

Основне академске студије  
Информациони инжењеринг

Основи рачунарске интелигенције

# Интелигентни агенти и системи засновани на знању

(материјали за предавања)

- 1. Интелигентни агенти**
2. Системи засновани на знању
3. Извори и литература

## Интелигентно деловање

по Њуелу и Сајмону

физички симболички систем

„машина која током времена ствара еволуирајућу колекцију симболичких структура”

хипотеза физичког симболичког система

„физички симболички систем поседује потребна и довољна средства за опште интелигентно деловање”

по Џону Серлу

питање разумевања и свести

„кинеска соба”

врсте вештачке интелигенције

слаба вештачка интелигенција

јака вештачка интелигенција

## Агенти (по Пулу и Макворту)

свет

агент с окружењем

агент

делатник у окружењу

спој опажања, резоновања и деловања

рачунски агент

агент чије одлуке о сопственим радњама могу бити објашњене у виду израчунавања

деловање на интелигентан начин

прикладност за околности и циљеве, узимајући у обзир краткорочне и дугорочне последице сопствених радњи

флексибилност у односу на променљива окружења и променљиве циљеве учење на основу искуства

прикладност избора у складу с перцептивним и рачунским ограничењима

најинтелигентнији познати агент?

## Агенти (по Пулу и Макворту)

### фактори у деловању агента

- претходно знање

- претходна интеракција с окружењем

  - надражаји и претходна искуства

- циљеви или смернице

  - циљеви и смернице од пројектанта агента

  - могућност развијања циљева и смерница током деловања

- способности агента

### пројектовање агената

- два основна приступа

  - поједноставити окружење и направити сложене системе резоновања

  - направити једноставне агенте у природним окружењима

### примери агената

- робот

- експертски систем

- софтверски агент

  - програм који делује у искључиво рачунском окружењу

## Агенти (по Пулу и Макворту)

димензије пројектовања агената

модуларност

хоризонт планирања

представа света

рачунска ограничења

учење

неизвесност

неизвесност у погледу опажања

неизвесност у погледу последица

усмереност агента

бројност агената

интеракција

## Агентски систем (по Пулу и Макворту)

### структура агентског система

#### окожење

- извор надражаја
- објекат деловања

#### агент

##### тело

##### сензори

- прихватају надражаје и формирају опажаје

##### актуатори

- прихватају наредбе и генеришу деловање

##### контролер

- обрађује опажаје
- издаје наредбе

## Роботи

робот (књижевност Карела Чапека)

робот (по Раселу и Норвигу)

физички агент који извршава задатке кроз манипулацију физичким светом

основни типови робота

роботске руке (манипулатори)

мобилни роботи

мобилни манипулатори

## Роботи

роботичке софтверске архитектуре (по Раселу и Норвигу)

укључујућа архитектура

примена принципа реакције

употреба проширених коначних аутомата

хибридне архитектуре

комбинација принципа реакције и разматрања

пример

трослојна архитектура

реактивни слој

извршни слој

разматрачки слој

проточна архитектура

сензорски слој

опажајни слој

планско-управљачки слој

возни слој

## Роботи

### Три закона роботике (књижевност Исака Асимова)

#### Први закон

Робот не сме повредити људско биће или, кроз неделовање, дозволити да се људском бићу науди.

#### Други закон

Робот мора слушати наређења која добија од људских бића, осим када би таква наређења била у супротности с Првим законом.

#### Трећи закон

Робот мора штитити своју егзистенцију докле год таква заштита није у супротности с Првим или Другим законом.

## Софтверски агенти

аутономни програми који интелигентно делују  
на основу прикупљених улаза теже задатом циљу или се понашају  
по смерницама

могућност хијерархијске организације агената у погледу  
архитектуре

имплементација

општенаменски програмски језици  
посебни језици за програмирање агената

1. Интелигентни агенти
2. Системи засновани на знању
3. Извори и литература

## Знање (по Пулу и Макворту)

### знање

информације о неком домену које могу бити искоришћене за решавање задатака из тог домена

### језик за представљање

језик за изражавање знања које се користи код агента

### база знања

представа целокупног знања похрањеног у агенту

## Агент заснован на знању (по Раселу и Норвигу)

агент заснован на знању садржи базу знања

база знања

структура

скуп *реченица*

реченица представља тврдњу о свету

реченица исказана помоћу језика за представљање знања

основне операције

саопштавање (енгл. *Tell*)

додавање реченица у базу знања

питање (енгл. *Ask*)

задавање упита над базом знања

## Агент заснован на знању (по Раселу и Норвигу)

приступи за формирање агента заснованог на знању

процедурални

уградња спецификације жељеног понашања кроз програмски кôд

декларативни

похрањивање знања у празну базу знања кроз саопштавање

комбиновани

комбинација процедуралног и декларативног

## Претпоставке у вези са знањем

### претпоставка отвореног света

агент не поседује целокупно знање о свету

није могуће закључивање о нечему на основу недостатка знања

### претпоставка затвореног света (претпоставка потпуног знања)

целокупно знање о свету је доступно агенту

ако није могуће одредити да је нешто тачно, онда се може закључити да је нешто нетачно

све што не следи на основу базе знања сматра се нетачним

## Онтологија

контекст филозофије

наука о бићу

контекст вештачке интелигенције

„спецификација значења симбола у информационом систему” (по Пулу и Макварту)

## Семантички веб

енгл. *Semantic Web*

„веб повезаних података”

увођење семантике на вебу која би била машински читљива

рад Тима Бернерс-Лија и организације W3C

основне софтверске технологије

*Resource Description Framework (RDF)*

посебан механизам за представљање информација на вебу

*RDF* граф

скуп посебних тројки (триплета)

субјекат–предикат–објекат

*Web Ontology Language (OWL)*

онтолошки језик за веб

...

## Експертски системи (по Пулу и Макворту)

издвајање доменског знања стручњака за потребе извршавања експертских задатака од стране рачунара

класични примери

*DENDRAL* (од 60-их година XX века)

*MYCIN* (од 70-их година XX века)

1. Интелигентни агенти
2. Системи засновани на знању
- 3. Извори и литература**

## Основни извори и литература

- ◆ Russel S, Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd Edition. Pearson Education (Upper Saddle River, NJ, USA); 2010.
- ◆ Poole DL, Mackworth AK. Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents. 2nd Edition. Cambridge University Press (Cambridge, UK); 2017. Internet: <https://www.artint.info/index.html>
- ◆ Newell A, Simon HA. Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search. Communications of the ACM. 1976 March;19(3); 113–126.
- ◆ Searle JR. Minds, Brains, and Programs. The Behavioral and Brain Sciences. 1980 September;3(3); 417–424.
- ◆ Murphy RR, Woods DD. Beyond Asimov: The Three Laws of Responsible Robotics. IEEE Intelligent Systems. 2009 July/August;24(4); 14–20.

## Основни извори и литература

- ◆ W3C. Main page. Internet:  
[https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Main\\_Page](https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Main_Page)
- ◆ W3C. RDF 1.1 concepts and abstract syntax. Internet:  
<https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>
- ◆ W3C. Web Ontology Language (OWL). Internet:  
<https://www.w3.org/OWL/>

Основне академске студије  
Информациони инжењеринг

Основи рачунарске интелигенције

# Интелигентни агенти и системи засновани на знању

(материјали за предавања)