

PROGETTO INTELLIGENT DESIGN SYSTEM

Fontana Pietro SpA

Stefania Bandini

Università di Milano - Bicocca

Fontana Pietro SpA (FP) è un'azienda del Fontana Group di Calolziocorte (LC), leader nelle attività di *engineering* e produzione di stampi per la deformazione a freddo della lamiera, quasi interamente dedicata al settore automobilistico. Grazie a un lungimirante processo di integrazione verticale delle sue competenze e attività, oggi l'azienda si è ulteriormente specializzata nella realizzazione e assemblaggio di elementi di carrozzeria per auto di nicchia (per esempio, Ferrari).

Questo processo di integrazione è favorito dalla sua struttura, organizzata in Divisioni integrate e focalizzate sullo sviluppo competitivo: *FP Engineering*, *FP Dies Manufacturing*, *FP Pressing*, *FP Assembling*.

Sono a carico delle specifiche attività delle Divisioni la progettazione, la produzione e al rilascio degli stampi. La produzione è definita da un progetto: il prodotto offerto viene commissionato dal cliente e fornito in un unico esemplare. Tutta l'attività, a partire dalla progettazione (*core competence* dell'azienda) viene quindi lanciata al ricevimento dell'ordine. La Divisione *FP Pressing* è invece preposta per i veicoli di nicchia, e gli stampi vengono utilizzati per stampare direttamente gli elementi richiesti dalla casa automobilistica. Infine, gli elementi singoli di carrozzeria stampati vengono assemblati direttamente in FP e inviati al cliente per diventare parte integrante dell'automobile.

I prodotti finali offerti da FP sono: stampi singoli; serie di stampi complete per la realizzazione dei componenti; gruppi di costruzione completamente montati per prototipo e presse; stampi per particolari interni (ossature) ed esterni (pannelleria) di carrozzeria. È importante mettere in risalto che FP elenca tra i suoi prodotti anche le attività di progettazione, per le quali è all'avanguardia nel settore: gestione completa delle fasi di sviluppo superficiali, metodi, simulazioni numeriche, prototipi e stampi serie di un intero progetto. L'attività di progettazione è quindi una delle fasi più cruciali di tutto il processo di produzione di FP.

La Divisione *FP Engineering* ha come sua missione generale la progettazione virtuale del prodotto, attraverso strumenti di *simultaneous engineering*. La forte integrazione tecnologica con i clienti dell'ambito automobilistico (oggi indispensabile per uno sviluppo competitivo) permette una costante e veloce interazione, efficace sia per la riduzione del *time-to-market*, sia per poter ammortizzare i cambiamenti necessari in un mercato complesso e globale. Tale interazione permette di formalizzare un processo di progettazione completamente coordinato: è un punto cruciale per l'automazione e tutte le competenze che concorrono all'efficiente ed efficace armonizzazione di questo processo di progettazione rappresentano

una larga parte del *Core Knowledge aziendale*.

È in questa divisione che è stato sviluppato un sistema di *Core Knowledge Management* (IDS - **Intelligent Design System**), commissionato al Laboratorio di Intelligenza Artificiale del Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione dell'Università di Milano-Bicocca, specializzato in progetti applicativi e industriali dell'area della meccanica utilizzando strumenti di Intelligenza Artificiale integrata in processi d'innovazione che valorizzano le competenze mediante progetti di *Knowledge Management* (KM). Lo sviluppo del sistema IDS ha permesso di supportare attivamente, sul piano delle strategie dell'azienda, un servizio aggiuntivo di miglioramento delle prestazioni interne, partecipando attivamente all'ottimizzazione dell'elemento da produrre, sia in termini qualitativi, sia rispetto alla pressione temporale del mercato.

LA COMUNITÀ DI PRATICA DI FP ENGINEERING

Un patrimonio fondamentale ma volatile, di natura essenzialmente esperienziale è di norma custodito da *Comunità di Pratica* trasversali agli organigrammi d'azienda, ovvero da gruppi di *Knowledge Worker* dedicati alla progettazione di prodotti innovativi.

Al centro degli interessi e degli studi nell'ambito del *Knowledge Management* e dell'*Ingegneria della Conoscenza* (*Knowledge Engineering*) sono state individuate fondamentali architetture sociali trasversali alla stessa organizzazione funzionale: le *Comunità di Pratica* (CoP). Esse custodiscono (e dinamicamente aggiornano) il patrimonio conoscitivo dell'azienda (soprattutto di natura esperienziale) e comprendono gruppi di *Knowledge Worker* dedicati alla progettazione di prodotti innovativi: le *Comunità di Core Knowledge Practitioner*, che

affidano la propria identità culturale alla condivisione di un linguaggio (o "dialetto") parlato dai membri che ne fanno parte, evidenziato dall'uso interno del "gergo del sapere" (*Core Knowledge*) di cui questi gruppi sono detentori. Questa caratteristica linguistica costituisce il presupposto attraverso il quale poter parlare di problemi, confrontare possibili soluzioni e selettivamente negoziare per la più vantaggiosa.

In questo modo, una *Comunità di Core Knowledge Practitioner* presuppone la condivisione di un paradigma linguistico ed è contemporaneamente formata da individui, i quali trovano nel linguaggio lo spazio per la proposta di soluzioni frutto della singola esperienza maturata da ciascuno nello specifico ambito di competenza. Il passo dal collettivo all'individuale corrisponde al passaggio dalla dimensione sociale in cui avviene lo scambio di conoscenze, a quella privata ed individuale in cui l'elemento creativo proprio del singolo membro della *Comunità* agisce come innesco di processi di *problem solving*.

Questa duplice natura delle *Comunità* in cui individuale e collettivo giocano ruoli distinti ma complementari al buon andamento dei processi di costruzione e conservazione della conoscenza, si traduce in due distinti orientamenti che un intervento di *Core Knowledge Management* può assumere: uno mirante a supportare la condivisione di conoscenze all'interno di una stessa *Comunità* o tra distinte *Comunità di Pratica* (*Cooperative working*); un altro orientato a supportare le *Core Activities* interne ad una specifica *Comunità di Pratica* e messe in opera dai singoli *Core member* della *Comunità* stessa.

Il Sistema *Intelligent Design System* (IDS) dedicato al *Core Knowledge Management* nella divisione *FP Engineering* è nato dall'esigenza di FP di integrare una versione molto nota del CAD (Catia v5), con sistemi tipici della rappresentazione della

conoscenza in modo che, attraverso la gestione del *Core Knowledge* posseduta dagli esperti progettisti, si potessero ridurre i tempi di progettazione e di tesaurizzare le conoscenze indispensabili a questo scopo.

Le problematiche relative alla realizzazione di un tale sistema sono duplici: da un lato problematiche di natura computazionale legate sia alle scelte architettoniche in merito ai *problem solving method* più opportuni (sistemi a regole, ontologie ecc.) sia alle appropriate tecnologie di integrazione, dall'altro problematiche di natura rappresentazionale legate all'esigenza di dover modellare le specifiche strategie adottate dagli esperti di settore per risolvere problemi di progettazione e configurazione di oggetti meccanici complessi come gli stampi.

PROGETTARE UNO STAMPO

Uno stampo è un oggetto complesso (Figura 1), formato da centinaia di parti ognuna delle quali deve essere singolarmente progettata dal designer. La percezione dello spazio all'interno del quale avviene l'attività di design influisce sulla prassi progettistica inducendo continui cambiamenti di prospettiva e piccole ma significative rivoluzioni di significato sull'insieme dei passi decisionali di cui si compone questa attività. Alla luce di questi cambiamenti di prospettiva il designer è in grado di ricollocare istantaneamente il senso di un oggetto ed il significato delle operazioni che su di esso possono essere

compiute, all'interno di contesti funzionali spesso impliciti e sottintesi nelle attività di progettazione.

Il riconoscimento della specifica funzione svolta dalla struttura di una certa parte dello stampo, unita alla capacità di individuare l'insieme di vincoli di progettazione afferenti alle richieste della casa automobilistica committente e ai vincoli di statica imposti dalla geometria dello stampo condiziona la scelta delle effettive procedure di progettazione.

Senza conoscere la struttura profonda della rete di funzioni che implicitamente il progettista proietta sullo stampo, risulta impossibile catturare la struttura dei processi attuati dai designer e quindi esplicitare le azioni che caratterizzano la pianificazione dei processi di progettazione.

Inoltre, non solo lo stampo è un oggetto complesso, ma complessa è anche la dinamica dei processi che ne guidano il design. I passi decisionali sono caratterizzati da una sequenza di attività avente ad oggetto gli elementi in cui lo stampo viene concepito: una sequenza volta a stabilire un insieme di macro-attività che indicano la strategia seguita nel corso di ogni progetto.

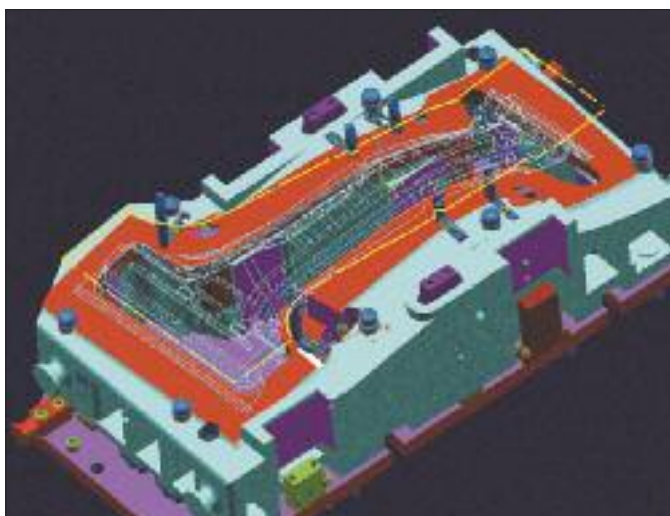


FIGURA 1 Esempio di uno stampo

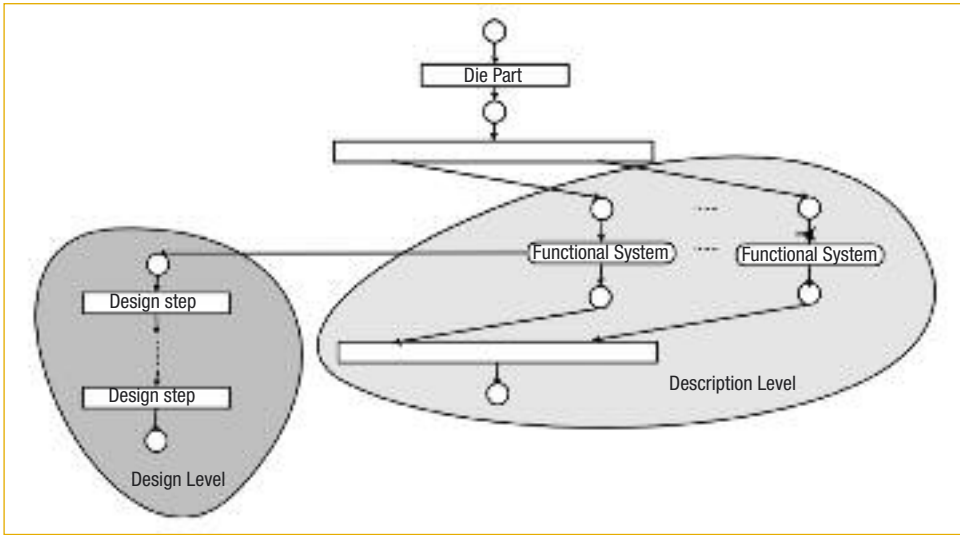


FIGURA 2 Esempio di modello procedurale del processo di progettazione

L'euristica che queste macro attività esprimono non prescrive in modo univoco i percorsi di design che di necessità devono essere seguiti per portare a buon fine la progettazione dello stampo (Figura 2): questa euristica indica semplicemente un cammino di massima volto a minimizzare effetti collaterali, e dunque esprime una sequenza di azioni da compiersi secondo una precisa sequenza solo su alcuni gruppi di parti di cui lo stampo si compone e non su tutte le sue parti.

Ogni progettista concettualizza lo stampo nel suo insieme come un insieme di parti ognuna delle quali svolge una specifica funzione, dispone cioè di una "teoria di riferimento" frutto di esperienza maturata sul campo e di competenze più formali di natura ingegneristica (aspetti geometrici e statici), che nel loro insieme permettono al designer di decidere ad ogni passo della progettazione per la migliore configurazione dell'oggetto.

Non esiste un insieme di regole normative che il progettista debba di necessità seguire in questa operazione: ogni designer possiede il proprio stile, la propria

via nell'applicazione del corpo di teorie che stanno a monte della attività di configurazione e che sono normative solo riguardo a quello che non si può fare, non riguardo a quello che può essere fatto. Di fronte ad una stessa richiesta due diversi progettisti potranno realizzare, e di fatto realizzano, due stampi morfologicamente diversi ma ugualmente efficaci sul piano funzionale nel realizzare la forma desiderata della lamiera che dovrà uscire dallo stampaggio.

Un'attività di progettazione di questo tipo, può essere concepita come un'attività di problem solving in cui ad ogni passo della progettazione il designer è chiamato a generare delle ipotesi creative per la soluzione di problemi di configurazione strettamente dipendenti da una valutazione complessiva dell'oggetto da realizzare.

Supportare queste attività *goal oriented*, significa gestire la fase routinaria del lavoro, ovvero rappresentare le fasi del processo indispensabili per la definizione delle euristiche di progettazione, in modo da fornire all'utente una traccia delle relazioni concettuali che non possono

non essere considerate tra le parti dello stampo nel momento in cui se ne sta progettando la struttura. Questo equivale a definire i *confini* all'interno dei quali il progettista dovrà innescare il proprio stile. La definizione di questi confini cattura in questo modo il senso con il quale in quest'ambito si parla di *Core Knowledge Management System* a supporto della creatività.

GERGO E FUNZIONI LA RAPPRESENTAZIONE ONTOLOGICA

Nello svolgimento del progetto IDS, l'impatto con il gergo usato dalla comunità dei progettisti di FP è stato complesso. Di fatto l'istituzione di un gergo dovrebbe realizzare all'interno della comunità che in esso si riconosce un'enciclopedia di termini "privati" per il riferimento agli oggetti di interesse della comunità stessa: parlare di un oggetto infatti nei termini del linguaggio ufficiale oppure nei termini del linguaggio gergale, implica profondi e assai significativi cambiamenti in merito al significato che implicitamente viene assegnato all'oggetto in questione.

Nel caso in analisi, la situazione anomala era dovuta al fatto che non vi fosse unanime giudizio in merito al significato posseduto da alcuni termini caratteristici del linguaggio privato parlato dai membri della comunità: uno stesso nome veniva ampiamente utilizzato dai progettisti, pur non possedendo un chiaro ed univoco riferimento oggettivo. È quindi stata promossa e attuata una campagna di *Knowledge Engineering* che permettesse di catalogare (e uniformare) l'apparato concettuale veicolato dall'uso del gergo interno.

Un'analisi più profonda dei termini in uso ha quindi mostrato come ogni termine avesse stretti legami con gli aspetti *funzionali* posseduti non tanto dagli oggetti,

bensì dalla loro struttura: una pulizia dall'ambiguità semantica cui tali termini sembravano consegnati, ha richiesto dunque la modellazione dell'insieme di funzioni associate alla struttura degli oggetti.

Uno stesso nome impiegato da diversi progettisti per il riferimento a diverse elementi dello stampo, ha trovato così una spiegazione nella diversa capacità posseduta dai singoli progettisti nel riconoscere in un oggetto un ruolo funzionale goduto dalla sua struttura.

Questa competenza fortemente dipendente dall'esperienza del singolo progettista nell'ambito della progettazione si è rivelata di fatto una *Core Competence*: l'analisi di un aspetto sociale come la condizione di un gergo ha permesso di riconoscere l'importanza nel contesto della progettazione degli stampi di forme di ragionamento che coinvolgono massicciamente il ruolo funzionale che il progettista esperto è in grado di proiettare sugli oggetti che devono essere disegnati. Le fasi successive della campagna di acquisizione e rappresentazione delle conoscenze sono quindi state condotte con progettisti dotati di una notevole competenza linguistica: questo ha permesso di realizzare una mappatura dello stampo in riferimento ai ruoli funzionali posseduti dalla struttura degli elementi che ne sono parti costitutive. Risultato di questa mappatura è stata la modellazione dello stampo nei termini di un'ontologia funzionale (Figura 3).

DALL'ONTOLOGIA AI PROCESSI

Dopo aver individuata una via di accesso ai codici semantici fondamentali adottati dai progettisti per discutere collegialmente di problemi di configurazione delle parti dello stampo, il focus della acquisizione si è spostato verso la definizione

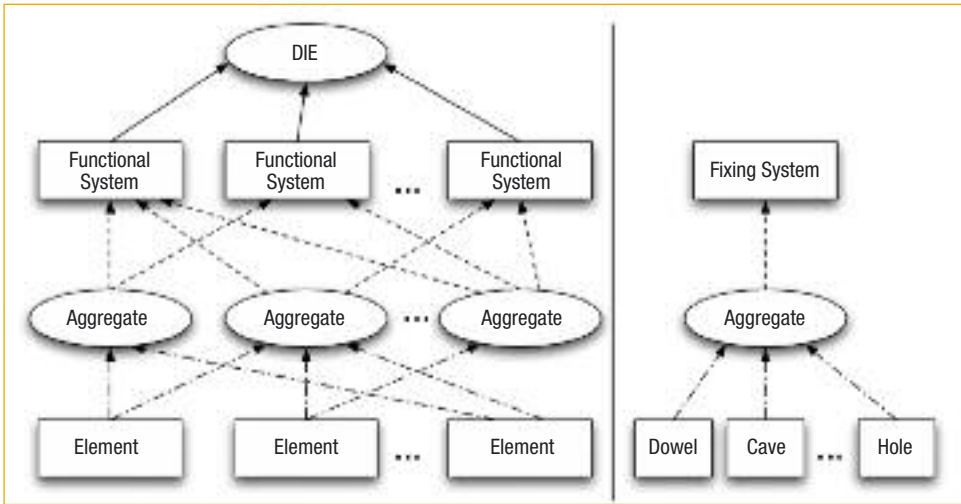


FIGURA 3 Scorcio della rappresentazione ontologica

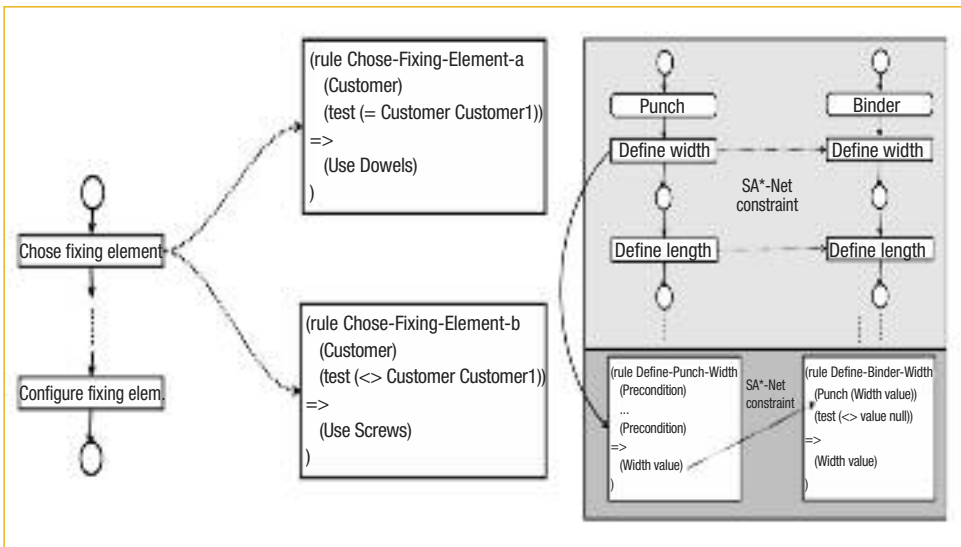


FIGURA 4 La figura mostra l'insieme di vincoli che il progettista prende in considerazione nel corso della progettazione e le tipologie di conoscenze (ontologica e procedurale)

dei passi di cui si compone il processo di design.

Ogni fase di questo processo coinvolge una parte o un gruppo di parti interne allo stampo: per rappresentare questa proliferazione di aggregati si è dovuto ridisegnare il modello relativo all'ontologia funzionale associandogli informazioni di

natura merceologica, miranti ad integrare aspetti dichiarativi con aspetti procedurali (Figura 4).

Dal punto di vista della progettazione infatti non è sufficiente conoscere il valore funzionale, per esempio, di una vite, ma è anche necessario saper riconoscere il ruolo diverso svolto da una vite a secon-

da della sua diversa occorrenza in distinti contesti funzionali. Per esempio, le decisioni che il progettista prende riguardo ad un gruppo di viti per il fissaggio di qualche componente, è vincolata, oltre che da eventuali richieste della casa automobilistica committente, anche dalla gamma di ruoli che questo gruppo funzionale riveste nel contesto complessivo dello stampo e dagli eventuali conflitti con altri elementi dello stampo.

STRUMENTI E RISULTATI

Lo sviluppo del sistema ha richiesto l'uso e l'integrazione di modelli computazionali e tecnologie innovative dell'Intelligenza Artificiale e del *Computer Aided Design* (CAD), opportunamente integrate per favorire un approccio di *Core Knowledge Management*. Lo strumento di progettazione CAD CATIA V5 è stato integrato con un insieme di strumenti (*rule-based*, *ontology-based* e reti SA*) per la gestione delle numerose componenti dello stampo che vengono via via introdotte nel progetto. Nuove funzionalità di disegno e analisi dei progetti (*Intelligent Design System*) si basano su tecniche originali per la rappresentazione della conoscenza (sia procedurale che dichiarativa).

Nella fase di industrializzazione del sistema sono state organizzate intense attività di *Knowledge Engineering* per l'acquisizione e la rappresentazione della conoscenza, la raccolta di specifiche funzionali e la formazione di progettisti con diversi ruoli e competenze tecniche specialistiche. L'incremento e miglioramento dei rapporti "trasversali" ha favorito il consolidarsi di comunità di pratica che all'interno dell'azienda condividono problemi e approcci.

Oggi il sistema sviluppato si trova in fase di effettiva produzione all'interno dell'azienda. Tutta la *Divisione FP Engineering*

utilizza IDS. La fase attuale riguarda il miglioramento delle funzionalità in modo da raggiungere gli obiettivi di condivisione e patrimonializzazione della conoscenza dei progettisti e la riduzione dei tempi di progettazione. I dati che confermano il miglioramento del processo di *engineering* sono rilevabili dagli indicatori di performance e produttività definiti all'interno della Divisione. Il prodotto permette a FP di mantenere un'elevata competitività sui mercati mondiali attraverso una riduzione dei costi e dei tempi di progettazione, e quindi produzione.

Gli utenti coinvolti nell'utilizzo delle applicazioni sviluppate sono tutti gli operatori e gestori dell'area di engineering e indirettamente tramite visualizzazioni, intranet e portali di diffusione dati, tutti gli enti a valle delle varie sedi del Fontana Group, nonché indirettamente anche l'indotto Fontana. Principale ostacolo all'attuazione del progetto sono state le naturali resistenze del personale di fronte ad un graduale cambio di mentalità necessario per il passaggio da un'azienda metalmeccanica classica ad un'azienda indirizzata alla conoscenza.

L'evoluzione del progetto è continua in quanto le tecnologie sviluppate sono ormai a regime di produzione. Tutti gli attori del processo aziendale sono coinvolti nell'utilizzo e nell'ottimizzazione del sistema. Parallelamente, *FP Engineering* sta procedendo all'integrazione nel sistema di strumenti software decisionali per far sì che competenze e conoscenze già formalizzate possano essere sfruttate anche a fini gestionali (project management) e di misura delle performance aziendali. Ulteriori possibili sviluppi futuri riguardano l'integrazione con applicazioni dedicate alla pianificazione della produzione, al rispetto delle dinamiche di produzione, al coordinamento delle varie sedi di Fontana Group, al rispetto dei tempi di

consegna e alla riduzione dei rischi di *outsourcing*.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Bandini S., Manzoni S.: *Modeling Core Knowledge and Practices in a Computational Approach to Innovation Process*. In: *Model Based Reasoning: Science, Technology, Values*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002.
- [2] Bandini S., Colombo G., Sartori F.: *Towards the Integration of Ontologies and SA-Nets to Manage Design and Engineering Core Knowledge*. Proceedings of the International Workshop on Ontology, Conceptualizations and Epistemology for Software and Systems Engineering, Alcalá (SP), 2005.
- [3] Bandini S., Sartori F.: *Industrial mechanical design: The IDS case study*. In: J. Gero (Ed.), *Proceedings of Second International Conference on Design Computing and Cognition*, Springer-Verlag, 2006.
- [4] Gero J.: *Computational Models of Creative Designing Based on Situated Cognition*. Proceedings of the Fourth Conference on Creativity and Cognition, ACM Press, New York, NY, USA, 2002.
- [5] Guarino N.: *Some Ontological Principles for Designing upper level Lexical Resources*. Proceedings of the First International Conference on Lexical Resources and Evaluation, Granada, Spain, 1998.
- [6] Colombo G., Mosca A., Sartori F.: *Towards the Design of Intelligent CAD Systems: an Ontological Approach*. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 21, 2007.
- [7] Chandrasekaran B., Goel A.K., Iwasaki Y.: *Functional Representation as Design Rationale*. *IEEE Computer*, Vol. 26, n. 1, 1993.
- [8] Bandini S., Manzoni S., Sartori F.: *Core Knowledge Management in a Designer Community of the Automotive Field*. In: Akerman M., Dieng-Kuntz R., Simone C., Wulf W. (eds.), "Knowledge Management in Action", IFIP 20-th World Computer Congress, WG 12.6: IFIP KMIA 2008 Stream, September 7-10, 2008, Milano, Italy. IFIP 270 Springer, 2008.