

**PROGRAMUL DE CERCETARE PE ANUL 2017 AL
INSTITUTULUI DE CERCETĂRI PENTRU INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ (ICIA) și CNAE**

Nr. crt	Program prioritar/Program/Subprogram	Responsabil	Faza I	Termen	Faza II	Termen
	Program PRIORITAR: Corpus computațional de referință pentru limba română contemporană	Dan Tufiș	Finalizarea colectării, prelucrării și adnotării textelor scrise și rostite. Raport statistic multicriterial asupra conținutului corpusului și caracteristicilor lexicului limbii române contemporane	iunie 2017	Lansarea publică a primei versiuni a corpusului de referință al limbii române contemporane	noiembrie 2017
1.	Subprogramul 1 Noi aspecte privind structura statistică de cuvinte a limbii române, reliefate pe corpus lingvistic cu ortografie și punctuație	Adriana Vlad	Completări cantitative și calitative privind structura statistică de cuvinte a limbii române	iunie 2017	Noi evaluări statistice privind impactul ortografiei și punctuației în modelul limbii și în bogăția lingvistică	noiembrie 2017
Programul SISTEME INTELIGENTE						
1.	Subprogramul 1 Sisteme inteligente de analiza conversațiilor	Ștefan Trăușan-Matu	Studiu asupra analizei conversațiilor în lingvistică,	iunie 2017	Studiu asupra detectării divergențelor și convergențelor de opinii în conversații	noiembrie 2017

Nr. crt	Program prioritar/Program/Subprogram	Responsabil	Faza I	Termen	Faza II	Termen
			sociologie și inteligența artificială			
2.	Subprogramul 2 Schimbarea paradigmei educaționale: perspective tehnologice și socio-culturale în era digitală	Cristina Niculescu	Modelarea unui sistem de educație permanentă organizațională	iunie 2017		noiembrie 2017
3.	Subprogramul 3 Modele ale ingineriei cognitive pentru Știința Informațiilor Geospațiale (Geographic Information Science)	Angela Ioniță	Schimbarea paradigmei informațiilor lor geospațiale în era Big Data și a Inteligenței Artificiale	iunie 2017	Rolul standardelor în maximizarea valorii informațiilor geospațiale pentru știința informațiilor geospațiale (Geographic Information Science)	noiembrie 2017
CNAE	Sistem modular de telemedicină	Monica Dascălu	Sinteza din literatura de specialitate a principalelor caracteristici, funcții și cerințe medicale și ingineresti ale sistemelor de telemedicină	iunie 2017	Conceperea și proiectarea arhitecturii sistemului de telemedicină	noiembrie 2017

Director ICIA: Acad. Ioan Dan TUFÎȘ



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

PROGRAMUL DE CERCETARE PE ANUL 2017 AL

INSTITUTULUI DE CERCETĂRI PENTRU INTELIGENȚĂ
ARTIFICIALĂ „MIHAI DRĂGANESCU” (ICIA)

și al

CENTRULUI PENTRU NOI ARHITECTURI ELECTRONICE

Director ICIA: Acad. Ioan Dan Tufiș

Director adjunct/științific ICIA: Dr. Angela Ioniță, CS I



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

PROGRAM PRIORITAR AL ACADEMIEI ROMÂNE: CORPUS COMPUTAȚIONAL DE REFERINȚĂ PENTRU LIMBA ROMÂNĂ CONTEMPORANĂ

PERIOADA: 2014-2017

În perioada 2012-2013 Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială „Mihai Drăgănescu” al Academiei Române a avut în planul de cercetare o temă de creare a unui nucleu de corpus computațional de referință pentru limba română. Această temă s-a concretizat cu foarte bune rezultate (crearea nucleului de corpus, implementarea unui lanț de prelucrare lingvistică primară a textelor, definirea soluțiilor de implementare a platformei de gestiune a corpusului, și, de curând, instalarea și validarea platformei Corpus WorkBench (CWB) pe unul dintre serverele institutului). Fezabilitatea realizării unui corpus de referință al limbii române contemporane a fost astfel pe deplin demonstrată, dar atingerea obiectivului final necesită o participare lărgită. În paralel și independent, la Institutul de Informatică Teoretică (IIT) – Filiala Iași a Academiei, un colectiv în domeniul Limbajului Natural (LN) a realizat mai multe cercetări remarcabile, iar un alt colectiv a realizat un amplu corpus de pronunții în limba română și analize de emoții și prozodie. Ca urmare, considerăm strict necesară unirea forțelor colectivelor de cercetare în prelucrarea limbajului natural și limbii vorbite de la cele două institute din coordonarea secției de „Știința și Tehnologia Informației”, respectiv Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială „Mihai Drăgănescu” din București și Institutul de Informatică Teoretică din Iași.

În acest context, se propune ca program prioritar al Academiei Române proiectul „Corpus computațional de referință pentru limba română contemporană”. Proiectul va fi coordonat de directorii celor două institute participante, Acad. Dan Tufiș și Prof. Horia N. Teodorescu, membru corespondent al Academiei Române.

Un corpus reprezentativ este oglinda unei limbi: el reflectă structura și funcționarea acesteia. Din această afirmație decurg câteva caracteristici intrinseci ale unui corpus reprezentativ:

- dimensiunile foarte mari (sute de milioane de cuvinte);
- reprezentarea proporționată a registrelor și stilurilor funcționale;
- pre-procesare, în vederea identificării unităților lexicale (i.e., structura limbii);
- adnotarea, care deosebește corpusul de o colecție de texte și care pune în lumină funcționarea limbii;



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- utilitatea în studiul limbii.

Interesul pentru crearea unei asemenea resurse lingvistice este motivat din mai multe perspective:

- un corpus, prin natura sa de texturi conținute, trebuie să servească drept material indispensabil de lucru unui lingvist preocupat să descrie diverse aspecte ale unei limbi;
- corpusurile (paralele sau comparabile) pentru mai multe limbi (înrudite sau nu) oferă material de studiu comparativ al limbilor respective;
- pentru lexicografi, corpusurile oferă material inestimabil de valorificat în crearea dicționarilor generale sau speciale de limbă;
- pentru dezvoltatorii de aplicații pe baza limbii naturale (*Question Answering, Machine Translation* și altele), corpusurile oferă material de antrenare, de învățare, de testare;
- pentru învățarea unei limbi, un corpus oferă exemple concrete de contexte posibile pentru cuvinte, de relații pe care acestea le stabilesc cu alte cuvinte etc. Chiar și în școala românească un astfel de corpus poate fi un instrument util de predare a limbii române și de evaluare a elevilor.

Crearea unui corpus computațional de referință presupune, pe lângă definirea structurii și acoperirii lingvistice urmărite, colectarea textelor conform structurii decise, rezolvarea problemelor de drepturi intelectuale, prelucrarea lor prin tehnologii lingvistice (segmentare, lematizare, dezambiguizare morfo-lexicală etc.), indexarea acestor texte după cât mai multe criterii utile în exploatare, extragerea de statistici, dezvoltarea unei platforme de exploatare, cât mai prietenoase și mai flexibile, precum și stabilirea unor metode securizate de acces la corpus pentru a preveni utilizări improprii. Mai exact, accesul la corpus nu va permite afișarea unui fragment de text mai mare de o frază (uneori chiar mai puțin).

Un fragment de text trebuie să conțină diacritice și să fie continuu. Analize automate (de tipul particularităților lingvistice ale unui autor, analiză de discurs) nu se pot face, cu rezultate corecte, pe fragmente discontinue de text.

Corpusul limbii române scrise va fi suplimentat cu un corpus de limba vorbită. Acest corpus va consta din cel puțin 300 de ore de semnal vocal (text citit și interpretat), un set minimal de fraze adnotate prozodic, un set de rostiri emotive, toate adnotate corespunzător, precum și instrumente de analiză a prozodiei și de determinare automată a emoției. Acestea vor fi realizate de IIT. Conexiunea între cele două corpusuri va fi asigurată de un aliniator automat text-voce, realizat de cele două institute.

Necesitatea existenței unui astfel de corpus a fost formulată cu mai multe ocazii de către numeroase personalități active în domeniul lingvisticii teoretice și computaționale, în vederea creșterii vizibilității internaționale, promovării limbii române în lume.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Corpusul va fi suplimentat, pentru a fi direct analizat și eficient utilizat, de un set de instrumente de analiză. Acest sistem de analiză complexă va permite efectuarea a numeroase analize statistice inedite pentru limba română, cu impact pozitiv direct asupra cercetărilor lingvistice dedicate limbii române.

Progresul tehnologic accentuat al societății contemporane, comunicarea planetară prin mijloace electronice, turismul și anumite evoluții istorice contribuie la modificarea limbii, astăzi într-un ritm mai accelerat decât în secolele trecute. Câteva studii recente (printre care Stoichițoiu Ichim 2007) arată că din 1989 și până în prezent limba română a suferit numeroase transformări, vizibile mai ales la nivelul lexicului, dar și al mijloacelor de formare de noi cuvinte.

Planul pe care îl prezentăm vizează achiziția unui corpus suficient de reprezentativ pentru limba română contemporană și construcția instrumentarului informatic care să permită cercetătorilor limbii, precum și publicului larg, accesul la contexte lingvistice, dar și elaborarea unei viziuni și proiectarea unei tehnologii informatice care să asigure, în viitor, achiziția și procesarea constantă a unor fluxuri foarte mari de date lingvistice românești în formă scrisă.

Coordonatori program

Acad. Dan Tufiș

Prof. Horia N. Teodorescu, membru corespondent al Academiei Române

Prof. Dan Cristea, CSI

Colectivul de cercetare al ICIA-București

- Acad. Dan Tufiș, CSI (**coordonator**)
- C.S.III Dr. ing. Radu Ion
- C.S.III Dr. ing. Ștefan Daniel Dumitrescu
- C.S.III Dr. lingv. Verginica Mititelu
- C.S.III Dr.inf. Elena Irimia
- C.S. Dr. ing. Tiberiu Boroș
- C.S. lingv. Cătălin Mihăilă (1/2 normă)
- As. C. Alin Vasile (1/2 normă)

Colectivul de cercetare al IIT-Iași

- Prof. Horia N. Teodorescu, CSI (**coordonator**)
- Prof. Dan Cristea, CSI (1/2 normă)
- CS Dr. Alex Moruz (1/2 normă)
- CS Cecilia Bolea



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- CSIII Vasile Apopei
- CSIII Doina Jitca
- CSIII Ion Păvăloi (1/2 normă în cadrul proiectului)
- CS Dr. Monica Feraru (1/2 normă în cadrul proiectului)
- CS Dr. Marius Zbancioc (1/2 normă)
- CS Elena Muscă
- As.C. Andrei Scutelnicu
- As.C. Laura Pistol

Termen de realizare

15 decembrie 2017

Faze realizate în anul I (2014)

- Faza I:**
- a) Definirea în detaliu a structurii corpusului de referință al limbii române contemporane, a nivelelor de adnotare și a instrumentelor necesare pentru prelucrarea avansată a textelor și vorbirii în limba română. Stabilirea standardelor sau a „celor mai bune practici” în adnotarea diferitelor componente ale corpusului. Alegerea modalității de adnotare (in-line, stand-off sau ambele) în funcție de natura datelor. Definirea structurii descrierilor (metadatele) aferente documentelor incluse în corpus.
 - b) Definirea cerințelor de funcționare/exploatare a platformei de indexare și gestiune a corpusului, instalarea platformei de gestiune a corpusului, testări.
 - c) Definirea cerințelor pentru corpusul paralel text-voce, stabilirea modalității de adnotare fonologică (unități intonaționale, emoții) la nivelul rostirii textului și a elementelor structurii sintactice și de discurs la nivelul textului.
 - d) Demararea cercetărilor privind unele dintre instrumentele ce vor fi implementate.
 - e) Demararea activităților de colectare și adnotare de texte și de semnale vocale (rostiri).



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Faza a II-a:**
- a) Continuarea colectării de texte (scrise) și semnale vocale (texte rostite) în conformitate cu structura corpusului, prelucrarea, adnotarea și stocarea lor în baza de date a platformei de gestiune.
 - b) Realizarea unei interfețe de interogare în limba română scrisă a corpusului.
 - c) Definirea convențiilor de adnotare și a dependențelor dintre ele, care să permită: identificarea adnotărilor contribuite de experți manual față de echivalentul lor inclus automat de tehnologie; urmărirea lanțului de adnotări adăugate unui fișier pe măsura rulării acestuia și continuarea în cazul întreruperilor; calcularea minimului de elemente XML necesar de refăcut în cazul înlocuirii unui modul cu altul perfecționat; elaborarea unor indicatori globali și unor statistici care să oglindească stadiul evoluției corpusului, definirea restricțiilor asupra interogărilor KWIC posibil de adresat fiecărui fișier în funcție de adnotările pe care le include etc.

Faze realizate în anul II (2015)

- Faza I:** Dezvoltarea cantitativa si functionala a corpusului si mediului de exploatare a lui
- Faza a II-a:** Extensia corpusului COROLA cu noi date si adnotari specifice; includerea de facilitati de cautare in texte rostite

Faze realizate în anul III (2016)

- Faza I:** Continuarea colectării de texte scrise și rostite în conformitate cu structura corpusului, prelucrarea/adnotarea și stocarea lor în baza de date a platformei de gestiune a corpusului.
- Faza a II-a:** Extensia și îmbunătățirea procesoarelor textuale și vocale.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Faze realizate în anul IV (2016)

Faza I: Finalizarea colectării, prelucrării și adnotării textelor scrise și rostite. Raport statistic multicriterial asupra conținutului corpusului și caracteristicilor lexicului limbii române contemporane

Faza a II-a: Lansarea publică a primei versiuni a corpusului de referință al limbii române contemporane

Scopul temei

Scopul proiectului este de a oferi comunității academice din domeniile lingvistic și informatic, precum și publicului larg un instrument considerat esențial în prezent în lume, și anume un corpus amplu, cât mai reprezentativ pentru limba română. În acest fel, s-ar împlini un deziderat, anume acela de a „dota” limba română cu un instrument compatibil cu cele din alte țări europene.

Scopul temei propuse este unul extrem de ambițios, care poate justifica această întreprindere ca un deziderat fundamental al Academiei Române. Dacă la înființarea Academiei Române crearea unui dicționar și a unei gramatici au fost obiective fundamentale, astăzi ele nu se mai pot formula în afara existenței unui corpus reprezentativ pentru limba română, dacă ne dorim lucrul în condiții comparabile cu echipele de cercetare-dezvoltare din spațiul european și mondial.

Stabilirea metodologiei de urmat este un prim pas în realizarea corpusului. Aceasta presupune abordarea și a unor probleme ce țin de reprezentativitate, copyright, infrastructura necesară. Dincolo de crearea propriu-zisă a acestui corpus, trebuie percepută dorința de a-l face accesibil cercetătorilor interesați. Descrierea unei limbi trebuie să pornească de la limbă, în manifestările ei concrete.

Prin acest proiect secția pentru „Știința și Tehnologia Informației” continuă promovarea limbii române în mediul lingvisticii computaționale, în cadrul conferințelor, workshop-urilor, competițiilor internaționale și naționale de nivel înalt.

Se va solicita Prezidiului Academiei sprijin pentru preluarea în corpus a cât mai multe texte publicate în limba română de către membrii Academiei sau publicate în reviste și cărți ale Academiei. De asemenea, se va solicita sprijin pentru preluarea în corpusul de texte rostite a unor rostiri de către membrii Academiei, inclusiv înregistrări ale discursurilor de primire în Academie.

Rezultate scontate

Principalele rezultate scontate prin acest program sunt:



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Conceperea și aplicarea / implementarea unei metodologii de alcătuire a unui corpus cât mai reprezentativ pentru limba română, condiționată de diverși factori și, implicit, de facilitare viitoare a actualizărilor sale;
- crearea unei valoroase resurse lingvistice pentru limba română contemporană: corpusul reprezentativ, adnotat la mai multe niveluri;
- dezvoltarea unei platforme de exploatare a acestui corpus de către diverși utilizatori, cu interese variate;
- „vizibilitatea” internațională a limbii române pe piața tehnologiei limbajului;
- diseminarea competenței prin conferințe, publicații, seminarii, consultanță științifică etc.
- stimularea factorilor economici naționali în domeniile informatică și editorial.

Valorificarea rezultatelor

Rezultatele cercetării vor fi valorificate prin publicarea în reviste de specialitate, prezentare la congrese internaționale și naționale și prin colaborări naționale și internaționale cu parteneri interesați de includerea limbii române în sisteme de prelucrare a limbajului natural. De asemenea, rezultatele acestei teme vor constitui baza pe care se vor propune noi proiecte extrabugetare, internaționale sau naționale.

Rezultatele acestei teme vor fi puse la dispoziția comunității științifice din România și din străinătate, dar și a unei părți a publicului larg interesat de structura lingvistică a limbii române. Aplicațiile pilot vor fi puse la dispoziția tuturor celor interesați pentru a putea fi dezvoltate în continuare.

Beneficiari principali ai rezultatelor

- Institutele Academiei din domeniul lingvistic
- Centrele de cercetare în lingvistică și în informatică din universitățile naționale
- Procesul educațional privind limba română

Managementul proiectului

Coordonarea, precizarea obiectivelor, a detaliilor de realizare, a termenelor și corelarea activităților între institute se va face prin consens, în tradiția excelentelor relații de colaborare existente.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Coordonarea și colaborarea se vor realiza majoritar on-line, prin mesaje și teleconferințe, dar se vor depune și eforturi de a realiza întâlniri comune și evenimente în comun, dedicate proiectului, precum mese rotunde și sesiuni speciale la diverse conferințe.

Proiectul va evita fixarea de obiective a căror îndeplinire nu depinde direct de cele două institute partenere. Aceasta nu va exclude atragerea de parteneri temporari cu ajutorul cărora să se poată realiza și obiective suplimentare, considerate util de atins.

Cele două institute partenere își exprimă opțiunea de a colabora *bona fide* și în același timp în limitele libertății științifice și academice, ca parteneri cu drepturi de opțiuni științifice și manageriale egale. Atunci când eventual nu se poate atinge consensul, fiecare institut își va preciza obiectivele, metodele și termenul, subsumându-le cadrului general al proiectului comun, aducându-le la cunoștința partenerului, cu argumentele pe care le va considera relevante științific și metodologic.

Colaborări potențiale

În țară:

Principalii colaboratori din țară vor fi instituțiile și reprezentanții lor din cadrul Comisiei de Informatizare pentru Limba Română: Institutele de Lingvistică ale Academiei, Universitatea "Politehnica" București, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași, Universitatea Tehnică din Timișoara, Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj, Universitatea din București.

În străinătate:

Colaborările internaționale stabilite anterior, printr-o serie de contracte europene sau bilaterale vor fi continuate: Universitatea din Princeton (USA), Departamentul de Lingvistică Computațională din cadrul Institutului Limbii Bulgare al Academiei Bulgare de Științe (Bulgaria), Universitatea din Patras (Grecia), Universitatea din Amsterdam (Olanda), Institutul de Lingvistică Computațională din Pisa (Italia), Centrul de Lingvistică Computațională de la Universitățile Tuebingen și Mannheim (Germania), Centrul de Lingvistică Computațională din Praga (Cehia), Laboratorul de Informatică Fundamentală (LIF, Franța), Universitatea din Poitiers (Franța), Institutul de Lingvistică al Academiei Maghiare din Budapesta, Universitatea Masarzk din Brno (Cehia), Institutul Josef Stefan din Ljubljana (Slovenia), Universitatea din Albacete (Spania), Colegiul Vassar (SUA), Universitatea George Mason – Learning Agents Laboratory (USA), Institutul de Matematică-Informatică al Academiei Republicii Moldova etc.

Bibliografie



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Apopei, V., D. Jitcă, O. Paduraru, Using function words for guiding the prediction of the Romanian intonation, ConsILR 2013, ediția a IX-a, 16-17 mai, 2013
- Atkins, S., Clear J. H and Ostler N. 1992. 'Corpus Design Criteria' in , Vol. 7, No. 1, pp. 1-16.
- Verginica Barbu Mititelu, Elena Irimia, Dan Tufiș, *CoRoLa – The Reference Corpus of Contemporary Romanian Language*, trimisă la LREC2014.
- Barbu Mititelu, Verginica and Boroș, Tiberiu and Forăscu, Corina and Ion, Radu and Irimia, Elena and Ștefănescu, Dan and Tufiș, Dan. Laying the Foundation for the Representative Corpus of Contemporary Romanian. In Proceedings of the 8th International Conference "Linguistic Resources and Tools for Processing of the Romanian Language" (Moruz, Mihai Alex and Cristea, Dan and Tufiș, Dan and Iftene, Adrian and Teodorescu, Horia-Nicolai). Publishing House of the "Alexandru Ioan Cuza" University of Iași, Iași, România, pp. 39-46, 2012.
- Barlow, M. 1996. Corpora for Theory and Practice. International Journal of Corpus Linguistics, 1, 1.
- Boroș, Tiberiu and Ion, Radu. Language independent and trainable methods for letter to phoneme conversion and phonetic transcription of words. In Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Kyoto, Japonia, March 2012.
- Boroș, Tiberiu and Dumitrescu, Ștefan Daniel. Improving the RACAI Neural Network MSD Tagger. In Engineering Applications of Neural Networks (Lazaros Iliadis and Harris Papadopoulos and Chrisina Jayne). Springer, vol. 383, pp. 42--51, 2013.
- Tiberiu Boroș, Adriana Stan, Ștefan Daniel Dumitrescu, *RSS-TOBI - A Prosodically Enhanced Romanian Speech Corpus*, trimisă la LREC2014.
- Marius Clim, Elena Dănilă, Gabriele Haja, *Premise ale informatizării cercetării lexicografice academice românești*, în volumul *Limba română. Dinamica limbii, dinamica interpretării*, Editura Universității din București, p. 585-591.
- Dan Cristea (2010). Very large language resources? At our finger! In *Proceedings of the Workshop Language Resources: From Storyboard to Sustainability and LR Lifecycle Management, LREC 2010*, Malta.
- Dan Cristea (2010). Resurse lingvistice în flux continuu. In Adrian Iftene et al. (eds.). *Resurse lingvistice și instrumente pentru prelucrarea limbii române*, București, 6-7 mai 2010, Editura Universității "Al.I.Cuza" Iași, pages 73-80, ISSN 1843-911X.
- Dan Cristea (2011). Romanian Linguistic Resources on Very Large Scale, in *Computer Science Journal of Moldova*, vol.19, no.2 (56), pages 130-145.
- Dan Cristea and Ionuț Cristian Pistol (2012). Multilingual Linguistic Workflows, in Cristina Vertan and Walther v. Hahn (Eds.) *Multilingual Processing in Eastern and Southern EU Languages. Low-resourced Technologies and Translation*, Cambridge Scholars Publishing, UK.
- Dănilă, E., *Despre necesitatea realizării unui corpus lexicografic românesc esențial*, în *Philologica Jassyensia*, anul VI, nr 2 (12), 2010, p. 41-49.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- M. Feraru, M. Zbancioc, Speech Emotion Recognition for SROL Database using Weighted KNN algorithm, Int.Conf. on Electronics, Computers and Artificial Intelligence, ECAI, Jun.2013, Pitesti, România
- M. Feraru, M. Zbancioc, "Emotion Recognition in Romanian Language using LPC Features", The 4th IEEE Int. Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2013, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy, Nov.21-23, 2013, Iași, Romania
- Feraru, S. M.; Teodorescu, H. N.; Zbancioc, M. D., SRoL - Web-based Resources for Languages and Language Technology e-Learning. Int. J. Computers Communications & Control Volume: 5 Issue: 3 Pages: 301-313 SEP 2010
- Corina Forăscu. Contributions to Romanian language processing through discourse analysis methods. (in Romanian). PhD thesis. Romanian Academy, Bucharest. 2011.
- Forăscu, Corina and Tufiș, Dan. Romanian TimeBank: An Annotated Parallel Corpus for Temporal Information. In Proceedings of the 8th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'12) (Calzolari, Nicoletta and Choukri, Khalid and Declerck, Thierry and Uğur Doğan, Mehmet and Maegaard, Bente and Mariani, Joseph and Odijk, Jan and Piperidis, Stelios). European Language Resources Association (ELRA), Istanbul, Turkey, May 2012.
- Grigoras, F. ; Teodorescu, H.-N. ; Apopei, V., Analysis of nonlinear and nonstationary processes in speech production. Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, 1997. 1997 IEEE ASSP Workshop on, New Paltz, NY
- Grigoras F., Apopei V., H.N. Teodorescu, Nonlinear Analysis and Synthesis Of Speech. Studies in Informatics and Control, 1998
- Ion, R. (2007). *Word Sense Disambiguation methods applied to English and Romanian*. Ph.D. thesis, Research Institute for Artificial Intelligence (RACAI), Romanian Academy, 153 pages;
- Ion, Radu. Graphic Comparability Levels for Comparable Corpora. In Proceedings of the 8th International Conference "LINGUISTIC RESOURCES AND TOOLS FOR PROCESSING OF THE ROMANIAN LANGUAGE" (Moruz, Mihai Alex and Cristea, Dan and Tufiș, Dan and Iftene, Adrian and Teodorescu, Horia-Nicolai). pp. 127-133, April 2012.
- Radu Ion, *A Natural Language to Corpus Query Processor Translator*, trimisă la LREC2014.
- Ion, R. and Barbu Mititelu, V. (2006). *Constrained Lexical Attraction Models*. In Proceedings of the Nineteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference, pages 297–302, Menlo Park, Calif., USA. AAAI Press;
- Ion, Radu and Irimia, Elena and Ștefănescu, Dan and Tufiș, Dan. ROMBAC: The Romanian Balanced Annotated Corpus. In Proceedings of the 8th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'12) (Calzolari, Nicoletta and Choukri, Khalid and Declerck, Thierry and Uğur Doğan, Mehmet and Maegaard, Bente and Mariani, Joseph and Odijk, Jan and Piperidis, Stelios). European Language Resources Association (ELRA), Istanbul, Turkey, May 2012.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Irimia, E. DEACC – Lexical Dictionary Extractor from Comparable Corpora. In Proceedings of the 8th International Conference "LINGUISTIC RESOURCES AND TOOLS FOR PROCESSING THE ROMANIAN LANGUAGE" (Moruz, Mihai Alex and Cristea, Dan and Tufiș, Dan and Iftene, Adrian and Teodorescu, Horia-Nicolai). pp. 173-179, 2012.
- Jitcă D., Apopei V., Paduraru O., „Aspects of a Romanian Syntactic-Prosodic Interface for an Intonation Prediction Module”, IEEE Proceedings of the 7th International Conference on Speech Technology and Human Computer Dialogue, Cluj-Napoca, 16-19 October, 2013.
- Doina Jitca, Horia Nicolai Teodorescu, Vasile Apopei And Florin Grigoras, Improved Speech Synthesis Using Fuzzy Methods. International Journal Of Speech Technology 5, 227–235, 2002
- Kučera, H. and Francis, N.W. (1967). *Computational analysis of present-day American English*. Brown University Press, Providence, Rhode Island;
- Lupu, M., Trandabăț, D. and Husarciuc, M. (2005). *A Romanian SemCor Aligned to the English and Italian MultiSemCor*. In Proceedings of the Romance FrameNet Workshop and Kick-off Meeting, EuroLAN 2005, pages 20–27, Babes-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania;
- Mihalcea, R. and Moldovan, D. (1999). *A method for word sense disambiguation of unrestricted text*. In Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 1999), College Park, MA;
- Mihalcea, R. and Moldovan, D. (2001). *A highly accurate bootstrapping algorithm for word sense disambiguation*. International Journal on Artificial Intelligence Tools, 10(1–2);
- Mihalcea, R. and Pedersen, T. (2003). *An Evaluation Exercise for Word Alignment*. In Proceedings of the HLT-NAACL 2003 Workshop: Building and Using Parallel Texts Data Driven Machine Translation and Beyond, pages 1–10, Edmonton, Canada;
- Ng, H.T. (1997). *Getting serious about word sense disambiguation*. In Proceedings of the ACL SIGLEX Workshop on Tagging Text with Lexical Semantics: Why, What, and How?, pages 1–7, Washington, D.C., USA;
- Quirk, R. 1992. On Corpus Principles and Design. In Svartik, J. (ed) Directions in Corpus Linguistics. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Rodriguez, W; Teodorescu, HN; Grigoras, F; et al., A fuzzy information space approach to speech signal non-linear analysis. International Journal Of Intelligent Systems Volume: 15 Issue: 4 Pages: 343-363 APR 2000
- Stetina, J., Kurohashi, S. and Nagao, M. (1998). *General word sense disambiguation method based on a full sentential context*. In Proceedings of the Coling-ACL'98 Workshop "Usage of WordNet in Natural Language Processing Systems", pages 1–8, Montreal;
- Adriana Stoichițoiu-Ichim, 2007, *Vocabularul limbii române actuale. Dinamică, influențe, creativitate*, București, Editura BIC ALL.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Svetla Koeva, Sv. Leseva, I. Stoyanova, E. Tarpomanova, M. Todorova, 2006. Bulgarian Tagged Corpora. In: *Proceedings of the Fifth International Conference Formal Approaches to South Slavic and Balkan Languages*, 18-20 October 2006, Sofia, Bulgaria, pp. 78-86.
- Teodorescu, H.N.; Trandabat, Diana, The Prosody Of The Double-Subject Sentences In Romanian. *Revue Roumaine De Linguistique-Romanian Review Of Linguistics* Volume: 53 Issue: 4 Pages: 517-528, OCT-DEC 2008
- Teodorescu, H.N.; Feraru, Monica, Analyzing emotions in spoken Romanian. *Proceedings Of The Romanian Academy Series A-Mathematics Physics Technical Sciences Information Science* Volume: 8 Issue: 2, Pages: 161-168 Published: MAY-AUG 2007
- Teodorescu, H.N.; Feraru, Silvia Monica, A study on speech with manifest emotions. In: Book Editor(s): Matousek, V; Mautner, P, Text, Speech And Dialogue, *Proceedings Book Series: Lecture Notes In Artificial Intelligence*, Volume: 4629 Pages: 254-261 Published: 2007
- Teodorescu, H.N.; Trandabat, Diana, Appositions versus double subject sentences - What information the speech analysis brings to a grammar debate. Book Editor(s): Matousek, V; Mautner, P., Text, Speech And Dialogue, *Proceedings Book Series: Lecture Notes In Artificial Intelligence* Volume: 4629 Pages: 286-293 Published: 2007
- Tușiș, Dan. A Pool of Basic Resources for Processing the Romanian Language. In *Proceedings of the 8th International Conference "Linguistic Resources and Tools for Processing of the Romanian Language"* (Moruz, Mihai Alex and Cristea, Dan and Tușiș, Dan and Iftene, Adrian and Teodorescu, Horia-Nicolai). Publishing House of the "Alexandru Ioan Cuza" University of Iași, Iași, România, pp. 47-62, 2012.
- Tușiș, D. and Ion, R. (2007). *Specificații pentru clasa de etichete folosite în adnotarea morfo-lexicală a limbii române*. Raport de cercetare, iunie, Institutul de Cercetări pentru inteligență artificială, 24 pages;
- Tușiș, D., Elena Irimia. 2006. RoCo_News - A Hand Validated Journalistic Corpus of Romanian. In *Proceedings of the 5th LREC Conference*, Genoa, pp. 869-872
- Tușiș, D., Radu Ion, Alexandru Ceaușu, and Dan Ștefănescu. 2008. RACAI's Linguistic Web Services. In *Proceedings of the 6th LREC Conference – LREC'08*, Marrakech.
- Tușiș, D. and Alexandru Ceaușu. 2008. DIAC+: A Professional Diacritics Recovering System. In *Proceedings of the 6th LREC Conference*, Marrakech.
- Tușiș, Dan and Ion, Radu and Boroș, Tiberiu. Filtering, Normalizing and Spell-Checking the Romanian N-Grams from Google's Web 1T 5-Grams. In *Towards Multilingual Europe 2020: A Romanian Perspective* (Tușiș, Dan and Rus, Vasile and Forăscu, Corina). Editura Academiei, pp. 123-142, 2013.
- Tușiș, Dan and Boroș, Tiberiu and Dumitrescu, Ștefan Daniel. The RACAI Speech Translation System. In *Proceedings of the 7th International Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue (SPED 2013)*. Cluj-Napoca, October 2013



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Untu (Hulea), Alina; Teodorescu, H.N. L.; Duvanaud, Claude, Correlations Between The Patterns In Romanian And French /V/ Pronunciations And The Dentition State. Proc. 20th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) Location: Bucharest, Romania Aug 27-31, 2012 , Pages: 1718-1722
- Untu (Hulea), Alina; Teodorescu, H.N., Micro-Acoustical Analysis And Classification Of The Fricative /V/ . Proceedings Of The Romanian Academy Series A-Mathematics Physics Technical Sciences Information Science, Volume: 12, Issue: 3, Pages: 257-265
- Untu (Hulea), Alina; Duvanaud, Claude; Teodorescu, H.N., Relationships between the Acoustical Features of the French /v/ and /f/ and the Dentistry Pathologies. 3rd International Conference on E-Health and Bioengineering (EHB). Iasi, ROMANIA Date: NOV 24-26, 2011
- M. Zbancioc, M. Feraru, A Study about MFCC Relevance in Emotion Classification for SROL Database, Proc. of 4th Int. Symp. on Electrical and Electronics Engineering, Oct.2013, Galați, România
- M. Zbancioc, M. Feraru, The automatic segmentation of the vocal signal using predictive neural network, Int.Symp.on Signals, Circuits and Systems- ISSCS, Jul.2013, Iasi, Romania

SUBPROGRAMUL NR. 1:

NOI ASPECTE PRIVIND STRUCTURA STATISTICĂ DE CUVINTE A LIMBII ROMÂNE, RELIEFATE PE CORPUS LINGVISTIC CU ORTOGRAFIE ȘI PUNCTUAȚIE

Coordonator subprogram - Prof. dr. ing. Adriana Vlad, CS1

Studiile făcute până în 2005, referitoare la modelul matematic al limbii române scrise, au cuprins dezvoltarea de metode și procedee statistice cu aplicabilitate generală pentru limbajul natural și obținerea unor resurse lingvistice cu un control statistic al erorilor [Vlad et al., 2003]. Aceste studii s-au bazat pe un corpus mixt de 93 cărți (scrise cu noua ortografie introdusă după 1993), incluzând un corpus literar format din 58 de cărți (romane și nuvele de autori români sau traduceri).

După anul 2005 studiul a fost mult extins în cadrul programului de cercetare al ICIA, în primul rând prin considerarea scrierii cu ortografie și punctuație, ceea ce a însemnat în final un alfabet de 47 caractere. Spre comparație, până în 2005, studiile statistice referitoare la modelul limbii au considerat doar alfabetul restrâns la litere propriu-zise și caracterul spațiu (alfabet



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

format din 32 simboluri). Astfel, temele de cercetare începute în 2005 au implicat în primul rând completarea corpusului prezentat în [Vlad et. al., 2003] cu elemente de ortografie și punctuație.

Începând cu 2009 s-a construit în mod independent un nou corpus literar (conținând 49 de cărți - romane și nuvele) care în prezent este de o lungime comparabilă cu cel literar, anterior menționat (format din 58 carti). Prin componența sa, noul corpus literar a permis în primul rând formularea unui răspuns la o problemă deschisă în literatura de specialitate: dacă și în ce mod se poate vorbi de un model matematic de domeniu literar (romane și nuvele) sau modelul de autor este mult prea influent.

Fazele de cercetare din perioada 2010 –2014 au reprezentat o etapă superioară în descrierea statistică a limbii române. A fost vorba de reevaluarea studiului de ansamblu pe baza corpusului literar total de 107 cărți (peste 12.5 milioane cuvinte) obținut prin concatenarea celor două corpusuri literare menționate. Corpusul literar total a fost suficient de mare încât să permită introducerea în investigația statistică a unor noi entități lingvistice, precum și sporirea acurateței măsurătorilor, analiză incluzând și modelul limbii de început și de sfârșit de cuvânt (*m*-gramele de litere de început și de sfârșit de cuvânt și cele de legătură între cuvinte, pentru limba română scrisă cu ortografie și punctuație). În paralel, folosind rezultatele cantitative obținute în cadrul temelor de cercetare, s-au inițiat unele aplicații din domeniile teoriei informației, criptografiei, prelucrării de text, etc. care au încercat să deschidă o dezbatere privind reprezentativitatea resurselor lingvistice.

În mod special fazele de cercetare 2013 – 2014 au reprezentat o nouă etapă în descrierea statistică a limbii române, urmărind inițierea unor debateri sau chiar a da un răspuns altor probleme deschise în literatura de specialitate. Obiectivele au vizat mai multe aspecte care au permis formularea de opinii privind influența semnelor de ortografie și punctuație în modelul limbii, criteriile de obținere de resurse lingvistice reprezentative pentru limba română (cel puțin pentru domeniul literar analizat). A fost dezvoltată o metodologie de a compara diverse corpusuri lingvistice cu scopul evaluării compatibilității matematice și al oferirii unui suport (argument) pentru concatenarea lor și constituirea unui corpus reprezentativ de limbă scrisă. Un alt rezultat important al studiului (bazat pe partiționarea corpusului literar după modelul limbii de început de cuvânt) este o modalitate de punere în evidență a influenței semnelor de ortografie și punctuație în modelul limbii naturale și în bogăția lingvistică a limbii, indicând și o perspectivă de lucru pentru o mai bună relevanță. Astfel, considerăm că o direcție de lucru care ar ilustra cel mai bine influența ortografiei și punctuației în modelul limbii și în bogăția lingvistică este legată de partiționarea corpusului după modelul de început și de sfârșit de cuvânt, ilustrat în lucrare. Astfel, se poate face mai organizat o urmărire pe text natural (pe corpus) a cuvintelor incluse în aceste clase, extragând cuvintele precedente și succesoare și aducând un plus de semnificație lingvistică analizei.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Faze realizate în anul 2015:

Faza I (iunie 2015): Studiul cuvintelor comune în diverse subcorpusuri: conexiuni cu bogăția lingvistică a limbii

Faza II (noiembrie 2015): Studiul structurii statistice de digrame de cuvinte

Faze realizate în 2016:

Faza I (iunie 2016): Concatenări succesive de corpusuri de autor: diferențe între modele și beneficiile concatenării

Faza II (noiembrie 2016): Obținerea lanțului Markov de ordinul 1 în corpus literar de limba română cu ortografie și punctuație

Faze propuse pentru anul 2017:

Faza I (iunie 2017) Completări cantitative și calitative privind structura statistică de cuvinte a limbii române

Faza II (noiembrie 2017) Noi evaluări statistice privind impactul ortografiei și punctuației în modelul limbii și în bogăția lingvistică

Obiective pentru 2015-2017

Obiectivele cercetării desfășurate în 2013-2014 au indicat o serie de modalități de lucru viitoare descrierea statistică a limbii române, urmărind a introduce noi aspecte în discuție, mai puțin studiate în literatura de specialitate. Pe scurt, câteva dintre problemele mari încă deschise în literatură (asupra cărora în etapele precedente am făcut o serie de investigații statistice și am venit cu unele rezultate) sunt:

- A) dacă și cu ce acuratețe putem vorbi de un model statistic de domeniu al limbii (aici domeniul literar de romane și nuvele) sau modelul de autor este prea puternic și nu permite o generalizare;
- B) impactul ortografiei și punctuației în modelul limbii și în bogăția lingvistică;
- C) conexiuni între modelul limbii de început/sfârșit de cuvânt și influența ortografiei și punctuației în bogăția lingvistică;
- D) impactul modelului de autor în limba naturală și cum putem susține matematic concatenarea între corpusuri diferite, construite independent, pentru a obține corpusuri mai largi.

Menționăm că, deși în acest moment există diverse studii dedicate limbilor naturale, ortografia și punctuația sunt încă puțin studiate ca implicare în modelul limbii [Say, 1997], [Vlad, 2007], [Rodríguez-Castro, 2011]. De altfel, toată problematica descrisă la punctele A-D este încă foarte puțin studiată în lume și rezultatele pe care le-am obținut până în prezent permit continuarea în etape mai bine conturate și pot fi de interes mai general, nu restrictiv la limba română. Este însă recunoscută funcția importantă pe care o au semnele de ortografie și



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

punctuație privind evitarea ambiguității, evidențierea înțelesului în text, ritmul existent în parcurgerea textului (eventual discurs scris). În acest context, studiul nostru a considerat 15 semne de ortografie și punctuație conducând la un alfabet de 47 simboluri pentru limba română și cercetarea se va desfășura în următoarele prime etape pe corpusul literar de romane și nuvele care totalizează aproximativ 12,7 milioane de cuvinte.

Pentru fazele de cercetare am avut în vedere o serie de rezultate care au părut că fac o bună conexiune între studiul statistic desfășurat pe corpus și bogăția lexicală a limbii. Ne referim la cuvintele comune între diverse subcorpusuri incluse în corpusul literar total: cum se regăsesc acestea în studiul statistic privind staționaritatea limbajului natural și care este distribuția lor pe legea rang frecvență a cuvintelor; regăsirea lor în studii ale specialiștilor privind cuvintele create, moștenite și împrumutate; legătura cuvintelor comune cu modelul limbii de început de cuvânt; în ce măsură scrierea cu ortografie și punctuație afectează cuvintelor comune. Pornind de la cuvintele comune se poate urmări pe subcorpusuri structura de digrame de cuvinte, respectiv cuvântul care precede sau succede un cuvânt aflat în lista cuvintelor comune și înțelesul în text.

Evaluările privind impactul ortografiei și punctuației în modelul limbii vor urmări modalitatea de lucru evidențiată în faza din noiembrie 2014, respectiv prin partiționarea corpusului în clase de cuvinte care încep/sfârșesc cu unul dintre cele mai frecvente 10 caractere din alfabet, indicate de modelul limbii de început/sfârșit de cuvânt.

Obiectivele studiului propus urmăresc implicit conexiunea între aspectele statistice și cele de conținut (înțelesul comunicării).

Bibliografie

- [Ciucă, 2012] St. Ciucă, Vlad Adriana, A. Mitrea, "A Mathematical Comparison between Single Author Literary Romanian Texts", in Scientific Bulletin of University POLITEHNICA of Bucharest, Series A: Applied Mathematics and Physics, Vol. 74, Iss. 1, 2012, pp. 69- 82, ISSN 1223-7027
- [Devore, 1987] Devore J., *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*, second edition, Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, California, 1987.
- [Dinu, 1996] Dinu M., *Personalitatea limbii române*, Ed. Cartea Românească, București, 1996..
- [Marcus, 1966] Marcus S., Nicolau Ed., Stati S., *Introducere în lingvistica matematică*, Ed. Științifică, București, 1966 sau *Introduction en la linguistica matematica*, Editorial Teide, Barcelona, 1978.
- [Mitrea, 2012] Adrian Mitrea, Adriana Vlad, Adrian Luca, "Statistical Study on a Literary Romanian Corpus for the Beginning and Ending of the Words". Proc. of the 9th International Conference on Communications "COMM 2012", June 21-22, 2012, Bucharest, Romania, pp. 81-84.
- [Mitrea, 2014] Adrian Mitrea, Adriana Vlad, Octavian Hodea, Roxana Dragomir, "A study on the common words found in different literary Romanian corpora", Proc. of The 9th IEEE



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- International Conference on Communications "COMM 2014", May 28-31, 2014, Bucharest, pp. 123-127.
- [Popescu, 2006] Popescu, I.-I., Altmann, G. *Some aspects of word frequencies*. Glottometrics, 13, 23-46, 2006.
- [Rodríguez-Castro, 2011] Rodríguez-Castro, Mónica "*Translationese and punctuation: An empirical study of translated and non-translated international newspaper articles (English and Spanish)*", Translation and Interpreting Studies, Volume 6, Number 1, 2011, pp. 40-61(22), ISSN 1932-2798, Publisher: John Benjamins Publishing Company
- [Say, 1997] Say B., Akman V., "*Current Approaches to Punctuation in Computational Linguistics*", Computers and the Humanities, 30, pp. 457-469, 1997.
- [Shannon, 1951] Shannon C. E., "*Prediction and Entropy of Printed English*", Bell Syst. Tech. J., vol. 30, pp. 50-64, January 1951.
- [Vlad, 1997] Vlad Adriana, Mitrea A., "*Estimating conditional probabilities and digram statistical structure in printed Romanian*", în "*Recent Advances in Romanian Language Technology*", Dan Tufis & Poul Andersen Editors, Ed. Academiei, București, 1997, pp. 57-72, ISBN 973-27-0626-0;
- [Vlad, 1999] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., Popa D., "*Statistical methods for verifying the natural language stationarity based on the first approximation. Case study: Printed Romanian*", Proc. VEXTAL'99 (Conference Venezia per il trattamento automatico della lingue), Ed. Unipress, pp. 127-132, Nov. 1999, Venice-Italy. <http://byron.cgm.unive.it/events/papers/vlad.pdf>
- [Vlad, 2000a] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., "*Verifying Printed Romanian Language Stationarity Based on the Digram Statistical Structure*", Proceedings of the Romanian Academy, Series A, Vol. I, No. 2/2000, pp. 129-139.
- [Vlad, 2000b] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., "*Two frequency-rank laws for letters in printed Romanian*", Procesamiento del Lenguaje Natural, Revista N° 24, Septiembre de 2000, pp. 153-160 (revista este editată de Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural).
- [Vlad, 2002a] Vlad Adriana, Mitrea A., "*Contribuții privind structura statistică de cuvinte în limba română scrisă*", în "*Limba Română în Societatea Informațională - Societatea Cunoașterii*", Editori D. Tufiș și F. G. Filip, Academia Română, Ed Expert, București, 2002, pp. 207-233.
- [Vlad, 2002b] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., "*Estimating tetragram probabilities by using multiple data samples from a natural text. Case study: printed Romanian*", Proc. The 9th Intl. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems - IPMU2002, Jul. 2002, Annecy-France, pp. 1285-1292.
- [Vlad, 2003a] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., "*A Corpus - based Analysis of how Accurately Printed Romanian Obeys Some Universal Laws*", Cap. 15 în "*A Rainbow of Corpora: Corpus Linguistics and the Languages of the World*", Wilson, Andrew/Rayson, Paul/McEnery Tony Editors, Lincom-Europa Publishing House, Munich, 2003, pp. 153-165, ISBN 3-89586-872-8.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- [Vlad, 2003b] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., *"Limba română scrisă ca sursă de informație"*, Ed. Paideia, ISBN 973-596-185-7, București, 2003 (286 pag.).
- [Vlad, 2003c] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., *"Printed Romanian Modelling: the m-grams and the Word Information Sources"*, Proc. Speech Technology and Human-Computer Dialogue, Coordinator C. Burileanu, Ed. Academiei Romane, pp. 79-98, Aprilie 2003, Bucharest.
- [Vlad, 2007] Vlad Adriana, Mitrea A., Mitrea M., *"Printed Romanian Modelling: A Corpus Linguistics Based Study With Orthography And Punctuation Marks Included"*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4705 (ICCSA 2007), Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2007, pp. 409-423, ISSN 0302-9743.
- [Vlad, 2010] Adriana Vlad, A. Mitrea, M. Mitrea, Șt. Ciucă, *"Enriching Printed Romanian Statistical Description: an Approach by Mathematically Comparing Two Independent Literary Corpora"*, in Dan Tufiș, Corina Forăscu (eds.) (2010), *"Multilinguality and Interoperability in Language Processing with Emphasis on Romanian"*, Editura Academiei, 2010, pp. 245-271.
- [Vlad, 2011] Vlad Adriana, Mitrea A., Ciucă Ș., Luca A., *"A Study on the Statistical Structure of Words and of Word Digrams in A Literary Romanian Corpus"*, in 6th Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialog (SpeD2011), 18-21 May 2011, Brașov, Romania, pp. 1-8, ISBN 978-1-4577-0440-6.
- [Vlad, 2012] Vlad Adriana, Ilyas A., Luca A., *"A closer view of running-key cipher on natural languages and its extension for new applications in cryptography"*, Proc. of the Romanian Academy, Series A, vol. 13, Number 2/2012, pp. 157–166.
- [Vlad, 2013] Vlad Adriana, A. Mitrea, A. Luca, O. Hodea, *"Considerations Regarding the Statistical Compatibility of two Romanian Literary Corpora with Orthography and Punctuations Marks Included"*, în *"Towards Multilingual Europe 2020: A Romanian Perspective"*, Dan Tufiș, Vasile Rus, Corina Forăscu (eds.), Romanian Academy Publishing House, 2013, pp. 99-122.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

PROGRAMUL DE CERCETARE: SISTEME INTELIGENTE

SUBPROGRAM NR. 1:

SISTEME INTELIGENTE DE ANALIZA CONVERSAȚIILOR (2017-2019)

Rezumat

Prezentul proiect de cercetare își propune să extindă teoria polifonică asupra discursului, dezvoltată în proiecte de cercetare anterioare ale conducătorului temei, prin considerarea în detaliu a problematicii divergențelor, a convergențelor și a atitudinilor altruiste și colaborative în conversații. Teoria polifonică este de așteptat să poată fi liantul între abordările de analiza conversațiilor din lingvistică, sociologie și prelucrarea limbajului natural. Se vor face studii și se vor implementa sisteme experimentale bazate pe modelul polifonic destinate detectării divergențelor și convergențelor de opinii, pe de o parte și a atitudinii altruiste în conversații. Aceste aplicații pot sta la baza construirii de programe avansate de analiză a conversațiilor și de agenți conversaționali.

Coordonator subprogram - Prof.dr.ing. Ștefan Trăușan-Matu, CS1

Colectivul de cercetare

- Prof. dr. ing. Ștefan Trăușan-Matu, CP1 (coordonator)
- Doctoranzi, masteranzi și studenți din anii terminali la Facultatea de Automatică și Calculatoare

Termen de realizare - 15 decembrie 2019

Fazele propuse pentru anul I (2017)

Faza I Studiu asupra analizei conversațiilor în lingvistică, sociologie și inteligența



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

artificială

Faza a II-a **Studiu asupra detectării divergențelor și convergențelor de opinii în conversații**

Fazele propuse pentru anul II (2018)

Faza a III-a: **Sistem experimental de detectare a divergențelor și convergențelor de opinii în conversații**

Faza a IV-a: **Studiu asupra întreruperilor și reparațiilor în conversații**

Faze propuse pentru anul III (2019)

Faza a V-a **Studiu asupra detectării altruismului și atitudinii colaborative în conversații**

Faza a VI-a **Sistem experimental de detectare a altruismului și atitudinii colaborative în conversații**

Stadiul actual al cunoștințelor în domeniu

Analiza conversațiilor este studiată de mai mulți ani în lingvistică (Tannen, 1989), sociologie (Sacks, 1992) și în prelucrarea limbajului natural (Jurafsky și Martin, 2009), dar există puține conexiuni între aceste abordări. Ea capătă astăzi o importanță mărită datorită volumului din ce în ce mai mare al conversațiilor online (chat), a pachetelor de programe pentru conversații care folosesc recunoaștere / generare de voce și a agenților conversaționali inteligenți, care folosesc text sau voce pentru comunicare.

În analiza discursului, în general, pot fi identificate două paradigme, cea cognitivă – „*ce se concentrează pe cunoștințele ce se află în mintea diverselor individualități*” (Trausan-Matu, 2010) – și cea socio-culturală – „*ce afirmă că învățarea este construită social*” (Trausan-Matu, 2010). Din punct de vedere al lingvisticii computaționale, principalele teorii ale discursului se încadrează în prima paradigmă. Cele mai cunoscute astfel de teorii sunt cele ale lui Hobbs (1993), Grosz (Grosz, Joshi, Weinstein, 1995), Mann și Thomson (1988).

Pentru analiza discursului în conversații, în lingvistica computațională, teoriile mai sus amintite pentru analiza discursului nu au dat rezultate cu performanțe similare cu cazul textelor scrise. O cauză a acestui fapt este, după opinia noastră faptul că ele se bazează pe structuri de discurs ierarhice sau de tip stivă. De aceea, considerăm că în acest caz sunt adecvate teoriile care



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

pleacă de la paradigma socio-culturală, care pun accent pe dimensiunea socială, colaborativă a cunoștințelor. Un model al acestor teorii este cel polifonic introdus de Mihail Bahtin (1970, 1981), care este o structură mai adecvată analizei discursului în conversații. În afară de abordarea lui Bahtin, teorii și modele bazate pe ideea polifoniei au mai fost dezvoltate de Ducrot (1984), Nolke, H., Flottum, K., & Noren (2004) și Trăușan-Matu (2010).

Conversațiile chat sunt acum folosite pentru învățământ colaborativ (Stahl, 2006), pentru analiza automată a acestora fiind introdus modelul polifonic (Trăușan-Matu, 2010) pe baza căruia au fost dezvoltate și sisteme automate de analiză cum ar fi PolyCAFe (Trausan-Matu, Dascalu și Rebedea, 2014) și ReaderBench (Dascalu, Trausan-Matu, McNamara și Dessus, 2015). Aceste implementări nu au folosit însă la maxim potențialul modelului polifonic, în care inter-animarea datorată 'jocului' divergențelor/convergențelor din conversații și a dimensiunii altruiste. O primă încercare de analiză a altruismului a fost făcută Trăușan-Matu și Murăruș, (2015), dar acesta este doar un timid punct de plecare.

În tema de cercetare de față se continuă cercetările anterioare ale conducătorului temei în cadrul ICIA, punându-se accentul pe inter-animarea care apare (prin 'jocul' divergențelor/convergențelor) în conversațiile chat cu scop de rezolvare de probleme, de stimulare a creativității sau de dezbateri, perspectiva care se încadrează în abordarea polifonic-dialogală, în accepțiunea lui Bahtin (1981), teorie post-structuralistă, apropiindu-se („avant la lettre”) de Derrida în considerarea rolului fundamental al textului nu doar ca un sistem semiotic. Bahtin extinde teoriile socio-culturale ale lui Vîgoțki (1978), posibilitățile de aplicare în dezvoltarea de sisteme informatice inteligente de analiză a textelor și, în special a conversațiilor fiind încă nefructificate la potențialul real.

Scopul temei

Obiectivul temei de față este extinderea teoriei polifonice asupra discursului, dezvoltată în proiecte de cercetare anterioare ale conducătorului temei, prin considerarea în detaliu a problematicii divergențelor, a convergențelor și a atitudinilor altruiste și colaborative în conversații. Studiile și rezultatele teoretice vor sta la baza proiectării și realizării de instrumente informatice care să integreze rezultate din paradigma bazată pe cunoștințe și a lingvisticii computaționale, cu noile abordări, specifice paradigmei socio-culturale, în special bazată pe teoria dialogistică a lui Bahtin.

Teoria polifonică este de așteptat să poată fi liantul între abordările din lingvistică, sociologie și prelucrarea limbajului natural. Integrarea rezultatelor din cele trei domenii în cadrul modelului polifonic este un alt obiectiv important al prezentei teme de cercetare.

Ca rezultate practice se vor implementa sisteme experimentale bazate pe modelul polifonic destinate detectării divergențelor și convergențelor de opinii, pe de o parte și a atitudinii



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

altruiste în conversații. Aceste aplicații pot sta la baza construirii de programe avansate de analiză a conversațiilor și de agenți conversaționali.

Rezultatele scontate

Dezvoltarea și extinderea unor teorii, a unor modele, tehnici, arhitecturi și aplicații informatice pentru analiza inteligentă a conversațiilor. Dezvoltarea de produse program experimentale utilizabile în activități de cercetare și didactice și pentru cercetări în domeniul lingvisticii computaționale, al psihologiei, sociologiei și antropologiei. Rezultatele acestei teme vor fi puse la dispoziția comunității științifice din România și din străinătate.

Valorificarea rezultatelor

Prin comunicări, publicații, conferințe, organizarea unor sesiuni științifice, participarea la dezbateri naționale și internaționale, participare la proiecte de cercetare-dezvoltare naționale și europene.

Dreptul de proprietate intelectuală, asupra metodelor și tehnicilor originale, a programelor de calculator elaborate în cadrul acestui proiect, în afara unor altor mențiuni explicite, va reveni Institutului de Cercetări în Inteligență Artificială al Academiei Române.

Colaborări

În țară:

- În cercetările efectuate vor fi antrenați și studenți, masteranzi și doctoranzi de la specializarea Calculatoare din cadrul Facultății de Automatică și Calculatoare din UPB.

În străinătate

- Universitatea Pierre Mendès France din Grenoble, Franța (prof. Philippe Dessus)
- Universitatea Ludwig Maximilian, München (dr. Nicolae Nistor)
- Universitatea Lyon2, Lumière, Franța (Prof. Djamel Zighed, conf. Julien Velcin)

Bibliografie

Bahtin, M., Problemele poeticii lui Dostoievski. Ed. Univers, 1970

Bakhtin, M., The Dialogic Imagination: Four Essays, University of Texas Press, 1981

Dascalu, M., Trausan-Matu, S., McNamara, D.S., & Dessus, P.. ReaderBench - Automated Evaluation of Collaboration based on Cohesion and Dialogism. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(4), 395-423, 2015



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Ducrot, O. (1984). *Le dire et le dit*. Paris. Minuit
- Grosz, B., Joshi, A. K., & Weinstein, S. (1995). Centering: A Framework for Modeling the Local Coherence of Discourse. *Computational Linguistics* 2(21), pp. 203-225.
- Hobbs, J. R. (1993). Information, Intention, and Structure in Discourse, paper delivered at the *NATO Workshop on Burning Issues in Discourse*, Maratea, Italy, April 1993.
- Jurafsky, D., and Martin, J.H. (2009) *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Speech Recognition, and Computational Linguistics*. 2nd edition. Prentice-Hall.
- Mann, W.C., & Thompson, S.A. (1988). Rhetorical Structure Theory: Toward a functional theory of text organization. *Text*, 8 (3). 243-281.
- Nolke, H., Flottum, K., & Noren, C. (2004). *ScaPoLine. La théorie scandinave de la polyphonie linguistique*. Paris. Kimé.
- Sarmiento, J., Trausan-Matu, St., Stahl, G., Co-constructed Narratives in Online, Collaborative Mathematics Problem-Solving, in *Proceedings of the Workshop on Narrative and Learning Environments, AIED Conference*, Amsterdam, July 2005.
- Ferdinand de Saussure, *Lectures on General Linguistics (1910-1911)*, Pergamon Press, 1993.
- Stahl, G., *Group Cognition: Computer Support for Building Collaborative Knowledge*, MIT Press, 2006.
- Sacks, H. (1992) *Lectures on Conversation*, Vol. 1,2 Blackwell, Oxford.
- Tannen, D. (1989). *Talking Voices: Repetition, Dialogue, and Imagery in Conversational Discourse*. Cambridge University Press.
- Trăușan-Matu, Ș. (2010). The Polyphonic Model of Hybrid and Collaborative Learning. In: Wang, F.,L., Fong., J., Kwan, R.C., *Handbook of Research on Hybrid Learning Models: Advanced Tools, Technologies, and Applications*, Information Science Publishing, Hershey, New York, pp 466-486.
- Trăușan-Matu, Ș., *Interfațarea evoluată om-calculator*, Ed. MatrixRom, 2000
- Trăușan-Matu, Ș., Achizitia, gestiunea, partajarea și prelucrarea cunoștințelor pe web, elemente esențiale în societatea cunoașterii, in F.Filip (ed.), *Strategii și soluții pentru societatea cunoașterii*, 2002
- Trăușan-Matu, Ș., Dascălu, M., Rebedea, T., (2014), PolyCAFe—automatic support for the polyphonic analysis of CSCL chats, *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 06/2014; Volume 9(2), Springer, pp. 127-156, 2014
- Trăușan-Matu, Ș., Murăruș, R. (2015) Evaluarea învățării colaborative pe chat, pe baza analizei repetițiilor și altruismului, *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, 8(3), pp. 223 - 236
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

PROGRAMUL DE CERCETARE: SISTEME INTELIGENTE

SUBPROGRAM NR. 2 :

SCHIMBAREA PARADIGMEI EDUCAȚIONALE: PERSPECTIVE TEHNOLOGICE ȘI SOCIO-CULTURALE ÎN ERA DIGITALĂ

Perioada: 2012 – iunie 2017

Subprogramul de cercetare își propune crearea unui cadru metodologic de studiu al problemei schimbării paradigmei educaționale din perspectivele tehnologice și socio-culturale în era digitală aducând și contribuții practice prin proiectarea unui sistem de e-learning care să corespundă cerințelor actuale.

În acest sens, în primul an se propune un studiu asupra tendințelor și provocărilor care afectează sistemele educaționale viitoare în societatea bazată pe cunoaștere și evidențierea unor modele ale sistemelor educaționale.

Coordonator subprogram

Dr. ing. Cristina NICULESCU, CS II

Colectivul de cercetare

- Dr. ing. Cristina NICULESCU, CS II (coordonator)

Termen de realizare

iunie 2017



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Faze propuse pentru anul al V-lea (2017)

Faza 9. Modelarea unui sistem de educație permanentă organizațională

Stadiul actual al cunoștințelor în domeniu

Modurile de învățare s-au schimbat dramatic în ultimele două decenii – sursele noastre de informare, modalitățile noi de interacțiune cu informațiile. Școlile noastre – modalitățile de a învăța pe alții, cine instruește, unde se face instruirea, cine se instruește – s-au modificat semnificativ.

Aspectele fundamentale ale instituțiilor de învățământ sunt aceleași de cca 200 de ani. Se cunoaște faptul că este de actualitate *învățarea informală*, datorită posibilităților de colaborare oferite de site-uri de social networking, wiki-uri, blog-uri și multe alte surse digitale interactive. Dar dincolo de aceste site-uri sunt rețele și uneori organizații dedicate eficienței și durabilității lor [Davidson & Goldberg, 2009].

Instituțiile de învățământ s-au schimbat mult mai lent decât modurile de inventive, învățarea colaborativă, participativă oferite de internet și o serie de tehnologii contemporane mobile.

Un termen cheie în gândire cu privire la aceste schimbări emergente este *învățarea participativă*. Învățarea participativă include multe modalități prin care elevii (de orice vârstă) utilizează noile tehnologii pentru a participa la comunitățile virtuale în cazul în care se fac schimburi de idei, observații cu privire la proiecte sau discută pur și simplu împreună practicile, obiectivele și ideile lor.

Conceptul KWM (*Knowledge Work Management*) se referă la *managementul și proiectarea lucrului cu cunoștințe*, creând cadrul optim pentru lucrul cu cunoștințele (*Knowledge Work*) la toate nivelurile: individual, de echipă și organizațional [Niculescu, 2008].

Web 2.0 este un concept ce reunește site-uri și resurse care partajează caracteristici comune, fără implicarea unui set definit de instrumente [Bartolome, 2008]; abordări cum sunt *Ajax*, *micro-formats*, *mash-ups* sau API-uri deschise sunt considerate tehnologiile sale cheie. Web 2.0 susține nevoia de participare prin rețeaua socială și este adoptată de asemenea la instrumentele educaționale [Redecker et al., 2009].

Elementul cheie al unui mediu de e-learning este furnizarea diferitelor modalități de interacțiune, comunicare și colaborare între toți participanții la procesul educațional și de cercetare.

Termenul Web 2.0 a apărut și a revoluționat Internetul, facilitând partajarea informațiilor interactive, interoperabilitatea și colaborarea pe World Wide Web [Redecker et al., 2009].

În consecință, au fost dezvoltate idei noi în domeniul educațional, identificat sub numele "eLearning 2.0" [Redecker et al., 2009], care implică schimbarea aspectelor cheie în tipul vechi de curricula încurajând noi abordări:

- o deoarece rețeaua Internet este utilizată ca platformă, conceptul de "a studia în orice loc, oricând" evoluează;
- o inteligența colectivă și experiențele îmbunătățite ale utilizatorului afectează conceptul de autoritate în sistemele educaționale;
- o tag-urile și RSS (*Rich Site Summary*) Reader ne permit reexaminarea taxonomiilor tradiționale, organizațiilor bazate pe cunoștințe și regăsirea de informații.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- utilizatorul are posibilitatea alegerii între diverse dispozitive pentru munca lui (sau a ei).

E-learning 2.0 combină instrumente și servicii complementare – cum sunt blog-urile, wiki-urile și alte tipuri de software social – în scopul facilitării creării comunităților de învățare ad-hoc [Olteanu, et al., 2011].

Conținutul de învățat este creat și distribuit într-o modalitate foarte diferită. Acest conținut arată ca un blog. Studenții pot să-l agregheze utilizând propriul *RSS Reader* sau alte aplicații similare [Bartolome, 2008].

Wiki-urile sunt utilizate în educație ca support pentru lucrul în cooperare în mediul academic. "Un wiki este esențial pentru crearea unui *site* de web construit astfel încât să permită utilizatorilor schimbarea conținutului pe site" [Graeme, 2006]. Un *wiki* este utilizat prin referirea la documentul creat, site-ul unde este localizat și software-ul care îl produce.

E-educația modernă este orientată spre standardizarea vocabularului și *utilizarea ingineriei ontologiilor* [Breuker et al., 1999], fie informal, simplu ca o modalitate de exprimare a conceptelor primare și a relațiilor dintre ele, sau formal, prin aplicarea limbajelor standard precum:

- *DAML+OIL* (un limbaj succesori al *DAML – DARPA Agent Markup Language* și *OIL – Ontology Inference Layer*, care combină caracteristicile amândouă),
- *OWL (Web Ontology Language)* sau
- *RDF (Resource Description Framework)*.

Pe lângă conceptualizarea domeniului studiat, ontologiile sunt utilizate în mod curent pentru îmbunătățirea procesului de învățare, ajutând la inter-relaționarea lucrului individual cu contextul social, conform teoriei activității istorice-culturale descrise în [Allert et al., 2006]. Astfel, cunoștințele sunt create colaborativ, utilizând una sau mai multe ontologii pentru ducerea la îndeplinire a unei sarcini.

Scopul temei

Abordarea propusă prin această temă, în consens cu strategia internațională de cercetare în domeniu, are scopul de a crea un cadru metodologic de studiu al problemei dezvoltării sistemelor educaționale în societatea bazată pe cunoaștere. De asemenea, tema își propune proiectarea unui sistem de e-learning care să corespundă cerințelor actuale.

Rezultate scontate

În contextul actual și de perspectivă al societății bazate pe cunoaștere, se impune stringent existența unor sisteme educaționale adecvate, care să răspundă exigențelor cursanților, instructorilor dar și organizațiilor bazate pe cunoaștere. De aceea, studiarea perspectivelor tehnologice și socio-culturale în care evoluează sistemele educaționale, precum și a managementului lucrului cu cunoștințele (*Knowledge Work Management*) reprezintă o necesitate



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

pentru instructori și instruiți. Proiectarea unui sistem de e-learning care să corespundă cerințelor actuale va completa lista rezultatelor scontate.

Valorificarea rezultatelor

Rezultatele cercetării vor fi valorificate prin:

- lucrări științifice care vor fi publicate în reviste de specialitate,
- prezentări la manifestări științifice din țară și străinătate,
- stabilirea de colaborări cu cercetători români și/sau din străinătate din același domeniu de interes.

Rezultatele acestei teme vor fi puse la dispoziția comunității științifice din România.

Dreptul de proprietate intelectuală, asupra metodelor și tehnicilor originale, a modelelor și programelor elaborate în cadrul acestui proiect, în afara unor altor mențiuni explicite, va reveni **Institutului de Cercetări pentru Inteligență Artificială**.

Colaborări

În țară:

- Prof. Dr. Ing. Traian C. IONESCU – Universitatea "Politehnica" București, Facultatea de Automatică și Calculatoare.
- Prof. Dr. Ing. Anca Daniela IONIȚĂ – Universitatea "Politehnica" București, Facultatea de Automatică și Calculatoare.
- Prof. Dr. Constanța Nicoleta BODEA – Academia de Studii Economice

Bibliografie

[Allert et al., 2006]

H. Allert, H. Markkanen, C. Richter, "Rethinking the Use of Ontologies in Learning", in E. Tomadaki and P. Scott (Eds.), Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing, EC-TEL 2006 Workshops Proceedings, ISSN 1613-0073, p. 115-125, 2006.

[Bartolome, 2008]

A. Bartolome, Web 2.0 and New Learning Paradigms, 2008, (<http://www.elearningeuropa.info/files/media/media15529.pdf>)

[Breuker et al., 1999]

J. Breuker, A. Muntjewerff, B. Bredeweg, "Ontological Modelling for Designing Educational Systems", Proceedings of the



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Workshop on Ontologies for Intelligent Educational Systems at AIED99, Le Mans, France, 1999.
- [Davidson & Goldberg, 2009] Cathy N. Davidson and David Theo Goldberg, *The Future of Learning in a Digital Age*, 2009, http://mitpress.mit.edu/books/chapters/future_of_learning.pdf
- [Graeme, 2006] D. Graeme, "Wikis in Education". in *Wwwtools for Education*, (August, 4, 2006).
- [Niculescu, 2008] Niculescu, C. (2008). *Sisteme de management de cunoștințe. Concepte, studii de caz*, Editura Matrix Rom București, ISBN 978-973-755-410-9, 396p.
- [Olteanu, et al., 2011] A. OLTEANU, A. D. IONIȚĂ, T. IONESCU, "LEVERAGING OPEN SOURCE E-LEARNING SYSTEMS WITH WEB 2.0 AND KNOWLEDGE STRUCTURES", in *U.P.B. Sci. Bull., Series C*, Vol. 73, Iss. 2, 2011 ISSN 1454-234x.
- [Redecker et al., 2009] C. Redecker, K. Ala-Mutka, M. Bacigalupo, A. Ferrari, Yv. Punie, *Learning 2.0: The Impact of Web 2.0 Innovations on Education and Training in Europe*, JRC55629, European Commission, 2009.

PROGRAMUL DE CERCETARE: SISTEME INTELIGENTE

SUBPROGRAMUL Nr. 3:

MODELE ALE INGINERIEI COGNITIVE PENTRU ȘTIINȚA INFORMAȚIILOR GEOSPAȚIALE (GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE)

Coordonator subprogram: CS I, Dr. Angela IONIȚĂ

Colectivul de cercetare:

- CS I, Dr. Mat. Angela Ioniță (coordonator)
- CS III, Dr. Viorel Gaftea (1/2 normă)
- CS, Ing. Ec. Alina Chihaiia (1/2 normă)



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Termen de realizare: 20 decembrie 2019

Faze propuse pentru anul 2017

Faza I: Schimbarea paradigmei informațiilor geospațiale în era Big Data și a Inteligenței Artificiale

Faza a II-a: Rolul standardelor în maximizarea valorii informațiilor geospațiale pentru știința informațiilor geospațiale (Geographic Information Science)

Stadiul actual al cunoștințelor în domeniu

„Informațiile geospațiale constituie instrumentul fundamental pentru a sprijini eforturile comune ale planetei în rezolvarea problemelor globale. Interconectând informațiile privind dezastrelor naturale, sărăcia și mediul prin intermediul datelor de localizare, probleme globale, cum ar fi dezvoltarea durabilă și eradicarea sărăciei, pot fi gestionate în mod eficient”¹. Kim Hwang-Sik, Primul Ministru al Republicii Korea (<http://ggim.un.org/forum1.html>)

Pe măsură ce informațiile geografice devin omniprezente într-o varietate de domenii și aplicații de teren, modelele cognitive asociate devin din ce în ce importante pentru evoluția științei informațiilor geografice. Este important să se recunoască distincția între spațiul geografic și spațiu la alte scări sau dimensiuni. Spațiile Palm-top și table-top sunt suficient de mici pentru a fi văzute dintr-un singur punctși, de obicei, sunt populate cu obiecte care pot fi manipulate. În contrast, spațiile geografice sau spațiile la scară largă sunt în general, prea mari pentru a fi percepute dintr-o dată, dar pot fi foarte bine gândite ca fiind transperceptuale (Downs și 1977,

¹ “Geospatial information is the most fundamental tool to support the planet’s joint efforts in resolving global issues. By interconnecting information on natural disasters, poverty and the environment through location data, global issues such as sustainable development and poverty eradication can be effectively managed.” Prime Minister Kim Hwang-Sik, Republic of Korea (<http://ggim.un.org/forum1.html>)



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

p.197 Stea), fiind experimentate doar prin integrarea experienței perceptuale în spațiu și timp, prin memorie și raționament, sau prin utilizarea unor modele de mici dimensiuni, cum ar fi hărțile. Unele dintre discuțiile referitoare la cogniția geografică s-ar putea să nu se aplice cogniției spațiale la alte scale.

Evaluarea modelelor cognitive ale spațiului geografic se face în contextul în care se oferă fundamente teoretice impotante pentru sistemele de informații geografice (Geographical Information Systems = GIS). Primul simpozion internațional dedicat studiilor avansate ale datelor topologice și GIS, organizat și găzduit de Universitatea Harvard în octombrie 1977, a inclus numeroase articole care au abordat probleme teoretice privind natura informațiilor geografice și a sistemelor de calcul care se ocupă de acestea. Printre cele mai importante lucrări au fost cele ale lui Chrisman (1979), Kuipers (1979) și Sinton (1979).

Articolul lui Kuipers (1979) în particular a stabilit o componentă cognitivă a acestor fundamente teoretice. De asemenea, în 1979, fundamente topologice formale pentru GIS au fost publicate de Corbett (1979). Boyle și colab. (1983) au precizat că progresul în GIS a fost împiedicat de o lipsă a abordărilor teoretice. În același an, Jerome E. Dobson a publicat articolul său „Automated Geography”, în *The Professional Geographer*, formulând ideea că adoptarea pe scară largă a modelelor de calcul a contribuit la schimbarea paradigmei (Dobson 1983). În jurul lui 1987 a existat o emulație în activitatea de publicare (Abler 1987, Frank 1987, Peuquet 1988, NCGIA 1989).

Ideea de *știință a informațiilor geografice*, un domeniu științific construit în jurul sistemelor de informații geografice, a apărut la sfârșitul anilor 1980, datorită, în parte maturizării teoriei și conținutului intelectual din GIS. O prezentare făcută în iulie 1990 de Michael Goodchild, la simpozionul internațional care s-a desfășurat la Zurich, dedicat Spatial Data Handling, s-a intitulat „Știința informațiilor spațiale” (“Spatial Information Science”). La publicarea articolului, autorul a schimbat “spațiale” cu “geografice” (Goodchild 1992), iar în câțiva ani, a apărut un nou domeniu de studiu, o nouă știință.

Ideea că o știință a informațiilor geografice ar trebui să aibă o fundamentare cognitivă a apărut odată cu dezvoltarea GIScience la sfârșitul anilor 1980, când a fost inclusă într-o propunere pentru Centrul Național pentru Informații Geografice și Analiză (NCGIA 1989). Apelul de propuneri făcut de Foundation National Science a inclus cinci teme principale care caracterizau domenii cheie de cercetare ale Centrului. Una dintre aceste teme a fost cea de cercetare și dezvoltare a unei „teorii generale a relațiilor spațiale și a structurilor bazelor de date”.

Ofertanții la apelul NCGIA au susținut că o astfel de teorie trebuie să includă neapărat o componentă legată de cunoaștere și de calcul și au prezentat o inițiativă de cercetare numită „Limbajele relațiilor spațiale” (Mark 1988, 1989, Mark și colab., 1989, Mark and Frank 1990, 1991), care a devenit cea de a doua inițiativă de cercetare asumată de NCGIA.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Acordarea unei atenții deosebite problemelor cognitive în discursul GIS s-a produs la mijlocul anilor '80, când cercetătorii GIS au văzut realizat potențialul științei cognitive de a oferi perspective cu privire la modul de a dezvolta o bază teoretică mai bogată decât ar putea fi cea oferită de geometria euclidiană și teoria grafurilor.

Primele lucrări identificabile în mod clar cu această temă au fost lucrările referitoare la modele logice fuzzy ale semnificațiilor relațiilor spațiale (Robinson et al., 1985, 1986a, b). Smith și colab. (1987) au descris un GIS bazat pe cunoaștințe, care a inclus multe concepte cognitive. Ulterior, au fost prezentate la o reuniune internațională în Crystal City, Virginia, articole cu privire la aspectele cognitive ale științei informațiilor geografice (Frank 1987, Mark și colab. 1987).

Geografia cognitivă și cogniția geografică constituie un subiect foarte larg, iar unele aspecte ale cunoașterii geografice au doar relevanță marginală pentru știința informațiilor geografice. Unele dintre subiectele periferice nu au fost examinate deși acestea pot fi ele însele, și poate, în cele din urmă s-ar putea dovedi critice pentru o fundamentare cognitivă completă pentru știința informațiilor geografice. Un set de astfel de subiecte sunt cele care se ocupă cu neurofiziologie și neuropsihologie. Deși arhitecturile fiziologice ale sistemelor cognitive umane pot în cele din urmă furniza explicații pentru aspecte observabile ale cogniției spațiale umane și comportament, ele nu fac obiectul acestui program de cercetare.

Istoricul domeniului cunoașterii geografice

Timp de mii de ani hărțile au fost folosite pentru a furniza reprezentări externe de informații geografice, și Thrower (1972) oferă o imagine excelentă asupra istoriei hărților. De asemenea, așa cum arată etimologia, geometria în sine se spune că a avut originea în măsurarea terenului. Conexiunile între cunoașterea geospațială și activitatea umană și supraviețuirea sunt chiar mai vechi. Cu toate că multe aspecte pot fi universale, cercetătorii au descoperit larga variație dintre culturi în ceea ce privește modul în care este conceptualizat spațiul geografic pentru activități cum ar fi navigarea (Gladwin 1970, Lewis 1972) și cercetarea relativă la cunoașterea și comportamentul la scări geografice dezvoltate în mai multe domenii și discipline.

Cercetarea cunoașterii spațiale în psihologie

Originile psihologiei ca disciplină științifică sunt identificate cu înființarea la Leipzig, în 1879, a laboratorului lui Wundt, sau publicarea în 1890 a lucrării lui James „Principiile psihologiei” sau de la fondarea Asociației Americane de Psihologie în 1892 (Hilgard 1987). Cu toate că psihologia cognitivă poate fi urmărită în Germania începând din secolul al XIX-lea, pornind de la studiile de psihofizica ale lui Weber, Fechner și Wundt, la studiile operațiunilor mentale ale lui Donders, precum și la experimentele pe memorie ale lui Ebbinghaus, continuitatea a fost întreruptă de hegemonia behaviourismului.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Originile moderne ale psihologiei cognitive datează din anii '40 și '50. Două fascicule paralele dar care nu au legătură între ele s-au unit pentru a dezvolta teoriile procesării a informației. Unul dintre acestea a fost pragmatic și în creștere. Celălalt a fost teoretic, împrumutat în primul rând din teoria informației și lingvistica formală. Aceste fluxuri au fost reunite printre altele de George Miller (de exemplu, Miller 1956) și colegii și studenții săi, din Statele Unite și Donald Broadbent (de exemplu Broadbent 1958) și colegii și studenții lui din Anglia,. Dacă trebuie însă să ne referim la o data oficială aceasta poate fi publicarea cărții lui Neisser *Cognitive Psychology* (1967) care este începutul psihologiei cognitive ca domeniu separat.

Dezvoltarea cunoașterii spațiale a fost amânată chiar și după ce restricțiile behaviourismului au fost depășite, din cauza unei prejudecăți împărtășite de mai mulți cercetători care a condus la ideea că limbajul fundamental al gândirii poate fi privit ca limbaj, și că, universul vizual și lumea spațială ar putea fi reduse la procesarea limbajului. Cercetare pe imagini a furnizat un caz convingător că, în cel mai bun caz, un astfel de reduționism a ignorat cu adevărat probleme fascinante (Kosslyn 1980, Shepard și Podgornâi 1978). În fundal, psihologii dezvoltatori l-au redescoperit Piaget, inclusiv activitatea sa asupra conceptelor de spațiu la copii. În același timp, geografii au investigat modul în care oamenii au perceput și rememorat universul geografic și neuropsihologii au înregistrat activitatea din creierul șobolanilor care au învățat labirinturi (O'Keefe and Nadel 1978).

Cunoașterea spațiului geografic

Perioada modernă a studiilor asupra mediilor geografice se situează undeva între primul articol al lui Trowbridge (1913) și articolul lui E. C. Tolman (1948) „*Cognitive maps in rats and men*” în care apare termenul de hartă cognitivă (cognitive map) și a fost făcută o legătură explicită între comportamentul experimental din laborator al animalelor pe de o parte, și abilitățile de descoperire a drumului și navigare de la oameni (Tolman 1948). Alte două lucrări de referință cu mare influență au fost cartea „*L’Espace Chez L’Enfant* (tradusă în engleză “*The Child’s Conception of Space*) a lui Piaget și Inhelder din 1956, cartea lui Kevin Lynch *The Image of the City* (Lynch 1960). Piaget și Inhelder au fost psihologi, dar Lynch a fost un arhitect și s-a ocupat de urbanism.

Perioada 1978-1985 este caracterizată de experimente asupra cunoașterii geografice care au fost realizate și publicate de către psihologi. Cele mai multe dintre aceste eforturi au avut drept scop dezvăluirea modului în care mediile sunt reprezentate mental, concentrându-se asupra distorsiunilor în raționamente cu privire la mediul înconjurător. Stevens și Coupe (1978) au fost printre primii care au furnizat dovezi experimentale de raționament spațial ierarhic și au arătat cum această euristică puternică poate denatura raționamentul și memoria relațiilor spațiale. Hirtle și Jonides (1985) au arătat că organizarea ierarhică se poate baza pe funcții și granițe și că aceasta afectează distanța dar și raționamentele despre direcție. Evans și Pezdek (1980) au folosit timpul de reacție pentru a studia raționamentele despre distanță, găsirea dovezilor pentru



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

efectele mentale de rotație pentru medii învățate din hărți, dar nu pentru medii învățate din experiență.

Tversky (1981) a prezentat dovada că organizând perceptual principiile se pot denatura raționamente ale relațiilor spațiale. De exemplu, americanii de obicei cred că America de Sud este situată la sud de America de Nord, când, de fapt, America de Sud este mult mai la est. Holyoak și Mah (1982) au arătat că perspectiva adoptată asupra unui mediu distorsionează raționamentele pe distanță, astfel încât distanțele apropiate sunt considerate a fi relativ mai mari decât cele de depărtate. Thorndyke și Hayes-Roth (1982) au studiat achiziționarea de medii de hărți sau de cercetare/explorare. Ei au descoperit raționamente superioare de direcție în grupul care a învățat prin explorare și estimări superioare, la distanță în linie dreaptă de la cei care au învățat de la hărți. Kozlowski și Bryant (1977) au constatat faptul că estimările oamenilor asupra simțurilor lor de direcție au anticipat achiziționarea unui labirint pe calculator. Sunt câteva evaluări și comentarii făcute asupra acestei literaturi fundamentale, inclusiv cele ale lui Evans (1980), Golledge and Stimson (1997), Downs and Stea (1977) și Tversky (1993) și 1990).

Geografie comportamentală

Se pot găsi unele dovezi privind faptul că geografi au fost interesați de cercetarea comportamentală înainte de 1960, lucrând pe universuri imaginare (Wright 1947, Kirk 1951) și percepția mediilor periculoase (White 1945). Cercetarea comportamentală a devenit o parte importantă a geografiei între anii '60 și '70. Cercetările din anii '60 legate de imagini ale orașului (Lynch, 1960), imagini de mediu (Löwenthal, 1961), procese de luare a deciziilor (Wolpert, 1964) și hărți mentale (Gould 1966), au determinat o generație de geografi să ia în considerare aspectele comportamentale. Ei au aplicat noi metode la idei mai vechi (Rushton 1969) și legând conceptele au dezvoltat geografia comportamentală integrând numeroase alte probleme geografice (Horton și Reynolds 1971). Blaut și Stea (1971) au publicat un articol important care a fost o primă prezentare a fundamentelor cognitive ale învățării geografice. Ulterior au apărut mai multe cărți care au format fundamentul acestui nou comportament de interes. Cox și Golledge (1969) au cercetat probleme ale comportamentului în geografie. Geografi și psihologii au început să colaboreze în anii '70, iar unele dintre aceste colaborări au dat naștere unor cărți care au prezentat interesele lor comune în procesul de învățare despre mediul geografic, hărți cognitive și comportamentul spațial (Downs and Stea, 1973, 1977, Moore și Golledge 1976).

Cu toate că geografia comportamentală la început a suportat multe critici (Bunting and Guelke 1979) a avut și apărători (Downs 1979, 1979 Rushton, Saarinen 1979) și a continuat să facă progrese (Aitken 1991, 1992, Kitchin 1996). Subiectele comportamentale considerate de geografi s-au reflectat într-o varietate de interese în anii '80, incluzând informații despre cutremure (Palm 1981), utilizarea imaginilor pentru a stoca informații geografice (Lloyd, 1982), abilitățile spațiale ale sexelor (Gilmartin and Patton, 1984), cunoașterea de către consumatori a distanței (Coshall,



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

1985), și influența punctelor de ancorare în mediu (Couclelis and colab., 1987). Deceniul actual a reliefat mai multă colaborare între geografi, psihologi, specialiști în calculatoare, lingviști și alte specializări, cu accent pe cunoașterea spațială. O ediție specială a *GeoForum* din 1992, a prezentat o colecție de articole legate de probleme cognitive. O carte editată de Gaërling și Golledge (1993) a prezentat atât abordări geografice cât și abordări psihologice pentru studierea comportamentului și a mediului. Portugali (1996), s-a editat o carte despre construirea de hărți cognitive, cu capitole editate atât de geografi cât și de psihologi. Alte cărți mai recente oferă o perspectivă geografică aspectelor cognitive (Golledge and Stimson, 1997, Lloyd, 1997, Golledge, 1998, Kitchin and Freundschuh 2000). Pentru o trecere în revistă a geografiei comportamentale, a se vedea și (Golledge and Aitken, 1991).

Cercetarea cognitivă în cartografie

Cu toate că studiile asupra percepției orientării (Gulliver 1908) și hărților imaginare (Trowbridge 1913) au marcat de la început un interes în procesele cognitive utilizate în citirea hărților, cartografii nu au manifestat un interes suplimentar în cunoaștere până în jurul anilor '70. O excepție importantă a fost un studiu de referință din 1950 al distorsiunii în dimensiunile percepute ale simbolurilor cartografice. Flannery (1956, 1971) a examinat cercuri graduale, o tehnică a simbolurilor cartografice care scalează cercuri astfel încât zonele totale care au fost într-o relație lineară, au fost simbolizate și a remarcat o tendință de a subestima dimensiunile relative ale cercurilor mai mari, însă autorul a făcut o calibrare folosind metode psihofizice de laborator. Rezultatul muncii sale a fost de natură să adauge la practica convențională cartografică, o regulă prin care razele cercurilor gradate au scalat proporțional de 0,57 ori logaritmul cantităților pe care urmau să le reprezinte (Robinson 1960). Această corecție introduce o exagerare geometrică sistematică a cercurilor mai mari, în principiu, pentru a compensa în avans subestimarea evidentă găsită în percepția normală. Într-un model de comunicare cartografică, în cazul în care este cunoscut că decodorul (percepția umană în timpul citirii hărților) introduce distorsiuni sistematice, atunci la construirea hărții trebuie utilizată inversa distorsiunii, astfel încât harta percepută să fie neinfluențată. Pentru a fi utilă harta trebuie să furnizeze informații exacte, dar ele trebuie să aibă un mesaj ușor de înțeles și să fie plăcut din punct de vedere estetic. Atunci când cartografii a început să studieze natura hărților pentru a înțelege principiile de simbolizare și proiectare (Robinson 1952, Robinson and Petchenik 1976), aceasta a condus la o apreciere a hărții ca instrument de comunicare (Board 1967, Kolany 1969) și descoperirea unei cerințe trebuie să înțeleagă procesele cognitive folosite de cititorii de hartă.

Pentru a satisface această necesitate, unii cartografi au îmbrățișat o paradigmă experimentală și au studiat interacțiunea dintre hartă și cititorii de hartă. Sheppard și Adams (1971) au studiat utilizarea hărților rutiere către șoferi pentru identificarea traseului. Alte probleme importante au fost organizarea informațiilor (Dent 1972, Lloyd și Yehl 1979), răspunsul perceptual la



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

simbolurile cartografice (Cox 1976, Gilmartin 1981, Kimerling 1985), precum și compararea vizuală a hărților (Lloyd și Steinke 1977, Muehrcke 1973).

În plus pentru a se familiariza cu tehnologia dedicată graficii pe calculator, generația actuală de cartografi trebuie să fie parțial artiști și parțial oameni de știință în domeniul cunoașterii pe măsură ce încearcă să construiască hărți mai bune (MacEachren 1995). Unele dintre subiectele cognitive recent luate în considerare de către cartografi includ utilizarea de culori pe hărți (Brewer și colab. 1997, Brewer și Olson 1997, Mersey 1990), procese de căutare vizuală folosite în citirea hărților (Nelson 1995, Lloyd 1997), precum și procese de învățare utilizate cu hărți și grafică (Lloyd 1994, Lloyd și Carbone 1995). Ideea de a folosi vizualizarea pentru a descoperi modele a fost descoperită recent de către un număr de discipline, dar este un concept vechi și familiar cartografilor (Monmonier 1990, MacEachren și Taylor 1994). Proiectarea și utilizarea hărților interactive (Slocum and Egbert 1993, Patton și Cammack 1996) și hărțile animate (DiBiase și colab., 1992, Peterson, 1995) au beneficiat de interes din partea cartografilor.

Inteligența Artificială în context geografic

Pe măsură ce domeniul inteligenței artificiale s-a maturizat, reprezentarea cunoștințelor și metodele de prelucrare dezvoltate în laborator s-au aplicat la problemele din lumea reală în anii '70. Au devenit vizibile din ce în ce mai multe aplicații pentru informații geografice. În 1978, Benjamin Kuipers a publicat un model de reprezentare a cunoștințelor umane în spațiu la scară mare într-un cadru de inteligență artificială (Kuipers, 1978).

Modelul Kuipers a construit în mare măsură pe lucrarea intuitivă și descriptivă a lui Kevin Lynch (1960). Într-o altă lucrare, Kuipers discută metafora „hărții din cap” utilizată în mod frecvent pentru a ține cont de capacitatea oamenilor de a-și găsi drumul în spațiu (Kuipers, 1982). Autorul folosește modele de calcul pentru a rafina metafora și pentru a discuta implicațiile sale în detaliu. Într-o altă lucrare, Kuipers discută despre hărți cognitive, structura acestora și alternative potențiale prin utilizarea unei idei experimentale în robotică (Kuipers, 1983). Davis (1983, 1986), a privit o hartă cognitivă ca pe o bază de cunoștințe și a dezvoltat o teorie de reprezentare, regăsire și asimilare a cunoștințelor geografice și a implementat teoria sa în sistemul MERCATOR. MERCATOR este conceput pentru utilizarea de către un robot a cărui sarcină este aceea de a construi o reprezentare coerentă a mediului său percept vizual.

Yeap (1988) a dezvoltat, și el, o teorie de calcul a hărților cognitive. Lucrarea lui Yeap accentuează cooperarea diferite module slab cuplate reprezentând nivele diferite de informații. Abordarea este motivată de investigațiile lui Marr (1982) în ceea ce privește reprezentarea umană și procesarea vizuală a informației. În cele din urmă, Munro and Hirtle (1989) și Wender (1989) au dezvoltat modele conexioniste de hărți cognitive.

Dovezi critice din lingvistică au întregit tabloul în 1983 cu lucrarea lui Leonard Talmy privind modul în care spațiul este structurat în limbaj (Talmy 1983). Acest articol a fost începutul cercetării



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

cognitiv-lingvistice în cercetarea cognitivă geografică. Sistemul de inteligență artificială Citytour (Andree și colab., 1987) a fost conceput pentru a răspunde la întrebări formulate în limbaj natural despre relațiile spațiale între obiectele dintr-un oraș.

Abordări ale inteligenței artificiale au fost aplicate problemelor clasice în cartografie, în special plasarea automată a numelor și alte aspecte legate de proiectarea hărților (Freeman and Ahn 1984, Buttenfield and Mark 1990).

O mare parte a cercetărilor trecute în revistă aici nu a fost realizate în cadrul sistemelor informaționale geografice sau știința informațiilor geografice, nici chiar în contextul tehnologiilor informației și comunicațiilor (TIC). Cu toate acestea, aceste teme de cercetare și comunitățile constituie intrări critice pentru teoriile legate de calcul în cunoașterea geografică și pentru modele formale ale spațiului geografic, fenomene și caracteristici care contribuie la fundamentarea științifică a informațiilor geografice.

Teme majore de cercetare

În mod evident, este necesar un efort multidisciplinar pentru a dezvolta și valida modele cognitive pentru spațiu geografic. Domeniile geografiei și cartografiei furnizează concepte și relații pentru spațiul geografic. Psihologia cognitivă și de mediu furnizează investigații experimentale și modele ale factorilor umani. Inteligență artificială oferă formalizări și modele de calcul, precum și ontologii și structuri pentru dezvoltarea unor modele cognitive. Lingvistica furnizează legătura către construcția de fraze spațiale descriptive și utilizarea de metafore spațiale. Filozofia oferă o bază teoretică pentru concepte spațiale.

Achiziția de cunoștințe geografice

Pentru oameni, cunoașterea spațiului este dobândită în moduri diferite. Cu toate că experiența de protipzare poate fi explorare reală, în timp copiii vorbesc și este necesar să li se spună unde sunt prăjiturile. Copiii mai mari încă pot face și utiliza hărți pentru a găsi drumul către ceva. Explorarea în sine este complexă. Există dovezi că informațiile vizuale despre spațiu sunt de diferite calități de la informația kinestezică până la cea vestibulară și că ambele diferă de acustică sau informațiile tactile (de exemplu, Loomis and colab. 1993, Berthoz and colab. 1995). De exemplu, actualizarea modificărilor de orientare este mai precisă urmărind mișcarea unui orb decât mișcarea imaginată. Caracterizarea tipului de informații spațiale împărtășite de fiecare modalitate și descrierea modului în care acestea sunt integrate în comportamentul real sunt subiecte gata să fie investigate. În ciuda diferențelor lor, toate aceste modalități furnizează informații valide și de multe ori substituibile despre spațiu, deși informațiile înglobate sunt mai importante pentru navigația locală ghidată, dar și cognitive pentru raționamentele din spațiul la scară mai mare.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Procesul de extragere a cunoștințelor geografice de la deplasarea prin spațiu necesită o serie de interacțiuni complexe. După cum argumentează Montello (1997): conversia informațiilor senzomotorii în cunoștințe geografice este un proces indirect, în care caracteristicile de mediu sunt folosite pentru a genera caracteristici spațiale, cum ar fi informații la distanță. Astfel de caracteristici de mediu includ nu numai caracteristici fizice, cum ar fi viraje, repere, intersecții și bariere, dar, de asemenea, timpul în călătorie, efortul de călătorie și calitățile estetice ale spațiului.

Aceste caracteristici sunt adesea dobândite vizual, dar ar putea fi, de asemenea, dobândite prin alte modalități. Realitatea virtuală (VR) oferă o experiență alternativă spațiotemporală de locomoție, care poate imita unele dintre complexitățile de mișcare prin spațiu (Berendt and Rundler și Jansen-Osmann 1997), dar nu poate oferi o experiență senzorială completă călătorului. Sistemele informaționale geografice, ele însele oferă modalități de a învăța despre spații și fenomene geografice. Diferențele subtile oferite de gradientii perceptivi de textură sau variațiile kinestezice în calitățile de suprafață sunt adesea lipsite de simulări VR, iar GIS-urile cu siguranță, nu oferă experiențe transperceptuale direct, dar de multe ori sunt mai aproape de o versiune interactivă de utilizare a hărții. Media alternative de achiziție se concentrează adesea asupra schematizării cunoștințelor geografice pentru îmbunătățirea eficienței comunicării. Aceasta ar putea include utilizarea de hărți (Head 1991), descrieri în limbaj natural (Taylor and Tversky 1992) sau abstracțiuni spațiale, cum ar fi diagrame de date sau alte tehnici de vizualizare (MacEachren 1995, Tversky, 2001). Capacitatea de a construi modele mentale din text este o componentă esențială pentru înțelegerea de narațiuni (Morrow and colab. 1987). Mai mult de atât, modelele mentale spațiale construite din text sunt similare în conținut celor construite prin studierea hărților aceleiași scene din punctul de vedere al cunoștințelor spațiale generice (Taylor și Tversky 1992, Federico și Franklin 1997). În orice caz, informațiile geografice dobândite de la intrarea în imagini par să fie păstrate mai mult decât informațiile similare obținute din text (Federico și Franklin 1997). Timp de peste două decenii, dobândirea de cunoștințe spațiale a fost modelat prin repere, rute și cunoștințele geozice (Siegel și White 1975). Această trihotomie, în timp o dată a fost asumată ca fiind dobândită într-o manieră ordinală strictă, este acum considerată în multe situații a fi achiziționată, cel puțin parțial, în paralel, (Thorndyke and Hayes-Roth 1982, Hirtle and Hudson 1991). Informațiile despre traseu sunt culese în paralel cu identificarea obiectivelor turistice (Presson și Montello 1988) și informațiile geodezice sunt construite în paralel cu construirea traseelor atunci când este posibil (Moar și Carleton 1982). Este important să nu se reducă la minimum legătura dintre mediul înconjurător și schemele de reprezentare, care sunt folosite pentru navigare. Așa cum a argumentat Hutchins (1995), mediul oferă un context pentru învățarea cu feedback constant și ajustare. Învățarea, potrivit Hutchins, este reorganizarea adaptativă într-un sistem complex, care include mediul și comunicarea între actorii din acel mediu. Edwards (1997) pledează pentru o combinație de abordări cognitive și geometrice, în care



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

cele două structuri de reprezentare, viziuni și traiectorii, furnizează blocurile de construcție de bază spațiale, cadrul său, pe care îl numește geocognostics, oferă un model pentru a înțelege distorsiunile care sunt inerente învățării și utilizării GIS, printre alte aplicații. Acesta este doar unul dintre numeroasele modele care combină viziunile și traiectoriile.

Reprezentări mentale ale cunoștințelor geografice

Orice expresie comportamentală a cunoștințelor spațiale presupune atât reprezentarea cunoștințelor cât și regăsire lor. Separarea între contribuțiile reprezentării și regăsirii este dificilă, dacă nu chiar imposibilă. Probe convergente ale diferitelor sarcini de regăsire întăresc cazul în care efectele se datorează reprezentării cunoștințelor. Chiar și așa, deoarece diferitele cunoștințe sunt regăsite prin diferite sarcini, reprezentările de cunoștințe ale spațiului probabil că nu sunt cel mai bine concepute ca un întreg coerent, neschimbător, ci mai degrabă conglomerate de informații extrase din surse și modalități diferite și au fost puse împreună pentru un anumit scop. În această ordine de idei, pot fi caracterizate cunoștințele spațiale în modalități generale? Mai multe tipuri de metafore au fost propuse pentru reprezentare și prelucrare de cunoștințe geografice: hartă cognitivă, atlas cognitiv și colaj cognitiv. Pentru cei mai mulți psihologi cel puțin, termenul „*hartă cognitivă*” are conotații de proprietăți metrice, cum ar fi o schiță de hartă cartografică. Această concepție provine în principal de la lucrarea lui Kosslyn pe imagistică, care a argumentat că imaginile sunt percepții îmbogățite (Kosslyn 1980).

„*Atlasul cognitiv*” a fost introdus de Kuipers (1982) pentru a se referi la o colecție de hărți cognitive la diferite scări și cu lacune. Tversky (1993) a introdus termenul „*colaj cognitiv*”, pentru a sublinia faptul că reprezentările mentale care dirijează raționamentele și găsirea drumului sunt fragmentate, parțiale, construite și multi-media. Pare să existe suficiente dovezi că cunoașterea spațială nu posedă calitățile metrice ale hărților.

Spațiul geografic, deși la nivel local este plat, este organizat ierarhic, atât în cunoașterea cât și în practica administrativă (Stevens and Coupe 1978, Maki 1981, Chase 1983, Allen and Kirasic 1985, Hirtle and Jonides 1985, McNamara 1986). Informațiile spațiale sunt organizate prin granițele geografice, pe categorii economice, precum și pe grupări funcționale, de toate tipurile. Consecințele impunerii structurii ierarhice constau în faptul că distanțele în cadrul categoriilor sunt considerate a fi mai mici decât distanțele dintre categorii (Hirtle and Jonides 1985) și în faptul că judecățile de direcție între categorii sunt mai rapide decât cele din cadrul lor (Wilton 1979, Maki 1981) și că direcțiile elementelor din cadrul unei unități sunt distorsionate la direcțiile unității care o înglobează (Stevens and Coupe 1978, Tversky 1981). Elementele geografice, sunt organizate ca părți ale unor unități geografice mai mari. Această organizare ierarhică afectează raționamentele de distanță și direcție. Elementele geografice sunt organizate, de asemenea unul la altul. Când unul dintre elementele este un reper mai bun, atunci acea organizație este asimetrică. Elementele obișnuite sunt considerate a fi mai aproape de repere decât reperele de



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

elementele obișnuite, ceea ce încalcă convențiile metrice uzuale (Sadalla and colab., 1980, McNamara and Diwadkar 1997). Atunci când elementele geografice sunt mai mult sau mai puțin comparabile, atunci ele sunt organizate împreună și rememorate ca fiind mai aliniate din punct de vedere geografic decât sunt în realitate (Tversky 1981).

În regăsirea informațiilor geografice relevante pentru a face un raționament, oamenii pot avea o anumită perspectivă asupra setului de informații. Perspectiva poate modifica raționamentul. Holyoak and Mah (1982) au constatat că persoanele au gândit că distanțele între perechile de orașe învecinate să fie relativ mai mari decât pentru perechile de orașe îndepărtate, în cazul în care învecinat și îndepărtat au fost definite din perspectiva coastei estice sau vestice. Amenajarea mediului fizic este de asemenea cunoscută ca afectând judecățile de distanță, în mod specific, cantitatea de dezordine sau numărul de intersecții și noduri sau prezența unor bariere. Mediile aparent neregulate sunt memorate ca fiind mai regulate; de exemplu, străzi și râuri mai drepte (Milgram and Jodelet 1976, Chase and Chi 1981) sau paralele sau perpendiculare decât sunt în realitate (Golledge and Spector 1978, Byrne 1979, Tversky 1981, Moar and Bower 1983).

Acestea sunt doar câteva dintre modurile în care cunoștințele oamenilor despre universul geografic diferă în mod sistematic de lumea geografică reală. Împreună, aceste descoperiri sugerează că reprezentările mentale ale lumii geografice nu sunt stabile, entitățile asemănătoare hărții, pot fi consultate ca și hărți care pot fi vizualizate.

Reprezentările mentale ale informațiilor geografice par să fie construite din elemente, cum ar fi drumuri, puncte de reper, orașe, mase de teren, relațiile spațiale între ele, și relațiile spațiale dintre unități mai mari care le înglobează. Această schematizare a lumii geografice oferă un cadru pentru integrarea informațiilor provenite din surse diferite, modalități și ocazii. La fel ca în toate schematizările se simplifică complexitatea și clasifică în continuu, permițând distorsiuni precum și integrare (Tversky 1992, Tversky and Lee 1998).

Scopul programului de cercetare

Acest program de cercetare este organizat în jurul a trei subiecte principale, dintre care unul este cel al modelelor cognitive ale spațiului geografic.

Concepte formale ale detaliului geografic

Gradul de detaliere geografic este unul dintre cele mai prost înțelese și mai confuze concepte geografice fundamentale care stau la baza activității noastre de cunoaștere a obiectelor geografice, a spațiilor și fenomenelor (Montello 1993). La scară, deși de multe ori utilizate prost și definite ambiguu, sunt o componentă importantă a geografiei naive, care afirmă că scările geografice sunt diferite fundamental (Egenhofer și Mark 1995b).



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Pe măsură ce societatea este în tranziție către universul digital, metaforele asociate detaliilor geografice sunt susceptibile de a se schimba. Scările metrice sau fracțiunile reprezentative, măsura detaliilor geografice dominante din universul cartografic, nu au un sens bine definit în universul digital al perspectivei geografice în care utilizatorul este liber să facă zoom și pan cum dorește. Alte metafore, cum ar fi vederea din spațiu, pot înlocui scara metrică cu dimensiuni mai puțin familiare, cum ar fi distanța de vedere despre Pământ, așa cum apare în Microsoft Encarta Atlas. Acest lucru sugerează încă două obiective fundamentale pentru această temă:

- (1) se pot identifica dimensiunile fundamentale, invariante ale conceptului de detaliu geografic care supraviețuiește tranziției de la analogic la digital, și
- (2) se poate identifica maparea între aceste dimensiuni și termenii și metaforele frecvent utilizate în geografie naivă?

Cunoașterea fenomenelor dinamice și reprezentarea lor

Abilitatea de a manipula, interpreta și stoca informații despre mediile în schimbare este o abilitate critică de supraviețuire umană, și, de asemenea, este foarte important pentru știința informațiilor geografice. Pentru a înțelege schimbările temporale și spațiale în spații sau hărți, pentru manipularea datelor geografice temporale, și pentru navigare prin spații în schimbare sunt necesare modele ale aspectelor cognitive ale reprezentărilor spațiale dinamice. Mai mult, utilizarea informațiilor reprezentative poate depinde de contextul problemei, cu diferite tipuri de entități conducând la adoptarea diferitelor metafore spațiale pentru raționament și înțelegere. De exemplu, schimbările privind utilizarea terenurilor ar putea fi privite ca modificări în atributele unei locații fixate, în timp ce un incendiu forestier este considerat ca o entitate în mișcare care își schimbă forma și mărimea. Și, la o scară temporală diferită, primul procedeu, care nu implică mișcare reală, ar putea să vorbească și să raționeze despre dezvoltare, răspândire sau expansiune. Alte exemple de procese geografice dinamice includ navigare prin medii schimbate, propagarea de boli și procese mult mai lente cum ar fi glaciațiile. La un nivel de bază de date, suntem preocupați de probleme, cum ar fi formarea de reprezentări discrete ale unor fenomene continue sau reprezentări continue ale unor fenomene discrete. Din punct de vedere cartografic, accentul este pus pe animație, dar au fost folosite multe metode pentru a demonstra fenomene temporale pe hărți statice. Utilizarea dinamică și interfețele de manipulare, trebuie să fie investigate în cadrul aceluiași cadru conceptual pentru observarea fenomenelor dinamice utilizate în lumea reală.

Tema ia în considerare un punct de vedere dual și paralel asupra fenomenelor dinamice din spațiul geografic în sine, și asupra afișării acestora pe display-uri dinamice de informații geografice. În cazul în care cercetarea constată că există diferențe sistematice în răspunsurile cognitive umane la diferite tipuri de schimbare și mișcarea în spațiu geografic, atunci pot fi



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

adecvate diferite reprezentări pentru diferite situații. În cazul în care diferite tipuri de display-uri de calculator declanșează diferite tipuri de memorie umană, raționament sau de luare a deciziilor, atunci potrivirea dintre modelele cognitive pentru fenomenul de reprezentat și cele pentru metode afișaj va influența modul intuitiv și ușor de utilizat al display-ului.

Modalități și cadre multiple de referință pentru cunoștințe spațiale

Spațiul poate fi experimentat în mod direct, prin vedere, auz, atingere și alte modalități dar și indirect, în primul rând prin intermediul limbajului. Spațiul poate fi vizualizat din mai multe perspective diferite și conceput din perspective care nu au fost sau nu pot fi vizualizate. Cum interacționează oamenii cu multiplele modalități și multiplele cadre de referință? Cum se integrează și conciliază variate informațiile, dacă și când o fac? Care sunt avantajele relative și dezavantajele fiecărui fel sau sursă de informații spațiale? Acestea sunt probleme care au apărut în lingvistică, filozofie, informatică, antropologie și psihologie, precum și în geografie, în context teoretic precum și aplicativ.

Cu toate acestea, există multe întrebări deschise, în special în ceea ce privește comportamentul uman și de învățare în situații naturale. Înțelegerea modului în care oamenii combină sau jonglează cu informații dintr-o varietate de surse într-o varietate de forme este importantă pentru știința informațiilor geografice și GIS în cel puțin două moduri. În primul rând, este important în a decide modul în care se furnizează informații suplimentare către utilizatorii de sistem, dependent parțial, de ceea ce știu deja. În al doilea rând, modurile în care oamenii reprezintă și combină informații geografice pot ajuta în proiectarea sistemelor informatice. Unele subiecte specifice servesc ca exemple: frame-urile relative, intrinseci și de referință absolută pentru descrierea locațiilor; hărți din sistemele de navigație; traseu și perspective în descrieri; localizare tactilă, auditivă, vizuală; orientare-liberă vs. reprezentări bazate pe orientare; exprimarea modalităților sau cadrelor prin limbaje diferite; și diferențele inter-culturale în utilizarea de cadre de referință.

Tehnologiile geospațiale

Tehnologiile geospațiale au pătruns în toate domeniile vieții umane personale, de la programarea locurilor de muncă în spațiu și în timp, informații despre locuri de pe Web, precum și optimizarea activităților noastre de petrecere a timpului liber, pentru schimbul de activitățile noastre personale (de exemplu, plimbări cu bicicleta) până la rețele de socializare. Cu toate acestea, proiectarea instrumentelor informatice adecvate este încă încă tributară posibilităților și limitelor actuale ale tehnologiei și nu neapărat complexității problemelor umane pe care se presupune că aceste instrumente le pot rezolva. De exemplu, limbajele de proiectare, care sunt bune pentru implementarea ar trebui să includă modele de design bazat pe principii de proiectare cognitive care să reflecte modul în care oamenii rezolvă de fapt sarcini.

Lipsa acestor principii cognitive de proiectare are ca rezultat o serie de dezavantaje:



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- În primul rând, problemele cognitive apar numai în etapa finală proiectare a ceea ce se afișează pe ecran sau a interfeței cu utilizatorul, sau chiar mai rău, numai după ce studiile de utilizabilitate au relevat faptul că un instrument nu este efectiv utilizabil. În trecut, cercetarea s-a concentrat pe proiectarea de interfețe cognitive ale instrumentelor, nu pe proiectarea de instrumente bazate pe principii cognitive umane, sau la proiectarea sistemului ca întreg (om, mașină și mediul înconjurător).
- În al doilea rând, deoarece scopurile, precum și conceptualizarea informațiilor nu sunt reflectate în procesul de proiectare, rezultatele de proiectare nu le pot reflecta. Oamenii care doresc să utilizeze un instrument sau fragmente de informații trebuie să facă inginerie inversă, adică, să seama ce a avut în minte proiectantul relativ la formatul unui instrument sau al datelor.
- În al treilea rând, față de cum computerele se adaptează la intențiile, ideile, competențele și punctele forte ale oamenilor, oamenii sunt în mai mare măsură adaptabili la intențiile, strategiile de motivare și constrângerile pe care le implică TIC. Acest lucru este deosebit de important, deoarece TIC este omniprezent. Ca o consecință, TIC și de calcul susține rareori oamenii în dezvoltarea propriilor lor competențe de rezolvare a problemelor și de prea multe ori le consumă timpul pe care ar trebui să îl acorde problemelor reale, cu problemele care apar numai din cauza unei anumite tehnologii de calcul.

Tehnologiile geospațiale oferă exemple bune pentru aceste probleme: referințiere spațială în tehnologia GIS se bazează pe coordonate geografice, chiar dacă oamenii se referă la spațiu prin intermediul altor tipuri de sisteme de coordonate. Se crează astfel o problemă recurentă referitoare la traducere insuficientă între concepte umane spațiale, cum ar fi locuri și GIS. În plus, sistemele de navigație nu susțin oamenii în dezvoltarea propriilor lor competențe spațiale, ci mai degrabă substituie și (în cele din urmă) elimină aceste competențe. Prin analogie, instrumentele de analiză spațială nu susțin oamenii în gândirea și învățarea despre un fenomen spațial de interes, ci mai degrabă face ca înțelegerea lor să fie învechită ca urmare a unor soluții standard de calcul, cum ar fi machine learning. Ca o consecință, oamenii se bazează pe surse de date, formate și instrumente de analiză, deoarece acestea sunt bine cunoscute și nu pentru că acestea sunt semnificative pentru analiză. În cele din urmă, aplicațiile mobile de asistență cu caracter personal nu ajută oamenii în integrarea diverselor lor obiective, cu posibilitățile și necesitățile spațio-temporale zilnice. Ei mai degrabă le fac să se comporte în funcție de obiectivele prestabilite de către dezvoltatori. Astfel, chiar dacă tehnologia actuală este de multe ori mai eficientă decât competențele cognitive umane corespunzătoare, este mult prea des un substitut ineficient, căruia îi lipsește contextul și subtilitățile implicate de cunoașterea umană și de comunicare.

Alte tematici asociate



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- (a) *Ontologii*. Categoriile sunt esențiale pentru cunoașterea umană. Psihologii și alți specialiști în științe cognitive au dezvoltat un model bine stabilit al naturii categoriilor. Modelul, fundamentat în lucrarea lui Eleanor Rosch (1973, 1978) și revizuită în profunzime de Lakoff (1987), a arătat că, în timp ce categoriile cognitive sunt mulțimi matematice, acestea diferă în mod frecvent de teoria clasică a mulțimilor, având în consens cele mai bune exemple, structura internă și categorii cu limite neclare. Mark (1993) a discutat modul în care acest model de categorii ar putea oferi o bază teoretică pentru definirea tipurilor de entități în standardele de transfer de informații geospațiale (Fegeas and colab. 1992). Teoria categoriilor cognitive este bine stabilită și acceptată la scară largă. Cu toate acestea, ea se bazează aproape în întregime pe studii de clasificare a entităților biologice, artefacte și alte obiecte manipulabile. Smith and Mark (1998) au furnizat dovezi că obiectele geografice sunt diferite în modalități fundamentale (ontologice) de tipurile de obiecte studiate de Rosch and col. și au sugerat că formarea de categorii poate să difere. Cercetările cu privire la acest subiect se vor concentra asupra naturii categoriilor de bază a entităților geografice și rolul lor în cunoașterea geografică.
- (b) *Hărți mentale*. Întregul domeniu al cunoștințelor geografice la nivel individual sau al hărților mentale și subiectele conexe este foarte important, problemele de cercetare incluzând modalitățile prin care cunoașterea spațiului geografic sunt reprezentate în creier, modul în care oamenii raționează pentru a obține noi cunoștințe și care sunt rolurile relative ale diferitelor surse de informații geografice. Sunt diferențe importante din cauza scării? Sunt informațiile geografice reprezentate în mod diferit în funcție de sursa lor? Când se învață de la hărți și când se învață de la text, față de când se învață din experiența lumii reale? Acestea sunt subiecte critice, care necesită cercetări îndelungate și există deja o literatură considerabilă pe această temă și o comunitate de cercetare activă.
- (c) *Formalizarea relațiilor spațiale*. Relațiile spațiale reprezintă unul dintre cele mai proeminente aspecte legate de informațiile spațiale sau geografice, motiv pentru care pentru progresul științei informațiilor geografice este esențială o mai bună înțelegere a aspectelor cognitive ale relațiilor spațiale și formalizarea lor în modele de calcul. Ca și în cazul altor subiecte menționate mai sus, există o comunitate de cercetare activă și literatură de cercetare cu privire la relațiile spațiale (de exemplu, Mark și Egenhofer 1994a, b, 1995, Egenhofer and Mark 1995a, Mark and colab. 1995, Shariff and colab. 1998).
- (d) *Alte tematici*. Alte șase teme au fost identificate ca fiind de un interes major. Acestea sunt mai puțin bine definite decât subiectele prezentate anterior și sunt enumerate aici pentru completare și pentru a atenționa că prin abordarea lor pot aduce contribuții substanțiale tematicii principale:



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

1. *problema locului* - care sunt modelele cognitive de loc și vecinătate și pot fi acestea implementate în medii de calcul? Ce ar fi un GIS bazat pe loc, față de un GIS bazat pe coordonate și ce ar putea face și ce nu fiecare?
2. *examinarea navigării în spații virtuale*: cât de asemănătoare este cu navigarea în spații reale și cum se pot proiecta spațiile virtuale pentru a maximiza navigabilitatea?
3. *problemele din proiectarea de display-uri grafice și raționamentul diagramatic*. Acest subiect este mai departe de știința informațiilor geografice, deși se ocupă cu diagrame, mai degrabă decât ca reprezentări ale spațiilor geografice.
4. *studiul proiectării și punerea în aplicare a agenților cognitivi pentru GIS*. Acest lucru este oarecum legat de descoperirea de cunoștințe.
- 5-6. *semantica și structura spațiului geografic*.

În ultimul deceniu fluxurile de cercetare în științele cognitive, geografia comportamentală și cartografie au fost convergente cu abordarea fundamentelor teoretice pentru sistemele informaționale geografice pentru a conduce la progres în știința informațiilor geografice, GIS, precum și în domeniile și disciplinele asociate. Internetul furnizează de acum funcții GIS simple, publicului larg și Sisteme pentru a fi utilizate de către persoane neinstruite ceea ce oferă noi provocări pentru proiectanții de sisteme. Multe dintre aceste provocări se referă la modelele cognitive ale spațiului geografic și fenomenelor (Egenhofer and Mark 1995b, Mark and Egenhofer 1996). Nu trebuie ignorată nici cunoașterea spațială a profesioniștilor. Tehnologiile geospațiale emergente, cum ar fi Sistemele de Poziționare Globală (GPS) și sistemele informatice wireless oferă, de asemenea provocări de cercetare cognitive pentru GIScience. Pot fi suprapuse scene virtuale pe lumea reală pentru a amplifica informațiile geografice disponibile pentru specialiștii din domeniu? Care sunt implicațiile cognitive ale acestor sisteme, precum și modul în care cunoașterea principiilor cunoașterii umane asupra spațiilor geografice informează proiectarea sistemelor realității augmentate și alte forme de calcul din domeniul geografic? Există, de asemenea, provocări de cercetare fundamentală care rezidă în natura geografică a cunoașterii în sine. Cum anume influențează dimensiunea relativă a obiectelor sau a spațiilor modul în care acestea sunt cunoscute? În cazul în care cunoașterea geografică este diferită de cunoașterea spațială la alte scări, există diferențe indexate între dimensiune și capacitățile fizice ale corpului uman? Cât de multe dintre diferențele dintre CAD (proiectare asistată de calculator) și GIS conduc la diferențe în modul în care domeniile lor de aplicare sunt tratate în cunoașterea umană și au putut formaliza căile de cunoaștere exactă în care diferă cunoașterea spațială geografică și non-geografică pentru a face ca software-ul să fie folosit mai bine și mai ușor? Studiarea cunoașterii geografice, precum și a modelelor de calcul pe baza rezultatelor acestor studii, va continua să fie o bază importantă pentru știința informațiilor geografice.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Ingineria și cercetarea cognitivă până în prezent au jucat un rol important în cadrul comunității de cercetare, cercetătorii s-au axat în principal pe abstractizarea informațiilor referitoare la cercetarea fundamentală în ceea ce privește cunoașterea spațială sau cu privire la proiectarea anumitor tipuri de interfețe de utilizator. Viitoarea provocare constă în proiectarea bazată pe principii, care revine la a face cercetarea cognitivă să pătrundă în întregul proces de proiectare a instrumentelor de informații geospațiale, inclusiv aplicarea modelelor cognitive adecvate pentru arhitecturi de sistem, scheme conceptuale, limbaje de programare, calcul și strategii de analiză a datelor.

Această temă de cercetare își propune să investigheze modul în care perspectivele actuale și modelele despre procesele cognitive spațiale umane pot ajuta în proiectarea bazată pe principii a tehnologiilor și aplicațiilor geospațiale. Se propune investigarea modului în care instrumentele pot sprijini oamenii în efectuarea următoarelor sarcini:

- gândirea și învățarea despre ceea ce există undeva
- referirea la locul unde există ceva
- comunicarea cu alții despre ceea ce există undeva
- orientarea și navigația către ceea ce există undeva
- planificarea activităților și programarea în spațiu.

Rezultate scontate

Principalele rezultate scontate prin acest program sunt:

- identificarea unor caracteristici relevante ale diferitelor structuri de cunoștințe geospațiale existente în vederea dezvoltării de aplicații noi care utilizează aceste structuri;
- tehnici și metode de implementare pentru producerea de cunoștințe geospațiale plecând de la structurile de informații analizate;
- scenarii de exploatare unitară a datelor în vederea derivării unor informații complete pentru dezvoltarea științei informațiilor geospațiale;
- metode noi pentru extragerea șabloanelor, descrieri de date de volum mare și construirea de modele predictive adecvate soluționării problemelor stringente din societate;
- metode noi de distilare a șabloanelor;
- metode noi de căutare și analiză a dependențelor neliniare complexe;
- metode de discriminare a structurilor geospațiale locale în funcție de informațiile de atribuire a datelor geospațiale;
- instrumente și tehnologii adecvate procesării structurilor geoinformaționale;
- modele de calcul adecvate pentru implementarea de aplicații specifice noii ere informaționale.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Valorificarea rezultatelor

Rezultatele cercetării vor fi valorificate prin publicarea în reviste de specialitate, prezentare la congrese internaționale și colaborări naționale și internaționale cu parteneri interesați. De asemenea, rezultatele acestei teme vor constitui baza pe care se vor propune noi proiecte extrabugetare, internaționale sau naționale.

Rezultatele acestei teme vor fi puse la dispoziția comunității științifice din România și din străinătate.

Dreptul de proprietate intelectuală, asupra metodelor și tehnicilor originale, a programelor de calculator elaborate în cadrul acestui proiect, în afara unor altor mențiuni explicite, va reveni Institutului de Cercetări în Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu" al Academiei Române.

Colaborări potențiale

În țară colaborarea va fi deschisă:

- instituțiilor publice cum ar fi: Agenția Spațială Română, Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Geografie, Administrația Națională de Meteorologie, Universitatea de Arhitectură și Urbanism Ion Mincu din București ș.a.
- instituțiilor din sectorul privat: Intergraph Computer Services s.r.l., GeoHidroConsult, New Strategy Center ș.a.

În străinătate colaborarea va fi deschisă

- institutelor de învățământ superior cum ar fi: Universitatea La Sapienza din Roma, Universitatea Tehnică din Barcelona, KU Leuven ș.a.
- institutelor de cercetare: IniGraphics din Germania, ETZH din Elveția
- asociațiilor profesionale: AGILE, GISIG, CODATA ș.a.

Referințe bibliografice

Abler, R. F., 1987, The National Science Foundation National Center for Geographic Information and Analysis. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 303-326.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Aitken, S., 1991, Person-environment theories in contemporary perceptual and behavioural geography: Personality, attitudinal and spatial choice theories. *Progress in Human Geography*, 15, 179- 193.
- Aitken, S., 1992, Person- environment theories in contemporary perceptual and behavioural geography: The influence of ecological, environmental learning, societal/structural, transactional, and transformational theories. *Progress in Human Geography*, 16, 553- 562.
- Allen, G. L., and Kirasic, K.C., 1985, Effects of the cognitive organization of route knowledge on judgments of macrospatial distance. *Memory and Cognition*, 13, 218- 227.
- Allen, J. F., 1983, Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the ACM*, 26, 832- 843.
- Andre, E., Bosch, G., and Rist, T., 1987, Coping with the intrinsic and deictic uses of spatial prepositions. In *Artificial Intelligence II, Proceedings of the Second International Conference on Artificial Intelligence: Methodology, Systems, Applications, Varna, Bulgaria*, edited by P. Jorrand and V. Sgurev (Amsterdam: North-Holland), pp. 375- 382.
- Barkowsky, T., and Freksa, C., 1997, Cognitive requirements on making and interpreting maps. In *Spatial Information Theory*, edited by S. Hirtle and A. Frank (Berlin: Springer), pp. 347- 361.
- Behrmann, M., and Tipper, S. P., 1998, Attention accesses multiple reference frames: Evidence from neglect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Berendt, B., Barkowsky, T., Freksa, C., and Kelter, S., 1998, Spatial representation with aspect maps. In *Spatial Cognition: An Interdisciplinary Approach to Representing and Processing Spatial Knowledge*, edited by C. Freksa, C. Habel and K. F. Wender (Berlin: Springer), pp. 313- 336.
- Berendt, B., and Jansen-Osman, P., 1997, Feature accumulation and route structuring in distance estimation: An interdisciplinary approach. In S. C. Hirtle and A. U. Frank, editors, *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Science No. 1329 edited by S. C. Hirtle and A. U. Frank (Heidelberg: Springer-Verlag),
- Berthoz, A., Israel, I., Georges-Francois, P., Grasso, R., and Tsuzuki, T., 1995, Spatial memory of body linear displacement: What is being stored? *Science*, 269, 95- 98.
- Blaut, J. M., and Stea, D., 1971, Studies in geographic learning. *Annals, Association of American Geographers*, 61, 387- 393.
- Bloom, P., Peterson, M. A., Nadel, L., and Garrett, M., 1995, *Space and Language* (Cambridge: MIT Press), p. 109- 169.
- Board, C., 1967, Maps as models. In *Models in Geography*, edited by R. Chorley and P. Haggett (London: Methuen), pp. 671- 725.
- Boyle, A. R., Dangermond, J., Marble, D. F., Simonett, D. S., Smith, L. K., and Tomlinson, R. F., 1983, *Final Report of a Conference on the Review and Synthesis of Problems and Directions for Large Scale Geographic Information System Development, National Aeronautics and Space Administration*, Contract NAS2-11246 (report available from ESRI, Redlands, CA).
- Brewer, C., MacEachren, A., Pickle, L., and Herrmann, D., 1997, Mapping mortality: Evaluating color schemes for choropleth maps. *Annals of the Association of American Geographers*, 87, 411- 438.
- Brewer, C., and Olson, J., 1997, An evaluation of color selections to accommodate map users with color-vision impairments. *Annals of the Association of American Geographers*, 87, 103- 134.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Broadbent, D. E., 1958, *Perception and Communication* (New York: Pergamon).
- Bunting, T., and Guelke, L., 1979, Behavioral and perception geography: A critical appraisal. *Annals of the Association of American Geographers*, 69, 448- 462.
- Buttenfield, B. P., and Mark, D. M., 1990, Expert systems in cartographic design. In *Geographic Information Systems: The Microcomputer and Modern Cartography*, edited by D. R. F. Taylor (Oxford: Pergamon Press), pp. 129- 150.
- Byrne, R. W., 1979, Memory for urban geography. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 147- 154.
- Chase, W. G., 1983, Spatial representations of taxi drivers. In *Acquisition of Symbolic Skills*, edited by D. R. Rogers and J. A. Sloboda (New York: Plenum), pp. 391- 405.
- Chase, W. G., and Chi, M. T. H., 1981, Cognitive skill: Implications for spatial skill in large-scale environments. In *Cognition, Social Behavior, and the Environment*, edited by J. H. Harvey (Hillsdale, NJ: Erlbaum), pp. 111- 136.
- Chrisman, N., 1979, Concepts of space as a guide to cartographic data structures. In *Proceedings, First International Study Symposium on Topological Data Structures for Geographic Information Systems*, Volume 7, edited by G. Dutton (Spatial Semantics: Understanding and Interacting with Map Data), pp. CHRISMAN/1- CHRISMAN/19.
- Cohn, A. G., 1997, Qualitative spatial representation and reasoning techniques. In *KI-97: Advances in Artificial Intelligence*, edited by G. Brewka, C. Habel and B. Nebel (Berlin: Springer), pp. 1- 30.
- Cohn, A. G., Randell, D. A., Cui, Z., and Bennet, B., 1993, Qualitative spatial reasoning and representation. In *Qualitative Reasoning and Decision Technologies*, edited by N. Piera Carreta and M. G. Singh (Barcelona: CIMNE), pp. 513- 522.
- Corbett, J. P., 1979, *Topological Principles of Cartography*. Technical Report 48 (Washington, DC: Bureau of the Census, US Department of Commerce).
- Coshall, T., 1985, Urban consumer's cognitions of distance. *Geografiska Annaler B: Human Geography*, 67, 107- 119.
- Couclelis, H., 1986, Artificial intelligence in geography: Conjectures on the shape of things to come. *The Professional Geographer*, 38, 1- 11.
- Couclelis, H., Golledge, R. G., Gale, N., and Tobler, W., 1987, Exploring the anchorpoint hypothesis of spatial cognition. *Journal of Environmental Psychology*, 7, 99- 122.
- Cox, C., 1976, Anchor effects and the estimation of graduated circles and squares. *The American Cartographer*, 3, 65- 74.
- Cox, K., and Golledge, R., 1969, *Behavioral Problems in Geography: A Symposium* (Evanston, IL: Northwestern University Press).
- Davis, E., 1983, The MERCATOR representation of spatial knowledge. *Proceedings, Eighth International Conference on Artificial Intelligence, IJCAI-83*, pp. 295- 301.
- Davis, E., 1986, *Representing and Acquiring Geographic Knowledge*. Research Notes in Artificial Intelligence (Los Altos, CA: Morgan Kaufman Publishers).
- Denis, M., 1997, The description of routes: A cognitive approach to the production of spatial discourse. *Current Psychology of Cognition*, 16, 409- 458.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Denis, M., Pazzaglia, F., Cornoldi, C., and Bertolo, L., 1998, Spatial discourse and navigation: An analysis of route directions in the city of Venice. *Applied Cognitive Psychology*, 12.
- Dent, B., 1972, Visual organization and thematic map communication. *Annals of the Association of American Geographers*, 62, 79- 93.
- DiBiase, D., MacEachren, A., Krygier, J., and Reeves, C., 1992, Animation and the role of map design in scientific visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 19, 201- 214.
- Dobson, J. E., 1983, Automated geography. *The Professional Geographer*, 35, 135- 143.
- Downs, R. M., 1979, Critical appraisal or determined philosophical skepticism? *Annals of the Association of American Geographers*, 69, 468- 471.
- Downs, R. M., and Stea, D. (editors), 1973, *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior* (Chicago: Aldine Publishing Co.).
- Downs, R. M., and Stea, D., 1977, *Maps in Minds: Reflections on Cognitive Mapping* (New York: Harper and Row).
- Edwards, G., 1997, Geocognostics: a new framework for spatial information theory. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Science No. 1329, edited by S. C. Hittle and A. U. Frank (Heidelberg: Springer-Verlag).
- Egenhofer, M., 1989. A formal definition of binary topological relationships. In *Third International Conference on Foundations of Data Organization and Algorithms*, edited by W. Litwin and H. J. Schek (Berlin: Springer), pp. 457- 472.
- Egenhofer, M. J., and Mark, D. M., 1995a, Modeling conceptual neighborhoods of topological relations. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9, 555- 565.
- Egenhofer, M. J., and Mark, D. M., 1995b, Naive geography. In *Spatial Information Theory*, Lecture Notes in Computer Science No. 988, edited by A. U. Frank and W. Kuhn (Berlin: Springer), pp. 1- 15.
- Elliott, R. J., and Lesk, M. E., 1982, Route finding in street maps by computers and people.
- Emmorey, K., Tversky, B., and Taylor, H. A., in preparation, unpublished data.
- Evans, G. W., 1980, Environmental cognition. *Psychological Bulletin*, 88, 259- 287.
- Evans, G. W., and Pezdek, K., 1980, Cognitive mapping: Knowledge of real-world distance and location information. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 6, 13- 24.
- Faltings, B., 1995, Qualitative spatial reasoning using algebraic topology. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, edited by A. U. Frank and W. Kuhn (Berlin: Springer), pp. 17- 30.
- Federico, F., and Franklin, N., 1997, Long-term spatial representations from pictorial and textual input. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Science No. 1329, edited by S. C. Hittle and A. U. Frank (Heidelberg: Springer-Verlag).
- Fegeas, R. G., Cascio, J. L., and Lazar, R. A., 1992, An overview of FIPS 173, the Spatial Data Transfer Standard. *Cartography and Geographic Information Systems*, 19, 278- 293.
- Flannery, J. J., 1956, The Graduated Circle: A Description, Analysis, and Evaluation of a Quantitative Map Symbol. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Wisconsin, Madison.
- Flannery, J. J., 1971, The relative effectiveness of some common graduated point symbols in the presentation of quantitative data. *Canadian Cartographer*, 8, 96- 109.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Frank, A. U., 1987, Towards a spatial theory. In *Proceedings, International Symposium on Geographic Information Systems: The Research Agenda, Crystal City, Virginia, 2*, 215- 227.
- Frank, A. U., 1991, Qualitative spatial reasoning with cardinal directions. In *Proceedings of Seventh Austrian Conference on Artificial Intelligence* (Berlin: Springer), pp. 157- 167.
- Frank, A. U., and Campari, I., editors, 1993, *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Science No. 716 (Berlin: Springer-Verlag).
- Frank, A. U., Campari, I., and Formentini, U., editors, 1992, *Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space*, Lecture Notes in Computer Science No. 639 (Berlin: Springer-Verlag).
- Frank, A. U., and Kuhn, W., 1995, editors, *Spatial Information Theory*, Lecture Notes in Computer Science No. 988 (Berlin: Springer-Verlag).
- Freeman, H., and Ahn, J., 1984, AUTONAP-An expert system for automatic name placement. In *Proceedings, International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich*, pp. 544- 569.
- Freksa, C., 1991a, Qualitative spatial reasoning. In *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space*, edited by D. M. Mark and A. U. Frank (Dordrecht: Kluwer), pp. 361- 372.
- Freksa, C., 1991b, Conceptual neighborhood and its role in temporal and spatial reasoning. In *Decision Support Systems and Qualitative Reasoning*, edited by M. Singh and L. Trave-Massuves (Amsterdam: North-Holland), pp. 181- 187.
- Freksa, C., 1992, Temporal reasoning based on semi-intervals. *Artificial Intelligence*, 54, 199- 227.
- Freksa, C., and Barkowsky, T., 1996, On the relation between spatial concepts and geographic objects. In *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries*, edited by P. A. Burrough and A. U. Frank (London: Taylor and Francis), pp. 109- 121.
- Freksa, C., Habel, C., and Wender, K. F., editors, 1998, *Spatial Cognition-An Interdisciplinary Approach to Representing and Processing Spatial Knowledge* (Berlin: Springer).
- Freksa, C., and Roehrig, R., 1993, Dimensions of qualitative spatial reasoning. In *Qualitative Reasoning and Decision Technologies*, edited by N. Piera Carreta and M. G. Singh (Barcelona: CIMNE), pp. 483- 492.
- Freksa, C., and Zimmermann, K., 1992, On the utilization of spatial structures for cognitively plausible and efficient reasoning. In *Proceedings IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics*, pp. 261- 266.
- Gärting, T., and Golledge, R., 1993, *Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches* (London: Elsevier Science Publishers).
- Gilmartin, P., 1981, Influence of map context on circle perception. *Annals of the Association of American Geographers*, 71, 253- 258.
- Gilmartin, P., and Patton, J., 1984, Comparing the sexes on spatial abilities: Map use skills. *Annals of the Association of American Geographers*, 74, 605- 619.
- Gladwin, T., 1970, *East is a Big Bird* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).
- Glasgow, J., Narayanan, N. H., and Chandrasekaran, B., 1995, *Diagrammatic Reasoning: Cognitive and Computational Perspectives* (Cambridge: MIT Press).
- Golledge, R. G., 1998, *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and Other Processes* (Baltimore, MD: The Johns Hopkins Press).



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Golledge, R.G., and Aitken, S., 1991, Environmental 'perception' and behavioral geography. In *Geography in America*, edited by G. L. Gaile and C. J. Willmott (Columbus: Merrill), pp. 218- 238.
- Golledge, R. G., Ruggles, A. J., Pellegrino, J.W., and Gale, N. D., 1993, Integrating route knowledge in an unfamiliar neighborhood: Along and across route experiments. *Journal of Environmental Psychology*, 13, 1-15.
- Golledge, R. G., and Spector, A. N., 1978, Comprehending the urban environment: Theory and practice. *Geographical Analysis*, 10, 403- 426.
- Golledge, R. G., and Stimson, R., 1997, *Spatial Behavior: A Geographic Perspective* (New York: The Guilford Press).
- Goodchild, M. F., 1992, Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6, 31- 45.
- Gopal, S., Klatzky, R. L., and Smith, T. R., 1989, NAVIGATORÐ a psychologically based model of environmental learning through navigation. *Journal of Environmental Psychology*, 9, 309- 331.
- Gould, P., 1966, *On Mental Maps*. Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers, Discussion Paper 9.
- Guesgen, H. W., 1989, *Spatial Reasoning Based on Allen's Temporal Logic*, TR-89-049 (Berkeley: International Computer Science Institute).
- Gulliver, F., 1908, Orientation of maps. *Journal of Geography*, 7, 55- 58.
- Head, C. G., 1991, Mapping as language or semiotic system: Review and comment. In *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space*, edited by D. M. Mark and A. U. Frank (Dordrecht: Kluwer), pp. 237-262.
- Hernandez, D., 1994, *Qualitative Representation of Spatial Knowledge* (Berlin: Springer).
- Hilgard, E. R., 1987, *Psychology in America: A historical survey* (New York: Harcourt Brace Jovanovich).
- Hirtle, S. C., and Frank, A. U., editors, 1997. *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Science No. 1329 (Heidelberg: Springer-Verlag).
- Hirtle, S. C., and Hudson, J., 1991, Acquisition of spatial knowledge for routes. *Journal of Environmental Psychology*, 11, 335- 345.
- Hirtle, S. C., and Jonides, J., 1985, Evidence of hierarchies in cognitive maps. *Memory and Cognition*, 13, 208- 217.
- Holyoak, K. J., and Mah, W. A., 1982, Cognitive reference points in judgments of symbolic magnitude. *Cognitive Psychology*, 14, 328- 352.
- Horton, F., and Reynolds, D., 1971, Effects of urban structure on individual behavior. *Economic Geography*, 47, 36- 48.
- Hutchins, E., 1995, *Cognition in the Wild* (Cambridge, MA: MIT Press).
- Jungert, E., 1988, Extended symbolic projections as a knowledge structure for spatial reasoning. In *Pattern Recognition*, edited by J. Kittler (Berlin: Springer), pp. 343- 351.
- Kemp, K. K., Goodchild, M. F., Mark, D. M., and Egenhofer, M. J., 1997, Varenius: NCGIA's project to advance geographic information science. *Proceedings, Geographical Information '97: from Research to Applications Through Cooperation, Amsterdam*, 1, 25- 31.
- Kimerling, J., 1985, Comparison of equal-value gray scales. *The American Cartographer*, 12, 132- 142.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Kirk, W., 1951, Historical geography and the concept of the behavioral environment. In *Indian Geographical Journal*, Silver Jubilee Edition, edited by G. Kuriyan (Madras: Indian Geographical Society), pp. 52- 160.
- Kita, S., Danziger, E., and Stolz, C., in press, Cultural specificity of spatial schemata in abstract domains, as manifested in spontaneous gestures. In *Spatial Schemas in Abstract Thought*, edited by M. Gattis
- Kitchin, R., 1996, Increasing the integrity of cognitive mapping research: Appraising conceptual schemata environment- behavior interaction. *Progress in Human Geography*, 20, 56- 58.
- Kitchin, R., and Freundschuh, S.M., 2000, *Cognitive Mapping: Past, Present and Future* (London: Routledge).
- Kolany, A., 1969, Cartographic information - a fundamental concept and term in modern cartography. *Cartographic Journal*, 6, 47- 49.
- Kosslyn, S. M., 1980, *Image and mind* (Cambridge: Harvard University Press).
- Kozłowski, L., and Bryant, K., 1977, Sense of direction, spatial orientation, and cognitive maps. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 590- 598.
- Kuipers, B., 1978, Modeling spatial knowledge. *Cognitive Science*, 2, 129- 153.
- Kuipers, B., 1979, Cognitive modelling of the map user. In *Proceedings, First International Study Symposium on Topological Data Structures for Geographic Information Systems*, Volume 7, edited by G. Dutton (Spatial Semantics: Understanding and Interacting with Map Data), pp. KUIPERS/1- KUIPERS/11.
- Kuipers, B., 1982, The 'Map in the head' metaphor. *Environment and Behavior*, 14, 202- 220.
- Kuipers, B., 1983, The cognitivemap: could it have been any other way? In *Spatial Orientation: Theory, Research, and Application*, edited by H. L. Pick, Jr and L. P. Acredolo (New York: Plenum Press), pp. 345- 359.
- Kuipers, B. J., and Levitt, T., 1988, Navigation and mapping in large-scale space. *AIM Magazine*, 9, 25- 43.
- Lakoff, G., 1987, *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind* (Chicago: University of Chicago Press).
- Landau, B., and Jackendoff, R., 1993, 'What' and 'where' in spatial language and spatial cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 217- 265.
- Levinson, S., 1996, Frames of reference and Molyneux's question: Cross-linguistic evidence. In *Space and Language*, edited by P. Bloom, M. A. Peterson, L. Nadel and M. Garrett (Cambridge: MIT Press), pp. 109- 169.
- Lewis, D., 1972, *We the Navigators* (Canberra: Australian National University Press).
- Ligozat, G., 1994, Towards a general characterization of conceptual neighbourhoods in temporal and spatial reasoning. In *Proceedings AAAI-94 Workshop on Spatial and Temporal Reasoning*, edited by F. D. Anger and R. Loganatharajah.
- Lloyd, R., 1982, A look at images. *Annals of the Association of American Geographers*, 72, 532- 548.
- Lloyd, R., 1994, Learning spatial prototypes. *Annals of the Association of American Geographers*, 84, 418- 440.
- Lloyd, R., 1997, *Spatial cognition: Geographic environments* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Lloyd, R., and Carbone, G., 1995, Comparing human and neural network learning of climate categories. *Professional Geographer*, 47, 237- 250.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Lloyd, R., and Steinke, T., 1977, Visual and statistical comparison of choropleth maps. *Annals of the Association of American Geographers*, 67, 429- 436.
- Lloyd, R., and Yehl, S., 1979, Orderly maps and map communication. *The American Cartographer*, 6, 149-156.
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Golledge, R. G., Cicinelli, J. G., Pellegrino, J. W., and Fry, P. A., 1993, Non-visual navigation by blind and sighted: Assessment of path integration ability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 73- 91.
- Lowenthal, D., 1961, Geography, experience, and imagination: Toward a geographical epistemology, *Annals of the Association of American Geographers*, 51, 241- 261.
- Lynch, K., 1960, *The Image of the City* (Cambridge, MA: MIT Press).
- MacEachren, A. M., 1995, *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design* (New York: The Guilford Press).
- MacEachren, A.M., and Taylor, D.R. F., editors, 1994, *Visualization in Modern Cartography* (London:Pergamon).
- Mainwaring, S. D., Tversky, B., Ohgishi, M., and Schiano, D. J., Descriptions of simple spatial scenes, forthcoming.
- Maki, R. H., 1981, Categorization and distance effects with spatial linear orders. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 7, 15- 32.
- Mallot, H. A., Gillner, S., van Veen, H. A. H. C., and Bühlhoff, H. H., 1998, Behavioral experiments in spatial cognition using virtual reality. In *Spatial Cognition – An Interdisciplinary Approach to Representing and Processing Spatial Knowledge*, edited by C. Freksa, C. Habel and K. F. Wender (Berlin: Springer), pp. 447-467.
- Mark, D. M., 1985, Finding simple routes: 'Ease of description' as an objective function in automated route selection. In *Proceedings, Second Symposium on Artificial Intelligence Applications (IEEE), Miami Beach*, pp. 577- 581.
- Mark, D. M., editor, 1988, *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space: Report on a Workshop* (Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis).
- Mark, D. M., 1989, *Languages of Spatial Relations: Researchable Questions and NCGIA Research Agenda*. Report 89-2A (Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis).
- Mark, D. M., 1993, Toward a theoretical framework for geographic entity types. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Sciences No. 716, edited by A. U. Frank and I. Campari (Berlin: Springer-Verlag), pp. 270- 283.
- Mark, D.M., Comas,D., Egenhofer,M. J., Freundschuh, S.M., Gould,M.D., and Nunes, J., 1995, Evaluating and refining computational models of spatial relations through cross-linguistic human-subjects testing. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer ScienceNo. 988, edited by A. U. Frank and W. Kuhn (Berlin: Springer-Verlag), pp. 553- 568.
- Mark, D. M., and Egenhofer, M. J., 1994a, Calibrating the meanings of spatial predicates from natural language: line-region relations. *Proceedings, Spatial Data Handling 1994*, 1, 538- 553.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Mark, D. M., and Egenhofer, M. J., 1994b, Modeling spatial relations between lines and regions: combining formal mathematical models and human subjects testing. *Cartography and Geographic Information Systems*, 21, 195- 212.
- Mark, D.M., and Egenhofer, M. J., 1995, Topology of prototypical spatial relations between lines and regions in English and Spanish. *Proceedings, Auto Carto 12*, pp. 245-254.
- Mark, D. M., and Egenhofer, M. J., 1996, Common-sense geography: foundations for intuitive geographic information systems. *Proceedings, GIS/L IS'96*.
- Mark, D.M., and Frank, A. U., 1990, *L anguage, cognitive science, and geographic information systems*. Report 90-10 (Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis).
- Mark, D. M., and Frank, A. U., 1991, *Cognitive and L inguistic Aspects of Geographic Space* (Dordrecht, Kluwer).
- Mark, D. M., Frank, A. U., Egenhofer, M. J., Freundschuh, S. M., McGranaghan, M., and White, R. M., 1989, *L anguages of Spatial Relations: Initiative Two Specialist Meeting Report*. Report 89-2 (Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis).
- Mark, D. M., Gould, M. D., and McGranaghan, M., 1987, Computerized navigation assistance for drivers. *The Professional Geographer*, 39, 215- 220.
- Mark, D.M., and McGranaghan, M., 1986, Effective provision of navigation assistance for drivers: A cognitive science approach. *Proceedings, Auto-Carto London, September 14- 19, 2*, 399- 408.
- Mark, D.M., Svorou, S., and Zubin, D., 1987, Spatial terms and spatial concepts: Geographic, Cognitive, and linguistic perspectives. In *Proceedings, International Symposium on Geographic Information Systems: The Research Agenda Crystal City, Virginia, 2*, 101- 112.
- Marr, D., 1982, *V ision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of V isual Information* (New York: Freeman).
- May, M., Paruch, P., and Savoyant, A., 1995, Navigating in a virtual environment with map acquired knowledge: Encoding and alignment effects. *Ecological Psychology*, 7, 21- 36.
- McDermott, D., and Davis, E., 1984, Planning routes through uncertain territory. *Artificial Intelligence*, 22, 107- 156.
- McGranaghan, M., Mark, D.M., and Gould, M. D., 1987, Automated provision of navigation assistance to drivers. *The American Cartographer*, 14, 121- 138.
- McNamara, T. P., 1986, Mental representations of spatial relations. *Cognitive Psychology*, 18, 87- 121.
- McNamara, T. P., and Diwadkar, V. A., 1997, Symmetry and asymmetry of human spatial memory. *Cognitive Psychology*, 34, 160- 190.
- Mersey, J., 1990, Colour and thematic map design: The role of colour scheme and map complexity in choropleth map communication. Monograph 41. *Cartographica*, 27, 1- 157.
- Milgram, S., and Jodelet, D., 1976, Psychological maps of Paris. In *Environmental Psychology*, second edition, edited by H. Proshansky, W. Ittelson and L. Rivlin (New York: Holt, Rinehart and Winston), pp. 104- 124.
- Miller, G. A., 1956, The magical number seven, plus or minus two: Some limits on the capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81- 97.
- Moar, I., and Bower, G. H., 1983, Inconsistency in spatial knowledge. *Memory and Cognition*, 11, 107- 113.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Moar, I., and Carleton, L. R., 1982, Memory for routes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 381- 394.
- Monmonier, M., 1990, Strategies for the visualization of geographic time-series data. *Cartographica*, 27, 30- 45.
- Montello, D. R., 1993, Scale and multiple psychologies of space. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, edited by A. U. Frank and I. Campari (Berlin: Springer-Verlag), pp. 312- 321.
- Montello, D. R., 1997, The perception and cognition of environmental distance: Direct source of information. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Lecture Notes in Computer Science No. 1329, edited by S. C. Hirtle and A. U. Frank (Heidelberg: Springer-Verlag).
- Moore, G., and Golledge, R., 1976, *Environmental Knowing: Theories, Research, and Methods* (Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc).
- Morrow, D.G., Greenspan, S. L., and Bower, G. H., 1987, Accessibility and situation models in narrative comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 165- 187.
- Muehrcke, P., 1973, Visual pattern comparison in map reading. *Proceedings of the Association of American Geographers*, 5, 190- 194.
- Mukerjee, A., and Joe, G., 1990, A qualitative model for space. *Proceedings AAAI*, pp. 721- 727.
- Munro, P., and Hirtle, S.C., 1989, An interactive activation model for priming of geographical information. In *Proceedings 11th Annual Conference Cognitive Science Society*, (Hillsdale: Erlbaum), pp. 773- 780.
- NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis), 1989, The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis. *International Journal of Geographical Information Systems*, 3, 117- 136.
- Neisser, U., 1967, *Cognitive psychology*, (New York: Appleton-Century-Crofts).
- Nelson, E., 1995, Colour detection on bivariate choropleth maps: The visual search process. *Cartographica*, 32, 33- 43.
- Newcombe, N., and Liben, L., 1982, Barrier effects in the cognitive maps of children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 34, 46- 58.
- O'Keefe, J., and Nadel, L., 1978, *The Hippocampus as a Cognitive Map* (Oxford: Clarendon Press).
- Palm, R., 1981, Public response to earthquake hazard information. *Annals of the Association of American Geographers*, 71, 389- 399.
- Patton, D., and Cammack, R., 1996, An examination of the effects of task type and map complexity on sequenced and static choropleth maps. In *Cartographic Design: Theoretical and Practical Perspectives*, edited by C. Wood and P. Keller (London: John Wiley and Sons), pp. 237- 252.
- Peterson, M., 1995, *Interactive and Animated Cartography* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc).
- Peuquet, D. J., 1988, Representations of geographic space: toward a conceptual synthesis. *Annals of the Association of American Geographers*, 78, 375- 394.
- Piaget, J., and Inhelder, B., 1956, *The Child's Conception of Space* (London: Routledge and Kegan Paul).
- Portugali, J., editor, 1996, *The Construction of Cognitive Maps* (Dordrecht: Kluwer).
- Presson, C. C., and Montello, D. R., 1988, Points of reference in spatial cognition: Stalking the elusive landmark. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 65- 79.
- Riesbeck, C. K., 1980, 'You can't miss it': Judging the clarity of directions. *Cognitive Science*, 4, 285- 303.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Robinson, A. H., 1952, *The Look of Maps* (Madison, WI: The University of Wisconsin Press).
- Robinson, A. H., 1960, *Elements of Cartography*, 2nd Edition (New York: John Wiley and Sons).
- Robinson, A. H., and Petchenik, B., 1976, *The Nature of Maps* (Madison, WI: The University of Wisconsin Press).
- Robinson, V. B., Blaze, M., and Thongs, D., 1985, Natural language concepts in geographic data processing systems. In *Proceedings, International Conference on Advanced Technology for Monitoring and Processing Global Environmental Data, London, UK*.
- Robinson, V. B., Blaze, M., and Thongs, D., 1986a, Man-machine interaction for acquisition of spatial relations as natural language concepts. In *Geographic Information Systems in Government*, edited by B. Opitz (Hampton, VA: A. Deepak Press).
- Robinson, V. B., Blaze, M., and Thongs, D., 1986b, Representation and acquisition of a natural language relation for spatial information retrieval. In *Proceedings, Second International Symposium on Spatial Data Handling, Seattle, Washington*, pp. 472- 487.
- Rohrig, R., 1998, *Representation und Verarbeitung von Qualitativem Orientierungswissen* (Sankt Augustin: Infix).
- Rosch, E., 1973, On the internal structure of perceptual and semantic categories. In *Cognitive Development and the Acquisition of Language*, edited by T. E. Moore (New York: Academic Press).
- Rosch, E., 1978, Principles of categorization. In *Cognition and Categorization*, edited by E. Rosch and B. B. Lloyd (Hillsdale, NJ: Erlbaum).
- Rushton, G., 1969, Analysis of spatial behavior by revealed space preference. *Annals of the Association of American Geographers*, 59, 391- 400.
- Rushton, G., 1979, On behavioral and perception geography. *Annals of the Association of American Geographers*, 69, 463- 464.
- Saarinen, T., 1979, Commentary-critique of Bunting-Guelke paper. *Annals of the Association of American Geographers*, 69, 464- 468.
- Sadalla, E. K., Burroughs, W. J., and Staplin, L. J., 1980, Reference points in spatial cognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 516- 528.
- Sadalla, E. K., and Magel, S. G., 1980, The perception of traversed distance. *Environment and Behavior*, 12, 65- 79. *The Varenus Project 773*
- Sadalla, E. K., and Staplin, L. J., 1980a, An information storage model for distance cognition. *Environment and Behavior*, 12, 183- 193.
- Sadalla, E. K., and Staplin, L. J., 1980b, The perception of traversed distance: Intersections. *Environment and Behavior*, 12, 167- 182.
- Schlieder, C., 1993, Representing visible locations for qualitative navigation. In *Qualitative Reasoning and Decision Technologies*, edited by N. Piera Carreta and M. G. Singh (Barcelona: CIMNE), pp. 523- 532.
- Schober, M. F., 1993, Spatial perspective-taking in conversation. *Cognition*, 47, 1- 24.
- Shariff, A. R., Egenhofer, M. J., and Mark, D. M., 1998, Natural-language spatial relations between linear and areal objects: the topology and metric of English-language terms. *International Journal of Geographical Information Science*, 11, 215- 246.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Shepard, R. N., and Podgorny, P., 1978, Cognitive processes that resemble perceptual processes. In *Handbook of Learning and Cognitive Processes*, edited by W. K. Estes (Hillsdale, NJ: Erlbaum), 5, pp. 189-237.
- Sheppard, D., and Adams, J.M., 1971, A survey of drivers' opinions on maps for route finding. *The Cartographic Journal*, 8, 105-114.
- Siegel, A. W., and White, S. H., 1975, The development of spatial representations of large-scale environments. In *Advances in Child Development and Behavior*, edited by H. W. Reese (New York: Academic Press), 10.
- Sinton, D., 1979, The inherent structure of information as a constraint to analysis: Mapped thematic data as a case study. In *Proceedings, First International Study Symposium on Topological Data Structures for Geographic Information Systems*, edited G. Dutton (Spatial Semantics: Understanding and Interacting with Map Data), 7, pp. SINTON/1- SINTON/17.
- Slocum, T., and Egbert, S., 1993, Knowledge acquisition from choropleth maps. *Cartography and Geographic Information Systems*, 20, 83-95.
- Smith, B., and Mark, D. M., 1998, Ontology and geographic kinds. In *Proceedings, Spatial Data Handling 1998*, pp. 308-320.
- Smith, T. R., Peuquet, D., Menon, S., and Agarwal, P., 1987, KBGIS-II: a knowledge-based geographical information system. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 149-172.
- Stevens, A., and Coupe, P., 1978, Distortions in judged spatial relations. *Cognitive Psychology*, 10, 422-437.
- Streeter, L. A., and Vitello, D., 1986, A profile of drivers' map-reading abilities. *Human Factors*, 28, 223-239.
- Streeter, L. A., Vitello, D., and Wonsiewicz, S. A., 1985, How to tell people where to go: Comparing navigational aids. *International Journal of Man/Machine Studies*, 22, 549-562.
- Talmy, L., 1983, How language structures space. In *Spatial Orientation: Theory, Research and Application*, edited by H. L. Pick, Jr. and L. P. Acredolo (New York: Plenum), pp. 225-282.
- Tappe, H., and Habel, C., 1998, Verbalization of dynamic sketch maps: layers of representation in the conceptualization of drawing events. Poster at Cognitive Science Conference 1998.
- Taylor, H. A., and Tversky, B., 1992, Spatial mental models derived from survey and route descriptions. *Journal of Memory and Language*, 31, 261-282.
- Taylor, H. A., and Tversky, B., 1996, Perspective in spatial descriptions. *Journal of Memory and Language*, 35, 371-391.
- Thorndyke, P. W., 1981, Distance estimations from cognitive maps. *Cognitive Psychology*, 13, 526-550.
- Thorndyke, P. W., and Hayes-Roth, B., 1982, Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14, 560-589.
- Thrower, N. J. W., 1972, *Maps and Man: An Examination of Cartography in Relation to Culture and Civilization* (New Jersey: Prentice-Hall Inc).
- Tolman, E. C., 1948, Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208.
- Trowbridge, C. C., 1913, On fundamental methods of orientation and imaginary maps. *Science*, 38, 888-897.
- Tversky, B., 1981, Distortions in memory for maps. *Cognitive Psychology*, 13, 407-433.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Tversky, B., 1992, Distortions in cognitive maps. *Geoforum*, 23, 131- 138.
- Tversky, B., 1993, Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, edited by A. U. Frank and I. Campari (Berlin: Springer-Verlag), pp. 14- 24.
- Tversky, B., 1993, Levels and structures of cognitive mapping. In *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, edited by A. U. Frank and I. Campari (Berlin:Springer-Verlag).
- Tversky, B., 1990, Remembering spaces. In *Handbook of Memory*, edited by E. Tulving and F. I. M. Craik (Oxford: Blackwell).
- Tversky, B., 2001, Spatial schemas in depictions. In *Spatial Schemas and Abstract Thought*, edited by M. Gattis (Cambridge: MIT Press).
- Tversky, B., and Lee, P. U., 1998, How space structures language. In *Spatial Cognition: An Interdisciplinary Approach to Representing and Processing of Spatial Knowledge*, edited by C. Freksa, C. Habel and K. F. Wender (Berlin: Springer-Verlag), pp. 157- 175.
- Ullmer-Ehrich, V., 1982, The structure of living space descriptions. In *Speech, Place and Action*, edited by R. J. Jarvella and W. Klein (New York: Wiley), pp. 219- 249.
- Wender, K. F., 1989, Connecting analog and verbal representations for spatial relations. Paper presented at the 30th Annual Meeting of the Psychonomic Society, Atlanta, Georgia.
- White, G., 1945, *Human Adjustment to Floods: A Geographical Approach to the Flood Problem in the United States*, Research Paper 2 (Chicago: University of Chicago Department of Geography).
- Wilton, R. N., 1979, Knowledge of spatial relations: The specification of information used in making inferences. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 133- 146.
- Wolpert, J., 1964, The decision process in a spatial context. *Annals of the Association of American Geographers*, 54, 537- 558.
- Wright, J., 1947, Terrae Incognitae: The place of imagination in geography. *Annals of the Association of American Geographers*, 37, 1- 15.
- Yeap, W. K., 1988, Towards a computational theory of cognitive maps. *Artificial Intelligence*, 34, 297- 360.
- Zimmermann, K., and Freksa, C., 1993, Enhancing spatial reasoning by the concept of motion. In *Proceedings of the AISB*, edited by A. Sloman et al. (Birmingham, UK: IOS Press), pp. 140- 147.
- Zimmermann, K., and Freksa, C., 1996, Qualitative spatial reasoning using orientation, distance, and path knowledge. *Applied Intelligence*, 6, 49- 58.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

CENTRUL PENTRU NOI ARHITECTURI ELECTRONICE ACADEMIA ROMÂNĂ

PROPUNERE PROGRAM DE CERCETARE 2017-2019

SISTEM MODULAR DE TELEMEDICINĂ

Rezumatul propunerii

Sistemul de sanatate din Romania se confrunta in prezent cu o insuficienta critica atat a resurselor financiare cat si a personalului medical de specialitate. Furnizorii de servicii medicale sunt nevoiti sa ofere servicii cu o calitate cat mai ridicata, in conditiile in care fondurile alocate de Casa de Sanatate sunt reduse iar costurilor serviciilor de sanatate pe pacient sunt in crestere. Sistemul de telemedicină ce va fi conceput si implementat in cadrul acestui program de cercetare va veni cu solutii inovatoare la aceste cerinte contradictorii din cadrul sistemului de sanatate din Romania. Acest sistem de telemedicină va permite ca medicii sa poata oferi de la distanta consultatii pacientilor și să supravegheze procesul de însănătoșire a acestora. Cu ajutorul acestui sistem medicii vor fi degrevați de necesitatea prezentei fizice langa pacienti, iar costul ingrijirii se va reduce fara a scadea nivelul de ingrijire al pacientilor. Sistemul de telemedicină va avea o arhitectura paralela si modulara pentru a realiza simultan functii distincte pentru mai multi pacienti: consultatii de la distanta prin intermediul internetului pentru pacientii și monitorizarea starii de sanatate a acestora. Obiectivele asumate sunt urmatoarele:

1. Sinteza din literatura de specialitate a principalelor caracteristici, funcții și cerințe medicale și ingineresti ale sistemelor de telemedicină
2. Conceperea și proiectarea arhitecturii sistemului de telemedicină
3. Conceperea, proiectarea și implementarea bazei de date pentru înregistrarea online a pacienților
4. Conceperea, proiectarea și implementarea modulului de telemedicină pentru consultarea online a pacienților
5. Integrarea funcțională a modulului de telemedicină cu baza de date pentru înregistrarea online a pacienților



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

6. Definierea unor configurații funcționale de complexități diferite ale sistemului de telemedicină în funcție de particularitățile, și cerințele pacienților.

Obiectiv

Obiectivul principal al programului de cercetare este fundamentarea teoretică, conceperea arhitecturii unui sistem modular de telemedicină.

Colectivul de cercetare

Dr.ing. Monica Dascalu (coordonator)

Dr.ing. Florin Lazo

ing. Elteto Zoltan

dr.mat. Anca Plavitu

Dr.ing. Carmen Moldovan

Dr.ing. Eduard Franti

Drd. Ing. Ioan Ispas

Termen de realizare

15 decembrie 2019

Faze propuse pentru anul I (2017)

Faza I: Sinteza din literatura de specialitate a principalelor caracteristici, funcții și cerințe medicale și ingineresti ale sistemelor de telemedicină

Faza a II-a: Conceperea și proiectarea arhitecturii sistemului de telemedicină

Faze propuse pentru anul II (2018)

Faza a III-a Conceperea, proiectarea și implementarea bazei de date pentru înregistrarea online a pacienților

Faza a IV-a Conceperea, proiectarea și implementarea modulului de telemedicină



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

pentru consultarea online a pacienților

Faze propuse pentru anul III (2019)

- Faza a V-a** Integrarea funcțională a modulului de telemedicină cu baza de date pentru înregistrarea online a pacienților
- Faza a VI-a** Definirea unor configurații functionale de complexități diferite ale sistemului de telemedicină în funcție de particularitățile, și cerințele pacienților.

Stadiul actual al cunoștințelor în domeniu

Sanatatea populației este o problemă ce necesită o permanentă atenție deoarece ea influențează direct forța de muncă care generează progresul societății. Starea de sănătate a populației depinde în mare măsură de calitatea serviciilor medicale, de eficiența intervenției și de măsura în care pot fi consultați și tratați un număr cât mai mare de pacienți simultan. La nivelul țărilor UE, se depun eforturi importante, pentru creșterea nivelului de îngrijire a persoanelor cu diverse dizabilități, concomitent cu menținerea cheltuielilor la nivele suportabile de către societate. Sistemul de sănătate și furnizorii de servicii medicale sunt nevoiți să ofere servicii cu o calitate cât mai ridicată, care să aducă beneficii clinice, în condițiile în care costurile serviciilor de sănătate pe pacient sunt în creștere. Creșterea nivelului de îngrijire a persoanelor cu diverse dizabilități trebuie realizată concomitent cu menținerea cheltuielilor la nivele suportabile de către societate. Pentru soluționarea acestor cerințe drastice și contradictorii, se pot utiliza diverse echipamente și tehnici cu componente informatice și de telecomunicații ce oferă o eficiență marită în tratarea pacienților: același medic (supraveghetor) poate îngriji, în condiții la fel de bune, mai mulți bolnavi și astfel costul îngrijirii se reduce, (fără nici un rabat privind nivelul de îngrijire), medicul fiind degrețat de necesitatea prezenței permanente lângă pacient. Prin intermediul sistemului informatic pacienții vor beneficia totodată și de servicii de telemedicină (consultări la distanță cu medici specialiști prin intermediul internetului). Aceste cercetări aplicative vor fi aliniate permanent la evoluția pieței naționale și internaționale, prin permanenta documentare de către echipele din cadrul partenerilor universitari și de cercetare. Activitățile de cercetare ce vor fi realizate în cadrul acestui program de cercetare vor conduce la crearea de cunoaștere aplicativă în domeniul sistemelor informatice de monitorizare și reabilitare a pacienților. Domeniul sistemelor de telemedicină a cunoscut în ultimii ani o dezvoltare continuă la nivelul țărilor UE, SUA și Japonia. Numeroase colective interdisciplinare de specialiști realizează cercetări în domeniul tehnologiilor pentru telemedicină și fac să se obțină anual în acest domeniu progrese semnificative. Marile centre specializate în realizarea de sisteme de telemedicină se găsesc în Taiwan, Japonia, SUA, Germania și UK.



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

Scopul temei

Proiectul de față urmărește să soluționeze o mare parte din problemele complexe și dramatice ale mai multor categorii de persoane care fie datorită unor dizabilități fie datorită vârstei înaintate, sau datorită lipsei mijloacelor adecvate de deplasare nu pot să ajungă să fie consultate de către medici atunci când au probleme de sănătate. În prezent sistemul medical atât cel din România ca și cele din multe alte țări se confruntă cu o insuficiență critică a resurselor publice și cu o lipsă importantă de personal de specialitate (asistenți medicali și medici de specialitate). În condițiile în care fondurile alocate de Casa de Sănătate sunt reduse iar costurile serviciilor de sănătate pe pacient sunt în creștere sistemul național de sănătate și furnizorii de servicii medicale trebuie să ofere servicii cu o calitate cât mai ridicată. În aceste condiții devine evident că trebuie dezvoltate căi alternative de îngrijire a pacienților, în care medicul este degrevat de necesitatea prezenței permanente lângă pacient și astfel poate îngriji, în condiții la fel de bune, mai mulți bolnavi și fără nici un rabat privind nivelul de îngrijire.

Descriere

Activitățile de cercetare ce vor fi realizate în cadrul proiectului vor conduce la crearea de cunoaștere aplicativă în domeniul de telemedicină pentru monitorizarea pacienților. Modulul de telemedicină pentru consultatii la distanță, vor ajuta pe pacienți să realizeze, sub supravegherea competența a medicilor un tratament personalizat în vederea însănătoșirii lor.

Sistemul de telemedicină ce va fi realizat în cadrul acestui program de cercetare va fi foarte competitiv pe plan local și internațional și va avea un impact deosebit la nivelul agenților economici ce îl vor implementa și apoi comercializa ceea ce va conduce totodată la creșterea competitivității economiei românești. Activitățile din cadrul proiectului vor ajuta atât la pregătirea de varf a tinerilor doctoranzi implicați, cât și la creșterea vizibilității internaționale a cercetării românești. Acest sistem informatic va avea un impact socio - economic foarte mare deoarece va face să crească semnificativ șansele pacienților de a avea o sănătate durabilă.

Activitățile ce vor fi desfășurate în cadrul acestui program sunt următoarele:

- Sinteza din literatura de specialitate a principalelor caracteristici, funcții și cerințe medicale și inginerești ale sistemelor de telemedicină
- Conceperea și proiectarea arhitecturii sistemului de telemedicină
- Conceperea, proiectarea și implementarea bazei de date pentru înregistrarea online a pacienților
- Conceperea, proiectarea și implementarea modulului de telemedicină pentru consultarea online a pacienților



ACADEMIA ROMÂNĂ

SECȚIA DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"

- Integrarea funcțională a modului de telemedicină cu baza de date pentru înregistrarea online a pacienților
- Definirea unor configurații funcționale de complexități diferite ale sistemului de telemedicină în funcție de particularitățile și cerințele pacienților.

Rezultate preconizate

Prin activitățile implicate în îndeplinirea obiectivelor prezentate se vor obține următoarele rezultate măsurabile ale proiectului:

- Arhitectura sistemului de telemedicină
- Modul de telemedicină pentru consultații online
- Baza de date pentru înregistrarea online a pacienților

Valorificarea rezultatelor

Rezultatele intermediare și cele finale ale proiectului, care nu intra sub incidența brevetelor ce vor fi solicitate, vor fi diseminate în cel puțin 3 articole științifice la conferințe internaționale de specialitate sau jurnale internaționale de specialitate, precum:

- *Health IT Summit, IHT4, Atlanta, Institute for Health Technology Transformation, Atlanta, GA, 10-11 april 2017*
- *2015 Annual Biomedical Research Conference, 11–14 November 2018 Seattle, United States*
- *6th International Conference on Biomedical Electronics and Devices (BIODEVICES 2015), January 23 -26, 2019, Badalona, Spain*