

# LABORATORIJ ZA KOGNITIVNO MODELIRANJE

Kontaktne podatki:

- spletna stran: <http://lkm.fri.uni-lj.si>
- telefon: +386 1 4768 459
- faks: +386 1 4768 498



Člani LKM so:

- prof. dr. Igor Kononenko (predstojnik laboratorija),
- doc. dr. Marko Robnik Šikonja,
- doc. dr. Matjaž Kukar,
- as. dr. Zoran Bosnić,
- Erik Štrumbelj (mladi raziskovalec),
- Petar Vračar.

## ***Ali je umetna inteligenca realna možnost?***

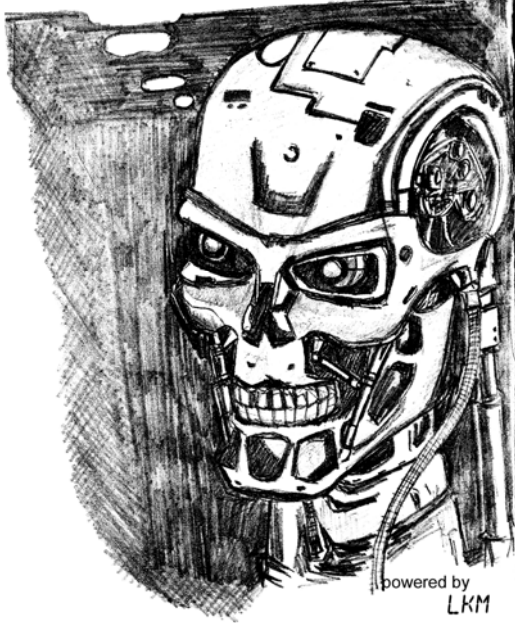
Od nastanka prvih elektronskih računalnikov se vrstijo znanstvene in filozofske razprave o tem, če je možno ustvariti sistem, ki se bo obnašal inteligentno. V petdesetih letih razvoja računalništva se je izkazalo, da niso današnji računalniki nič kaj dosti bolj »pametni«, kot so bili njihovi pradedje – prvi elektronski računalniki iz petdesetih let prejšnjega stoletja – le njihova spominska sposobnost in hitrost procesiranja sta se bistveno povečala. Vednar so te škatle še vedno enako neumne, kot so bile pred leti, in le s težavo in hudim potrpljenjem in marljivim delom jim lahko kaj dopovemo...

Pri razmišljanju o umetni inteligenci sta danes aktualna dva problema:

- Prvi je ta, da (še vedno) nimamo široko sprejete definicije, kaj inteligenca je. In če nekaj ne znaš definirati, kako lahko tako stvar sploh poskušaš ustvariti?
- Drugi problem, ki se je v zadnjih dvajsetih letih izkristaliziral, pa je ta, da smo pozabili, da sta dve stvari značilni za človekovo obnašanje in 'uspešno' delovanje, in sicer inteligenca in zavest.

S slednjo ločitvijo pa (vse tako kaže) lahko rešimo tudi prvi problem. Zavest je objektivno nepreverljiva in zato nujno subjektivna in zanjo danes prav tako ne vemo, kaj je, in torej zanjo nimamo definicije (in je mogoče tudi nikoli ne bomo imeli). Z njeno ločitvijo od inteligence pa lahko inteligenco definiramo kot objektivno preverljivo sposobnost – sposobnost reševanja problemov in prilagajanja okolju. Tako smo si nalogo, ustvariti inteligentni sistem, bistveno olajšali (čeprav je seveda še vedno zelo trd oreh, od katerega lupino smo do sedaj uspeli zgolj malo opraskati). Treba je pač sestaviti sposoben sistem – in to mnogi programi že tudi so, le da so ozko omejeni in so sposobni reševati probleme na (zelo zelo) omejenih področjih. Kako, če sploh, lahko ustvarimo umeten sistem, ki bi bil

S POMOČJO LKM SEM POSTAL  
GUVERNER KALIFORNIJE.



zavesten, pa je ostalo bolj filozofsko in ne več inženirsko vprašanje (ki je seveda še vedno zelo zanimivo – za mnoge bolj zanimivo kot celotno računalništvo).

S takim praskanjem lupine se ukvarjamo v Laboratoriju za kognitivno modeliranje. In najpomembnejše (najgloblje) praske, ki bodo mogoče kmalu uspele predreti (majhne luknjice) v lupino tega zelo trdega oreha, so algoritmi strojnega učenja. Danes namreč že zelo dobro vemo, da ni inteligence brez učenja – torej moramo računalnike prepričati, da se morajo začeti učiti – in to zares, ne samo na pamet pimflati, kajti edino pravo znanje je tisto, ki ga znaš uporabiti v praksi in s katerim si sposoben reševati probleme bolj učinkovito. To velja tudi za računalnike!

## ***Kaj bi bilo, če bi ...***

Pri analizi marsikaterega problema naletimo na vprašanje, kaj bi se zgodilo, če bi se pogoji malo spremenili. Npr. kako bi odreagirala pacient, če bi mu dali malo drugačno zdravilo ali pa koliko bolj bi bil zadovoljen klient, če bi mu ponudili malce večji ali malce cenejši izdelek? Odgovori na takšna vprašanja, so seveda ugibanje, saj smo ljudje (in tudi drugi dovolj zapleteni sistemi) precej nepredvidljivi. Marsikdaj pa s pomočjo algoritmov strojnega učenja vendarle znamo poiskati presenetljivo dober odgovor (vsaj statistično ☺).

Predstavljajte si, da ste glavohoda bakterija in se znajdete v glavi takšnega klienta XY in lahko opazujete, kako se odloča, kaj vpliva nanj, itd. Odgovor na zgornja vprašanja imate na dlani... Algoritem strojnega učenja ordEval, ki smo ga razvili v LKM, lahko iz zadosti velike množice podatkov simulira obnašanje takele glavohode bakterije. Kako? Če nas zanima vpliv velikosti ali cene izdelka na odločanje, v naši bazi podatkov poiščemo druge osebe, ki so XY kar najbolj podobne glede vrednosti vseh podatkov, ki jih imamo shranjene. Med njimi izberemo tiste, ki so dobili večji izdelek in preverimo, kako je to vplivalo na njihovo zadovoljstvo. Z nekaj računalniške, matematične in statistične telovadbe dobimo dobro oceno verjetnosti tudi za XY (kaj že to pomeni za njegovo svobodo odločanja?).

Do sedaj smo takšen način sklepanja uporabili na problemih v marketingu, ker pa gre za splošen princip, bi ga lahko še marsikje drugje: v medicini, pri socioloških in psiholoških raziskavah, skratka povsod, kjer lahko zberemo zadosti veliko množico podatkov. Nekaj smo jih že zbrali, čakamo pa tudi nate, da prideš z novimi idejami in se nam pridružiš v raziskovalnem zagonu.



## Ej stari, a si ziher?

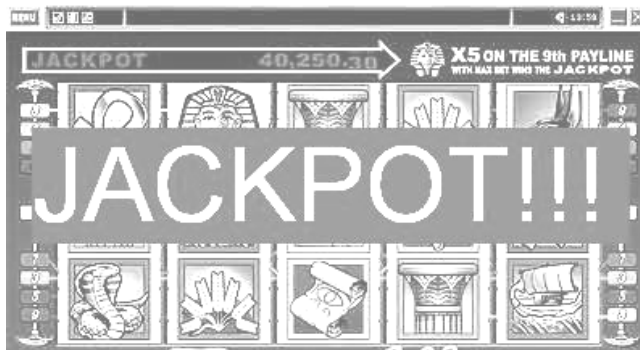
Zanesljivost, čarobna beseda. Če bi natančno vedeli, kako zanesljive so naše napovedi, da se bo kaj zgodilo, bi vedeli veliko več kot sicer: tako bi lahko vedeli, kako zanesljivo je, da bomo jutri zadeli na lotu, da se bodo cene bencina zjutraj podražile, da bomo uspešno zaključili doktorat na fakulteti in da bomo imeli 15 otrok. V skladu s poznavanjem teh zanesljivosti pa bi v življenju lahko vsekakor ukrepali na drugačen način. Če bi jaz vedel, da me zanesljivo čaka dobiček na lotu, bi seveda šel vplačat listek za loto, tudi vi bi verjetno šli natočit bencin ob napovedih njegove podražitve, če pa bi zanesljivo vedeli, da vas čaka 15 otrok pa bi pohiteli z..... em... drugačnimi ukrepi. :)

V našem laboratoriju se ukvarjamo tudi z ocenjevanjem zanesljivosti napovedi. Ne sicer do mere napovedovanja dobitkov lota, vendar pa koristno in uporabno v resnih aplikacijah (v medicini in igrah na srečo). Če uporabljamo računalnik za napovedovanje diagnoz pacientov, si z oceno zanesljivosti napovedi te diagnoze lahko močno pomagamo, kajti iz nje lahko ocenimo, ali naj napovedi zaupamo ali ne. To je še posebej pomembno, kadar z računalnikom napovedujemo kakšne resne in pomembne stvari, kjer ne sme priti do napak. Npr., če imamo napoved, da bo pacient zbolel za gripo, ki je zanesljiva le 2% še ni smiselno, da pacientu predpišemo močna zdravila in je bolje, da poiščemo druge, bolj zanesljive virov napovedovanja diagnoze. Enako velja tudi je tudi z napovedovanjem poslovnih rezultatov podjetjem, da bodo najbolj pomembna (ali propadla), napovedovanjem ukrepov krmilnih sistemov (»pilot, ugasni motorje!«) in drugih podobnih.



## ***Kar samo se je odprlo!***

Ah, da, to internetno oglaševanje in vsa tista nadležna pop-up okna, ki se odpirajo. Čeprav na prvi videz izgledajo nadležno, pa se za pravim (legalnim) spletnim oglaševanjem skrivajo cela znanost, preudarna načrtovanja in marketinške kampanje.



Pri spletnem oglaševanju v slovenskem prostoru se marketinška podjetja trudijo oglaševati na spletnih straneh, ki so čim bolj obiskana, da dosežejo to, da objavljene oglase tam vidi kar se da največje možno število ljudi. Pri izbiri spletnega mesta za nek oglas pa je istočasno potrebno biti pozoren na to, da se spletni obiskovalci s tem oglasom ne srečujejo skorajda na vsaki strani, ki jo obišejo – takšna prepogosta postavitve oglasov bi lahko namreč imela popolnoma nasproten, odklonilen učinek.

Pravilne postavitve spletnega oglaševanja se zato lotevamo s poglobljeno analizo omrežij, ki predstavljajo strani v internetnem prostoru in obnašanje uporabnikov pri deskanju. Pa naj še kdo reče, da so oglasi sami sebi v namen... :)

## ***Učenje iz GPS sledov***



Predstavlajte si, da vam ukradejo avto. A ker ima vaš avto vgrajen GPS sprejemnik in se s sprotno analizo odčitkov uči razpoznavati stil vožnje svojih voznikov, lahko ugotovi, da avto vozi neka tretja oseba in izklopi električno ter zaklene vrata. Znanstvena fantastika? Nikakor! S primerno predstavitvijo podatkov iz GPS sprejemnika lahko algoritmi za strojno učenje zanesljivo odkrijejo vsiljivca med vozniki.

## ***Odkrivanje goljufij v spletnih igrah in poslovnih procesih***

Goljufate pri mnogouporabniških spletnih igrah? Morda tudi zavarovalnico? Se imate za zvitega goljufa, ker vas doslej še niso odkril? Mislite da se lahko skrijete v množici bolj ali manj poštenih strank? Poboljšajte se, kajti vaša ura je odbila! Z algoritmi za strojno učenje, ki jih razvijamo v LKM lahko »organe pregona« na določenem področju (multihunterje, zavarovalniške detektive, ...) usmerimo na sumljive osebe in dogodke in jim s tem presejemo preobsežno populacijo tako, da jim za pregled ostanejo le še najbolj sumljivi.

## Kaj se bo zgodilo jutri?

Vas zanima, kje bodo jutri cene delnic na borzi? Bi radi izvedeli, kolikšne možnosti ima slovenska nogometna reprezentanca, da se spet uvrsti na svetovno prvenstvo? Kaj pa kakšno bo jutri vreme? Gre za navidez različne stvari, a vendar lahko z uporabo podobnih metod strojnega učenja in statističnih pristopov poiščemo odgovore na vsa tri vprašanja. Sicer še ne znamo napovedati, kdaj se bo končala svetovna bančna kriza, lahko pa pridemo do zelo zanimivih ugotovitev. Primer: S pomočjo algoritmov, ki smo jih razvili, smo ugotovili, da obstaja dobičkonosna strategija za nogometne stave. Preprosto vzamemo maksimalne verjetnosti, ki jih dobimo od **<POSLOVNA SKRIVNOST>**..... in jih uporabimo za identifikacijo novih primerov. Nato s preiskovanjem določimo **<POSLOVNA SKRIVNOST>** in za vsako še vrednost parametra  $\tau$ , ki optimizira **<POSLOVNA SKRIVNOST>** in ... em.... še par drugih **<POSLOVNA SKRIVNOST>**. Tako izvemo, kam moramo staviti, če želimo imeti dobiček. Vseh podrobnosti vam seveda ne smemo razkriti takoj.

V našem laboratoriju se ukvarjamo z napovedovanjem izidov pri različnih športih (nogomet, konjske dirke, ...) ter raziskujemo učinkovitost ponudikov in trga športnih stav. Naše napovedi uspešno izboljšujemo tudi z uporabo informacij iz spletnih iger, kjer množica uporabnikov napoveduje rezultat ali izbira igralce, ki imajo največji potencial. Nasploh je področje napovedovanja športnih izidov še precej mlado, kar ponuja veliko možnosti za raziskovanje in preizkušanje novih idej, zato se nam pridruži in sodeluj pri našem delu. Stavimo, da ti ne bo žal.



## Ja, ok, .... ampak zakaj?

Predstavljajte si, da izpit, za katerega ste se dobro pripravili, pišete zgolj 26%. Presenečeni greste hitro do profesorja in ga vprašate: »A sem res dobil 26%?«. Profesor vam odgovori: »26%«. »Pa kako samo 26%, vsaj za 3 naloge sem prepričan, da sem jih pravilno rešil?!«. »26%«. »Ja, vem, 26%, ampak zakaj?«. »26%« ... Tako nekako bi lahko karikirali uporabo modelov strojnega učenja brez sočasne uporabe metod razlage odločitev. Dobimo lahko zelo točne rezultate, a si z njimi ne moremo veliko pomagati. Profesorjeva razlaga (pa čeprav samo v obliki popravljenega izpita) je nujno potrebna, če želimo vedeti, kako poteka postopek ocenjevanja (kje smo naredili napake) in to znanje uporabiti, da se izognemo podobnemu rezultatu na naslednjem izpitu. Zelo pomembno je tudi to, da razlaga poveča zaupanje v profesorjevo odločitev.

Razlaga odločitev modelov strojnega učenja je torej izjemno pomembna. Reševanje tega problema za posamezen tip modela ali, še težje, iskanje splošne rešitve za vse tipe modelov, pa predstavlja velik izziv. Naše posplošene metode za razlago modelov smo v sodelovanju z Onkološkim Inštitutom Ljubljana že uspešno uporabili na resničnem problemu – napovedovanju ponovitve raka dojke. Skupaj z onkologi smo ugotovili, da razlage nudijo dober vpogled v odločitveni proces modela. Celo nam, uporabnikom brez predhodnega onkološkega znanja, je razlaga na preprost način in pravilno predstavila vse najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na ponovitev bolezni.

V Laboratoriju za Kognitivno Modeliranje se ukvarjamo z razvojem metod, ki čim bolj poenostavijo uporabo metod strojnega učenja in jih približajo uporabnikom. Take metode so uporabne povsod, kjer pomembno odločitve modelov strojnega učenja še dodatno podpreti z razlago, ki poveča uporabnikovo zaupanje v odločitev (medicina, finance, trženje,...). Področje torej ponuja možnosti za teoretično raziskovalno delo in aplikacijo metod na praktične primere. Če se ti zdi tema zanimiva, se nam pridruži.

