

Inteligentne Agenty

Na podstawie: AIMA ch2 i slajdów S. Russel'a

Wojciech Jaśkowski

Instytut Informatyki,
Politechnika Poznańska

7 marca 2013

Agent w świecie odkurzacza

Historia obserwacji	Akcja
[A, czysto]	prawo
[A, brudno]	odkurz
[B, czysto]	prawo
[B, brudno]	odkurz
[A, czysto], [A, czysto]	prawo
[A, czysto], [A, brudno]	odkurz
⋮	⋮

Program agenta odruchowego (ang. reflex agent):

```
if status = brudno then return odkurz  
else if pozycja = A then return prawo  
else if pozycja = B then return lewo
```

- ▶ Jaka funkcja agenta jest odpowiednia?
- ▶ Czy może być zaimplementowana zwięźle (program agenta)?

Agent w świecie odkurzacza

Historia obserwacji	Akcja
[A, czysto]	prawo
[A, brudno]	odkurz
[B, czysto]	prawo
[B, brudno]	odkurz
[A, czysto], [A, czysto]	prawo
[A, czysto], [A, brudno]	odkurz
⋮	⋮

Program agenta odruchowego (ang. reflex agent):

```
if status = brudno then return odkurz  
else if pozycja = A then return prawo  
else if pozycja = B then return lewo
```

- ▶ Jaka funkcja agenta jest odpowiednia?
- ▶ Czy może być zaimplementowana zwięźle (program agenta)?

Ocena na podstawie konsekwencji akcji agenta → **stanów środowiska**

Miara jakości (ang. *performance measure*) dokonuje oceny sekwencji stanów środowiska, np.

- ▶ 1 punkt za pole posprzątane do momentu T ?
- ▶ 1 punkt za to, że pole jest czyste w danym kroku t minus 1 punkt za każdy ruch?

Projektowanie miary jakości: lepiej uwzględnić oczekiwania dot. środowiska (*czysta podłoga*) niż biorąc pod uwagę to, jak nam się wydaje agent powinien się zachowywać (*codzienne sprzątanie*).

Ocena czy agent jest racjonalny zależy od:

1. Miary jakości, która definiuje kryterium sukcesu,
2. wiedzy *a priori* agenta o środowisku,
3. akcji, które agent może wykonać,
4. historii obserwacji agenta

Racjonalność (definicja)

Agent racjonalny wybiera zawsze akcję, która maksymalizuje **oczekiwaną** wartość miary jakości, **biorąc pod uwagę** aktualną **wiedzę agenta**.

- ▶ Zawsze = dla każdej możliwej historii obserwacji.
- ▶ Wiedza = a priori + historia obserwacji.

Racjonalność (cechy)

1. racjonalny \neq wszechwiedzący

- ▶ wszechwiedzący agent zna dokładnie wynik akcji, które wykona
 - ▶ racjonalność: maksymalizacja **oczekiwanej** wartości miary jakości
 - ▶ perfekcja: maksymalizacja wartości miary jakości **a posteriori**
- ▶ częścią racjonalności jest aktywne zdobywanie informacji (**eksploracja**) i **uczenie się** (\rightarrow **autonomia**)

2. racjonalny \neq jasnowidz

- ▶ agent nie zna przyszłości

3. stąd, racjonalny \neq skuteczny

- ▶ Aby zaprojektować racjonalnego agenta należy określić **środowisko**, w którym agent ma działać.
- ▶ PEAS = Performance, Environment, Actuators, Sensors

- ▶ Automatyczny kierowca taksówki
 - ▶ **Miara jakości:** bezpieczeństwo, zyski, stosowanie się do prawa ruchu drogowego, komfort jazdy, czas dojazdu, ...
 - ▶ **Środowisko:** drogi, ruch uliczny, piesi, pogoda, pasażerowie, ...
 - ▶ **Aktuatory:** kierownica, pedał gazu, hamulca, klakson, sygnalizator mowy, ekran ...
 - ▶ **Sensory:** obraz z kamer, akcelerometry, wskaźnik paliwa, GPS, klawiatura (dla pasażera), sensory silnika, zegary...

▶ całkowicie obserwowalne

- ▶ znany stan środowiska (sensory) w każdym momencie
 - ▶ dotyczy tylko aspektów mających znaczenie z p. widzenia miary oceny
- ▶ agent nie musi pamiętać

▶ częściowo obserwowalne

- ▶ zaszumione lub niedokładne sensory
- ▶ brak sensorów

▶ nieobserwowalne

- ▶ brak sensorów

Liczność agentów

▶ Jednoagentowe

- ▶ elementy środowiska mogą być traktowane jako agenty lub nie w zależności od ich celów

▶ Wieloagentowe

- ▶ środowisko **konkurencyjne**
 - ▶ racjonalność może wymagać losowości
- ▶ środowisko **kooperacyjne** (lub mieszane)
 - ▶ racjonalność może wymagać komunikacji
- ▶ **komunikacja, zachowanie niedeterministyczne**

▶ Deterministyczne

- ▶ nowy stan = $f(\text{aktualny stan, akcja})$
- ▶ (ta definicja ignoruje niepewność związaną z akcjami innych agentów w środowiskach wieloagentowych)

▶ Stochastyczne

- ▶ akcje opisane są wynikami opisanymi prawdopodobieństwem ich wystąpienia

▶ Niedeterministyczne

- ▶ akcje mają możliwe wyniki, ale bez prawd.

Uwagi:

- ▶ Środowisko jest **niepewne** jeśli nie jest w pełni obserwowalne lub nie jest deterministyczne.
- ▶ częściowo obserwowalne \Rightarrow może wyglądać jakby było niedeterministyczne i zwykle traktujemy je tak ze względu na stopień skomplikowania

▶ Epizodyczne

- ▶ czas dzielony jest na (niepodzielne) epizody.
- ▶ epizod = obserwacja + 1 akcja.
- ▶ epizody są niezależne
- ▶ nie trzeba planować

▶ Sekwencyjne

- ▶ aktualna decyzja może wpłynąć na decyzje w przyszłości

▶ Statyczne

- ▶ „Czeka” na akcję agenta

▶ Dynamiczne

- ▶ Dynamiczne: może się zmienić w czasie gdy agent „myśli”

▶ Semidynamiczne

- ▶ Jeśli środowisko się nie zmienia podczas „myślenia”, ale upływający czas liczy się do do miary jakości.

▶ **Dyskretne vs. ciągłe**

- ▶ Dotyczy natury:
 - ▶ stanu świata
 - ▶ czasu,
 - ▶ obserwacji i
 - ▶ akcji

Znane i nieznanne

Nie jest to cecha środowiska: dotyczy wiedzy projektanta (lub agenta) o „mechanice” środowiska.

▶ **Znane**

- ▶ wyniki akcji (lub ich rozkłady prawd., gdy stochastyczne) są znane

▶ **Nieznane**

- ▶ wymaga uczenia się
- ▶ Nie ma związku z tym czy jest (całkowicie lub częściowo) obserwowalne.

Najtrudniejsza kombinacja: częściowo obserwowalne, wieloagentowe, stochastyczne, sekwencyjne, dynamiczne, ciągłe i nieznanne

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?				
Deterministyczne?				
Epizodyczne?				
Statyczne?				
Dyskretne?				
Wieloagentowe?				

[zadanie

0]

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?	częściowo	całkowicie	częściowo	całkowicie
Deterministyczne?				
Epizodyczne?				
Statyczne?				
Dyskretne?				
Wieloagentowe?				

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?	częściowo	całkowicie	częściowo	całkowicie
Deterministyczne?	tak(+)	nie	nie	tak
Epizodyczne?				
Statyczne?				
Dyskretne?				
Wieloagentowe?				

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?	częściowo	całkowicie	częściowo	całkowicie
Deterministyczne?	tak(+)	nie	nie	tak
Epizodyczne?	nie	nie	nie	tak
Statyczne?				
Dyskretne?				
Wieloagentowe?				

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?	częściowo	całkowicie	częściowo	całkowicie
Deterministyczne?	tak(+)	nie	nie	tak
Epizodyczne?	nie	nie	nie	tak
Statyczne?	tak	tak	nie	tak/semi(*)
Dyskretne?				
Wieloagentowe?				

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?	częściowo	całkowicie	częściowo	całkowicie
Deterministyczne?	tak(+)	nie	nie	tak
Epizodyczne?	nie	nie	nie	tak
Styczne?	tak	tak	nie	tak/semi(*)
Dyskretne?	tak	tak	nie	tak(*)
Wieloagentowe?				

Przykłady

	Pasjans	Chińczyk	Taxi	Klas. obrazu
Obserwowalne?	częściowo	całkowicie	częściowo	całkowicie
Deterministyczne?	tak(+)	nie	nie	tak
Epizodyczne?	nie	nie	nie	tak
Statyczne?	tak	tak	nie	tak/semi(*)
Dyskretne?	tak	tak	nie	tak(*)
Wieloagentowe?	nie	tak	tak	nie

(*) dyskusyjne

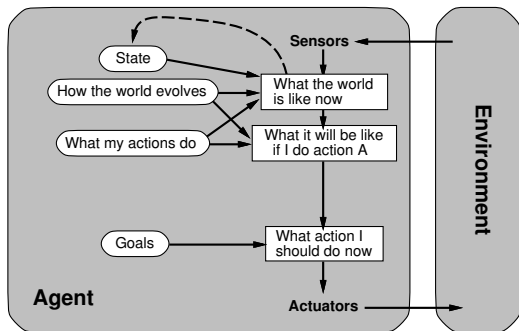
(+) tak, ale ze względu na częściową obserwowalność może wydawać się stochastyczne

Cztery typy agentów w kolejności coraz większej ogólności:

1. **agent odruchowy** (ang. *simple reflex agent*)
2. **agent odruchowy z modelem** (ang. *model-based reflex agent*)
3. **agent celowy** (ang. *goal-based agent*)
4. **agent z f. użyteczności** (ang. *utility-based agent*)

Wszystkie typy agentów mogą być przekształcone w agentów uczących się

Agent celowy (goal-based agent)



- ▶ Model świata czasami może być niewystarczający → potrzebna informacja o celu, jaki agent ma osiągnąć

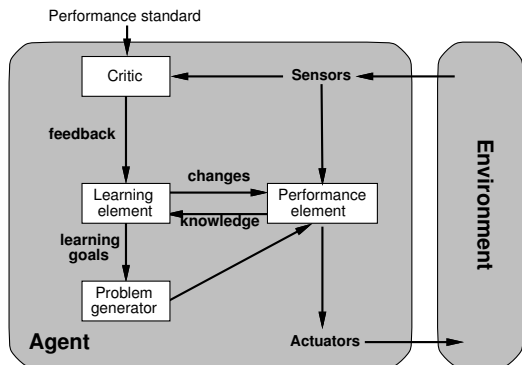
odruchowy vs. celowy

- ▶ Agent odruchowy: „**If** Światła hamowania **Then** wciskam hamulec”
- ▶ Agent celowy: „Widzę światła hamowania”. Która akcja doprowadzi mnie do celu?
 - ▶ przyspieszenie
 - ▶ stała prędkość
 - ▶ zwolnienie?
- ▶ Cel jest dyskretny: [szczęśliwy, nieszczęśliwy]. Nie ważne ile czasu to zajmie.

Agent z f. użyteczności, c.d

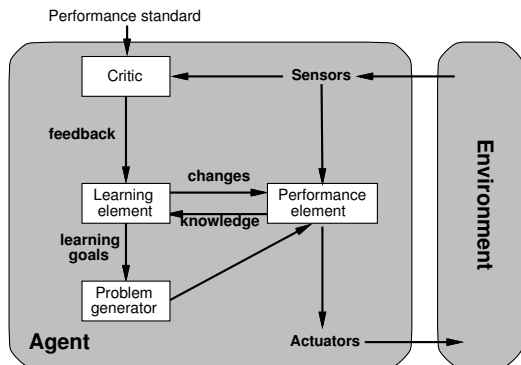
- ▶ Agent z f. użyteczności: „Widzę światła hamowania”.
Jakie użyteczności mają akcje:
 - ▶ przyspieszenie: -0.5
 - ▶ stała prędkość: -0.1
 - ▶ zwolnienie? +1.2
- ▶ Częściowa obserwowalność lub stochastyczność →
Agent. z f. użyteczności maksymalizuje **oczekiwaną**
wartość użyteczności
- ▶ Każdy agent racjonalny zachowuje się **jak gdyby**
posiadał f. użyteczności, której oczekiwaną wartość
maksymalizuje.

Learning agents (general view)



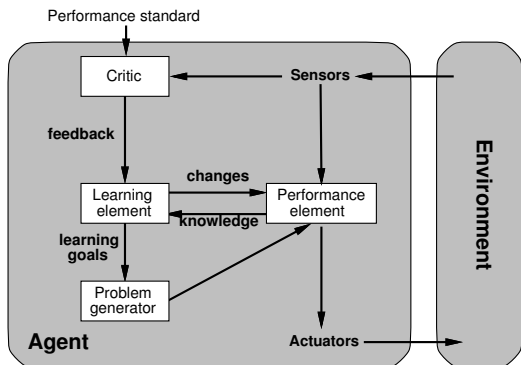
- ▶ Performance element = to co wcześniej było agentem (percepty i akcje)
- ▶ Learning element = zmienia Performance element na podstawie informacji zwrotnej
- ▶ Problem generator = pozwala na eksplorację świata
- ▶ Krytyk = informuje o tym jak idzie agentowi

Learning agents (general view)



- ▶ Performance element = to co wcześniej było agentem (percepty i akcje)
- ▶ Learning element = zmienia Performance element na podstawie informacji zwrotnej
- ▶ Problem generator = pozwala na eksplorację świata
- ▶ Krytyk = informuje o tym jak idzie agentowi

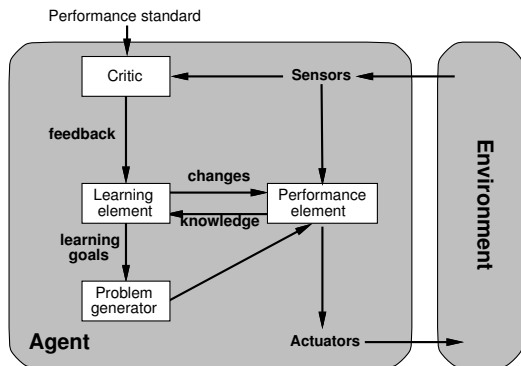
Learning agents (general view)



- ▶ Performance element = to co wcześniej było agentem (percepty i akcje)
- ▶ Learning element = zmienia Performance element na podstawie informacji zwrotnej
- ▶ Problem generator = pozwala na eksplorację świata

▶ Krytyk = informuje o tym jak idzie agentowi

Learning agents (general view)



- ▶ Performance element = to co wcześniej było agentem (percepty i akcje)
- ▶ Learning element = zmienia Performance element na podstawie informacji zwrotnej
- ▶ Problem generator = pozwala na eksplorację świata
- ▶ Krytyk = informuje o tym jak idzie agentowi

Podsumowanie

- ▶ **Agenty** oddziałują ze **środowiskiem** za pomocą **aktuatorów** i **sensorów**
- ▶ **Funkcja agenta** opisuje co agent robi w każdym stanie
- ▶ **Funkcja jakości** ocenia **sekwencję stanów środowiska**
- ▶ Agent **racjonalny** maksymalizuje oczekiwaną wartość funkcji jakości
- ▶ **Program agenta** implementuje pewną funkcję agenta
- ▶ **PEAS** definiują **środowisko zadania**
- ▶ Środowiska można określić jako:
 - ▶ obserwowalne? deterministyczne? epizodyczne? statyczne? dyskretne? wieloagentowe?
- ▶ Podstawowe architektury agentów:
 - ▶ reflex, model-based reflex, goal-based, utility-based

Podsumowanie

- ▶ **Agenty** oddziałują ze **środowiskiem** za pomocą **aktuatorów** i **sensorów**
- ▶ **Funkcja agenta** opisuje co agent robi w każdym stanie
- ▶ **Funkcja jakości** ocenia **sekwencję stanów środowiska**
- ▶ Agent **racjonalny** maksymalizuje oczekiwaną wartość funkcji jakości

- ▶ **Program agenta** implementuje pewną funkcję agenta

- ▶ **PEAS** definiują **środowisko zadania**
- ▶ Środowiska można określić jako:
 - ▶ obserwowalne? deterministyczne? epizodyczne?
statyczne? dyskretne? wieloagentowe?

- ▶ Podstawowe architektury agentów:
 - ▶ reflex, model-based reflex, goal-based, utility-based

Podsumowanie

- ▶ **Agenty** oddziałują ze **środowiskiem** za pomocą **aktuatorów** i **sensorów**
- ▶ **Funkcja agenta** opisuje co agent robi w każdym stanie
- ▶ **Funkcja jakości** ocenia **sekwencję stanów środowiska**
- ▶ Agent **racjonalny** maksymalizuje oczekiwaną wartość funkcji jakości

- ▶ **Program agenta** implementuje pewną funkcję agenta

- ▶ **PEAS** definiują **środowisko zadania**
- ▶ Środowiska można określić jako:
 - ▶ obserwowalne? deterministyczne? epizodyczne?
statyczne? dyskretne? wieloagentowe?

- ▶ Podstawowe architektury agentów:
 - ▶ reflex, model-based reflex, goal-based, utility-based

Podsumowanie

- ▶ **Agenty** oddziałują ze **środowiskiem** za pomocą **aktuatorów** i **sensorów**
- ▶ **Funkcja agenta** opisuje co agent robi w każdym stanie
- ▶ **Funkcja jakości** ocenia **sekwencję stanów środowiska**
- ▶ Agent **racjonalny** maksymalizuje oczekiwaną wartość funkcji jakości
- ▶ **Program agenta** implementuje pewną funkcję agenta
- ▶ **PEAS** definiują **środowisko zadania**
- ▶ Środowiska można określić jako:
 - ▶ **obserwowalne? deterministyczne? epizodyczne? statyczne? dyskretne? wieloagentowe?**
- ▶ Podstawowe architektury agentów:
 - ▶ **reflex, model-based reflex, goal-based, utility-based**

Podsumowanie

- ▶ **Agenty** oddziałują ze **środowiskiem** za pomocą **aktuatorów** i **sensorów**
- ▶ **Funkcja agenta** opisuje co agent robi w każdym stanie
- ▶ **Funkcja jakości** ocenia **sekwencję stanów środowiska**
- ▶ Agent **racjonalny** maksymalizuje oczekiwaną wartość funkcji jakości

- ▶ **Program agenta** implementuje pewną funkcję agenta

- ▶ **PEAS** definiują **środowisko zadania**
- ▶ Środowiska można określić jako:
 - ▶ **obserwowalne?** **deterministyczne?** **epizodyczne?**
statyczne? **dyskretne?** **wieloagentowe?**

- ▶ Podstawowe architektury agentów:
 - ▶ **reflex**, **model-based reflex**, **goal-based**, **utility-based**