



Geco s.n.c.



Dipartimento di Informatica e Scienze
dell'Informazione - Università di Genova



Istituto per la Matematica Applicata e le
Tecnologie Informatiche - CNR

Studio di un sistema per l'ottimizzazione di tagli subacquei supportato da un'ontologia di processo

POS. N. 5 Avv. 1/2006

***DOCUP Obiettivo 2 2000/2006 misura 3.7 sottomisura d)
"Diffusione e trasferimento dell'innovazione"***

Executive Summary

Obiettivo dello studio di fattibilità in oggetto (*Studio di Fattibilità per un Sistema per l'Ottimizzazione di Tagli Subacquei supportato da un'ontologia di processo*) è illustrare soluzioni tecnologiche per ottimizzare le operazioni di rimozione di piattaforme off-shore, migliorando l'affidabilità del processo di posizionamento ed esecuzione del taglio, in modo da ridurre i costi di utilizzo e i rischi di errore, come pure migliorare le prestazioni e facilitare il controllo e l'addestramento del personale designato alle operazioni.

Le operazioni di rimozione di una piattaforma off-shore vengono attualmente effettuate con apparecchiature molto complesse e ne esistono poche in commercio. Un esempio di riferimento è il sistema *SBC* (Sub Bottom Cutter). *SBC* è un sistema per il taglio di strutture subacquee al di sotto della soglia di fondale mediante filo diamantato con lo scopo di ridurre l'impatto ambientale degli scavi e delle operazioni di rimozione. Attualmente non esistono sul mercato sistemi di taglio comparabili a *SBC*, sebbene il sistema possa essere considerato allo stato iniziale del suo possibile sviluppo. Il sistema *SBC* nella sua versione progettuale attuale è *completamente passivo*: le operazioni di posizionamento e taglio sono tutte assistite da apparati a bordo nave, da ROV e da sommozzatori. Non è presente alcun sistema di controllo né di automazione in grado di controllare, verificare e prevedere, data una configurazione di posizionamento, l'effettiva risultante configurazione durante e dopo il taglio.

Un sistema ottimizzato, come quello che si propone nel presente studio (si veda in dettaglio la relazione finale ed in particolare il Capitolo 6 con le specifiche funzionali ed il Capitolo 7 con la descrizione del prototipo di simulatore), sfrutta le potenzialità di nuove tecnologie come le ontologie (si veda l'ontologia *OntoCUT* definita nel Capitolo 5 della relazione finale) per aumentare l'intelligenza del sistema e "guidarne" le scelte sulla base della conoscenza modellata. Inoltre il sistema si basa su un modello matematico e geometrico rigoroso per effettuare un'analisi dei vincoli spaziali in modo dettagliato (si vedano per questo i Capitoli 3, 4 ed 8).

Il raggruppamento, con capofila la *GECO Business Consulting* e con partner il Dipartimento di Informatica e Scienze dell'Informazione – Università di Genova (*DISI*) e l'Istituto per la Matematica Applicata e le Tecnologie Informatiche (*IMATI*), ha collaborato sinergicamente per trasferire e applicare tecnologie maturate dall'esperienza acquisita in anni di attività nei contesti della ingegneria del software, della modellazione geometrica di strutturazione della forma e nel contesto della definizione di ontologie per l'associazione di informazione semantica agli oggetti geometrici. .

Il risultato di questo studio è costituito, in sintesi, dal documento finale e da un prototipo funzionante utile a verificare l'applicabilità delle soluzioni tecnologiche proposte. In modo schematico, i contenuti del presente studio possono riassumersi nei seguenti punti:

1 - STATO DELL'ARTE: E' stato prodotto uno stato dell'arte completo con riferimenti e note importanti su quattro macro-argomenti inerenti lo studio di fattibilità in oggetto. In particolare, il documento (presentato nel Capitolo 2 della relazione finale) fornisce una descrizione dettagliata delle definizioni di realtà virtuale ed aumentata individuando i campi applicativi, gli strumenti usati e l'applicabilità in letteratura in contesti sottomarini. Inoltre, identifica e descrive diverse tecniche di modellazione geometrica, i modelli scompositivi, le rappresentazioni multirisoluzione e le tecniche esistenti in letteratura per la segmentazione e l'estrazione di informazioni semantiche da oggetti 3D. Lo stato dell'arte introduce anche i principi del web semantico, le ontologie e i metadati strutturati per la formalizzazione della conoscenza di esperti in uno specifico settore. Infine, presenta un ventaglio abbastanza vasto di tipologie di sensori per ambienti sottomarini.

2 – DEFINIZIONE ED ANALISI DEL MODELLO MATEMATICO E COSTRUZIONE DEI MODELLI VIRTUALI: Sono stati condotti diversi studi sui modelli matematici e sono stati prodotti documenti di dettaglio su tecniche per la strutturazione della forma e la creazione di modelli geometrici multirisoluzione. In particolare si è analizzato in dettaglio PLUMBER, uno strumento sviluppato presso l'IMATI per il riconoscimento di parti tubolari. PLUMBER è risultato interessante nel contesto del progetto, visto che le piattaforme da rimuovere hanno basi cilindriche e quindi tubolari (dettagli sono riassunti nel Capitolo 3 della relazione finale). Inoltre è stata studiata e dettagliata la libreria MT (illustrata sempre nel Capitolo 3 della relazione), sviluppata presso il DISI. L'MT permette la creazione di modelli geometrici multirisoluzione e risulta utile in un contesto come quello del problema in esame, infatti, in fase di simulazione di ambienti virtuali tridimensionali, la costruzione ed utilizzo di modelli a diversi livelli di dettaglio può migliorare le prestazioni di calcolo e visualizzazione, adattando la risoluzione dei modelli, ad esempio, in base alla vicinanza con l'operatore o alle zone di interesse. Nel Capitolo 8 della relazione finale, vengono descritte le attività svolte per la dimostrazione della fattibilità di un approccio di pre-processing dei modelli geometrici che usi PLUMBER ed MT (opportunamente estesi) in modo da creare modelli geometrici strutturati da eventualmente passare al prototipo di simulatore. Inoltre, sono stati studiati i modelli a disposizione ed è stata creata una tassonomia di tali modelli (terreni, piattaforme e macchine di taglio). Ogni modello a disposizione è stato organizzato gerarchicamente, raggruppando entità geometriche di base, in macro-componenti con specifico significato (si veda il Capitolo 4 della relazione finale). Questo ha permesso al prototipo di simulatore, presentato nel Capitolo 7, di usare modelli geometrici strutturati e analizzare meglio le condizioni di posizionamento e taglio.

3 – STUDIO ED ANALISI DEI VINCOLI DI TAGLIO E DEFINIZIONE DELL'ONTOLOGIA PER IL PROCESSO DI TAGLIO (ONTOCUT): in collaborazione con le aziende proponenti, il raggruppamento ha collezionato l'insieme delle informazioni utili associate al processo di taglio ed ha creato un documento di specifica di tali vincoli (si veda il Capitolo 3 della relazione finale). L'attività ha permesso di formalizzare vincoli altrimenti non specificati e di individuare parametri e variabili fondamentali in fase di simulazione. Tutte queste informazioni e l'intero processo di posizionamento e taglio sono stati formalizzati in un'ontologia di processo, denominata OntoCUT e presentata in dettaglio nel Capitolo 5 della relazione finale. L'ontologia è stata implementata in OWL e verificata rispetto alle aspettative degli operatori del settore, dimostrando quindi l'utilità della base di conoscenza proposta. Inoltre OntoCUT è stata integrata al prototipo di simulatore presentato nel Capitolo 7 della relazione finale.

4 – PROGETTAZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DI UN PROTOTIPO DI SIMULATORE: Il raggruppamento ha prodotto una dettagliata specifica funzionale che formalizza i passi applicativi necessari alla realizzazione di un sistema completo per l'ottimizzazione di tagli subacquei. Tale specifica funzionale viene presentata nel Capitolo 6 della relazione finale. In tale capitolo viene anche indicato l'insieme delle possibili soluzioni da adottare per l'implementazione di un prototipo di simulatore. Infine, il raggruppamento ha implementato un prototipo di simulatore che dimostra la fattibilità delle soluzioni proposte (si veda il Capitolo 7 della relazione) ed integra con successo le principali scelte tecnologiche individuate. In particolare, è in grado di visualizzare modelli geometrici 3D strutturati ed organizzati in macro-componenti, offre la capacità di muovere i modelli nello spazio e simula le operazioni di posizionamento e taglio. Inoltre fornisce le interfacce per dialogare con l'ontologia OntoCUT e quindi monitorare tutte le variabili importanti nel processo di rimozione della piattaforma.

In conclusione, lo studio proposto ha evidenziato come, mediante l'utilizzo di moderne tecniche di modellazione geometrica e grafica 3D e la formalizzazione della conoscenza mediante ontologie, sia possibile aumentare l'intelligenza di un sistema industriale che opera in ambiente sottomarino come nel caso del sistema SBC. A partire dallo stato dell'arte (Capitolo 2), e grazie ai risultati di analisi (Capitoli 3 e Capitolo 4), è stato possibile indirizzare le scelte che hanno portato alla definizione delle specifiche funzionali di sistema (Capitolo 6) per la realizzazione del prototipo di simulatore (Capitolo 7).

Durante tutto il progetto i ricercatori del raggruppamento hanno collaborato con successo con gli esperti delle aziende proponenti per formalizzare la conoscenza associata ai processi industriali in esame. E' stata specificata e formalizzata una ontologia di processo, denominata OntoCUT (Capitolo 5). Questo significa che sono stati realizzati i formalismi tecnici che assicurano la realizzabilità di un sistema in grado di apprendere ciò che avviene durante le fasi di posizionamento e taglio per la rimozione di piattaforme off-shore.

L'integrazione del simulatore con l'ontologia OntoCUT ha permesso di valutare e verificare nella pratica, mediante simulazioni ad alta fedeltà, come un sistema per il taglio di elementi in ambiente sottomarino possa essere supportato ed evoluto attraverso le tecnologie proposte nel presente studio. Il prototipo ha dimostrato di essere già in grado di verificare scenari simulati in fase di analisi preventiva e di analisi "what-if" durante le fasi operative. Questa funzionalità risponde ad una delle principali esigenze indicate dagli esperti delle aziende richiedenti.

La scelta di linguaggi formali aperti come X3D e OWL per la rappresentazione, rispettivamente, dei modelli geometrici e della base di conoscenza, consente la semplice ed immediata fattibilità di meccanismi per la trasmissione, l'elaborazione ed il reasoning dei dati di processo in tempo reale. Questo tipo di soluzioni può essere applicabile anche a differenti processi industriali.

La realizzazione del prototipo di simulatore ha inoltre dimostrato come, in scenari in cui si disponga di sistemi integrati di sensori in grado di fornire le informazioni di posizione dei soggetti (macchina di taglio, piattaforma e terreno) rispetto ad un sistema di riferimento globale, la soluzione al calcolo dei problemi di geometria computazionale (ad es. calcolo delle ellissi di taglio, della curva di ingaggio, dell'angolo alfa, ecc.) sia fattibile in tempo reale e fornisca, entro limiti di precisione dettata dalla tolleranza all'errore dei dati provenienti dai sensori, informazioni utili per guidare e monitorare il processo. Il passo immediatamente successivo a questo approccio globale è lo studio di possibili soluzioni localizzate che permettano di avviare oppure di integrare l'approccio globale. In questi termini è dunque possibile immaginare scenari in cui le informazioni provenienti dai sensori siano suddivise in due categorie ben definite e sinergiche. La categoria dei sensori che forniscono informazioni di tipo globale come ad esempio reti di sensori) e quella dei sensori che forniscono informazioni di tipo locale (ad es. misure di distanza). Le prime possono essere utilizzate con successo nei contesti in cui le condizioni ambientali e di specifica del processo non comportino errori o approssimazioni eccessive. Le seconde possono essere utilizzate per integrare le prime in caso contrario. Un tipico scenario che vede l'integrazione delle due categorie può essere infatti quello in cui le informazioni globali possano essere utilizzate per la procedura di avvicinamento della macchina di taglio alla base circolare (gamba) da tagliare. Una volta in prossimità di detta base le informazioni locali unitamente ad opportuni algoritmi di triangolazione dei dati possono essere sfruttate per aumentare la precisione dei dati in input e permettere la soluzione ai problemi geometrici formalizzati nell'arco dello studio di fattibilità

In futuro, un sistema industriale derivato dal presente studio, effettivamente immerso in un sistema reale, potrà restituire informazioni in tempo reale e quindi permettere anche delle fasi automatiche di scelta operate sulla base dei dati acquisiti, migliorando quindi le prestazioni del sistema e essendo di supporto reale agli operatori in fase operativa ed in fase di training. Tale sistema industriale di simulazione ed acquisizione della conoscenza potrà essere integrato nei sistemi di controllo delle macchine e, oltre a suggerire i comportamenti, potrà effettuare dei ragionamenti in grado di operare scelte in modo autonomo o assistito dall'utente.