Un Interviu cu Bruce Maggs

Mihai Budiu — mailto:mihaib+@cs.cmu.edu
http://www.cs.cmu.edu/~mihaib/

februarie 2001

Subiect: un interviu cu Bruce Maggs, vicepreşedinte pentru cercetare/dezvoltare la compania Akamai.

Cunoştinţe necesare: cunoştinţe elementare despre reţele de calculatoare

Cuvinte cheie: Akamai, Internet, streaming media, cercetare, universitate

Cuprins

1 Traducere

M: *Puteţi sa ne spuneţi cîte ceva despre dumneavoastră?*

BM: Sigur. Sunt informatician, profesor la universitatea Carnegie Mellon (CMU).

Am crescut în statul Illinois, în centrul Statelor Unite, dar în copilărie am petrecut mai multe luni în Europa de est: Bulgaria, Yugoslavia şi chiar am petrecut vara anului 1969 în România.

Am studiat la Massachusetts Institute of Technology (MIT), în Boston; de acolo am primit atît diploma de absolvent cît şi pe cea de doctor. După un stagiu post-doctoral scurt la MIT am lucrat timp de trei ani şi jumătate la laboratoarele NEC, un institut de cercetare fondat de compania japoneză cu acelaşi nume. După aceea am venit la CMU. Sunt aici de şapte ani, deşi am făcut o pauză de trei semestre lucrînd la o nouă companie numită Akamai. La Akamai sunt vice-preşedinte pentru cercetare-dezvoltare, şi am supervizat toată activitatea de implementare.

Pe lîngă calculatoare îmi mai place să joc hochei pe gheaţă şi softball, care e o variantă a baseball-ului american. De asemenea fac jogging şi ciclism.

M: *Aţi anticipat o întrebare despre hobby-uri...*

O să am o mulţime de întrebări despre Akamai mai încolo. Puteţi să ne spuneţi ceva despre subiectele dumneavoastră de cercetare?

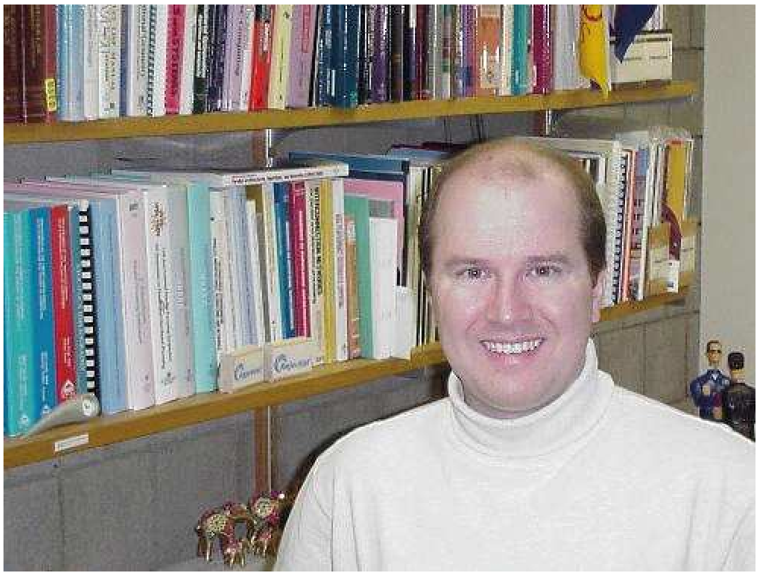

Figura 1: Bruce Maggs.

BM: Cercetarea mea s-a desfăşurat mai ales în domeniul calculului paralel. În particular, am căutat răspuns la întrebarea "care ar trebui să fie structura generală a unui calculator paralel?". Cînd ai multe procesoare independente cuplate cu o reţea de comunicaţii, cum ar trebui reţeaua să arate şi cum ar trebui să o utilizeze procesoarele?

În ultima vreme însă am devenit interesat de reţele de calculatoare. După stagiul la Akamai, mi-am schimbat orientarea. Înainte eram mai ales teoretician, dar acum lucrez la probleme mai "imediate". În final cred că majoritatea cercetării mele va avea şi o bază teoretică.

M: *Asta e grozav, pentru ca am multe întrebări despre relaţia dintre teorie şi practică în calculatoare, şi îmbinarea lor.*

De fapt, am să pun acum o astfel de întrebare: cum vedeţi relaţia dintre cercetarea în sisteme şi cea din teorie? Domeniile sunt relativ disjuncte, iar cele două comunităţi de cercetători nu par să comunice prea des. Ce părere aveţi?

BM: Cred că sunt o seamă de prejudecăţi în privinţa asta, şi că în realitate cele două comunităţi interacţionează substanţial. Dar, într-adevăr, e destul de greu să găseşti un teren comun, în care rezultate dintr-un domeniu se aplică imediat în celălalt. Teoreticienii îşi pot folosi cele mai puternice unelte cînd au un model clar, curat, abstract al sistemului; practicienii pot folosi ideile teoretice cînd detaliile de implementare sunt la-ndemînă, şi nu sunt îngrozitor de complicate. E adevărat, de asemenea, că informaticienii se văd ca făcînd parte dintr-un domeniu sau altul. De aceea, un efort real trebuie făcut pentru a face legături cu cealaltă parte. Şi din acelaşi motiv există un număr relativ redus de cercetători care sunt bine cunoscuţi în ambele arii.

O altă prejudecată eronată este că teoreticienii nu sunt "practici" şi că cei care construiesc sisteme nu pot crea arhitecturi fundamentate teoretic. Cred ca un teoretician bine "educat" despre problemele reale din sisteme poate dezvolta modelele corecte şi poate folosi uneltele corecte pentru a îmbunătăţi arhitecturi care au fost concepute fără o bază teoretică. De asemenea, cred că cei din sisteme pot aprecia şi concepe design-uri bune şi din punct de vedere teoretic.

La Akamai, cel puţin, am văzut teoreticieni care erau rapid integraţi în proiecte de construire a unui sistem complex. Detalii despre, să zicem, cum Linux implementează nu ştiu ce protocol de reţea, nu pot fi repede învăţate de teoreticieni, dar dacă stai cot la cot în tranşee cu cei care construiesc sistemele înveţi detaliile astea, şi înţelegi şi de ce lucrurile stau aşa. E posibil ca teoreticienii să aibă un mare impact asupra arhitecturii unor sisteme foarte mari. Mai ales cînd programele vor trebui să funcţioneze la dimensiuni de mii de calculatoare, miliarde de pagini de web pe zi şi teraocteţi de date colectate.

M: *Mă împingeţi să vă întreb mai multe despre Akamai...ce este Akamai?*

BM: Akamai este liderul în livrarea de informaţii pe Internet. Asta înseamnă că Akamai livrează, de exemplu, imaginile care apar pe cele mai populare site-uri de web din lume. Akamai are la ora actuală în jur de 1400 de clienţi.

Clienţii folosesc Akamai pentru a livra biţii care formează imaginile sau secvenţele video care sunt apoi afişate pe terminalul utilizatorului. Clienţii lui Akamai sunt nume foarte mari, ca Yahoo, Microsoft, Apple, CNN; toţi aceştia au transferat lui Akamai problema livrării rapide a informaţiilor [pe web] către utilizatori.

Akamai are servere în întreaga lume: cam 8000 de servere în 50 de ţări în 500 de puncte. Cînd un utilizator vizitează, să zicem Yahoo, [folosind un browser de web], imaginile vin spre utilizator nu de la site-ul central, unde Yahoo are serverul principal de web, ci de la unul din site-urile Akamai, care de obicei este mult mai aproape de utilizator decît serverul Yahoo.

M: *De unde ştie Akamai care server este mai aproape de utilizator? Internetul nu oferă nici o infrastructură pentru a determina poziţia unui utilizator.*

BM: Asta e o întrebare bună.

În primul rînd, nu e chiar adevărat că Internetul nu oferă nici o infrastructură. E o grămadă de informaţie numai în adresa IP (adresa internet) a clientului. Internetul nu e o reţea plată, complet dezorganizată: e o interconexiune de reţele independente, iar din adresa IP a clientului ştii reţeaua pe care clientul se află, iar din asta ştii ceva despre poziţia clientului.

Mai mult, Akamai are o prezenţă foarte amplu distribuită: cu servere în peste 500 de locuri putem face o analiza a Internetului, şi putem construi în timp real un model complex despre ce se întîmplă: care reţea e conectată cu cine şi unde sunt probleme de performanţă. Asta este una dintre competenţele cheie ale lui Akamai. Cînd un utilizator face o cerere noi calculăm nu numai unde se află, ci şi de unde e cel mai uşor de servit.

M: *Tot procesul ăsta e invizibil pentru utilizator?*

BM: Da, complet transparent.

Ai văzut, cu siguranţă, cum unele site-uri de web unde te duci, să zicem, să descarci (download) nişte programe, îţi oferă o listă de site-uri din felurite ţări. În modelul acela utilizatorul trebuie să participe la luarea deciziei. Problema cu modelul ăsta este că vagi clasificări geografice nu au nimic de a face cu performanţa reţelei. Nu intotdeauna site-ul cel mai apropiat ca distanţă este şi cel cu cea mai bună performanţă. O astfel de decizie este o povară în spinarea utilizatorului.

Sistemul Akamai este complet transparent. În esenţă, cînd un utilizator încearcă să rezolve un nume care conţine `akamai` folosind DNS[1], sistemul DNS de la Akamai se uită de unde vine cererea şi decide apoi care server Akamai este cel mai potrivit pentru a răspunde utilizatorului.

M: *Deci toate imaginile [de la Yahoo] au URL-uri (Universal Resource Locators) la Akamai?*

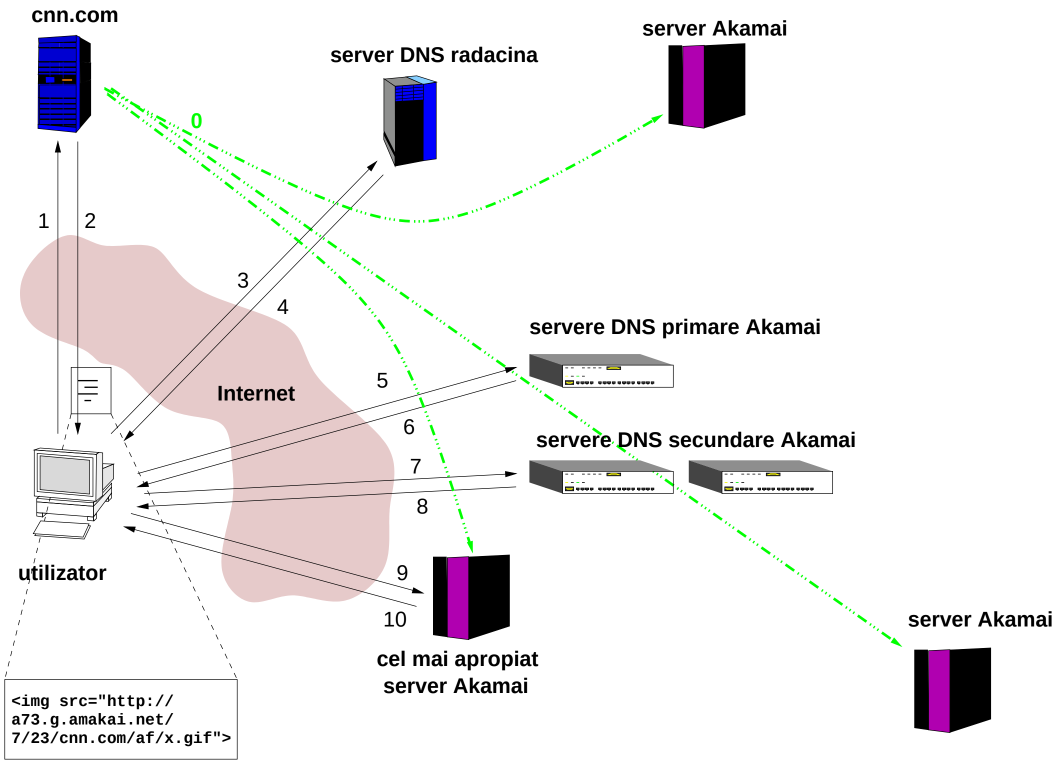

Figura 2: Funcţionarea sistemului Akamai: (0) `cnn.com` distribuie imaginile serverelor Akamai. (1) Un utilizator (client) vizitează `cnn.com` (2) `cnn.com` raspunde; pagina conţine figuri incluse cu `img src`, aflate la `a73.g.akamai.net` (3) Clientul contactează serverul de nume rădăcină ca să afle unde e `akamai.net` (4) Serverul replica cu adresa IP a serverului principal de nume pentru `akamai.net` (5) Clientul contactează serverul principal de nume al lui `akamai.net` ca să afle unde e serverul de nume (secundar) pentru `g.akamai.net` (6) Serverul primar răspunde cu adresa de IP (7) Clientul contactează serverul secundar `g.akamai.net` şi întreabă unde e `a73.g.akamai.net` (8) Serverul de nume secundar calculează din poziţia clientului cel mai apropiat server Akamai de client şi returnează adresa lui IP (9) Clientul contactează serverul Akamai de date (10) Serverul returnează imaginea din pagina de web.

BM: Exact. Cererea DNS vine la Akamai, şi Akamai trimite utilizatorul spre serverul optim.

Poate ai observat că atunci cînd vizitezi unele site-uri de web, în partea de jos a browser-ului de web apare intermitent cuvîntul `akamai`: asta e o indicaţie că browser-ul contactează Akamai pentru a rezolva URL-uri care conţin numele `akamai`, şi că apoi ia imaginile corespunzătoare de la Akamai.

[1] Sistemul DNS (Domain Name System) traduce numele calculatoarelor din forma textuală (ex. `www.agora.ro`) în cea numerică (ex. `194.102.154.13`).

Există mai multe metode prin care un site poate folosi serviciile Akamai fără a-şi umple pagina cu URL-uri de la `akamai`. Din ce în ce mai mulţi dintre clienţii noştri folosesc mecanisme DNS care ascund faptul că Akamai este implicat. Nu numai că browser-ul se conectează automat la `akamai`, dar nici nu mai există indicaţii pe ecran despre faptul că datele vin de la noi.

M: *Aţi spus că folosiţi informaţii despre structura Internetului. Folosiţi numai informaţii disponibile public, cum ar fi tabelele de rutare, sau măsuraţi în mod activ Internetul?*

BM: Cred că este inexact să spui că tabelele de rutare sunt public disponibile: nu poţi nicicum să obţii tabelele de rutare din ruterele unui ISP (Internet Service Provider) oarecare. În general nu sunt disponibile.

M: *Am vrut să spun: "tabele de rutare inter-domeniu".*

BM: Chiar şi tabelele de rutare inter-domeniu sunt disponibile numai dacă o reţea a făcut o înţelegere cu tine să ţi le pună la dispoziţie, sau, mai exact tehnic, să-ţi fie egal (peer) ca ruter.

Răspunsul este însă "DA" pentru ambele întrebări.

Akamai are acces la un număr foarte mare de tabele de rutare în timp real, deci are o imagine completă a conectivităţii Internetului la orice moment.

Dar există şi alţi factori importanţi pentru performanţă în afară de conectivitate. Deci Akamai face o varietate de măsurători. Unele sunt bazate pe performanţa percepută de utilizatori, altele sunt mai "active".

M: *Folosiţi suport special de la ISP-urile cu care lucraţi, sau folosiţi numai infrastructura de bază a reţelei?*

BM: Nu pot comenta acest subiect.

M: *Aţi menţionat că Akamai oferă şi informaţie video. Face compania mutări în afacerile cu "streaming media" (informaţii cu flux continuu)?*

BM: "Streaming media" este un domeniu foarte important pentru Akamai. Suportăm toate formele populare, incluzînd Windows Media, Real Audio şi Video, şi Quicktime. Credem că aceasta este o formă din ce mai populară de informaţie, şi una care va consuma din ce în ce mai multă capacitate a reţelei.

Acest tip de informaţie are nevoie de mai multă capacitate (bandwidth) şi, mai ales, este foarte sensibilă la pierderi şi întîrzieri. Cu cît drumul între server şi utilizator este mai lung, cu atît creşte probabilitatea să apară probleme, care vor fi perceptibile utilizatorului. Dacă serverul este cît se poate de aproape, clientul poate obţine o experienţă calitativ superioară.

În următorii ani, pe măsură ce limitarea de pe "ultimul kilometru" (adică linia telefonică de la centrală la un modem lent) dispare, pentru că lumea trece la soluţii mai rapide, importanţa existenţei unui server apropiat va fi şi mai mare decît acum.

M: *Pentru filme arhivate îmi imaginez cum funcţionează sistemul dumneavoastră: la fel ca şi cu imaginile. Dar dacă transmiteţi ceva în direct, cum veţi proceda? În acest caz există o sursă unică de informaţie [care nu poate fi multiplicată pe serverele Akamai dinainte].*

BM: Corect. Cînd discutăm de "streaming media", trebuie să facem distincţie între video-la-cerere, care este un eveniment stocat dinainte, şi transmisiunea în direct. Pentru cea din urmă avem o problemă suplimentară de rezolvat: cum redistribuim în mod fiabil semnalul de la sursă pînă la toate serverele Akamai, care îl pot apoi livra utilizatorilor.

Pentru acest scop Akamai are o infrastructură separată, care nu e necesară pentru distribuirea de informaţii “statice” (static content). Una dintre trăsăturile unice ale sistemului Akamai este că foloseşte un mecanism foarte redundant astfel încît, chiar în prezenţa multor căderi în reţea, probabilitatea ca fluxul de date care ajunge la un utilizator să fie degradat este foarte scăzută.

M: *Sunt multe companii care par să facă ceva similar cu Akamai, de exemplu web caching. Cu toate acestea, Akamai a fost un succes de la început, pentru căătunci cînd şi-a anunţat existenţa avea deja, cîţiva clienţi extrem de importanţi, ca CNN şi Yahoo. Cum de s-a întîmplat aşa ceva: din cauza superiorităţii tehnice, a relaţiilor personale, a suportului puternic din partea investitorilor, sau din alte motive?*

BM: Sunt mai multe motive. Dar cele mai importante două sunt următoarele:

1. Problema pe care Akamai o adresează este foarte importantă pentru aceşti clienţi şi nu exista nici o soluţie;

2. Încă de la început am făcut un efort foarte serios pentru a înţelege ce fel de solutie doreau potenţialii noştri clienţi. Design-ul nostru a fost constrîns de nevoile acestei liste de clienţi.

Acesta este un sfat pentru orice companie nouă (start-up): şansa de a avea succes cu un nou produs sau serviciu va fi enorm sporită dacă potenţialii clienţi sunt implicaţi în proiectarea produsului cît se poate de devreme. Produsul Akamai nu a fost proiectat în vid: multă energie a fost consumată studiind ce fel de probleme au cei care livrează informaţii şi ce fel de soluţii ar fi acceptabile şi totodată uşor de încorporat în infrastructura existentă.

M: *Nu a fost proiectul original conceput şi realizat într-o universitate, după care a evoluat într-o companie?*

BM: Ba da, cărămizile de bază au fost puse la MIT, înainte ca eu să devin afiliat companiei, în 1995. Proiectul a devenit companie în 1998.

M: *Akamai este o companie foarte interesantă şi pentru că are o grămadă de angajaţi cu doctorat, mulţi dintre care au puternice înclinaţii teoretice. A avut asta vreun impact asupra companiei? Au ajutat teoreticienii la rezolvarea unor probleme importante?*

BM: O întrebare bună.

E adevărat: Akamai are un număr relativ ridicat de doctori: sunt cam 55 şi mulţi dintre ei au sau au avut poziţii importante de profesor permanent[2] la departamente de calculatoare sau de matematică din felurite universităţi. Nu sunt toţi teoreticieni: există cîteva personalităţi din lumea “sistemelor” la Akamai. Dar e adevărat că mulţi au reputaţii foarte solide în domeniul informaticii teoretice.

Una dintre prejudecăţile pe care le-am discutat mai devreme era aceea că “teoreticienii nu sunt practici”. Cred că experienţa Akamai dovedeşte că proiectarea unui sistem bun poate fi făcută prin colaborarea dintre un număr mare de teoreticieni şi cercetători din sisteme.

Akamai rezolvă probleme la o scară atît de mare încît soluţii care nu pot fi analizate sau demonstrate că vor fi adaptabile la scară mare nu vor funcţiona. Azi Akamai e o parte atît de

[2]Tenured profesor: profesor pe viaţă.

importantă din livrarea de informaţii pe Web încît nu avem voie să facem erori. Soluţiile pe care le concepem trebuie să funcţioneze imediat la scară mare şi trebuie să fie capabile să susţină o încărcătură enormă, care creşte de la lună la lună. O mare parte din componentele sistemului au fost proiectate plecînd de la considerente teoretice, şi fac cîteodată lucruri care par neintuitive, tocmai pentru că teoria demonstrează că acesta este felul corect de a ataca problema.

M: *L-am auzit mai demult pe [cîştigătorul premiului Turing din 1986] Robert Tarjan spunînd că, dacă vrei să ai un impact asupra lumii, mai ales ca teoretician, locul potrivit este o companie nou-creată (start-up). Puteţi verifica această aserţiune?*

BM: Nu sunt sigur dacă este specifică teoreticienilor; doar că un teoretician "aruncat" în fierberea unei companii nou create nu are luxul de a modela cu grijă şi de a demonstra un număr mare de teoreme. Cererile unei companii noi sunt imediate, şi teoreticienii sunt înglobaţi făcînd orice este necesar pentru companie, chiar pe termen scurt.

Dar pentru oricine vrea să aibă un impact imediat, o companie nouă este atractivă. Asta este una dintre cele mai plăcute consecinţe ale muncii de la Akamai: ce faci acum poate avea impact doar în cîteva luni. Îi dă oportunitatea unui informatician să dezvolte o componentă a unui sistem şi să vadă că, în trei luni, propria lui mamă o foloseşte, chiar dacă ea nu ştie. Asta, cred eu, este foarte plăcut pentru oricine.

M: *Aţi adus de la Akamai nişte probleme interesante la care să lucraţi acum, în noua dumneavoastră viaţă universitară?*

BM: Am adus. Într-o nouă companie, sau în orice companie care creşte foarte repede, ai prea puţin timp să meditezi asupra problemelor în maniera sistematică cu care suntem obişnuiţi în universitate. Apreciezi luxul ăsta numai cînd vii înapoi în universitate. În timpul proiectării sistemului Akamai am rezolvat rapid multe probleme, oferind soluţii în care aveam încredere. Totodată, probleme interesante au rămas nerezolvate, pentru că nu aveau prioritate mare. Am adus cu mine nu număr de probleme motivate de fenomene observate în timpul proiectării sistemului Akamai, dar care nu erau urgente. Deşi nu am fost capabil să îmi urmăresc cursul normal al cercetării, nu aş vedea şederea la Akamai ca o întrerupere în munca mea. Azi am un context mult mai bun în care să mă gîndesc la probleme despre reţele şi mult mai multă experienţă pentru a înţelege care probleme sunt importante şi care soluţii sunt fezabile.

M: *A fost tranziţia universitate — companie şi înapoi uşoară? Sunt diferenţe "culturale" substanţiale?*

BM: Aş zică că sunt diferenţe foarte mari, mult mai mari decît m-am aşteptat. Cred că anul şi jumătate petrecut la Akamai este cea mai plăcută şi fructoasă perioadă din cariera mea. Este de asemenea şi cea mai puţin sănătoasă: am văzut mai multe răsărituri de soare decît în toată viaţa mea, am mîncat multă pizza şi îngheţată şi am făcut foarte puţină mişcare.

Ceea ce pare un mare sacrificiu a fost destul de uşor de făcut la ora aceea, mai ales pentru că munca era atît de interesantă şi adrenalina ridicată, încît era uşor să pierzi din vedere toate celelalte lucruri. Un lucru care-mi lipseşte, de cînd am venit înapoi, este adrenalina, conştiinţa faptului că o eroare, chiar şi una mică, ar putea avea un impact foarte mare asupra companiei, angajaţilor, clienţilor şi investitorilor. Potenţialul pentru un eşec costisitor e mult mai mare decît în universitate, unde ai timp să-ţi verifici rezultatele şi unde întreg procesul este proiectat să asigure corectarea cît mai rapidă a erorilor. Aici [în universitate] totul se mişcă mai încet. Primul lucru pe care l-am remarcat cînd m-am întors este cît de multă libertate am să-mi aleg cum să-mi petrec timpul în cercetare; ritmul vieţii este mult mai molcom.

Un alt lucru diferit este un sentiment mult mai puternic de echipă în companie faţă de universitate. Cred că motivul este că profesorii, şi chiar studenţii doctoranzi, sunt evaluaţi mai ales ca indivizi. Chiar dacă ei adesea "trag" laolaltă pentru departament sau pentru universitate, la urma urmei e foarte important ca fiecare ins să-şi delimiteze foarte clar contribuţiile. La Akamai contribuţiile individuale nu erau aşa de importante. Era mult mai important ca noi, ca o echipă, sa construim un produs bun care să-i satisfacă pe clienţii noştri. A fost deosebit de plăcut să lucrez în echipă cu oameni pe care-i cunoşteam de multă vreme şi cu care colaborasem, dar numai în lumea universitară, unde fiecare avea propriul program de cercetare. Asta nu mai era o problemă: nu se mai străduia fiecare să fie diferit de colegii săi. În schimb toţi ne-am concentrat efortul în proiect fără a ne preocupa cui i se va atribui meritul.

M: *Este acest fenomen rezultatul contractului cu compania privind proprietatea intelectuală (Intellectual Property)? Nu poţi atribui o inovaţie unui ins, pentru că oricum ea aparţine companiei.*

BM: Nu cred. E adevărat că aparţine companiei, dar nu cred că lumea raţionează aşa cum spui. Cred că lumea înţelege că am făcut o pauză din carierele noastre universitare, sau poate am renunţat la ele, pentru a construi o companie bazată pe un serviciu şi că, pentru a face compania să aibă succes, trebuie să oferim cel mai bun serviciu posibil clienţilor. De îndată ce fiecare-şi înţelege rolul, munca în echipă vine natural. E adevărat că diseminarea informaţiei este mult mai restrînsă la o companie, şi mai ales la una nouă, pentru care e critic să menţină un avantaj competitiv. Rata de publicaţii care ies din Akamai este extrem de scăzută; putem zice că niciodată nu au fost la un loc atîţia profesori de vîrf care publică atît de puţin. Dar cred că este aceeaşi motivaţie care face lumea să lucreze în echipă.

M: *Un prieten de-al meu ar vrea să obţină o slujbă temporară (internship) la Akamai. Nu vreau aici să trag sfori pentru el, dar aş vrea să întreb despre contractul despre interdicţia divulgării informaţiei (Non-Disclosure Agreement, NDA) care trebuie semnat. Va putea prietenul meu să aducă de la Akamai nişte probleme şi rezultate interesante de la Akamai? Sau este contractul foarte strict?*

BM: Cred că Akamai are un NDA standard; nu e construit pentru a îndepărta pe cercetători de la cercetare. E mai curînd un contract tipic pentru o companie, folosit atunci cînd mai multe companii colaborează, sau cînd cineva oferă consultanţă companiei: în aceste cazuri toată lumea înţelege că secretele industriale trebuie păstrate.

În general, cred că Akamai suportă cercetarea universitară — doar rădăcinile companiei vin din universitate. Facem tot ce putem, mai ales atunci cînd sunt implicaţi şi studenţi, să limităm impactul pe care l-am putea avea asupra viitoarei lor cariere.

Depinde foarte mult de la caz la caz: ar fi imposibil ca un student să scrie o teză care descrie întreaga infrastructură a lui Akamai şi care descrie apoi probleme de cercetare care ar putea îmbunătăţi unele părţi. Trebuie să existe nişte limite. Semnînd un NDA studentul cade de acord să nu divulge proprietatea intelectuală critică a companiei.

M: *Profesorul Herbert Simon [cîştigător al premiului Nobel în 1978 şi al premiului Turing în 1975; decedat in februarie anul acesta] scria undeva că îi este dor de timpurile în care colective de* *profesori lucrau împreună la o singură problemă importantă, sub conducerea unui profesor renumit (senior). Dînsul spunea că în ziua de azi cei mai mulţi profesori urmăresc obiective individuale.*

Observaţia aceasta pare legată de ceea ce spuneaţi mai devreme despre munca în echipă. Credeţi că ceva ar putea fi împrumutat din modelul companiilor pentru a fi folosit în universităţi? Poate pentru a irosi mai puţin timp, să zicem, pe probleme secundare?

BM: Dacă înţeleg bine întrebarea, problema cea mai mare nu este dacă profesorii lucrează individual, ci dacă cineva îi îndrumă şi îi direcţionează spre anumite direcţii.

Cred că e foarte sănătos ca profesorii să-şi aleagă individual problemele despre care cred că sunt importante şi să nu fie constrînşi de opinia unui profesor renumit.

În acelaşi timp, e clar posibil ca cercetarea să fie mult mai eficientă dacă este făcută în echipă; universitatea, mai ales în Statele Unite, clar recompensează reuşita individuală, mai ales la începutul carierei unui profesor. Pentru a obţine tenură la o universitate de cercetare un profesor trebuie să-şi stabilească o reputaţie independentă. Dacă profesorul participă numai în eforturi de colaborare sistemul nu-l va recompensa, iar cariera sa pe termen lung va avea de suferit. Acest aspect al sistemului universitar descurajează colaborarea.

Nu cred că există o soluţie simplă. Dacă vrei să dai unui profesor "important" autoritatea de a-i conduce pe ceilalţi trebuie să fii sigur că este cel potrivit pentru a deţine autoritatea.

M: *Să vă pun şi cîteva întrebări tehnice despre Akamai.*
Se zvoneşte că folosiţi mult Linux. E adevărat? De ce?

BM: Într-adevăr, cele mai multe din serverele Akamai sunt Linux. Dar avem şi destul de multe servere Windows 2000, mai ales cele care servesc fişiere Windows Media.

Akamai a pornit cu Linux, din mai multe motive.

- În primul rînd, pe latura hardware, raportul preţ-performanţă este cel mai bun pentru calculatoare compatibile Intel.
- Pe partea de software, am descoperit că sunt mari avantaje în a avea acces complet la codul sursă al programelor care se execută pe serverele noastre. Asta ne-a permis să facem modificări pentru a optimiza serverele pentru tipuri speciale de activităţi, unde excelează mai bine decît un server generic.
- Există şi alte sisteme de operare "open-source" care ar fi putut fi alese pe lîngă Linux. Alegerea noastră a fost parţial ghidată de faptul că grupul nostru iniţial de programatori ştia Linux mai bine decît alte sisteme.
- Linux a fost ales de asemenea pentru că este foarte stabil. Linux e foarte folosit, deci probabilitatea unei catastrofe sau a unor probleme de securitate este aparent cea mai mică. Comunitatea de utilizatorilor este foarte mare, şi este orientată pentru completa divulgare a oricăror probleme şi soluţii care apar.

M: *Cum se administrează, întreţin şi depanează atît de multe calculatoare în 50 de ţări diferite?*

BM: Asta e o întrebare interesantă.

În primul rînd, nu avem personal la nici unul din locurile unde sunt servere. Toate serverele sunt administrate prin reţea. Asta e o problemă deosebit de grea: cînd ai 8000 de servere, în orice moment unele o să aibă probleme hardware. Altele vor fi în locuri care pierd legătura cu restul Internetului. Programele trebuie să fie proiectate pornind de la premiza că pentru perioade lungi fiecare server poate fi inaccesibil sau greu de contactat.

Această problemă nu este încă complet rezolvată. Practic cele mai importante tehnologii ale lui Akamai se ocupă de problema asta: cum construieşti şi întreţii un sistem distribuit foarte mare.

De aici decurg cîteva reguli interesante de programare. De exemplu, orice program trebuie să fie compatibil cu versiunile vechi. Motivul este că, deşi actualizăm (upgrade) programele simultan pe toate calculatoarele, procesul poate dura foarte mult, depinzînd de conectivitatea reţelei. Unele părţi vor fi actualizate, pe cînd altele încă nu, iar sistemul trebuie să opereze în timpul tranziţiei.

Sistemul trebuie de asemenea să fie complet descentralizat. Nu poate exista un loc central de care depinde eficacitatea întregului sistem.

Pentru că e atît de mare, e esenţial de minimizat numărul de operaţii executate *manual* pentru administraţie. Dacă ar fi necesară intervenţia umană pentru a ţine sistemul în funcţiune, pe măsură ce servere sunt adăugate, ar fi nevoie de din ce în ce mai mulţi oameni.

Figura 3: Sistemul de monitorizare Akamai.

Avem un sistem de monitoruizare sofisticat, care ne dă o vedere completă a sistemului. Sistemul a fost proiectat astfel încît să se auto-organizeze şi să fie descentralizat.

În acelaşi timp avem control asupra fiecărui server, şi cam toate serverele rulează cam acelaşi software. Nu avem de-a face cu un sistem eterogen. Profităm de asta oricînd e posibil. Dacă două servere discută între ele, presupunînd că s-au autentificat corect, fiecare va şti că celălalt rulează versiunea curentă sau cea anterioară a programelor Akamai.

M: *Să zicem că mîine puteţi merge la IETF*[3] *şi le puteţi pune o propunere pentru un serviciu oferit de reţea. Ce le-aţi propune pentru a vă uşura treaba?*

BM: Asta e o întrebare bună.

Cred că cel mai important ar fi ca protocoalele de rutare inter-domeniu să folosească informaţii legate de performanţa reţelei pentru alegerea unei rute. Astăzi alegerea se face mai ales pe baza numărului de paşi (hops) de la un sistem autonom la altul. Asta are o corelaţie proastă cu performanţa. În Internet în fiecare zi unele legături devin congestionate, deşi acest lucru nu este transmis în informaţia vehiculată de [protocolul de rutare] BGP[4]. Din cauza asta traficul se duce în continuare prin legătura congestionată, iar asta pentru noi e o complicaţie: Akamai promite clienţilor săi o performanţă satisfăcătoare. Pentru că informaţia nu e incorporată în deciziile de rutare noi trebuie să facem măsurători şi să ocolim rutele alese de reţea (default routes).

M: *Voi încheia cu nişte întrebări mai personale.*

Să zicem că tocmai termin facultatea şi vreau să mă orientez spre cercetare prin studii post-universitare. Ce domeniu m-aţi sfătui să aleg?

BM: Nu vreau să aleg un subiect de cercetare pentru nimeni. Cred că ar trebui să lucrezi la un subiect pe care-l crezi important şi interesant. Dacă nu faci cercetare din cauză că o găseşti interesantă, cariera ta va fi foarte apăsătoare. Trebuie să ai o motivaţie puternică de la început.

Să alegi o universitate poate să fie uşor sau poate să fie greu. Poţi alege o universitate pentru că vrei să lucrezi cu un anumit profesor. Asta e riscant, pentru că adesea nu e nici o garanţie că respectivul te va putea îndruma.

Ca o regulă generală, e cel mai bine să alegi o universitate cu reputaţia că face cercetare de calitate. Asta se poate măsura, de pildă, prin opinia ta despre articolele publicate. Dacă citeşti nişte articole care ţi se par bune, uită-te de unde sunt autorii. Asta poate fi foarte dificil pentru un student care încă nu a început să facă cercetare, şi atunci sfatul profesorilor săi poate ajuta.

Atunci cînd alegi să faci studii post-universitare, cel mai important e să înţelegi ce vrei să studiezi.

M: *Există vreo carte mare în calculatoare pe care lumea o ignoră?*

BM: Nu am scris nici una, deci nu-mi vine nici o idee pe loc [rîde].

M: *Vă mulţumesc foarte mult!*

2 Alte surse de informaţie

- Pagina de web a lui Bruce Maggs: `http://www.cs.cmu.edu/~bmm`.
- Site-ul de web al companiei Akamai `http://www.akamai.com`.
- Rutarea în Internet, din PC Report mai 1998, `http://www.cs.cmu.edu/~mihaib/articles/articles.html#internet`.

[3]Internet Engineering Task Force, comitetul care se ocupă de standardizarea Internetului.

[4]Border Gateway Protocol, principalul protocol de rutare inter-domeniu folosit la ora actuală în Internet.

- Informaţii colectate despre sistemul DNS:
`http://directory.google.com/Top/Computers/Internet/Protocols/DNS/`
- Prezentarea despre Akamai făcută de dl. Bruce Maggs la Carnegie Mellon în septembrie 2000, de unde unele din figurile din acest text au fost extrase:
http://wean1.ulib.org/cgi-bin/metawin-lectures.pl?target=Lectures/Distinguished%20Lectures/2000