

# **Metodologia cercetării teoretice si experimentale**

**o compilatie de  
Gheorghe M.Panaitescu**

**Universitatea “Petrol-Gaze” Ploiesti  
Catedra Automatică si calculatoare  
2010**



## Introducere

Această lucrare reprezintă suportul (parțial) al cursului **Metodologia cercetării teoretice și experimentale** ținut în fața studenților anului I la masteratele Automatizări avansate, Tehnologii și sisteme informatice și Managementul sistemelor electrice și electronice, organizate de Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică a Universității “Petrol-Gaze” din Ploiești.

A introduce o asemenea disciplină în planul de pregătire al unor studenți care au trecut deja, cel puțin teoretic, printr-o etapă minimă de cercetare legată de un examen de licență sau de diplomă nu este un lucru atât de simplu pe cât pare. Prima întrebare care ar trebui pusă este: cine să țină un astfel de curs? Apoi, cel desemnat pentru această misiune mai degrabă delicată trebuie să se întrebe: cum? și pe ce baze?

Desemnarea a fost făcută de Catedra Automatică și calculatoare. S-a considerat că disciplina trebuie încredințată cuiva cu experiență în cercetarea științifică. Într-adevăr, autorul acestei compilatii a lucrat mai bine de trei decenii, din 1962 până în 1996, în cercetarea științifică (să-i spunem profesionistă), la Institutul Național de Cercetări pentru Rafinării și Petrochimie (INCERP) Ploiești. Se poate afirma că acolo a fost acumulată o oarecare experiență în materie, experiență care, paradoxal, n-a fost de prea mare utilitate după schimbarea ambianței de muncă survenită în 1996 prin transferul autorului de la INCERP la Catedra Automatică și calculatoare a Universității ploieștene. Experiența aceasta poate fi trecută ca răspuns parțial la întrebarea “pe ce baze?”. Dar în perioada menționată, dinamica acumulărilor s-a degradat treptat din două cauze: până în 1990 s-au practicat oficial, uneori până la limita absurdului, restricțiile de comunicare între cercetători, apoi, în anii următori, și-a spus cuvântul relativa degringoladă care a cuprins aproape întreaga cercetare românească. Din fericire, autorul a beneficiat de un dublu (de fapt multiplu) contact, în 1974 și 1980, cu mediul academic american, ceea ce a adus un plus de calificare în ceea ce privește abilitățile de cercetător.

Desigur, între timp lucrurile au evoluat și așa cum cercetarea înșasi cere lecturi intense din partea celor care o practică, tot așa și pregătirea unor lecții *despre* cercetare trebuie să treacă printr-o observare a ceea ce fac alții. În răstimpul scurt alocat pregătirii acestei serii de șapte lecții am recurs la sursa cea mai la îndemână, Internetul. O căutare pe oricare dintre sintagmele *scientific research methods/methodology* conduce la un număr impresionant de texte despre cercetarea științifică. Foarte multe sunt adresate elevilor: ei sunt învățați de timpuriu a formula întrebări și a căuta răspunsuri. Un volum important de postări sunt din domeniul științelor sociale. Sondajele de opinie, studiile sociologice

si altele asemenea, în esență experimentale sunt puse astfel pe baze stiintifice.

Din păcate, la cercetarea în domeniul tehnologiilor se fac mult mai putine referiri. Dintre acestea am ales un text elaborat de un colectiv de cercetători de la Massachusetts Institute of Technology (MIT) care lucra la vremea postării, 1988, în Laboratorul de inteligență artificială (Artificial Intelligence Laboratory) al prestigioasei institutii.

Domeniul inteligentei artificiale are destul de multe puncte comune cu domeniile pe care le urmează studentii înscriși la cele trei masterate mentionate mai devreme. De aceea, în versiunea vorbită a acestui curs, autorul se referă frecvent la ghidul elaborat de specialistii de la MIT. Desi unora le-ar putea părea veche această schiță de ghid, trebuie observat cu onestitate că multe recomandări sunt actuale si în orice caz noi în raport cu starea curentă a cercetării în Universitatea “Petrol-Gaze” din Ploiesti.

Cursul în versiunea vorbită contine multe comparatii între experienta trecută, de profesionist al cercetării a titularului si metodele utilizate în Universitate pe de o parte si experienta dobândită în universități străine a aceluiasi si recomandările generate de nucleul de cercetare de la MIT pe de altă parte. Comparatiile nu ies totdeauna în favoarea practicilor locale, dar asigur cititorul si studentii că la mijloc nu este vreo intentie răutăcioasă ci numai dorinta de a ajuta acolo unde este nevoie de ajutor si am temerea ca ajutorul meu este neînsemnat față de cât ar fi necesar.

Versiunea acestui surs expusă în fata studentilor vrea să fie o dezbatere a principiilor expuse în textul care urmează, suplimentată oral, la capitolul *experimental*, cu o seamă de elemente “trăite” de autor: experimentarea de explorare, asigurarea reproductibilității experimentului, cercetarea parametrică, planificarea experientelor, prelucrarea observatiilor experimentale, extragerea informatiei stiintifice din datele experimentale brute. O bună documentare despre aceste elemente cititorul le poate găsi în pp. 100-110 ale lucrării postate la [http://ac.upg-ploiesti.ro/gpanaitescu/msds\\_2007.pdf](http://ac.upg-ploiesti.ro/gpanaitescu/msds_2007.pdf).

Desi nu reprezintă problema centrală a acestui curs, nu lipsesc referirile la unele aspecte legale ale cercetării: drepturile de autor, brevetarea etc.

O versiune scrisă viitoare – de va mai fi una – va fi completată cu mai multe elemente de natură experimentală.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE LABORATORY  
AI Working Paper 316 October, 1988

**How to do Research at the MIT AI Lab**

**(Cum poti face cercetare în laboratorul de inteligentă artificială de la MIT)**

de

un întreg grup de studenti absolventi, prezenti, anteriori si de onoare ai MIT AI Lab  
Editor David Chapman  
Septembrie 1988.

**Rezumat:**

Despre acest document se poate afirma, poate puțin exagerat, că explică cum se face o cercetare științifică. Sunt date câteva reguli euristice care pot fi utile în a alege calificările, priceperile specifice necesare pentru cercetare (cititul, scrierea, programarea) și pentru înțelegerea și însusirea plăcerii procesului însuși (metodologie, selectarea subiectului și a îndrumătorului precum și factorii emoționali).

Copyright © 1987, 1988 este detinut de autori.

AI Laboratory Working Papers, cum este acesta sunt produse pentru circulație internă și pot conține informații care, de pildă, pot fi într-o fază de elaborare cu totul preliminară sau, în cealaltă extremă, sunt prea detaliate pentru o publicare formală. Textul care urmează nu trebuie considerat un articol la care să se facă referire în literatură, cu alte cuvinte să fie citat.

**Continutul**

- Introducere
  - Despre ce-i vorba?
  - Pentru cine este acest text?
  - Cum poate fi utilizat?
- Lecturi în domeniul AI
- Intrarea “în priză”
- A învăța din alte domenii
- Notebooks
- Scrierea
- Discuții științifice
- Programare

- Îndrumători
- Teza
- Metodologia de cercetare
- Factori emoționali
- O notă de încheiere

## Introducere

### Despre ce-i vorba?

Nu există o rețetă care să garanteze succesul în cercetare. Documentul de față pune laolaltă o serie de sfaturi aproape de bun simț, care pot fi de ajutor cuiva care întreprinde o cercetare.

### Pentru cine este acest text?

Acest document este scris pentru studenții noi care urmează cursurile postuniversitare (masterat, doctorat) la MIT AI Laboratory. El poate fi util la fel de bine și multor altor persoane care fac cercetări în domeniul AI în alte instituții. De asemenea, persoanele ocupate în alte domenii<sup>1</sup> vor găsi părți din el utile.

### Cum poate fi utilizat?

Documentul acesta este prea lung pentru a fi citit într-o singură sedință, dintr-o bucată, cum s-ar spune. Cel mai bine este a-l parcurge integral și sistematic. Foarte mulți găsesc că este util și potrivit a trece repede prin întreg materialul pentru a vedea ce conține, apoi a reveni la secțiunile care sunt relevante pentru problemele lor de cercetare.

Documentul este alcătuit în mare din două părți. Primele câteva secțiuni se referă la *calificările/priceperile* necesare: cititul, scrierea, programarea și altele asemenea. Secțiunile ultime vorbesc despre *procesul* de cercetare: cum arată, cum se abordează, cum se alege un îndrumător și un subiect și cum trebuie tratate unele aspecte emoționale. Cei mai mulți dintre cititori au raportat că aceste secțiuni ultime sunt într-o perspectivă completă mai utile și mai interesante decât primele.

O secțiune este despre abordarea AI prin lecturi. Ea indică cele mai importante reviste de specialitate și unele sugestii despre *cum* se face lectura.

O alta este despre ce înseamnă să devii membru al comunității AI: conectarea la o rețea de persoane care te poate ține la curent cu ceea ce se întâmplă în domeniu și ce este necesar să citești.

Alta se referă la informarea despre unele domenii înrudite cu AI. Vei dori să fii în posesia unei înțelegeri de ordin fundamental a câtorva dintre ele și probabil a unei înțelegeri mai adânci pentru unul sau două.

Altă secțiune este despre ținerea unui caiet de note (*notebook*) privind cercetarea.

<sup>1</sup> Domeniile Automatizării avansate, Tehnologii și sisteme informatice și Managementul sistemelor electrice și electronice au în comun cu Inteligența artificială nu foarte multe lucruri, dar o seamă de metode ale inteligenței artificiale sunt utilizate cu bune rezultate în cele două domenii (n.t.).

Alta este despre scrierea de articole si teze; despre scrierea si utilizarea comentariilor pe variante; despre parcursul până la obtinerea publicării.

Alta despre a sustine discutii pe teme de cercetare.

Alta despre programare. Elaborarea de programe pentru AI poate fi diferită de modalitățile pe care le-ai utilizat anterior.

Alta este despre cea mai importantă alegere din cariera de student la studii postuniversitare, aceea a îndrumătorului. Îndrumători diferiti au stiluri diferite; sectiunea aceasta oferă câteva euristici pentru găsirea unuia care ti se potrivește. Un îndrumător este o resursă necesară pe care trebuie să stii s-o utilizezi. Sectiunea aceasta îți spune cum.

Alta este despre teze. Teza ta sau tezele tale va/vor ocupa mult timp din perioada de studii postuniversitare. Sectiunea aceasta formulează sfaturi despre alegerea unui subiect si despre evitarea pierderii de timp.

Alta este despre metodologia de cercetare. Mare parte din această sectiune nu a fost scrisă încă.

Sectiunea poate cea mai importantă este asupra factorilor emotionali în procesul de cercetare. Sectiunea spune cum se tratează esecurile, cum se stabilesc obiectivele, cum se evită blocajele, cum se evită nesiguranta, cum se mentine stima pentru propria persoană, cum se traversează satisfactiile procesului de cercetare.

Acest document este încă în evolutie; contributiile si comentariile celor care îl citesc sunt binevenite.

Unele sectiuni sunt vădit incomplete. Adnotările în paranteze drepte si litere înclinate sunt unele din incompletitudinile majore. Contributiile sunt apreciate; trimite idei si comentarii la<sup>2</sup> [Zvona@sail.stanford.edu](mailto:Zvona@sail.stanford.edu) .

## Lecturi în domeniul AI

Multi cercetători consumă pentru lectură cam jumătate din timpul lor. Se poate afla mult mai repede mult mai multe din lucrările altora decât prin efort propriu. Sectiunea aceasta se ocupă de lecturile în domeniul AI, dar acoperă si lecturile din alte subiecte.

Momentul de începere a lecturii este *acum*. Odată început lucrul serios la teza proprie, timpul disponibil se va scurta si lectura va fi mai focalizată pe zona de interes. Pe timpul primilor doi ani vei face mai ales lucru în orele din programul de instruire si câștigi viteză în AI în general. Pentru această fază este suficient a citi manuale si articole de jurnal publicate. Mai târziu vei citi probabil mai multe draft<sup>3</sup>-uri (vezi o sectiune următoare).

Cantitatea de material necesar a fi citită pentru accesul la fundamentele domeniului poate părea intimidantă, dar deoarece AI este încă un domeniu îngust, în câțiva ani se poate acoperi prin lectură o fractiune substantială din articolele semnificative care s-au publicat. Ce este mai delicat este a aprecia care sunt acelea. Există câteva bibliografii care sunt utile: de pildă, programele analitice (syllabi) ale cursurilor de licență în AI.

<sup>2</sup> Adresă probabil inactuală acum, în 2010 (n.t.)

<sup>3</sup> Lucrări nefinalizate/nefinisate.

Listele de lecturi pentru examenele de calificare în AI recomandate la alte universități – în particular la Stanford – sunt de asemenea utile și dau o privire mai puțin parohială<sup>4</sup> asupra domeniului. Dacă ești interesat într-un subdomeniu specific, mergi la un student senior la studii postuniversitare în acel subdomeniu și întreabă-l care sunt primele zece articole în ordinea importanței și vezi dacă nu-ți împrumută copii Xerox. Recent au apărut multe colecții de articole bine editate dintr-un subdomeniu, publicate în particular de Morgan-Kauffman.

Laboratorul AI are trei serii de publicații interne, Working Papers, Memos și Technical Reports, în ordinea crescătoare a formalismului. Ele sunt accesibile la raft în camera de jocuri de la etajul VIII. Parcurge ultimii câțiva ani din ele și extrage copii după oricare care pare cât de cât interesant. În afară de faptul că multe din ele sunt articole semnificative, este “politic” foarte important a fi la curent cu ce lucrează oamenii din laborator.

Există un volum apreciabil de publicații din domeniul AI așa încât poți consuma tot timpul cu lectura lor. Din fericire, numai putine dintre ele merită atenție. Jurnalul principal pentru materia sistemelor centrale este Artificial Intelligence, cunoscut și ca *The Journal of Artificial Intelligence* sau *AIJ*. Cele mai multe din articolele realmente importante în domeniul AI se publică la un moment dat în *AIJ* astfel că este util a răsfoi numere din anii din urmă; totuși mult din ce se tipărește este realmente plictisitor.

*Computational Intelligence* este un competitor nou care merită a fi vizitat/văzut. Și *Cognitive Science* tipărește un număr destul de important de articole AI. *Machine Learning* este sursa principală în ceea ce spune chiar prin titlu. *IEEE PAMI* este probabil cel mai reprezentativ jurnal din domeniul vedere electronică; două sau trei articole interesante în fiecare număr.

*The International Journal of Computer Vision (IJCV)* este nou și deocamdată foarte interesant. Articolele din *Robotics Research* sunt mai ales despre dinamică; este uneori și un punct de reper în AI aplicat la robotică. *IEEE Robotics and Automation* are ocazional articole de bună calitate.

Este de luat în considerare și vizitarea bibliotecii de știința calculatoarelor (cea de la MIT este la primul etaj al zonei Tech Square). Anual sau aproximativ anual e posibilă o răsfoire a rapoartelor tehnice AI de la alte universități și lectura unora care par a fi interesante.

Citirea de articole este o calificare care necesită oarecare practică. Nu-ți poți permite să citești articolele pe de-a-ntregul. Sunt trei faze în lectura unui articol. Mai întâi pentru a vedea dacă este ceva interesant în el. Articolele au rezumate care se presupune că spun ce contin acele articole, dar frecvent ele nu spun; astfel că trebuie sărute și trebuie citit puțin aici, puțin dincolo pentru a afla ce au făcut autorii în realitate. Tabla de materii, secțiunea de concluzii și introducerea sunt locuri indicate a fi vizitate. Dacă toate aceste

---

<sup>4</sup> Tendința “parohială” nu lipsește nicăieri. În particular la Ploiești, tendința aceasta îmbracă uneori forma unui exclusivism păgubos și de aceea rizibil. De pildă, Politehnica din București este un loc unde se bat câmpii în materie de automatizări. Nici alte locuri din țară sau de aiurea nu sunt demne de a fi vizitate, înțelese în preocupările lor. Chiar când este vorba de concepte de bază, consacrate, nu unele noi, se reîncearcă reformularea și redefinirea lor la Ploiești...



incursiuni esuează, atunci trebuie frunzărit articolul întreg. De îndată ce ai o imagine generală despre articol și o impresie despre care sunt contribuțiile clamate poți decide dacă treci sau nu la faza a doua care este cea în care află părțile bune din articol. Multe articole de 15 pagini ar putea fi (re)scrise într-o pagină; trebuie căutată acea pagină care conține partea interesantă. Adesea aceasta este ascunsă undeva unde este mai puțin vizibilă. Ceea ce este interesant pentru autorul lucrării poate fi neinteresant pentru tine și viceversa. În final, dacă merită, poți proceda la lectura integrală, amănunțită.

Citește cu o întrebare în minte. “Cum pot utiliza asta?”. “Reprezintă aceasta realmente ceea ce autorul pretinde?”. “Dar dacă...?”. Înțelegerea rezultatelor prezentate nu este același lucru cu înțelegerea articolului. Cea mai mare parte din înțelegere constă în a avea o reprezentare a motivațiilor, a alegerilor pe care autorul le-a făcut (multe din ele implicite), dacă ipotezele și formalismul sunt realiste, ce direcții de investigare sugerează lucrarea, problemele care se întrezăresc la orizont, *patternul* de dificultăți care transpar din programul de cercetare al autorului, punctele de “politică” spre care articolul s-ar putea orienta și altele.

Este o idee bună să legi lecturile tale și programarea una de alta. Dacă ești interesat într-un domeniu și citești puține articole din acel domeniu, încearcă să implementezi versiuni simple (*toy* – de jucărie) ale programului descris. O asemenea procedură dă o înțelegere mai concretă a faptelor.

Cele mai multe laboratoare de AI sunt trist de inculcate și insulare; oamenii citesc și citează mai ales lucrări făcute în propria școală. Alte instituții au moduri diferite de a gândi problemele și este interesant de citit cu seriozitate și de făcut referire la lucrările lor chiar dacă știi că este ceva în neregulă cu ele.

Uneori cineva îți va da o carte sau un articol și exclamă că trebuie să o/îl citești deoarece este (a) cel mai reușit lucru scris vreodată și/sau (b) cu siguranță aplicabil la propria ta cercetare. De obicei, când citești lucrarea propusă vei găsi că nu este chiar așa de strălucită și este numai vag aplicabilă. Așa ceva te poate lăsa perplex. “Există ceva rău cu mine? Am ratat ceva?” Cel mai adesea adevărul este că lectura cărții sau a articolului în chestiune, mai mult sau mai puțin prin hazard l-a făcut pe amicul tău să creadă că este ceva util relativ la subiectul cercetării tale catalizând aprecierea printr-o linie de gândire preexistentă în mintea lui.<sup>5</sup>

### **Intrarea “în priză”**

După primul an sau după doi, vei avea o idee despre ce subdomeniu vei aborda în lucrările tale. La acest punct sau chiar mai devreme este important să te conectezi la *Reteaua Secretă de Transmitere a Articolelor*. Această organizație informală este locul unde se derulează toată acțiunea AI. Lucrările care dau trendul se transformă mai târziu în articole publicate, dar nu mai devreme de cca. un an după ce “principalii” știu totul

---

<sup>5</sup> Comunicarea pe teme științifice este foarte săracă în spațiul universitar ploiestic. Speranța că un coleg îți poate recomanda o carte, un articol de pret pentru preocupările tale este limitată de la bun început. Cauza este poate puținătatea lecturilor în general, dar și mania întretinerii misterului asupra lucrărilor proprii. Spiritul de echipă lipsește aproape cu desăvârșire.

despre ele. Ceea ce înseamnă că persoanele principale au un avantaj temporal în dezvoltarea unor noi idei.

Cum se tin la curent acesti “principali”? Poate că aud despre una sau alta la o conferință, dar mai probabil contactează acea Retea Secretă de Transmitere a Articolelor. Iată cum lucrează ea. Jo Cool are o idee bună. Ea pune laolaltă o implementare pe jumătate completă și scrie un proiect de articol despre lucrarea aceea. Autoarea vrea să știe dacă ideea e bună de ceva și trimite copii la 10 prieteni și îi roagă să facă comentarii. Ei cred că este în regulă, interesant și-i spun lui Jo ce nu este tocmai OK, ei împrumută copii ale proiectului de articol prietenilor lor, aceștia prietenilor lor și așa mai departe. Jo revede lucrarea și în câteva luni o trimite la *AAAI*. Sase luni după aceea lucrarea apare “in print” într-o versiune de cinci pagini detasate (tot ceea ce permite *AAAI*). Jo se ocupă ulterior de finalizarea programului și scrie o versiune mai completă, revizuită (pe baza reacțiilor la versiunea *AAAI*) și o trimite la *AI Journal*. *AIJ* are circa doi ani timp de returnare publică a unei lucrări, cu toate revederile care întârzie publicarea, așa că ideea lui Jo apare finalmente în jurnal după cca. trei ani după ce ideea i-a venit și după aproape tot atât de când “principalii” au aflat de ea. Așa că, oamenii aceștia de obicei nu află noutățile din domeniul lor decât foarte rar din articole publicate; acelea vin prea târziu.

Si tu poti fi un “principal”. Iată câteva metode eurisitice pentru a te conecta:

Există câteva liste de comunicare prin postă electronică care contin discutii din subdomeniul AI cum ar fi conectionismul sau vederea electronică. Conectează-te la cele care ti se par interesante.

Ori de câte ori deschizi gura despre o idee pe care o ai în prezenta cuiva care cunoaste domeniul, este posibil ca acela să facă o evaluare a ideii tale, dar și să spună “Ai citit cutare lucrare?” Aceasta nu este o întrebare test ci o sugestie despre ceva de citit care ar putea fi relevant. Dacă n-ai citit acea lucrare, cere referirea completă de la interlocutor sau încă mai bine, roagă-l pentru o copie Xerox.

Când citești un articol care îți place mult, fă cinci copii și dă-le persoanelor care ar putea fi interesate în materie. Ei îți vor întoarce favoarea probabil.

Laboratorul are un număr de grupuri de discutii informale în derulare asupra unor articole din subdomeniul variate. Acestea se întâlnesc săptămânal sau la două săptămâni pentru a discuta un articol pe care fiecare l-a citit.

Unele persoane nu se sinchisesc dacă citești ce au pe birou. Asta indică: citește lucrările pe care ei intenționează să le citească curând și sunt stivuite acolo, pe birou și fă operația asta cu regularitate. Te poți uita peste ele și poți vedea dacă este ceva care prezintă interes. Este corect a cere permisiunea înainte de a face asta; unii sunt deranjați de așa ceva. Încearcă schema pe oamenii care par prietenoși și conectati.

Analog, unii oameni nu se supără dacă le parcurgi dulapul cu dosare. Sunt persoane în laborator care sunt cu burse și ale căror dulapuri sunt destul de cuprinzătoare. Acesta este un mod mai rapid și mai sigur de a găsi articole decât a utiliza biblioteca universității.

Ori de câte ori scrii tu însuți ceva, distribuie copii ale unui proiect de articol oamenilor care sunt probabil interesați (Această procedură are o potențială problemă: plagiatul este

rar în AI, dar se poate întâmpla. Ca măsură profilactică parțială, poți adăuga pe prima pagină ceva de genul “Rog a nu fotocopia sau cita”). Cei mai mulți oameni nu citesc prea multe din articolele primite, așa că nu lua ca o ofensă personală când numai o mică parte din exemplarele difuzate revin cu comentarii pe ele. Dacă treci prin mai multe draft-uri – ceea ce se întâmplă adesea cu un articol de publicat – puțini cititori vor citi mai mult de un draft. Îndrumătorul tău e de așteptat să fie o excepție.

Când ai terminat un articol, trimite copii fiecărei persoane pe care o crezi interesată. Nu face presupunerea că ei îl vor citi în jurnal sau în *proceedings* din proprie inițiativă. Publicatiile din seriile interne (memoriile și rapoartele tehnice) sunt expuse la o și mai mică probabilitate de a fi citite.

Cu cât atrageți și conectați oameni mai mulți și mai diferiți, cu atât mai bine. Încercați să schimbați articole cu oameni din grupuri de cercetare diferite, din laboratoare AI diferite, din domenii academice diferite. Faceți-vă puntea de legătură dintre două grupuri de persoane interesante, care lucrează în probleme înrudite, care nu-și vorbesc unul altuia și dintr-o dată foarte multe articole interesante vor curge pe/prin pupitrul tău.

Când un articol citează ceva care pare interesant, notează-l. Tine un registru, o evidență a referințelor interesante. Mergi la bibliotecă periodic și vezi cât mai multe din ele. Când te-ai încins pe un subiect interesant, poți lucra intensiv în sens invers pe un “graf al referințelor”. Un graf al referințelor bibliografice este un *web* al citărilor: articolul A citează pe B, B citează pe C și D, C citează pe D s.a.m.d. Articolele pe care le observai citate mai frecvent sunt totdeauna de citit. Graful referințelor are proprietăți stranii. Una din ele arată cum două grupuri de oameni lucrează la același subiect, dar nu știu unul de altul. Poți să te găsești aproape de terminarea unei căutări pe graf și deodată să-ți găsești calea într-o altă secțiune. Asta se întâmplă când există două sau mai multe școli diferite sau tratări diferite. Este foarte important să înțelegi cât mai multe tratări posibile – adesea mai mult decât să înțelegi una dintre tratări într-o foarte mare profunzime.

Afisează-te. Discută cu oamenii. Spune-le ce te preocupă și întreabă-i ce lucrează ei. Dacă ești timid, rezervat în a discuta cu alți studenți despre ideile lor din cauză că, să spunem, tu nu ai (încă) vreo idee, atunci încearcă să le vorbești despre materialele realmente bune sau incredibil de stupide pe care le-ai citit. Aceasta conduce natural spre subiectul pe care l-ar putea aborda cineva curând. Există un grup de prânz informal, care se întâlnește la sala de jocuri de la etajul șapte în fiecare zi în jurul prânzului. Oamenii au tendința de a lucra noaptea în laboratorul nostru și să meargă la cină în grupuri compacte. Invită-te acolo.

Dacă ești în interacțiune mult cu persoane externe – la demonstrațiile pe care le oferă sau mergând la conferințe – ia o carte de vizită cu tine. Asta face mai ușoară (re)amintirea numelui tău.

La un anumit punct vei începe să mergi la conferințe științifice. Când o faci, vei descoperi faptul că aproape toate articolele prezentate la oricare din conferințe sunt plictisitoare sau cam lipsite de noimă. (Există rațiuni interesante pentru asta dar nu sunt relevante aici, în acest context.). Atunci de ce să te mai duci? Pentru a întâlni oameni din lumea exterioară a laboratorului tău. Oamenii din afară pot difuza noutățile din lucrările tale, te pot invita la discuții, îți spun despre atmosfera și personalitățile din *site*,

te prezintă altor persoane, te ajută să găsești un job de vară s.a.m.d. Cum să întâlnești oameni? Îndreaptă-te către cineva a cărui lucrare ti-a plăcut și spune-i “Mi-a plăcut lucrarea dumneavoastră/ta” și pune o întrebare.

Caută slujbe de vară în alte laboratoare. Asta îți dă un întreg *pool* de oameni noi cu care să te conectezi, grup care poate avea un mod diferit de a privi lucrurile. O cale bună de a obține slujbe de vară la alte laboratoare este a întreba *cum* pe studenții mai mari. Probabil ei au fost în locuri unde ai vrea să te duci și probabil te pot ajuta să faci legăturile necesare.

## **A învăța din alte domenii**

S-ar crede că ai putea face AI fără a ști altceva decât AI și unii oameni par a face exact asta. Dar din ce în ce mai mult cercetarea de calitate reclamă cunoașterea multor lucruri din alte domenii înrudite<sup>6</sup>. Fezabilitatea calculului în sine nu asigură suficiente restricții relativ la ceea ce este inteligentă. Alte domenii înrudite dau alte forme de restricții, de pildă datele experimentale, pe care le poți prelua din psihologie. Mai important, alte domenii vă dau instrumente noi de gândire și noi modalități de a vedea ce este inteligentă. Un alt motiv pentru a învăța din alte domenii este acela că AI nu are propriile ei standarde de excelență în cercetare, dar a împrumutat din alte domenii. Matematicile iau teoremele ca un progres, ingineria pune problema funcționării sigure a unui obiect, psihologia cere experiențe repetate, filosofia cere argumentație solidă și așa mai departe. Toate aceste criterii sunt aplicate adesea pentru lucrul în AI și adoptarea lor este de mare importanță în evaluarea lucrărilor altor persoane și în adâncirea și apărarea propriilor lucrări.

Un PhD la MIT necesită în jur de șase ani, timp în care poți obține o fundamentare solidă în unul sau două domenii diferite de AI, poți citi pe larg în alte vreo câteva și poți avea cel puțin o oarecare înțelegere a multora dintre ele. Iată câteva căi prin care se poate învăța din alte domenii despre care nu știi prea multe:

Urmează un curs postuniversitar. Este cea mai temeinică modalitate, dar adesea ea nu este o cale eficientă de a te edifica asupra domeniului.

Citeste un manual. Nu este o tratare rea, dar manualele sunt uzual depășite și au în general un raport mare număr de cuvinte/continut.

Află care este cel mai bun jurnal din domeniu, poate prin conversație cu cineva care știe multe despre el. Apoi răsfoiește ultimii vreo câțiva ani și urmărește arborele referințelor bibliografice. Acesta este de obicei modul în care obții o imagine a ceea ce se întâmplă dar imaginea aceasta poate fi oarecum deformată.

Află cine este omul cel mai faimos în domeniu și citește-i cărțile.

Tine aproape de studenții postuniversitari în domeniu.

---

<sup>6</sup> Sunt persoane extrem de preocupate de puritatea domeniului lor. Se pot vedea, consulta, audia Teze pline de merite a căror aprobare/confirmare este pusă sub semnul întrebării pentru că nu se potrivesc pe un nomenclator, pe o listă de comisii pe specialități. Faptele dovedesc că lucruri foarte interesante se realizează la interfața dintre două sau mai multe discipline. De ce două sau mai multe comisii de specialități diferite nu se pot aplica concomitent asupra unor astfel de teze?

Frecventează discuțiile, mesele rotunde. Poti afla de ele din anunțurile de la afisierul departamental.

Verifică departamente de la alte universități. MIT vă va da o vedere denaturată de pildă despre lingvistică sau psihologie. Comparati cu catalogul cursurilor de la Harvard. Treci pe la biroul de masterate de acolo, citește afisierul, ia literatură gratuită.

Acum care sunt subiectele apropiate de AI despre care trebuie să afli câte ceva?

Tehnologia cu care lucrăm aparține de știința calculatoarelor. Cursurile introductive care ti se impun aproape sigur nu-ti vor da o înțelegere adecvată a domeniului așa încât va trebui să mai înveți suplimentar citind mai mult decât ti s-a predat. Toate domeniile științei calculatoarelor – teorie, arhitectură, sisteme, limbaje etc. – sunt relevante.

Matematicile sunt probabil următorul lucru important pe care trebuie să-l stii<sup>7</sup>. Este de-a dreptul critic a ști matematică dacă lucrezi în vederea computerizată și în robotică. În lucrul cu sisteme (nervoase) centrale uzual matematicile nu sunt foarte relevante, dar te învătă modalități utile de a gândi. Va trebui să ai abilitatea de a citi teoreme și de a le demonstra, ceea ce dă o bună impresie oamenilor din domeniu. Foarte puțini oameni pot învăța matematică de capul lor, de unul singur; îți trebuie un pistol la tâmplă sub forma unui curs și trebuie să rezolvi seturi de probleme. A fi un simplu ascultător nu este suficient. Învătă cât mai multă matematică de timpuriu, când încă mai poți; alte domenii sunt mai ușor de asimilat și mai târziu.

Știința calculatoarelor se bazează pe matematicile discrete: algebră, teoria grafurilor și altele asemenea.

Logica este foarte importantă dacă urmează să lucrezi în zona raționamentelor. Logica nu este utilizată prea mult la MIT, dar la Stanford și în alte locuri este modul dominant de a gândi despre minte, așa încât trebuie să înveți destul de mult din ea pentru a-ti putea face și a-ti apăra o idee fie și pentru tine însuți.

Unul sau două cursuri din categoria masterat de la departamentul de matematici al MIT ar putea fi suficiente. Pentru lucrul în percepție și robotică ai nevoie și de matematica continuă și de cea discretă. O pregătire solidă în analiză, geometrie diferențială și topologie furnizează calificări și priceperi frecvent necesare. Unele cunostinte de probabilități și de statistică matematică sunt în general utile.

Psihologia cognitivă împarte în foarte mare măsură cu AI vederi asupra lumii, dar cei care se ocupă cu partea practică au mai curând alte teluri și fac experiențe în loc să scrie programe. Fiecare trebuie să știe ceva despre materia celuilalt. Molly Potter predă un curs de masterat bun la MIT. Psihologia dezvoltării este vitală dacă esti pe cale a face lucrări de instruire (learning). Mai general, este utilă și prin faptul că îți dă o idee asupra lucrurilor care ar putea fi și dificil și ușor de făcut pentru o inteligență la nivel uman. Sugerează totodată modele pentru arhitectura cognitivă. De exemplu, lucrul asupra

<sup>7</sup> Matematicile sunt tratate de inginerii pregătiți la Ploiesti (și poate nu numai la Ploiesti) ca discipline auxiliare, în sensul minimal. Poziția aceasta este întretinută și în anii târzii când se parcurg disciplinele de specialitate. Sunt cadre didactice care susțin că prea multă matematică tulbură mesajul tehnic/tehnologic și este vizibilă tendința (uneori explicită) de a menaja, poate chiar de a alimenta reținerea unor studenți față de cantitativ și de a supradimensiona aspectele descriptive/calitative. Părerile multor specialiști de anvergură din automatică și electronică este contrară: matematicile dau suport adâncirii cunostintelor din domeniile respective.

achizitiei lingvistice în copilărie impune restrictii substantiale pe teoriile de procesare lingvistică. Susan Carey predă un curs bun la un masterat la MIT.

Genuri mai “soft” ale psihologiei ca psihanaliza și psihologia socială au afectat AI mai puțin, dar au un potențial semnificativ. Ele dau moduri foarte diferite de gândire asupra a ce este ființa umană. “Științele” sociale ca sociologia și antropologia pot avea un rol similar; este util a avea mai multe perspective asupra lucrurilor. Ești pe picioarele tale pentru învățarea acestor lucruri. Din nefericire, este greu să sortezi ce-i bun de ce-i rău în aceste domenii fără o conexiune cu o persoană implicată competentă. Verifică Harvard-ul: este ușor pentru studenții de la MIT a se înregistra la ore predate la Harvard. Știința neuronilor ne spune lucruri despre hardware-ul computațional uman. Cu recente progrese în neuroștiința computațională și conexiunism, ea are o mare influență asupra AI. Departamentul de Minte și științe comportamentale de la MIT oferă cursuri bune asupra vederii electronice (Hildreth, Poggio, Richards, Ullman), controlului motor (Hollerbach, Bizzi) și neuroștiinței generale (cursul 9.015, predat de o echipă de experți).

Lingvistica este vitală dacă te decizi a lucra în zona limbajelor naturale. În afară de asta, ea expune multe restrictii asupra proceselor cognitive în general. Lingvistica este dominată la MIT de școala lui Chomsky. S-ar putea să vă placă, s-ar putea să nu vă placă. Treceti și prin cartea recentă a lui George Lakoff *Women, Fire, and Dangerous Things*: veți avea un contact cu un program de cercetare alternativ.

Ingineria, în special ingineria electrică a fost luată ca domeniu de o bună parte din cercetarea AI, în particular la MIT. Nu este un accident; laboratoarele noastre pun mare preț pe programele care în mod clar *fac* ceva, cum ar fi analiza unui circuit. A cunoaște inginerie electrică este util când vine momentul a construi un cip special sau a depana sursa de putere pe mașina noastră Lisp.

Fizica poate avea o influență puternică în AI pentru oamenii interesați de percepție și de robotică.

Filosofia este cadrul ascuns în care toată AI este construită. Multă muncă în AI ia poziție filozofică pe neștiute. Este mai bine a ști ceea ce poziție iei. Studiezi filozofie ca să faci și să urmezi anumite argumentații de care sunt pline multe articole din domeniul AI. Filozofia poate fi divizată cel puțin pe două axe ortogonale. Filozofia este uzual filozofia *a* ceva; filozofia minții și a limbajului sunt cele mai importante pentru AI. Apoi sunt școli. Foarte pe larg, există două superscoli diferite: filozofia *analitică* și filozofia *continentală*. Filozofia analitică a minții împarte în mare parte o vedere asupra lumii similară cu cea a celor mai mulți oameni din AI. Filozofia continentală are vederi foarte diferite care necesită ceva notiuni de bază pentru a fi folosite. Ea a fost utilizată de Dreyfus pentru a argumenta că AI este imposibilă. Mai recent, câțiva cercetători au văzut-o compatibilă cu AI și capabilă a oferi o tratare alternativă a problemelor. Filozofia la MIT este una de tip analitic și este o școală influentată puternic de lucrările de lingvistică ale lui Chomsky.

Toate acestea par a fi lucruri despre care este mult de știut și chiar așa este. Există aici o capcană: gândirea că “numai dacă știu mai mult din X, problema aceasta poate fi ușurată”, pentru orice X. Totdeauna este mai mult de știut decât poate fi relevant.

Ulterior te poti aseza si rezolva problema<sup>8</sup>.

## Notebooks

Cei mai multi oameni de stiinta tin un carnet de note, un jurnal al cercetarilor. Si tu trebuie să faci acelasi lucru. Ti s-a spus asta probabil în fiecare oră de stiinte, încă din clasa a V-a, si este adevărat. Sisteme diferite lucrează diferit pentru oameni diferiti; experimentul este decisiv în alegerea modalității potrivite de tinere a acestui jurnal. Poti retine pe calculator, într-un caiet cu spirală sau pe foi de hârtie oficiale. Ar putea să fie util a tine un notebook la laborator si altul acasă.

Înregistrează în notebook-ul tău ideile asa cum apar, pe măsură ce apar. Nimeni înafară de tine nu-l va citi, asa încât notițiile pot fi aleatoare si lipsite de griji stilistice. Pune acolo speculatii, probleme curente în activitatea ta, solutii posibile. Lucrează solutiile posibile acolo. Sumarizează pentru referiri viitoare lucrurile interesante pe care le citești.

Periodic, fă o revedere a notebook-ului. Unii fac sinteze lunare pentru a facilita referirile ulterioare.

Ceea ce pui în acel notebook poate servi uneori ca linie principală a unui articol. Asta face viata mult mai usoara. În plus, poti pune si apoi regăsi acolo scheletul unui articol – titlul, rezumatul, titlurile sectiunilor, fragmente de text. Este un mod potrivit de a face din ceea ce ai în cap un document, chiar dacă nu ai intentia de a face vreodată din acel document un articol. (Dar te poti răzgândi oricând).

Ar putea fi utilă cartea semnată de Vera Johnson-Steiner, *Notebooks of the Mind*, care desi în mare parte nu este literalmente despre notebook, descrie modurile în care gândirea creatoare izvorăste din acumulări de idei fragmentare<sup>9</sup>.

## Scrierea

Sunt foarte multe motive pentru a scrie.

Pe durata studiilor postuniversitare esti obligat să scrii una sau două teze: un PhD si poate un MS, functie de departamentul tutelar.

Scriind mult mai mult decât atât îți dă o experiență în plus.

Academia lucrează pe principiul publici-sau-dispari<sup>10</sup>. În multe domenii si în multe scoli, principiul se aplică imediat dacă devii profesor, dar multi studenti din laboratorul AI, în faze avansate ale studiilor, masterat, doctorat, publică înainte de a obtine diploma

---

<sup>8</sup> De observat tendinta de a pregăti oameni ceva mai multilaterali, oameni care cunosc nu numai AI si exclusiv AI, ci oameni care au cunostinte destul de bogate si în alte domenii în conexiune mai tare sau mai slabă cu specialitatea strictă.

<sup>9</sup> Au apărut si apar si în limba română lucrări, de cele mai multe ori traduse, având ca subiect lucruri similare. Dar cine să le urmărească, să le semnalze si, mai ales, cine să le citească?...

<sup>10</sup> Ideea este cunoscută si la noi si este enunțată când si când cu glas tare. Din păcate este uitată foarte repede si de aceea se recurge în functie de evenimente la actiuni mai de grabă pompieristice: se apropie un colocviu stiintific, se cere o listă de lucrări pentru o promovare se scriu în câteva săptămâni articole circumstantiale.

dorită. Publicarea și distribuirea de articole este o politică bună și o publicitate bună. Formularea în scris a ideilor tale reprezintă cea mai bună cale de a le deparazita. De obicei vei găsi că ceea ce pare perfect clar în mintea ta este de fapt un amestec incoerent pe hârtie.

Dacă munca ta este și spre beneficiul altcuiva în afară de tine, trebuie să o faci cunoscută. Este responsabilitatea de bază a cercetării. Dacă scrii bine, oameni mai mulți vor citi lucrările tale!

Progresele în AI sunt foarte dificil de făcut de unul singur. Ți este necesar un *feedback* constant de la alți oameni. Comentariile despre articolele tale sunt una dintre cele mai importante forme de *feedback*.

Orice lucru care trebuie făcut poate și trebuie făcut bine.

Citește cărți despre cum să scrii. Cartea *Elements of Style* de Strunk și White inventariază lucrurile de bază care trebuie făcute ca și cele care nu trebuie făcute. Cartea *The MLA's Line By Line, How to Edit Your Own Writing* de Claire Cook (Houghton Mifflin) este despre editare la nivel de frază. *Simple and Direct: A Rhetoric for Writers* de Jacques Barzun (Harper și Row, 1985) este despre compoziție.

Când scrii un articol, citește o carte bine scrisă, cu gândul în *background* la modurile mecanicii sintactice. Vei simți absorbția din stilul autorului.

Învățarea scrisului adecvat cere a scrie mult, pe perioade de ani și primind și luând în serios criticile formulate asupra a ceea ce ai scris. Nu există altă cale mult mai bună decât aceasta de a ajunge rapid la a scrie bine.

Scrierea este uneori plină de dureri și poate părea o deturnare de la a face munca "reală". Dar pe măsură ce scrisul merge mai bine, mai rapid, iar tratarea ta devine un mestesug din care recoltezi plăcerea lucrului în sine.

În unele momente vei suferi cu certitudine de blocajul-celui-ce-scrie. Blocarea aceasta are multe motive și puține modalități sigure de vindecare. Perfectionismul poate duce la blocaj: orice începi să scrii pare insuficient de bun. Trebuie să realizezi că scrisul este *si* un proces de deparazitare. Scrii ceva mai întâi oricum apoi revii și remediezi. Chiar dacă pornirea nu este prea reușită, se produce o extragere a ideilor și o așezare în flux. Dacă nu poți să scrii un text, scrie un *outline*, o schiță. Fă această schiță din ce în ce mai detaliată până când devine ușor a scrie subsubsubsecțiunile. Dacă ti se pare realmente greu să fi improvizator, încearcă răsucirea butonului de contrast al terminalului tău pe de-a-ntregul pentru a putea vedea ceea ce scrii. Scrie orice îți vine în cap, chiar dacă pare lucru de nimic. După ce ai acumulat text mai mult, răsucește butonul invers și editează/converteste ceea ce ai scris în ceva sensibil/perceptibil.

O greșală obisnuită este a-ti imagina că totul trebuie scris în ordine. Uzual trebuie să pornesti cu carnea articolului și scrie introducerea ultima, după ce știi ce spune articolul în realitate. O altă cauză de blocare este așteptarea nerealistă ca scrisul să fie ceva ușor. Scrisul este o muncă grea și consumă timp apreciabil; nu-l resimți ca pe o frustrare și nu renunți dacă ai scris numai o pagină într-o zi întregă.

Perfectionismul poate duce și la reformularea fără de sfârșit a unui articol deplin adecvat. Este o pierdere de timp. (Poate fi și o cale semiconștientă de a evita a face cercetare). Gândește-te la articolul pe care îl scrii ca la o afirmație într-o conversație pe



care o ai cu alti oameni din domeniu. Într-o conversație nu merge totul perfect; putini sunt cei care se așteaptă ca la o singură deschidere de gură se vor spune toată povestea și ultimul cuvânt în schimbul de informații.

A scrie scrisori este o practică bună. Multe articole tehnice ar fi ameliorate dacă stilul ar fi mult asemănător unei scrisori către un prieten. Tinerea unui jurnal zilnic este și ea o cale de a exersa scrisul (și te face să fii mai experimentat stilistic decât în articolele tehnice). Ambele practici au și alte beneficii de substanță.

Este o capcană obișnuită a consuma mult timp cu formatorul de macro decât de conținut. Evitați aceasta. LaTeX este imperfect, dar are cele mai multe macro-uri de care aveți nevoie. Dacă acelea nu sunt suficiente, probabil că veți împrumuta cod de la altcineva care a vrut să facă același lucru. Cele mai multe site-uri (inclusiv cel al MIT) întretin o bibliotecă de extensii scrise local.

Fii în cunoștință de ceea ce vrei să spui! Acesta este factorul cel mai dificil și cel mai important pentru a scrie clar. Dacă scrii ceva brambura și nu poți să remediezi brambureala, probabil că nu ești prea sigur pe ceea ce vrei să scrii. De îndată ce știi ce vrei să spui, spune imediat.

Fă în așa fel ca cititorul să afle ușor ce ai lucrat. Pune materia tentantă, “sexy”, în prim plan, la toate nivelurile de organizare, de la paragraf la întreg articolul. Croiește cu grijă rezumatul (*abstract*). Asigură-te că el spune care este ideea bună care-ți aparține. Asigură-te că tu însuți știi care este aceea! Apoi elaborează expunerea numai în câteva fraze. Un rezumat prea lung spune ceea ce articolul spune în general și promite o idee fără a spune care este aceea.

Nu “vinde” ceea ce ai făcut cu vorbe mari și pretenții mari. Cititorii sunt oameni cumsecade; cinstea și respectul pentru propria persoană sunt suficiente. Contrar, nu te scuza pentru munca ta, nu “toca” propria lucrare.

Frecvent vei scrie o clauză sau o frază sau un paragraf despre care știi că e rea/rău, dar nu vei găsi o cale de a o aranja/repara/remedia. Aceasta se întâmplă deoarece ai muncit tu însuți într-un colț și nici o alegere locală nu te poate extrage de acolo. Trebuie să mergi înapoi la text și să rescrii întregul pasaj. Asta se întâmplă mai puțin, mai rar cu trecerea vremii, cu acumularea de experiență.

Asigură-te că articolul tău are în el o idee. Dacă programul tău rezolvă problema X în 10 ms, spune cititorului *de ce* este așa de rapid. Nu te limita la a explica cum este construit sistemul tău și ce face el, explică și de ce lucrează și de ce este interesant.

Scrie pentru oameni, nu pentru mașini. Nu este suficient ca argumentația ta să fie corectă, trebuie să fie și ușor de urmărit. Nu te baza pe cititor creditându-l că ar face mai mult decât cele mai simple/evidente deducții.

Faptul că într-o notă de subsol de la pagina șapte ai explicat cum lucrează un frobnitz<sup>11</sup> nu este o justificare pentru faptul că cititorul este derutat de introducerea în temă, fără explicații suplimentare, de la pagina douăzeci și trei. Articolele formale sunt în particular greu de scris clar. *Nu* imita textele de matematică; standardele lor de eleganță constau în a spune cât mai puțin posibil și a face în așa fel ca munca de cititor să fie cât mai greu posibil. Acesta nu este un stil potrivit pentru AI.

<sup>11</sup> **frobnitz** – un obiect fizic nespecificat pe deplin; în particular un obiect de genul *black box*.

După ce ai scris un articol, șterge primul paragraf sau primele câteva fraze/propoziții. Vei observa probabil că ele sunt generalități lipsite de conținut și că o propoziție introductivă mult mai bună poate fi găsită la finalul primului paragraf sau la începutul următorului.

Dacă ai lăsat deoparte scrisul până când faci întreaga lucrare, vei pierde multe din beneficii. Odată ce ai început lucrul la proiectul de cercetare, este o idee bună a cultiva obiceiul de a scrie la fiecare câteva luni un articol informal care explică ce urmărești și ce-ai aflat. Începe cu conținutul notebook-ului tău de cercetare. Ia-ti două zile pentru a-l scrie – dacă durează mai mult, ești perfecționist. Acesta nu este ceva după care ești apreciat; este ceva de împărtășit cu prietenii tăi. Scrie DRAFT – NOT FOR CITATION (proiect – a nu fi citat) pe copertă. Fă o duzină de exemplare și dă-le persoanelor care sunt probabil interesate (inclusiv îndrumătorului tău). Practica aceasta are multe din beneficiile scrierii unui articol formal (comentarii, claritatea gândirii, practica scrisului s.a.m.d.) dar la o scară mai mică și cu efort mai mic investit. Frecvent, dacă lucrarea ta merge bine, aceste articole informale pot fi utilizate mai târziu drept coloană vertebrală a unui articol încă mai formalizat, de la foile de lucru în laboratorul AI la un articol de publicat într-un jurnal.

Din momentul când ai devenit membru al Rețelei Secrete de Transmitere a Articolelor, vei observa că membrii rețelei îți dau exemplare din proiectele lor de articole pentru care vor comentarii. Și obținerea de comentarii asupra articolelor tale este de mare importanță. Prin scrierea de comentarii pe lucrările lor te îmbogățești cu prieteni/oameni care își rezervă timp pentru a scrie comentarii pe ale tale. Asadar, cu cât mai mulți sunt oamenii pentru care scrii comentarii, cu atât mai mulți sunt oamenii care scriu comentarii pentru tine. Este o politică foarte bună. Mai mult, învățând a formula critici la articolele altora reprezintă un mod de a ajuta, de a crește abilitățile tale de a scrie articole.

A scrie comentarii utile este o artă. Pentru a scrie comentarii realmente utile, trebuie să citești articolul de două ori, o dată pentru a prinde ideile, a doua oară pentru a observa prezentarea.

Dacă cineva face repetat aceeași greșală, nu marca eroarea din nou și din nou. Încearcă să stabilești care este *pattern*-ul erorii, de ce persoana o comite și ce se poate face relativ la acea eroare. Explică aceasta pe larg pe pagina primă a lucrării și/sau direct persoanei. Autorul, când încorporează comentariile tale va urma linia de minimă rezistență. Dacă prezenta anumitor stângăcii în text obligă la a face un *back up* la nivel de paragraf sau dacă au de regândit tema centrală a unei întregi secțiuni sau dacă organizarea generală a articolului este rea, scrie asta cu litere mari astfel încât autorul/autorii să nu le poată ignora. Nu scrie pe un articol critici distructive ca “*garbage*”. Asta nu aduce nimic autorului. Furnizează sugestii constructive chiar dacă asta ia ceva timp. Este util a gândi asupra modului cum ai reacționa tu la critici similare formulate de altcineva pe un articol de-al tău.

Există o varietate de comentarii. Sunt comentarii despre prezentare și sunt comentarii despre conținut. Comentariile despre prezentare variază ca scop. Editarea pe exemplar a caracterelor tipografice corecte, punctuația, scrierea incorectă, cuvinte lipsă s.a.m.d.

Învată simbolurile standard de editare-copiere. Poti corecta si gramatica, dictia, vorbăria si pasajele neclare sau “noroiase”. De obicei cel care face greseli gramaticale face asta consistent utilizând de pildă inserarea virgulei; rezervă timpul necesar pentru a explica aceste lucruri detaliat. Apoi sunt comentarii de organizare: idei fără ordinea corectă la scări diferite, de la clauze ale frazelor si ale paragrafelor la sectiuni si capitole; redundante; continut irelevant; argumentatie absentă.

Comentariile asupra continutului sunt mai greu de caracterizat. Poti sugera extensii ale ideilor autorului, lucruri asupra cărora să gândească, erori, probleme potientiale, poti exprima admiratie. Un comentariu util poate fi de genul “Se cade a citi X deoarece Y”.

În cadrul acesta al solicitării de comentarii despre un articol, s-ar putea să vrei să specifici care tipuri de comentarii sunt cele mai utile. Pentru o variantă timpurie, doresti comentarii de continut si organizare; pentru varianta finală vrei de obicei mai ales comentarii relativ la detalii de prezentare. Asigură-te că ai trecut textul printr-un corector de *spelling* înainte de a-l avansa pentru a fi comentat.

Nu trebuie să iei în considerare toate sugestiile, dar nu strică să le iei în serios.

Reducerea unor părți ale unui articol e dureroasă, dar de obicei îl îmbunătățește. De multe ori dacă te regăsești rezistent la o sugestie este pentru că ea arată spre o problemă reală din articolul tău si solutia sugerată este neatractivă. Caută o a treia variantă.

A-ti vedea articolul publicat contează. Treaba aceasta poate fi mai usoară decât pare. În principal cei care fac review-uri pentru publicatiile AI caută un articol care (a) are *ceva* nou de spus si (b) nu este în vreun fel “spart”. Dacă treci printr-un IJCAI proceedings, de pildă, vei observa că standardele sunt surprinzător de scăzute. Faptul este exacerbant de aspectele aleatoare inerente procesului de review. Asa că una din euristicile accesului la publicare este a încerca din nou si din nou. Iată alte reguli:

Asigură-te că articolul este lizibil. Articolele sunt respinse si pentru că sunt de neînțeles sau sunt rău organizate, la fel de frecvent ca si din cauză că nu au nimic de spus.

Faceti să circule pentru o vreme variante provizorii (*drafts*) înainte de a-l trimite la un jurnal. Obtine si încorporează comentarii. Rezistă tentatiei de a grăbi un rezultat spre publicare; nu este prea mare competitie în AI si întârzierea la publicare va depăși oricum întârzierea prin comentarea *draft*-urilor.

Citeste numere anterioare din jurnalul sau editii anterioare din *proceedings* la conferinta unde ai intentia de a face publică lucrarea ta pentru a te asigura că stilul si continutul articolului tău sunt adecvate aceluia loc.

Cele mai multe dintre publicatii au “informatii pentru autori”, o pagină care sumarizează ceea ce editorii vor de la autor(i). Citeste acea pagină.

Conferintele majore aleg spre premiere unele articole dintre cele acceptate, pe baza excelentei de continut dar si de prezentare. Citeste-le pe cele premiate.

Este adesea potrivit a trimite un raport scurt, preliminar asupra unei părți din lucrare la o conferință si apoi versiunea mai lungă, finală la un jurnal.

Articolele sunt respinse nu dejectate, aruncate.

Procesul de *review* diferă mult de la jurnal la jurnal si de la conferință la conferință.

Pentru a obtine un timp redus de circulatie, conferintele trebuie să facă *review*-ul repede.

Nu este timp de contemplare sau de interactiune. Dacă esti respins, ai pierdut. Dar cu un

jurnal, poti uneori schimba argumente cu editorul si cu referentii prin editor.

Referentii pot fi de ajutor. Nu astepta prea mult *feedback* prin raportul referentului de la o conferinta. Dar de la jurnale poti deseori sa obtii sugestii excelente. Nu trebuie sa le iei in seama pe toate, dar daca nu ai explicatii si nu poti realiza ce-i cu unele din ele poti negocia in continuare. In orice caz, n-are importanta in ce faza de *review* te afli, fii politicos. Esti pe cale sa lucrezi restul vietii tale profesionale cu oameni pentru ale caror articole faci *review*-uri ca parte a comunitatii.

Acele *memo* scrise in laboratorul AI de la MIT sunt in general de o calitate publicabila sau aproape publicabila. In fapt, rapoartele tehnice sunt totdeauna versiuni revazute ale acestora. Articolele de lucru pot fi si frecvent sunt foarte informale. Ele sunt un mod bun de a face copii multe ale unui articol pe care vrei sa-l trimiti unui manunchi de colegi in orice conditii. Faci public unul din aceste documente interne prin preluarea unui formular de la Publications Office (la sala de jocuri de la etajul opt) si dandu-l membrilor corpului didactic sa-l semneze.

Ca orice lucru din cercetare, scrierea de articole consuma totdeauna mai mult timp decat te astepti. Articolele pentru publicare au o forma in particular insidioasa a acestei boli. După ce ai finalizat un articol, il trimiti la publicare. Cateva luni mai tarziu revine cu comentarii si trebuie sa-l revizuiesti. Apoi, alte luni dupa aceea revin probele pentru corectare. Dacă publici mai multe forme ale articolului, ca o versiune de scurta conferinta si o versiune mai lunga pentru jurnal, asta poate trece prin inca mai multe etape. Rezultatul este ca lucrezi la un articol cativa ani dupa ce credeai ca ai terminat cu el si dupa ce subiectul a devenit pe de-a-ntregul vadit plictisitor. Acest fapt sugereaza o euristica: nu executa cu pasiune o parte oarecare de cercetare de care nu esti prea atasat pe baza ideii ca nu va fi greu sa obtii o publicare a ei; durerile vor fi mai grele, mai mari decat te astepti.

## Discutii stiintifice

Discutiile<sup>12</sup> sunt o alta forma de comunicare cu colegii tai si cea mai mare parte din ceea ce am spus despre scriere este adevarat si pentru discutii. Abilitatea de a sta in fata unei audiente si de a vorbi fara a face auditoriul sa adoarma este cruciala pentru succes in sensul de recunoastere, respect si eventual un *job*. Abilitatea de a vorbi nu este ceva interior, ceva cu care te nasti – poti incepe viata de student in treptele superioare (postuniversitare) ca un vorbitor in public mai degraba oribil si sa inchei ca o inteligenta sclipitoare atata timp cat exersezi, exersezi, exersezi prin vorbire in fata unor grupuri de oameni.

Cateva cai de a invata si a practica/exersa vorbirea:

Patrik Winston are un articol scurt dar important despre cum sa vorbești unui public. El propune si o lectie in domeniu in fiecare luna ianuarie, care ilustreaza si descrie simultan euristica lui.

Daca simti ca esti un vorbitor fara har sau daca vrei sa fii unul mai bun, urmeaza un curs

---

<sup>12</sup> Discutii au loc si la noi. Dar rareori pe teme stiintifice. Dacă o tema stiintifica este adusa in discutie este mai curand pentru ca "se cere", pentru ca este o actiune care trebuie "bifata".

de vorbire în public. Un curs introductiv de actorie este de asemenea util.

Dacă studenții de sub aripa îndrumătorului tău au întâlniri regulate pe teme de cercetare, înscrie-te să vorbești despre preocupările tale. Laboratorul de AI de la MIT are o serie de discuții semiformale cunoscute ca Seminar de rezolvare de probleme. Oferă unul din seminare dacă ai ceva valoros de expus, ca un AI *memo* sau ca un articol-conferință.

Află suficient despre proiectele variate de robotică din laboratorul AI astfel ca atunci când rudele sau prietenii din afara orasului vin la tine, să le poți fi ghid și să le oferi un tur și să vorbești cca. 60 de secunde în fața unui robot despre acel robot. (Uzual rudele și prietenii străini de AI vor aprecia aceasta; ei nu vor fi însă impresionați de detaliile temei tale.).

Deoarece revizuirea unei expuneri verbale este în general mult mai ușoară decât revizuirea unui articol, unii oameni găsesc că aceasta este o cale bună de a exprima ideile lor. (Mike Brady remarca odată că cele mai bune articole ale sale au pornit de la expuneri orale).

Exersează vorbirea într-o încăpere goală, de preferință aceea în care urmează a vorbi efectiv. Studiile efectelor contextuale în memorie sugerează că îți amintesti mai bine ceea ce ai de spus dacă ai exersat în sala unde vei tine expunerea. Exercițiile fac o deparazitare a mecanicii unei expuneri orale: ce să spui pe durata fiecărui diapozitiv, mișcarea însoțitoare potrivită, menținerea sincronismului note-diapozitive, estimarea duratei întregii expuneri. Cu cât mai puțin timp consumi cu asezarea/conectarea echipamentelor, cu atât mai mult timp îți rămâne pentru comunicare.

O altă posibilitate este a exersa cu o oglindă, cu un magnetofon sau cu un video. Laboratorul AI le are pe toate trei. Acestea te pot ajuta la deparazitarea limbajului tău verbal și gestic.

Pentru o expunere relativ formală – în particular pentru examenele orale – fă exerciții în fața a cinci, șase prieteni și roagă-i să formuleze critici.

Urmărește stilul în care alți oameni expun. Sunt mulți vizitatori la MIT care fac expuneri<sup>13</sup>. Urmărind astfel de evenimente este o cale bună de a degusta unele domenii cu care nu ești familiarizat și dacă expunerea devine plicticoasă, te poți amuza prin analiza a ceea ce vorbitorul face greșit. (Mergând la un seminar este și un mod de a-ti rezolva foamea de dupăamiază).

Încoltirea unuia din prieteni și încercarea de a-i explica cele mai recente preocupări/dureri de cap ale tale sunt moduri bune de a-ti ameliora calificarea ta de comunicator și de a-ti deparazita ideile.

Unele lucruri cheie de reținut pentru planificarea și livrarea unei expuneri:

Poți prezenta numai o “idee” sau “temă” într-o expunere. Într-o expunere de 20 de minute sau mai puțin ideea trebuie să fie limpede, limpede și nu poate avea un bagaj asociat complicat. Dacă expunerea se extinde la 30 sau la 45 de minute înseamnă că ideea cere oarecare construcție sau fundamentare. Într-o expunere de o oră ideea poate fi

---

<sup>13</sup> Astfel de evenimente sunt foarte rare în mediul universitar ploiestic. Atunci când o expunere publică are totuși loc sălile sunt goale, interesul extrem de scăzut. Dezbaterile sunt sau sterile – unii colegi iau cuvântul crezând că poziția (administrativă) îi obligă la a-si face simțită prezența prin intervenții total lipsite de sens – sau lipsesc.

prezentată contextual și pot fi dezvăluite unele aspecte mai neplăcute, mai inconfortabile ale problemei. Aproape niciodată expunerile nu trebuie să depășească ora (deși frecvent ele depășesc o oră). Oamenii din auditoriu sunt acolo pentru că vor să afle ceea ce ai de spus. Ei nu sunt doar pentru a avea un pretext de a te ataca și se vor simți mult mai confortabil dacă tu însuți ești relaxat.

Ia-ți cel puțin un minut de fiecare transparent (*overhead* de retroproiecție). Oamenii au viteze variabile în prezentările de *overhead*-uri, dar o greșală obișnuită este a crede că poți să faci prezentarea încă mai repede și să rămâi clar. Ei bine, nu poți.

Nu încerca să înghesui într-o expunere tot ce știi. Trebuie să pedalezi numai pe punctele cele mai de sus ale ideilor tale, lăsând deoparte detaliile.

Expunerile AI sunt uzual însoțite de suplimente transparente, cunoscute și ca "slides". Acestea trebuie menținute simple. Utilizează cuvinte puține, scrise cu caractere mari. Dacă tu nu poți citi cu ușurință transparentele tale când stai în picioare și cei din auditoriu sunt pe locurile lor, caracterele sunt prea mici. Prezintă imagini ori de câte ori este posibil. Nu sta în dreptul ecranului. Nu arăta la proiectorul *overhead* dacă este posibil a arăta direct la ecran. Dacă trebuie să arăți spre *overhead*, nu atinge transparentul deoarece el se poate deplasa imprevizibil.

## Programare

Nu toate tezele AI includ cod și sunt oameni importanți în AI care nu au scris niciodată un program semnificativ, dar într-o primă aproximare trebuie să ai abilități de programator pentru a face AI. Nu numai pentru că foarte mult AI implică scrierea de programe, dar învățatul a programa îți dă intuiții cruciale despre ceea ce este și ceea ce nu este fezabil din punct de vedere al calculului, ceea ce este sursa majoră de restricții cu care AI contribuie la științele cognitive.

La MIT, în esență toată programarea pentru AI este făcută în limbajul Common Lisp. Dacă nu-l cunoști, învătă-l. Învătarea unui limbaj nu este învățarea programării. Totuși, programarea pentru AI include unele tehnici destul de diferite de acelea utilizate pentru programarea sistemelor sau pentru alte aplicații. Poți începe prin a citi *Structure and Interpretation of Computer Programs* de Abelson și Sussman și prin a face câteva exerciții. Cartea nu este despre programarea pentru AI *per se*, dar conține tehnici asemănătoare. Apoi citește ediția a treia din *Lisp book* de Winston și Horn; ea conține multe programe pentru AI curate și exclusive. În ultimă instanță totuși, programarea și nu cititul programelor altora este calea cea mai bună pentru a învăța să programezi.

Există o cultură cuprinzătoare de programare în Lisp care poate fi învățată majoritar prin ucenicie. Unii oameni lucrează bine scriind cod împreună; metoda depinde mult de personalitățile implicate. Profită de ocaziile de a lucra direct cu programatori mai experimentați. Sau vezi dacă poți găsi unul din ei care să-ți critice codul scris de tine. Este totodată extrem de util a citi codul altor persoane.

Întreabă câțiva studenți avansați dacă poți obține codul programelor lor. Ei se vor plânge probabil puțin și vor vorbi despre stilul lor urât de a scrie cod, că programul de fapt nu lucrează și apoi îți va ceda codul fără condiții. Apoi îl citești cu grijă de la un cap la

altul. Este cu consum de timp; lectura si înțelegerea codului scris de altul poate lua la fel de mult ca si când l-ai scrie tu însuti, asa că apreciază consumul de timp la câteva săptămâni distribuite pe termenul (semestrul) unu si/sau doi pentru a face aceasta. Vei învăța o multime de trucuri foarte bune la care nu te-ai fi gândit si care nu sunt în vreun manual. Vei învăța si cum să nu scrii un cod, atunci când citești pagini de bolboroseli necomentate si de aceea de neînțeles.

Toate lucrurile standard plicticoase care ti se spun în zona ingineriei software sunt adevărate si în programarea pentru AI. Comentează codul tău, pune comentarii în el. Utilizează abstractia datelor proprii cu exceptia cazului în care există un motiv irezistibil pentru care nu trebuie să faci asta. Separă grafica de restul codului, astfel ceea ce construiești este în Common Lisp, deci este portabil.

După primii câțiva ani, vei scrie propriile tale versiuni ale unui mănunchi de blocuri AI standard construite, cum ar fi un sistem de întreținere a adevărului, un planificator de resurse-scopuri, un sistem de unificare a regulilor, câteva interpretoare de “arome” variate, un compilator optimizator cu analiza de flux, un sistem de cadre/*frames* cu mostenire, câteva metode de căutare, un *lerner* bazat pe explicatie, orice te conectează. Poti scrie în câteva zile versiuni simple dar functionale ale acestora. Extinderea unei versiuni reale existente este o alternativă la fel de puternică. Numai când ai scris astfel de lucruri le-ai si înțeles cu pătrunderea cazurilor când ele sunt utile si când nu, care sunt problemele de eficiență s.a.m.d.

Spre deosebire de alti programatori, programatorii AI rar pot împrumuta cod unul de la altul. (Codurile pentru vedere electronică sunt o exceptie). Aceasta se întâmplă în parte deoarece programele AI rar lucrează cu adevărat (o multime de programe AI faimoase lucrează pe numai trei exemple din teza autorului, astfel că domeniul este mai puțin tolerant la această superficialitate decât în alte ocazii). Alt motiv este acela că programele AI sunt uzual puse laolaltă în grabă fără preocuparea pentru universalitate maximă. Uzând de regula “standard” Foobar<sup>14</sup>, interpretorul poate fi foarte util la început si îți dă o privire asupra ceea ce este rău dacă nu are cumva functionalitatea de care ai nevoie sau ceea ce este prea bun si este de aceea si inefficient. Poti să-l modifici, dar reamintim că înțelegerea codului altcuiva este foarte consumatoare de timp.

Este uneori mai bine să scrii codul tău. Este cazul când ai făcut 5-6 proiecte de program si în ultimul paragraf devine deja la îndemână a mai face unul. Ulterior ajungi să poti proiecta si implementa un algoritm TMS – Truth Maintenance System – (de pildă) într-o după amiază. (Apoi îl vei depana în varii moduri în următoarele sase săptămâni, dar asta este!). Uneori făcând un pachet standard lucrarea se poate converti ea însăși într-o teză.

Ca si articolele, programele pot fi suprafinisate. Rescrierea codului până este perfect, refacerea tuturor aspectelor abstracte la extrem, scriind macro-uri si biblioteci si jucându-te cu detaliile sistemului de operare sunt practici care au deturnat multi oameni de la tezele lor în afara domeniului. (Pe de altă parte, poate că asta este ceea ce tu însuti doresti să faci toată viața).

---

<sup>14</sup> Termenul de **foobar** este folosit adesea în programarea calculatoarelor sau în documentatia referitoare la calculatoare ca substitut de nume (denumit si variabilă metasintactică).

## Conducători

La MIT sunt două tipuri de conducători/îndrumători: conducători academici și conducători de teză.

Conducătorii academici sunt cei cu care simplu începi, de ei dispui mai întâi. Fiecare student licențiat deja este dat în grija unui membru al personalului didactic ca îndrumător academic, în general în domeniul lui, deși asta depinde și de încărcarea curentă a îndrumătorilor. Funcția de conducător academic este de a reprezenta departamentul în fața ta: să-ți spună care sunt cerințele oficiale, să preia cazul tău dacă întârzi satisfacerea lor și a da verde programului tău de pregătire. Dacă totul merge bine, trebuie să-ți vezi îndrumătorul în această calitate numai de două ori pe an, în ziua înregistrărilor. Pe de altă parte, dacă ai dificultăți, îndrumătorul academic este capabil să acționeze ca avocatul tău, fie prin reprezentarea ta în fața departamentului, fie prin indicarea surselor de asistență.

Conducătorul de teză este persoana care supraveghează cercetarea pe care o derulezi. Alegerea pe care o faci pentru conducătorul de teză este cea mai importantă decizie pe care o faci ca student în faza de după licență, mai importantă decât cea asupra domeniului din care va fi subiectul tezei. Într-o măsură apreciabilă, AI se învață prin ucenicie. Sunt multe cunostințe informale atât ca aspecte tehnice ale domeniului cât și legate de procesul de cercetare, care nu sunt publicate nicăieri.

Multi membri ai personalului didactic AI sunt oameni excentrici. Studentii la cursurile postlicență sunt la fel. Relația îndrumător-îndrumat este necesarmente personală și personalitatea ta specială poate și a îndrumătorului trebuie să se potrivească suficient de bine astfel încât să poți face treaba împreună cu el.

Îndrumători diferiți au stiluri diferite. Iată câțiva parametri de luat în seamă.

Câtă îndrumare vrei? Unii îndrumători îți vor înmâna o problemă de talia unei teze, bine definită, îți vor explica o tratare și-ți va spune să treci la treabă. Dacă te blochezi, îți vor spune cum să mergi mai departe. Alți îndrumători sunt mai retinuti; nu-ți vor da nici un fel de ajutor în alegerea subiectului, dar pot fi extrem de utili în stimularea ideilor de îndată ce le-ai găsit. Trebuie să te hotărăști dacă e mai bine să lucrezi independent sau structurat/supravegheat.

Cât contact dorești? Unii îndrumători te vor întâlni săptămânal pentru a-ți vedea progresele. Ei îți pot sugera articole de citit și-ți pot da exerciții și proiecte practice pentru a le lucra. Pe alții nu va trebui să-i frecvențezi mai mult de două ori pe semestru (pe *term*).

Câtă presiune vrei? Unii îndrumători exercită mai multă presiune decât alții.

Cât de mult sprijin emoțional îți dorești? Unii îți pot oferi mai mult decât alții.

Cât de în serios vrei să-l iei pe îndrumător? Cei mai mulți dintre îndrumători vor sugera obisnuit subiecte de teză. Alții pot fi capabili să producă sugestii care dacă sunt executate cu grijă și cu pricepere vor produce aproape sigur o teză acceptabilă, dacă nu, probabil una nu tocmai grozavă. Alții generează zeci de idei, dintre care cele mai multe nu duc nicăieri, dar una din zece dacă-i urmată cu viziune poate produce o lucrare de mare răsunet. Dacă alegi un astfel de îndrumător, atunci trebuie să acționezi ca un filtru.



Ce fel de grup de cercetare asigură îndrumătorul? Unii profesori crează o ambianță în care studenții săi lucrează mult împreună, chiar dacă ei nu lucrează toți la același proiect. Mulți profesori se adună cu toți studenții săi săptămânal sau chiar de două ori pe săptămână. Va fi asta de utilitate? Sunt studenții îndrumătorului persoane cu care să mergi alături? Unii studenți găsesc că mai curând pot construi relații importante de muncă cu studenți din alte grupuri de cercetare.

Dorești să lucrezi (numai) la o parte dintr-un proiect mai cuprinzător? Unii profesori împart o temă mare în părți componente pe care le atribuie individual studenților. Asta îți dă un grup de oameni cu care poți discuta despre problema ca un întreg.

Dorești o co-supervizare? Unele proiecte de teză integrează mai multe domenii de AI și s-ar putea să dorești să formezi o relație de lucru foarte puternică cu doi sau mai mulți profesori. Oficial vei avea numai un supervisor de teză, dar nu trebuie neapărat ca aspectul oficial să coincidă cu realitatea.

Vrea îndrumătorul să supravegheze o teză cu un subiect dinafara domeniului lui de cercetare? Dacă poți sau nu poți lucra cu el (sau ea) este uneori mult mai important decât ceea ce lucrezi, pentru ambele părți. Facultatea de robotică de la MIT a supervizat teze de fizică calitativă și de modelare cognitivă; personalul didactic specializat în raționamente a supravegheat teze de vedere electronică. Dar unii membri ai corpului didactic doresc să conducă numai teze în domeniul de interes al lor propriu. Acest adevăr este pentru membrii mai tineri ai corpului didactic care încearcă să construiască anumite cazuri proprii; lucrarea ta contează către acest tel.

Se va bate îndrumătorul cu sistemul pentru tine? Unii îndrumători pot tine departamentul și alte entități parțial ostile departe de tine. Sistemul lucrează împotriva anumitor tipuri de studenți (poate mai ales împotriva femeilor și excentricilor), așa că asta poate fi foarte important.

Este îndrumătorul doritor și priceput în a promova lucrările tale la conferințe și în alte împrejurări? Este o parte a jobului de îndrumător și poate influența mult cariera ta.

Domeniul acestor parametri variază de la școală la școală. MIT dă în general studenților săi o mult mai mare libertate decât foarte multe alte școli își pot permite.

Găsirea unui îndrumător de teză este una din cele mai importante priorități ale primului tău an de student postlicență. Trebuie să ai deja unul la sfârșitul anului prim, sau cel mai târziu la începutul anului al doilea. Iată câteva euristici asupra modului cum se poate proceda:

Citeste sumarul de cercetare al Laboratorului. El conține în circa o pagină preocupările pe care le au cadrele didactice și mulți dintre studenții postlicență<sup>15</sup>.

Citeste articolele recente ale fiecărui membru al corpului didactic, cu lucrări care par deplin interesante.

Vorbeste cu cât mai mulți membrii a departamentului cadre didactice pe parcursul primului semestru. Încearcă să-ți faci o părere despre cum sunt ei, despre ce-i interesează și despre stilul lor de cercetare și de supervizare.

Vorbeste cu studenții postlicență despre posibili îndrumători și întreabă-i cum se lucrează cu ei.

---

<sup>15</sup> Există la Ploiești așa ceva?

Asigură-te că ai vorbit cu mai mult de un student care lucrează cu un anumit îndrumător deoarece fiecare îndrumător are un spectru larg de stiluri de lucru și niveluri de succes în interacțiunea lui cu studentii lui/ei. Te poți însela în ambele sensuri dacă ieși în considerare o singură părere. Vorbeste cu studentii îndrumați de el/ea din primul an dar și din ultimul an.

Cele mai multe întruniri ale grupurilor de cercetare conduse de membrii ai corpului didactic sunt deschise noilor studenți postlicență și sunt o cale bună de a-ți face o idee despre cum se lucrează cu posibii îndrumători.

Ai apare poate neuzual ca o disciplină în care multă din treaba utilă este făcută de studenții postlicență, nu de oameni cu doctorate care sunt de obicei prea ocupați fiind manageri. Faptul are câteva consecințe. Una este că faima unui cadru didactic și în consecință a domeniului său depind într-o măsură apreciabilă de succesele studenților săi. Aceasta înseamnă că profesorii sunt foarte motivați să aibă studenți buni pentru a lucra cu ei și să le furnizeze direcții bune și suport consistent. O altă consecință este aceea că, deoarece în mare măsură direcțiile tezelor studenților sunt formulate de îndrumătorii lor, direcția de creștere a domeniului ca un tot depinde puternic de ce studenți îi selectează pe îndrumători.

După ce ți-ai ales un îndrumător și ai decis ce dorești de la el/ea, asigură-te că el/ea știe. Îndrumătorul poate auzi “Mi-ar plăcea să lucrez cu dv.” ca “Vă rog dați-mi în lucru un proiect specificat îngust” sau “Am materialul pe care să lucrez și aș vrea să-mi semnati când sunt gata” sau altceva. Nu lăsa proasta comunicare să te aducă în situația de a risipi un an fie rotind volanul tău când vrei o direcție strânsă fie lucrând la un subiect care nu este pe placul inimii tale.

Nu fii total dependent de îndrumător pentru sfaturi, înțelepciune, comentarii și conexiuni. Creează-ți propria ta rețea. Poți găsi probabil câțiva oameni care-ți pot oferi lucruri diferite, fie de-ți sunt sau nu îndrumători oficiali. Este important să contactezi o varietate de oameni care cu regularitate vor examina lucrarea ta, deoarece este foarte ușor să te păcălești (și uneori însuși îndrumătorul) singur crezând că faci progrese când de fapt nu faci și astfel să te împrăștii în spațiul exterior lucrării tale. Rețeaua poate include studenți absolvenți și cadre didactice din propriul tău laborator sau din altele.

Este posibil să întâlnești jene rasiste, sexiste, heterosexiste sau altele în relațiile tale cu alți studenți, membri ai corpului didactic sau, și mai problematic, cu îndrumătorul tău. Dacă ai o asemenea problemă strigă după ajutor. ODSA (Office of the Dean of Student Affairs) de la MIT publică o broșură numită “*STOP Harrassment*” cu sfaturi și resurse. The *Computer Science Women's Report*, accesibilă la camera de documente LCS (Laboratory for Computer Science) este portivită pentru aceste aspecte. Unii studenți din laborator sunt supravegheați numai nominal de îndrumătorul de teză. Aceasta poate funcționa bine pentru oameni care sunt auto-porniti independent. Are avantajul că ai problemele numai cu nevrozele proprii nu și cu ale îndrumătorului. Dar probabil nu este o idee bună această rută înainte de a încheia cel puțin o parte din lucrare supervizată și numai dacă ești sigur că poți să-o faci fără îndrumător și ai o rețea de suport solidă.

## Teza

Teza ta sau tezele tale vor ocupa cea mai mare parte a timpului tău ca student postlicentă. Partea principală va fi dedicată cercetării sau chiar alegerii unui subiect si nu scrierii propriu-zise.

Teza de masterat este gândită ca un exercitiu înaintea tezei PhD. Cercetarea de nivel PhD este prea dificilă de abordat fără o prealabilă pregătire. Cerinta esentială a unei teze de master cea de a demonstra literal măiestrie: că ai înțeles deplin acea *state-of-the-art* din subdomeniul tău si că esti capabil a opera la acel nivel. Nu se cere să extinzi acea *state-of-the-art*, nici ca teza de master să fie publicabilă. Este un machism substantial despre teze în laboratorul AI de la MIT, totusi, asa încât tezele de master contribuie de fapt semnificativ la domeniu si probabil cam jumătate sunt publicate. Asta nu-i neapărat un lucru bun. Multi dintre noi se consumă pe lucrarea de master asa încât este notoriu că tezele de master de la MIT sunt frecvent mai bune decât tezele de PhD. Asta depășeste intentia de lucrare preparativă a tezei de master. Alt factor este acela că efectuarea de cercetare care contribuie la progresul domeniului consumă cel puțin doi ani si face etapa de student la masterat prea lungă, inacceptabil de lungă.

Poate că nu te simți presat acum, dar după ce esti în laborator de sapte ani, doresti iesirea cu orice pret. Timpul mediu de la intrare la finalul studiilor de master este de doi ani si jumătate. Cu toate acestea, departamentul de CS (Computer Science) încurajează puternic studentii a reduce această perioadă. Dacă un subiect de masterat se dovedeste a fi unul de succes, el poate fi împărțit în două părți, una pentru masterat, alta pentru PhD. Pentru a avea idee de ceea ce constituie o portie de cercetare dimensionată pe o teză de master, citește vreo câteva teze recente. Retine că cele la care poti ajunge usor sunt acelea care au fost publicate sau făcute sub formă de raport tehnic deoarece cineva a gândit că ele extind acea *state-of-the-art* curentă – cu alte cuvinte, din cauză că ele sunt mai mult decât o teză de master. Încearcă să citești si niste teze care au fost acceptate dar nu au fost publicate. Toate tezele acceptate pot fi găsite în una din bibliotecile MIT. Tezelor PhD li se cere a extinde asa-numita *state-of-the-art*. Cercetarea pentru o teză de PhD trebuie să fie de o calitate publicabilă. Mecanismul MIT operează din nou, astfel că multe teze de doctorat (PhD) sunt o lucrare într-un subdomeniu, definitivă pentru mai multi ani. Nu este neobisnuit pentru o teză a defini un nou subdomeniu sau a enunța o problemă nouă si să dea si solutia. Totusi nici un element din acestea nu este absolut necesar.

În general, este necesar un răstimp de doi la trei ani pentru a face o teză de PhD. Multi își iau un interval de recuperare după teza de master de un an sau doi, între altele si pentru a găsi un subiect de PhD. Este bine ca acesti ani să fie folositi cumva diferit, lucrând, de pildă, ca asistent al unui profesor sau pentru a obtine un fundament solid într-un domeniu diferit de AI sau punând bazele unei formatii muzicale. Scrierea efectivă a unei teze de PhD consumă în general un an si o regulă frecvent confirmată spune că ea te va târî încă un an după ce esti vădit bolnav din cauza ei.

Selectarea unui subiect este una din părțile cele mai dificile si importante ale lucrului la o teză.

Un subiect bun pentru teză va exprima simultan o viziune personală și va participa la o conversație cu literatura din domeniu.

Subiectul tău trebuie să fie unul de care ești pasionat. Nimic altceva nu te va ține în priză. Viziunea ta personală este rațiunea pentru care ești un om de știință, ești profund legat de o imagine sau un principiu sau o idee. Ideea poate lua forme variate. Poate vrei să construiești un calculator cu care să poți vorbi. Poate vrei să salvezi omenirea de utilizările stupide ale calculatoarelor. Poate vrei să demonstrezi unitatea tuturor lucrurilor. Poate vrei să găsești colonii inteligente în spațiu. O viziune este totdeauna ceva amplu. Teza ta nu poate atinge viziunea ta, dar poate indica drumul.

În același timp, știința este conversație. Foarte mulți oameni buni au dat tot ce pot din ei și au scris despre asta. Ei au realizat multe lucruri și tot ei sunt complet blocați. Ei au avut priviri adânci în esența lucrurilor și ei au fost incredibil de orbi. Ei au fost eroi și lăși. Și toate acestea concomitent. Munca ta va fi pentru alții profitabilă și inteligibilă dacă este prezentată, expusă într-o conversație cu acei alții. Trebuie să vorbească problemelor lor și întrebărilor lor, chiar dacă este o explicație despre ce-i rău cu ele. Un subiect de teză care nu participă la conversație cu literatura va fi prea mare și prea vagă sau nimeni nu va fi capabil să o înțeleagă.

Partea cea mai dificilă este să imaginezi cum să îți rezolvi problema ta la o dimensiune rezolvabilă menținând-o totodată suficient de cuprinzătoare pentru a fi interesantă. “Rezolvarea mai întâi a întinderii AI” este o boală comună; vei găsi că trebuie să îngustezi subiectul tău continuu. Alegerea unui subiect este un proces gradual, nu un eveniment discret și va continua până când vei declara teza finalizată. În realitate rezolvarea problemei este deseori ușoară în comparație cu a realiza ceea ce este ea de fapt. Dacă viziunea ta este un proiect pe cincizeci de ani, care este subproiectul logic pe zece ani și care este subproiectul logic de un an al acestuia? Dacă viziunea ta este o structură vastă, care este componenta ei cea mai elocventă care ajunge la inima ei și ce demonstrație ar duce cel mai elocvent la inima acelei componente?

Un parametru important este cât risc îți poți îngădui. Frecvent, există un târg între răsunetul produsului final și riscul implicat de producerea lui. Totuși, asta nu-i totdeauna adevărat deoarece AI are o proporție ridicată de idei neexplorate de cercetători.

Un subiect ideal de teză are un gen de organizare telescopică. Are o porțiune centrală pe care ești sigur că o termini și relativ la care îndrumătorul tău admite că va satisface cerințele. Ea poate avea extensii variate care sunt succesiv mai riscante și care vor face teza mai interesantă decât o arată porțiunea ei centrală. Nu orice subiect se va potrivi pe acest criteriu, dar e de încercat o asemenea structură.

Unii oameni cred că lucrul concomitent la mai multe proiecte de teză potențiale le permite să finalizeze una care merge și să le abandoneze pe cele care esuează. Asta diminuează riscul. Alții găsesc că *overhead*-ul substanțial cu dusele pe care le naste această tratare este prea mare și aleg un singur subiect înainte de a începe orice lucru serios.

Poți fi interesat numai într-un subdomeniu particular în care caz căutarea subiectului de teză se îngustează. Uneori poți afla că nu există un cadru didactic care ar putea superviza un subiect din acel domeniu în care ai lucra confortabil. Poți de asemenea să

constati că subiectul tău nu pare a fi un subiect natural în acel domeniu, pe care să-l lucrezi, în timp ce ai idei bune despre ceva diferit.

Alegerea unui subiect de master poate fi mai dificilă decât alegerea unui subiect de PhD deoarece trebuie să o faci înainte de a ști foarte multe despre domeniul AI și înainte de a-ți clădi suficientă încredere în propria capacitate.

Unul din parametrii alegerii unui subiect pentru PhD este legat de continuarea în același subdomeniu abordat la master, cu extinderea acelei lucrări sau cu o construcție bazată pe acea lucrare. A comuta la un alt subdomeniu este de asemenea o posibilă alegere. A rămâne în același subdomeniu simplifică lucrurile și probabil această alegere reduce cu circa doi ani timpul total pentru obținerea titlului, mai ales dacă subiectul de dimensiunea unui PhD devine evident în intervalul rezervat lucrului la master. Dar aceeași alegere te poate lăsa “monodistribuit” ca unul care face forme-din-umbre sau analiza-de-circuite; o schimbare de domeniu îți dă anvergură.

Subiectele pot fi plasate într-un spectru de la fulgos la tăiat-si-uscăt. Tezele fulgoase deschid teritorii noi, explorează fenomene necercetate anterior sau sugerează soluții euristice la probleme care sunt cunoscute a fi foarte dificile sau greu de caracterizat. Tezele tăiat-si-uscăt (*cut-and-dried*) rezolvă probleme bine caracterizate. Ambele sunt valoroase; unde te plasezi tu însuți în acest spectru este o chestiune de stil personal.

Sectiunile “lucrări viitoare” ale articolelor sunt surse bune pentru subiecte de teză.

Orice ai lucra trebuie să nu fi fost făcut altădată. Tot așa, nu este o idee bună a lucra la ceva la care lucrează simultan și altcineva. Există suficient teren în domeniu pentru a nu fi necesară concurența. Pe o altă latură, este uzual a citi un articol al altcuiva și a intra în panică deoarece pare a rezolva problema tezei tale. Aceasta se întâmplă cel mai des când ești la jumătatea procesului de a face lucrarea ta specifică și concretă. Tipic, asemănarea este în realitate numai superficială, așa că arată articolul unor oameni înțelepți, care cunosc munca ta și întrebă-i ce cred.

Nu toate tezele din laboratorul de AI de la MIT sunt de AI; unele teze sunt despre limbaje de programare sau despre module hardware. Aceasta este OK.

Imediat ce ai un subiect pentru teză, chiar dacă este oarecum vag, trebuie să fii capabil a răspunde la întrebarea “Care este ideea majoră a tezei tale?”. Ce încerci să dovedești? Trebuie să ai răspunsuri într-o frază, într-un paragraf și în cinci minute. Dacă nu știi încotro mergi, oamenii nu te vor lua în serios și, mai rău, vei ajunge să rătăcești circular. Când execuți munca, fii capabil a explica simplu cum fiecare parte a teoriei tale și implementarea este în serviciul scopului propus.

Asigură-te că dacă ai ales un subiect, ai o înțelegere clară cu îndrumătorul ce va însemna ducerea ei la final. Dacă tu și el aveți așteptări diferite și nu vă dați seama de aceasta, poți pierde grav. Poti avea în vedere formularea unui test final explicit, ca un set de exemple pe care teoria ta sau programul vor fi capabile să le trateze. Fă asta oricum pentru tine, chiar dacă îndrumătorul nu are grija aceasta. Fii atent și schimbă acest test dacă circumstanțele se schimbă radical.

Încearcă mai întâi o versiune simplificată a problemei din teză. Lucrează exemple. Înainte de a formula o teorie abstractă explorează temeinic unele instanțe concrete.

Sunt multe căi pe care poți risipi mult timp pe durata tezei. Unele activități de evitat

(cu excepția cazului când sunt centrale în teză): proiectarea limbajului, interfata utilizator sau aspectele grafice, inventarea unui nou formalism, supraoptimizarea codului, construirea de “tools”, birocrația. Orice lucru care nu este central pentru teza ta trebuie minimizat.

Există un fenomen numit “devierile de la teză” (*thesis avoidance*), prin care deodată găsești că remediarea unor erori obscure într-un sistem de operare depășit este teribil de fascinantă și de importantă extremă. Aceasta este invariabil o cale inconstientă de a ieși din lucrul la o teză. Fii conștient de ceea ce faci. (Acest document este el însuși un exemplu de *thesis avoidance* din partea autorilor).

## Metodologia de cercetare

Această secțiune este slabă<sup>16</sup>. Vă rugăm să contribuiți!

O metodologie de cercetare definește ce este, în ce constă activitatea de cercetare, cum se procedează, cum se măsoară progresul și ce constituie un succes. Metodologia AI este ceva foarte amestecat. Metodologiile diferite definesc școli diferite care întretin un gen de război “religios” una cu alta.

Metodele sunt instrumente. Utilizează-le, nu te lăsa utilizat de ele. Nu te lăsa victima vreunui slogan care ridică una din metode deasupra celorlalte: “Cercetarea AI trebuie pusă pe baze solide”, “Filozofii vorbesc numai. AI este un real succes”, “Trebuie să știi ce se calculează înainte de a întreba cum”. Pentru a reuși în AI, trebuie să fii bun în metode tehnice, dar trebuie să fii și suspicios cu ele. De pildă, trebuie să ai abilitatea de a demonstra teoreme și trebuie să afișezi dubii despre teoreme, dacă ele demonstrează ceva.

Multe din lucrările bune de AI echilibrează fin mai multe metodologii. De pildă, poți pași pe linia fină dintre prea multă teorie, posibil irelevantă pentru orice problemă reală și implementarea voluminoasă, care poate reprezenta un amestec incoerent de soluții ad-hoc.

Ești permanent față-n față cu decizii de cercetare care se împart pe frontiera dintre “curat” și “nepieptănat”. Trebuie să consumi timp pentru a formaliza această problemă în oarecare măsură (ca, de exemplu, poți dovedi intructabilitatea) sau trebuie să te ocupi de ea în formă brută chiar rău definită dar apropiată de realitate? Abordarea tratării dinainte conduce (când este un succes) la un rezultat clar, cert care va fi de obicei fie plictisitor sau cel puțin nu se referă la subiect; tratarea a doua trece prin riscul schimbării într-un mănunchi de succese minore, ieftine (*hacks*). Orice porțiune din lucrare și orice persoană trebuie să tintească la un echilibru judicios, formalizând subprobleme care par a cere insistent formalizare în timp ce se mențin la un nivel onest față de problema în mare, în totalitatea ei.

Unele lucrări sunt ca știința însăși. Priveste cum învață oamenii aritmetica, cum lucrează mintea, cum sar cangurii și încearcă să înțeleagă și să facă o teorie testabilă. Unele lucrări

---

<sup>16</sup> În partea a doua a cursului, titularul va expune câteva metode de cercetare practicate de multe ori în decursul experienței proprii de peste 30 de ani în cercetarea științifică. Din nou trimitem la sursa postată la [http://ac.upg-ploiesti.ro/gpanaitescu/msds\\_2007.pdf](http://ac.upg-ploiesti.ro/gpanaitescu/msds_2007.pdf)

sunt ca în inginerie: încerci să construiești un sistem de rezolvare de probleme mai bun sau o formă nouă pentru un algoritm. Alte lucrări sunt ca matematicile: te joci cu formalismele, încerci să înțelegi proprietățile lor, le slefuiesti, demonstrezi unele lucruri despre ele. Unele lucrări sunt guvernate de exemple, încearcă să explice fenomene specifice. Lucrările cele mai bune combină toate acestea și încă multe altele. Metodologiile sunt sociale. Citeste cum atacă alți oameni probleme similare și vorbește cu ei despre cum procedează ei în cazuri specifice, particulare.

## **Factori emoționali**

Cercetarea nu este un lucru ușor. Este ușor să te epuizezi în ea. Numai o jenant de mică parte dintre studenții care încep un doctorat în AI îl și termină. La MIT, aproape toți cei care nu isprăvesc se retrag de bună voie. Unii renunță deoarece pot face bani mai mulți în industrie sau din rațiuni personale, majoritatea se retrag din cauza frustrărilor legate de teza lor. Această secțiune încearcă să explice cum se poate întâmpla asta și să dea unele euristici care pot fi de ajutor. Cel avizat din timp este mai bine înarmat: este util a ști că genurile particulare de tragedii, agravări, depresii și triumfuri prin care treci în cercetare sunt părți necesare ale procesului și sunt împărtășite cu/de oricine altcineva care face cercetare.

Orice cercetare implică riscuri. Dacă proiectul tău nu are asociat nici un risc de a eșua, el este dezvoltare nu cercetare.

Greul este reprezentat de tratarea eșecurilor în proiectul propriu de cercetare. Este ușor să interpretezi eșecul proiectului ca eșecul tău. De fapt, profilarea unui eșec dovedește că ai avut curaj, curajul de a face ceva dificil.

Putinii oameni din domeniu care par a reuși consistent și sistematic, producând articole an de an esuează de fapt la fel de frecvent ca oricine altcineva. Vei afla că ei au mai multe proiecte în derulare concomitentă și numai putine din ele se finalizează. Proiectele care sunt de succes au eșuat în realitate repetat și multe tratări greșite s-au transformat în succesul final.

Pe măsură ce lucrezi în cariera ta, vei acumula multe eșecuri. Dar fiecare reprezintă multă muncă pe care ai depus-o pe subtaskuri variate ale proiectului general. Vei găsi că multe idei pe care le-ai avut, moduri de gândire, chiar bucăți de cod pe care le-ai scris se dovedesc a fi exact ceea ce trebuie pentru rezolvarea unei probleme complet diferite multi ani mai târziu. Acest efect devine evident numai după ce ai adunat un volum apreciabil de eșecuri, așa că ia de bun ceea ce acumulezi la început ca fiind util mai târziu.

Cercetarea totdeauna ia timp mai mult decât pare că s-ar cuveni. Una din regulile simple este că orice subtask va consuma de trei ori mai mult timp decât te aștepti. (Unii adaugă: “Chiar după ce ai luat în calcul această regulă”).

Crucial pentru succes este a face din cercetarea ta parte a vieții tale zilnice. Multe idei revoluționare apar în timp ce esti sub dus sau călătorind cu metrourul sau mergând la cumpărături în Harvard Square. Dacă gândești la cercetarea ta în subconstient tot timpul, ideile se vor ivi pe neașteptate. Oamenii de succes din AI sunt în general mai

putin strălucitori decât sunt de insistenti. De asemenea, foarte important este “gustul”, abilitatea de a distinge între ideile atrăgătoare superficiale și cele veritabil importante.

Vei constata că ritmul tău de progres pare a varia sălbatic. Uneori totul merge ca pe roate și obții într-o săptămână cât ai obținut în trei luni anterioare. Aceasta este entuziasmant, este ceea ce reține oamenii în domeniu. Alte ori rămâi blocat și simți că nu vei putea face mai nimic timp îndelungat. O astfel de stare este greu de trecut. Poti avea senzația că nu vei mai putea face niciodată ceva valoros sau, la început, că nu ești deloc potrivit pentru a fi cercetător. Aceste sentimente sunt aproape cu certitudine rele, gresite. Dacă ai fost admis student la MIT, ai cu siguranță tot ceea ce-ți trebuie. Trebuie să te agăți acolo, menținând (provizoriu) o toleranță ridicată pentru rezultatele modeste. Poti finaliza mai mult din lucrările tale prin fixarea cu regularitate de termene scurte și medii, de pildă săptămânal sau lunar. Două modalități care pot mări probabilitatea de a le și respecta constau în a le înregistra în notebook-ul tău și a le spune și altcuiva. Poti face un pact/pariu cu un prieten pentru a atinge teluri săptămânale și poti face un gen de joc din încercarea de a le respecta. Sau spune-le îndrumătorului tău.

Uneori te trezești într-un blocaj complet. Ca și blocarea la scris sunt multe cauze pentru asta și nici o soluție.

Punând vederile tale prea sus conduce la paralizie. Lucrează la o subproblemă și revino apoi la fluxul principal al lucrării.

Poti ajunge într-o buclă de feedback pozitiv în care dubiile asupra abilității de a face lucrul dat erodează entuziasmul tău așa încât de fapt nu mai poți obține nimic făcut. Realizează că abilitățile de cercetător sunt o materie care se învață, nu un geniu înnăscut.

Dacă constatăi că ești blocat serios, că nu produci mai nimic notabil pentru o săptămână sau mai mult, promite-ți a lucra *o oră* pe zi. După câteva zile de program de acest gen, probabil că te vei regăsi în flux.

Este greu a începe lucrul dimineata, este ușor a lucra odată pornit. Lasă ceva ușor sau vesel neîncheiat seara cu care să pornesti dimineata. Porneste de dimineată cu muncă adevărată – dacă începi cu citirea corespondentei, este posibil să nu ajungi niciodată la ceva mai productiv.

Teama de eșec poate face munca dificilă. Dacă te observi inexplicabil de “neprișcut” a face treaba, întreabă-te dacă nu cumva ești a-ți pune ideile la încercare. Perspectiva de a descoperi că ultimele luni din activitatea ta au fost demne de tot disprețul, poate că asta este ceea ce te stopează. Nu există o cale de a evita o stare ca aceasta; realizează numai că eșecul și munca risipită sunt parte din proces.

Citește cartea *How to Get Control of Your Time and Your Life* de Alan Lakin, care este recomandată chiar de oameni care *urăsc* cărțile de autoajutorare. Cartea are tehnici inestimabile pentru a te readuce la acțiune productivă.

Foarte mulți găsesc că viața lor personală și priceperea lor de a face cercetare interacționează. Pentru unii munca este un refugiu când orice altceva merge al dracului de prost. Alții se regăsesc paralizați la muncă dacă viața le este tulburată din alte motive. Dacă te găsești blocat realmente rău de tot, poate fi util a te vedea cu un psihoterapeut. Un sondaj informal sugerează că aproximativ jumătate dintre studenții din laboratorul



nostru se văd cu un psihoterapeut la un moment al carierei lor de studenți postlicență. Un factor care face AI mai dificilă decât multe alte tipuri de muncă este acela că nu există standarde general acceptate despre progres sau cum să se evalueze munca. În matematici, dacă demonstrezi o teoremă, ai făcut ceva; și dacă este una pe care alții n-au reușit s-o demonstreze, ai făcut ceva remarcabil. AI a împrumutat standarde de la disciplinele înrudite, dar are și unele proprii și oameni ai practicii diferiți, subdomenii și școli pun accente diferite pe criteriile diferite. MIT pune accentul mai ales pe calitatea implementărilor, mai mult decât alte școli, dar sunt multe variații chiar în acest laborator. O consecință a acestui fapt este aceea că nu poți plăcea tuturor mereu. O alta este că uneori nu poți fi sigur dacă ai progresat sau nu, ceea ce te face să te simți nesigur. Este obișnuit a găsi că propria estimare asupra valorii muncii tale oscilează de la “cea mai mare poveste spusă vreodată” la “lipsită de conținut, redundantă și incoerentă”. Este un lucru normal. Continuă să faci corectii asupra lucrării cu *feedback* de la alți oameni.

Mai multe lucruri pot ajuta în fața insecurității relative la progres. Recunoașterea poate fi de ajutor: acceptarea unei teze, articolele publicate și altele asemenea. Mai important este probabil a vorbi cât mai multor oameni despre ideile tale și a obține *feedback* de la ei. Sub un aspect ei vor contribui probabil cu idei utile, sub alt aspect unii dintre ei vor fi plăcut impresionați de lucrarea ta, ceea ce te va face să te simți bine. Deoarece standardele progresului sunt atât de instabile, este ușor a o lua la vale orbeste dacă nu ești în contact constant cu alți cercetători. Asta este adevărat în mod special atunci când lucrurile nu merg bine, moment la care în general nu ești foarte dispus a vorbi despre munca ta. Este important a avea *feedback* și suport tocmai în astfel de momente.

Este ușor a nu vedea progresele pe care realmente *le-ai făcut*. Îți spui: “Dacă am făcut-o, este elementar, trivial. Ideile mele sunt toate evidente”. Ele pot fi evidente pentru tine privind retrospectiv, dar probabil nu sunt evidente pentru altcineva. Explicarea muncii tale multor străini (de domeniu?) te va ajuta să observi faptul că este destul de dificil a înțelege ceva care pentru tine pare trivial. Scrie aceasta.

Într-un sondaj recent printre mai mulți laureați Nobel în științe, s-au pus întrebări relative la problema îndoielii de sine: a fost clar tot timpul pentru ei că lucrările lor erau ceva ce va zgudui planeta? Răspunsul aproape unanim (mai puțin vreo 50 dintre ei) a fost că acești oameni s-au îndoit constant de valoarea sau de corectitudinea lucrărilor lor și au trecut prin perioade în care au avut sentimentul că ceea ce făceau era irelevant, evident sau greșit. O parte comună și importantă a oricărui progres științific este evaluarea critică permanentă și o cantitate oarecare de incertitudine asupra valorii lucrărilor ca parte inevitabilă a procesului.

Unii cercetători găsesc că lucrează mai puțin bine de-unul-singur și preferă colaborarea cu alții. Cu toate că AI este frecvent o afacere destul de individuală, o bună parte din oameni lucrează laolaltă, construind sisteme și articole în coautorat. În cel puțin o ocazie, Laboratorul a acceptat o teză în coautorat. Neajunsurile acestei scheme se regăsesc în atribuirea de credit și competiția cu colaboratorul tău. Colaborarea cu cineva din afara Laboratorului, pe durata unei slujbe de vară de exemplu, relaxează aceste probleme.

Multi oameni vin la laboratorul AI de la MIT fiind deja persoana cea mai strălucită din universitatea lor, numai pentru a găsi aici persoane care par mai pregătite cu un ordin de mărime. Asta poate fi o lovitură teribilă dată stimei de sine în primul an sau chiar mai mult. Dar este un avantaj a fi înconjurat de oameni inteligenți: poți avea pe cineva care la modul amical să-ți doboare ideile nu așa de inspirate, înainte de a te face singur de ocară în public. Pentru a avea o vedere mai realistă asupra ta însuși, este important a ieși în lumea reală unde nu toți sunt străluciți. Un job de consultantă în afară este perfect pentru menținerea echilibrului. Mai întâi, cineva te plătește pentru expertiza ta, ceea ce îți spune că ai o expertiză. Apoi, descoperi că ei realmente au nevoie la greu de tine, ceea ce aduce satisfacția unui job binefăcut.

Contrar, fiecare student care vine în Laborator a fost selectionat din peste 400 de alți solicitanți. Asta face din mulți din noi niște înfoiați (*cocky*), aproape infatuați. Este ușor a gândi că *Eu* sunt cel care urmează să rezolv cutare problemă de AI o dată pentru totdeauna. Nu este nimic rău în asta: a face progrese într-un domeniu atât de încălcit necesită viziune. Capcana potențială este a descoperi că problemele sunt cu mult mai grele decât te așteptai, că cercetarea ia mai mult timp decât ai “prognosticat” și că nu poți face totul de unul singur. Asta duce pe unii dintre noi în crize severe de încredere. Trebuie să faci față faptului că tot ce poți face este să contribui puțin, puțin la un colț al unui subdomeniu, că teza ta nu este una care să rezolve probleme mari. Asta poate impune o radicală autoreevaluare; adesea dureroasă și uneori consumatoare de timp, care poate lua cam un an pentru a o parcurge. A face asta este un lucru foarte pretios, totuși. Luându-te ceva mai puțin în serios îți permite să abordezi cercetarea într-un spirit mai lejer, aproape în joacă.

Sunt cel puțin două motive emotionale pentru care oamenii tolerează durerile cercetării. Unul este motor: o pasiune pentru probleme. Lucrezi deoarece nu poți trăi altminteri. Mare parte din cercetarea de vârf se face pe baza unui/unei astfel de motiv(atie). Totuși, acest mod de abordare a cercetării are un potențial de “carbonizare” severă. Celălalt motiv este că cercetarea bună are haz (*fun*). Este o durere mult timp, dar dacă o problemă este potrivită pentru tine, o poți trata ca pe o joacă, cu sentimentul de bucurie trăit în tot restul procesului. Aceste două moduri de a fi nu sunt incompatibile, dar trebuie atins un echilibru în seriozitatea cu care faci munca.

Pentru a căpăta sentimentul corect de ceea ce este cercetarea și ca inspirație și consolare în momente de dubiu, este util a citi câteva din cele mai vii autobiografii științifice. Bune sunt

*Advice to a Young Scientist* de Gregory Bateson, *Disturbing the Universe* de Freeman Dyson, *Surely You Are Joking, Mr. Feynmann!* de Richard Feynmann, *Mathematician's Apology* de George Hardy și *The Double Helix* de Jim Watson.

O lună sau două după ce ai isprăvit un proiect cum este o teză, vei avea probabil senzația acută că ea arată cu totul lipsită de valoare. Această reacție este rezultatul plictiselii și epuizării de/pe problemă și al capacității de a vedea retrospectiv ce ar fi putut fi făcut mai bine – ceea ce este totdeauna cazul. Nu lua această senzație în serios. Vei găsi aceasta când te vei uita în ea un an sau doi mai târziu, după ce iese din familiaritatea imediată; vei gândi “Hei! Asta-i foarte inteligent! Bună lucrare!”.

## **Notă finală**

Acest document încorporează idei, texte și comentarii de la Phil Agre, Jonathan Amsterdam, Jeff Anton, Alan Bawden, Danny Bobrow, Kaaren Bock, Jennifer Brooks, Rod Brooks, David Chapman, Jim Davis, Bruce Donald, Ken Forbus, Eric Grimson, Ken Haase, Dan Huttenlocher, Leslie Kaelbling, Mike Lowry, Patrick Sobalvarro, Jeff Shrager, Daniel Weise și Ramin Zabih. Dorim să mulțumim tuturor celor care ne-au dat din înțelepciunea și experiența lor ceea ce am pus în acest document (și care, din întâmplare ne-a și condus prin teza noastră), în special îndrumătorilor noștri.

Unele dintre ideile de aici au fost recoltate din *On Being a Researcher* de John Backus și din *How to Get a PhD in AI* de Alan Bundy, Ben du Boulay, Jim Howe și Gordon Plotkin.



## ANEXĂ

### SCRIEREA UNUI ARTICOL STIINTIFIC

#### Formatul articolului

Articolele produse în activitatea de cercetarea științifică sunt o metodă de comunicare a rezultatelor între cei ocupați în domeniu. Pentru aceste articole se folosește un format standard în care autorul prezintă cercetarea într-o manieră ordonată și logică. Aceasta nu reflectă cu necesitate ordinea în care autorul a efectuat sau a gândit lucrarea sa. Formatul este detaliat în cele ce urmează.

#### Titlul

1. Titlul trebuie să fie suficient de specific pentru a descrie articolul, dar nu atât de tehnic încât numai specialistii să-l înțeleagă. Titlul trebuie să fie potrivit cu categoria de cititori țintă.
2. Titlul descrie de obicei subiectul de care se ocupă articolul: “Efectul fumatului asupra performanței științifice”.
3. Uneori un titlu care sumarizează rezultatele cercetării este mai eficient: “Studentii care fumează obțin rezultate mai slabe”.

#### Autorii

1. Persoana care a efectuat lucrarea și a scris lucrarea este menționată de obicei în fruntea listei de autori ai articolului.
2. Pentru articole publicate, sunt trecute ca autori și alte persoane care au adus contribuții substanțiale la lucrare. Este corect ca înainte de a include în lista de autori pe mentorul colectivului de cercetare acesta să fie întrebat, să i se ceară permisiunea.

#### Rezumatul (abstract-ul)

1. Un rezumat (un abstract sau un sumar) se publică împreună cu articolul științific pentru a da cititorului o pre-vedere a ceea ce urmează. Astfel de rezumate pot fi publicate separat în surse bibliografice de genul *Biological Abstracts*. Ele permit altor cercetători să acceseze rapid un volum apreciabil de literatură și să decidă ce articole

- urmează a fi citite în detaliu. Rezumatul trebuie să fie ceva mai puțin tehnic decât articolul însuși pentru a nu descuraja lectorii potențiali de a citi articolul.
2. Rezumatul trebuie să fie un paragraf, 100-250 de cuvinte, care este un sumar al scopului, metodelor, rezultatelor și concluziilor articolului.
  3. Nu este ușor a include toate aceste informații în așa de puține cuvinte. De aceea se porneste prin a scrie un sumar care conține ceea ce autorul consideră că este important și apoi se “piaptână” gradual renunțând la cuvintele de prisos și reținând conceptele necesare.
  4. Se recomandă a nu se utiliza în rezumat prescurtări și trimiteri bibliografice. Rezumatul trebuie să se susțină fără vreo trimitere la note de subsol.

### **Introducerea**

Ce întrebări se pun și își găsesc răspunsul în experimentul executat? Prin ce este experimentul interesant? Introducerea sumarizează literatura relevantă astfel încât cititorul să înțeleagă sursa interesului autorului în întrebările formulate. Unul la patru paragrafe sunt suficiente. Se încheie cu întrebarea specifică formulată în acest experiment.

### **Materiale și metode**

1. Cum s-a obținut răspunsul la întrebările formulate? Aici trebuie să fie date suficiente informații pentru a permite și altui cercetător să repete experimentul autorului. O privire în alte articole publicate în același domeniu, pentru a vedea ce conține această secțiune este totdeauna binevenită.
2. Dacă a fost utilizat un protocol complicat, poate fi de ajutor includerea unei diagrame, a unui tabel sau a unei organigrame pentru a explica metodele utilizate în lucrare.
3. În această secțiune nu se pun rezultate. Se pot include totuși rezultate preliminare care au fost utilizate pentru a proiecta experimentul principal relatat în articol. (“Într-un studiu preliminar, s-au observat bufnitele timp de o săptămână și s-a găsit că 73% din mișcarea lor se efectuează noaptea și de aceea toate experimentele următoare s-au derulat între orele 23.00 și 6.00”).
4. Se menționează considerațiile etice relevante. Dacă s-a folosit subiecți umani, au consimțit ei să participe? Dacă s-au folosit animale, ce măsuri s-au luat pentru a minimiza posibile dureri?

### **Rezultate**

1. Aici sunt prezentate rezultatele obținute. Se utilizează grafice și tabele dacă este cazul, dar se menționează în text și un sumar al câștigurilor principale ale lucrării de cercetare. NU se discută rezultatele, NU se fac speculații asupra unor aspecte care

merită întrebarea “de ce s-au întâmplat?”. Sunt mai potrivite pentru secțiunea **Discutii**.

2. Nu este necesar a include toate rezultatele obținute pe durata unui interval, de pildă un semestru. Această secțiune nu este un jurnal.
3. Se utilizează metode potrivite pentru prezentarea datelor. Nu se recomandă încercarea de a manipula datele pentru a crea impresia că autorul a făcut mai mult decât a făcut efectiv.

“Medicamentul a vindecat o treime din soarecii infectati, o altă treime nu a fost afectată în nici un fel, iar restul soarecilor au părăsit experimentul”.

### **Tabelele si graficele**

1. Dacă datele sunt prezentate în tabele sau grafice, se include un titlu care descrie ce este în tabel (“Activitatea enzimelor la diferite temperaturi” și nu “Rezultatele obținute”). Pentru grafice, a nu se omite denumirea și marcarea axelor în raport cu care se face reprezentarea.
2. Nu se utilizează un tabel sau un grafic numai de dragul spectacolului. Dacă informația poate fi sintetizată într-o frază, tabelul sau graficul nu mai este necesar.

### **Discutii**

1. Se evidențiază rezultatele cele mai semnificative, dar nu numai prin repetarea a ceea ce s-a scris în secțiunea **Rezultate**. Cum se situează aceste rezultate față de întrebările formulate? Datele acestea vin în sprijinul ipotezei enunțate? Rezultatele sunt consistente cu ceea ce alți cercetători au publicat? Dacă rezultatele proprii sunt neașteptate, se încearcă explicarea lor. Există vreun alt mod de a interpreta rezultatele proprii? Ce alte cercetări suplimentare ar fi necesare pentru a răspunde întrebărilor derivate din rezultatele proprii tocmai publicate? Cum se potrivesc rezultatele acestea în cadrul mai larg al domeniului?
2. Se finalizează cu o frază sumar al concluziilor autorului, cu accentuarea relevanței lor.

### **Mulumiri (Acknowledgements)**

Secțiunea aceasta este opțională. Se pot aduce mulțumiri celor care au ajutat la experimentare sau au avut alte contribuții importante cum sunt discutarea protocolului, comentarea manuscrisului sau cumpărarea de pizza pentru autor.

### **Referirile bibliografice**

Sunt mai multe moduri posibile de organizare a acestei secțiuni. Iată aici o modalitate utilizată frecvent:

1. În text, se citează sursa în locurile potrivite:

Scarlet (1990) a considerat că gena e prezentă numai în drojdie, dar de atunci a fost identificată și în platypus<sup>17</sup> (Indigo și Mauve, 1994) și în wombat<sup>18</sup> (Magenta, și alții, 1995).

2. În secțiunea curentă se pune o listă alfabetică:

Indigo, A. C., and Mauve, B. E. 1994. Queer place for qwerty: gene isolation from the platypus. *Science* 275, 1213-1214.

Magenta, S. T., Sepia, X., and Turquoise, U. 1995. Wombat genetics. In: *Widiculous Wombats*, Violet, Q., ed. New York: Columbia University Press. p 123-145.

Scarlet, S.L. 1990. Isolation of qwerty gene from *S. cerevisiae*. *Journal of Unusual Results* 36, 26-31.

## EDITAREA ARTICOLULUI

Un citat din Michael Alley, *The Craft of Scientific Writing*: “În exercitiul scrierii ating o medie de zece pagini pe zi. Din nefericire toate sunt de fapt aceeași pagină”. O parte importantă a oricărei scrieri constă în re-scriere.

### Exprimare și scriere corectă

Scrierea științifică trebuie să fie corectă. Cu toate că cei care predau scrierea recomandă a nu utiliza același cuvânt de două ori în aceeași frază, într-un articol a comite o repetiție este OK dacă servește corectitudinea.

E recomandată o asigurare a autorului că spune/scrie ceea ce vrea să spună/scrie.

Se recomandă o grijă aparte pentru cuvintele care uzual produc confuzie.

### Scrieți clar

Scrieți la un nivel care se potrivește cititorului țintă.

Utilizați diateza activă. Este mai limpede și mai concisă decât diateza pasivă.

În loc de: *S-a observat la soareci o poftă de mâncare crescută și s-a constatat o creștere a lor în greutate*

Scrieți: *Soarecii au mâncat mai mult și au câștigat în greutate.*

Utilizați persoana întâi (a treia).

Evitați participiile multiple (genitivele multiple).

---

<sup>17</sup> Animal australian

<sup>18</sup> Animal australian



## **Scrieti succint**

Scrieti verbe si nu substantive abstracte.

În loc de: *se ia în considerare*

Scrieti: *se consideră*.

Utilizati verbe în forma tare, directă în loc de “a fi ...”.

În loc de: *s-a constatat că enzima este un agent catalizator activ*

Scrieti: *enzima a catalizat*.

Utilizati cuvinte scurte ori de câte ori acestea pot suplini cuvinte mai lungi.

Utilizati termeni concisi.

Scrieti *deoarece* si nu *datorită faptului că*; scrieti *frecvent* si nu *într-un număr considerabil de cazuri*; scrieti *lângă* si nu *în imediata proximitate* etc.

Scrieti *sunt prea lenes pentru a căuta în bibliografie* si nu *este cunoscut de multă vreme că...*

Utilizati propozitii/fraze scurte. O exprimare prin mai mult de 40 de cuvinte se poate foarte probabil reformula în două propozitii/fraze mai scurte.

## **Vrificati gramatica textului, scrierea corectă si punctuatia**

Utilizati un verifcator automat de scriere (spellchecker) dar, atentie!, acesta nu surprinde totdeauna toate erorile.

Spellchecker-ul pe care îl utilizati s-ar putea să nu recunoască termenii stiintifici. Pentru scrierea lor corectă consultati dictionarele tehnice de specialitate.

Nu, utilizati, virgule, inutile.

Cititi cu grija textul încă o dată (si încă o dată) pentru a observa mâncatul-de-litera si/sau -de-cuvinte pentru a-i remedia efectele.