

# Ko te vse poti pripeljejo v Silicijevo dolino

## JASNA SNEŽIČ

Da bo v vročem julijskem popoldnevu gostujoči predavatelj na mariborski Fakulteti za naravoslovje in matematiko mednarodno uveljavljeni strokovnjak dr. Jure Leskovec, ki se ukvarja predvsem z raziskovanjem najrazličnejših omrežij, od socialnih, ki jih poznamo pod imenom Facebook, in njim podobnih do na primer vodovodnih omrežij, razberemo iz vabila, poslanega po elektronski pošti. A da bo univerzitetnikom analizo in dinamiko socialnega omrežja predstavil takšen mladenič, več kot presenetli.

In kdo je ta mladi znanstvenik, ki se je, ne vedoč, kakšno občinstvo ga bo pričakalo, kot računalnikar med skeptičnimi matematiki počutil super in ki bo že čez nekaj mesecev stopil pred podiplomske študente na Stanfordsu? Pogodbo za naslednjih sedem let je namreč podpisal z univerzo, ki je na lestvicah najboljših v svetu v samem vrhu; s Harvardom, Berkeleyjem, Cambridgeom, Oxfordom se tako na šanghajski kot Timesovi bori za primat.

Jure Leskovec je star 29 let in prihaja iz Šentjošta nad Horjulom. Bil je dijak ljubljanske Gimnazije Bežigrad, kjer je bil po pripovedi sošolca eden tistih v razredu, ki nikoli ne silijo v ospredje. "Super je bilo v gimnaziji, neskončno sem užival. Bili smo naravoslovni razred, zelo kolegialni, dobra mešanica mesta in vasi. Pridna dekleta so imela vsak dan nalogo, mi fantje ne. Lepa simbioza je bila. In znanje je bilo med nami vrednota; če si se hotel potruditi za boljšo oceno, te ni zato nihče ozmerjal."

Kot študent na ljubljanski Fakulteti za računalništvo in informatiko naš sogovornik na predavanjih ni bil pogosto opažen. "Aha, res sem bolj malo hodil na predavanja. Toda fakultete v resnici nisem zanemarjal, nasprotno, na njej sem našel zelo dobre mentorje. Ker pa sem bil že od drugega letnika srednje šole vključen v raziskovanje na Inštitutu Jožefa Stefana (IJS), kjer sem našel skupino mladih in prodornih ljudi, ki so me mentorirali, in smo še danes v zelo dobrih prijateljskih in drugačnih raziskovalnih odnosih, sem pogosteje zavil na inštitut kot na fakulteto," sproščeno pripoveduje. Glede na to, da je začel delati na IJS še kot najstnik, pomislimo, da so ga v raziskovalno delo usmerili starši in mu tudi pomagali navezati stike z inštitutom. A se motimo. "Ne,

Ko sem šel v kino, sem bil presenečen, ker niso propagirali kokic, ampak kje potrebujejo programerje Intel, Google, Microsoft

nikoli niso pritiskali name, dovolili so mi, da sem šel svojo pot. Spominjam pa se, da ko sem bil prvič kot srednješolec povabljen na inštitut, me je oče nekajkrat vprašal, ali sem že šel kaj tja. Pa sem mu odgovoril: saj nimam tam kaj delati. Tedaj me je spodbudil, naj le grem. In sem šel ter dobil na njem super mentorje," se spominja današnji doktorand ameriške univerze Carnegie Mellon in skorajšnji profesor na Stanfordsu.

## 30 tisoč prijavljenih, 2300 sprejetih

Da je na njem med 1500 učitelji tudi Romano Prodi, da je imela ta ugledna ameriška univerza lani 6800 dodiplomskih in kar 8300 podiplomskih študentov in da jih je od 30 tisoč prijavljenih na Stanford sprejetih samo 2300, kar je pičlih 7,6 odstotka, so podatki z njihove spletne strani. Zadnja dva sta zanimiva za naše poglede. Zakaj? Ker je podiplomcev več kot dodiplomcev in ker se zaradi selekcije, ki ji ni primere na fakultetah naših univerz, menda nihče ne razburja. Je to res? "Je, tako pač je. V Ameriki je sistem tak, da se neprestano tekmuje. A ta tekmovalnost je pozitivna, saj je Amerika prevelika, da bi lahko prišel v ospredje tako, da bi ostale dol tiščal. V prvi ligi se to ne da. Imajo kup priložnosti, kjer se pokaže razlika. Delaš in dobivaš priznanja, čez čas se pokaže, kdo je boljši. Ameriški presežki so presežki tistih, ki štrlijo. In če ne bi bili spodbujali takšnih posameznikov, potem tudi ne bi bilo denimo Googla, potem ko sta dva doktorska študenta na Stanfordsu prišla na idejo, da bi imela podjetje, in danes je to Google."

V zgodbi Jureta Leskovca pa se nam zdi pomenljivo, da odhaja prav na univerzo, katere tehnološki park je bil osnova za razvoj Silicijeve doline in ki je tudi locirana v Palo Alto, to je v njenem osrčju. S to dolino je namreč sam usodno povezan že polovico svojega življenja; že kot dijak, nato študent na dodiplomskem študiju, zlasti pa med doktorskim študijem je bil vedno znova opažen pri tistih, ki v svetu računalništva nekaj štejejo na svetovni ravni. In ti domujejo tukaj. Prvič je bil v Silicijevo dolino že po tretjem letniku gimnazije, ko je bil za uspeh na državnem tekmoval-



nju iz računalništva nagrajen s poletno prakso v tej kalifornijski računalniški meki. Spominja se, da je bila v najstarejši srednješolski skupini prva nagrada dva meseca poletne prakse v ZDA. "V tistih časih se je hodilo v laboratorije Hewlet Packard ali v druga manjša podjetja. In tam so nas Slovence imeli za slovenske čudežne otroke. Ko sem bil prvič v Silicijski dolini, je naredila name neverjeten vtis: med vožnjo po avtocesti sem opazil smerokaze, ki so vodili do

se tu ne dela in tudi zdravo ni. Niti pomislil nisem na to, da bi ostal na univerzi, na kateri sem doktoriral. Hkrati verjamem, da je bilo mojim ocenjevalcem na Stanfordu pomembno, da to, kar delam, delam jaz in ne moj mentor."

svetovno znanih računalniških podjetij. Vse je bilo nekako čez cesto. Zanimiva anekdota je bila: ko sem šel v kino, sem bil presenečen, ker niso propagirali kokic, ampak kje potrebujejo programerje Intel, Google, Microsoft. Počutil sem se v središču računalniškega sveta. V četrtem letniku mi na tekmovanju ni šlo najbolje in si nagrade nisem zaslužil, ampak ker sem dobro opravil prakso prejšnje leto, me je isto podjetje samo povabilo. Tisto poletje sem delal pri prototipu kamere in imel idejo, da bi jo vzel v Slovenijo ter na njej naredil raziskovalno nalogo. Svojega ameriškega mentorja sem vprašal, ali bi to šlo. In ko sem napisal predlog, kaj bi z njo delal, so mi jo poslali."

#### Na univerzi ima leto devet mesecev

Naš računalnikar se je po diplomi na Fakulteti za računalništvo in informatiko - za diplomsko nalogo, v kateri je skupaj z raziskovalci na IJS in Microsoft Researchu raziskal, ali zna računalnik povzeti daljše besedilo, je prejel študentsko Prešernovo nagrado - odločil za doktorski študij na ameriški univerzi Carnegie Mellon v Pittsburghu. Za računalništvo je ta univerza med štirimi najboljšimi v svetu in na njej je doktoriral v štirih letih, prvi iz generacije 300 študentov. Nato pa se je podal na trg dela.

Kako to, da ni preprosto ostal na Carnegieju in pri tem posnemal številne naše univerzitetnike? "To

Zakaj pa je med kar nekaj ponudbami ameriških univerz izbral Stanford oziroma kako mu je uspelo priti nanj? Kot razloži, se je prijavil na razpise več univerz in vabljen je bil na dvodnevne intervjuje, na katerih je profesorjem predstavil svoje raziskave. "Če si pri tem uspešen, te povabijo na drugi obisk, kjer so vloge zamenjane; če sem jih prvič jaz prepričeval, naj me vzamejo, te zdaj oni skušajo prepričati, da ti prideš k njim. Šel sem sicer na nekaj teh drugih obiskov, a sem si vzel čas za razmislek. Na Stanfordu pa sem že na drugem obisku z dekanom podpisal pogodbo in na fakulteti za računalništvo bom imel svojo raziskovalno skupino doktorskih študentov ter svoj predmet, ki ga ravno zdaj oblikujem in postavljam. Zajemal bo moje raziskave in na ta način bom lahko prišel do novih študentov, svoje študente pa bom skozi ta predmet izobrazil."

Da bo plačo na Stanfordu dobival le za devet mesecev v letu, ga ni presenetilo. "Tako je povsod in profesorji si to želimo, ker lahko gremo poleti delat v industrijo, kjer smo neprimerno bolje plačani. To pa je dobro tudi za univerze, ker s tem prisilijo profesorje, da so aktivni."

#### "Če nimam denarja, nimam študentov"

Služba na Stanfordu je za sedem let, jeseni dobi ključ kabineta in lahko bo delal, za kar bo presodil, da je dobro. Čez sedem let pa - ali bo postal redni profesor ali pa bo moral oditi. >>

## JURE LESKOVEC, doktorand ameriške univerze Carnegie Mellon, bo že jeseni profesor na uglednem Stanfordu



Univerza Stanford je na lestvicah najboljših v svetu v samem vrhu.



Od njega se pričakuje, da bo imel veliko skupino, ki bo dobro delala in bodo njene raziskave odlične, študenti pa da bodo po doktoratu odšli v uspešna industrijska podjetja ali na dobre univerze. A za te svoje študente mora od industrije ali raziskovalnih agencij pridobiti denar za plačilo šolnine. "Če nimam denarja, nimam študentov, če ni študentov, ni raziskav. Na začetku dobim le manjšo vsoto zagonskega denarja. V ponedeljek popoldne, ko ste me poskušali dobiti, nisem bil dosegljiv, ker sem za eno od agencij pripravljal predlog za financiranje in moral sem pojasniti, kaj bodo moji študenti v naslednjih petih letih raziskovali."

Štiri takšne projekte je že oddal v tem letu. Zadnjega sredi vročega poletja. Toda delovne počitnice so za Jureta, ki je sicer navdušen jadralca in tudi nogomet rad igra, nekaj čisto običajnega. Skoraj vsa poletja je namreč preživel v tujini. Priložnosti so se mu odpirale, ugotavlja, in zagrabil jih je. "Meni so se poletja dogajala tako, da je eno vodilo v drugo. Izkazal sem se, dobil priporočilo in šel sem na drugo delovno poletje. Ko sem imel za seboj že tri dobre poletne prakse, so me preko priporočil poslali v Microsoft Research v Anglijo, kjer sem bil daleč najmlajši, edini dodiplomec. Spet sem tam naredil nekaj dobrega in naslednje poletje mi je uspelo priti na Carnegie Mellon. Domov sem se

vrnil le toliko, da sem diplomiral, nato pa sem se vpisal na doktorski študij na Carnegieju."

#### Z analizo omrežij postaja računalništvo znanost

Kdaj pa se je začel ukvarjati z omrežji, ki jih je predstavljal na največjih računalniških konferencah in kongresih, nazadnje na mariborski Fakulteti za matematiko in naravoslovje? "Že dalj časa me je zanimalo razširjanje informacij in virusov po omrežjih, iskal sem odgovor na vprašanje, kam namestiti naprave za kontrolo kakovosti vode v vodovodno omrežje, to je opazovalne postaje, ki bi kar se da hitro odkrile širjenje onesnažene vode in bi tako kar najhitreje preprečili okužbe. Pogovori z MNF in Mariborskim vodovodom že potekajo. Kakšnega posebnega načrta, da se bom na doktoratu ukvarjal z analizo omrežij, na začetku nisem imel. Ko pa sem po naključju tisto poletje na Carnegieju pristal pri mentorju, ki se je ukvarjal z analizo omrežij, me je to pričelo zanimati."

Med drugim je kot prejemnik Microsoftove raziskovalne štipendije analiziral omrežje pogovorov preko Microsoft Instant Messengerja. "Stvari, ki jih delaš, morajo ponuditi nekaj boljšega, hitrejšega. Mene ob tem zanima še, ali lahko ta napredna in zapletena računalniška in matematična orodja koristno uporabim za neke trditve. Tako denimo trdim, da z

V Ameriki je sistem tak, da se neprestano tekmuje. A ta tekmovalnost je pozitivna, saj je Amerika prevelika, da bi lahko prišel v ospredje tako, da bi ostale dol tiščal

analizo omrežij postaja računalništvo prvič znanost, saj z njo gradi most med inženirstvom in znanostjo, razvija napredna orodja, nato pa jih tudi aplicira in v tem je njegov prispevek k znanosti. Naše analize so do neke mere plitke, ker ne delamo takšne sinteze, kot so jo sposobni narediti človeški možgani. A človek lahko na dan prebere pet člankov in jih razume, mi pa jih lahko milijon analiziramo. Naše analize gredo v širino. Človek pa lahko vstopi nato s svojim intelektom. Z analizo omrežij lahko analiziramo obnašanje milijonov ljudi hkrati. Pred tednom je o naših izsledkih pisal New York Times: analizirali smo milijon časopisnih člankov in blogov na dan za obdobje pol leta, skupaj 180 milijonov člankov. Zanimalo nas je, o čem mediji pišejo, kakšna je dinamika medijskega prostora, kakšna vloga med blogi in tradicionalnimi mediji, kot je npr. časopis Večer. To dinamiko računalnikarji pretvorimo v številke, v znanstveni poskus, in vidimo, da je zelo zanimiva dinamika med tradicionalnimi mediji in blogi. Pokazalo se je, da ko se kak dogodek zgodi, se najprej odzovejo profesionalni blogi, kakšnih deset ur pozneje množični mediji, kot so radio in televizija ter tiskovne agencije, časopisi pa na koncu okužijo preostanek populacije. Zanimiva pa je ugotovitev, da množični mediji novice zelo hitro zgrabijo, a jih tudi hitro pozabijo, imajo

kratko okno pozornosti, na blogih pa se o temah dlje diskutira. Raziskovalci smo prišli do spoznaja, da je prisotno zanimivo pretakanje informacij z enega tipa medija na drugega, tretjega... Zdaj ko smo to naredili in je New York Times naše izsledke objavil, se je na nas že obrnil izvršni direktor Associated Pressa, pa tudi BBC in nemški Der Spiegel je o tem pisal."

#### Teorija malega sveta

Računalniška analiza podatkov je torej sestavni del drugih znanosti. In ker dr. Leskovec sodeluje največ s sociologi, razloži povezanost s to vedo, ki "pozna veliko opisnih teorij, ki pa niso zelo eksaktne. Ker imamo danes toliko podatkov, lahko posamezno teorijo testiramo na milijonih ljudi. Z računalniki in podatki, ki so dostopni, lahko veliko teorij analitično izmerimo in rečemo, katera teorija zmagala. To znamo narediti na vzorcu sto milijonov ljudi. Zakaj lahko to danes delamo, pa prej nismo mogli? Zaradi interneta. Splet, ki je bil na začetku mišljen kot nekakšna digitalna knjižnica, je vnesel v računalništvo revolucijo. V zadnjih letih se je izkazalo, da lahko vsak uporabnik prispeva vsebino. Naenkrat to ni več zgolj statična knjižnica, ampak dinamično okolje. Blogi so tak primer ali komentarji pod časopisnimi članki. To je vsebina, ki jo generirajo navadni ljudje, in računalniške aplikacije, kot so blogi, spletna trgovine, socialna omrežja,



postajajo bolj in bolj refleksija, nekakšen posnetek naših vsakdanjih socialnih aktivnosti. Že midva, ko sva se dogovarjala za današnji pogovor, sva si izmenjala nekaj sporočil. Vse to je nekje zabeleženo. Enostavno je beležiti vse, kar se dogaja na računalnikih. Digitalne sledi teh dogajanj imamo. Ker imamo milijone uporabnikov, lahko analiziramo družbo na izbranem nivoju: ko smo uporabili za analizo Microsoftov Messenger, smo zajeli 240 milijonov ljudi in milijardo pogovorov na dan. Zanimalo nas je, kako svet komunicira, kako komunicirajo ženske, kako moški... To smo delali leta 2006 in 2007 in ugotovili, da se na dan v povprečju pogovarja 70 milijonov ljudi, kar pomeni več kot milijardo pogovorov. Največ uporabnikov imajo ZDA in pogovori med dekletimi in fanti so se izkazali v povprečju daljši kot pogovori med ljudmi istega spola.

Kakšne strategije uporabljajo ljudje, da najdejo poti po tem omrežju, nas je zanimalo in v tej raziskavi se nam je potrdila sociološka teorija malega sveta, da poljubna dva Zemljana loči zelo malo poznanstev in da je v verigi od ene do druge osebe zelo malo posrednikov. Sociologa Stanley Milgram in Jeffrey Travers s Harvarda sta v šestdesetih naredila eksperiment: 296 kmetom v Nebraski sta poslala pismo, v katerem sta jim napisala, naj poskrbijo, da bo pismo doseglo

borznega posrednika v Bostonu. Vse, kar morajo narediti, je, da pismo posredujejo komu od svojih prijateljev, on ga spet svojemu in pismo naj bi prišlo do zelenega naslovnika. Deset odstotkov teh pisem je prišlo do borznih posrednikov in povprečno šest skokov so potrebovala. Od tod fraza šest stopenj ločenosti in dokaz, da je svet zelo majhen. Dve posledici tega poskusa sta: prva je, da je svet majhen, druga, ki je še bolj zanimiva, pa je, da smo ljudje takšne kratke poti sposobni najti. Vzemimo, da želite priti do papeža; zanesljivo boste najprej poiskali nekoga, ki pozna koga v Italiji, ki bi lahko prišel do papeža. Tudi če ne poznate takih prijateljev oziroma celega socialnega omrežja, imate občutek, kdo je pravi naslov.

#### Kaj pa naša zasebnost

Ker je bila dinamika velikih socialnih omrežij tema Juretove doktorske disertacije, v kateri je iskal med drugim odgovor na vprašanje, kako v socialnem omrežju z osebnimi priporočili vzbuditi zanimanje za posamezen izdelek, pomislimo, da kot raziskovalec preko naših klikov vdira v našo zasebnost. Tudi Facebook menda ne bi bil vreden nekaj milijard dolarjev, če ne bi posedoval največje zbirke osebnih podatkov. Nas zanima, kako je s tem. "Zelo pazljivi smo glede tega v različnih ozirih: v prvem skušamo podatke anonimizirati, tako da vsebujejo čim manj stvari, s

## Na Inštitutu Jožefa Stefana raziskujejo za New York Times

O tem, da dr. Jure Leskovec surfa po spletu, bloga..., ne dvomimo. Ali bere časopise v tiskani izdaji, pa ga vprašamo, verujoč, da bo odgovor ne. A ni: "Seveda berem tudi časopis, papir je papir. Kupujem Economist."

Jure Leskovec je na IJS vključen v skupino, ki dela za New York Times (NYT). Slovenski raziskovalci vedo vse o njegovih uporabnikih, vse klike, ogleda, članke segmentirajo in skušajo ugotoviti, komu pokazati katere oglase, da bo imel na koncu NYT več denarja. Uspelo mu je že zvišati prihodke pri on-line izdaji in navdušeni so nad tem slovenskim znanjem.

In ko smo že pri časopisu, nasproti nas pa sedi vrhunski strokovnjak za računalništvo, nas zanima, kako bi rešil problem oglaševanja na

Večerovi spletni strani. Z drugimi besedami, kako bi si lahko tradicionalni tiskani medij v bližnji prihodnosti odrezal večji kos kolača pri oglasih na svoji spletni izdaji? "Tradicionalno oglaševanje je zelo slepo oglaševanje, saj pride vsak oglas do vseh bralcev. Na internetu pa se ve, kdo je oseba na drugi strani. Ko iščete kaj na Googlu, vam ta pokaže oglase, ki so relevantni glede na vaše iskanje. Vaš časopis pa bi svojemu bralcu na spletu odpiral oglase glede na tematiko članka, ki ga bere. Ali glede na njegovo starost, tudi glede na to, kaj je bral včeraj, predvčerajšnjim... Na internetu lahko vsakemu pokažemo drug oglas in s tem je neprimerno večja učinkovitost oglasa. Zakaj gre Googlu dobro? Ker imajo te postopke za prikaz oglasov dobro izdelane." ■

Da bom plačo na Stanfordu dobival le za devet mesecev v letu, me ni presenetilo. Tako je povsod in profesorji si to želimo, ker lahko gremo poleti delat v industrijo

katerimi bi bilo možno posameznika identificirati. Zelo pazimo, kako so računalniki zaščiteni, in analize, ki jih delamo, so take, da ne razkrivajo identitete, ampak izračunamo povprečne vrednosti več sto milijonov uporabnikov."

Pa sogovornik res verjame, da niso zelo dejavne skupine znanstvenikov, ki skušajo vdirati v našo zasebnost in so za to dobro plačane? Če nočeš biti "pazljiv", najbrž lahko prideš do vseh mogočih podatkov. "Ne vem, ali bi tem ljudem rekel znanstveniki, lahko so to teroristi, Cia, vohunske agencije. Seveda se vse, kar se dogaja na internetu, nekam zapisuje. Zdaj je samo vprašanje, ali to identiteto nosimo s seboj z enega računalnika na drugega. Google ve tako rekoč vse o nas, od vseh iskanj do elektronske pošte, klikov... Zasebnost uporabnikov se mi zdi pomembna, toda ker je napredek računalništva tako hiter, standardov še ni in se z vsakim dnem oblikujejo novi.

Druga stvar pri zasebnosti pa je, koliko nam je v resnici sploh pomembna, v smislu, da smo vsi glede tega pazljivi. V ZDA denimo so firme, ki ponujajo mobilni telefon, kličeš lahko, kolikor želiš, edini pogoj je, da sprejmeš geografsko sledljivost, in vsakih pet minut se ti mobilni telefon vključi ter tri sekunde registrira dogajanje v prostoru okoli tebe. Ljudje se tepejo za tak model mobilnega telefona, vedoč, da je interes tega podjetja ugotoviti, kaj počnejo in kje so." ■



Jure Leskovec (Sašo Bizjak)