

Agenti

(2. přednáška)

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Návrh Racionálního Agenta

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Je třeba specifikovat

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Je třeba specifikovat

- možné vjemy (množina \mathcal{P})

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Je třeba specifikovat

- možné vjemy (množina \mathcal{P})
- možné akce (množina \mathcal{A})

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Je třeba specifikovat

- možné vjemy (množina \mathcal{P})
- možné akce (množina \mathcal{A})
- prostředí

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Je třeba specifikovat

- možné vjemy (množina \mathcal{P})
- možné akce (množina \mathcal{A})
- prostředí
- měřítko úspěšnosti

Příklady

Agent

Vjemy

Akce

Prostředí

Úspěšnost

Příklady

Agent

Vjemy

Akce

Prostředí

Úspěšnost

hráč šachů

Příklady

Agent

hráč šachů

Vjemy

tahy pro-
tihráče

Akce

Prostředí

Úspěšnost

Příklady

Agent

hráč šachů

Vjemy

tahy pro-
tihráče, stav
šachovnice

Akce

Prostředí

Úspěšnost

Příklady

Agent

hráč šachů

Vjemy

tahy pro-
tihráče, stav
šachovnice

Akce

vlastní tahy

Prostředí

Úspěšnost

Příklady

Agent

hráč šachů

Vjemy

tahy protihráče, stav šachovnice

Akce

vlastní tahy

Prostředí

Šachovnice

Úspěšnost

Příklady

Agent

hráč šachů

Vjemy

tahy protihráče, stav šachovnice

Akce

vlastní tahy

Prostředí

Šachovnice

Úspěšnost

ELO

Příklady

Agent

hráč šachů

hráč mar-
iáše

Vjemy

tahy pro-
tihráče, stav
šachovnice

Akce

vlastní tahy

Prostředí

Šachovnice

Úspěšnost

ELO

Příklady

Agent

hráč šachů

hráč mar-
iáše

Vjemy

tahy pro-
tihráče, stav
šachovnice

tahy pro-
tihráče

Akce

vlastní tahy

Prostředí

Šachovnice

Úspěšnost

ELO

Příklady

Agent

hráč šachů

hráč mar-
iáše

Vjemy

tahy pro-
tihráče, stav
šachovnice

tahy pro-
tihráče,
karty v ruce

Akce

vlastní tahy

Prostředí

Šachovnice

Úspěšnost

ELO

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy		

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo				

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky			

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost			

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS			

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...			

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu		

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem		

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...		

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč máriáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost, rychlost
automatický vysavač				

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč máriáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost, rychlost
automatický vysavač	senzor špíny			

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč máriáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost, rychlost
automatický vysavač	senzor špíny	vysávání, pohyb		

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč máriáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost, rychlost
automatický vysavač	senzor špíny	vysávání, pohyb	byt, kancelář	čistota

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč máriáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost, rychlost
automatický vysavač	senzor špíny	vysávání, pohyb	byt, kancelář	čistota, hlučnost

Příklady

Agent	Vjemy	Akce	Prostředí	Úspěšnost
hráč šachů	tahy protihráče, stav šachovnice	vlastní tahy	Šachovnice	ELO
hráč mar- iáše	tahy protihráče, karty v ruce	vlastní tahy	hospoda	?
autonomní vozidlo	video obraz vozovky, rychlost, GPS, ...	přidání plynu, otočení volantem, ...	vozovka	bezpečnost, spolehlivost, rychlost
automatický vysavač	senzor špíny	vysávání, pohyb	byt, kancelář	čistota, hlučnost, vysátá špína

- plná vs. částečná pozorovatelnost

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo
- epizodické vs. sekvenční

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo
- epizodické vs. sekvenční
 - epizodické — následující vjemy nezávislé na předchozích vjemech a akcích

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo
- epizodické vs. sekvenční
 - epizodické — následující vjemy nezávislé na předchozích vjemech a akcích (př. výstupní kontrola kvality)

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo
- epizodické vs. sekvenční
 - epizodické — následující vjemy nezávislé na předchozích vjemech a akcích (př. výstupní kontrola kvality)
- statické vs. dynamické

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo
- epizodické vs. sekvenční
 - epizodické — následující vjemy nezávislé na předchozích vjemech a akcích (př. výstupní kontrola kvality)
- statické vs. dynamické
 - mariáš, šachy (bez hodin)

- plná vs. částečná pozorovatelnost
 - šachy
 - mariáš
- deterministické vs. stochastické
 - šachy, mariáš, vysavač
 - autonomní vozidlo
- epizodické vs. sekvenční
 - epizodické — následující vjemy nezávislé na předchozích vjemech a akcích (př. výstupní kontrola kvality)
- statické vs. dynamické
 - mariáš, šachy (bez hodin)
 - autonomní vozidlo, šachy

- diskrétní vs. spojité

- diskrétní vs. spojité
 - šachy, mariáš

- diskrétní vs. spojité
 - šachy, mariáš
 - autonomní vozidlo

- diskrétní vs. spojité
 - šachy, mariáš
 - autonomní vozidlo

(Pozor, počítače vždy pracují s **digitálním**, t.j. diskrétním vstupem; je otázka, zda svět samotný není diskrétní.)

- diskrétní vs. spojité
 - šachy, mariáš
 - autonomní vozidlo

(Pozor, počítače vždy pracují s **digitálním**, t.j. diskrétním vstupem; je otázka, zda svět samotný není diskrétní.)

- jedno agentní vs. multiagentní

- diskrétní vs. spojité

- šachy, mariáš
- autonomní vozidlo

(Pozor, počítače vždy pracují s **digitálním**, t.j. diskrétním vstupem; je otázka, zda svět samotný není diskrétní.)

- jedno agentní vs. multiagentní

- vysavač, šachy

- diskrétní vs. spojité

- šachy, mariáš
- autonomní vozidlo

(Pozor, počítače vždy pracují s **digitálním**, t.j. diskrétním vstupem; je otázka, zda svět samotný není diskrétní.)

- jedno agentní vs. multiagentní

- vysavač, šachy
- mariáš, autonomní vozidlo

Racionální agent se snaží maximalizovat hodnotící funkci.

Racionální agent se snaží maximalizovat hodnotící funkci.

Chceme hodnotit chování

Racionální agent se snaží maximalizovat hodnotící funkci.

Chceme hodnotit chování nebo stav prostředí?

- dobrý vysavač vysaje hodně špíny, hodnotící funkce dává body za vysátou špínu

Racionální agent se snaží maximalizovat hodnotící funkci.

Chceme hodnotit chování nebo stav prostředí?

- dobrý vysavač vysaje hodně špíny, hodnotící funkce dává body za vysátou špínu

ideální strategií je vysát špínu, pak ji vysypat, pak zase vysát a tak dokola...

Racionální agent se snaží maximalizovat hodnotící funkci.

Chceme hodnotit chování nebo stav prostředí?

- dobrý vysavač vysaje hodně špíny, hodnotící funkce dává body za vysátou špínu
ideální strategií je vysát špínu, pak ji vysypat, pak zase vysát a tak dokola. . .
- dobrý vysavač udržuje místnost čistou

Racionální agent se snaží maximalizovat hodnotící funkci.

Chceme hodnotit chovánínebo stav prostředí?

- dobrý vysavač vysaje hodně špíny, hodnotící funkce dává body za vysátou špínu
ideální strategií je vysát špínu, pak ji vysypat, pak zase vysát a tak dokola. . .
- dobrý vysavač udržuje místnost čistou

Obecně je lepší hodnotit stav prostředí, často totiž není jasné, jaké chování je dobré.

Racionální neznamená

Racionální neznamená

- vševědoucí — vjemy nemusí poskytnout všechny relevantní informace

Racionální neznamená

- vševědoucí — vjemy nemusí poskytnout všechny relevantní informace
- vidící do budoucnosti — nemůže předvídat výsledky některých akcí

Racionální neznamená

- vševědoucí — vjemy nemusí poskytnout všechny relevantní informace
- vidící do budoucnosti — nemůže předvídat výsledky některých akcí

Tudíž racionální \neq úspěšný.

Základní typy agentů

- reflexivní agenti

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti
 - agent uvažuje o budoucnosti

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti
 - agent uvažuje o budoucnosti
 - hledá posloupnost akcí, které vedou k dosažení cíle
(**plánování**)

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti
 - agent uvažuje o budoucnosti
 - hledá posloupnost akcí, které vedou k dosažení cíle
(**plánování**)
- „utility-based“ agenti

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti
 - agent uvažuje o budoucnosti
 - hledá posloupnost akcí, které vedou k dosažení cíle (**plánování**)
- „utility-based“ agenti
 - cíle jsou pouze binární

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti
 - agent uvažuje o budoucnosti
 - hledá posloupnost akcí, které vedou k dosažení cíle (**plánování**)
- „utility-based“ agenti
 - cíle jsou pouze binární
 - cíle jsou často konfliktní

Základní typy agentů

- reflexivní agenti
 - reagují pouze na aktuální vjem
 - pokud vjemy neposkytují dostatečný obraz světa, agent selže
 - částečně lze řešit randomizací akcí
- reflexivní agenti s vnitřním stavem
 - buduje si model vnějšího světa
 - učí se, jak jeho akce ovlivňují svět
- „goal-based“ agenti
 - agent uvažuje o budoucnosti
 - hledá posloupnost akcí, které vedou k dosažení cíle (**plánování**)
- „utility-based“ agenti
 - cíle jsou pouze binární
 - cíle jsou často konfliktní
 - agent se proto nesnaží dosáhnout cíle, nýbrž maximalizovat “žádoucnost” stavu