

# Uvod u umjetnu inteligenciju: Ishodi učenja

UNIZG FER, ak. god. 2022./2023.

Objavljeno: 17. 4. 2023.

Ovaj dokument definira ishode učenja za predmet Uvod u umjetnu inteligenciju, ak. god. 2022./2023. Ishodi učenja su izjave koje opisuju što biste trebali znati, razumjeti ili moći napraviti na kraju nastavnih aktivnosti iz ovog predmeta. Ishodi učenja služe povećanju svijesti o vlastitom učenju i lakšoj pripremi za provjere znanja i vještina. Ovdje navedeni ishodi učenja definirani su u skladu s [revidiranom Bloomovom taksonomijom](#).

## Ishodi učenja na razini predmeta

1. Opisati opseg, osnovne paradigme i izazove UI
2. Definirati i dati primjere osnovnih koncepata UI
3. Objasniti osnovne UI postupke, navesti njihove prednosti i nedostatke te ih primijeniti na jednostavnije probleme
4. Sažeti društvene i filozofske aspekte UI
5. Procijeniti primjenjivost različitih UI postupaka i paradigmi na dani problem
6. Razviti osnovne UI algoritme i ispitati ih na jednostavnijim problemima

Ostvarivanje gore navedenih ishoda podržano je predavanjima i laboratorijskim vježbama. Preciznije, predavanja doprinose ishodima učenja 1–5, dok laboratorijske vježbe pridonose ishodima učenja 5 i 6.

## Ishodi učenja na razini pojedinačnih predavanja

U nastavku su navedeni specifični ishodi učenja za svako predavanje, koji zajednički doprinose ishodima učenja 1–5 na razini cijelog predmeta.

### 1 Uvod u umjetnu inteligenciju

- 1.1. Opisati neke povijesne i fiktivske pokušaje razvoja UI
- 1.2. Navesti primjere uspješnih i poznatih UI sustava
- 1.3. Objasniti i ilustrirati koncept UI-potpunog problema
- 1.4. Usporediti sposobnosti čovjeka i UI u igri šaha
- 1.5. Sistematizirati različite pristupe definiciji UI

- 1.6. Navesti osnovna potpodručja UI
- 1.7. Opisati Turingov test, njegovu svrhu i ograničenja
- 1.8. Opisati osnovna razdoblja i navesti ključne trenutke u povijesti UI

## **2 Pretraživanje prostora stanja**

- 2.1. Opisati formalnu definiciju problema pretraživanja prostora stanja i dati primjere
- 2.2. Razlikovati između prostora stanja i stabla pretraživanja
- 2.3. Definirati i objasniti opći algoritam pretraživanja
- 2.4. Definirati osnovna svojstva problema pretraživanja prostora stanja i dati primjere
- 2.5. Analizirati dani problem pretraživanja prema njegovim osnovnim svojstvima
- 2.6. Definirati osnovna svojstva algoritama pretraživanja prostora stanja
- 2.7. Definirati i objasniti algoritam pretraživanja u širinu i njegova svojstva
- 2.8. Definirati i objasniti algoritam pretraživanja s jednolikom cijenom i njegova svojstva
- 2.9. Definirati i objasniti algoritam pretraživanja u dubinu i njegova svojstva
- 2.10. Definirati i objasniti algoritam iterativnog pretraživanja u dubinu i njegova svojstva
- 2.11. Primijeniti algoritme slijepog pretraživanja na jednostavne probleme
- 2.12. Vrednovati algoritme slijepog pretraživanja po njihovim osnovnim svojstvima

## **3 Heurističko pretraživanje**

- 3.1. Razlikovati između algoritama slijepog i heurističkog pretraživanja prostora stanja
- 3.2. Definirati i objasniti heurističku funkciju i dati primjere
- 3.3. Definirati i objasniti pohlepno pretraživanje najbolji prvi i njegova svojstva
- 3.4. Definirati i objasniti pretraživanje usponom na vrh i njegova svojstva
- 3.5. Definirati i objasniti algoritam  $A^*$  i njegova svojstva
- 3.6. Definirati optimističnost heuristike i dati primjere
- 3.7. Definirati i objasniti konzistentnost heuristike i njezin utjecaj na algoritam  $A^*$
- 3.8. Odrediti je li heuristika za dani problem optimistična ili konzistentna
- 3.9. Objasniti i primijeniti oblikovanje heuristike metodom relaksacije problema
- 3.10. Primijeniti algoritme heurističkog pretraživanja na jednostavne probleme
- 3.11. Vrednovati algoritme heurističkog pretraživanja po njihovim osnovnim svojstvima

## **4 Igranje igara**

- 4.1. Objasniti i ilustrirati determinističku igru s potpunom informacijom i sumom nula
- 4.2. Definirati igranje igara kao problem pretraživanja prostora stanja
- 4.3. Objasniti metodu minimax i pretpostavke na kojima se temelji
- 4.4. Definirati algoritam minimax s dubinskim ograničenjem i objasniti njegova svojstva
- 4.5. Objasniti heurističku funkciju igre i navesti primjere
- 4.6. Primijeniti algoritam minimax s danom heuristikom na jednostavno stablo igre
- 4.7. Objasniti podrezivanje alfa-beta i dati primjere
- 4.8. Primijeniti algoritam minimax s podrezivanjem alfa-beta na jednostavno stablo igre

## **5 Prikazivanje znanja formalnom logikom**

- 5.1. Objasniti ulogu prikazivanja znanja u UI i dati primjere
- 5.2. Objasniti kompromis između ekspresivnosti i odlučivosti logike
- 5.3. Objasniti ontološke i epistemološke pretpostavke i dati primjere
- 5.4. Odrediti vrijednost istinitosti PL formule za danu interpretaciju
- 5.5. Definirati i odrediti valjanost, nekonzistentnost i zadovoljivost PL formule
- 5.6. Definirati logičku posljedicu i odrediti vrijedi li za dani primjer
- 5.7. Razlikovati između PL i FOL te objasniti motivaciju za FOL
- 5.8. Objasniti što to znači da je FOL neodlučiva
- 5.9. Odrediti i provjeriti FOL formulu za zadanu jednostavnu rečenicu prirodnog jezika

## **6 Automatsko zaključivanje**

- 6.1. Razlikovati između dokazivanja logičkih i deduktivnih posljedica
- 6.2. Definirati deduktivnu posljedicu i dati primjere
- 6.3. Definirati svojstva ispravnosti i potpunosti te dati primjere za oba svojstva
- 6.4. Dokazati ispravnost danog pravila zaključivanja
- 6.5. Definirati rezolucijsko pravilo za PL i FOL te njegova svojstva
- 6.6. Definirati i objasniti faktorizaciju i standardizaciju te dati primjere
- 6.7. Objasniti i ilustrirati nepotpunost izravne rezolucije
- 6.8. Definirati rezoluciju opovrgavanjem za PL
- 6.9. Navesti i objasniti dvije osnovne rezolucijske strategije

- 6.10. Definirati najopćenitiji zajednički unifikator i dati primjere
- 6.11. Odrediti najopćenitiju zajedničku instancu dvaju izraza
- 6.12. Primijeniti pretvorbu u klauzalni oblik zadane PL ili FOL formule
- 6.13. Primijeniti rezoluciju opovrgavanjem na zadani skup PL ili FOL formula
- 6.14. Objasniti koje su posljedice neodlučivosti FOL na rezoluciju opovrgavanjem

## **7 Logičko programiranje u Prologu**

- 7.1. Objasniti deklarativno programiranje i logičko programiranje
- 7.2. Definirati Hornovu klauzulu i definitnu klauzulu te navesti primjere za svaku
- 7.3. Odrediti je li zadana PL i FOL formula Hornova ili definitna klauzula
- 7.4. Objasniti i ilustrirati rezoluciju s ulančavanjem unazad nad Hornovim klauzulama
- 7.5. Razlikovati između činjenica i pravila u Prologu
- 7.6. Napisati FOL formulu u Prologu i obrnuto
- 7.7. Skicirati Prologovo stablo pretraživanja za zadani logički program i cilj
- 7.8. Napisati program u Prologu za jednostavan problem s rekurzijom i negacijom
- 7.9. Definirati i objasniti negaciju kao neuspjeh i pretpostavku zatvorenog svijeta
- 7.10. Objasniti i ilustrirati dva nedeklarativna aspekta Prologa

## **8 Ekspertni sustavi**

- 8.1. Objasniti razliku između ekspertnih sustava i drugih simboličkih pristupa UI
- 8.2. Skicirati i objasniti arhitekturu ekspertnog sustava
- 8.3. Definirati ljusku ekspertnog sustava i navesti primjere
- 8.4. Objasniti i ilustrirati ulančavanje unaprijed i unazad te tipične primjene
- 8.5. Primijeniti ulančavanje unaprijed na zadani skup pravila i činjenica
- 8.6. Primijeniti ulančavanje unazad na zadani skup pravila i ciljnu hipotezu

## **9 Modeliranje neizvjesnosti**

- 9.1. Izvesti Bayesovo pravilo za jednu hipotezu i jedan dokaz
- 9.2. Definirati i objasniti Bayesovo pravilo za više hipoteza i dokaza
- 9.3. Primijeniti Bayesovu shemu na probleme s više hipoteza i dokaza
- 9.4. Navesti prednosti i nedostatke Bayesove sheme
- 9.5. Objasniti i ilustrirati neizraziti skup te razliku između neizrazitog i običnog skupa

- 9.6. Razlikovati između pripadnosti neizrazitom skupu i vjerojatnosti
- 9.7. Definirati lingvističku varijablu i dati primjer
- 9.8. Definirati, ilustrirati i primijeniti lingvističke modifikatore i operatore
- 9.9. Objasniti i ilustrirati poveznicu između neizrazitih skupova i neizrazite logike
- 9.10. Definirati neizrazitu relaciju i dati primjer
- 9.11. Objasniti generalizirani modus ponens i dati primjer
- 9.12. Primijeniti generalizirani modus ponens na zadani problem

## **10 Strojno učenje**

- 10.1. Objasniti osnovne koncepte SU (model, treniranje, predviđanje, generalizacija)
- 10.2. Razlikovati tri osnovna pristupa strojnom učenju i navesti primjere za svaki
- 10.3. Navesti barem pet tipičnih primjena strojnog učenja
- 10.4. Objasniti prenaučenosť i unakrsnu provjeru
- 10.5. Definirati i objasniti naivan Bayesov klasifikator i pretpostavke na kojima se temelji
- 10.6. Definirati i objasniti procjenu najveće izglednosti i Laplaceovo zaglađivanje
- 10.7. Primijeniti Bayesov klasifikator na zadani skup podataka (treniranje i predikcija)
- 10.8. Navesti prednosti i nedostatke naivnog Bayesovog klasifikatora
- 10.9. Objasniti i dati primjer klasifikacije pomoću stabla odluke
- 10.10. Definirati i objasniti kriterij informacijske dobiti
- 10.11. Definirati algoritam ID3
- 10.12. Primijeniti algoritam ID3 na zadani skup podataka (treniranje i predikcija)
- 10.13. Objasniti prenaučenosť stabla odluke i pristupe da se ona spriječi
- 10.14. Navesti prednosti i nedostatke stabla odluke

## **11 Umjetne neuronske mreže**

- 11.1. Razlikovati između simboličke i konekcionističke UI
- 11.2. Objasniti osnovne koncepte UNM (UNM, unaprijedna i unaprijedna slojevita UNM)
- 11.3. Skicirati, objasniti i formalno definirati McCulloch-Pittsov model umjetnog neurona
- 11.4. Navesti i definirati različite prijenosne funkcije
- 11.5. Objasniti TLU-perceptron
- 11.6. Definirati i objasniti Rosenblattov algoritam učenja perceptrona

- 11.7. Primijeniti Rosenblattov algoritam učenja perceptrona na dani skup podataka
- 11.8. Objasniti potrebu za nelinearnim prijenosnim funkcijama
- 11.9. Objasniti notaciju za strukturu unaprijedne slojevite neuronske mreže
- 11.10. Objasniti problem dodjele odgovornosti i kako algoritam BP rješava taj problem
- 11.11. Definirati izraze za pogreške i ažuriranje težina algoritma BP
- 11.12. Primijeniti algoritam BP na danu UMN i jedan primjer za učenje

## **12 Prirodom inspirirani optimizacijski algoritmi**

- 12.1. Objasniti koncept izranjajuće inteligencije
- 12.2. Definirati optimizacijski problem i problem zadovoljavanja ograničenja
- 12.3. Objasniti koncepte heuristike i metaheuristike te dati primjere
- 12.4. Objasniti teorem No-Free-Lunch i njegove posljedice na optimizacijske algoritme
- 12.5. Objasniti genetički algoritam
- 12.6. Objasniti binarno kodiranje kromosoma i dati primjere
- 12.7. Objasniti i ilustrirati genetičke operatore (selekcija, križanje, mutacija) i elitizam
- 12.8. Primijeniti genetičke operatore na danu reprezentaciju rješenja
- 12.9. Objasniti način rada algoritma kolonije mrava (ACO)
- 12.10. Objasniti kako različiti parametri algoritma ACO utječu na ponašanje algoritma
- 12.11. Razlikovati između algoritama ACO i Mravlji sustav
- 12.12. Primijeniti jedan korak algoritma ACO/Mravlji sustav na dani problem

## **13 Potporno učenje**

- 13.1. Razlikovati između nadziranog, nenadziranog i podržanog učenja
- 13.2. Opisati model problema nad kojim se može primijeniti podržano učenje
- 13.3. Navesti vrste okolina, vrste politika te vrste problema
- 13.4. Definirati funkciju vrijednosti i funkciju vrijednosti akcije pod zadanom politikom
- 13.5. Objasniti algoritam vrednovanja politike i provesti ga nad zadanim problemom
- 13.6. Definirati Bellmanove jednadžbe te optimalne vrijednosti i optimalnu politiku
- 13.7. Objasniti algoritam iteracije vrijednosti i provesti ga nad zadanim problemom
- 13.8. Objasniti utjecaj parametra  $\gamma$  te nagrade življenja na ponašanje agenta
- 13.9. Objasniti  $\epsilon$ -pohlepnu politiku i svrhu parametra  $\epsilon$
- 13.10. Objasniti algoritam Q-učenja i svrhu parametra  $\alpha$

## 14 Filozofski i društveni aspekti UI; Sažetak

*Sljedeći su ishodi učenja bili pokriveni predavanjem, međutim ove godine neće biti ispitivani.*

- 14.1. Navesti glavne kratkoročna, srednje/dugoročna i filozofska pitanja razvoja UI
- 14.2. Objasniti moguće utjecaje UI na tržište rada
- 14.3. Objasniti i navesti primjere neželjenih posljedica UI sustava
- 14.4. Definirati superinteligenciju i objasniti glavne moguće pravce njezinog razvoja
- 14.5. Navesti popularne predrasude i njima suprotstavljene činjenice o UI superinteligenciji
- 14.6. Objasniti Bostromov argument o egzistencijalnoj katastrofi zbog superinteligencije
- 14.7. Razlikovati između slabe i jake UI