



Institut National des Sciences Appliquées de Rouen
Laboratoire d'Informatique de traitement de l'Information et des Systèmes
Universitatea "Babeş-Bolyai"
Facultatea de Matematică și Informatică, Departamentul de Informatică

Rezumatul Extins al TEZEI DE DOCTORAT

Domeniul: Informatică

Susținută de

Ovidiu Șerban

Detecția și Integrarea Feedbackului Afectiv într-un Sistem Interactiv Distribuit

Îndrumători:

Horia F. POP - *Profesor* - Universitatea "Babeş-Bolyai"
Jean-Pierre PÉCUCHE - *Profesor* - INSA de Rouen

1	Introducere	11
1.1	Interacțiunea dintre Om și Calculator	11
1.2	Aspecte Originale ale Tezei	13
1.3	Structura tezei	14
1.4	Lista de lucrări științifice	15
I	Detectarea Feedbackului Afectiv al Utilizatorului	17
2	Detectarea emoțiilor în dialogul uman	19
2.1	Context	20
2.2	Referințe Bibliografice	21
2.2.1	Perspectiva psihologică	21
2.2.2	Perspectiva tehnică	21
2.2.3	Metode de detecția emoțiilor	22
2.3	Detectarea emoțiilor în texte scurte	23
2.4	Modele de clasificare a emoțiilor	25
2.4.1	Rețele cu Auto-Organizare	26
2.4.2	Preprocesare	28
2.4.3	Extragerea caracteristicilor	28
2.4.4	Modelul bazat pe Rețelele cu Auto-Organizare	30
2.4.5	Rezultate	31
2.5	Specificațiile Dialogului	33
2.5.1	Corpusul de opinii Youtube	34
2.6	Detectie Afectivă Multi-Modală	36
2.6.1	Modelul de Clasificare	37
2.6.2	Clasificatorul SVM	37
2.6.3	Bazele de antrenament si testare	38
2.6.4	Extragerea caracteristicilor	39

2.6.5	Rezultate	41
2.7	Discuție	42
3	Resurse lingvistice utilizate în detecția emoțiilor	45
3.1	Context	46
3.2	Referințe Bibliografice	47
3.2.1	Dictionare Afective	47
3.2.2	Extragerea de Clicuri Maximale	48
3.3	Algoritmul DDMCE	53
3.3.1	Notății preliminare	53
3.3.2	Algoritmul	55
3.3.3	Implementarea	59
3.3.4	Experimente	62
3.4	O nouă resursă lingvistică: contextonimele afective	65
3.4.1	SentiWordNet	65
3.4.2	Modelarea contextului cu ajutorul contextonimelor	68
3.4.3	O nouă resursă lingvistică: contextonimele afective cu aplicații în dialogul uman	70
3.4.4	Validare	73
3.5	Discuție	75
II	Sisteme Afective Distribuite	77
4	Interacțiunea Afectivă	79
4.1	Context	80
4.1.1	Experimente cu personaje virtuale	80
4.1.2	Colectarea de corpus	80
4.1.3	Proiectul ACAMODIA	81
4.2	Referințe Bibliografice	81
4.3	Scenariu	83
4.4	OAK	84
4.4.1	Formalizarea scenariului	85
4.4.2	Arhitectură	86
4.5	Rezultate	87
4.6	Discuție	89
5	AgentSlang: O nouă platformă pentru sisteme interactive	91
5.1	Context	92
5.2	Referințe Bibliografice	93
5.3	O nouă platformă pentru sisteme interactive distribuite: MyBlock	98
5.3.1	Principiile unui Sistem Interactiv Distribuit	98
5.3.2	Descrierea platformei	99
5.3.3	Aspecte distribuite ale MyBlock	102

5.3.4	Modelare bazată pe date	104
5.3.5	Componente, Servicii și Administrare	106
5.3.6	Exemple	108
5.3.7	Performanță	110
5.4	Syn!bad	112
5.4.1	Context	113
5.4.2	Exemple	113
5.4.3	Implementare	114
5.5	AgentSlang	117
5.5.1	Componente Sistem	117
5.5.2	Componente de intrare/ieșire	118
5.5.3	Componente pentru procesarea limbajului natural și modelarea dialogului	121
5.5.4	Feedbackul Afectiv	123
5.6	Discuție	125
III Concluzie și Perspective		129
IV Anexe		135
A Sintaxa Syn!bad		137
B DDMCE: Timpul de rulare pentru Grafuri Statice		139
C DDMCE: Timpul de rulare pentru Grafuri Dinamice		141
Bibliografie		143

Cuvinte cheie: *Feedback Afectiv, Interacțiune dintre Om și Calculator, Detecția Emoțiilor Umane, Dicționare Contextualizate, Medii Digitale de Povestire, Sisteme Interactive Distribuite*

Interacțiunea dintre Om și Calculator

Interacțiunea presupune, în general, o influența continuă și reciprocă între doi indivizi. Dint-o altă perspectivă, ea poate fi privită ca un joc în care un partener acționează, iar celălalt reacționează. În informatică, interacțiunea are loc între om și calculator. De-a lungul istoriei, acest proces a evoluat de la o comunicare într-un singur sens, unde calculatorul doar execută unele comenzi, la o comunicare bidirecțională, unde sistemul informatic are rol de partener. Protocolul de comunicare se schimbă, de asemenea, de la viziunea clasică, imperativă (de tip *master-slave*) către un mediu colaborativ.

În general, atunci când calculatorul joacă rolul de executor, canalele de intrare ale unui sistem sunt formalizate ca simple butoane acționate de utilizator, acestea fiind totodată suficiente pentru a asigura un nivel acceptabil al comunicației. Recent, interacțiunea devine mult mai intuitivă, iar intrările sistemului se transformă într-o fuziune de semnale audio, gesturi sau măsurători fizice (cum ar fi accelerația, viteza, orientarea). Butoanele joacă în continuare un aspect important în acest proces datorită acurateții lor, dar totul migrează încet înspre o interacțiune mult mai naturală.

Din perspectiva calculatorului, interfața grafică s-a schimbat continuu: începând cu terminalele text, trecând la interfețele grafice și ajungând la unele mult mai intuitive, cum ar fi, interfețele de dialog om-mașina. În acest sens, disciplina numită Inteligența Ambientă (*Ambient Intelligence - AmI*) modelează scenarii complexe unde calculatorul este capabil să controleze mediul într-un mod natural (ex: să controleze lumina ambientală, să execute diverse acțiuni zilnice sau să comunice cu ajutorul limbajului natural) [52, 173]. În general, calculatorul poate să aibă o imagine personificată virtuală (ex: un Agent Conversațional Animat (*Embodied Conversational Agent - ECA*) [155, 40] sau fizică (ex: un robot [64]). Mai mult, acesta poate să aibă o personalitate [175]. În mod formal, vom utiliza, de-a lungul acestei teze, termenul de *agent* pentru a descrie o entitate inteligentă, cum este un sistem interactiv.

Abordările actuale descriu interacțiunea om-mașină ca o colaborare bazată pe dialog [6]. Atât interacțiunea cât și dialogul implică un schimb divers de informații între cel

puțin două entități. Diversitatea canalelor de intrare se referă la posibilitatea de a utiliza schimbul de informații multi-modale în procesul de comunicare: limba vorbită, gesturi, posturi, vocalizare. Principala diferență dintre cele două aspecte este faptul că, de obicei, dialogul implică un management al cunoștințelor, iar interacțiunea poate fi strict reactivă. Până în prezent, au fost propuse modele mai simple, de dialog reactiv, fără a fi suficiente pentru a asigura un nivel de comunicare bun [137]. În această teză, ne referim la *dialog* ca un model în care este implicat anumit nivel de planificare a răspunsului și management al cunoașterii, și la a *interacțiune* ca un model reactiv.

Atât dialogul cât și modele de interacțiune implică detectarea și generarea feedbackului. În orice moment, mai multe nivele de feedback-ul pot apărea în procesul de schimb de informații [37, 8]. Acestea includ: feedback-ul perceptiv (pozitiv în cazul în care limbajul vorbit poate fi transcris cu succes, negativ în caz de eșec), feedback-ul de interpretare (pozitiv în cazul în care fraza poate fi interpretată în mod corect, în conformitate cu regulile ce descriu sistemul, negativ în cazul unei interpretări greșite) sau feedback-ul de execuție (pozitiv în cazul în care este generat un răspuns satisfăcător la o întrebare adresată sistemului, negativ altfel). Dintre acestea, o categorie specială de feedback este reprezentată de emoțiile umane. Ele nu acționează doar la un anumit nivel, descris anterior, dar le poate influența pe toate. De exemplu, o emoție negativă în contextul unui eșec de percepție poate influența stilul de răspuns. În loc de a răspunde cu o frază simplă, cum ar fi: „*Îmi pare rău, dar nu înțeleg*”, agentul ar putea construi, de asemenea, o soluție pentru problema de percepție: „*Îmi pare rău, dar nu înțeleg. Aș putea crește volumul microfonului și v-aș putea permite să încercați din nou.*”. În acest exemplu, sistemul este capabil să detecteze frustrarea, ca emoție negativă și să propună o soluție în locul unui simplu mesaj de eroare.

Modelarea Bazată pe Emoții

În această perspectivă, R. W. Picard este unul dintre pionierii Calculului Afectiv, introducând o nouă perspectivă tehnică asupra acestei discipline [152]. Pentru a crea interfețe om-calculator mai interactive, autoarea a propus integrarea modelelor emoționale în abordărilor existente. Problema a fost descrisă nu doar ca o strictă detecție sau un model de simulare, dar ca una cu limite foarte ambigue între concepte. Una dintre provocările subliniate de către Picard este că astfel de sisteme ar putea echilibra rata de detecție a emoțiilor în favoarea satisfacției a utilizatorului.

Potrivit dicționarului Oxford [143], ediția online, o emoție este un sentiment puternic care rezultă în anumite circumstanțe, ca o stare de spirit, sau în relațiile cu cei din jur. Pe de altă parte, opiniile sunt convingerile sau punctele de vedere ale unui grup (o majoritate a oamenilor). Dintr-o perspectivă generală, o emoție este mult mai complexă și mai ambiguă decât o opinie. De obicei, în domeniul extragerii automate a opiniilor, literatura se referă la valența (negativă sau pozitivă) unei opinii [28], care reprezintă un model simplificat de intensitate afectivă.

Din punct de vedere psihologic, P. Ekman a propus modelul său afectiv [56, 54] folosind doar șase emoții de bază, considerate universale și ușor de recunoscut în în-

treaga lume: furia, dezgustul, frica, bucuria, tristețea și surpriza. Această lucrare este fundamentul teoriei universalității [45], în care se afirmă că toate ființele vii își exprimă emoțiile în același mod. W. James este unul dintre cei doi pionieri în domeniul percepției fiziologice a emoțiilor, fundația celor mai multe dintre tehnicile de procesare automată a semnalului afectiv [92].

Chiar cu unele controverse, mai multe organizații inter-disciplinare Europene au decis să lanseze proiecte ambițioase, cum ar fi Consorțiul HUMAINE [86], care au ca scop conectarea diferitelor comunități de cercetare, care lucrează pe ideea cercetării centrate pe om. Faza inițială a proiectului s-a încheiat cu lansarea bazei de date HUMAINE [49], care conține un corpus video adnotat cu diverse etichete afective. În plus, acest corpus conține un set de bază de instrumente necesare pentru analiza datelor. Proiectul continuă ca o rețea de excelență mondială, cu o largă rețea de cercetători implicați.

Recent, consorțiul Semaine, ca parte din rețeaua de excelență Humaine, a terminat un proiect care se concentrează pe aspectul de detectare multi-modală a emoțiilor [175]. Sistemul de tip SAL (*Sensitive Artificial Listener*), propus de Semaine, este capabil să detecteze emoțiile umane bazându-se pe gesturi și mai multe caracteristici ale limbajului vorbit. Mai mult, AVEC [179] propune o serie de corpusuri adnotate pentru a rezolva aceeași problemă.

Aspecte originale ale acestei teze

Nici una din lucrările prezentate anterior nu se concentrează pe nivelul semantic al dialogului. Oamenii, în interacțiunea de zi cu zi, folosesc limbajul natural pentru a face schimb de informații. Nivelul semantic corespunde informațiilor transmise, **ce** anume este expus. Gesturile, posturile și caracteristicile vocale sunt legate de stilul de transmisie, sau **cum** anume lucrurile sunt transmise. Suntem de acord că fuziunea de caracteristici multi-modale este o sarcină dificilă, dar de asemenea, susținem în continuare că partea semantică a comunicării trebuie să joace un rol important în procesul de detecție: **ce** se înțelege și **cum** anume se transmite informația trebuie să fie considerate împreună.

În prezent, contextul semantic al cuvintelor afective este foarte slab exploatat. Când se face, în cele mai multe cazuri, sunt propuse resurse lingvistice adnotate manual. Noi sugerăm o abordare care introduce contextul în dicționarele afective, acesta fiind generat automat folosind resurse lingvistice disponibile gratuit pe internet.

Pentru a face calculatoarele să „înțeleagă” emoțiile umane [152], algoritmi care se ocupă cu detectarea și simularea afectivă trebuie integrați într-un sistem unificat. Mai mult decât atât, multe dintre problemele privind sistemele de interacțiune afectivă sunt în prezent rezolvate (parțial sau integral). Prin urmare, integrarea tuturor acestor componente într-o platformă unificată devine o prioritate. Propunerea noastră, AgentSlang, este construită în jurul ideii de integrare de componente și oferă o arhitectură pentru acest scop. Cu toate că această platformă este un prototip, dar chiar și așa, acest proiect rămâne una dintre cele mai importante contribuții ale acestei lucrări.

Obiective pe termen lung

Inteligența se caracterizează prin capacitatea de a dobândi și de a aplica cunoștințe și abilități [143]. Construirea unui agent inteligent, descris de aceste abilitati, este o sarcină foarte dificilă. Cu toate acestea, un astfel de comportament poate fi simulat prin integrarea unor mecanisme de detectare a feedback-ului, care ar face întregul sistem mai interactiv [152].

Scopul final al acestei lucrări este de a construi un mediu interactiv natural, prin folosirea unor Agenți de Conversație Animați sau Roboți. Abordările propuse sunt reactive, bazate pe extragerea unor caracteristici semantice și emoții detectate într-un context multi-modal. Utilizarea afecturilor ar putea crește interactivitatea sistemului, acestea fiind capabile să ofere un feedback în timp real unui model de dialog.

Structura tezei

Această teză investighează două mari direcții de cercetare: cea a algoritmilor ce pot fi folosiți pentru detecția emoțiilor unui utilizator sau pentru construcția unor resurse lingvistice afective, și sisteme bazate pe paradigme de interacțiune. Figura 1 prezintă structura detaliată a acestei teze, cu legăturile dintre diverse capitole.

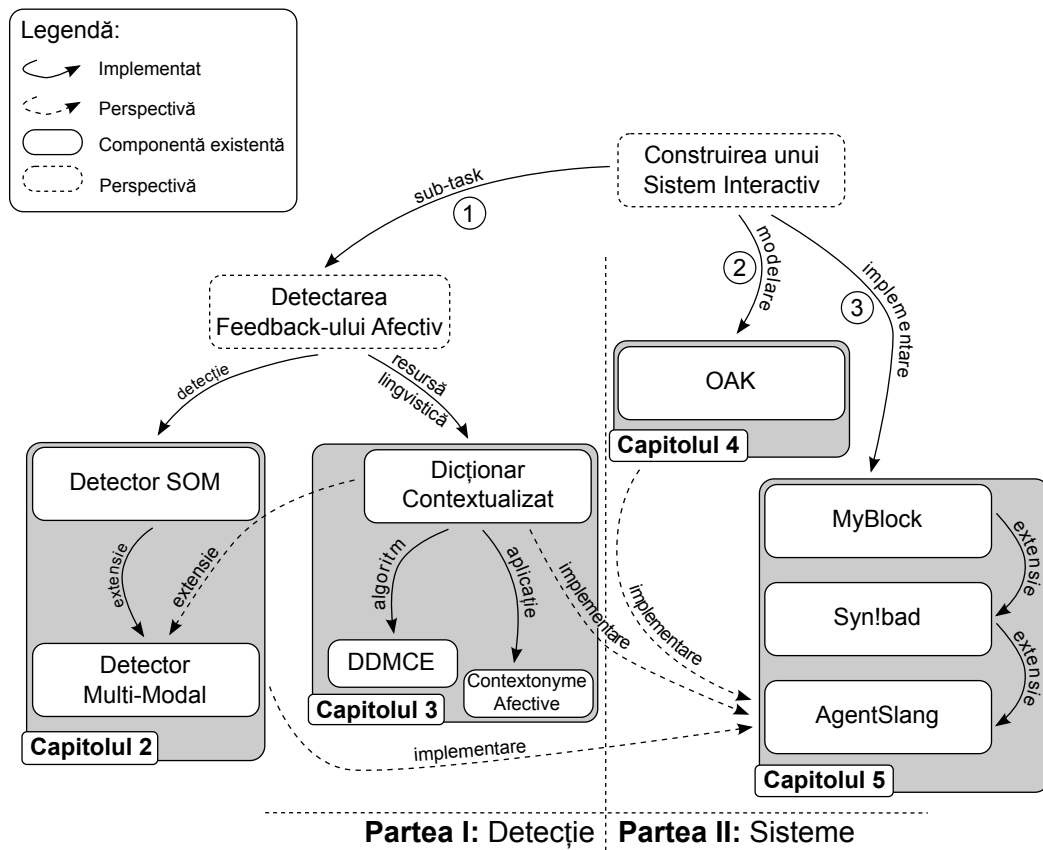


Figura 1: Structura tezei și legăturile între capitole/componente

După cum a fost discutat înainte, scopul acestei teze este construirea unui sistem

interactiv care folosește feedback afectiv pentru a spori interactivitatea. Pentru a realiza acest lucru, câteva aspecte importante trebuie discutate:

- ① Problema interacțiunii este strâns legată de detectia emoțiilor utilizatorului, aceasta fiind una dintre părțile importante ale tezei.
- ② Din cauza lipsei unui corpus de interacțiune adecvat, un experiment care să colecteze aceste date a trebuit să fie condus.
- ③ Arhitectura unui sistem interactiv este propusă pentru a integra toți algoritmi propuși în această teză.

Problema de detectare a feedback-ului afectiv este abordată în primul rând cu ajutorul unui algoritm bazat pe Rețele cu Auto-Organizare (*Self Organizing Maps - SOM*) (C9). Această abordare a condus la un al doilea algoritm, care utilizează caracteristici multi-modale antrenate cu o Mașina de Vectori Suport (*Support Vector Machines - SVM*), pentru a detecta emoțiile (C3). Aceste modele sunt descrise în **Capitolul 2**.

În timpul dezvoltării algoritmului SOM, s-a observat că resursele lingvistice existente nu sunt suficient de precise pentru a fi utilizate în probleme de detectare afectivă. Prin urmare, am dezvoltat o nouă metodologie pentru a crea un dicționar afectiv bazat pe context (c2) (C6) (P1). În primul rând, un nou algoritm de explorare a clicurilor unui graf a fost dezvoltat (j1) (C7), care a fost aplicat apoi pe un corpus de subtitrări, adnotat cu valențe extrase din SentiWordNet [11]. Toate aceste abordări sunt descrise în **Capitolul 3**. În viitor, această resursă ar putea fi folosită ca dicționar pentru construirea unui detector afectiv multi-modal, similar cu cel descris în **Capitolul 2**.

Pe partea de sisteme, **Capitolul 4** face o scurtă descriere a protocolului, formalizat ca un scenariu de tip „Magician din Oz” (*Wizard of Oz*), folosit pentru a colecta scenarii de interacțiune într-un mediu de povestire. Aspectele tehnice ale experimentului sunt descrise prin prezentarea unui toolkit de adnotare online (OAK) (C1) (D1). Mai multe rezultate bazate pe teorii psihologice sunt prezentate pentru a susține ipoteza noastră, aceea că interacțiunea dintre un copil și un avatar are caracteristici similare cu interacțiunea dintre un copil și un adult în video conferință (C4) (C5).

Capitolul 5 prezintă arhitectura proiectelor AgentSlang și MyBlock (C8). Acestea sunt sisteme care permit o modelare facilă bazată pe componente, pentru a construi agenți care folosesc în procesul de interacțiune mai multe canale de feedback. În plus, modulul Syn!bad este descris pentru partea de extragere de cunoștințe.

În viitor, modelul de interacțiune obținut pe baza datelor culese cu platforma OAK ar putea fi compilat într-un model de reactiv, integrat în AgentSlang. Algoritmii de detectare a emoțiilor folosind caracteristici multi-modale și dicționarul afectiv contextualizat ar putea fi de asemenea integrate.

Lista de lucrări științifice

Reviste

- (j1) **O. Șerban**, A. Pauchet, A. Rogozan, and J-P. Pecuchet. DDMCE: a Dynamic Distributable Maximal Clique Algorithm, *Special Issue of International Journal of Social Network Mining*. 2013. (submitted)

Conferințe

- (c1) **O. Șerban**, A. Pauchet, A. Bersoult, and E. Chanoni. Tell me a story: A comparative study of child interaction with virtual characters and adults, *Thirteenth International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA)*. 2013. (submitted)
- (c2) **O. Șerban**, A. Pauchet, A. Rogozan, and J-P. Pecuchet. Modelling context to solve conflicts in SentiWordNet, *The fifth biannual Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*. 2013. (submitted)
- (c3) **O. Șerban**, G. Castellano, A. Pauchet, A. Rogozan, and J-P. Pecuchet. Fusion of Smile, Valence and N-Gram features for automatic affect detection, *The fifth biannual Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*. 2013. (submitted)
- (c4) A. Pauchet, F. Rioult, E. Chanoni, Z. Ales and **O. Șerban**. Advances on Dialogue Modelling Interactive Narration Requires Prominent Interaction and Emotion, In Joaquim Filipe and Ana Fred, editors, *Proceedings of the 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, volume 1, pages 527–530, SciTePress, 2013.
- (c5) A. Pauchet, F. Rioult, E. Chanoni, Z. Ales and **O. Șerban**. Modélisation de dialogues narratifs pour la conception d'un ACA narrateur, *Proceedings of the WACAI 2012 - Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction*, 8 pages, 2012.
- (c6) **O. Șerban**, A. Pauchet, A. Rogozan and J-P. Pecuchet. Semantic Propagation on Contextonyms using SentiWordNet, *Proceedings of the WACAI 2012 - Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction*, 7 pages, 2012.
- (c7) **O. Șerban**, A. Pauchet, A. Rogozan and J-P. Pecuchet. DDMCE : recherche de cliques maximales dans des graphes dynamiques de grande taille, *Proceedings of the 3ième Journée thématique : Fouille de grands graphes*, 5 pages, 2012.
- (c8) Z. Ales, G. Dubuisson Duplessis, **O. Șerban** and A. Pauchet. A Methodology to Design Human-Like Embodied Conversational Agents, *Proceedings of the 1st International Workshop on Human-Agent Interaction Design and Models*, pages 34-49, 2012.

- (c9) **O. Șerban**, A. Pauchet, and H.F. Pop. Recognizing emotions in short text. In Joaquim Filipe and Ana Fred, editors, *Proceedings of the 4th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, volume 1, pages 477–480. SciTePress, 2012.

Demonstrații

- (d1) **O. Șerban** and A. Pauchet. OAK: The Online Annotation Kit, *Proceedings of the WACAI 2012 - Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction*, 2 pages, 2012.

Postere

- (p1) **O. Șerban**, Adding affective states to contextonyms, *International Workshop on Voice and Speech Processing in Social Interactions*, Glasgow, UK, 2011

Interacțiunea dintre om și calculator pornește de la modalitățile clasice și migrează încet spre un mediu mult mai natural, unde omul are posibilitatea să utilizeze exprimarea orală pentru a relaționa cu calculatorul. Pentru a „înțelege” pe deplin intențiile umane, calculatorul ar trebui să fie capabil să detecteze emoțiile și să reacționeze corespunzător. Această lucrare se concentrează pe câteva probleme legate de emoțiile umane, acoperind aspecte legate de la detecție până la integrarea tuturor acestor elemente într-un Sistem Interactiv Distribuit.

Emoțiile umane descriu un concept vag care variază de la un individ la altul. Din perspectiva calculatorului, acest lucru face ca problema detecției lor să fie mult mai dificilă. Pentru a rezolva problema detecției emoțiilor, propunem trei abordări diferite: o metodă de detecție bazată pe Rețele cu Auto-Organizare (*Self Organizing Maps - SOM*), un clasificator de valență bazat pe caracteristici multi-modale antrenate cu o Mașina de Vectori Suport (*Support Vector Machines - SVM*) și o tehnică de rezolvare automată a conflictelor semantice dintr-un cunoscut dicționar afectiv (*SentiWordNet*). Totodată, din perspectiva tehnică a lucrării, propunem soluții la două probleme legate de interacțiunea dintre om și calculator: un experiment realizat într-un mediu de tip „Magicianul din Oz” (*Wizard of Oz*) pentru observarea reacțiilor unor copii la ascultarea unei povești și o arhitectură pentru realizarea unui Sistem Interactiv Distribuit.

Prima metodă de detecție propusă este bazată pe un model de rețele neuronale: Rețele cu Auto-Organizare. Acestea sunt ușor de antrenat, dar foarte utile în cazurile de clasificare cu anotări vagi sau imprecise. Metoda funcționează doar pentru date de tip text și utilizează un Analizor Semantic Latent (*Latent Semantic Analyser - LSA*) pentru extragerea caracteristicilor bazate pe vectori suport de talie mare. Problema este abordată din perspectiva unui algoritm de instruire automată, iar validarea este efectuată pe un corpus propus pentru recunoașterea semantică a emoțiilor: SemEval 2007, problema 14. Experimentul a dus la realizarea unui model de clasificare care oferă un echilibru între precizie și acuratețe.

În continuare, în același context de instruire automata, realizăm un studiu pe o serie de caracteristici multi-modale extrase folosind un corpus Youtube. Zâmbetul,

considerat în acest caz un parametru numeric discret, e fuzionat cu o serie de alte caracteristici extrase din text. În acest experiment, studiem influența zâmbetului combinat cu alte caracteristici, antrenate cu o Mașină de Vectori Suport pe două nivele. Această configurație ne oferă posibilitatea de a studia în detaliu procesul de clasificare și, totodată, de a obține cele mai bune rezultate pe corpusul propus.

Domeniul de detecție automată a emoțiilor umane e concentrat pe două axe principale: găsirea de algoritmi de detecție performanți și construirea de dicționare afective. Interesul nostru este axat pe ambele aspecte, iar prima problemă este abordată de algoritmi descriși anteriori. Pentru a scădea numărul de conflicte semantice a unei resurse lingvistice existente (dicționarul SentiWordNet) am introdus un nou concept bazat pe contextul unui cuvânt. Acesta presupune construirea unui graf de context, numit contextonym, utilizând un corpus de subtitrări. Aplicând această tehnică am reușit să scădem numărul de conflicte semantice, păstrând neschimbată talia dicționarului. Scopul nostru final este să construim un dicționar afectiv de mari dimensiuni, care poate fi utilizat în rezolvarea problemelor de clasificare automată. Scăderea numărului de inconsistențe în acest dicționar va crește în mod direct precizia metodelor care îl folosesc.

Contextonyme sunt clicuri într-un graf bazat pe coocurențe de cuvinte, acestea având o relație puternică între ele, similară sinonimiei. Algoritmul folosit pentru extragerea clicurilor a fost conceput pentru a construi graful de contextonyme, deoarece nici un algoritm existent nu putea face față volumului mare de date și caracterului dinamic al acestora. Propunerea noastră, Algoritmul Dinamic și Distribuabil pentru Explorarea Clicurilor Maximale (*Dynamic Distributable Maximal Clique Exploration Algorithm - DDMCE*), a fost validat cu succes pe mai multe baze de date conținând grafe generate aleator.

Din perspectiva tehnică a tezei, problema interacțiunii dintre copil și calculator este abordată prin prisma unui mediu de povestire digital. Din punct de vedere psihologic acest experiment constituie o validare a angajamentului în interacțiune dintre copil și un personaj virtual. Aspectele tehnice ale acestui experiment au condus la dezvoltarea unei noi platforme (OAK), bazată pe o metodologie de tip „Magicianul din Oz”, care permite totodată anotarea în timp real a datelor. Acest mediu ajută la prototipizarea și construcția unor noi modele reactive de dialog, care pot fi integrate în viitorul nostru sistem.

Al doilea aspect tehnic al acestei teze presupune construirea unei noi arhitecturi pentru un Sistem Interactiv Distribuibil. Acesta este centrată în jurul ideii de modelare bazată pe componente, cu o structură suficient de simplă pentru a permite integrarea unor algoritmi existenți. Platforma propusă oferă câteva componente pentru extragerea conceptelor, managementul reactiv al dialogului sau detectarea feedbackului afectiv, în plus față de componente clasice, oferite de alte sisteme, cum ar fi: Recunoaștere Vocală sau Sinteză Vocală. Toți algoritmi prezentați anterior pot fi integrați în acest sistem sub formă de componente.

Problemele vizate de această teză sunt legate de diferite probleme de Calcul Afectiv și Interacțiune. În consecință, calculatorul ar trebui să fie capabil să detecteze emoțiile umane și să reacționeze corespunzător.

Partea de Calcul Afectiv a acestei teze este reprezentată de mai multe algoritmi de detecție: o metodă de clasificare de emoții bazată pe caracteristici text folosind Rețele cu Auto-Organizarea și un clasificator de valență bazat pe caracteristici multi-modale și o Mașină de Vectori Suport. Mai mult, pe baza unei observații făcute în cursul dezvoltării algoritmilor de clasificare, și pe baza faptului că unul dintre dicționarele reprezentative pentru analiza sentimentelor (SentiWordNet) are un număr mare de conflicte, ne-am propus, de asemenea, o metodă de a rezolva aceste conflicte. Din perspectiva interacțiunii, această teză abordează două aspecte: un experiment creat pentru colectarea de date interactive, într-un mediu de povestire și o arhitectură pentru un sistem interactiv distribuit.

Detecția Feedback-ului Afectiv

Domeniul de detecție a emoțiilor umane se concentrează pe două aspecte majore: crearea de algoritmi mai performanți de detecție și construirea unor dicționare afective mai precise. Ambele aspecte au fost abordate în această teză.

Primul nostru experiment se bazează pe o Rețea cu Auto-Organizarea, fiind ușor de antrenat, dar foarte versatil pentru clasificare ambiguă. Am folosit o metodă de extragere de caracteristici utilizând un Analizor Semantic Latent pe text, care a servit ca suport pentru clasificatorul nostru. Abordarea a fost validată pe un corpus bine cunoscut pentru recunoașterea semantică a emoțiilor: SemEval 2007, problema 14. În acest scop, am reușit să obținem un model care oferă un bun echilibru între precizie și acuratețe, pentru corpusul dat.

Această primă abordare utilizează doar text pentru a extrage caracteristici. Mai multe studii recente în Calculul Afectiv propun abordări multi-modale. Al doilea experiment este realizat ca un studiu de clasificare multi-modal pe un corpus Youtube. Zâmbetul, considerat ca o caracteristică numerică, este fuzionat cu mai multe caracte-

teristici extrase din date de tip text. În acest scop, generăm diferite configurații de caracteristici pentru a studia influența zâmbetului. Aceste caracteristici sunt utilizate cu o Mașină de Vectori Suport liniară, pe două nivele, care oferă posibilitatea de a studia mai în detaliu procesul de clasificare. Pe corpusul Youtube, prin utilizarea acestei abordări, am reușit să obținem rezultate mai bune față de Morency et al. [126], cu o metodă care este suficient de rapidă pentru a fi utilizată într-un sistem interactiv.

Cele mai multe probleme în ceea ce privește precizia de clasificare în Calculul Afectiv sunt legate cu dicționarele folosite. Acestea sunt fie construite manual, cu o dimensiune prea mică pentru a acoperi toate cazurile semantice, sau foarte mari în dimensiune, dar cu un număr mare de conflicte interne. Reducerea numărului de neconcordanțe într-un dicționar îmbunătățește în mod direct precizia metodei care îl folosește. Ne-am propus să reducem numărul de neconcordanțe într-un dicționar existent (SentiWordNet) prin introducerea contextului. Contextul este modelat ca un graf contextonime, construit folosind o bază de date de subtitrări. Am reușit să obținem o rată de conflicte scăzută, păstrând în același timp dimensiunea dicționarului. Prin utilizarea metodei noastre, reușim să obținem un dicționar afectiv contextualizat de mari dimensiuni care poate fi folosit pentru probleme de clasificare a emoțiilor.

Contextonymul este modelat ca o relație semantică puternică între termenii, similar cu sinonimia. De fapt, acestea sunt clici într-un graf de cuvinte. Deoarece nici unul dintre algoritmi existenți nu putea manipula structuri de date mari și dinamice, algoritmul de extragere a clicurilor utilizat în acest scop a fost conceput special pentru această problemă. Propunerea noastră, Algoritmul Dinamic și Distribuabil pentru Explorarea Clicurilor Maximale (*Dynamic Distributable Maximal Clique Exploration Algorithm - DDMCE*), a fost validat cu succes pe diferite baze de date generate aleator. Unul dintre punctele forte ale acestui algoritm este abordarea problemei de prelucrare într-un mod distribuit pe date mari și dinamice. Mai mult, cea mai importantă validare este capacitatea de a procesa cu succes datele necesare pentru a genera modelul nostru contextonime.

Sisteme Interactive Afective

Din perspectiva interacțiunii, pentru a obține un corpus în scopul studierii problemei interacțiunii copil-mașină, am creat un mediu inovator de povestire. Din punct de vedere psihologic, acest experiment este o validare a angajamentului dintre un copil și un personaj virtual. Am măsurat diferența dintre o configurație cu caracter virtual ca narator și un psiholog în mod video conferință, folosind diferite caracteristici de comunicare. Singura diferență observată între cele două situații este dată de modalitatea de comunicare. Acest experiment, duce la dezvoltarea unei noi platforme de tip „Magicianul din Oz” (OAK), care permite adnotarea online a datelor. Acest mediu permite proiectarea unor modele diferite de dialog reactiv, care pot fi testate și integrate în viitorul nostru sistem.

Aspectul final al acestei teze este propunerea unei noi arhitecturi pentru realizarea unui sistem interactiv distribuit. Folosind o abordare de design bazată pe componente,

propunem o structură de componente simplă și eficientă, care permite integrarea oricărui algoritm existent. Am propus, de asemenea, o serie de componente pentru extragerea de cunoștințe (Syn!bad), managementul dialogului reactiv și de detectarea feedback-ului afectiv.

Perspective

Din punctul de vedere al detecției afective, abordările multi-modale ar trebui investigate în continuare. Experiența noastră cu proiectul ACAMODIA a arătat că, în practică, nici o modalitate de interacțiune nu e mai importantă decât alta. În experimentul de interacțiune în cadrul narațiunii, feedback-ul este recuperat folosind limbajul vorbit, gesturile, posturile, zâmbetul sau din mișcarea ochilor. În cele mai multe situații, feedback-ul este recuperat numai folosind o singură modalitate, în timp ce celelalte fie lipsesc sau sunt ocluzate. De exemplu, un fenomen ocluzie în discurs apare atunci când un zgomot acoperă dialogul, ceea ce face recunoașterea vocală imposibilă. Un fenomen ocluzie la gesturi apare, de exemplu, într-o situație în care fața este acoperită de mâna utilizatorului. Lucrul cu copii face ca această problemă să fie mult mai dificilă, deoarece toate aceste probleme apar cu o frecvență ridicată.

La problema soluționării conflictelor în dicționare, abordarea noastră actuală folosește subtitrări pentru a compila un model de dialog informal. În viitor, pentru a acoperi diferite stiluri lingvistice un graf de context corespunzător ar putea fi construit. Acest lucru ar putea îmbunătăți rezultatele de detectare pentru mediile lingvistice formale. În cele din urmă, o structură context de mare poate fi compilată, cu cuvintele grupate pe stiluri lingvistice, domeniu și părți de vorbire. Fiecare dintre aceste propuneri ridică probleme legate de domeniul prelucrării datelor de mari dimensiuni, care nu au fost discutate în această teză.

Sistemul AgentSlang oferă o bază solidă pentru construirea platformelor afective interactive. Cu toate acestea, numărul de componente oferite trebuie să crească. În prezent, propunem cel puțin un element reprezentativ pentru a rezolva fiecare problemă din modelul nostru de design. Modulul de management dialog, una dintre părțile critice ale propunerii noastre, este în prezent doar o abordare reactivă. Modelul bazat pe stări tranzitive, elaborat în cadrul Proiectului ACAMODIA trebuie să fie integrate, de asemenea. Mai mult, un management mult mai complex bazat pe Teoria Jocurilor în modele de Dialog [51], similar cu propunerea noastră din Ales et al. [6], ar putea fi dezvoltat.

Propunerea noastră finală, MyBlock a fost validată doar în termeni de performanță față de un sistem similar, platforma Semaine. Validarea din punct de vedere tehnic este doar primul pas și un studiu mai amplu despre nevoile de integrare și acceptare va fi efectuat cu utilizatori umani. În acest scop, ne propunem două direcții: *a*) un demonstrator utilizând doar detector de feedback afectiv și capacitatea de sinteză vocală, cu un management al dialogului reactiv, similar cu Semaine *b*) un sistem de management de dialog complex, bazat pe proiectul ACAMODIA sau Teoria Jocurilor în modele de Dialog [6, 51]. Prima direcție ne permite să comparăm platforma noastră cu Semaine,

folosind același scenariu. În timp ce cea de a doua abordare este mult mai complexă și integrează toate componentele dezvoltate în prezent (de exemplu: detectarea feedbackului afectiv, extragerea cunoștințelor, managementul dialogului). Acest studiu poate fi efectuat într-un mediu de povestire, similar cu ACAMODIA, sau un scenariu deschis, similar cu *“How was your day ?”* propus de proiectul Companions.

- [1] Pauchet A., Rioult F., Chanoni E., Ales Z., and Şerban O. Advances on dialogue modelling interactive narration requires prominent interaction and emotion. In Joaquim Filipe and Ana Fred, editors, *Proceedings of the 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, volume 1, pages 527–530. SciTePress, 2013.
- [2] Steven Abney. Parsing by chunks. *Principle-based parsing*, 44:257–278, 1991.
- [3] Amel Achour, Marc Le Tallec, Sébastien Saint-Aimé, Brigitte Le Pévédic, Jeanne Villaneau, J-Y Antoine, and Dominique Duhaut. Emotirob: from understanding to cognitive interaction. In *Mechatronics and Automation, 2008. ICMA 2008. IEEE International Conference on*, pages 369–374. IEEE, 2008.
- [4] C.C. Aggarwal, J.B. Orlin, and R.P. Tai. Optimized crossover for the independent set problem. *Operations Research*, 45(2):226–234, 1997.
- [5] EA Akkoyunlu. The enumeration of maximal cliques of large graphs. *SIAM Journal on Computing*, 2:1, 1973.
- [6] Z. Ales, G. Dubuisson Duplessis, O. Şerban, and A. Pauchet. A methodology to design human-like embodied conversational agents. *Proceedings of the 1st International Workshop on Human-Agent Interaction Design and Models*, pages 34–49, 2012.
- [7] V. Alfred. Algorithms for finding patterns in strings. *Handbook of Theoretical Computer Science: Algorithms and complexity*, 1:255, 1990.
- [8] Jens Allwood. An activity based approach to pragmatics. *Abduction, belief and context in dialogue: Studies in computational pragmatics*, pages 47–80, 2000.
- [9] C.O. Alm, D. Roth, and R. Sproat. Emotions from text: machine learning for text-based emotion prediction. In *Proceedings of the conference on Human Language Technology and Empirical Methods in Natural Language Processing*, pages 579–586. Association for Computational Linguistics, 2005.

- [10] Apple. Siri. <http://www.apple.com/ios/siri/>, March 2013.
- [11] S. Baccianella, A. Esuli, and F. Sebastiani. Sentiwordnet 3.0: An enhanced lexical resource for sentiment analysis and opinion mining. In *Seventh conference on International Language Resources and Evaluation, Malta. Retrieved May*, volume 25, page 2010, 2010.
- [12] E. Balas and W. Niehaus. Optimized crossover-based genetic algorithms for the maximum cardinality and maximum weight clique problems. *Journal of Heuristics*, 4(2):107–122, 1998.
- [13] O. Bälter, O. Engwall, A.-M. Öster, and H. Kjellström. Wizard-of-oz test of artur: a computer-based speech training system with articulation correction. In *Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 36–43. ACM, 2005.
- [14] A. Baylor and J. Ryu. The api (agent persona instrument) for assessing pedagogical agent persona. In *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, volume 2003, pages 448–451, 2003.
- [15] R. Beale and C. Creed. Affective interaction: How emotional agents affect users. *International Journal of Human-Computer Studies*, 67(9):755–776, 2009.
- [16] C. Benz Müller, H. Horacek, I. Kruijff-Korbayová, H. Lesourd, M. Schiller, and M. Wolska. Diawoz-ii—a tool for wizard-of-oz experiments in mathematics. In *KI 2006: Advances in Artificial Intelligence*, pages 159–173. Springer, 2007.
- [17] A. Bersoult. Les enfants de 7 ans interagissent-ils avec un agent virtual comme avec un adulte ? un situation de narration. Master’s thesis, Universite de Rouen, 2012.
- [18] Timothy W Bickmore and Rosalind W Picard. Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 12(2):293–327, 2005.
- [19] S. Blair-Goldensohn, K. Hannan, R. McDonald, T. Neylon, G. A. Reis, and J. Reynar. Building a sentiment summarizer for local service reviews. In *WWW Workshop on NLP in the Information Explosion Era*, 2008.
- [20] R.C. Bolles. Robust feature matching through maximal cliques. In *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*, volume 182, page 140, 1979.
- [21] I.M. Bomze, M. Budinich, P.M. Pardalos, and M. Pelillo. The maximum clique problem. *Handbook of combinatorial optimization*, 4(1):1–74, 1999.
- [22] I. Borg and P.J.F. Groenen. *Modern multidimensional scaling: Theory and applications*. Springer Verlag, 2005.

- [23] U. Brandes and T. Erlebach. *Network analysis: Methodological foundations*, volume 3418. Springer Verlag, 2005.
- [24] C. Bron and J. Kerbosch. Algorithm 457: finding all cliques of an undirected graph. *Communications of the ACM*, 16(9):575–577, 1973.
- [25] H. Bunke and K. Shearer. A graph distance metric based on the maximal common subgraph. *Pattern recognition letters*, 19(3):255–259, 1998.
- [26] D. C. Burnett, M. R. Walker, and A. Hunt. Speech synthesis markup language (ssml) version 1.0. <http://www.w3.org/TR/speech-synthesis/>, September 2009.
- [27] C. C. Russell and M. K. Odell. Soundex. <http://www.archives.gov/research/census/soundex.html>, March 2013.
- [28] R.A. Calvo and S. D’Mello. Affect detection: An interdisciplinary review of models, methods, and their applications. *IEEE Transactions on Affective Computing*, pages 18–37, 2010.
- [29] R. Carraghan and P.M. Pardalos. An exact algorithm for the maximum clique problem. *Operations Research Letters*, 9(6):375–382, 1990.
- [30] J. Cassell. Nudge nudge wink wink: Elements of face-to-face conversation for embodied conversational agents. *Embodied conversational agents*, pages 1–27, 2000.
- [31] Marc Cavazza, Raul Santos de la Camara, and Markku Turunen. How was your day?: a companion eca. In *Proceedings of the 9th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: volume 1-Volume 1*, pages 1629–1630. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2010.
- [32] F. Cazals and C. Karande. A note on the problem of reporting maximal cliques. *Theoretical Computer Science*, 407(1-3):564–568, 2008.
- [33] CERN. The colt distribution: Open source libraries for high performance scientific and technical computing in java, April 2012. CERN - European Organization for Nuclear Research.
- [34] C. Chang, S. Chatterjee, and P.R. Kube. On an analysis of static occlusion in stereo vision. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 1991. Proceedings CVPR’91., IEEE Computer Society Conference on*, pages 722–723. IEEE, 1991.
- [35] F. R. Chaumartin. Upar7: A knowledge-based system for headline sentiment tagging. In *Proceedings of the Fourth International Workshop on Semantic Evaluations (SemEval-2007)*, pages 422–425, 2007.

- [36] W.J. Christmas, J. Kittler, and M. Petrou. Structural matching in computer vision using probabilistic relaxation. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 17(8):749–764, 1995.
- [37] Herbert H Clark. *Using language*, volume 4. Cambridge University Press Cambridge, 1996.
- [38] CMLabs. Psyclone. <http://www.mindmakers.org/projects/psyclone/>, 2007.
- [39] Ronan Collobert, Jason Weston, Léon Bottou, Michael Karlen, Koray Kavukcuoglu, and Pavel Kuksa. Natural language processing (almost) from scratch. *The Journal of Machine Learning Research*, 12:2493–2537, 2011.
- [40] Matthieu Courgeon, Jean-Claude Martin, and Christian Jacquemin. Marc: a multimodal affective and reactive character. In *Proceedings of the 1st Workshop on Affective Interaction in Natural Environments*, 2008.
- [41] Roddy Cowie. Describing the forms of emotional colouring that pervade everyday life. *Oxford handbook of philosophy of emotion*. Oxford University Press, London, pages 63–94, 2010.
- [42] Roddy Cowie, Gary McKeown, and Ellen Douglas-Cowie. Tracing emotion: an overview. *International Journal of Synthetic Emotions (IJSE)*, 3(1):1–17, 2012.
- [43] R. Cox. Regular expression matching can be simple and fast (but is slow in java, perl, php, python, ruby, ...). <http://swtch.com/~rsc/regexp/regexp1.html>, January 2007.
- [44] T. Danisman and A. Alpkocak. Feeler: Emotion classification of text using vector space model. In *AISB 2008 Convention Communication, Interaction and Social Intelligence*, volume 1, page 53, 2008.
- [45] C. Darwin, P. Ekman, and P. Prodger. *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, USA, 2002.
- [46] Nikolaos Dimakis, John K Soldatos, Lazaros Polymenakos, Pascal Fleury, Jan Curín, and Jan Kleindienst. Integrated development of context-aware applications in smart spaces. *Pervasive Computing, IEEE*, 7(4):71–79, 2008.
- [47] S.K. D’Mello, S.D. Craig, J. Sullins, and A.C. Graesser. Predicting affective states expressed through an emote-aloud procedure from AutoTutor’s mixed-initiative dialogue. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 16(1):3–28, 2006.
- [48] E. Douglas-Cowie, R. Cowie, C. Cox, N. Amier, and D. Heylen. The sensitive artificial listener: an induction technique for generating emotionally coloured conversation. *Proceedings of Workshop on Corpora for Research on Emotion and Affect*, 2008.

- [49] E. Douglas-Cowie, R. Cowie, I. Sneddon, C. Cox, O. Lowry, M. Mcrorie, J.C. Martin, L. Devillers, S. Abrilian, A. Batliner, et al. The HUMAINE database: addressing the collection and annotation of naturalistic and induced emotional data. *Affective computing and intelligent interaction*, pages 488–500, 2007.
- [50] N. Du, B. Wu, L. Xu, B. Wang, and X. Pei. A parallel algorithm for enumerating all maximal cliques in complex network. In *Data Mining Workshops, 2006. ICDM Workshops 2006. Sixth IEEE International Conference on*, pages 320–324. IEEE, 2006.
- [51] G. Dubuisson Duplessis, N. Chaignaud, J-Ph. Kotowicz, A. Pauchet, and J-P. Pécuchet. Empirical specification of dialogue games for an interactive agent. In Y. Demazeau, T. Ishida, J.M. Corchado, and J. Bajo, editors, *Proceedings of the 11th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems (PAAMS)*, volume LNAI 7879, pages 49–60, May 2013.
- [52] Ken Ducatel, Marc Bogdanowicz, Fabiana Scapolo, Jos Leijten, and Jean-Claude Burgelman. *Scenarios for ambient intelligence in 2010*. Office for official publications of the European Communities, 2001.
- [53] S.T. Dumais. Latent semantic analysis. *Annual Review of Information Science and Technology*, 38(1):188–230, 2004.
- [54] P. Ekman et al. *Universals and cultural differences in facial expressions of emotion*. University of Nebraska Press, 1971.
- [55] P. Ekman et al. An argument for basic emotions. *Cognition and emotion*, 6(3/4):169–200, 1992.
- [56] P. Ekman and W.V. Friesen. The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding. *Semiotica*, 1(1):49–98, 1969.
- [57] P. Ekman and W.V. Friesen. Facial Action Coding System (FACS): A technique for the measurement of facial action. *Palo Alto, CA: Consulting*, 1978.
- [58] P. Ekman and E.L. Rosenberg. *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)*. Oxford University Press, USA, 2005.
- [59] Paul Ekman. Basic emotions. *Handbook of cognition and emotion*, 98:45–60, 1999.
- [60] F. Eyben, M. Wöllmer, and B. Schuller. Opensmile: the munich versatile and fast open-source audio feature extractor. In *Proceedings of the international conference on Multimedia*, pages 1459–1462. ACM, 2010.
- [61] C. Faloutsos and D.W. Oard. A survey of information retrieval and filtering methods. *University of Maryland Computer Science Department*, 1:23, 1998.

- [62] C. Fellbaum et al. Wordnet and wordnets. *Encyclopedia of Language and Linguistics*, pages 665–670, 2005.
- [63] Al Geist, Adam Beguelin, Jack Dongarra, Weicheng Jiang, Robert Manchek, and Vaidy Sunderam. *PVM: Parallel virtual machine: a users\`guide and tutorial for networked parallel computing*. MIT Press, 1994.
- [64] Rodolphe Gelin, Christophe d’Alessandro, Q. Anh Le, Olivier Deroo, David Dookhan, Jean-Claude Martin, Catherine Pelachaud, Albert Rilliard, and Sophie Rosset. Towards a storytelling humanoid robot. In *AAAI Fall Symposium Series*, 2010.
- [65] A.M. Glenberg, D. Havas, R. Becker, and M. Rinck. Grounding language in bodily states. *Grounding cognition: the role of perception and action in memory, language, and thinking*, page 115, 2005.
- [66] N. Godbole, M. Srinivasaiah, and S. Skiena. Large-scale sentiment analysis for news and blogs. In *Proceedings of the International Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM)*, volume 2, 2007.
- [67] Google. Protocol buffers. <https://developers.google.com/protocol-buffers/>, 2012.
- [68] Google. Speech recognition api. <http://developer.android.com/reference/android/speech/package-summary.html>, March 2013.
- [69] D. Greene, M. Parnas, and F. Yao. Multi-index hashing for information retrieval. In *Foundations of Computer Science, 1994 Proceedings., 35th Annual Symposium on*, pages 722–731. IEEE, 1994.
- [70] A. Grosso, M. Locatelli, and F.D. Croce. Combining swaps and node weights in an adaptive greedy approach for the maximum clique problem. *Journal of Heuristics*, 10(2):135–152, 2004.
- [71] A. Grosso, M. Locatelli, and W. Pullan. Simple ingredients leading to very efficient heuristics for the maximum clique problem. *Journal of Heuristics*, 14(6):587–612, 2008.
- [72] O. Grynszpan, J.-C. Martin, and J. Nadel. Multimedia interfaces for users with high functioning autism: An empirical investigation. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(8):628–639, 2008.
- [73] H. Gunes and B. Schuller. Categorical and dimensional affect analysis in continuous input: Current trends and future directions. *Image and Vision Computing*, 2012.
- [74] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reutemann, and I. H. Witten. The weka data mining software: an update. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 11(1):10–18, 2009.

- [75] J. Han, M. Jo, S. Park, and S. Kim. The educational use of home robots for children. In *Robot and Human Interactive Communication*, pages 378–383. IEEE, 2005.
- [76] E.R. Hancock and J. Kittler. Edge-labeling using dictionary-based relaxation. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 12(2):165–181, 1990.
- [77] Gerd Herzog, Alassane Ndiaye, Stefan Merten, Heinz Kirchmann, Tilman Becker, and Peter Poller. Large-scale software integration for spoken language and multimodal dialog systems. *Natural Language Engineering*, 10(3-4):283–305, 2004.
- [78] D. Heylen, S. Kopp, S. Marsella, C. Pelachaud, and H. Vilhjalmsson. Why conversational agents do what they do? functional representations for generating conversational agent behavior. In *Proceedings of the First Functional Markup Language Workshop*, 2008.
- [79] P. Hintjens. *Zeromq: Messaging for Many Applications*. O’Reilly Media, 2013.
- [80] R. Horaud and T. Skordas. Stereo correspondence through feature grouping and maximal cliques. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 11(11):1168–1180, 1989.
- [81] Hung-Hsuan Huang, Aleksandra Cerekovic, Kateryna Tarasenko, Vjekoslav Levacic, Goranka Zoric, Igor S Pandzic, Yukiko Nakano, and Toyoaki Nishida. Integrating embodied conversational agent components with a generic framework. *Multiagent and Grid Systems*, 4(4):371–386, 2008.
- [82] Hung-Hsuan Huang, Aleksandra Cerekovic, Kateryna Tarasenko, Vjekoslav Levacic, Goranka Zoric, Margus Treumuth, Igor S Pandzic, Yukiko Nakano, and Toyoaki Nishida. An agent based multicultural user interface in a customer service application. In *The eNTERFACE’06 international workshop on multimodal interfaces. Dubrovnik, Croatia*, 2006.
- [83] Hung-Hsuan Huang, Kateryna Tarasenko, Toyoaki Nishida, Aleksandra Cerekovic, Vjekoslav Levacic, Goranka Zoric, Igor S Pandzic, and Yukiko Nakano. An agent based multicultural tour guide system with nonverbal user interface. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 1(1):41–48, 2007.
- [84] David Huggins-Daines, Mohit Kumar, Arthur Chan, Alan W Black, Mosur Ravishankar, and Alex I Rudnicky. Pocketsphinx: A free, real-time continuous speech recognition system for hand-held devices. In *Acoustics, Speech and Signal Processing, 2006. ICASSP 2006 Proceedings. 2006 IEEE International Conference on*, volume 1, pages I–I. IEEE, 2006.
- [85] P. Hui, J. Crowcroft, and E. Yoneki. Bubble rap: social-based forwarding in delay tolerant networks. In *Proceedings of the 9th ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing*, pages 241–250. ACM, 2008.

- [86] HUMAINE Community Portal. <http://emotion-research.net/>, March 2011.
- [87] A. Hunt and S. McGlashan. Speech recognition grammar specification version 1.0. <http://www.w3.org/TR/speech-grammar/>, March 2004.
- [88] Ji Hyungsuk, S. Ploux, and E. Wehrli. Lexical knowledge representation with contextonyms. In *Proceedings of the 2003 MT Summit IX*. Association for Machine Translation in the Americas, 2003.
- [89] Pavel Ircing, Jan Romportl, and Zdenek Loose. Audiovisual interface for czech spoken dialogue system. In *Signal Processing (ICSP), 2010 IEEE 10th International Conference on*, pages 526–529. IEEE, 2010.
- [90] iSpeech Inc. ispeech tts service. <http://www.ispeech.org/>, March 2013.
- [91] K. Jaber and R.A. Nur’Aini Abdul Rashid. The parallel maximal cliques algorithm for protein sequence clustering. *American Journal of Applied Sciences*, 6(7):1368–1372, 2009.
- [92] W. James. What is an Emotion? *Mind*, 9(34):188–205, 1884.
- [93] E. Jennings and L. Motyčková. A distributed algorithm for finding all maximal cliques in a network graph. *LATIN’92: 1st Latin American Symposium on Theoretical Informatics, São Paulo, Brazil, April 6-10, 1992: proceedings*, 583:281–293, 1992.
- [94] H. Ji, S. Ploux, and E. Wehrli. Lexical knowledge representation with contextonyms. In *Proceedings of MT Summit IX, New Orleans, USA*. Association for Machine Translation in the Americas, 2003.
- [95] Y. Ji, X. Xu, and G.D. Stormo. A graph theoretical approach for predicting common rna secondary structure motifs including pseudoknots in unaligned sequences. *Bioinformatics*, 20(10):1591–1602, 2004.
- [96] D.S. Johnson and M.A. Trick. *Cliques, coloring, and satisfiability: second DIMACS implementation challenge, October 11-13, 1993*, volume 26. Amer Mathematical Society, 1996.
- [97] M. Johnston, P. Baggia, D. C. Burnett, J. Carter, D. A. Dahl, G. McCobb, and D. Raggett. Emma: Extensible multimodal annotation markup language. <http://www.w3.org/TR/emma/>, February 2009.
- [98] T. Kanda, T. Hirano, D. Eaton, and H. Ishiguro. Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human-Computer Interaction*, 19(1):61–84, 2004.
- [99] R.M. Karp. Reducibility among combinatorial problems. *Complexity of Computer Computations*, 40(4):85–103, 1972.

- [100] S. S. Keerthi, S. K. Shevade, C. Bhattacharyya, and K. R. K. Murthy. Improvements to platt's smo algorithm for svm classifier design. *Neural Computation*, 13(3):637–649, 2001.
- [101] J. Klein, Y. Moon, and R. W. Picard. This computer responds to user frustration:: Theory, design, and results. *Interacting with computers*, 14(2):119–140, 2002.
- [102] S. R. Klemmer, A. K. Sinha, J. Chen, J. A Landay, N. Aboobaker, and A. Wang. Suede: a wizard of oz prototyping tool for speech user interfaces. In *Proceedings of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 1–10. ACM, 2000.
- [103] I. Koch. Enumerating all connected maximal common subgraphs in two graphs. *Theoretical Computer Science*, 250(1-2):1–30, 2001.
- [104] I. Koch, T. Lengauer, and E. Wanke. An algorithm for finding maximal common subtopologies in a set of protein structures. *Journal of computational biology*, 3(2):289–306, 1996.
- [105] T. Kohonen. The self-organizing map. *Proceedings of the IEEE*, 78(9):1464–1480, 1990.
- [106] S. Kopp, B. Krenn, S. Marsella, A. Marshall, C. Pelachaud, H. Pirker, K. Thórisson, and H. Vilhjálmsson. Towards a common framework for multimodal generation: The behavior markup language. In *Intelligent Virtual Agents*, pages 205–217. Springer, 2006.
- [107] Z. Kozareva, B. Navarro, S. Vázquez, and A. Montoyo. Ua-zbsa: A headline emotion classification through web information. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Semantic Evaluations*, pages 334–337. Association for Computational Linguistics, 2007.
- [108] H. Kozima, C. Nakagawa, and Y. Yasuda. Interactive robots for communication-care: a case-study in autism therapy. In *Robot and Human Interactive Communication*, pages 341–346, 2005.
- [109] Paul Lamere, Philip Kwok, William Walker, Evandro Gouvea, Rita Singh, Bhiksha Raj, and Peter Wolf. Design of the cmu sphinx-4 decoder. In *Proceedings of the 8th European conference on speech communication and technology*, pages 1181–1184, 2003.
- [110] Jean-Yves Lionel Lawson, Ahmad-Amr Al-Akkad, Jean Vanderdonckt, and Benoit Macq. An open source workbench for prototyping multimodal interactions based on off-the-shelf heterogeneous components. In *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems*, pages 245–254. ACM, 2009.

- [111] Akinobu Lee, Tatsuya Kawahara, and Kiyohiro Shikano. Julius: an open source real-time large vocabulary recognition engine. <http://julius.sourceforge.jp/>, August 2012.
- [112] B. Liu. Sentiment analysis and subjectivity. *Handbook of Natural Language Processing*, pages 627–666, 2010.
- [113] H. Liu and P. Singh. ConceptNet—a practical commonsense reasoning tool-kit. *BT technology journal*, 22(4):211–226, 2004.
- [114] Hugo Liu, Henry Lieberman, and Ted Selker. A model of textual affect sensing using real-world knowledge. In *Proceedings of the 8th international conference on Intelligent user interfaces*, pages 125–132. ACM, 2003.
- [115] R Duncan Luce and Albert D Perry. A method of matrix analysis of group structure. *Psychometrika*, 14(2):95–116, 1949.
- [116] C. Ma, H. Prendinger, and M. Ishizuka. A chat system based on emotion estimation from text and embodied conversational messengers. *Entertainment Computing-ICEC 2005*, pages 535–538, 2005.
- [117] K. Makino and T. Uno. New algorithms for enumerating all maximal cliques. *Algorithm Theory*, 9:260–272, 2004.
- [118] G. Malewicz, M.H. Austern, A.J.C. Bik, J.C. Dehnert, I. Horn, N. Leiser, and G. Czajkowski. Pregel: a system for large-scale graph processing. In *Proceedings of the 2010 international conference on Management of data*, pages 135–146. ACM, 2010.
- [119] G.S. Manku, A. Jain, and A. Das Sarma. Detecting near-duplicates for web crawling. In *Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web*, pages 141–150. ACM, 2007.
- [120] T. Meltzer, C. Yanover, and Y. Weiss. Globally optimal solutions for energy minimization in stereo vision using reweighted belief propagation. In *Computer Vision, 2005. ICCV 2005. Tenth IEEE International Conference on*, volume 1, pages 428–435. IEEE, 2005.
- [121] R. Mihalcea and D. Radev. *Graph-based natural language processing and information retrieval*. Cambridge University Press, 2011.
- [122] J. Miksatko, K. H. Kipp, and M. Kipp. The persona zero-effect: Evaluating virtual character benefits on a learning task with repeated interactions. In *Intelligent Virtual Agents*, pages 475–481. Springer, 2010.
- [123] G.A. Miller. WordNet: a lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38(11):39–41, 1995.

- [124] A. Mohaisen, A. Yun, and Y. Kim. Measuring the mixing time of social graphs. In *Proceedings of the 10th annual conference on Internet measurement*, pages 383–389. ACM, 2010.
- [125] R. Mohr and T.C. Henderson. Arc and path consistency revisited. *Artificial intelligence*, 28(2):225–233, 1986.
- [126] L. P. Morency, R. Mihalcea, and P. Doshi. Towards multimodal sentiment analysis: harvesting opinions from the web. In *Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces*, pages 169–176. ACM, 2011.
- [127] M. Mori. The uncanny valley. *Energy*, 7(4):33–35, 1970.
- [128] M. Moundridou and M. Virvou. Evaluating the persona effect of an interface agent in a tutoring system. *Journal of computer assisted learning*, 18(3):253–261, 2002.
- [129] C. Munteanu and M. Boldea. Mdwoz: A wizard of oz environment for dialog systems development. In *LREC’00*. Citeseer, 2000.
- [130] N.M. Nasrabadi and C.Y. Choo. Hopfield network for stereo vision correspondence. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 3(1):5–13, 1992.
- [131] Alena Neviarouskaya, Helmut Prendinger, and Mitsuru Ishizuka. Textual affect sensing for sociable and expressive online communication. In *Affective Computing and Intelligent Interaction*, pages 218–229. Springer, 2007.
- [132] NIST II Smart space library. <http://www.nist.gov/smartspace/>, March 2013.
- [133] Nuance. Dragon speech recognition software. <http://www.nuance.com/dragon/index.htm>, March 2013.
- [134] M. Ochs, J. Ollivier, B. Coic, T. Brien, and F. Majeric. Affimo: Toward an open-source system to detect affinities and emotions in user’s sentences. In *Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction (WACAI), Grenoble, France*, volume 1, 2012.
- [135] M. Ochs, J. Ollivier, B. Coic, T. Brien, and F. Majeric. Affimo: Toward an open-source system to detect affinities and emotions in user’s sentences. In *Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction (WACAI), Grenoble, France*, volume 1, 2012.
- [136] M. Ochs and H. Prendinger. A virtual character’s emotional persuasiveness. In *Kansei Engineering and Emotion Research International Conference*, 2010.
- [137] Jeff Orkin and Deb Roy. Automatic learning and generation of social behavior from collective human gameplay. In *Proceedings of The 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 1*, pages 385–392. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2009.

- [138] C.E. Osgood, W.H. May, and M.S. Miron. *Cross-cultural universals of affective meaning*. University of Illinois Press, 1975.
- [139] C.E. Osgood, G.J. Suci, and P.H. Tannenbaum. *The measurement of meaning*. University of Illinois Press, 1971.
- [140] Alexander Osherenko and Elisabeth André. Differentiated semantic analysis in lexical affect sensing. In *Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops, 2009. ACII 2009. 3rd International Conference on*, pages 1–6. IEEE, 2009.
- [141] M. Otto, R. Friesen, and D. Rösner. Message oriented middleware for flexible wizard of oz experiments in hci. In *Human-Computer Interaction. Design and Development Approaches*, pages 121–130. Springer, 2011.
- [142] S. Oviatt. Talking to thimble jellies: Children’s conversational speech with animated characters. In *Proc. ICSLP (Beijing, China)*, pages 67–70, 2000.
- [143] Oxford Dictionary, Online Edition. <http://oxforddictionaries.com/>, March 2011.
- [144] P. P. Leach, M. Mealling, and R. Salz. A universally unique identifier (uuid) urn namespace. <http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt>, July 2005.
- [145] Sathish Pammi, Marcela Charfuelan, and Marc Schröder. Multilingual voice creation toolkit for the mary tts platform. *Proc. LREC. Valetta, Malta: ELRA*, 2010.
- [146] P.M. Pardalos, J. Rappe, and M.G.C. Resende. An exact parallel algorithm for the maximum clique problem. *High performance algorithms and software in nonlinear optimization*, 24:279, 1998.
- [147] P.A. Pevzner, S.H. Sze, et al. Combinatorial approaches to finding subtle signals in dna sequences. In *Proceedings of the Eighth International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology*, volume 8, pages 269–278, 2000.
- [148] L. Philips. Metaphone 3. <http://www.amorphics.com/>, March 2013.
- [149] Lawrence Philips. Hanging on the metaphone. *Computer Language*, 7(12 (December)), 1990.
- [150] Lawrence Philips. The double metaphone search algorithm. *CC Plus Plus Users Journal*, 18(6):38–43, 2000.
- [151] Rosalind W Picard and Jonathan Klein. Computers that recognise and respond to user emotion: theoretical and practical implications. *Interacting with computers*, 14(2):141–169, 2002.
- [152] R.W. Picard. *Affective computing*. The MIT press, 2000.

- [153] Yoann Pigné, Antoine Dutot, Frédéric Guinand, and Damien Olivier. Graphstream: A tool for bridging the gap between complex systems and dynamic graphs. *arXiv preprint arXiv:0803.2093*, 2008.
- [154] J. C. Platt et al. Using analytic qp and sparseness to speed training of support vector machines. *Advances in neural information processing systems*, pages 557–563, 1999.
- [155] I. Poggi, C. Pelachaud, F. Rosis, V. Carofiglio, and B. Carolis. Greta. a believable embodied conversational agent. *Multimodal intelligent information presentation*, pages 3–25, 2005.
- [156] Christopher Potts. Sentiment analysis tutorial, November 2011.
- [157] H. Prendinger and M. Ishizuka. The empathic companion: A character-based interface that addresses users’ affective states. *Applied Artificial Intelligence*, 19(3-4):267–285, 2005.
- [158] H. Prendinger, S. Mayer, J. Mori, and M. Ishizuka. Persona effect revisited. In *Intelligent Virtual Agents*, pages 283–291. Springer, 2003.
- [159] K. Prepin and C. Pelachaud. Basics of intersubjectivity dynamics: Model of synchrony emergence when dialogue partners understand each other. In *Agents and Artificial Intelligence*, pages 302–318. Springer, 2013.
- [160] W. Pullan and H.H. Hoos. Dynamic local search for the maximum clique problem. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 25(1):159–185, 2006.
- [161] D. Rao and D. Ravichandran. Semi-supervised polarity lexicon induction. In *Proceedings of the 12th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics*, pages 675–682. Association for Computational Linguistics, 2009.
- [162] V. Rieser and O. Lemon. Learning effective multimodal dialogue strategies from wizard-of-oz data: Bootstrapping and evaluation. In *Proceedings of ACL*, pages 638–646, 2008.
- [163] B. Robins, P. Dickerson, and K. Dautenhahn. Robots as embodied beings - interactionally sensitive body movements in interactions among autistic children and a robot. In *Robot and Human Interactive Communication*, pages 54–59, 2005.
- [164] A. Rosenfeld, R.A. Hummel, and S.W. Zucker. Scene labeling by relaxation operations. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 6(6):420–433, 1976.
- [165] J.A. Russell. Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological review*, 110(1):145–172, 2003.

- [166] K. Ryokai, C. Vaucelle, and J. Cassell. Virtual peers as partners in storytelling and literacy learning. *Journal of computer assisted learning*, 19(2):195–208, 2003.
- [167] Sébastien Saint-Aimé, Brigitte Le-Pevédic, Dominique Duhaut, and Takanori Shibata. Emotirob: companion robot project. In *Robot and Human interactive Communication, 2007. RO-MAN 2007. The 16th IEEE International Symposium on*, pages 919–924. IEEE, 2007.
- [168] D. Salber and J. Coutaz. Applying the wizard of oz technique to the study of multimodal systems. *Human-Computer Interaction*, pages 219–230, 1993.
- [169] R. Samudrala and J. Moult. A graph-theoretic algorithm for comparative modeling of protein structure1. *Journal of molecular biology*, 279(1):287–302, 1998.
- [170] B. Santorini. Part-of-speech tagging guidelines for the penn treebank project (3rd revision). Technical report, University of Pennsylvania, 1990.
- [171] Klaus R Scherer. Emotions are emergent processes: they require a dynamic computational architecture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535):3459–3474, 2009.
- [172] Klaus R Scherer, Elizabeth Clark-Polner, and Marcello Mortillaro. In the eye of the beholder? universality and cultural specificity in the expression and perception of emotion. *International Journal of Psychology*, 46(6):401–435, 2011.
- [173] Albrecht Schmidt. Interactive context-aware systems interacting with ambient intelligence. *Ambient intelligence*, pages 159–178, 2005.
- [174] M.C. Schmidt, N.F. Samatova, K. Thomas, and B.H. Park. A scalable, parallel algorithm for maximal clique enumeration. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 69(4):417–428, 2009.
- [175] M. Schröder. The semaine api: towards a standards-based framework for building emotion-oriented systems. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2010:2–2, 2010.
- [176] M. Schröder. *The SEMAINE API: A component integration framework for a naturally interacting and emotionally competent Embodied Conversational Agent*. PhD thesis, Saarland University, 2011.
- [177] M. Schröder, P. Baggia, F. Burkhardt, J.-C. Martin, C. Pelachaud, C. Peter, B. Schuller, I. Wilson, and E. Zovato. Elements of an emotionml 1.0. <http://www.w3.org/2005/Incubator/emotion/XGR-emotionml-20081120/>, November 2008.
- [178] Marc Schröder, Sathish Pammi, and Oytun Türk. Multilingual mary tts participation in the blizzard challenge 2009. In *Proc. Blizzard Challenge*, volume 9, 2009.

- [179] Björn Schuller, Michel Valster, Florian Eyben, Roddy Cowie, and Maja Pantic. Avec 2012: the continuous audio/visual emotion challenge. In *Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimodal interaction*, pages 449–456. ACM, 2012.
- [180] P. Singh, T. Lin, E. Mueller, G. Lim, T. Perkins, and W. Li Zhu. Open mind common sense: Knowledge acquisition from the general public. *On the Move to Meaningful Internet Systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE*, pages 1223–1237, 2002.
- [181] M. Snir, S.W. Otto, D.W. Walker, J. Dongarra, and S. Huss-Lederman. *MPI: The complete reference*. MIT press, 1995.
- [182] B. Snyder, D. Bosanac, and R. Davies. *ActiveMQ in Action*. Manning Publications, 2011.
- [183] Mohammad Soleymani, Maja Pantic, and Thierry Pun. Multimodal emotion recognition in response to videos. *Affective Computing, IEEE Transactions on*, 3(2):211–223, 2012.
- [184] C. Solnon and S. Fenet. A study of aco capabilities for solving the maximum clique problem. *Journal of Heuristics*, 12(3):155–180, 2006.
- [185] V. Stix. Finding all maximal cliques in dynamic graphs. *Computational Optimization and applications*, 27(2):173–186, 2004.
- [186] Philip J Stone, Dexter C Dunphy, and Marshall S Smith. *The general inquirer: a computer approach to content analysis*. The MIT Press, 1966.
- [187] C. Strapparava and R. Mihalcea. Learning to identify emotions in text. In *Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*, pages 1556–1560. ACM, 2008.
- [188] C. Strapparava and A. Valitutti. WordNet-Affect: an affective extension of WordNet. In *Proceedings of LREC*, volume 4, pages 1083–1086. Citeseer, 2004.
- [189] Dag Sverre Syrdal, Michael L Walters, Nuno Otero, Kheng Lee Koay, and Kerstin Dautenhahn. He knows when you are sleeping-privacy and the personal robot companion. In *Proc. Workshop Human Implications of Human-Robot Interaction, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI’07)*, pages 28–33, 2007.
- [190] Y. R. Tausczik and J. W. Pennebaker. The psychological meaning of words: Liwc and computerized text analysis methods. *Journal of Language and Social Psychology*, 29(1):24–54, 2010.
- [191] W. Taymans, S. Baker, A. Wingo, R. Bultje, and S. Kost. Gstreamer application development manual, 2001.

- [192] Mike Thelwall, Kevan Buckley, Georgios Paltoglou, Di Cai, and Arvid Kappas. Sentiment strength detection in short informal text. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12):2544–2558, 2010.
- [193] Kristinn R Thórisson, Hrvoje Benko, Denis Abramov, Andrew Arnold, Sameer Maskey, and Aruchunan Vaseekaran. Constructionist design methodology for interactive intelligences. *AI Magazine*, 25(4):77, 2004.
- [194] Erik F Tjong Kim Sang and Sabine Buchholz. Introduction to the conll-2000 shared task: Chunking. In *Proceedings of the 2nd workshop on Learning language in logic and the 4th conference on Computational natural language learning-Volume 7*, pages 127–132. Association for Computational Linguistics, 2000.
- [195] Erik F Tjong Kim Sang and Fien De Meulder. Introduction to the conll-2003 shared task: Language-independent named entity recognition. In *Proceedings of the seventh conference on Natural language learning at HLT-NAACL 2003-Volume 4*, pages 142–147. Association for Computational Linguistics, 2003.
- [196] E. Tomita, A. Tanaka, and H. Takahashi. The worst-case time complexity for generating all maximal cliques and computational experiments. *Theoretical Computer Science*, 363(1):28–42, 2006.
- [197] S. Tsukiyama, M. Ide, H. Ariyoshi, and I. Shirakawa. A new algorithm for generating all the maximal independent sets. *SIAM Journal on Computing*, 6:505, 1977.
- [198] A. Valitutti, C. Strapparava, and O. Stock. Lexical resources and semantic similarity for affective evaluative expressions generation. *Affective Computing and Intelligent Interaction*, pages 474–481, 2005.
- [199] VHMsg Library. <https://confluence.ict.usc.edu/display/VHTK/VHMsg>, March 2013.
- [200] C. Von Hofsten and K. Rosander. *From action to cognition*, volume 164. Elsevier Science, 2007.
- [201] VoxForge. The open source acoustic model. <http://www.voxforge.org/>.
- [202] Wolfgang Wahlster. *Verbmobil: foundations of speech-to-speech translation*. Springer verlag, 2000.
- [203] Wolfgang Wahlster. *SmartKom: Foundations of Multimodal Dialogue Systems (Cognitive Technologies)*. Springer-Verlag New York, Inc., 2006.
- [204] H.G. Wallbott, K.R. Scherer, et al. Emotion and economic development-Data and speculations concerning the relationship between economic factors and emotional experience. *European journal of social psychology*, 18(3):267–273, 1988.

- [205] S. Whittaker, M. Walker, and J. Moore. Fish or fowl: A wizard of oz evaluation of dialogue strategies in the restaurant domain. In *Language Resources and Evaluation Conference*, 2002.
- [206] Michael Widenius, David Axmark, and AB MySQL. *MySQL reference manual: documentation from the source*. O'Reilly Media, Incorporated, 2002.
- [207] J. Wiebe, T. Wilson, and C. Cardie. Annotating expressions of opinions and emotions in language. *Language Resources and Evaluation*, 39(2):165–210, 2005.
- [208] Steve Young, Gunnar Evermann, Dan Kershaw, Gareth Moore, Julian Odell, Dave Ollason, Valtcho Valtchev, and Phil Woodland. *The HTK book*, volume 3. Cambridge University Engineering Department, 2002.
- [209] Li Zhang. Exploration of affect sensing from speech and metaphorical text. In *Learning by Playing. Game-Based Education System Design and Development*, pages 251–262. Springer, 2009.