

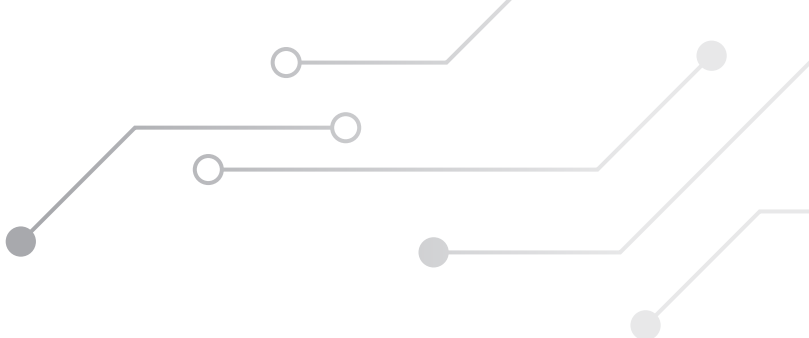
PRAVNA ANALITIKA IN UMETNA INTELIGENCA

MARCEL HAJD

LEXPERA®

GV
ZALOŽBA

Ljubljana 2026



SPREMNA BESEDA

S posebnim veseljem in kančkom nostalgije sem sprejel povabilo k pisanju spremne besede za delo Pravna analitika in umetna inteligenca. Kot nekdo, ki je svojo poklicno pot začel z diplomo s področja umetne inteligence in spremljal njen vrtoglavi razvoj skoraj štiri desetletja, me vsak nov prispevek, ki gradi most med tehnologijo in specifičnim strokovnim področjem, navda z optimizmom. V mednarodni družbi, ki jo vodim, se vsak dan zavedamo, kako ključna je postala umetna inteligenca pri obdelavi in razumevanju kompleksnih pravnih vsebin. Prav zato z navdušenjem pozdravljam to impresivno delo, ki na sistematičen in celovit način razkriva presečišče dveh na videz ločenih svetov.

Avtor nas najprej popelje skozi zgodovinske in filozofske temelje umetne inteligence. Zame, ki sem bil priča rojstvu mnogih danes že uveljavljenih konceptov, je bilo osvežujoče brati, kako so temeljne ideje, od Aristotelove logike do Turingovega testa, tlakovale pot umetni inteligenci. Poglavje jasno pokaže, da umetna inteligenca ni zgolj tehnološki blisk zadnjih let, temveč rezultat stoletij človeškega razmišljanja o razmišljanju samem.

Nadaljevanje, ki se posveča reševanju problemov, znanju in logičnemu sklepanju, me je spomnilo na začetke praktične uporabe umetne inteligence v našem poslu – na ekspertne sisteme in prve poskuse formalizacije pravnega znanja z ontologijami. Avtor izjemno natančno pojasni prehod od abstraktnih pravnih pravil do strojno razumljive logike. Prav na tem temelju so zrasla prva orodja za lažje iskanje in strukturiranje informacij, pri razvoju katerih smo bili pionirji tudi v naši družbi.

S poglavjem o strojnem učenju delo preide v sodobnost. Premik od eksplicitno kodiranih pravil k modelom, ki se učijo neposredno iz podatkov, je predstavljal revolucijo, ki jo v naši družbi živimo vsak dan. Avtorjevo pojasnilo, kako delujejo nadzorovani in nenadzorovani pristopi na specifičnih pravnih podatkih, je ključno za razumevanje, zakaj so današnja orodja za analizo pogodb ali sodne prakse tako zmogljiva.

Vrhunec tehničnega dela knjige je nedvomno poglavje o globokem učenju. Prikaz delovanja nevronske mreže, od osnovnega nevrona do kompleksnih arhitektur, kot so transformerji, je podan na način, ki je razumljiv tudi pravniku brez tehničnega predznanja. Prav ti modeli so tisti, ki danes poganjajo najnaprednejše

storitve, od semantičnega iskanja do generiranja osnutkov pravnih dokumentov, in avtorju gre vsa pohvala, da je to kompleksno področje demistificiral.

Poglavji o praktični uporabi umetne inteligence v pravu ter o filozofskih in etičnih vprašanjih zaokrožita delo v celoto, ki ni zgolj tehnični priročnik, temveč tudi poziv k odgovornemu razmisleku. Avtor se ne izogiba izzivom, kot so pristranskost algoritmov, vprašanje transparentnosti in potreba po regulaciji, kar dokazuje njegovo globoko razumevanje, da tehnologija sama po sebi ni rešitev, ampak orodje, katerega uporabo moramo usmerjati z modrostjo in etiko.

Občudujem avtorja, da se je tako celovito in poglobljeno lotil te izjemno široke teme. Knjiga zato ni le teoretični priročnik, temveč vodilo za vse, ki želijo odgovorno, učinkovito in vizionarsko vstopiti v dobo pravne analitike in umetne inteligence. Avtorju izrekam globoko spoštovanje; redkokdo se loti tako široke teme z enako mero strokovne natančnosti in pripovedne jasnosti. Prepričan sem, da bo ta monografija postala nepogrešljiv spremljevalec vsakomur, ki gradi prihodnost prava z močjo umetne inteligence; temeljni priročnik za novo generacijo digitalnih pravnikov – *Homo juridicus digitalis*.

mag. Tomaž Iskra
glavni izvršni direktor, LEXPERA SA

* * *

Živimo v dobi poletja umetne inteligence. Navdušenje nad njenimi dosežki, zlasti zahvaljujoč klepetalnemu robotu, je pljusnilo med najširše ljudske množice. Korporativni sektor, ki razvija sisteme umetne inteligence in najrazličnejše aplikacije, priteguje rekordne investicije in žanje visoke dobičke. Pravijo, da smo sredi nove tehnološke revolucije, po kateri ne bo več tako, kot je bilo. Kako bo, če bo, pa v resnici ne ve nihče. Prihodnosti nikdar ni lahko napovedovati, še posebej pa ne zdaj, ko se tehnologija tako hitro spreminja. Pričakovati pa je, da bo ubrala neko tretjo pot – med utopijo in distopijo umetne inteligence.

K svetu, ki bo tehnološko izboljššan, a bo vendarle ostal krojen po meri človeka, lahko prispeva tudi knjiga, ki je pred vami. Avtor Marcel Hajd je pripravil priročnik za pravnike in druge strokovnjake, ki želijo razumeti bistvene novosti, ki jih prinašajo nove tehnologije, ter kako njihova spoznanja in dosežke uporabiti za bolj produktivno in učinkovito delo na svojem področju. Hočeš nočeš vsaka tehnologija ne spremeni le sveta okoli nas, temveč tudi človeka, ki ta svet soustvarja.

V ta namen je treba najprej razumeti, za kaj pri umetni inteligenci v tehnološkem smislu sploh gre; kakšen je bil njen dosednji razvoj; kako vpliva na naše znanje,

vedenje o svetu in na predstave o samih sebi; kako spreminja pravno stroko ter katere – tudi regulatorne – izzive umetna inteligenca postavlja pred nas.

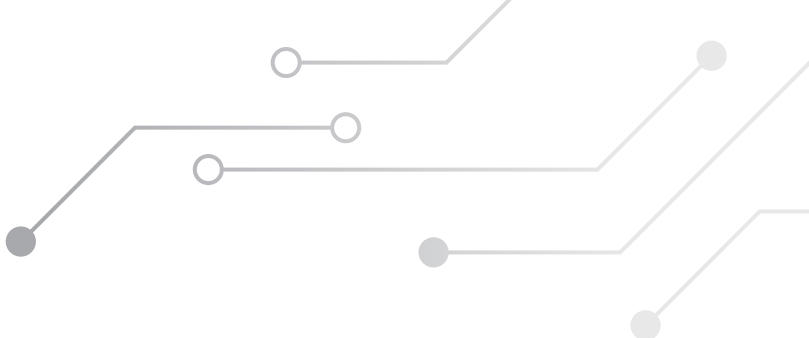
Knjiga na strnjen, zelo jasen in pregleden način skuša odgovoriti na vsa ta vprašanja. Njena temeljna dodana vrednost je v zgoščeni obdelavi tematike, ki je zaradi svoje novosti še vedno razpršena po različnih virih, kar otežuje celovito razumevanje razvoja in posledic umetne inteligence.

Avtorjev jasen in dostopen slog pisanja prispeva k temu, da bo knjiga zanimiva za zelo širok krog bralcev – od tistih, ki umetno inteligenco na pravnem področju že dobro poznajo, do tistih, ki so še začetniki. Še posebej utegne biti koristna za študente pravnih fakultet, ki se morajo v prihodnje razviti v digitalnega, interdisciplinarnega pravnega strokovnjaka.

Ker knjiga obravnava zelo široko tematiko na vsestranski način, seveda ne more biti izčrpna – in to tudi ni njen namen. Prav tako ne gre za znanstveno monografijo, ki bi izvirno obdelala neko ozko področje, pa vendar je več kot zgolj priročnik za praktike.

To je izrazito interdisciplinarno strokovno delo, podprto s številnimi referencami znanstvenih del, ki bralca uvede v krasni novi svet umetne inteligence, ga opozori na njene priložnosti in pasti ter na potrebne spremembe, zlasti na pravnem področju, ter ga tako opremi s koristnim novim znanjem. Vse zato, da bi pravo in pravniki tudi v algoritemski družbi, v kateri živimo dandanes, navkljub vsemu tehnološkemu napredku še naprej služili človeku in varovanju njegovega dostojanstva v ustavni demokraciji.

prof. dr. Matej Avbelj
Evropska pravna fakulteta Nove univerze



PREDGOVOR

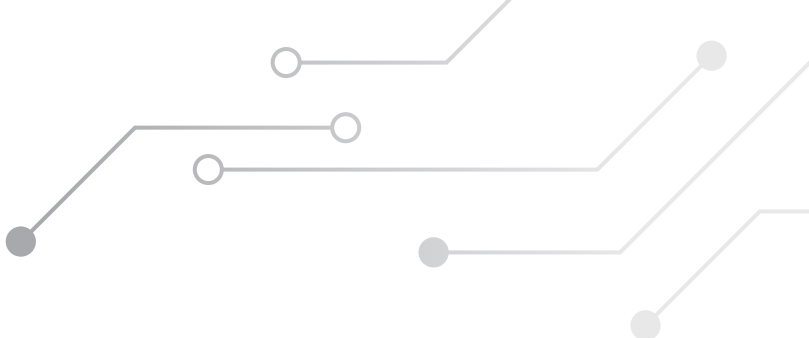
V svetu, kjer se količina pravnih podatkov povečuje eksponentno in kjer umetna inteligenca vsak teden zmore nekaj, česar prejšnji teden še ni, postaja tehnično pismena pravna stroka nuja, ne izbira. Knjiga je zasnovana kot pripomoček za pravnika, ki želi razumeti, kako stroji v resnici »razmišljajo« in »delujejo«, medtem ko rešujejo različne probleme, in kaj to pomeni za vsakdanje pravno odločanje. Namen knjige je vzpodbuditi razmišljanje o tem, da je mogoče pravne probleme in naloge reševati drugače. Obenem je knjiga namenjena strokovnjakom drugih področij, ki želijo spoznati specifiko pravnih podatkov in pravnega razmišljanja ter izzive, ki jih ti predstavljajo za področje umetne inteligence. Večina pravno naravnanih razprav na področju umetne inteligence se usmerja na vsebine, povezane s pravno regulacijo umetne inteligence – kar je več kot dobrodošlo. V ospredje je zato postavljeno presečišče prava in tehnologije, zato želimo z delom zapolniti to vrzel in namesto razprav o pravnih vprašanjih, povezanih z umetno inteligenco, na sistematičen in pravniku razumljiv način prikazati in razkriti tehnične pristope in metode, s katerimi danes računalniški sistemi rešujejo pravne in druge pravo podporne naloge.

Zgradba dela sledi kronologiji razvoja umetne inteligence. Najprej bodo predstavljeni temelji umetne inteligence in začetki njenega razvoja. Nato sledi predstavitev področja podatkovne in pravne analitike v najširšem pomenu. Pravno analitiko poskušamo približati s predstavitvijo načinov za pridobivanje vsebinskih spoznanj iz pravnih podatkov. Začnemo z logičnim razmišljanjem, čemur sledita strukturiran prikaz, kako se pravila prevedejo v predikatno logiko in ontologije, ter razlaga, kako verjetnostni modeli pomagajo v negotovih primerih. Drugi del knjige nadgradi ta temelj z razlago strojnega učenja in drugih naprednih metod umetne inteligence, od klasičnih algoritmov do nevronske mreže in generativnih modelov. Nevronske mreže, zlasti generativni modeli umetne inteligence, so začeli prevzemati naloge, ki zahtevajo ustvarjalnost. S tem se je razširil nabor opravil, ki jih je zmožna opravljati umetna inteligenca. Združevanje pristopov klasičnih algoritmov in nevronske mreže se kaže v tem, da lahko umetno-inteligenčni sistemi danes suvereno rešujejo probleme, za katere si pred leti sploh nismo znali predstavljati, da bo to kadarkoli mogoče. Premik od determinističnega k probabilističnemu razmišljanju se je začel že v 90. letih 20. stoletja in zdi se, da njegovega tehničnega napredka ni omejila niti nova evropska zakonodaja, Akt Evropske unije o umetni inteligenci. Ta bo v strnjeni

obliki predstavljena v zadnjem delu knjige. Omenjeni zakonodajni okvir razvijalcem in ponudnikom najbolj tveganih sistemov nalaga dodatne obveznosti, kot so pojasnilna dolžnost, preglednost delovanja, nadzor in etične varovalke. Med visokotvegane sisteme spadajo tudi sistemi za podporo pri sodnem odločanju, s čimer je že evropski zakonodajalec poudaril pomen odgovorne rabe umetne inteligence v sodnem odločanju.

Temeljni namen tega dela je pravnikom približati, kako z uporabo umetne inteligence pravne probleme in pravne naloge reševati hitreje, kako narediti pravne informacije bolj dostopne, pravne posledice pa predvidljive, ne da bi pri tem žrtvovali načela pravne države. Napredni umetnointeligenčni sistemi dajo zanesljive odgovore le, če so trenirani na vsebinsko kakovostnih in strukturiranih pravnih zbirkah, zato je odprti dostop do sodnih in drugih pravnih podatkov ključen za učenje modelov umetne inteligence. Vendar niti kakovostno naučeni umetnointeligenčni modeli ne služijo svojemu namenu, kadar uporabniki niso večši njihove uporabe, zato sta za odgovorno uporabo umetne inteligence v pravu pomembni tehnična in pravna pismenost.

Marcel Hajd



KAZALO

Spremna beseda	5
Predgovor	9
Seznam predpisov	19
1. UVOD V UMETNO INTELIGENCO	21
1.1. Različni pristopi k definiranju umetne inteligence	21
1.1.1. Turingov test in posnemanje človeškega obnašanja	22
1.1.2. Razmišljanje kot človek.	22
1.1.3. Racionalno razmišljanje	23
1.1.4. Racionalno obnašanje.	23
1.2. Temelji umetne inteligence	24
1.2.1. Filozofija	24
1.2.2. Matematika	28
1.2.3. Nevroznanost	33
1.2.4. Psihologija	35
1.2.5. Računalništvo	37
1.2.6. Teorija upravljanja in kibernetika	40
1.2.7. Lingvistika	41
1.2.8. Temelji umetne inteligence in njihov prispevek k razvoju.	42
1.3. Funkcionalna področja umetne inteligence	42
1.3.1. Ekspertni sistemi	43
1.3.2. Strojno učenje.	46
1.3.2.1. Nadzorovano strojno učenje	46
1.3.2.2. Nenadzorovano strojno učenje.	47
1.3.2.3. Delno nadzorovano učenje	48
1.3.2.4. Okrepitveno učenje	48
1.3.3. Obdelava naravnega jezika	49
1.3.4. Računalniški vid	51

1.3.5.	Govor	54
1.3.6.	Planiranje	54
1.3.7.	Robotika	56
1.4.	Preostale razvrstitve umetne inteligence	57
1.4.1.	Šibka in močna umetna inteligenca	58
1.4.2.	Simbolična in subsimbolična umetna inteligenca	58
1.5.	Splošno o uporabi umetne inteligence v pravu	58
2.	PRISTOPI K REŠEVANJU PRAVNIH PROBLEMOM	61
2.1.	Reševanje pravnih problemov z iskanjem s formalnimi pravili.	62
2.2.	Strategije iskanja	65
2.2.1.	Iskanje brez predznanja	65
2.2.2.	Hevristično iskanje s predznanjem	66
2.3.	Iskanje v kompleksnih okoljih	68
2.3.1.	Osnovni koncepti iskanja v kompleksnih okoljih	68
2.3.2.	Iskanje v pravnem okolju	70
2.4.	Omejitve pri reševanju pravnih problemov	71
2.4.1.	Narava pravnih problemov	71
2.4.2.	Pravni problemi, primerni za reševanje z umetno inteligenco	72
3.	ZNANJE, NAČRTOVANJE IN SKLEPANJE	75
3.1.	Logični agenti	75
3.2.	Logika	76
3.3.	Propozicijska logika	78
3.4.	Predikatna logika prvega reda	81
3.4.1.	Predstavitev znanja	81
3.4.2.	Sintaksa in semantika predikatne logike prvega reda	83
3.4.3.	Uporaba predikatne logike prvega reda	84
3.4.4.	Snovanje znanja v logiki prvega reda	86
3.4.5.	Snovanje znanja v logiki prvega reda v okolju digitalnih vezij	88
3.5.	Prolog	90
3.6.	Predstavitev znanja in pravne ontologije	93
3.6.1.	Splošno o ontologijah	93
3.7.	Pristopi k razvoju ontologij	95
3.7.1.	Kategorije in objekti	96

3.7.2.	Logično sklepanje z uporabo kategorij	99
3.7.3.	Logično sklepanje s privzetimi informacijami	101
3.8.	Pravne ontologije	105
3.9.	Avtomatizirano načrtovanje	112
3.9.1.	Vrste avtomatiziranega načrtovanja	113
3.9.2.	Avtomatizirano načrtovanje na pravnem področju ...	115
3.9.3.	Omejitve avtomatiziranega načrtovanja	117
3.10.	Verjetnostno sklepanje	118
3.10.1.	Bayesove mreže	119
3.10.2.	Uporaba verjetnostnega sklepanja na področju prava	122
4.	STROJNO UČENJE	127
4.1.	Teorija učenja	127
4.2.	Sestavine strojnega učenja	129
4.2.1.	Naloga	129
4.2.2.	Model	131
4.2.3.	Atributi	133
4.2.4.	Algoritem	137
4.3.	Znanje kot osnova za učenje	140
4.3.1.	Učenje z razlago	141
4.3.2.	Učenje z bistvenimi informacijami	142
4.3.3.	Induktivno logično programiranje	143
4.4.	Narava pravnih podatkov	143
4.4.1.	Pravni viri in digitalizacija	146
4.4.2.	Metode za razvoj in integracijo pravnih podatkovnih baz	148
4.4.3.	Iskanje pravnih informacij	152
4.4.4.	Podatkovna analitika	153
4.5.	Obdelava naravnega jezika v pravu	153
4.5.1.	Jezikovni modeli	153
4.5.2.	Slovnica in strojna obdelava naravnega jezika	157
4.5.3.	Razčlenjevanje	159
4.5.4.	Razširjena slovnica	162
4.5.5.	Sodobni pristopi in vektorski prikaz besedil	164
4.5.6.	Kompleksnost naravnega jezika in omejitve	168
4.6.	Učenje verjetnostnih modelov	169
4.6.1.	Učenje na podlagi statističnih metod	170
4.6.2.	Učenje s popolnimi podatki	172
4.6.3.	Učenje s skritimi spremenljivkami	173

4.7.	Nadzorovano strojno učenje	175
4.7.1.	Modeli, algoritmi in metode nadzorovanega strojnega učenja	176
4.8.	Nenadzorovano strojno učenje	184
4.8.1.	Gručenje	184
4.8.2.	Dimenzionalnost, vizualizacija in tematsko modeliranje	188
4.8.3.	Ocenjevanje rezultatov modelov nadzorovanega strojnega učenja	190
4.8.4.	Ocenjevanje rezultatov modelov nenadzorovanega strojnega učenja	191
4.8.5.	Delno nadzorovano strojno učenje	192
5.	GLOBOKO UČENJE	195
5.1.	Nevronske mreže	196
5.1.1.	Struktura nevrona	197
5.1.2.	Aktivacijska funkcija	198
5.1.3.	Funkcija izgube	203
5.1.4.	Optimizacijski algoritem	204
5.1.5.	Algoritem povratnega širjenja napake	204
5.2.	Topologija nevronske mreže	206
5.2.1.	Usmerjene nevronske mreže	206
5.2.2.	Konvolucijske nevronske mreže	210
5.2.3.	Rekurentne nevronske mreže	212
5.2.4.	Transformerji	217
5.2.5.	Samokodirniki	222
5.2.6.	Generativne nasprotniške mreže	226
5.3.	Večmodalni modeli	229
5.3.1.	Modalnost in latentni prostor	229
5.3.2.	Tokeni in vektorske predstavitve	230
5.3.3.	Arhitekture večmodalnih modelov	231
5.3.4.	Kodiranje različnih modalnosti	233
5.3.5.	Učenje večmodalnih modelov	235
6.	UPORABA UMETNE INTELIGENCE V PRAVU	237
6.1.	Napredno iskanje pravnih informacij	237
6.2.	Avtomatizacija upravljanja pravnih dokumentov	241
6.2.1.	Sestavljanje osnutkov pravnih dokumentov	241
6.2.2.	Analiza in pregled pravnih dokumentov	243
6.2.3.	Primerjava različic dokumentov	245

6.3. Napovedovanje pravnih posledic	246
6.3.1. Napovedovanje izida sodnega postopka.....	246
6.3.2. Pravosodna analitika	249
6.3.3. Forenzika in skrbni pregledi	251
6.3.4. Spremljanje skladnosti	252
6.4. Dostop do pravne pomoči z avtomatiziranimi orodji	255
6.4.1. Interaktivni pravni vodniki in ekspertni sistemi.....	255
6.4.2. Pogovorni agenti za pravno pomoč	256
7. FILOZOFSKA, ETIČNA IN VARNOSTNA VPRAŠANJA UMETNE INTELIGENCE	259
7.1. Filozofska vprašanja	259
7.1.1. Argument neformalnosti človekovega vedenja.....	260
7.1.2. Matematični ugovor.....	261
7.1.3. Merjenje umetne inteligence	262
7.2. Ali lahko stroji mislijo	264
7.3. Etična vprašanja	265
7.3.1. Pozitivni učinki uporabe umetne inteligence.....	265
7.3.2. Negativni učinki in tveganja uporabe umetne inteligence.....	266
7.3.3. Etična načela in smernice	270
7.3.4. Akt o umetni inteligenci	271
8. HOMO JURIDICUS DIGITALIS	275
Literatura	277
Spletni viri	286