

"La rappresentazione della Conoscenza Tacita: alla ricerca di soluzioni innovative"

*Schemi dinamici di rappresentazione
per modellare le conoscenze possedute dai dipendenti aziendali*

Dr. Ing. Luigi Lella

Premessa

La disciplina della gestione della conoscenza negli ultimi anni ha manifestato un crescente interesse nei confronti di tecniche e metodologie che permettano di modellare le esperienze, gli obiettivi e gli interessi dei dipendenti, creando le basi per la costituzione di vitali comunità di pratica all'interno delle aziende. Sembra infatti ormai appurato che solo in questo modo sia possibile accrescere la conoscenza di una organizzazione [Nonaka, 1994]. La nuova conoscenza nasce dalle relazioni sociali e collaborative che si stabiliscono tra i dipendenti, specie tra quelli che producono e progettano i servizi ed i prodotti offerti dall'azienda e che sono a diretto contatto con le esigenze dei consumatori [Takeuchi, 1998]. Secondo il modello SECI (Socializzazione, Esteriorizzazione, Combinazione ed Interiorizzazione) proposto da Nonaka e Takeuchi [1995], i dipendenti devono trovare degli spazi dove poter comunicare, esternare nuove idee partecipando nel contempo alle esperienze dei colleghi.

Ovviamente questo processo va indirizzato per ottenere i migliori risultati. Questo però non significa imporre una forma di controllo sui flussi informativi come avveniva nel modello centralizzato di gestione della conoscenza, dove le informazioni e le conoscenze di cui si dovevano servire i dipendenti venivano accuratamente selezionate da esperti [Huber, 1991; Pentland, 1995]. Bisogna invece favorire la costituzione di gruppi di lavoro caratterizzati da un patrimonio comune di esperienze o da un obiettivo comune da conseguire. In questi ambienti è possibile favorire la nascita spontanea di processi quali la condivisione, la ricerca ed il trasferimento della conoscenza [Kautz et al. 2001]. Per poterlo fare però l'azienda deve essere in grado di monitorare i livelli di esperienza raggiunti dai dipendenti, assieme ai loro obiettivi ed ai loro interessi. In questo modo è possibile non solo aiutare i dipendenti nelle loro ricerche, ma si possono anche suggerire loro informazioni e contatti potenzialmente utili per lo svolgimento delle loro attività [Stenmark, 2003].

Va monitorata non solo la conoscenza esplicita prodotta o utilizzata dai dipendenti, ovvero quella esprimibile in parole, numeri ed immagini e condivisibile attraverso i mezzi di comunicazione, ma anche e soprattutto la conoscenza tacita, che è altamente personale e difficile da formalizzare [Bhatt, 2001]. Come sottolineato da Nonaka e Takeuchi la conoscenza tacita rappresenta l'intuito, l'esperienza e la cultura personale dei singoli dipendenti ed è proprio il suo carattere personale, il fatto che sia legata alle esperienze del singolo individuo che ne rende difficile la condivisione. La conoscenza tacita ha due dimensioni, una più tecnica legata alle abilità, al know-how, alle procedure utilizzate dal dipendente nella risoluzione dei problemi, le quali sono difficilmente motivabili, spiegabili e trasmissibili. La seconda dimensione è più cognitiva ed è legata alle credenze individuali, agli schemi mentali che una persona matura con l'esperienza, schemi che servono ad

agevolare i processi interpretativi e ad organizzare e selezionare gli stimoli e le percezioni che provengono dalla realtà. Da quanto argomentato si comprende che non può essere acquisita tutta la conoscenza tacita del dipendente. Questo perché non si può avere un quadro completo di tutte le sue esperienze. Bisogna infatti considerare che certe esperienze non possono essere monitorate. Inoltre gli schemi mentali dei dipendenti non sono completamente ed esattamente riproducibili e rappresentabili per il loro carattere dinamico e personale. Quello che si può fare però è tentare di aggiornare degli schemi dinamici di rappresentazione che catturino in modo sempre più fedele alcuni aspetti della conoscenza tacita del dipendente. E' necessario però il suo continuo feedback che deve servire a correggere gli errori di rappresentazione nel corso del tempo. Un sistema può tentare ad esempio di modellare gli aspetti tecnici della conoscenza tacita del dipendente, individuando gli schemi ricorrenti presenti nelle sequenze di azioni da questo eseguite durante lo svolgimento di un determinato compito. Il sistema può effettuare una previsione sulle procedure adottate dal dipendente in base allo schema che ne modella le conoscenze tecniche, per poi aggiornare tale schema considerando le differenze procedurali riscontrate. Per modellare gli aspetti più cognitivi della conoscenza tacita il sistema può invece tentare di suggerire al dipendente quali risorse informative (articoli, report, documenti, manuali, filmati etc.) utilizzare nello svolgimento dei suoi compiti in base al suo profilo. Tale profilo può essere aggiornato considerando il contenuto delle risorse effettivamente utilizzate ed anche di quelle scartate dal dipendente. Mentre le azioni svolte dal dipendente non possono essere tutte seguite e rappresentate, bisogna considerare che la maggior parte delle risorse informative utilizzate dai dipendenti all'interno dell'azienda sono ormai prodotte e scambiate in formato elettronico (documenti prodotti con editor testuali, file multimediali, ipertesti, pagine web, newsgroup, e.mail, etc.). Quindi potrebbero essere facilmente accessibili da un sistema che fosse in grado di modellarne il contenuto.

Questo articolo ha lo scopo di presentare alcune tecniche e formati di rappresentazione che possono essere utilizzati per l'acquisizione automatica della conoscenza dal contenuto testuale dei documenti. L'attenzione si focalizza quindi maggiormente sugli aspetti cognitivi della conoscenza tacita che si vuole rappresentare. Per poter definire una efficace tecnica di acquisizione bisogna però partire con l'individuare quelli che sono le principali caratteristiche della conoscenza tacita.

La conoscenza tacita è indispensabile nel pensiero creativo. Essa assegna un significato a fatti e dati ed è spesso strettamente legata a persone e processi ovvero al conseguimento di determinati obiettivi [Bosua e Sheepers, 2002]. Complessivamente si può quindi affermare che la conoscenza tacita è *dinamica*. Dal momento che viene utilizzata per assegnare un significato a dati ed informazioni, quando questi vengono interpretati sorge un nuovo stato di conoscenza che si va a sommare a quella precedentemente acquisita. La conoscenza tacita è anche soggettiva e specifica. In una sola parola *contestualizzata*, perché si adatta alla particolare situazione in cui è applicata. Questo implica che la conoscenza tacita è anche *decentralizzata* ovvero può essere correttamente e convenientemente gestita solo nell'area in cui viene creata e scambiata.

E' possibile dimostrare che la conoscenza tacita può essere formalizzata adottando forme di rappresentazione della conoscenza che si rifanno allo schema della rete associativa. Una rete associativa è un grafo che collega concetti mediante collegamenti non etichettati e pesati. Questo formalismo, opportunamente utilizzato, può permettere di rappresentare conoscenza tacita nel rispetto delle tre caratteristiche appena introdotte.

Conoscenza tacita e reti associative

Secondo Polanyi [1967] la conoscenza tacita è legata all'atto di focalizzare l'attenzione su particolari aspetti percepiti della realtà. In particolare Polanyi opera una distinzione tra aspetti prossimali ed aspetti distali dell'attenzione. I primi sono quelli che associamo a noi stessi, i secondi sono quelli che associamo al mondo esterno. Durante un processo cognitivo gli aspetti prossimali vengono relazionati attraverso un processo di selezione e categorizzazione. Questo processo a sua volta scatena un meccanismo tacito di richiamo di elementi di conoscenza distale.

Celebre è l'esempio che Polanyi fa del riconoscimento di un volto. Siamo in grado di riconoscere il volto di una persona tra milioni di altri, ma non sappiamo spiegare esattamente in che modo avviene tale processo. Questo quindi è un tipico esempio di conoscenza tacita. Il riconoscimento avviene relazionando i tratti facciali che maggiormente richiamano la nostra attenzione (gli aspetti prossimali della conoscenza). Tali relazioni richiamano a loro volta un aspetto distale della nostra conoscenza, ovvero la persona a cui attribuiamo il volto percepito. In questo modo la conoscenza che noi abbiamo del volto di una persona viene *interiorizzata* ovvero diventa parte integrante delle nostre percezioni.

Lo stesso meccanismo può essere utilizzato per spiegare qualsiasi altro processo cognitivo tra cui quello dell'apprendimento. Ad esempio quando vogliamo apprendere una nuova materia iniziamo a leggere tutti gli articoli ed i documenti che la riguardano, acquisendo conoscenza esplicita della materia e dei principi che la regolano da alcuni esempi pratici. Questa conoscenza diventa tacita, viene cioè interiorizzata, solo quando stabiliamo delle relazioni implicite tra alcuni dei principi che costituiscono la materia (conoscenza prossimale), relazioni che ci permettono di estrapolare soluzioni ad un nuovo problema (conoscenza distale).

Questi esempi sembrano suggerire l'idea che la conoscenza tacita possa essere rappresentata mediante uno schema che relaziona alcuni elementi di conoscenza esplicita (parole, numeri, immagini, suoni, interi documenti etc.) mediante relazioni implicite aventi differenti gradi di rilevanza ovvero pesi differenti. La definizione di una siffatta rete associativa può permettere il recupero contestualizzato di concetti mediante meccanismi quali la diffusione di un segnale di attivazione [Mc Clelland J. L., Rumelhart D. E., 1986]. Facendo partire un segnale dai nodi che rappresentano il contenuto dell'informazione analizzata, questo segnale si diffonde per tutta la rete in modo più o meno amplificato a seconda del peso dei collegamenti attraversati. Quando il valore del segnale di attivazione in corrispondenza dei vari nodi si stabilizza, quelli maggiormente attivati potrebbero rappresentare, utilizzando l'espressione di Polanyi, elementi di conoscenza distale.

La costituzione di tale rete associativa deve avvenire però sulla base di precisi criteri. Lo schema di connessioni ed il peso delle connessioni devono risultare variabili nel tempo, in modo da garantire una certa flessibilità del sistema di rappresentazione. In particolare i pesi dei collegamenti vanno aggiornati a seguito dell'analisi di nuova informazione. Inoltre l'evoluzione della rete deve avvenire sulla base di un preciso schema interno. In questo modo essa può manifestare una struttura emergente rappresentante una buona approssimazione della conoscenza tacita modellata. La formazione di tale schema interno deve essere condizionata dalla conoscenza accumulata in precedenza. Questa ad esempio deve servire a determinare il contesto della nuova informazione elaborata.

Se l'obiettivo è quello di estrarre conoscenza dai testi, il sistema di acquisizione della conoscenza potrebbe ad esempio basarsi sul modello della memoria di lavoro a lungo termine (Long Term Working Memory) di Kintsch, Patel ed Ericsson [1999]. Tale modello simula il modo in cui la mente umana comprende un discorso. La memoria umana può

essere suddivisa in due parti. La memoria di lavoro, avente capacità limitata, ha il compito di attribuire un significato all'informazione attualmente analizzata. La memoria a lungo termine rappresenta invece tutta la conoscenza acquisita in precedenza. Secondo il modello di Kintsch la memoria di lavoro è suddivisibile a sua volta in una parte a breve termine che contiene la nuova informazione, ed una parte a lungo termine che viene recuperata dalla memoria a lungo termine. La parte a breve termine della memoria di lavoro genera automaticamente quella a lungo termine grazie al fatto che alcuni elementi di conoscenza, come vengono definiti da Kintsch, presenti nella parte a breve termine sono collegati ad elementi di conoscenza presenti nella memoria a lungo termine.

Il modello della memoria di lavoro a lungo termine sembra quindi avere parecchi punti in comune con la definizione di conoscenza tacita introdotta da Polanyi. Gli elementi della memoria di lavoro collegati agli elementi della memoria a lungo termine possono essere infatti considerati elementi di conoscenza prossimale. Anche nel modello di Kintsch la memoria di lavoro a lungo termine è strutturata come una rete associativa e per assegnare un significato all'informazione analizzata, alla fase di creazione della rete deve seguire una fase di integrazione. Questa corrisponde al momento in cui nel modello di Polanyi gli elementi di conoscenza prossimale vengono messi in relazione fra loro. Kintsch utilizza proprio la diffusione di un segnale di attivazione per selezionare quei nodi del grafo che rappresentano la conoscenza distale estrapolata. Il segnale di attivazione parte dai nodi che definiscono tutta la conoscenza ricavabile direttamente dal testo analizzato (textbase). La conoscenza tacita è rappresentata quindi dallo schema di connessioni che relaziona gli elementi di conoscenza presenti nella parte a lungo termine della memoria di lavoro. Se si riuscisse ad implementare tale modello e lo si utilizzasse per assimilare il contenuto testuale dei documenti selezionati da un dipendente, la memoria a lungo termine rappresenterebbe un'approssimazione di tutta la conoscenza tacita da questo posseduta, ovvero il suo profilo. Mentre la rete della memoria di lavoro a lungo termine definita mediante il metodo della creazione e integrazione, potrebbe essere considerata come la rappresentazione degli attuali interessi ed obiettivi del dipendente o quantomeno delle ultime conoscenze da questi acquisite.

Per provare la validità del modello di Kintsch nell'estrazione della conoscenza tacita dai testi, si può considerare la seguente implementazione semplificata rappresentata schematicamente in figura 1.

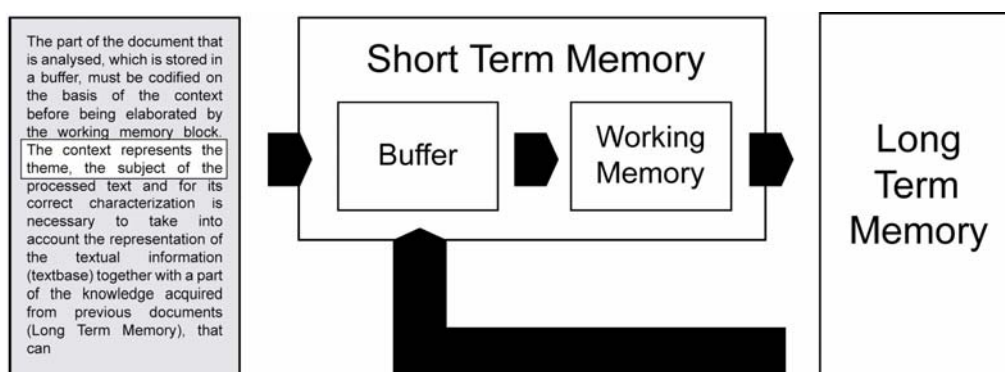


Figura 1 – Un'implementazione semplificata del modello della memoria di lavoro a lungo termine di Kintsch, Patel ed Ericsson

La memoria a lungo termine, e quindi anche la memoria di lavoro a lungo termine, viene realizzata mediante una semplice rete associativa di parole. Questa rete viene aggiornata

mediante dei grafi di parole ricavati dal blocco della memoria di lavoro che elabora il contenuto del nuovo testo analizzato. Il confronto tra tali grafi e la rete associativa di parole della memoria a lungo termine può portare all'inserimento in quest'ultima di nuove parole, e quindi di nuovi nodi, o al rafforzamento di alcune connessioni tra nodi già presenti in essa.

Il testo viene analizzato paragrafo per paragrafo. Utilizzando una stoplist di parole da non considerare, contenente tutte le parole più frequenti che secondo il teorema di Shannon portano poca informazione (articoli, avverbi etc.), assieme ad una procedura che permette l'identificazione di parole simili (come lo stemming) si selezionano tutti i termini che rappresentano la parte a breve termine della memoria di lavoro. Questi vengono inseriti in una memoria temporanea (buffer). Alcune di queste parole possono essere già presenti nella memoria a lungo termine (long term memory). Quindi facendo partire un segnale di attivazione dai nodi che le rappresentano si possono estrarre dalla memoria a lungo termine ed aggiungere nel buffer altre parole, tra quelle maggiormente attivate. Queste non sono presenti nel paragrafo analizzato ma possono servire per disambiguarne il contenuto.

Le parole del testo non filtrate, quelle recuperate dalla memoria a lungo termine e le informazioni relative alla loro co-occorrenza all'interno dei vari paragrafi, vengono utilizzate dal blocco della memoria di lavoro (working memory) per ricavare il grafo di parole che rappresenta il contenuto estrapolato del testo.

Restano da definire le modalità di generazione di tale grafo.

Nell'ambito della Dinamica dei Grafi si stanno perfezionando dei modelli che simulano l'evoluzione strutturale delle rappresentazioni della conoscenza umane [Steyvers e Tenenbaum, 2005]. In particolare recentemente è stato dimostrato che alcune rappresentazioni prodotte dall'uomo (WordNet, Roget Thesaurus) o ricavate analizzando i dati forniti dall'uomo (reti associative ottenute mediante esperimenti di libere associazioni di parole) sembrano essere strutturati come grafi particolari conosciuti come scale-free.

Grafi scale free e rappresentazioni della conoscenza

Un grafo scale free ha tre caratteristiche principali che sono la conformazione a piccolo mondo, la tendenza all'aggregazione dei nodi che lo costituiscono ed una particolare distribuzione dei gradi dei nodi, ovvero del numero delle connessioni da questi stabiliti, che presenta un caratteristico decadimento (power law tail).

La conformazione a piccolo mondo è caratterizzata dalla presenza di percorsi relativamente brevi che connettono qualsiasi coppia di nodi. Tale proprietà è quantificata dal cosiddetto cammino libero medio (L) che è una media della lunghezza dei percorsi più brevi che collegano ogni coppia di nodi.

La tendenza all'aggregazione si manifesta con la presenza di gruppi di nodi fortemente interconnessi tra loro. Tale proprietà è quantificata dal coefficiente di clustering (C).

Infine la particolare distribuzione dei gradi indica la presenza di alcuni nodi (detti hub) che stabiliscono molte più connessioni rispetto alla media. Da qui il nome "scale-free" assegnato a tali tipi di grafi. Il parametro (α) che caratterizza la legge di potenza che approssima tale distribuzione viene spesso utilizzato per confrontare questo genere di grafi.

Per poter arrivare alla definizione di un grafo di parole che rappresenti il contenuto di un testo si può utilizzare un modello di grafo scale free. La sua evoluzione strutturale deve però poter essere condizionata dai valori di una funzione di fitness che quantifica il grado di correlazione tra tutte le coppie di parole presenti nel testo. Il modello scelto è simile a quello proposto da Bianconi e Barabasi [2001]. Considerando il sistema di acquisizione

della conoscenza introdotto nella precedente sezione, il valore della funzione di fitness associato a due parole potrebbe ad esempio essere dato dal rapporto tra il numero di paragrafi in cui compaiono entrambe le parole ed il numero totale di paragrafi in cui compare almeno una delle due. In altri termini si considerano le informazioni relative alla co-occorrenza delle parole nei vari paragrafi del testo analizzato [Licata, Tascini, Lella, Montesanto e Giordano, 2006]. In figura 2 è rappresentato un esempio di memoria a lungo termine ricavata adottando il modello di comprensione del discorso di Kintsch ed il modello di Bianconi e Barabasi per la generazione dei grafi di parole.

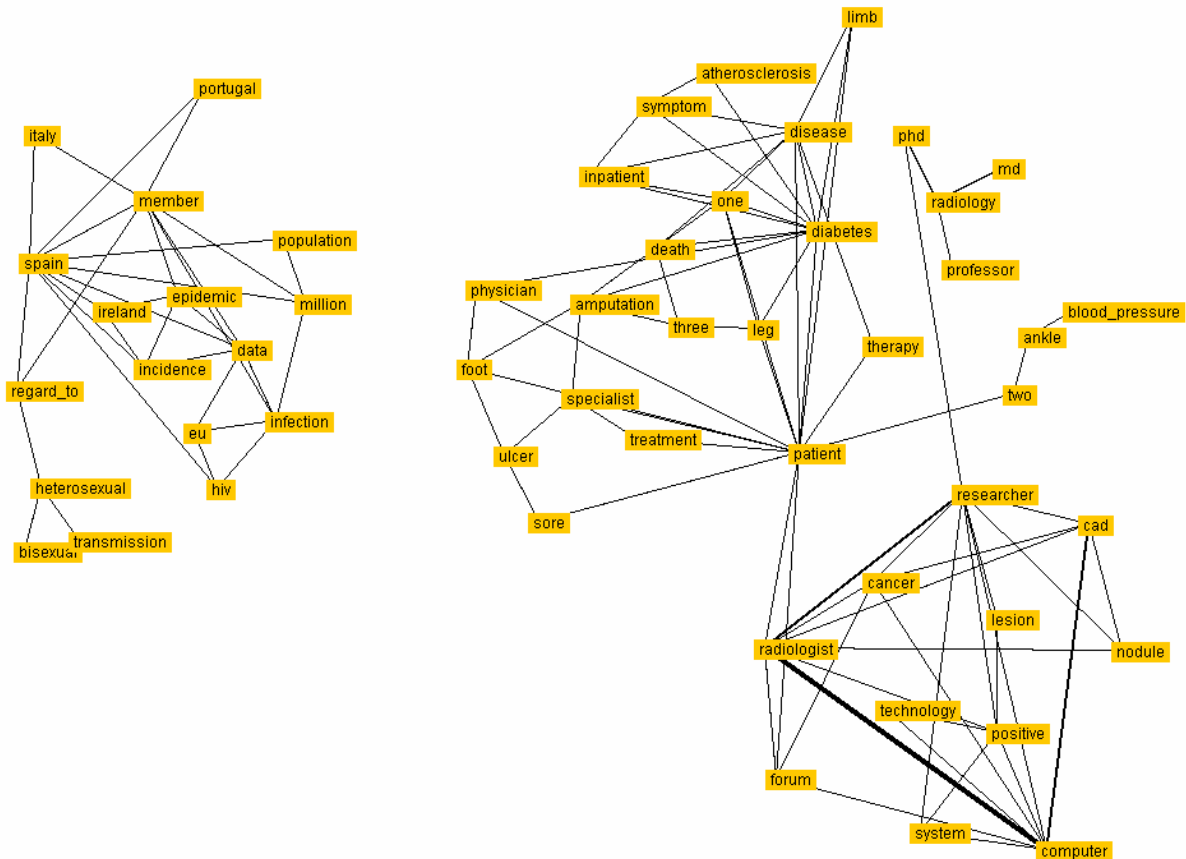


Figura 2 – Esempio di rete associativa (LTM) ricavata dopo l’analisi di cinque articoli medici

Tale grafo rappresenta il contenuto di cinque articoli medici riguardanti differenti argomenti. Precisamente una statistica sulla diffusione dell’AIDS, tre articoli sulla Computer Aided Diagnosis ed un articolo sul diabete. Gli articoli riguardanti il CAD ed il diabete sono centrati sui sintomi presentati dal paziente. Questo giustifica la presenza dell’hub “patient” che collega i due sottografi rappresentanti il contenuto di tali articoli. L’elaborazione dell’articolo sulla diffusione dell’AIDS porta invece alla formazione di un sottografo separato di termini. L’analisi dei tre differenti articoli sul CAD ha portato invece al rafforzamento delle connessioni tra le parole “CAD”, “diagnosis” e “radiologist”. Come si vede nonostante l’esiguo numero di articoli analizzati il sistema sembra aver iniziato ad operare una netta distinzione tra i vari domini semantici considerati.

La tabella 1 mette a confronto la struttura della memoria a lungo termine ricavata a seguito dell’analisi di 100 articoli del Reuters Corpus con quelle di altre rappresentazioni della conoscenza ricavate o prodotte dall’uomo.

| Variabile | LTM | Reti Associative | WordNet | Roget Thesaurus |
|-----------|-------|---------------------|---------|--------------------|
| L | 3.285 | 3.040 | 10.56 | 5.600 |
| C | 0.071 | 0.186 | 0.027 | 0.875 |
| □ | 3.266 | 3.010 | 3.110 | 3.190 |

Tabella 1 – Confronto tra i parametri strutturali di differenti rappresentazioni della conoscenza

Si nota subito una maggiore corrispondenza strutturale con le reti associative ricavate da esperimenti di libere associazioni di parole. Questo sembra confermare la correttezza del modello di grafo scale free scelto.

Si è effettuato anche un confronto diretto tra lo schema di connessioni della memoria a lungo termine e quello ricavato dai dati forniti da un gruppo di persone che avevano letto gli stessi articoli analizzati dal sistema [Licata, Lella e Giordano, 2004]. I 21 partecipanti, aventi un'età compresa tra i 25 ed i 32 anni ed un livello di studi medio-superiore, dopo aver letto attentamente gli articoli hanno assegnato un punteggio intero compreso tra 0 e 9 ad ogni coppia di parole presenti nel testo (tra quelle considerate anche dal sistema). Il punteggio doveva essere direttamente proporzionale al grado di correlazione percepito tra la coppia di termini presa in considerazione. Come il sistema i partecipanti non possedevano conoscenza a priori sull'argomento trattato dai testi. Le matrici dei punteggi di correlazione forniti dalle persone e quelli dei pesi della memoria a lungo termine ricavata dal sistema sono state elaborate mediante la tecnica di analisi Pathfinder [Schvaneveldt, 1990]. Tale algoritmo permette di ricavare una rete associativa in cui compaiono solo i collegamenti più significativi tra le parole considerate. I risultati forniti dalle persone sono stati suddivisi in base al livello di comprensione dell'articolo.

| Gruppo | Coerenza | Somiglianza |
|--------|----------|-------------|
| 1 | 0.780 | 0.243 |
| 2 | 0.698 | 0.211 |
| 3 | 0.380 | 0.122 |

Tabella 2 – Confronto tra le rappresentazioni della conoscenza ricavate dal sistema e quelle ricavate dall'uomo

Tale livello è stato valutato mediante il calcolo del punteggio di coerenza definito da Schvaneveldt. L'esito della prova, riportato nella tabella 2, ha dimostrato che la rappresentazione ricavata dal sistema risultava essere maggiormente simile a quella relativa al gruppo di persone che avevano compreso meglio il contenuto degli articoli letti. Il sistema sembra quindi acquisire conoscenza dai testi allo stesso modo in cui lo farebbe un esperto umano.

Questo semplice esempio serve a dimostrare che tramite una rete associativa è possibile modellare e monitorare la conoscenza tacita posseduta dai dipendenti analizzando il contenuto testuale dei documenti da questi prodotti e scambiati. Una semplice rete associativa di parole non può permettere il richiamo diretto di elementi di conoscenza esplicita come le proposizioni, ma come è stato dimostrato è più che sufficiente per modellare il profilo di un dipendente.

Non bisogna però pensare che l'adozione del modello della rete associativa precluda la possibilità di arrivare alla descrizione di un testo in forma simbolica, esplicita. Del resto lo

stesso modello definito da Kintsch arriva alla costituzione di una rete associativa di parole e proposizioni (rete di proposizioni), e l'implementazione presentata in questo articolo è solo una sua semplificazione.

Conclusioni

Lo studio presentato in questo articolo rappresenta l'inizio di una ricerca volta a definire innovativi metodi di acquisizione e rappresentazione della conoscenza tacita che ne rispettino le caratteristiche principali. Essa è dinamica, contestualizzata e decentralizzata, e per la sua estrazione a partire dal contenuto testuale dei documenti aziendali è conveniente adottare un modello psicologicamente valido di comprensione del discorso che porti alla definizione ed al continuo aggiornamento di una rete associativa.

Il modello della memoria di lavoro a lungo termine introdotto da Kintsch sembra rispecchiare la definizione di conoscenza tacita proposta da Polanyi e può servire per aggiornare il profilo di un dipendente aziendale adattando le successive analisi a quelli che sono i suoi obiettivi, i suoi interessi e le sue conoscenze.

La rappresentazione ricavata dal sistema presentato è una semplice rete associativa di parole ottenuta mediante un modello di grafo scale free, che non permette di ricavare una descrizione esplicita del contenuto dei documenti analizzati, ma che è sufficiente ad estrarre i profili dei lettori ed un modello dei loro interessi.

Resta da valutare la scalabilità del sistema e la possibilità di migliorarne le capacità di apprendimento arrivando alla definizione di reti associative più complesse. Si devono inoltre trovare dei metodi che consentano di associare le conoscenze estratte alle attività svolte dai dipendenti. Non bisogna infatti dimenticare che la conoscenza tacita è anche legata ad un obiettivo e quindi ad un processo.

Sarebbe opportuno inoltre definire delle strategie di acquisizione per estrarre la conoscenza di gruppi di dipendenti coinvolti in simili attività.

La risoluzione di questi problemi potrebbe permettere la realizzazione di un sistema di ricerca delle competenze e di generazione di reti di pratica che serva effettivamente da valido supporto per lo svolgimento delle varie attività aziendali.

Cenni Bibliografici

Bhatt, G. D., "Knowledge management in organizations: examining the interaction between technologies techniques and people", *Journal of Knowledge Management*, vol. 5 n.2, 2001.

Bianconi G. e Barabasi A., "Bose-Einstein Condensation in Complex Networks", *Physical Review Letters*, vol.86 n.24, 2001.

Bosua R. e Scheepers R., "Towards web support for tacit knowledge exchange", in Bodker K, Pedersen MK, Norbjerg J, Simonsen J & Vendelo MT (eds). *Proceedings of the 25th Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS25)*, pp.1-11, Denmark : Roskilde University, 2002.

Huber G. P., "Organisational Learning: The Contributing Processes and the Literatures", *Organization Science*, vol.2 n.1, pp. 88-105, 1991.

Kautz K. e Thaysen K., "Knowledge, Learning and IT Support in a Small Software Company", In: *Proceedings of the European Conference on Information Systems*, Bled, Slovenia, 2001.

Kintsch W., Patel V.L. ed Ericsson K. A., "The role of long-term working memory in text comprehension". *Psychologia*, 42, pp.186-198, 1999.

Licata I., Lella L. e Giordano W., "From Ontologies to Ontogenetic Models: Knowledge Extraction Using Dynamical Updating of Representation", *Proceedings of Dynamic Ontology*, Trento, 2004.

Licata I., Tascini G., Lella L., Montesanto A., Giordano W., "Scale Free Graphs in Dynamic Knowledge Acquisition", *Proceedings of A.I.R.S. 2004*, Castel Ivano, in *Systemics of Emergence Research and Development*, Minati G., Pessa E., Abram M. (Eds.), Springer 2006.

Mc Clelland J. L., Rumelhart D. E., "Parallel distributed processing", Cambridge, MA: MIT Press, 1986.

Nonaka I., "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation", *Organization Science* vol.5 n.1, 1994.

Nonaka I. e Takeuchi H., "The Knowledge-Creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation", Oxford University Press, New York, 1995.

Pentland, B. T., "Information Systems and Organizational Learning: The Social Epistemology of Organizational Knowledge Systems", *Accounting Management & Information Technology*, vol. 5 n.1, pp. 1-21, 1995.

Polanyi M., "The Tacit Dimension", in *Knowledge in Organizations*, L. Prusak, Ed. Boston, MA: Butterworth-Heinemann, 1997, pp. 135-146, 1967.

Schvaneveldt R. W., "Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization", Ablex Publishing, New Jersey, 1990.

Stenmark D., "Knowledge Creation and the Web: Factors Indicating Why Some Intranets Succeeded Where Others Fail", *Knowledge and Process Management*, vol.10 n.3, pp. 207-216, 2003.

Steyvers M., Tenenbaum J., "The large scale structure of Semantic Networks: Statistical Analyses and a model of semantic growth", *Cognitive Science* n.29, pp. 41-78, 2005.

Takeuchi H., "Beyond Knowledge Management: Lessons from Japan", <http://www.sveiby.com/articles/LessonsJapan.htm>, 1998.