figure 2.3.

## Tác tử hợp lý

- Tác tử "làm đúng" hành động dựa trên những thứ nó cảm nhận được.
- **Hành động đúng:** hành động giúp cho tác tử đạt được **thành công cao nhất** với mục tiêu đề ra.
- **Hiệu quả hoạt động:** tiêu chuẩn để đánh giá mức độ thành công trong hoạt động của một tác tử.
  - Tiêu chí đánh giá hiệu quả hoạt động của một tác tử máy hút bụi:
    - Mức độ làm sạch
    - Thời gian hút bụi
    - Mức độ điện năng tiêu tốn
    - Mức độ tiếng ồn gây ra, ...

## Tác tử hợp lý

- Sự hợp lý tại bất kỳ mọi điểm phụ thuộc vào 4 yếu tố:
  - Độ đo hiệu quả, tức là xác định tiêu chí thành công.
  - Các kiến thức biết trước của tác tử về môi trường.
  - Các hành động mà tác tử có thể thực hiện.
  - Trình tự nhận thức của tác tử từ trước đến hiện tại.
- Định nghĩa tác tử hợp lý (rational agent)

*"For each possible percept sequence, a rational agent should select an action that is expected to maximize its performance measure, given the evidence provided by the percept sequence and whatever built-in knowledge the agent has [1]."*

## Tác tử hợp lý

---

- Hợp lý (rationality)  $\neq$  toàn năng (omniscience):
  - Một tác tử toàn năng biết kết quả thực tế của các hành động của mình và có thể hành động tương ứng.
  - Sự toàn năng là không tồn tại trong thực tế.
- Một tác tử hợp lý không chỉ thu thập thông tin mà còn học (learn) càng nhiều càng tốt từ những gì nó nhận thức được.
- Một tác tử là tự trị (autonomous) nếu hành xử của nó được xác định bởi chính kinh nghiệm của nó (với khả năng học (learn) và thích nghi (adapt)).
- Một tác tử hợp lý nên có khả năng tự trị (ví dụ?)

## Môi trường làm việc

---

- 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 thiết lập/xác định các giá trị của các thành phần của PEAS.

## Môi trường làm việc

- Mô tả của môi trường nhiệm vụ cho một **tác tử lái xe taxi tự động**:
  - **Đánh giá hiệu quả hoạt động (P)**: an toàn, nhanh, đúng luật giao thông, mức độ hài lòng của khách hàng, tối ưu lợi nhuận,...
  - **Môi trường xung quanh (E)**: các 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 quãng đường, các bộ cảm biến động cơ, ...

## Môi trường làm việc

- Mô tả của môi trường nhiệm vụ cho một **tác tử chẩn đoán bệnh**:
  - **Đánh giá hiệu quả hoạt động (P)**: mức độ sức khỏe của bệnh nhân, giảm chi phí.
  - **Môi trường xung quanh (E)**: Bệnh nhân, bệnh viện, cán bộ bệnh viện (staff).
  - **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).

## Phân loại môi trường

- Quan sát được hoàn toàn - fully observable (hay quan sát được một phần - partially observable):
  - Các cảm biến của tác tử cho phép nó truy cập tới trạng thái đầy đủ của môi trường tại mỗi thời điểm.
- Xác định -deterministic (hay ngẫu nhiên - stochastic):
  - Trạng thái tiếp theo của môi trường được xác định hoàn toàn dựa trên trạng thái hiện tại và hành động của tác tử.
  - 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.

## Phân loại môi trường

- Phân đoạn - episodic (hay liên tiếp - sequential):
  - Kinh nghiệm của tác tử được chia thành các giai đoạn.
  - Mỗi giai đoạn gồm nhận thức và thực hiện một hành động.
  - Việc lựa chọn hành động trong mỗi giai đoạn chỉ phụ thuộc vào giai đoạn đó.
- Tĩnh - static (hay động - dynamic):
  - Môi trường không thay đổi trong khi tác tử cân nhắc nên đưa ra hành động nào.
- Rời rạc - discrete (hay liên tục - continuous):
  - Một tập hữu hạn các nhận thức và các hành động, được định nghĩa phân biệt rõ ràng.
- Đơn tác tử-single agent (hay đa tác tử - multiagents).



## Phân loại môi trường

### ■ Một số ví dụ

Task Environment	Observable	Agents	Deterministic	Episodic	Static	Discrete
Crossword puzzle	Fully	Single	Deterministic	Sequential	Static	Discrete
Chess with a clock	Fully	Multi	Deterministic	Sequential	Semi	Discrete
Poker	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Backgammon	Fully	Multi	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Taxi driving	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Medical diagnosis	Partially	Single	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Image analysis	Fully	Single	Deterministic	Episodic	Semi	Continuous
Part-picking robot	Partially	Single	Stochastic	Episodic	Dynamic	Continuous
Refinery controller	Partially	Single	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Interactive English tutor	Partially	Multi	Stochastic	Sequential	Dynamic	Discrete

**Figure 2.6** Examples of task environments and their characteristics.

## Kiến trúc của tác tử

- **Nhiệm vụ của AI:** thiết kế chương trình (program) để thực hiện chức năng tác tử.
- **Kiến trúc (architecture):** thiết bị tính toán với các thiết cảm biến (sensors) và thiết bị hoạt động (actuators).
  - Kiến trúc của tác tử có thể là một máy tính cá nhân.
  - Kiến trúc tác tử cũng có thể là một "robotic car" với các bo mạch máy tính/máy tính PC, camera và một số sensors.

agent = architecture + program

- Chương trình phải phù hợp với kiến trúc của tác tử.

## Kiến trúc của tác tử

- Các hệ thống thông minh: phân thành 1 trong 4 loại 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

- Hành động theo một quy tắc (rule) có điều kiện phù hợp với trạng thái hiện thời.
  - Hàm INTERPRET-INPUT sinh ra một trạng thái hiện thời "state" từ cảm nhận "percept".
  - Hàm RULE-MATCH trả về luật đầu tiên "rule" trong tập luật "rules" ứng với "percept".

```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT(percept) returns an action
  persistent: rules, a set of condition–action rules

  state ← INTERPRET-INPUT(percept)
  rule ← RULE-MATCH(state, rules)
  action ← rule.ACTION
  return action
```

**Figure 2.10** A simple reflex agent. It acts according to a rule whose condition matches the current state, as defined by the percept.

## Tác tử phản xạ đơn giản

- Yêu cầu: môi trường có thể quan sát hoàn toàn (fully observable).
- Kiến trúc:

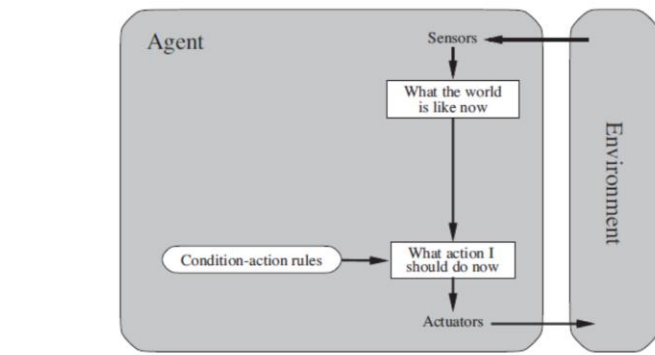


Figure 2.9 Schematic diagram of a simple reflex agent.

## Tác tử phản xạ dựa trên mô hình

- Lưu vết của trạng thái hiện thời của môi trường (sử dụng một mô hình nội bộ của tác tử).
- Chọn hành động theo cách của tác tử phản xạ đơn giản.
  - Hàm UPDATE-STATE tạo ra trạng thái "state" nội bộ mới.

```
function MODEL-BASED-REFLEX-AGENT(percept) returns an action
  persistent: state, the agent's current conception of the world state
               model, a description of how the next state depends on current state and action
               rules, a set of condition-action rules
               action, the most recent action, initially none

  state ← UPDATE-STATE(state, action, percept, model)
  rule ← RULE-MATCH(state, rules)
  action ← rule.ACTION
  return action
```

Figure 2.12 A model-based reflex agent. It keeps track of the current state of the world, using an internal model. It then chooses an action in the same way as the reflex agent.

## Tác tử phản xạ dựa trên mô hình

- Yêu cầu: môi trường có thể quan sát một phần (partially observable)
- Kiến trúc:

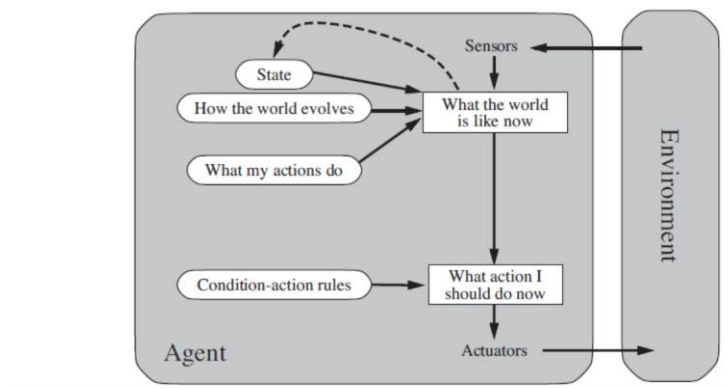


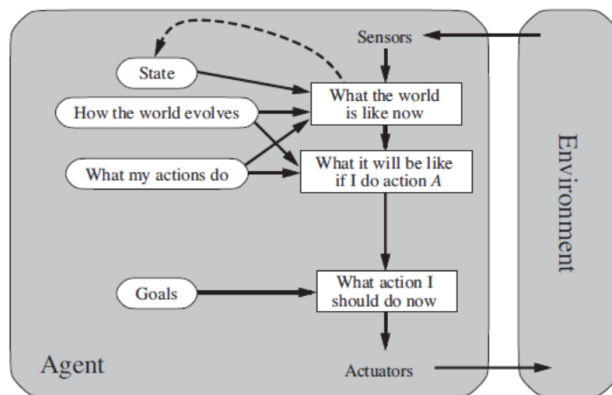
Figure 2.11 A model-based reflex agent.

## Tác tử dựa trên mục tiêu

- Biết về trạng thái hiện tại của môi trường là chưa đủ để quyết định làm gì.
  - Ở một ngã tư, taxi có thể rẽ trái, phải hoặc đi thẳng.
  - Quyết định chính xác dựa trên mục tiêu của khách hàng cần đi đâu.
  - Cần biết thêm thông tin về mục tiêu.
- Tác tử dựa trên mục tiêu:
  - Lưu trạng thái hiện tại của môi trường
  - Lưu giữ một tập các mục tiêu cần đạt được.
  - Chọn một hành động cho phép sẽ đạt đến các mục tiêu.

## Tác tử dựa trên mục tiêu

### ■ Kiến trúc:



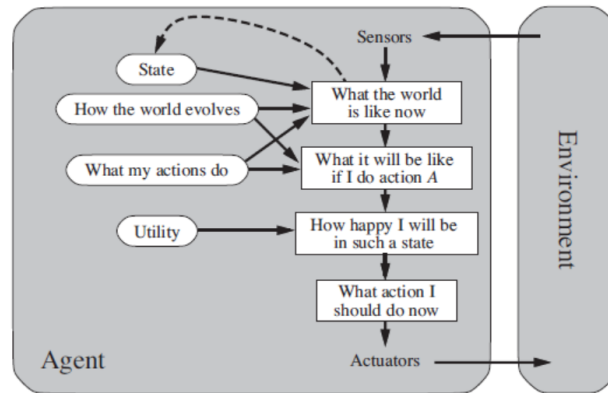
**Figure 2.13** A model-based, goal-based agent. It keeps track of the world state as well as a set of goals it is trying to achieve, and chooses an action that will (eventually) lead to the achievement of its goals.

## Tác tử dựa trên lợi ích

- Thông tin về các mục tiêu là không đủ để đánh giá hiệu quả của các hành động trong hầu hết các môi trường.
  - Có nhiều chuỗi các hành động cho phép taxi đi đến đích.
  - Chuỗi hành động nào nhanh hơn, an toàn hơn, đáng tin cậy hơn, chi phí thấp hơn?
- **Hàm lợi ích (utility function):** ánh xạ từ chuỗi các trạng thái của môi trường tới một giá trị số thực.
- Tác tử dựa trên lợi ích:
  - Sử dụng một mô hình của môi trường cùng với hàm lợi ích.
  - Chọn hành động sẽ cho phép đạt được lợi ích mong đợi tốt nhất.

## Tác tử dựa trên lợi ích

### ■ Kiến trúc:



**Figure 2.14** A model-based, utility-based agent. It uses a model of the world, along with a utility function that measures its preferences among states of the world. Then it chooses the action that leads to the best expected utility, where expected utility is computed by averaging over all possible outcome states, weighted by the probability of the outcome.