

Prirodzený život sa skončil

Pavel Petrovič

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava
ppetrovic@acm.org

Abstrakt

Prirodzený život je život, ktorý vznikol v prírode samovoľne, alebo zásahom nám neznámych nadprirodzených síl. Syntetický alebo umelý život je život, ktorý vytvoril človek. V príspevku opisujeme systém, ktorý využitím princípov a metód umelého života zasahuje do života prirodzeného. Výsledným efektom je porušenie prirodzeného výberu, ktorý je základom prirodzeného života. Možno teda tvrdiť, že došlo k preniknutiu umelého života do života prirodzeného a pravý a pôvodný prirodzený život prestal existovať (skončil). Okrem filozofického kontextu článok podrobne vysvetľuje algoritmus použitý v aplikácii evolučného algoritmu na párovanie študentov zahraničného výmenného študijného programu Erasmus s domorodými študentmi a teoretické pozadie tohto problému. Systém je úspešne v prevádzke desať rokov na univerzitách v Trondheime a v Bergen, doteraz sa ho zúčastnili tisíce študentov a výsledky doposiaľ neboli publikované.

1 Úvod

Človek si od nepamäti kládol otázky o zmysle života, čo je to život a ako a prečo život vznikol. Dodnes sa mu na tieto otázky uspokojivo odpovedať nepodarilo. Ak by sme za prirodzenú formu existencie hmoty považovali hmotu neživú, všetko živé by sme mohli považovať za nadprirodzené. Na druhej strane, človek dodnes nepochopil ani to, ako a prečo vznikol vesmír a preto dnes konzervatívna väčšina ľudstva považuje za nadprirodzené úplne všetko. To pochopiteľne dáva priestor samozvaným, pozvaným, či vyslaným jedincom prichádzať s vysvetleniami, ktoré sú priveľmi zjednodušujúce a ich účelom nie je hľadať skutočné odpovede na nastolené otázky, ale využiť neprítomnosť odpovedí na tieto páľčivé otázky na nejaký iný účel. Konkrétne ide o nastolenie a udržiavanie poriadku a moci, presadenie morálnych princípov a zásad, inštalovanie určitého rebríčka hodnôt, slušného správania, či hygieny. Vzhľadom na to, že iné metódy zabezpečenia týchto nepochybne dôležitých a možno povedať nevyhnutných cieľov sa doposiaľ tak dobre neosvedčili,

prípadne po niekoľkých desaťročiach zlyhali vďaka svojej prílišnej neskromnosti, sú náboženstvá dodnes považované za akceptovanú autoritu poskytujúcu odpovede na nastolené otázky a v mnohých prípadoch za jedínú takúto autoritu. Odklon od svojich demagogických doktrín autorita náboženstiev násilím potláča, aktívne proti nemu bojuje a kriminalizuje ho. Vedná oblasť, ktorá by mohla a mala hľadať odpovede na nastolené otázky (teológia) je však tiež celkom v okovách moci náboženstiev a preto zlyháva v poskytovaní objektívneho a vedecky korektného interpretovania a zužuje svoj priestor skúmania na situáciu po prijatí svojich hypotetických axiém o ktorých nie je ochotná polemizovať. Ani dnešné postavenie filozofie nie je dostatočné na to, aby mohla byť považovaná za možného seriózneho náhradníka pri poskytovaní odpovedí na nastolené otázky, často aj jej vlastnou vinou. Legitímna je však aj otázka, či človek dostatočne prijateľné odpovede na nastolené otázky vôbec môže nájsť. Ani na túto otázku však dnes nikto odpoveď nepozná. Preto považujeme za korektné, zdržať sa toho, aby sme rozličné hypotézy, vrátane tých, ktoré stanovujú náboženstvá, preberali vo forme axiém. Za prijateľné považujeme iba ich hypotetickú existenciu. A keďže nevieme, či na nastolené otázky človek odpovede nájsť môže, považujeme za nezmyselné stanovovať alebo pokúšať sa formulovať definície alebo poučky o tom, čo život je, resp. nie je. Zmysluplným je hľadať čiastkové odpovede, ktoré platia väčšinou. Na druhej strane, aktívni presadzovatelia negovania axiém stanovovaných náboženstvami, ateisti, prekračujú mieru korektnosti rovnakým spôsobom. Zodpovedný a vedecky korektný postup môže samozrejme platnosť náboženských axiém spochybňovať, dostupnými poznatkami ho však aspoň zatiaľ nemôže dostatočne uspokojivo falzifikovať. Pokusy o označenie vedecky objektívneho a systematického skúmania stanovených otázok za ateistický, ktoré často realizuje napr. známy evolučný biológ Richard Dawkins [1], označovaný aj za militantného ateistu, nás od podstaty odpovedí skôr vzdľaľuje. V nasledujúcich statiach tohto diskusného príspevku sa teda pokúsime hľadať takéto čiastkové odpovede a ukážeme si, že neexistuje reálny rozdiel

medzi prirodzeným a umelým životom, napriek tomu, že prirodzený život už skončil. Opíšeme situáciu študentov, ktorí sa zúčastňujú niekoľkomesačnej študentskej mobility v iných krajinách a systém, ktorý sme pre nich vyvinuli. Ukážeme ako tento systém zasiahol do prirodzeného života využitím princípov umelého života a podrobne vysvetlíme použitý algoritmus i teoretické pozadie problému. V závere prediskutujeme ďalšie možné smery vývoja.

2 Život

Hoci nemožno dostatočne úplne odpovedať na otázku *čo je život*, môžeme sa pokúsiť hľadať čiastkové odpovede na základe doterajšej skúsenosti podložené pozorovaním. Hoci sú tieto úvahy pomerne známe, myslíme si, že ich uvedenie v poradí významnosti, ktoré považujeme za logické a zmysluplné je vždy prínosom. Za najkľúčovejšiu vlastnosť živých systémov považujeme *schopnosť adaptácie a plasticity*. Táto vlastnosť znamená, že entita, ktorú považujeme za živú, dokáže v čase meniť svoje vlastnosti ako reakciu na zmenu podmienok. Táto zmena môže byť úspešná, alebo neúspešná – podľa toho existencia entity zotrúva alebo zaniká. Ak uvažujeme život, ktorý existuje v dnešnej podobe, čiže ten existujúci a nie ten zaniknutý, je pochopiteľné, že jeho vlastnosťou je schopnosť meniť svoje vlastnosti úspešne, avšak ani tento život nestratil schopnosť meniť svoje vlastnosti aj neúspešne, preto za základnú možno považovať iba schopnosť svoje vlastnosti meniť. Dokonca aj formuláciu o reakcii na zmenu podmienok musíme vylúčiť, keďže život má schopnosť meniť svoje vlastnosti samovoľne. Inými slovami, úspešná adaptácia na zmenu prostredia je len dôsledkom všeobecnej schopnosti života meniť svoje vlastnosti tak, aby dostatočne pokryl prehľadávací priestor vlastností svojej existencie. Za ďalší dôležitý systém previazaných vlastností považujeme *priestorovú a časovú ohraničenosť jedinca a jeho členstvo v populácii*. Doteraz nepoznáme život v inej forme ako vo forme populácie jedincov. Jediniec je základnou jednotkou života, v nejakom čase vzniká, v nejakom čase zaniká a je súčasťou populácie mnohých jedincov rovnakého druhu, s ktorými zdieľa väčšinu svojich vlastností. Preto aj o plasticite jedinca hovoríme z dvoch hľadísk: z hľadiska plasticity jedinca, keď ku zmenám a prispôbovaniu dochádza počas jeho života a z hľadiska plasticity druhu, keď sa menia spoločné vlastnosti jedincov združených v jednom druhu. Na prvý pohľad bezvýznamná priestorová ohraničenosť jedinca je však nevyhnutnou podmienkou pre diferenciáciu v rámci jedného druhu, ktorá je následne nevyhnutnou podmienkou schopnosti prehľadávať priestor vlastností svojej existencie. Ak by druh nebol rozdelený na priestorovo oddelené jedince, mal by jeden súbor vlastností a sám by sa stal jedincom,

jeho schopnosť prehľadávať priestor vlastnej existencie by sa redukovala z paralelného prehľadávania na jediný bod, stala sa menej efektívna a tak znížila pravdepodobnosť úspešnej adaptácie. Časová ohraničenosť jedinca vyplýva z jeho obmedzenosti prispôbovať sa zmenám vo veľkom rozsahu – plasticita jedinca je obmedzená, keďže väčšie zmeny by boli energeticky alebo technicky priveľmi komplikované. Rozsiahlejšie zmeny druhu je preto možné dosiahnuť iba pri časovej ohraničenosti jedinca (informatici to poznajú aj zo životného cyklu informačného systému – každý softvér podliehajúci zmenám špecifikácie sa raz dostáva do štádia, keď jediným možným spôsobom pokračovania vývoja je prepísanie celého programu od začiatku). Priestorová ohraničenosť jedinca súvisí s *existenciou tela jedinca*, teda hovoríme, že živé jedince majú svoje telo, ktoré vymedzuje ich existenciu v priestore. Vzhľadom na schopnosť jedinca adaptovať sa je nevyhnutná schopnosť živých organizmov *výmieniť si látky a energiu s okolím*. V opačnom prípade by boli možné iba zmeny znižujúce energetický potenciál jedinca, čo by malo za následok drastické zníženie jeho schopnosti prehľadávania vlastností svojej existencie. V známych živých systémoch sa táto schopnosť realizuje formou metabolizmu, dýchania, a jeho organického chemického zloženia, avšak všeobecnú existenciu týchto vlastností je ťažké zdôvodniť. Z časovej ohraničenosti jedinca nevyhnutne vyplýva schopnosť vytvárania nových jedincov, čiže ich *rozmnožovanie*. Diferenciácia jedincov v rámci druhu ďalej naznačuje potrebu kódovania vlastností jedincov. Takúto zakódovanú informáciu označujeme *genetická informácia* a považujeme ju za základnú vlastnosť živých systémov. Ak by schopnosť kódovania vlastností jedinec nemal, súbor jeho vlastností by počas jeho existencie podliehal priveľkým zmenám. Dôležitejším argumentom pre existenciu genetickej informácie však zrejme bude komplexnosť procesov potrebných pre konštruovanie funkčných častí nového jedinca. Bez možnosti efektívne zakódovať stavebný proces organel, orgánov, či celkových vlastností jedinca by nebolo možné dosiahnuť, aby mal novokonštruovaný jedinec rovnaký alebo veľmi podobný súbor vlastností, mnohé z nich sú nevyhnutnými pre jeho existenciu. Vzhľadom na nutnosť prísunu látok a energie z prostredia, existenciu tela a rozmnožovanie jedincov je nevyhnutné, aby živé entity mali schopnosť nejakej formy aktívneho alebo pasívneho *pohybu* v prostredí.

V známych systémoch živých bytostí pozorujeme dualitu *symbiôzy a agresivity*. Na jednej strane sa živé systémy javia existovať vo vzájomnej symbióze založenej na spolupráci, vzájomnom efektívnom využívaní zdrojov, a scenároch typu win-win, kde sú dôsledne vyčerpané a do životného cyklu zapojené všetky prvky životného prostredia organizmov. Na druhej strane možno

pozorovať agresivitu, čiže presadzovanie samého seba hrubou silou. Tieto fenomény sú vo vzájomnej rovnováhe a ich nevyhnutnosť vyplýva z povahy prehládavania priestoru vlastností existencie jedincov v danom druhu. Príveľmi agresívny jedinec vyhubí celé svoje prostredie na ktorom je závislý, naopak, primálo agresívny jedinec nie je schopný ochrániť svoju existenciu pred agresívnymi jedincami, ktorí nutne počas prehládavania priestoru vlastností vznikajú a nie je schopný preniknúť do nových oblastí, v prípade, že si to zmena podmienok vyžaduje.

Všetky doposiaľ známe živé systémy (v tu uvedenom význame) sú vzájomnými príbuznými, majú spoločnú genetickú informáciu a spôsob jej kódovania, ich telo je zložené z látok založených na rovnakom chemickom princípe. Doteraz teda poznáme iba jednu jedinú formu života, život je doteraz *jedinečný*.

Vychádzajúc z jedinečnosti života sa možno pokúsiť stanoviť hranicu medzi živým a neživým svetom – to, čo je založené na organických princípoch a disponuje DNA príp. RNA môže byť živé, všetko ostatné je neživé. Existuje nám dobre známa hypotéza, že život nie je jedinečný a môže existovať aj v inej forme. Za živý by sme napríklad mohli chcieť považovať celý vesmír, alebo jednotlivé galaxie, ktoré v ňom existujú a navzájom interagujú, Niektoré človekom vytvorené systémy sú schopné adaptácie – napríklad isté druhy počítačových vírusov [2]. Z hľadiska ich fyzikálnej podstaty možno hovoriť i o priestorovej vymedzenosti (zberajú určitý počet bajtov), avšak otázne je to s ich časovou vymedzenosťou a príslušnosťou k populácii. Na svoju činnosť spotrebávajú energiu, spracovávajú informácie zo svojho okolia, rozmnožujú sa, existujú v symbióze s operačným systémom a súčasne sú agresívne. Hlavnými príčinami, prečo ich nemožno považovať za živé, je podľa nás ich genetická informácia, ktorá slúži na maskovanie vírusov pred ich objavením a nie na ich neohraničenú adaptáciu s otvoreným koncom. Práve neuzavretosť systému z hľadiska evolúcie a adaptácie, čiže systém s otvoreným koncom považujeme za ďalšiu kľúčovú vlastnosť živých systémov. Ak systém podlieha adaptácii a evolúcii s otvoreným koncom, nie je možné dopredu povedať kde sú hranice tohto systému, čo všetko z neho môže vzniknúť. Postupným vývojom z neho môže vzniknúť čokoľvek, napríklad žirafa. Toto nie je vlastnosť mutujúcich počítačových vírusov a preto uzatvárame, že doposiaľ neexistuje iná, ako nám známa a jedinečná forma organického života.

3 Umelý život

Z uvedeného však nevyplýva, že inú formu života nie je možné zostrojiť. Akúkoľvek formu života, vrátane organickej, ktorá nevznikla prirodzeným evolučným

spôsobom [3], ale naopak bola navrhnutá a implementovaná človekom, považujeme za život syntetický, alebo umelý. Za prirodzený život teda považujeme iba taký, ktorý s umelým životom neprišiel do priameho kontaktu, jeho smerovanie nebolo syntetickým životom ovplyvnené. Za priamy kontakt však nepovažujeme prijímanie syntetickej potravy, prípadne použitie syntetických prostriedkov na regulovanie prirodzeného života (od umelých hnojív po zbrane hromadného ničenia). Máme na mysli interakciu genetickej informácie prirodzeného života s genetickou informáciou života umelého. Pojem umelý život zavedený Christopherom Langtonom v 80-tych rokoch označuje širšiu vednú disciplínu zahŕňajúcu rozličné systémy, procesy, metódy a fenomény týkajúce sa života ako takého a zvlášť jeho simulácií prostredníctvom počítača. Medzi typické štúdie v oblasti umelého života patrí štúdia čilských vedcov Humberta Maturanu a Francisca Varela, ktorí zaviedli termín autopoiesis [4], čiže doslovne seba-vytváranie, čiže schopnosť jedinca vytvoriť samého seba, jedna z kľúčových vlastností živého systému. Predmetom ich štúdia bolo hľadanie minimálnej množiny vlastností a podmienok nevyhnutných na existenciu života, vytvorenie minimalistickej simulácie v ktorej dochádza k syntéze priestorovo ohraničených jedincov z látok prítomných v prostredí. Ich experiment úzko súvisí s problémom pôvodného vzniku prvotného života – otázkou za akých okolností mohol vzniknúť prvý život, biogenéza.

4 Študentská mobilita

Výmenný program pre študentov Erasmus bol v Európskej únii založený už v roku 1987, neskôr bol začlenený do programu Socrates, potom do programu Socrates II a od roku 2007 je súčasťou programu Lifelong Learning. Doteraz sa ho zúčastnilo viac ako 2.2 milióna študentov a ročne sa do tohto programu s rozpočtom 450 miliónov Eur zapája okolo 200 tisíc študentov. Účelom je zabezpečenie mobility študentov európskych univerzít. Mobilita študentov prispieva k zintenzívneniu transferu poznatkov, metód, myšlienok, spôsobov organizácie štúdia medzi krajinami, napomáha zvyšovať a motivuje jazykovú prípravu študentov, ktorá je nesmierne potrebná v neskoršej praxi, je prvotnou platformou pre vytváranie medzinárodných kontaktov, napomáha vzájomnému porozumeniu a zlepšuje vyhliadky pre medzinárodnú spoluprácu, ktorá je v kontinentálnej Európe nevyhnutnosťou, ak si chce zachovať a zlepšovať svoju konkurencieschopnosť. Študenti, ktorí sa do programu zapoja, strávia minimálne 3 mesiace na partnerskej vysokej škole v inej krajine. Nórsko je napriek vysokej úrovni cien veľmi populárnou cieľovou krajinou a preto sa na veľkých univerzitách každý semester programu

zúčastňuje niekoľko stoviek študentov (okolo 600). Jedným z hlavných cieľov programu je, aby študenti získali skúsenosti s odlišnou formou organizácie štúdia, spoločnosti, krajiny a myslenia ľudí vôbec. Preto je vyslovene žiaduce, aby prichádzali do kontaktu nielen s kolegami, ktorí prišli na študijný pobyt z iných krajín, ale predovšetkým s domácimi študentmi, spoznávali ich spôsob práce, myslenia, zvyky, dobré i zlé stránky života. Jednou z prekážok je odlišný charakter ich životného štýlu a záujmov. Hostujúci študenti sa snažia za krátky čas spoznať a zažiť čo najviac, spravidla prichádzajú na miesto štúdia skôr ako domáci študenti, zoznamujú sa s množstvom kolegov, ktorí sú v rovnakej situácii, nachádzajú si dobrých priateľov medzi ostatnými hostujúcimi študentmi. Typický študent, ktorý sa zúčastnil programu Erasmus v Nórsku, sa pravdepodobne zoznámil s desiatkami zahraničných študentov a našiel si medzi nimi dobrých priateľov, ale nezoznámil sa ani s jedným nórskeým študentom a ak áno, tak sa s ním stretol len ojedinele. Tento paradox je ale v príkrom rozpore s cieľmi programu Erasmus. Uvedomoval si to tak autor ako i študentské organizácie podporujúce záujmy zahraničných študentov: Medzinárodná Unia Študentov (ISU), Erasmus Student Network (ESN) ale aj oddelenie zahraničných vzťahov Nórskej univerzity vedy a techniky (NTNU). Na základe predchádzajúcej skúsenosti zo semestrálnych pobytov v USA a v Dánsku pripravil a zorganizoval na jeseň 2002 na NTNU Buddy Program, ktorý síce nie je úplným riešením, ale iba jedným z viacerých pilierov úsilia o väčšiu integráciu zahraničných študentov do študentskej komunity. Program sa na NTNU odvtedy stále organizuje a doposiaľ sa doň zapojili tisíce študentov. Navyiac, v roku 2008 autora oslovili študenti z Univerzity v Bergen, aby bol projekt adoptovaný aj pre toto mesto. Buddy Bergen sa taktiež úspešne organizuje doposiaľ a zapájajú sa do neho stovky študentov ročne.

6 Buddy program

V tejto stati vysvetlíme pozadie a motiváciu vzniku Buddy programu, opíšeme mechanizmus jeho fungovania a formulujeme ho ako informatickú úlohu.

6.1 Pozadie a motivácia

Cieľom Buddy programu je zlepšenie integrácie zahraničných študentov do akademického a spoločenského života. Je určený pre účastníkov programu Erasmus, ale nie len pre nich. Vzhľadom na veľkorysú programy nórskej vlády i globalizačné tendencie – príkladom je viac ako 30 programov typu international master's programme na NTNU, je celkový počet zahraničných študentov na NTNU spravidla viac ako

dvojnásobný v porovnaní s počtom hostujúcich študentov programu Erasmus: celkový počet zahraničných študentov na NTNU v roku 2010 bol podľa [6] 1710, celkový počet študentov z Európy podľa [5] bol okolo 900. Tieto počty neustále rastú – celkový počet zahraničných študentov na NTNU sa len medzi rokmi 2008 a 2012 zmenil z 1536 na 1972 [6]. Buddy program je teda zameraný na všetkých zahraničných študentov, nielen program Erasmus. Navyiac, podľa strategického dokumentu *Internajsonal handlingsplan for NTNU 2011-2014* [5] sa má 40% nórskeých študentov počas svojho štúdia zúčastniť aspoň jednosemestrálnej zahraničnej mobility (aktuálny stav je 20-25%). Takíto študenti pripravujúci sa na svoj zahraničný pobyt majú záujem spoznať zahraničných študentov na svojej univerzite, konverzovať v jazyku cieľovej krajiny a predbežne sa zoznamovať s jej kultúrou. Sekundárnym cieľom Buddy programu je teda prispievať k internacionalizácii domácich študentov a umožniť im profitovať z rozsiahlej mobility zahraničných študentov na ich hosťovskej univerzite. Čísla naznačujú, že nejde o nejaký marginálny a podružný problém, ale významný aspekt vzdelávacieho priemyslu, cez ktorý ročne pretečie obrovské množstvo zdrojov.

6.2 Mechanizmus

NTNU Buddy program (a neskôr podobne aj Buddy Bergen) je kompletne realizovaný prostredníctvom moderných digitálnych technológií. Informácie o zahraničných študentoch získava oddelenie zahraničných vzťahov NTNU cez Internet a zaraďuje ich do svojej internej databázy. Zoznam mailových adries je sprístupnený organizáciám zastrešujúcim záujmy zahraničných študentov (ISU, ESN), ktoré vyzývajú zahraničných študentov, aby v prípade záujmu vyplnili prihlášku do Buddy programu (www.buddy.ntnu.no, alebo buddybergen.com). Domáci študenti sa o programe dozvedia z univerzitného intranetu a študentských organizácií, ktorých sú členmi, oddelenie zahraničných vzťahov poskytne zoznam e-mailových adries študentov NTNU, ktorí sa zúčastnili alebo plánujú zúčastniť zahraničnej mobility a teda sú vhodnými kandidátmi na „buddies“. Domáci študenti vyplnia analogickú prihlášku. Študenti v prihláške okrem študijného smeru, časti kampusu kde sú ubytovaní, pohlavia a ročníka štúdia špecifikujú aj oblasti svojich záujmov – väčšinou formou kľúčových slov (pozri nižšie pre rozličné verzie implementované v rozličných rokoch). Po zozbieraní prihlášok sa realizuje priradenie domácich študentov k zahraničným (spravidla 1 k 1, i keď v niektorých rokoch sa použili i verzie 2 na 1 alebo 3 na 1 – podľa počtu prihlásených študentov). Ide teda o nájdenie vyhovujúcej niekedy aj 300 prvkovej permutácie

študentov. Cieľom je maximalizácia spokojnosti, t.j. nájdenie takej permutácie v ktorej súčet jednotlivých spokojností študentov je maximálny. Počet domácich a zahraničných študentov nikdy nie je presne rovnaký, zvyšujúci študenti majú potom šancu v druhom kole, ktoré prebieha na základe ručného výberu registrujúcich sa účastníkov výberom zo zoznamu anonymných profilov.



Obr. 1. Buddy Bergen – zhora nadol: medzinárodný kvíz, ľudové tance, korčuľovanie (zdroj: www.buddybergen.com).

Tento spôsob sa však v prvom kole nerealizuje, keďže by priveľmi znevýhodňoval študentov z menej populárnych cieľových krajín. Po priradení dvojíc študentov sa im automaticky pošle e-mail s kontaktnými údajmi ich „buddyho“ alebo host’a, sú pozvaní na uvítací večierok a v priebehu semestra na niekoľko ďalších spoločných podujatí. Z úvodného e-mailu zasielaného zahraničnému študentovi programu Buddy Bergen citujeme: „*The idea is for you to meet about once a week in a period of six weeks (besides this, you are of course free to meet as often as you'd like!). Go for a coffee, cook together or make yourself a "matpakke" (ask your Buddy what that is) and go for a traditional Norwegian Sunday-hike!*“ Príklad aktivít pripravených skupinou dobrovoľných organizátorov (tiež študentov) programu Buddy Bergen v jarnom semestri 2012: International quiz, Movie night, Game night, Inclusion workshop, Dodgeball tournament, Mountain hike – jedna aktivita týždenne, kam sú pozvaní všetci účastníci programu, obrázok 1. Organizátori majú počas programu k dispozícii rozličné funkcie v administrátorskom menu systému, pomocou ktorých koordinujú a konfigurujú celý chod programu, obrázok 2.

Rede Kors
ungdom Bergen Buddy Programme - Admin

. BUDDY HOWTO (manual)

- Send mail to buddies
- Send mail to guests
- Send mail to paired buddies and guests
 - Merge keywords
- Enter the automatically generated assignment (1st round) - **!!Be careful!!**
 - View the assignment
 - Launch the first round - very careful!!!
- Assign buddy and guest manually (2nd round cases) (see list of free guests or buddies)
 - list of all guests; list of all buddies
- Assign already occupied buddy and guest manually (special 2nd round cases)
 - Release a couple buddy and guest manually (failed 1st round cases)
 - Remove buddy or guest from database.
 - Answers to the questionnaire
 - Configuration options
 - Special query (careful)
 - Count specific number of registrations
 - Posters
 - Buddy homepage

note: you can click on the menu items marked "careful", but please do not submit the forms unless you know what you are doing.

Obr. 2. Buddy Bergen – administrátorské menu.

6.3 Formálna formulácia problému

Každý študent je opísaný n -ticou diskretných atribútov, ktoré sú uložené v tabuľke databázy. Hľadáme permutáciu množiny zahraničných študentov, podľa ktorej ich priradíme k usporiadanej množine domácich študentov. Spokojnosť každej dvojice vypočítame na základe váhovanej zhody hodnôt jednotlivých atribútov. Konkrétne priradenie hodnôt je konfigurovateľné, typické nastavenie je nasledujúce: zhoda želaného štátu, resp. jazyka = 10 bodov, zhoda želaného pohlavia = 3 body, zhoda študijného programu = 3 body, zhoda miesta štúdia = 5 bodov, každá zhoda špecifikovaného záujmu so želaným = 1 bod (max. 10)). Vo väčšine semestrov si študenti mali možnosť určiť vlastné nastavenie váh jednotlivých kritérií. Cieľom algoritmu je nájsť takú

permutáciu, pre ktorú je súčet spokojností vytvorených dvojíc maximálny.

7 Problém maximálneho párovania

Vzhľadom na veľkosť hľadanej permutácie (niekedy až 300 študentov) je počet možných riešení priveľký – viac ako odhadovaný počet atómov v pozorovateľnom vesmíre ($300! \gg 10^{80}$). Napriek tomu na riešenie podobnej úlohy existuje polynomiálny algoritmus, ktorý v nasledujúcom pripomenieme.

V probléme maximálneho párovania v bipartitnom grafe je daných N strojov a M úloh, pričom je pre každý stroj určená množina úloh, ktoré daný stroj môže vykonávať. Hľadáme také priradenie úloh ku strojom, aby počet pracujúcich strojov bol maximálny. Efektívne riešenie vychádza z použitia tokov v grafe, Ford-Fulkersonova metóda [7]. V orientovanom grafe (matematickej štruktúre) možno hrany ohodnotiť maximálnou kapacitou. Každéj hrane potom možno priradiť aj aktuálny tok (rovný nanajvýš maximálnej kapacite hrany), ktorý určuje množstvo tekutiny, prechádzajúcej príslušnou orientovanou hranou. Musí zostať zachovaná podmienka zachovania hmoty – v každom vrchole je aktuálny súčet pritekajúcich a odtekajúcich tokov v rovnováhe.

Na nájdenie maximálneho využitia strojov vytvoríme orientovaný graf, kde vrcholy sú stroje a úlohy a hrany vedú jedným smerom, napr. zo strojov do úloh. Okrem toho pridáme dva zvláštne vrcholy - jeden štartovný, z ktorého vedú hrany do všetkých strojov a druhý cieľový, do ktorého vedú hrany zo všetkých úloh. V takto vytvorenom orientovanom grafe hľadáme maximálny tok zo štartovného do cieľového vrchola, pričom všetkým hranám priradíme maximálnu kapacitu = 1.

Maximálny tok hľadáme tak, že vytvoríme graf, kde ku každej dvojici vrcholov, ktoré boli spojené aspoň jednou hranou (v našom párovacom prípade sú vždy spojené najviac jednou hranou), vytvoríme hrany oboma smermi, pričom tieto hrany budeme ohodnocovať dvomi hodnotami - ich maximálnou kapacitou (čiže 1 alebo v protismere pôvodných hrán 0) a aktuálnym tokom, ktorý cez hranu v sieti už tečie (ten nikdy neprevýši maximálnu kapacitu hrany a na začiatku je nulový). Celkový tok v smere medzi dvoma vrcholmi (u,v) teda môže byť kladný - ak viac jednotiek tečie z u do v , alebo záporný, ak viac vody tečie opačným smerom.

Potom postupujeme podľa Ford-Fulkersonovej metódy, čiže v každej iterácii cyklu najskôr skonštruujeme zvyškový graf, potom v ňom prehľadávame do šírky nájdeme cestu zo štartového do cieľového vrchola a na tejto ceste vyhľadáme hranu s minimálnou zvyškovou kapacitou (je to vždy kapacita 1), o túto kapacitu navýšime tok vo všetkých hranách na nájdenej ceste. V okamihu, keď sa nedá nájsť ďalšia cesta zo štartu do cieľa, sme našli optimálny (maximálny) tok.

Zvyškový graf má rovnakú štruktúru ako pôvodný - čiže orientovaný graf, kde hrany vedú obojsmerne, pričom zvyškovú kapacitu hrany vypočítame ako rozdiel maximálnej kapacity v danom smere a celkového toku medzi dvoma vrcholmi z pohľadu daného smeru. Napríklad ak v 'opačnom smere' cez hranu (u,v) práve tečú 4 litre a v 'našom smere' máme hranu s maximálnou kapacitou 10 litrov, tak zvyšková kapacita hrany v 'našom smere' bude 14 litrov, lebo aktuálny tok z pohľadu 'nášho smeru' je -4 litre. V prípade párovania v bipartitnom grafe však sú všetky toky rovné len -1, 0 alebo 1

a zvyškové kapacity budú vždy iba 0 alebo 1. Zvyškové kapacity sú vždy kladné.

Zvyškový graf prehľadávame do šírky tak, že hrany, ktoré majú zvyškovú kapacitu 0, neuvažujeme, čiže si všimame iba hrany s nenulovou zvyškovou kapacitou. Začíname zo štartovného vrchola a všetky susediace vrcholy (kam vedú hrany) pridáme na bežný FIFO front, z ktorého vždy vyberieme ďalší vrchol na spracovanie, až kým do neho nevložíme cieľový vrchol. Na skonštruovanie cesty si zapamätávame predchodcov. Ak sa front vyprázdni skôr, cesta do cieľa neexistuje.

Nami definovaný problém párovania dvojíc Buddy je podobný, rozdiel je však v tom, že váha každej priradenej dvojice nie je 1, ale je určená predvypočítanou tabuľkou všetkých možných priradení jednotlivých dvojíc. Na prvý pohľad by sa ponúvalo riešenie modifikovať algoritmus tak, že namiesto kapacity hrany 1 medzi každým zahraničným a domácim študentom nastavíme tejto hrane kapacitu určenú predvypočítanou tabuľkou. Tým by sme však znehodnotili vlastnosť algoritmu, kde počítá s tokom veľkosti jedna zo zdroja do každého uzla na ľavej strane párovania. Zväčšenie tejto kapacity by však viedlo k možnému rozdeleniu toku medzi viaceré hrany, čiže narušenia vlastnosti párovania, kde každý zahraničný študent má priradeného práve jedného domáceho študenta. Naopak, všetko naznačuje, že náš problém bude aspoň NP-úplný, hoci túto hypotézu zatiaľ overiť nevieme. To ale priamo vedie k hľadaniu suboptimálneho riešenia a využitiu optimalizačných algoritmov, napríklad biologicky-inšpirovanými algoritmi umelého života.

8 Riešenie na princípe umelého života

Stabilnými a praxou overenými optimalizačnými algoritmi z oblasti Umelého života sú evolučné algoritmy. Na riešenie našej úlohy sme použili štandardný genetický algoritmus s priamou reprezentáciou, teda permutácia tvorí priamo evolvovaný genotyp. V tom prípade však nie je možné použiť štandardný operátor kríženia (napr. one-point crossover), keďže na jeho výstupe väčšinou nie je permutácia, ale literatúra poskytuje viaceré operátory vhodné pre kríženie permutácií, napr. Partial Match Crossover, PMX [8]. Podobne ako operátor mutácie nemožno použiť

štandardný jednoduchý bitový flip, ale napríklad mutáciu výmenou dvoch génov. V algoritme využívame Steady-state Genetický algoritmus s prekrývajúcimi sa populáciami a štandardný operátor selekcie fitness-proportionate selection. Inicializačný operátor generuje náhodné permutácie s uniformným náhodným rozdelením. Typické nastavenie parametrov je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Parametre evolučného algoritmu

<i>veľkosť populácie</i>	500
<i>pravdepodobnosť križenia</i>	0.12
<i>pravdepodobnosť mutácie</i>	0.05
<i>prekrytie populácie</i>	0.25
<i>počet generácií</i>	podľa veľkosti vstupu, typicky 30000

Algoritmus je implementovaný v C++ využitím knižnice GALib [10].

Tabuľka 2. Počty úspešne spárovaných dvojíc študentov v jednotlivých semestroch.

Semester	NTNU Buddy program	Buddy Bergen
Jeseň 2002	218	-
Jar 2003	94	-
Jeseň 2003	205	-
Jar 2004	55	-
Jeseň 2004	138	-
Jar 2005	85	-
Jeseň 2005	143	-
Jar 2006	56	-
Jeseň 2006	173	-
Jar 2007	35	-
Jeseň 2007	58	-
Jar 2008	141	177
Jeseň 2008	190	257
Jar 2009	112	172
Jeseň 2009	261	284
Jar 2010	-	168
Jeseň 2010	195	365
Jar 2011	130	217
Jeseň 2011	462	363
Jar 2012	164	156
<i>Spolu</i>	<i>2815 dvojíc</i>	<i>2159 dvojíc</i>

V tabuľke 2 sú uvedené počty dvojíc študentov zapojených do oboch programov v jednotlivých semestroch. Celkový počet študentov nie je presne dvojnásobný, keďže v niektorých obdobiach boli jednému domácemu študentovi priradení i viacerí zahraniční študenti. Celkový počet študentov je teda

znižený približne o 350, čiže celkový dosah programu je okolo 9500 študentov.

NTNU Buddy program bol do jesene 2010 organizovaný Medzinárodnou úniou študentov, ktorá zastupuje záujmy zahraničných študentov, pozostáva rady volenej zahraničnými študentmi v demokratických voľbách v každom semestri a skupiny dobrovoľníkov, ktorí zabezpečujú organizáciu podujatí a aktivít. Vzhľadom na semestrálny charakter zahraničných mobilit únia trpí ťažkosťami pri kontinuite a prakticky každoročne sa musí rozbiehať nanovo úplne z nuly, pri danom nastavení je zázrak, že program prežil toľko období. V roku 2012 sa organizáciu podarilo preniesť na plecيا Erasmus Student Network, ktorá je riadená prevažne angažovanými domácimi študentmi, ktorí majú podstatne lepšie zázemie, kontakty a východiská pre túto činnosť. Dramatický nárast zúčastnených študentov potom, čo organizáciu prevzala ESN možno vidieť v dolnej časti tabuľky 2. V jarných semestroch je tradične nižšia účasť, pretože veľká časť mobilit je na dva semestre a teda prísun nových zahraničných študentov v jarnom semestri je znížený.

Buddy Bergen je od začiatku organizovaný mládežníckou vetvou organizácie Červený kríž (Røde kors ungdom), ktorého členovia sú zároveň domácimi študentmi na vysokých školách v Bergen. Preto bola úspešnosť tohto programu od začiatku veľká a organizácia profesionálna. Počas jednotlivých rokov a na jednotlivých inštitúciách sa vstupné údaje účastníkov mierne líšili – v dvoch sezónach v Trondheime neboli požadované kľúčové slová o záujmoch, neskôr sa vrátili v podobe zjednodušenej špecifikácie druhov záujmu udaním číselnej hodnoty na škále večierok vs. klasická hudba a zábava vnútri vs. vonku – čo súvisí s tým, že Nórsko navštevuje množstvo ľudí orientovaných na turistiku alebo šport v prírode a takisto nadpriemerné množstvo Nórskeho študentov má o tento druh trávenia voľného času záujem, nie však všetci. V systéme Buddy Bergen sa však využíva systém kľúčových slov určujúcich záujmy nepretržite.

9 Prirodzený život skončil

Z hľadiska kognitívnych systémov sa na Buddy program môžeme dívať ako na unikátnu kombináciu umelého života a prirodzeného života. V umelom genetickom algoritme, ktorý je inšpirovaný princípmi prirodzeného života prebieha umelá evolúcia, ktorá berie do úvahy vlastnosti prirodzených jedincov. Na základe simulovaného prirodzeného výberu volí výber potenciálnych partnerov. V aplikácii je prvotným účelom samozrejme hlavne vhodnosť jedinca z hľadiska integrácie do akademického života, sekundárnym efektom však je zásah do prirodzeného výberu živých prirodzených jedincov. Z tohto hľadiska možno tvrdiť, že pôvodný mechanizmus prirodzeného výberu existujúcich

živých organizmov bol nezvratne ovplyvnený umelým životom, ktorý sa tak natrvalo stal jeho súčasťou a prirodzený život vo svojej čistej podobe zanikol.

Za účelom zhodnotenia tohto efektu sme oslovili všetkých účastníkov NTNU Buddy programu, ktorí sa ho zúčastnili do jari 2011 (resp. tých, ktorí ešte stále používali e-mailové adresy s ktorými sa registrovali do programu). Na nasledujúce otázky nám prišlo 130 odpovedí od nórskych študentov a 304 odpovedí od zahraničných študentov. Počty odpovedí na jednotlivé otázky boli nasledujúce (B označuje nórskych študentov – buddies, G označuje zahraničných študentov – guests). V každej otázke sme ponechali možnosť neodpovedať, uvádzame iba ostatné odpovede:

1. *Stretli ste sa so svojím buddy/hostom potom, čo buddy program skončil?*

Áno: 60 B, 79 G, Nie: 69 B, 218 G

2. *Stretli ste sa so svojím buddy/hostom potom, čo sa host vrátil do svojej vlasti?*

Áno: 21 B, 26 G, Nie: 106 B, 258 G

Koľkokrát?

0: 105 B, 274 G, 1: 19 B, 16 G, viackrát: 6 B, 14 G

3. *Komunikovali ste spolu aj po mobilnom programe?*

Áno: 89 B, 114 G, Nie: 41 B, 184 G

4. *Ste teraz priatelia?*

Áno: 58 B, 82 G, Nie: 64 B, 202 G

5. *Ste viac ako priatelia?*

Áno: 7 B, 15 G, Nie: 119 B, 276 G

6. *Ako by ste svoj vzťah opísali?*

Uvádzame pôvodné odpovede – len zmysluplné prípady keď špecifikovali, že sú viac ako priatelia:

B:

- *We had a relation ship but it ended after my visit*
- *facebookfriends*
- *Good friends, going to buddy's wedding this summer.*
- *I have her on facebook*
- *One of my buddies and me were somewhat dating. We are still good friends and have been staying in touch ever since he left Trondheim. I also ended up going to study abroad in the same city in Germany as one of my other buddies. That was an amazing year!Im still friends with all my buddies (I had many, over several years), and am in contact with most of them still.The buddy programme gave me friends for life:-)*

G:

- *Getting along like a candid friend regardless of nationality and age forever. :)*
- **We are together in a relationship**
- **We are very close friends**
- **We are a couple now**
- *Very helpfull Person for the Start in Trondheim, Great organizer for Parties in her flat, and today a friend*

- *My buddy hit my friend on the face and since then we stopped hanging out together. He was a strange guy and I didn't learn anything from him.*

- *Nice meetings for a coffee or a good meal*

- **We are a couple**

- *Just really good friends;*

- *We got along pretty good and were friends with benefits for some time till we ended the relationship and afterwards it was difficult to develop a usual friendship*

7. *Chcete niečo dodať?*

Uvádzame pôvodné odpovede – len zmysluplné prípady keď špecifikovali, že sú viac ako priatelia:

B:

- *it is a great program!*

- *This buddy program is one of the absolutely best things that I have ever done. I am eternaly grateful for all the good times and great friends it gave me. My studentdays would not have been the same without it, and I wish I could do it again and again, but now I started working and I guess that puts a stop to my buddy days.Thank you to all the good people who made the buddy programme possible!*

G:

- *Thank you for letting me meet him (buddy)! He thinks same as me, cause we are interested in mutual life and share a matter of common interest. Tusen takk ;)*

- *i loved that program*

- *Thanks a lot for this program, It is very helpful :)*

- *Thank you for this opportunity. Now we are really happy togheter!!!*

- *Without my body the stay in Trondheim would have been not that nice, By the way, we had sex ;)*

- *Please check out the candidates beofre you assign them to foreign students, not all of them representNorway as they should.*

- *I'm very grateful for this programm, it really made my time in Norway very special*

- *This program made my year in Norway awesome.thank you*

Na záver uvádzame zmysluplné odpovede na poslednú otázku od študentov, ktorí označili, že sú naďalej priatelia, keďže jednotlivé autentické názory podľa nás vypovedajú o význame programu najlepšie:

- *I feel I might have had more contact with my buddy if we had more in common, it seems we were matched based on our studyprogram, not our personalities. We did not have much to say to each other or much in common.*

- *The buddy program was an amazing way to get connected to Norwegians, which can sometimes be hard since they are so reserved. I am so grateful to have met to have met my buddy because she is an awesome friend.I had such a great experience with the buddy program that*

I have applied to be a "buddy" at my own university that has a similar program for international students.

- I had two buddies and I do not have any contact with my buddy from Germany. I never had after he finished his stay in Trondheim.

- I think to have a buddy is really great for foreign students since is the opportunity to know Norwegian people and try to be one more in the culture

- It was very nice to find a buddy from the country I went on exchange in. Easier to get to know each other, lots of topics to talk about.

- it is more a coincidence that we meet, as I live in Trondheim now and bump into my buddy.

- Thank you

- We were very ill matched. How did you ever think to match a language student with a student of mechanics?

- i loved that program

- My buddy got a job in Oslo upon completing his Ph.d. at NTNU

- I had two/three more buddies whom I never got to know that well, mostly because I was less involved in the program those times. We lost contact after them left Trondheim, and I probably won't see them again.

- I had a really good experience. We've stayed close friends ever since, nothing more, which is really nice. It has also been good to practice my french.

- Thanks for the nice stay in Trondheim!

- Thank you for this opportunity. Now we are really happy together!!!

- It was great. Everybody should do it. Promote it more, like making more Buddy Parties to find one!

- great programme! continue with this idea, inform more norwegian students about the buddy organisation as many of them don't know that it exists.

- Its a great program. Nice way to meet nice people and to have fun

- had a really nice buddy! now i am buddy at my university :)

- it's been a good way to get to know better norwegian culture

- The buddy program is simply great; thanks for your efforts!

- I'm glad I participated in the program.

- Thank you for organizing such a program! It is very important that foreign people have a chance to meet motivated native people.

- I love having a buddy, but this year i dind't get any..its so sad:/

- I live in Trondheim, so it did not really make sense to answer the visit homeland question.

- it was a great experience to participate in the program

- I enjoyed participating in the buddy programme, and can recommend it to others.

- All my buddies have been great people which I had a lot of fun with in Trondheim.

- Unfortunately just facebook contact at the moment, but who knows what the future will bring :)

- of course it depend on people but this program is really really useful to have a chance to meet a new good friend

- Great programme.

- This buddy program is one of the absolutely best things that I have ever done. I am eternaly grateful for all the good times and great friends it gave me. My studentdays would not have been the same without it, and I wish I could do it again and again, but now I started working and I guess that puts a stop to my buddy days. Thank you to all the good people who made the buddy programme possible! great

- I was very lucky and got an awesome buddy from Spain.

- valuable experience

- The program was a huge enrichment for me. I did learn a lot about norwegians and enjoyed the time very much. becuase of that, I joined a similare program at my home university when I came back.

- A good idea this buddy program, international students tend to stick together and it's sometimes hard to get to know Norwegian who have their own life already organized and see thousands of foreign students just passing.

- I like your work!

- I had two Norwegian buddies, I keep in contact with one of them, but no with the another one.

- it was very nice to have somebody to show me how everything is running, how to cope with the problems etc. I very appreciate it.

10 Záver

Buddy program bol pôvodne navrhnutý a implementovaný autorom za účelom zlepšenia integrácie zahraničných študentov do akademického a spoločenského života na Nórskej univerzite vedy a techniky v Trondheime a neskôr adoptovaný na Univerzite v Bergen v čase, keď autor pôsobil v rade Medzinárodnej únie študentov v Trondheime. Účastníkmi programov sú aj študenti ostatných vysokých škôl v oboch mestách. Program úspešne funguje 10 rokov a je pozitívne hodnotený účastníkmi i administratívnym aparátom zapojených vzdelávacích inštitúcií.

Z hľadiska semináru na ktorom náš príspevok publikujeme sa na program dívame ako na jedinečný sociologický experiment, ktorý kombinuje umelý a prirodzený život. Nie je nám známa iná takáto aplikácia podobného rozsahu. O program prejavovali záujem i ďalšie organizácie z vysokých škôl v Nórsku a v roku 2008 navštívila Buddy Bergen aj Mrs. Sally Saca, Head of International Student Advisory Service, Oxford

Brookes University z Oxfordu v Spojenom Kráľovstve. V budúcnosti by sme chceli systém ešte lepšie integrovať do moderného webového rozhrania, aby bol doslova bezúdržbový a vyriešiť nezodpovedanú otázku zaradenia problému do zložitostných tried algoritmov. V ideálnom prípade by malo vzniknúť open-source riešenie s jednoduchou inštaláciou a prevádzkou, ktoré by mohli organizácie jednoducho nasadiť do vlastnej prevádzky. Pôvodný systém bol realizovaný z vlastnej iniciatívy, vo voľnom čase, je organizovaný dobrovoľníkmi a beží na univerzitnom študentskom hardvéri.

Literatúra

- [1] R. Dawkins: *The God Delusion*, Houghton Mifflin, 2006.
- [2] E.H.Spafford: *Computer Viruses as Artificial Life*, *Artificial Life* vol. 1, no. 3, MIT Press, 1994.
- [3] C. Darwin: *The Origin of Species*, 6th ed., John Murray, 1872.
- [4] H. Maturana, F. Varela: *Autopoiesis and Cognition: the Realization of the Living*. Robert S. Cohen and Marx W. Wartofsky (Eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science* 42. D. Reidel Publishing Co. 1st edition: 1973, revised 1980.
- [5] T. Digernes: *Internajsonal handlingsplan for NTNU 2011-2014*, Notat S-sak 42/11, NTNU, dostupné on-line: http://www.ntnu.no/styret/saker_prot/25.08.11web/42.11.pdf, 2011.
- [6] *Database for statistikk om høgre utdanning*, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste, dostupné on-line: <http://dbh.nsd.uib.no/>, pristupované apríl 2012.
- [7] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: *Introduction to Algorithms*, Second Edition, MIT Press, 2001.
- [8] D. E. Goldberg: *Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison Wesley, 1991.
- [9] E. Gran: *17 spanjoler onsker kontakt*, Universitetsavisa, dostupné on-line: http://www.universitetsavisa.no/ua_lesmer.php?kategori=nyheter&dokid=3e4032b43133b5.76115831, 4. februára 2003.
- [10] *Galib: A C++ Library of Genetic Algorithm Components*, dostupné on-line: <http://lancet.mit.edu/edu/ga/>.