

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave

BAKALÁRSKA PRÁCA

Peter Gonda

2007

Vizualizácia sociálnej siete komunitného serveru Kyberia.sk

BAKALÁRSKA PRÁCA

Peter Gonda

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
KATEDRA APLIKOVANEJ INFORMATIKY

Názov a číslo študijného odboru
9.2.2 Aplikovaná Informatika

Školiteľ záverečnej práce
Matej Novotný, Mgr.

BRATISLAVA 2007

Zadanie bakalárskej práce

Kyberia.sk [1] je komunitný webservice, ktorý v súčasnosti pravidelne navštevuje 3000 užívateľov. Server poskytuje možnosť vymieňať si informácie a diskutovať v rôznych diskusných fórach. Jedinečnosť Kybérie spočíva v tom, že komunita ľudí, ktorá ju navštevuje je vnútorne veľmi prepojená aj v reálnom živote. Užívatelia sa môžu v systéme pridávať medzi priateľov, čím vzniká komplikovaná a bohato štrukturovaná sociálna sieť vzťahov, susedstiev, skupín priateľov, a podobne. Túto sieť a jej štruktúru je náročné pochopiť a obsiahnuť zvnútra systému. Táto bakalárska práca je zameraná na vývoj zobrazovacích techník, ktoré by intuitívnym spôsobom zobrazili vnútornú štruktúru sociálnej siete tohto servera.

Pod'akovanie

Chcel by som sa poďakovať môjmu školiteľovi Matejovi Novotnému, Mgr. za trpezlivosť a záujem s akým pristupoval ku vedeniu tejto práce, a za možnosť zaoberať sa problematikou, ktorá je na škole pomerne nová. Zároveň čestne prehlasujem, že som túto prácu napísal sám a iba s použitím uvedenej literatúry.

Peter Gonda

Abstrakt

V prvej kapitole čitateľ nájde vysvetlenie motivácie tejto práce. V druhej kapitole bude mať možnosť prečítať si krátky prehľad v súčasnosti používaných techník vizualizácie sietí. V tretej sa autor dotkne problematiky sociálnych sietí a predstaví čitateľovi server Kyberia.sk. V štvrtej kapitole autor rozoberie jednotlivé techniky, ktoré použil pri vizualizácii sociálnej siete Kybéria.sk. Piata kapitola predstavuje záver práce.

Obsah

1. Úvod.....	2
Motivácia.....	2
2. Vizualizácia sietí	2
Techniky vizualizácie sietí.....	4
3. Sociálne siete.....	7
Kyberia.sk.....	8
4. Prehľad použitých vizualizácií.....	9
Začiatkové pokusy.....	9
Zjednodušovanie cez rozbíjanie.....	12
Užívateľ ako tvorca vizualizácie.....	12
Vizualizácia susedstiev.....	13
Clustering.....	17
Problém interpretácie.....	21
5. Záver.....	24
Použitá literatúra.....	26

Úvod

Motivácia

Jednou z najväčších výziev pri spracovaní a analýze dát, je ich veľké množstvo. Často je dát toľko, že pri zohľadnení všetkých ich vnútorných vzťahov a atribútov je ich celkové pochopenie príliš komplikované. Vizualizácia dát sa venuje formám a postupom zobrazení, ktoré sa snažia doceliť grafické zjednodušenie vykresľovanej množiny dát tak, aby dáta a ich vlastnosti alebo vzájomné vzťahy boli ľahko a intuitívne vnímané vizuálnym kanálom.

Vizualizácia dát je multidisciplinárna oblasť informačných technológií, ktorá v sebe zahŕňa poznatky z teórie farieb, vnímania alebo štatistiky. Ako jedného z užívateľov serveru Kyberia.sk ma prirodzene lákalo vyskúšať a vyvinúť rôzne techniky vizualizácie informácií na dátach zo servera. Keďže Kybériu vnímam prevažne sociálne, rozhodol som sa nájsť spôsoby, ako zobraziť jej sociálnu štruktúru.

Spracovávaníu dát a jednotlivým spôsobom zobrazovania som sa s prestávkami venoval asi dva-tri roky. Išlo o akúsi formu hľadania, ktorá sa stále ešte neskončila. Uvedomujem si, že na internete existujú nástroje a postupy, ktoré spoľahlivo vykreslia rozsiahle grafy. Mojmím cieľom však bolo, prísť s niečím vlastným a dopracovať sa ku výsledkom a skúsenostiam vlastnými silami. Táto práca slúži na zmapovanie a návrh rôznych metód vizualizácie sociálnej siete Kyberia.sk a má postaviť základ, ktorý identifikuje podstatné problémy a na ktorom bude možno budovať ďalšie práce.

Vizualizácia sietí

Vizualizácia má rôzne podoby. Pri ľubovoľnom spracovaní dát je potrebné nahliadnúť poza ich numerickú reprezentáciu a uchopiť dáta intuitívnejším spôsobom.

Najjednoduchším príkladom su grafy funkcií, flowchart diagramy, koláčové diagramy a podobne. Komplexnejšiou problematikou je vizualizácia sietí. Dáta vo forme tabuliek a diagramov reprezentujú vlastnosti rôznych entít, pričom v problematike sietí sa jedná o komplikovanejšie vzťahy *medzi* jednotlivými entitami.

Siete ako štruktúry sa vyskytujú takmer všade, či sa jedná o telekomunikačné siete, sociálne siete, rôzne procesy a podobne. Kdekoľvek, kde sa množina dát dá reprezentovať grafom vzájomných závislostí, je možné tieto dáta vizualizovať ako sieť.

Kvôli veľkej komplexite a neprehľadnosti sietí, sa práve ich vizualizácia používa na ilustrovanie poznatkov o ich štruktúre. V telekomunikáciach vizualizácia pomáha odhaliť preťažené linky, alebo kritické uzly. Vizualizácie telekomunikačných sietí sú veľmi frekventované a momentálne sa výskum zameriava na zobrazovanie rôznych počítačových sietí. Veľmi známymi sa v posledných rokoch stali projekty mapujúce štruktúru a topológiu Internetu. ([Project OPTÉ](#) [2], [The Internet Mapping Project](#) [3], [tracert scans](#) [4])

Pri vizualizácií softvéru ako siete, sa dajú odhaliť nepoužívané časti kódu (ktoré sa vyhodia), alebo

frekventované časti kódu (ciele optimalizácie). Vizualizácia sa dá použiť aj na testovanie bezpečnosti kódu. ([Grafické porovnanie bezpečnosti Apache a IIS \[5\]](#)) alebo na zobrazenie štruktúry programu ([vizualizácia linux kernelu \[6\]](#)), prípadne vizualizácie jeho vývoja.



Obr. 1. Zobrazenie vývoja programovacieho prostredia Processing [7]

Štyri následné obrázky ilustrujú zväčšovanie vizualizácie vývoja kódu. Oranžové “prúdy” ilustrujú dopĺňanie a vymazávanie častí kódu v čase.

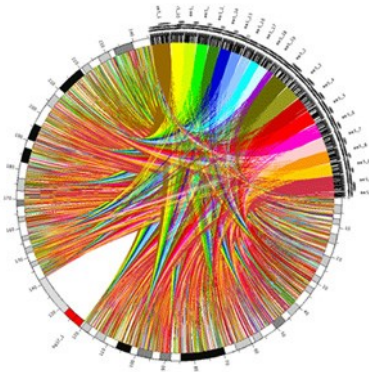
Vizuálna metafora sa pri programovaní dokonca používa ako samotný interfejs, v ktorom je možné programovať. Existuje celá rada tzv. dataflow programovacích jazykov, v ktorých sa programuje vytváraním priestorových vzťahov medzi jednotlivými funkciami, objektmi alebo premennými. Príklady su softvér Pure Data, alebo Max-MSP.

Ďalším využitím vizualizácie sietí je reprezentácia poznatkov a ich vzájomných návazností alebo súvislostí. Takpovediac insitný prístup tvoria práce [Marka Lombardiho \[8\]](#), ktorý pracoval ako knihovník a archivár. Počas svojho života sa zaoberal množstvom aktuálnych škandálov, ktoré spájali vládných predstaviteľov, celebrity a zločincov z radov mafie. Lombardi skoro zistil, že jeho kartotéčné lístky, kam si ukladal vzájomné súvislosti a dáta, už nestačia na poňatie tak veľkého množstva informácií. Začal preto jednotlivé súvislosti vykresľovať do veľkých sietí faktov. Neskôr sa z pomôcok ku písaniu článkov a katalogizácii dát stalo umenie (komplexita je vizuálne prít'azlivá) a Lombardiho práce sa vystavovali po celom svete.

Interaktívnejší spôsob reprezentácie poznatkov predstavujú rôzne “mind-map” programy. Fungujú ako interaktívne vytváraný strom/graf, ktorého uzly reprezentujú dáta, a hrany medzi nimi rôzny súvis dát alebo vzájomné odkazy. Užívateľ sa teda ku uloženým poznatkom dopracuje vizuálnou navigáciou po grafe. Najpoužívanejšie programy sú [Storyspace \[9\]](#), editor slúžiaci novinárom, scenáristom a spisovateľom; [Visualmind \[10\]](#), komerčný mind-mapping softvér; a [Freemind \[11\]](#), jeho open-source prot'ajšok.

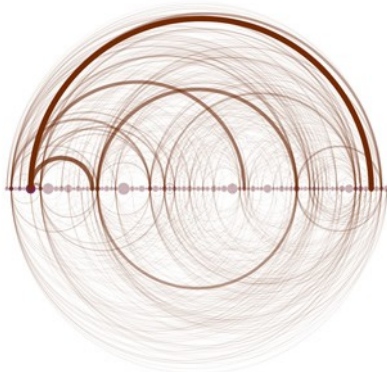
Techniky vizualizácie sietí

Najbežnejšie používaná paradigma pri vizualizácii sietí je tzv. Node-link diagram. Jedná sa o klasický princíp, kde je sieť zobrazená ako zhhluk bodov (uzlov), medzi ktorými su vykreslené ich spojenia. Tento princíp sa delí na viacero poddruhov: (klasifikácia prebratá z <http://www.visualcomplexity.com>)



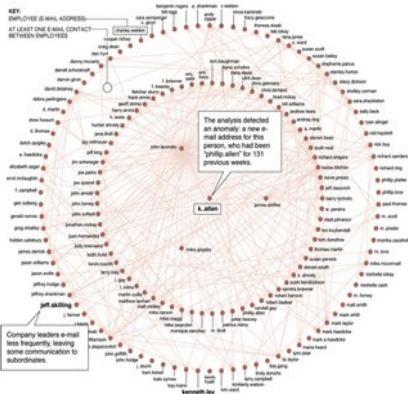
Radial Convergence

jednotlivé uzly sú umiestnené na kružnici, tak aby spojenia medzi nimi prechádzali vo vnútri kružnice. Tento spôsob sa používa, pokiaľ je dôležité vidieť jednotlivé uzly vo vzájomnom (jednodimenzionálnom) vzťahu na kružnici. Nevýhodou tohto postupu je neprehľadnosť, pokiaľ sa jedná o silne prepojenú sieť – vo vnútri kruhu je ťažké rozoznať jednotlivé spojenia.



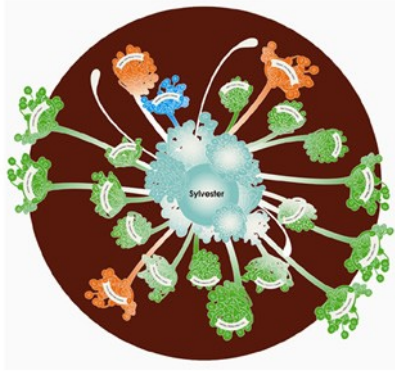
Arc Diagrams

Uzly sú umiestnené na kruhu, mriežke alebo priamke, avšak spojenia medzi nimi sú zobrazené ako oblúky. Výhodou je, že jednotlivé oblúky sa aj v silne prepojenej sieti od seba viac odlišujú.



Radial Grouping

Uzly sú rozdelené do skupín, ktoré sú reprezentované sústrednými kružnicami s rozdielným polomerom. Výhodou je, že akákoľvek klasterizácia vizuálne zjednodušuje dáta, avšak (ako pri každej generalizácii) je otázne na základe akých znakov sú dáta rozdelené a či su jednotlivé skupiny dostatočne homogénne (teda či akýkoľvek prvok z danej skupiny reprezentuje skupinu, a ako podobné sú si prvky skupiny)



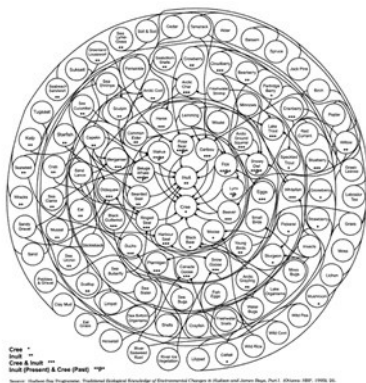
Centralized Radial Networks

Uzly sú zobrazené kvázi ako kruhový strom, ktorého koreňom je najdôležitejší (centrálny) uzol.



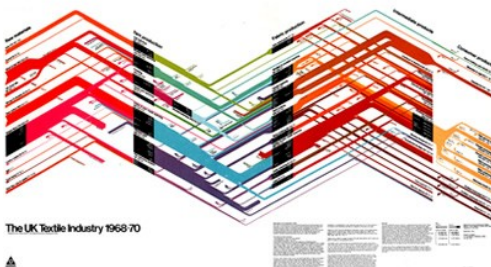
Globes

Jednotlivé uzly siete sú podľa nejakého pravidla umiestnené na guľi. Toto zobrazenie poskytuje väčší prehľad vďaka pridaniu tretej dimenzie, nedostatkom je však dvojdimenzionalita súčasných zobrazovacích zariadení.



Radial/Elliptical Implosion

Na umiestnenie uzlov sa používa celý priestor kruhu, pričom sa z jednej dimenzie akoby presúvame do dvoch – okrem polohy na kružnici je dôležitá aj vzdialenosť od stredu. Výhodou je čitateľnosť viacerých informácií len z pozície, nedostatok je opäť neprehľadnosť v prípade husto prepojenej siete.



Flow diagrams

Toto zobrazenie má mnoho rôznych prevedení. Najčastejšie sa používa pri vykresľovaní dát, ktoré majú "smer" (tj. je možné zobraziť tok času alebo informácii cez dáta, prípadne sú orientované a majú začiatok).

Sociálne siete

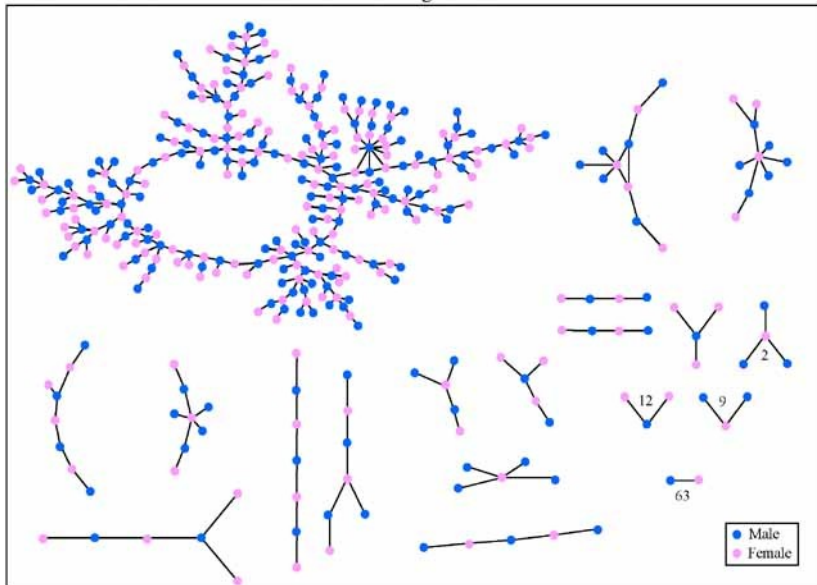
Slovné spojenie sociálne siete bolo dlho používané ako metafora medzi predstaviteľmi sociálnych vied. Až koncom 50-tých rokov 20. storočia sa z metafory stal teoretický nástroj, ktorý slúži sociológom, antropológom, sociálnym psychológom, geografom, epidemiológom a informačným vedcom.

Sociálne siete sú zložené z agentov a ich vzájomných vzťahov, ktoré môžu byť priateľstvá, pracovné vzťahy, sexuálne známosti, spoločné záľuby a podobne.

Prostredníctvom teoretického aparátu sociálnych sietí je teda možné skúmať interakcie v rámci rôznych zvolených komunít. Ako príklad môže poslúžiť známy výskum sexuálnych kontaktov na istej americkej strednej škole. Ďalšie využitia sú skúmanie organizačnej štruktúry v rámci veľkých korporácií, analýzy teroristických a zločineckých sietí alebo skúmanie šírenia nakažlivých chorôb. Analýzy a vizualizácie sociálnych sietí sa chytili aj rôzni umelci. Na internetovej stránke www.theyrule.net je možné browsiť sociálne siete tvorené vrcholnými predstaviteľmi 100 najbohatších amerických korporácií v roku 2004. Táto práca získala cenu Prix Ars Electronica.

Práve vizualizácia zohráva významnú úlohu pri výskume sociálnych sietí. Výskum sociálnych sietí by bol namáhavý, ak by sa ich vnútorná štruktúra nedala vykresliť. Ako už bolo povedané, sociálna sieť sa skladá z agentov a ich spojení. Dôležitá časť pri takomto výskume je však akýsi "holistický" prístup. Sociálne siete sa neskúmajú len cez jednotlivcov, ale akoby cez okolia či okruhy, ktoré predstavujú rôzne formy sociálnych usporiadaní. Medzi používané koncepty označovania vzájomných spojení patria one-to-many alebo many-to-one. Ilustrujú spôsob prepojení medzi rôznymi útvarmi v rámci sociálnej siete. Vizualná metafora dala vzniknúť pojmom ako "star" (človek s množstvom prepojení, v teórii malého sveta je to jednotka, ktorá na seba ako prvá naviaže nových členov siete) alebo "bridge" (dôležitý prvok siete, ktorý je voľne pozapájaný do množstva uzavretých skupín a sprostredkúva vzájomnú komunikáciu a výmenu informácií).

The Structure of Romantic Relations at "Jefferson High School"



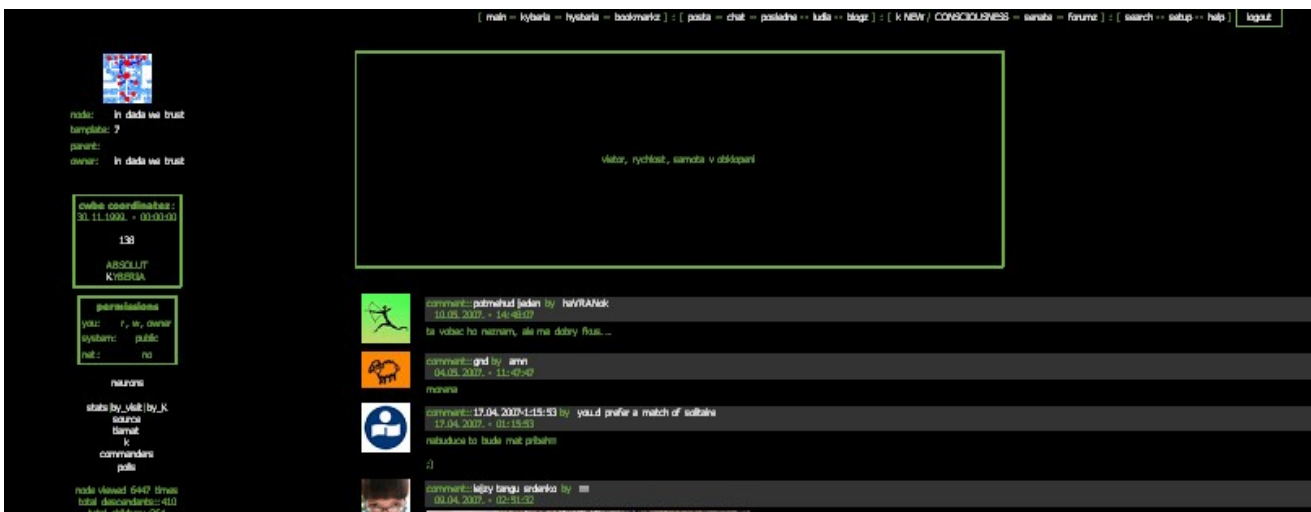
Each circle represents a student and lines connecting students represent romantic relations occurring within the 6 months preceding the interview. Numbers under the figure count the number of times that pattern was observed (i.e. we found 63 pairs unconnected to anyone else).

Obr.10

Sociologický výskum na americkej strednej škole dal vzniknúť tejto vizualizácii ľubostných vzťahov medzi jej žiakmi.

Kyberia.sk

Termín sociálne siete, sa teda používa na označovanie vzájomne prepojených komunit. Kyberia.sk za dobu svojej existencie (šesť rokov) dala vzniknúť silnej komunite Slovákov a Čechov, žijúcich na území bývalého Československa, alebo v zahraničí. Keďže sa v prípade Kyberie od začiatku jednalo o nekomerčný projekt, ktorý začal ako individuálna iniciatíva jej zakladateľa, jej efekt pôsobil katalyzačne na tvorbu internetovej ale aj skutočnej komunity ľudí, ktorí ešte aj doteraz tvoria pomerne koherentnú mikro-spoločnosť. Väčšinou sa jedná o mladých ľudí vo veku od 18 do 27 a viac rokov, so záujmom o alternatívnu kultúru, kybepriestor, posthumanizmus, elektronickú hudbu.



Obr. 10 Profil uživateľa systému Kyberia.sk

Na obrázku vidieť výsek z profilu uživateľa Kyberia.sk. V profile je možné vidieť iných užívateľov, ktorí si tohto užívateľa pridali do priateľov.

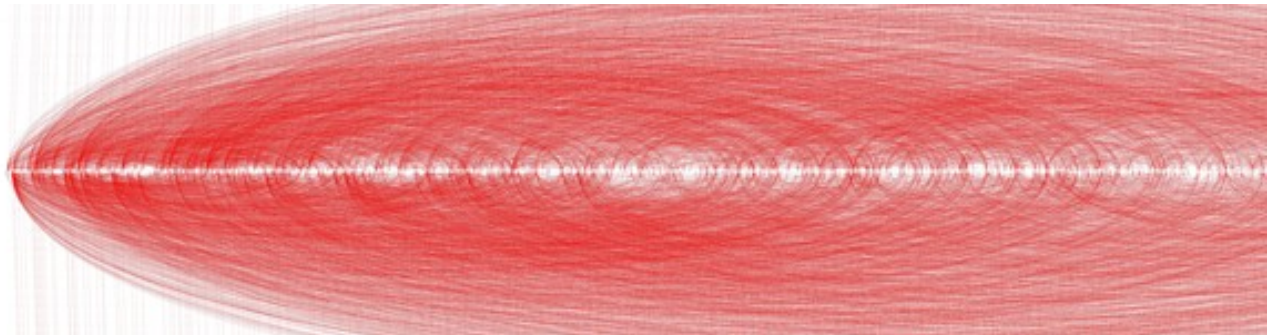
Kyberia.sk funguje na princípe uzlov. Každý príspevok alebo užívateľ systému je reprezentovaný jedným dátovým uzlom, ktoré spolu vytvárajú stromovú štruktúru. Užívateľom sa pri úspešnej registrácii prisudzujú ID čísla, ktoré postupne rastú, v závislosti od toho ako sa diskusia a príspevky v systéme rozrastajú. Aktívny užívateľ s najnižším ID má toto číslo rovné 105, a najvyššie ID sa v čase písania pohybuje okolo 3 187 536 (posledný vytvorený príspevok). Počet aktívnych užívateľov systému je momentálne 3021, kde “aktívny” znamená aspoň jedno prihlásenie do systému za posledné 3 mesiace. Stromový systém umožňuje užívateľom ľubovoľne si meniť prezývky. Moja vizualizácia je preto založená na označovaní jednotlivých užívateľov ich ID číslami. Vďaka postupnému nárastu dátových uzlov v systéme je teda možné ľahko určiť “systémový” vek užívateľa, podľa veľkosti jeho ID.

Prehľad použitých vizualizácií

Začiatkové pokusy

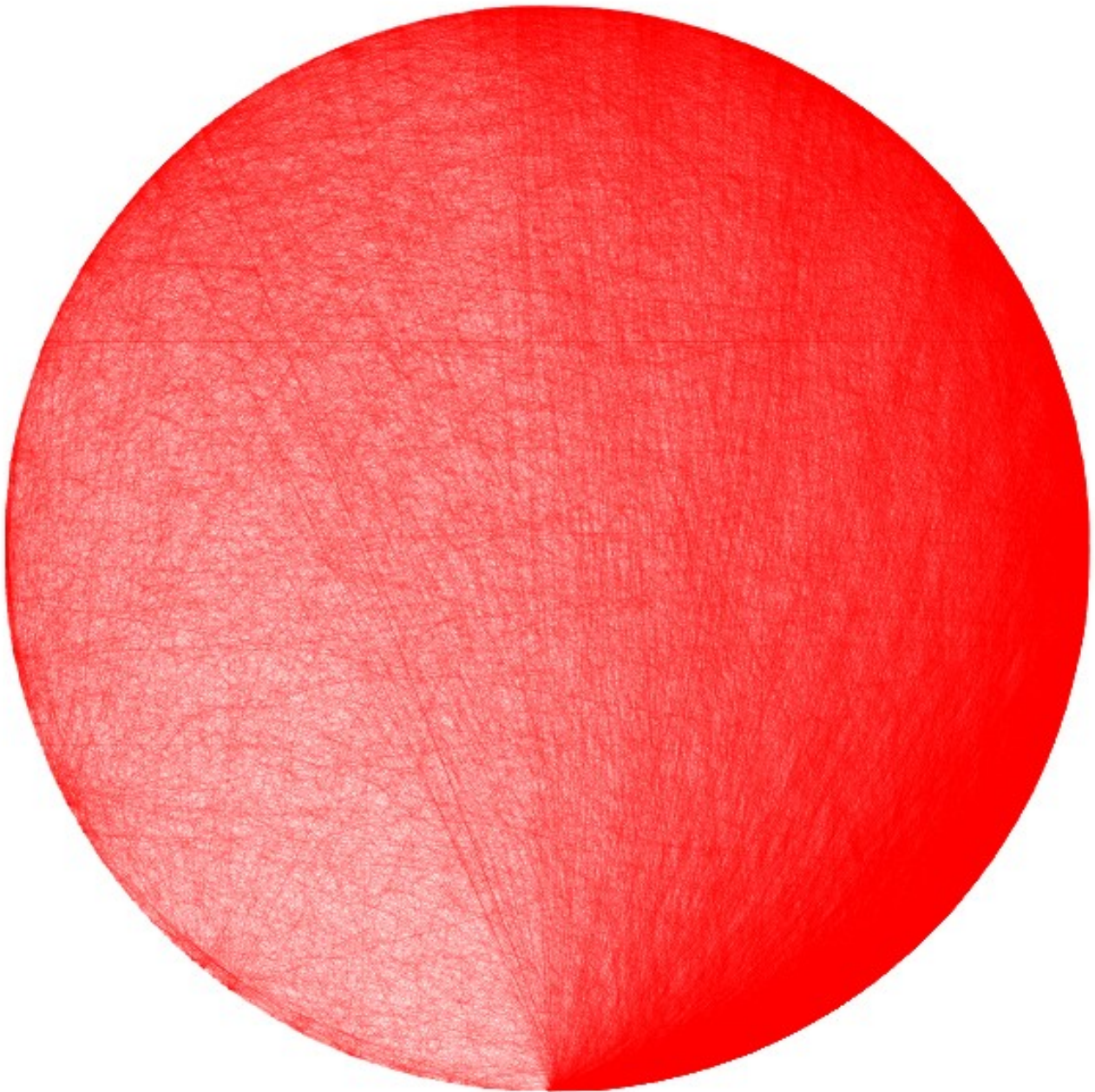
Ku samotným vizualizáciám som pristupoval z rôznych smerov, z ktorých niektoré (ako ilustrujem) sa ukázali byť nevyhovujúce a iné sa postupom času vyvíjali ďalej. Vstupom, ktorý som spracovával bol dump z SQL databázy, ktorý vyexportoval všetky priateľstvá medzi užívateľmi. Počet priateľstiev medzi používateľmi je 63691. Následne som dáta načítal skriptmi v jazyku Python, a generoval textové súbory, ktoré som ďalej graficky spracovával buď v prostredí Pythonu (s využitím Python Image Library), alebo v interaktívnom programovacom prostredí Processing a nakoniec v jazyku Java.

Medzi najstaršie pokusy vizualizovať Kybériu patrí pokus umiestniť všetkých užívateľov na priamku v závislosti podľa ich ID, a vzájomné spojenia vykresľovať ako oblúky. Výsledný obrázok mal rozmery 20000x5000 pixlov, a aj tak neobsiahol všetky spojenia a ID. Pri vykresľovaní som však použil alpha blending, vďaka ktorému jasne vidieť, že najväčší počet spojení priťahujú ID na začiatku.



Obr.11 Prvotný pokus vizualizovať sociálnu štruktúru Kybérie.

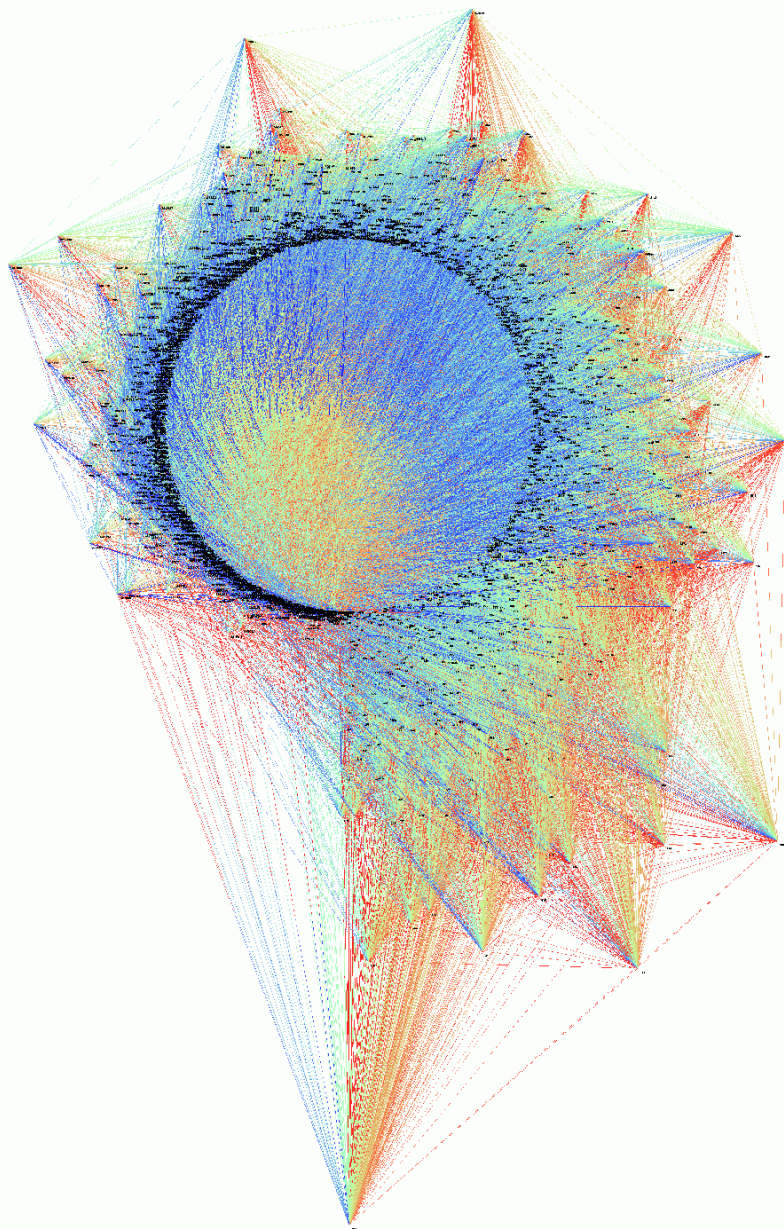
Tento pokus aj keď sprostredkúva nejakú informáciu, je celkom neprehľadný, pretože neefektívne využíva priestor obrázku. X-ová os je oproti osi Y príliš pretiahnutá. Tým pádom je vizualizácia menej kompaktná. Ďalší pokus bol preto zameraný na “skompaktňenie” vizualizácie. Jednotlivé ID som umiestnil na kružnicu a takisto použil alpha blending, ktorý spriesvitňoval spojenia medzi užívateľmi. Prvé ID bolo umiestnené na spodok kružnice, teda na pozíciu -90 stupňov, a od neho proti smeru hodinových ručičiek, som postupne vykresľoval ďalšie ID. Posledné ID bolo týmto spôsobom umiestnené hneď vedľa prvého. Z výsledku veľmi zreteľne vidieť, že Kyberia obsahuje akési jadro, ktoré je tvorené jej rannými užívateľmi a ktoré sústreďuje väčšinu spojení v systéme. Vysvetlení pre tento jav môže byť niekoľko: buď je táto koncentrácia sociálnych spojení spôsobená povahou rastu Kybérie, ktorá sa rozrastá prostredníctvom priťahovania osobných kontaktov už zaregistrovaných užívateľov, alebo sa môže jednať o efekt, ktorý je známy aj z teórie sietí malého sveta, kde uzly s veľkým “siet’ovým kapitálom” priťahujú spojenia od nových uzlov v sieti silnejšie ako uzly, ktoré majú nižší počet spojení. Tento jav môže mať však aj čisto sociálny rozmer, pretože systém Kybérie je reputačný, v tom zmysle, že sa v ňom vytvorila sociálna dynamika založená na reputácií, ktorú jednotliví užívatelia získavajú svojou sociálnou aktivitou, príspevkami, a osobnou charizmou. Takýmto spôsobom niektorí užívatelia získavajú až akoby štátú “celebrít” a silnejšie priťahujú nové známosti. Práve príslušnosť ku najstarším užívateľom systému predstavuje silný reputačný “kapitál”.



Obr. 12 Vykreslenie užívateľov na kružnicu, s použitím alpha blendingu, kde spojenia medzi užívateľmi sú polopriesvitné. Použitím kružnice na umiestnenie ID sa podarilo lepšie zúžitkovať priestor obrázku a výsledok vyzerá omnoho kompaktnejšie.

Kruhová vizualizácia aj napriek informácií o rozložení spojení v systéme je stále neprehľadná. Hľadal som spôsob, akým by sa dalo vizualizovať Kybériu tak, aby viacej vynikli jednotliví užívatelia. Jedným zo spôsobov, ktoré som vyskúšal, bolo pridanie druhej dimenzie, ku pozícií na kružnici. Tento ďalší rozmer by bol zobrazený ako vzdialenosť od kružnice a závisel by od počtu známostí užívateľa. Zo vzniknutej vizualizácie vidieť konkrétnejšie, ktoré ID koncentrujú množstvo spojení a taktiež je možné ich navzájom porovnávať. Farba spojenia preberá na svojich koncoch farbu užívateľa. Tá je závislá od jeho pozície na kružnici. Obrázok je vo veľkosti 5000x5000 pixlov čo znamená, že pri jeho zmenšení, tak aby sa zmestil na obrazovku, sa strácajú detaily. V tomto smere je

to síce zaujímavý výsledok, ale jeho praktické použitie je zanedbateľné. Ako predmet estetického záujmu však iste nájde uplatnenie. Užívateľia si budú môcť tieto veľké obrázky stiahnuť a vytlačiť si ich napríklad na veľkoformátovej tlačiarni.



Obr. 13 Vizualizácia serveru Kyberia.sk

ID su od kružnice vzdialené podľa počtu ich spojení s ostatnými ID. Na obrázku je zreteľne vidieť disproporčnú distribúciu spojení, ktorá je veľmi hustá okolo začiatku a proti smeru hodinových ručičiek postupne redne. Takisto je možné si všimnúť, že pridaním odstupu od kružnice sa obrázok stáva opäť nekompaktným, napr. ID s najväčším počtom spojení zaberá približne polovicu vertikálnej dimenzie obrázku. Obrázok v rozlíšení 5000x5000 je dostupný na adrese: http://smecnet.itchybit.org/kybvis/circ_vis_star.gif

Zjednodušovanie cez rozbíjanie

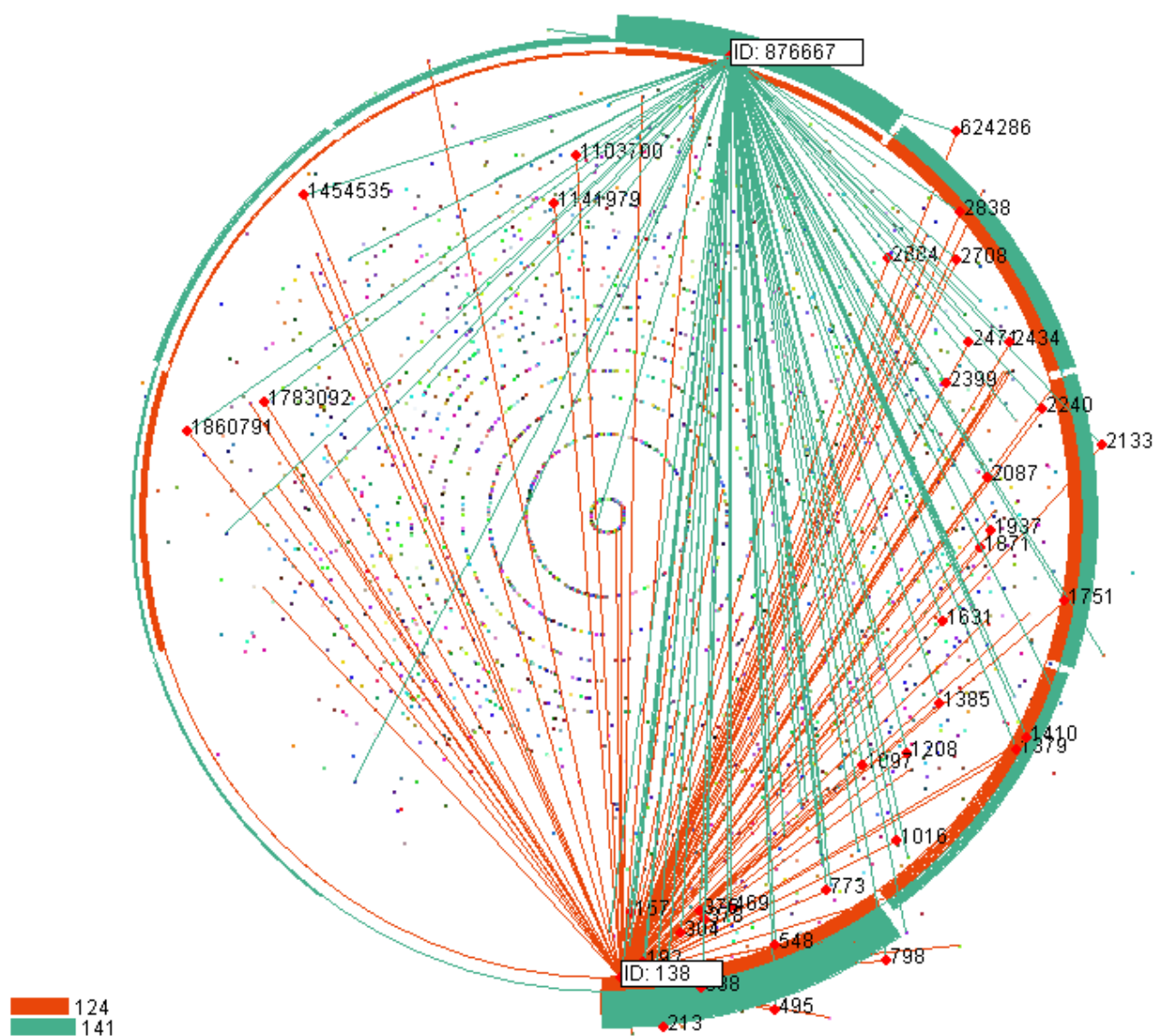
Od tohto momentu som sa pokúšal zjednodušiť vizualizáciu sociálnej štruktúry pomocou rôznych foriem jej rozdelenia na menšie celky. Jedným z možných spôsobov je spraviť vizualizáciu interaktívne, a nechať užívateľa nech sám naviguje a dotvára vizualizáciu svojim výberom. Ďalším spôsobom ako zjednodušiť množstvo vykresľovanej informácie, je zamerať sa na jednotlivé susedstvá a vizualizovať takýmto čiastkovým spôsobom sociálnu sieť na nižšej úrovni. Posledným použitým spôsobom, je využiť clusterizačné algoritmy, a sociálnu sieť Kybérie rozdeliť na podčasti, ktoré by vizuálne zjednodušovali výstup. Keďže sa v prípade Kybérie jedná o online komunitu, zvolil som si nástroje, ktoré umožňujú sprístupniť vzniknuté vizualizácie online. Práve prístupnosť na internete a interaktivita vizualizácií sú dôležité ciele, ktoré som počas svojej práce sledoval. Umožňujú užívateľom komunity jednoduchý a bezproblémový pohľad zvonku, na štruktúru prostredia, ktoré ich obklopuje. Keďže používajú štandardne rozšírené technológie ako Java, a HTML, nemusí užívateľ vyvíjať žiadnu veľkú snahu, ak má záujem vizualizácie používať.

Užívateľ ako tvorca vizualizácie

Úspešne prevedené vizualizácie známe z internetu, často zahŕňajú interaktívny prvok. Bez neho je náročné spracovať komplexný vizuálny vstup. Užívateľ slúži ako navigátor, ktorý usmerňuje vizualizáciu a zameriava svoju pozornosť na oblasti, ktoré ho zaujímajú. Javovský applet, ktorý som použil, vychádza z kruhovej vizualizácie podobnej tej na obrázku 13. Jednotlivé ID som vykresľoval ako body, spojenia medzi nimi sú však zobrazené len keď si ich vyberie užívateľ prostredníctvom menu, alebo ich aktivuje myšou.

Na obrázku 14 vidieť užívateľské prostredie. Snahou bolo udržať ho pomerne jednoduché, a prenechať viac miesta samotnému zobrazeniu. Na začiatku applet vykresľuje užívateľov ako farebné body rôzne vzdialené od stredu. Farba bodov je náhodná, a ich pozícia od stredu je logaritmická, čím sa eliminovala nekompaktnosť zobrazenia na obrázku 13. Blízko stredu kruhu je možné vidieť ID, ktoré v systéme Kybérie majú najmenej spojení. Prvý kruh, ktorý takto vznikol obsahuje ID s jedným alebo nulou spojeniami. Užívateľ si v menu môže podľa ID čísla vybrať jedného alebo dvoch členov systému, o ktorých má záujem. Applet vykreslí spojenia pre zvolené ID. V prípade, že boli zvolené dve ID, vykreslí aj vzájomné známosti a zvýrazní ich červenou farbou, pričom taktiež vypíše ich ID čísla. V ľavom dolnom rohu je graficky znázornený počet známostí pre každé zobrazené ID, ktoré slúži na intuitívne porovnanie počtu prepojení. Ďalším prvkom vizualizácie, je vonkajšia kružnica, kreslená pre každé vybrané ID jeho farbou. Z tejto kružnice sa dá taktiež porovnávať počet spojení. Dôležitejšiu úlohu zohrávajú hrubé časti kružnice. Kružnica je rozdelená na desať častí, z ktorých každá reprezentuje jeden výsek kruhu. Výsek kruhu obsahuje skupinu ID, ktorá sa nachádza v danom intervale. Takto je možné jednoducho vidieť niečo ako distribúciu spojení pre zvýrazneného užívateľa. Oblasti s hrubou čiarou ukazujú relatívnu pozíciu, na ktorej sa nachádza veľa užívateľových priateľov. Pokiaľ sa hrubé časti nachádzajú na začiatku kružnice, užívateľ má mnoho priateľov z radov najstarších členov Kybérie, ak sa hrubé čiary nachádzajú ku koncu, tak si používateľ vytvoril silné spojenia s ID, ktoré do systému pribudli prednedávnom. Používateľ má ešte možnosť zoomovať si celé zobrazenie, a takisto môže vypnúť zobrazovanie spojení, čo sa ukazuje ako prospešne v prípade, že ID, ktoré skúma, majú mnoho priateľov. Nevýhodou tohto spôsobu vizualizácie je jeho pomerne veľká zložitosť a akýsi nedostatok intuitívneho prvku alebo vizuálnej metafory.

Enter ID: logarithmic scale: Show lines



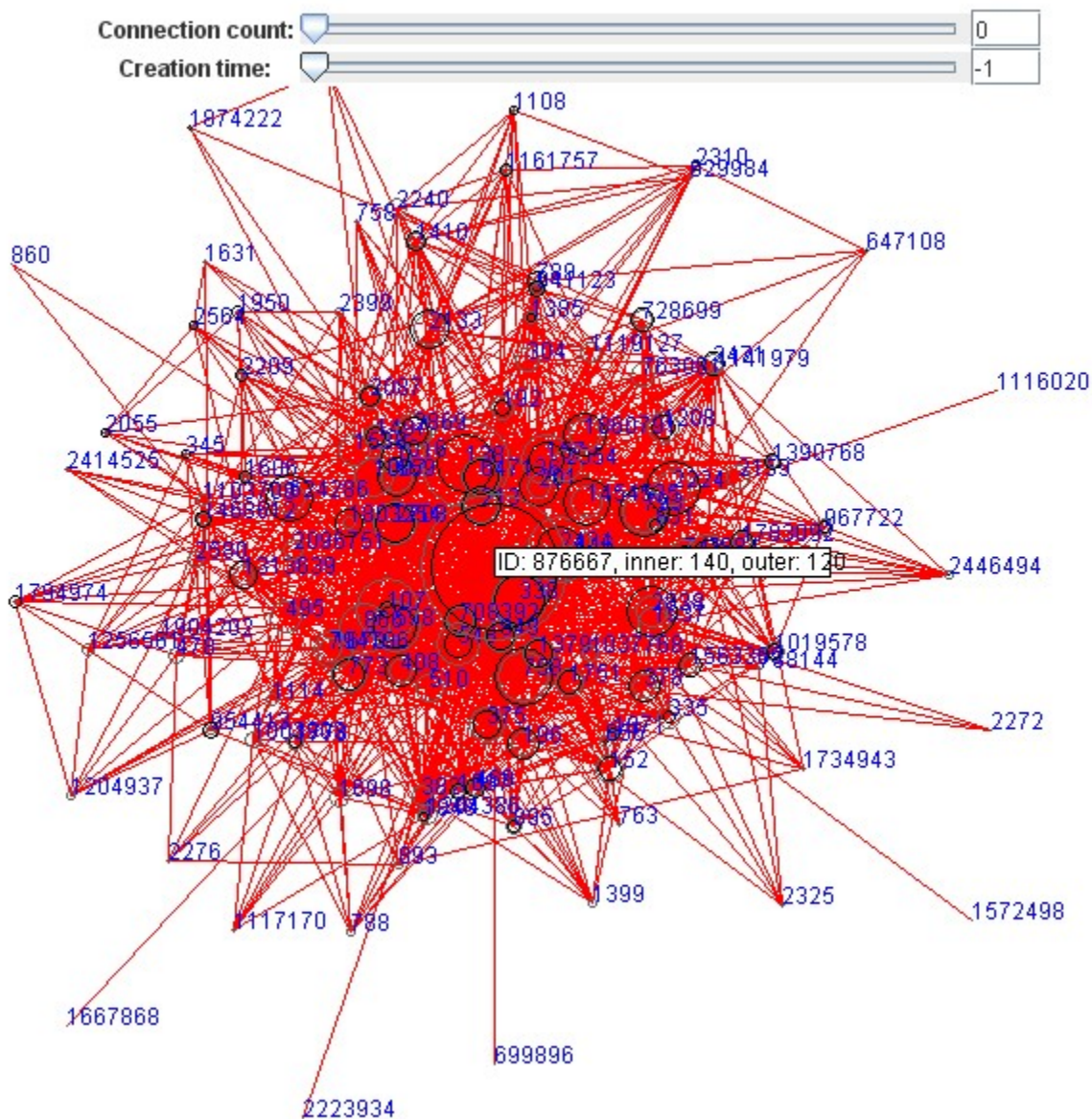
Obr. 14 Uživatelské prostredie a samotná vizualizácia Circlog. Na obrázku vidieť, že boli zvolení dvaja užívatelia – prvý má ID 138 a druhý ID 876667. Z hľadiska počtu priateľov na Kybérii sú si títo užívatelia podobní. Takisto je veľmi podobná distribúcia priateľov oboch užívatelov v čase systému – obaja užívatelia majú najviac priateľov v prvej polke kruhu. Užívateľ 876667 má však väčšie množstvo priateľov medzi tými, ktorí sa do systému dostali zhruba v rovnakom čase ako on.

Vizualizácia susedstiev

Iný spôsob, ktorým sa da prekonať prílišná komplexnosť vykresľovania celej sociálnej štruktúry, je zamerať sa len na okolie zvoleného ID. Aj tu je voľba závislá od užívatel'a, ale narozdiel od Circlog vizualizácie, sa tu nezachováva kontext "skúmaného" ID v rámci siete, pretože by to bolo výpočtovo

príliš náročné.

Motiváciou pre vznik tohto zobrazenia bol záujem, bližšie sa pozrieť na tvar a štruktúru sociálnych vzťahov jednotlivých užívateľov systému. V tejto vizualizácii sa v Pythone vyráta “okolie” pre dané ID, ktoré pozostáva z jeho bezprostredných priateľov a ich vzájomných vzťahov. Vizualizácia pracuje na základe pružinového algoritmu (spring embedding, Fruchtermann-Rheingoldov algoritmus), ktorý ale beží stále a teplota systému je konštantná, narozdiel od pôvodného algoritmu, kde klesá podobne ako počas simulovaného žihania. Pružinový algoritmus pracuje na princípe priťahovania a odpudzovania sa uzlov v grafe. Všetky uzly sa odpudzujú, no proti tejto sile pôsobí priťažlivá sila ak sú dva uzly navzájom spojené hranou. Po istej dobe behu algoritmu sa graf ustáli v priestorovej konfigurácii, v ktorej je jeho celková energia najnižšia. Táto konfigurácia je zároveň celkom prehľadná – uzly, ktoré majú málo spojení sú vytláčané na okraj, pričom centrálny uzol sa nachádza v strede.

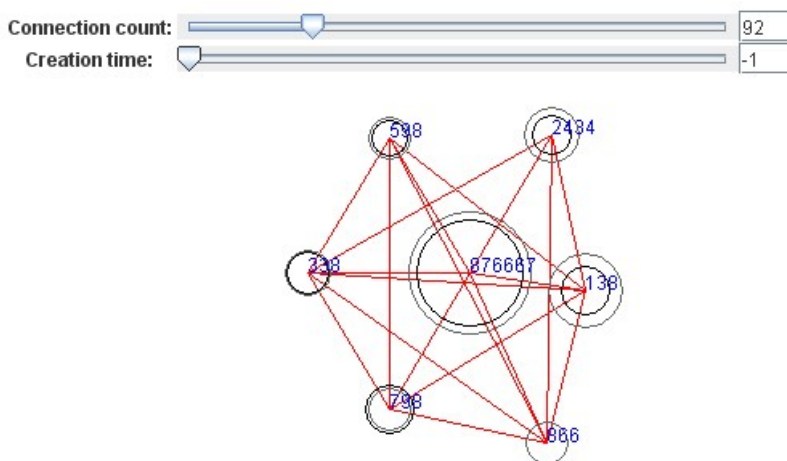


Obr. 15 Užívateľské rozhranie friends vizualizácie. Kvôli výkonnostným dôvodom sa tu nepoužíva alpha blending a pri ID s veľkým množstvom priateľov dochádza k zaplneniu priestoru appletu. Jednotlivé veľkosti kruhov reprezentujú počet známostí jednotlivých ID v tomto okolí.

Samotná vizualizácia sa skladá z užívateľov, ktorí sú priateľmi centrálneho ID a zo vzťahov medzi nimi. Každé ID je reprezentované ako dve kružnice. Jedna kružnica (inner) reprezentuje počet “prichádzajúcich” vzťahov ku danému ID, tj. koľko ľudí si ho vybralo za priateľa, a druhá (outer) reprezentuje počet ID, ktorých si daný užívateľ zvolil za priateľov. Pomer medzi inner a outer by sa dal označiť ako merítko sociálnej atraktivity človeka. Užívatelia s väčším množstvom inner spojení oproti outer spojeniam, sú takpovediac viacej príťažliví pre iných ľudí ako daní ľudia pre nich. Opak tejto situácie nastáva v prípade, že ID ma viacej outer ako inner spojení. Dôvody existencie takejto

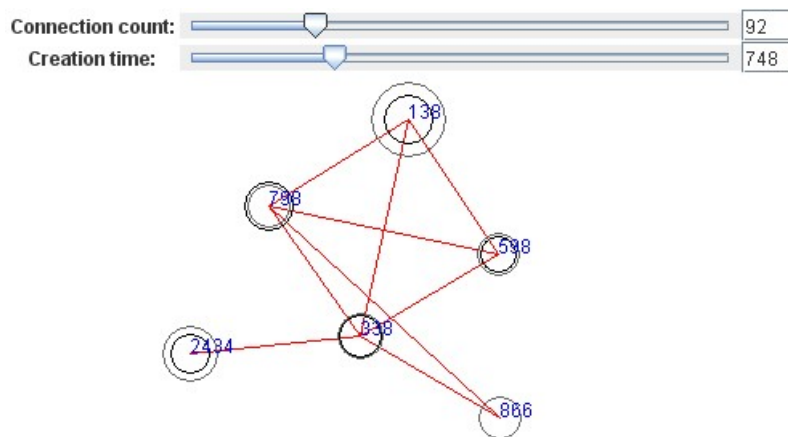
nevyváženosti medzi inner a outer spojeniami, však môžu byť rôzne a autor sa necíti natoľko zdatným a informovaným sociológom/psychológom, aby ich pravú podstatu vedel fundovane posúdiť. Celkovo by otázky a nápady, ktoré vznikajú pri týchto vizualizáciách vystačili na veľmi dlhú a komplexnú sociologickú štúdiu. Dynamika vzniku a vnútorné fungovanie internetových komunít s presahmi do reálneho života sú ešte celkom neprebádané oblasti, a bolo by len prospešné ak by sa objavil záujem venovať sa výskumu týmto smerom. Dáta aj vizualizácie sú, sporným však ostáva ako ich interpretovať. Otázku interpretácie ešte rozvediem v kapitole o clusterizácií.

Friends vizualizácia svoj účel prestáva plniť vtedy, ak sa v malom priestore appletu nazhromaždí množstvo navzájom prepojených ID. V tomto prípade vizualizácia stráca čitateľnosť a efektivitu. Problém som sa snažil vyriešiť tým, že pre každé ID je možné v jeho sociálnom okruhu filtrovať užívateľov podľa počtu prepojení. Ťahaním slajdra môže užívateľ zvoliť minimálny počet spojení, ktoré musia mať ID aby sa zobrazili. Takto je možné z okolia daného ID odfiltrovať priateľov, ktorí sa tohto okolia nijako veľmi nezúčastňujú. Pri veľmi vysokých nastaveniach filtra, zostanú na ploche len niekoľkí užívatelia. Poslední piati – šiesti užívatelia, ktorí zostanú zobrazení pri vysokom nastavení Connection count filtra, sú často dôležití a blízki priatelia centrálnemu ID. Logika tohto tvrdenia spočíva v tom, že v medziľudských vzťahoch dochádza často ku zdieľaniu známostí, ktoré je silné pravé vtedy, ak nastáva medzi blízkymi ľuďmi. Niekedy sa medzi poslednými piatimi ID objavia aj ID, ktoré niesú nijako špeciálne blízke centrálnemu ID, ale zato sú ich kontakty veľmi bohaté a pohybujú sa v rovnakej komunite.



Obr. 16 Na obrázku vidieť filtrovanie podľa počtu spojení. Nad 92 spojení má v okolí ID 876667 len 6 ďalších užívateľov. Za zmienku stojí aj takmer kompletnosť grafu. Vysvetlenie môže byť to, že najbližší priatelia hocakého užívateľa sa väčšinou navzájom poznajú. Kompletným grafom sa v terminológii sociálnych sietí vraví “cliques”. Cliques sú uzavreté a veľmi homogénne skupiny známych.

Dump z databázy zachoval časovú postupnosť vytvárania vzťahov v systéme Kybérie. Preto bolo možné naimplementovať aj Creation Time slider, ktorým je možné sledovať vývoj vzťahov centrálnemu ID a jeho okolia v čase. Keďže ku priateľstvám niesú žiadne časové známky, je túto časovú postupnosť možné zobraziť len relatívne – teda ako postupnosť bodov, ktoré sú od seba vzdialené o čas 1. V prípade ID 876667 je možné zistiť, že dané ID vstúpilo už do utvorenej sociálnej siete a rýchlo sa s ňou “zžilo”. Pri čase 748 sa 876667 ešte stále nenachádza na zobrazení, a jeho sociálna sieť je už vo svojej takmer finálnej (tj. súčasnej podobe). Užívateľ 876667 sa však po svojom “príchode” veľmi rýchlo pozapája.



Obr. 17 Demonstrácia časového filtra. Na obrázku vidieť časový filter nastavený na hodnotu 748. Táto hodnota znamená, že v sociálnom okolí užívateľa 876667 je už vytvorených 748 vzťahov, ktoré sú však odfiltrované Connection count sliderom. Keďže ID 876667 sa na vizualizácii stále nenachádza, je možné usudzovať, že do systému vstúpil relatívne neskoro a zapojil sa do už vytvorenej sociálnej siete.

Vo všeobecnosti ponúka friends vizualizácia pomerne veľa informácií a javí sa ako smer, ktorým by bolo dobré sa uberať aj naďalej. Pridaním nových a lepších filtrov by bolo možné dosiahnuť priehľadnejší výsledok. Takisto by pomohlo vylepšenie grafickej reprezentácie, a jej optimalizácia. Chystané zmeny sú cross-friends applet, v ktorom je možné porovnávať susedstvá dvoch a viacerých ID, alebo pridanie vizuálneho kontextu napríklad formou scrolovania po celej sociálnej sieti Kybérie.

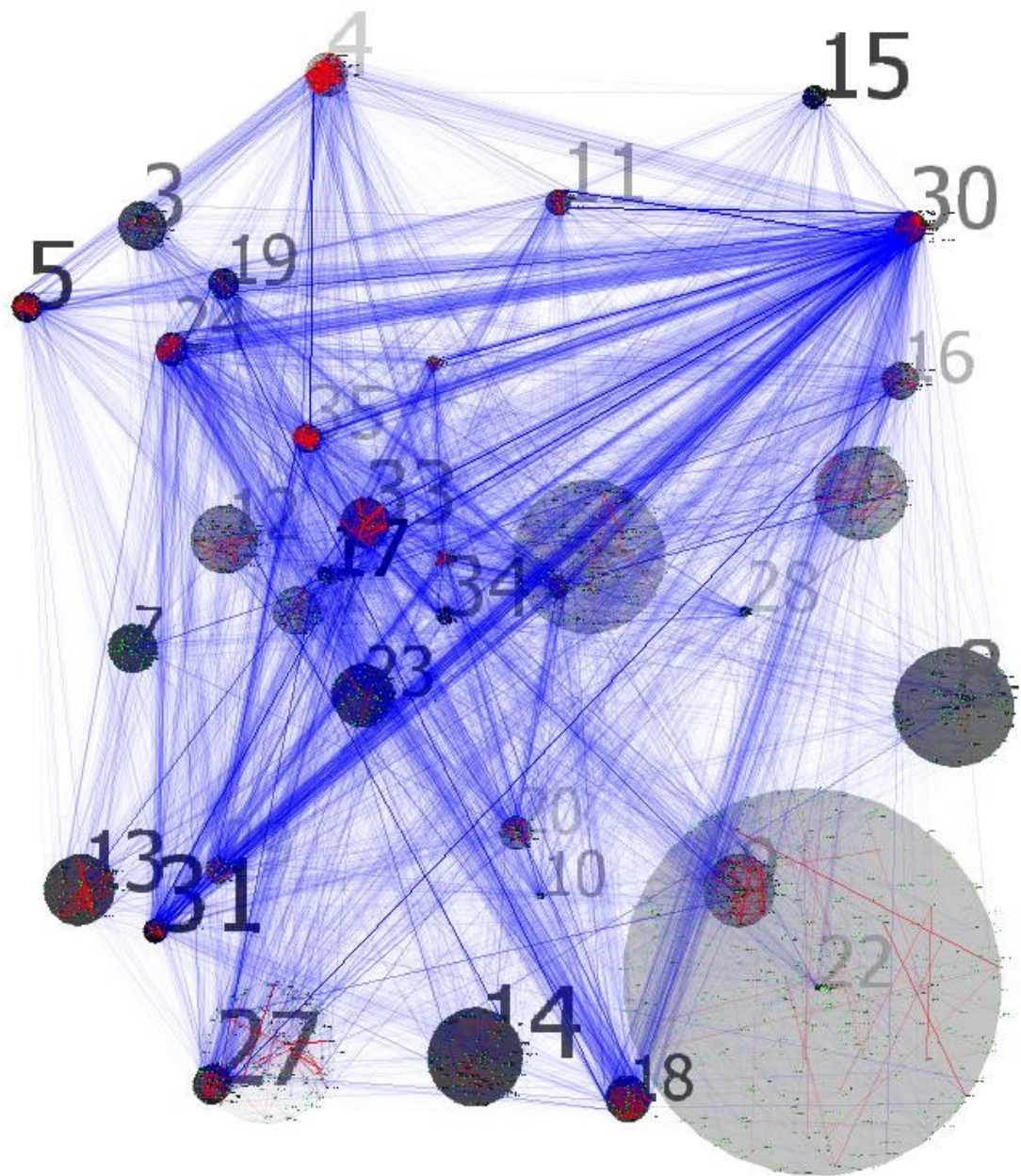
Clustering

Iným prístupom ku zjednodušeniu vizualizácie je rozdelenie celej sociálnej siete na jednoduchšie časti, ktoré by bolo ľahšie vizualizovať. Prístup, ktorý som zvolil je založený na clusteringu prostredníctvom Kohonenovej samoorganizujúcej sa mapy. SOM (Self Organizing Map), ako sa zvykne označovať, je špeciálny druh neurónovej siete, ktorá má len jednu vrstvu neurónov, usporiadaných v jedno alebo dvojdimenzionálnej mriežke. Vstupné dáta sú vo forme n -rozmerných vektorov. Dáta sa prezentujú sieti SOM, pričom sa vyberie víťazný neurón, ktorého váhový vektor je euklidovský najbližší vstupnému vektoru (používajú sa aj iné kritéria ako napríklad Manhattanská vzdialenosť, etc.). Váhy víťazného neurónu sú potom pozmenené tak, aby sa viac priblížili zložkám vstupného vektora. Spolu s váhami víťazného neurónu sú upravené aj váhy jeho susedných neurónov. Kohonenová sieť sa teda stáva topologickou mapou dát, ktoré su jej predkladané počas tréningu. Po natrénovaní siete, sú sieti vzory predložené ešte raz, aby sa zistilo ktoré neuróny “vypália” pre ktoré vzory. Takto sa dáta topologicky klasifikujú (každý neurón predstavuje jeden cluster, pričom susedné neuróny klasifikujú príbuzné dáta).

Pri trénovaní SOM som použil 6402-rozmerný vektor popisujúci každého užívateľa. Užívateľov som zoradil do postupnosti podľa veľkosti ich ID. Vektor popisujúci užívateľa bol zostrojený tak, že pozostáva z n dvojíc, kde na prvom mieste k -tej dvojice sa nachádza 1, ak má daný užívateľ v priateľoch k -tého užívateľa, ak nie tak sa tam nachádza 0, a na druhom mieste k -tej dvojice je 1 pokiaľ je užívateľ priateľom k -tého užívateľa, ak nieje, tak sa tam nachádza 0.

Trénovanie SOM siete prebiehalo počas 28800 epóch, fáza usporiadávania trvala prvých 1500 epóch,

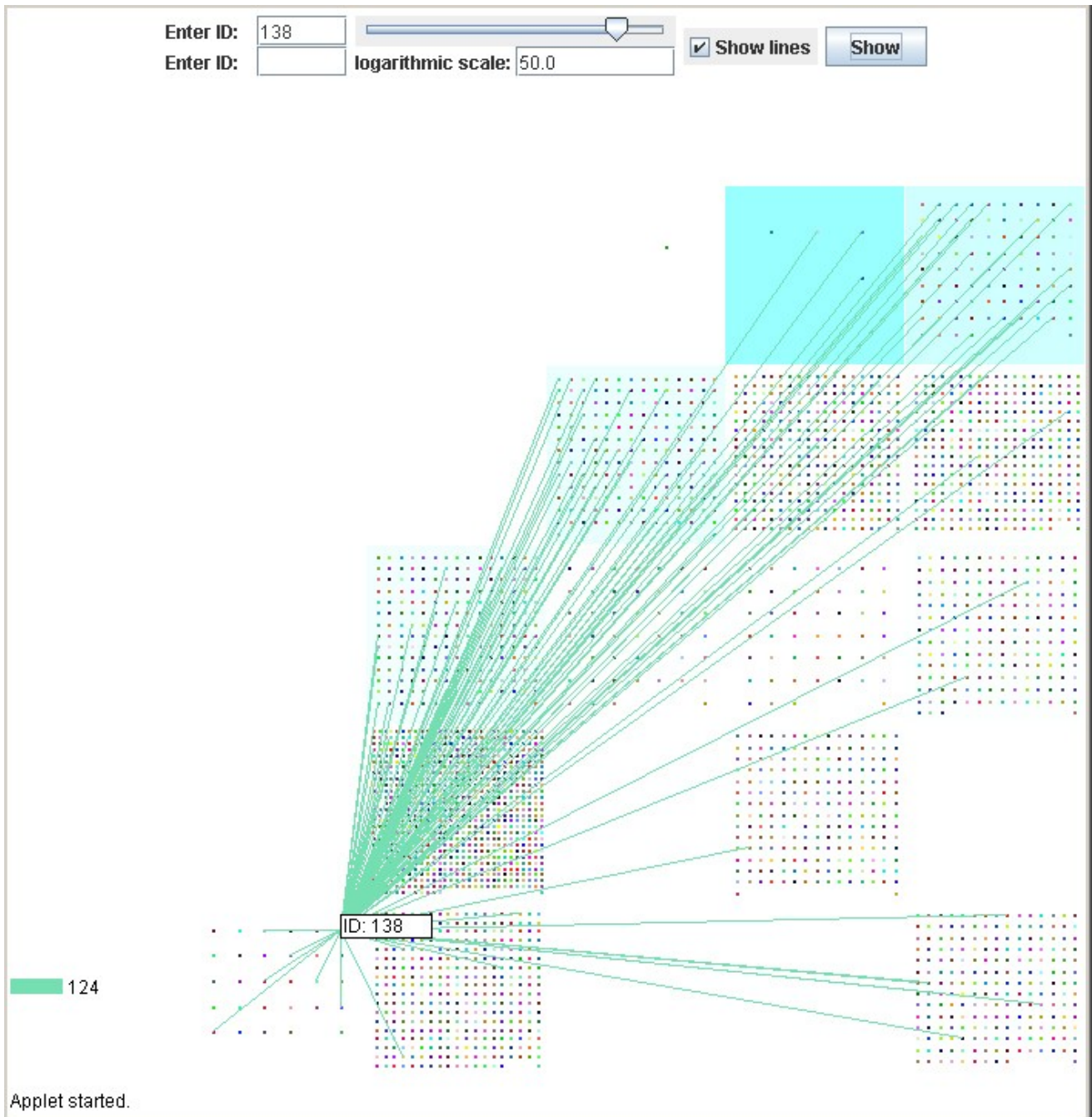
zvyšok bola fáza dolad'ovania. Pri výpočte víťazného neurónu som použil euklidovskú vzdialenosť. Sieť mala rozmery 6x6 neurónov. Výsledok je klasifikácia užívateľov systému Kyberia.sk do 36 clustrov. Finálny clustering som spracoval v dvoch experimentálnych appletoch. Prvý mapuje jednotlivé ID na povrch guľí v 3d priestore. Jedna guľa reprezentuje jeden cluster. Pozícia guľí v priestore je daná náhodne, ich veľkosť a prievitnosť je definovaná ako funkcia počtu užívateľov v danom clustri. Užívatelia su znázornení ako zelené body, vzťahy medzi užívateľmi vrámci jedného clusteru sú vykreslené červenou farbou, vzťahy ktoré prechádzajú medzi clustermi su znázornené modrou farbou. Vizualizáciou je možné sa pohybovať pomocou myši. Keďže sa jedná o applet, ktorý len skúma možnosti takéhoto prístupu, nenachádza sa prístupný na internete.



Obr. 18 Vizualizovaná clusterizácia serveru Kyberia.sk.

Gule sú umiestnené v 3D priestore, ktorým je možné navigovať prostredníctvom myšky. Na obrázku vidieť že väčšina spojení v sa koncentruje do clustru 30. Práve do tohto clustru bola umiestnená väčšina prvotných užívateľov systému. Na vizualizácii je taktiež možné zahliadnúť, že clustre 4 a 35 su veľmi koherentné, tj. ich vnútro je silno vyfarbené červenou farbou, čo je spôsobené tým, že majú veľa spojení vnútri clustru. V prípade clustru 4 sa jednalo o skupinu užívateľov, z ktorých takmer všetci sú aktívni v rôznych aktivistických a alternatívnych politických hnutiach. Títo tvoria veľmi koherentnú skupinu. V prípade clustru 35 sa zase z prevažnej časti jedná o členov slovenskej hackerskej komunity. Ďalšia vec, ktorá udrie do očí je veľkosť a relatívna nezapojenosť clustru 22. Tento cluster je z veľkej časti tvorený práve užívateľmi, ktorí sa na Kybériu dostali ako poslední a ešte neboli asimilovaní a začlenení do komunity. Dáta pre tento clustering boli spracované v roku 2005. Sieť bola trénovaná pomocou INSTAR pravidla (namiesto štvorcovej mriežky sa ráta s hexagonálnou mriežkou). Novší clustering ukazuje, že skupiny sa stávajú homogennejšími a vznikajú cca tri centrá, v ktorých sa miešajú starší užívatelia systému s novšími, a pár skupín v ktorých je zvyšok užívateľov. Skupiny už nevykazujú takú homogenitu a popísať ich pomocou spoločných znakov je ťažšie.

Druhý applet, ktorý vykresľuje výsledky clusterizácie je založený na circlog applete. Jednotliví užívatelia však nie sú umiestnení na kružnici, ale v štvorcovej mriežke jednotlivých clusterov. Applet vykresľuje vzťahy medzi označenými užívateľmi. Označuje clustre, v ktorých má zvolený užívateľ priateľov, rôzne silnou farbou, ktorá je závislá od počtu priateľov v danom clustri lomeno počet členov clustra.



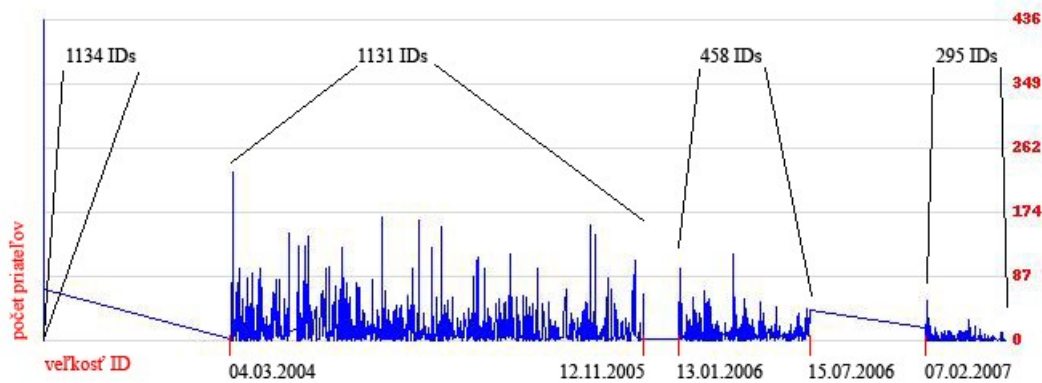
Obr. 19 Applet založený na applete circlog, ktorý vizualizuje clusterizáciu Kybérie. Možno si všimnúť, že táto clusterizácia prisúdila osobitný cluster pre ID, ktoré má v systéme najviac priateľov, a nasledujúci cluster pre 4 ID, ktoré svojou veľkosťou friendslistu nasledujú. V tejto clusterizácii sú ID patriace ku najstarším v systéme rozdelené do viacerých clusterov.

Clusterizácia sa ukazuje ako potenciálne najlepšia metóda ako vizualizovať rozsiahle sociálne siete. Jednako umožňuje rozbitie siete na menšie logické jednotky - clustre, s ktorými sa dá operovať individuálne, a jednako sú samotné clustre nositeľmi informácie o svojich príslušníkoch. Clustre umožňujú zachovanie kontextu v sociálnej sieti na v dvoch rovinách: prvá rovina je príslušnosť užívateľov do clustru a jeho vnútorná koherencia, druhú rovinu kontextu predstavuje samotná topologická blízkosť alebo vzdialenosť clustrov, ktorá reprezentuje blízkosť alebo vzdialenosť užívateľov v daných clustroch. Takisto, na obrázku 18 vidieť že clustre sa stávajú akoby individuálnymi jednotkami vizualizácie a spojenia medzi nimi tiež nesú informáciu o sociálnej sieti.

Problém interpretácie

Príslušnosť užívateľov do jednotlivých clustrov sa však ukazuje ako problematická z hľadiska *významu*. Po prezentovaní clusterizácie komunite bolo vznesených množstvo námietok, že clustering je nefunkčný – v tom zmysle, že jednotliví oslovení užívatelia sa necítili byť súčasťou clustrov, do ktorých boli SOMkou zadelený. Problém interpretácie preto predstavuje ťažko rozriešiteľnú otázku *dôvodu*, prečo daný užívateľ patrí do clustru, v ktorom sa nachádza. Z matematického hľadiska je odpoveď jasná: vektor, ktorý ho reprezentuje sa nachádza v clustri s vektormi, ktoré sú mu euklidovskými najbližšie. Avšak z pohľadu užívateľa je toto rozdelenie nepochopiteľné – často sa vedľa seba v clustri nachádzajú užívatelia, ktorí osobne zdieľajú len veľmi málo spoločných znakov ako sú záľuby alebo názory. Jedným z riešení, ktoré sa ponúka je, že užívatelia v jednom clustri majú k sebe blízko *v kontexte sociálnej siete* Kybérie, t.j. že ich sociálny profil, ako ho kóduje ich vektor priateľov je podobný sociálnym profilom užívateľov s ktorými zdieľajú svoj cluster. Vysvetlením je, že clustering je hypotetický v tom zmysle, že predpokladá, že užívatelia prikladajú všetkým svojim virtuálnym priateľom rovnakú hodnotu, pričom v reálnom živote to tak nebýva a jednotlivci pociťujú rôznu hodnotu pre rozličné vzťahy. Tieto otázky predstavujú veľmi zaujímavú oblasť problematiky sociálnych sietí a určite ponúkajú široký priestor na ďalší, informačne-sociálno-psychologický výskum.

Rozdielnosť výsledkov, ktoré s odstupom času priniesli clusteringy, je možno vysvetliť tým, že sa sociálna sieť v systéme stáva saturovanou, t.j. že sa blíži ku stavu, kde sa z menších sociálnych jednotiek stávajú veľké a silnejšie prepojené podsiete, ktorých prepojenosť sa blíži ku prepojenosti kompletného grafu. Tým pádom je SOM clusterizácia menej efektívna, pretože jedinečných znakov každého ID ubúda. Tento jav možno vysvetliť pomalým rastom počtu užívateľov Kybérie, pričom tempo získavania nových priateľov z komunity je rýchlejšie. Podpísalo sa na ňom aj minuloročné zhabanie servera, na ktorom Kybéria bežala, políciou SR činnou v prípade NBUSR123. V súčasnosti musia registráciu každého nového užívateľa schváliť aspoň piati senátori, ktorých je v systéme okolo dvoch stovák. Toto podstatne sťažuje rast komunity. Viacej k rastu Kybérie je vidieť v grafe na obrázku 20.



Obr. 20 Rozdelenie užívateľov Kybérie podľa ich ID.

X-ová os grafu predstavuje veľkosť ID užívateľov, os Y predstavuje počet ich priateľov. Na grafe vidieť tri “prerušenia” v distribúcií ID. Prvé je následkom dvoch postupných prerábok celého systému, pri ktorých došlo k prečíslovaniu príspevkov v databáze. Druhé prerušenie sa týkalo prerábky systému registrácií, počas ktorej boli registrácie pozastavené. Posledné prerušenie nastalo po zhabaní servera Hysteria.sk políciou Slovenskej Republiky, v júli minulého roku. Na grafe vidieť, že viac než jedna tretina (1134) užívateľov, je v systéme aktívna už takmer od samotného začiatku, pričom z hľadiska systémového času predstavujú zanedbateľnú časť.

Clustering aj napriek nesporným výhodám, aké ponúka v kontexte zjednodušovania vizuálnej komplexity, je pomerne problematický, pokiaľ vychádza z dát, ktoré niesú patrične detailné, alebo nezohľadňujú faktory, ktoré sú pri sociálnych sieťach podstatné (napr. subjektívna hodnota priateľského vzťahu). Oveľa zaujímavejší clustering by vznikol, ak by sa robil napríklad podľa frekvencie s akou si užívatelia píšú súkromné správy v pošte, alebo počtu návštev v jednotlivých profiloch užívateľov.

Záver

Vizualizácia sociálnej siete serveru Kyberia.sk sa ukázala byť netriviálnym problémom, pri riešení ktorého som musel vyvinuť rôzne metódy zobrazovania vstupných dát. Každá z použitých metód má svoje pozitíva a negatíva a najlepšie sa zdá byť používať tieto zobrazenia spoločne, aby sa navzájom doplňali.

Zobrazenie “circlog” rozdelilo členov systému Kyberia.sk podľa veľkosti ich ID čísla a počtu ich známosti na kružnicu. Používateľ interagujúci s vizualizáciou, rozhodoval, ktorí členovia systému ho zaujímajú. Po ich zvolení mohol porovnávať vzájomné prieniky ich sociálnych sietí alebo študovať charakteristiku ich prepojení s inými členmi komunity.

Zobrazenie “friends” sa zameralo na sociálnu sieť obklopujúcu jedného, centrálného, používateľa. Interaktívny applet vykresľoval bezprostredných priateľov centrálného ID a ich vzájomné vzťahy ako dynamický graf, ktorý bolo možné ovládať myšou. Komplikovanú sociálnu sieť v prípade užívateľov s množstvom priateľov, bolo možné zjednodušiť filtrovaním podľa veku spojení, alebo sociálnej sily jednotlivých členov tejto siete.

Posledný prístup ku vizualizácií Kyberie bol clustering na základe vektoru priateľov, ktorý popisoval každého užívateľa. Vektory boli použité ako vstup do Kohonenovej mapy, ktorej výstupom bola klasifikácia užívateľov systému do 36 skupín. Informácie o príslušnosti ku clustrom, boli potom použité v experimentálnych vizualizáciách.

Všetky vizualizácie s výnimkou tých, ktoré použili cluster dáta, sú prístupné komunitě na webovej stránke autora, vo forme javovských appletov. Poskytujú členom komunity spôsob ako sa na ňu pozrieť zvonku.

Vizualizácia sociálnej siete je multidisciplinárna problematika. Otvára otázky a problémy, ktoré sa netýkajú len zobrazovacích metód, ale ktorých povaha vyžaduje skôr sociologický alebo sociálno-psychologický prístup. Užívatelia systému Kyberia.sk totiž predstavujú veľmi komplexnú sociálnu sieť, ktorej povaha v skutočnom živote úzko súvisí s jej povahou na internete. Jednako však, je bez hlbšieho a dôkladnejšieho výskumu a detailnejších dát veľmi ťažké a riskantné usudzovať niečo o povahe sociálnej siete v reálnom živote, na základe informácií z internetu. Vzťah priateľstva je v databáze Kyberie binárny, pričom v skutočnom svete nadobúda množstvo podôb a jeho kvalita nieje až tak jednoducho merateľná. Odhliadnúc od problémov spojených so slovom “sociálny” sa pri tejto vizualizácii vyskytlo množstvo problémov, ktoré súvisia s jej technickým alebo vizuálnym prevedením. Komplikovaná štruktúra silne prepojeného grafu s 3000 a viac uzlami sa ukazuje byť ťažkým orieškom pokiaľ je cieľom vizualizácie rýchle, intuitívne a prehľadné zobrazenie jeho štruktúry. Je potrebné nájsť nové a funkčné vizuálne metafory a skratky, ktoré by boli schopné popisovať takýto systém a zachovať si jednoduchosť.

Práve multidisciplinárna povaha vizualizácie sociálnych sietí spôsobuje, že v tejto oblasti neexistuje takmer žiadna teória. Všetko čo je k dispozícii sú akési štandardy, prípadne zaužívané postupy overené časom. Sčasti patrí vizualizácia pod sociálne vedy, sčasti sa dotýka teórie zobrazovania a sčasti spadá do oblasti informačnej vedy, keďže sa pri jej tvorbe vo veľkej miere používajú moderné informačné technológie. Moja ďalšia práca v tejto oblasti bude preto smerovať ku interdisciplinárnemu zapojeniu odborníkov z oblasti sociálnych vied, prípadne grafikov a dizajnérov. Veľa sa dá spraviť aj čo sa týka štatistického výskumu získaných dát a jeho použitia pri návrhu

nových spôsobov zobrazovania. Vo svete sa vizualizácia dát práve nachádza v období veľkého rozmachu a jej ďalší výskum a aplikácie poskytujú množstvo oblastí, v ktorých je možné byť aktívnymi. Sociálne vedy už poznajú termín “social network analysis” a takisto popredné technologické vysoké školy majú vizualizáciu sociálnych sietí ako samostatný kurz. Ako príklad uvádzam odkaz na kurz na MIT nazvaný **Social Visualization** [13]. Práve Michiganský Inštitút Technológií môže v mnohom slúžiť ako príklad technicky a informačne zameraným univerzitám. Jeho Media Lab sa za dobu svojej existencie stal celosvetovo popredným centrom, ktoré združuje odborníkov z množstva rozdielnych disciplín a flexibilne reaguje na vznik nových problémov súvisiacich s rozvojom informačných technológií. Tieto problémy čoraz častejšie vyžadujú tímy odborníkov, ktorých sila spočíva v spoločnom presahovaní hraníc jednotlivých disciplín.

Použitá literatura

- [1] - <http://www.kyberia.sk>
- [2] - <http://www.opte.org/>
- [3] - <http://www.cheswick.com/ches/map/index.html>
- [4] - http://www.doxpara.com/pics/index.php?album=maps/&pic=tracert_2.PNG&slide=1&delay=4
- [5] - <http://blogs.zdnet.com/threatchaos/?p=311>
- [6] - <http://fcgp.sourceforge.net/shots.html>
- [7] - <http://acg.media.mit.edu/people/fry/revisionist>
- [8] - http://en.wikipedia.org/wiki/Mark_Lombardi
- [9] - <http://www.eastgate.com/storyspace/index.html>
- [10] - <http://www.visual-mind.com/>
- [11] - <http://freemind.sourceforge.net/>
- [12] - <http://www.caida.org/tools/visualization/walrus/>
- [13] - <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Media-Arts-and-Sciences/MAS-965Fall-2004/CourseHome/index.htm>