



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO



DIPARTIMENTO DI
INFORMATICA

**Dottorato di ricerca in Informatica e Matematica
XXX Ciclo**

Progetto di ricerca

Dottorando: Dott. Marco Polignano

Tutor: Dott. Marco de Gemmis

Coordinatore

Prof. Donato Malerba

Firma del dottorando

Firma del tutor

1) Titolo della ricerca:

Computational Models for Sentiment-Aware Decision Making and Recommender Systems

2) Area nella quale si inquadra la ricerca

Apprendimento Automatico e Data Mining: Information Filtering, Recommender Systems, User Modeling.

3) Obiettivi della ricerca

I Recommender Systems (RS) sono sistemi per il filtraggio dell'informazione che in si basano su un modello delle preferenze e delle caratteristiche dell'utente per selezionare *item* (oggetti) di interesse.

Una funzione essenziale dei Recommender Systems (RS) non è solo quella di filtro, ma di supporto agli utenti nelle loro scelte, entrando nei processi decisionali in modo sempre più attivo. In quest'ottica, la ricerca nell'ambito dei RS si sta interessando allo studio dei processi decisionali umani, al fine di modellare in modo efficace le caratteristiche dell'utente che ne influenzano processo di scelta, e definire metodi di *recommendation* che siano effettivamente di supporto al task di decision making [1].

In questo progetto, si investigherà il task di decision making da questa prospettiva, ovvero come processo cognitivo influenzato da fattori legati agli aspetti emozionali ed alla personalità dell'utente, per poter proporre metodi di recommendation a supporto del processo decisionale.

In particolare, l'obiettivo che si intende perseguire è quello di definire metodi di recommendation che sfruttino informazioni relative allo stato emozionale dell'utente ed alla sua personalità, basandosi su un paradigma più evoluto rispetto al classico modello "context-aware", in cui i fattori emozionali sono visti come influenze "esterne" al processo decisionale.

In questo progetto, tali fattori saranno considerati parte integrante del processo decisionale (e di recommendation), attraverso la definizione di un modello computazionale delle emozioni e della personalità dell'utente, su cui basare i metodi di recommendation.

Si investigheranno i seguenti aspetti:

1. Concettualizzazione di fattori emozionali e legati alla personalità che intervengono nei processi decisionali;
2. Definizione di un modello computazionale di tali fattori su cui poter basare metodi di recommendation;
3. Identificazione delle fonti per l'acquisizione delle informazioni da includere nel modello ed eventuale definizione di metodi per l'estrazione automatica delle informazioni da tali fonti;
4. Proposizione di metodi di recommendation innovativi, ovvero basati sul modello computazionale di emozioni e personalità, che possano essere di supporto ai processi decisionali.

4) Motivazioni della ricerca

In generale, i RS operano in due dimensioni: User x Item \rightarrow Ratings. I suggerimenti si basano solo sul feedback (rating) che gli utenti assegnano agli item. I context-aware recommender systems includono informazioni contestuali che possono essere cruciali in alcune applicazioni [25]. Alcuni di questi dati addizionali sono legati alle motivazioni che hanno spinto un utente ad acquistare un prodotto (regalo / acquisto per sé), altri sono invece legati al fattore temporale. Negli ultimi anni, la ricerca ha posto l'attenzione sull'utilizzo di personalità ed emozioni come dato addizionale da tenere in considerazione quando si costruisce il modello delle preferenze dell'utente [3, 4, 5].

L'uso di informazioni riguardanti la personalità e lo stato emozionale dell'utente come metadati aggiuntivi per la profilazione presenta molti spunti per la ricerca: di recente si sono tenuti workshop su questo tema in conferenze rilevanti di settore, come ad esempio "EMPIRE, Workshop on Emotions and Personality in Personalized Services" presso UMAP 2013 e 2014. Inoltre, la comunità di ricerca sui RS sta orientandosi verso una visione più evoluta di questi sistemi, considerandoli nel più ampio contesto del supporto a problemi decisionali complessi, piuttosto che nel classico scenario dell'information filtering. La principale conferenza di settore, ACM Recommender Systems, ha ospitato nel 2013 il workshop "Human Decision Making in Recommender Systems", che ha dato origine ad una special issue della prestigiosa rivista ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems.

Come descritto da Hudlicka [6], attualmente non c'è una visione condivisa su come concettualizzare gli aspetti emozionali in termini del ruolo che essi possono assumere nel task di decision making. Per lo stesso termine "emozione", è possibile identificare numerose definizioni molto differenti fra di loro e che mettono in evidenza alcune caratteristiche rispetto ad altre. A peggiorare la situazione, spesso il termine emozione è confuso con altri termini che si possono associare a fenomeni psicologici affettivi simili come "umore", "sentimento", "stato d'animo". Questo porta ad una confusione di concetti che, durante la lettura di studi sul tema, fa sì che ci si ritrovi dinanzi a temi molto differenti tra di loro, quali: analisi delle espressioni facciali, analisi vocali, trasformazione di stimoli in emozioni, uso di formalismi basati sull'umore come supporto alla decisione, analisi delle emozioni dal testo. Le emozioni, i sentimenti, la personalità sono fenomeni complessi, il cui impatto sul task di decision making è stato studiato nella letteratura della Psicologia negli ultimi 20 anni [30,31]; in questo progetto si vogliono considerare i risultati di tali studi per generare un modello computazionale che sia in grado di rappresentare l' "affective state" dell'utente che affronta un processo decisionale e che possa essere utilizzato da un sistema che offra supporto in questo processo.

5) Stato dell'arte

I primi studi svolti nell'ambito delle emozioni e dei modelli computazionali realizzati per la loro identificazione risalgono a Picard [22], con la nascita dell'Affective Computing. Nell'ambito dei RS e user modeling sono presenti numerosi lavori che utilizzano sia fattori caratteristici della personalità dell'utente, sia quelli generati dalle emozioni che lo stesso prova durante il processo di decision making.

I fattori riguardanti la personalità sono solitamente formalizzati attraverso un modello Big Five [7, 8] che tratta tale informazione come un aggregato di cinque dimensioni: estroversione, gradevolezza, coscienziosità, stabilità emotiva, apertura mentale. Tali fattori variano lentamente nel corso della vita di un utente e rappresentano la base emotiva che influenza il modo con si prendono le decisioni [9]. Studi di Rentfrow e Gosling [10] mostrano ad esempio come utenti "pieni di energia" con alto grado di estroversione e gradevolezza solitamente apprezzano rap, hip-hop, funk e electronic music, mentre Chausson [11] ha mostrato come utenti con alto grado di apertura mentale solitamente apprezzano film

fantasy e commedie. Con tali dati sulla personalità è possibile generare un profilo utente che sfrutti queste informazioni nelle attività di information filtering e retrieval [12,13], creando una base per suggerimenti cross domain [14].

I fattori riguardanti la personalità non sono però gli unici elementi che intervengono durante il processo di decisione, spesso infatti gli stati d'animo e le emozioni influenzano il comportamento usuale [15,16]. Nell'ambito delle emozioni sono stati svolti numerosi lavori che ne hanno definito formalizzazione ed utilizzo. Già nel 1980 Russell [17] sviluppò il "circumplex model of affects", un modello di rappresentazione delle emozioni che le distribuisce in uno spazio bidimensionale di *valence* (valenza, positiva o negativa) e *arousal* (intensità, alta o bassa); tale modello è stato successivamente esteso per aggiungere la dimensione di *dominance* (controllo) ed è tuttora usato; Ekman [18] ha sviluppato un modello discreto di formalizzazione basato su sei emozioni principali: felicità, rabbia, paura, tristezza, disgusto e sorpresa. Per quanto riguarda le fonti da cui ottenere informazioni sullo stato affettivo dell'utente, la letteratura offre una grande varietà di spunti: ad esempio, un ottimo punto di partenza possono essere le espressioni facciali, come mostrato da Arapakis [20], o i dati estratti osservando il comportamento nell'utente di sistemi social [21] oppure sistemi di e-learning [29].

Le informazioni sulle emozioni sono state utilizzate negli ultimi anni in modi diversi:

- Per *Affective labeling* di item, al fine di ampliare i metadati usati dai RS di tipo content-based [19, 23];
- Come feature aggiuntive nei context-aware RS e per la costruzione di profili utente [24,25];
- Come implicit feedback per raccogliere la reazione dell'utente e adattare i contenuti proposti, come nel caso di emotionally-aware TV [26].

Dai lavori presentati è evidente che l'utilizzo di fattori psicologici emozionali nei RS e nel task di decision making è un argomento molto sentito dalla comunità e che presenta diversi punti aperti. Quello che si affronterà in questo progetto è principalmente la formalizzazione di un modello computazionale in grado di rappresentare lo stato emozionale dell'utente ai fini del task di decision making, problema sul quale anche la comunità di ricerca si sta concentrando, come dimostrano i recenti lavori di Reizenzein e Hudlicka [27,28].

6) Approccio al problema

Come punto di partenza si intende approfondire in maniera critica i modelli già presenti nello stato dell'arte e analizzarne punti di forza e di debolezza, al fine di poter definire un modello computazionale che apporti un significativo contributo alla ricerca di settore.

Partendo dai lavori fondanti del settore, si cercherà di migliorare un modello esistente o realizzarne uno nuovo che risolva i problemi noti in letteratura mantenendo, ove possibile, i punti di forza ormai consolidati.

Dopo aver ipotizzato un modello computazionale valido, sarà importante lavorare sull'acquisizione dei dati che lo stesso utilizzerà. In letteratura sono noti numerosi lavori sull'estrazione di dati emozionali, pertanto il lavoro svolto in tale fase potrebbe essere un buon punto di confronto con gruppi di ricerca affini a questo tema. Sarà fondamentale realizzare un modello di acquisizione delle emozioni da fonti eterogenee come: sorgenti testuali provenienti da Social Network quali Facebook e Twitter, sorgenti audio e video provenienti da processi di monitoraggio degli utenti modello di acquisizione di dati emozionali sarà valutato con lo

scopo di identificare la strategia ottimale da adottare nel modello computazionale e di raccogliere dati da poter utilizzare nella fase di sperimentazione dell'algoritmo di recommendation.

Infine si proseguirà con la sperimentazione al fine di identificare contributi significativi apportati all'ambito di ricerca e il confronto con i lavori in ambiti affini.

7) Ricadute applicative

Il progetto di ricerca presenta varie ricadute applicative in contesti reali quali ad esempio: suggerimento di contenuti multimediali, suggerimento di amicizie in social network, oltre al classico scenario di suggerimento di prodotti in sistemi di e-commerce.

Sarà inoltre essenziale sperimentare e valutare quanto prodotto dal presente progetto in scenari di decision making complessi in cui i fattori emozionali possono avere un'influenza più marcata, come la scelta degli investimenti finanziari, in cui le decisioni possono essere influenzate dalle emozioni negative legate al rischio di perdere il proprio denaro.

Un altro ambito molto complesso in cui sperimentare il sistema è quello medico, in cui i fattori emozionali possono avere un impatto sulle scelte riguardanti le cure.

Nell'ambito multimediale, si può pensare ad uno scenario in cui il modello computazionale sia in grado di identificare lo stato emozionale in cui l'utente si trova, inferito ad esempio monitorando il suo comportamento su social network, calcolare lo stato emozionale in cui vorrebbe portarsi, in modo che il RS possa sfruttare queste informazioni per suggerire contenuti (playlist, film, etc.) in grado di provocare il cambiamento emozionale.

8) References

- [1] M. Tkalčič, G. Semeraro, M. de Gemmis: Personality and Emotions in Decision Making and Recommender Systems. DMRS 2014: 14-18, 2014
- [2] G. Adomavicius and A. Tuzhilin. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 17(6):734–749, 2005
- [3] I. Arapakis, Y. Moshfeghi, H. Joho, R. Ren, D. Hannah, J.M. Jose, and L. Gardens. Integrating facial expressions into user profiling for the improvement of a multimodal recommender system. In Proc. IEEE Int'l Conf. Multimedia & Expo, pages 1440–1443, 2009
- [4] A. Odić, M. Tkalčič, J.F. Tasič, A. Košir: Predicting and detecting the relevant contextual information in a movie-recommender system. Interacting with Computers 25, pages 74–90, 2013
- [5] Y. Zheng, B. Mobasher, R. D. Burke: The Role of Emotions in Context-aware Recommendation. Decisions@RecSys 2013, pages 21-28, 2013
- [6] Eva Hudlicka: What Are We Modeling When We Model Emotion? AAAI Spring Symposium: Emotion, Personality, and Social Behavior, pages 52-59, 2008

- [7] R.R. McCrae, O.P. John: An introduction to the five-factor model and its applications. *Journal of personality* 60(2), pages 175–215, 1992
- [8] J.A. Johnson : Descriptions used in ipip-neo narrative report, 2005
- [9] M. A. S. N. Nunes, R. Hu: Personality-based Recommender Systems: An Overview. In: Proc. of the 6th ACM Conference on Recommender Systems (RecSys'12), pages. 5-6, 2012
- [10] P.J. Rentfrow, and S. D. Gosling: The Do Re Mi's of Everyday Life: The Structure and Personality Correlates of Music Preferences. *Journal of Personality and Social Psychology* 84(6), pages. 1236-1256, 2003
- [11] O. Chausson: Who Watches What? Assessing the Impact of Gender and Personality on Film Preferences. myPersonality project, Univeristy of Cambridge, 2010
- [12] M. Tkalčič, M. Kunaver, J. Tasič, A. Košir: Personality Based User Similarity Measure for a Collaborative Recommender System. In: Proceedings of the 5th Workshop on Emotion in Human-Computer Interaction - Real World Challenges, pages. 30-37, 2009
- [13] R. Hu, P. Pu: Enhancing Collaborative Filtering Systems with Personality Information. In: Proceedings of the 5th ACM Conference on Recommender Systems (RecSys'11), pages. 197-204, 2011
- [14] I. Cantador, I. Fernández-Tobías, A. Bellogín: Relating Personality Types with User Preferences in Multiple Entertainment Domains. UMAP Workshops 2013
- [15] A. R. Damasio, *Descartes Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Putnam/Grosset Press, 1994
- [16] H. R. Pfister and B. Gisela, "The multiplicity of emotions: A framework of emotional functions in decision making," *Judgment and Decision Making*, vol. 3, pages. 5–17, 2008
- [17] J.A. Russell: A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6): pages 1161–1178, 1980
- [18] P. Ekman. Basic Emotions. In T. Dalgleish and M. J. Power, editors, *Handbook of Cognition and Emotion*, number 1992, pages 45-60. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 1999
- [19] M. Tkalčič, M. Kunaver, A. Košir, and J. Tasic. Addressing the new user problem with a personality based user similarity measure. 2nd Workshop on User Models for Motivational Systems: The affective and the rational routes to persuasion (UMMS 2011), 2011
- [20] I. Arapakis, Y. Moshfeghi, H. Joho, R. Ren, D. Hannah, J. M. Jose: Integrating facial expressions into user profiling for the improvement of a multimodal recommender system. ICME: pages 1440-1443, 2009
- [21] I. Fernández-Tobías, I. Cantador, L. Plaza: A social tag-based dimensional model of emotions: Building cross-domain folksonomies. *Procesamiento del Lenguaje Natural* 51: pages 195-202, 2013
- [22] R.W. Picard. *Affective computing*. Technical Report 321, MIT Media Laboratory, Perceptual Computing Section, 1995
- [23] M. Tkalčic, A. Odic, A. Kosir, and J. Tasic. Affective Labeling in a Content-Based Recommender System for Images. *IEEE Transactions on Multimedia*, 15(2):391–400, Feb. 2013.
- [24] M. Kaminskis and F. Ricci. Location-Adapted Music Recommendation Using Tags. *User Modeling, Adaption and Personalization*, pages 183–194, 2011

- [25] Y. Zheng, R. Burke, and B. Mobasher. The Role of Emotions in Context-aware Recommendation. Proceedings of the RecSys 2013 Workshop on Human Decision Making in Recommender Systems (Decisions@RecSys'13), 2013
- [26] M. Soleymani, M. Pantic: Emotionally Aware TV. Proceedings of TVUX-2013: Workshop on Exploring and Enhancing the User Experience for TV at ACM CHI 2013. Paris, France, April 2013
- [27] E. Hudlicka: Guidelines for Designing Computational Models of Emotions. IJSE 2(1): pages 26-79, 2011
- [28] R. Reisenzein, E. Hudlicka, M. Dastani, J. Gratch, K. V. Hindriks, E. Lorini, J.J. Ch. Meyer: Computational Modeling of Emotion: Toward Improving the Inter- and Intradisciplinary Exchange. T. Affective Computing 4(3): pages 246-266, 2013
- [29] C. Conati, H. Maclaren: Empirically building and evaluating a probabilistic model of user affect. User Model. User-Adapt. Interact. 19(3): pages 267-303, 2009
- [30] H. R. Pfister and G. Bohm. The function of concrete emotions in rational decision making. Acta Psychologica, 80:199–211, 1992
- [31] H. R. Pfister and G. Bohm. The multiplicity of emotions: a framework of emotional functions in decision-making. Judgment and decision making, 3(1):5–17, 2008

9) Fasi del progetto

Anno 1°: studio della letteratura, dello stato dell'arte e del materiale di ricerca di base:

- **Attività 1A:** studio approfondito di lavori fondanti nell'ambito dell'uso delle emozioni e della personalità nei sistemi di information filtering e decision making;
- **Attività 1B:** approfondimento delle tematiche relative all'approccio cognitivo adottato in psicologia per la definizione e classificazione delle emozioni e della personalità;
- **Attività 1C:** ricerca e studio di metodi per la realizzazione di modelli computazionali dinamici nell'ambito dei RS e task di supporto al decision making;
- **Attività 1D:** partecipazione a scuole internazionali, conferenze inerenti all'attività e agli obiettivi previsti.

Anno 2°: proposizione dell'innovazione:

- **Attività 2A:** definizione e implementazione di un modello computazionale per la rappresentazione dello stato emozionale dell'utente;
- **Attività 2B:** confronto con l'attività svolta da gruppi di ricerca con obiettivi affini, partecipazione a Ph.D. Symposiums;
- **Attività 2C:** definizione e implementazione di un modello di acquisizione dati basato su fonti eterogenee per l'alimentazione del modello computazionale;
- **Attività 2D:** integrazione dei modelli realizzati in un algoritmo di recommendation e valutazione sperimentale.
- **Attività 2E:** pubblicazione dei risultati conseguiti in riviste e conferenze internazionali.

Anno 3°: affinamento del modello e sviluppo della tesi di dottorato:

- **Attività 3A:** stage presso università straniera e confronto con l'attività svolta presso altri gruppi di ricerca con obiettivi affini;
- **Attività 3B:** affinamento dei metodi e valutazione in diversi scenari di recommendation;
- **Attività 3C:** stesura della tesi di dottorato.

10) Valutazione dei risultati

I risultati ottenuti, saranno valutati attraverso le modalità più adatte all'ambito applicativo in cui il modello sarà adottato. Saranno predisposti modelli di sperimentazione formali che possano essere replicabili e che riescano ad evidenziare la significatività statistica dei dati ottenuti oltre che la valenza scientifica del lavoro svolto.

A tal proposito, si prevede quindi di adottare misure di valutazione note in letteratura per permettere un confronto con lavori affini e per osservare eventuali carenze del modello e intervenire ove possibile per renderlo robusto e competitivo.

11) Eventuali referenti esterni al Dipartimento

I referenti esterni con cui collaborare saranno identificati durante l'esecuzione del progetto e la frequentazione delle scuole estive, in base alle necessità, alle disponibilità collaborative e alla vicinanza degli argomenti di ricerca trattati.

In maniera preliminare si possono elencare i seguenti nominativi:

- Marko Tkalčič: Johannes Kepler University Department for Computational Perception, Altenberger Str. 69, Linz, Austria
- Cristina Conati: Department of Computer Science University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada