

Studio di fattibilità, progettazione e realizzazione di un dimostratore di un “modello dinamico” per il controllo e la gestione real time di reti logistiche complesse

Studio di fattibilità finanziato dal
Parco Scientifico e Tecnologico della Liguria
Docup Obiettivo 2 (2000–2006), Misura 3.7,
Sottomisura d) Diffusione e Trasferimento dell’Innovazione
(POS. bando N. 42 Avv. 2/2006)

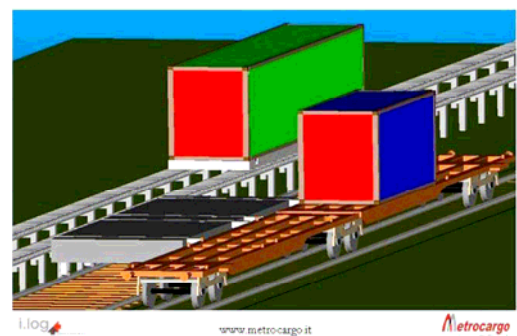


Il progetto, denominato nel seguito *ModLog (Modelling and Optimization of Dynamic LOGistic systems)*, è finalizzato alla progettazione di uno strumento per la pianificazione, la gestione operativa e il controllo in linea di reti logistiche di trasporto merci, nonché alla realizzazione di un prototipo di dimostrazione di tale strumento.

Il progetto ModLog opera nell’ambito delle *reti intermodali terrestri di trasporto containerizzato delle merci* in cui sono presenti due modalità di trasporto: il trasporto su gomma e il trasporto su rotaia. Il trasporto combinato strada – rotaia, grazie alla possibilità di integrare queste due modalità di trasporto, si è imposto quale tecnica capace di coniugare l’attitudine del trasporto ferroviario a percorrere lunghi tratti e la capacità del modo “strada” di essere flessibile e capillare nella penetrazione sul territorio. Nel trasporto combinato strada – rotaia, l’utilizzazione della ferrovia sulle medie e lunghe distanze e dell’autotrasporto sulle brevi determina l’ottimo sfruttamento, da un lato, delle doti di duttilità e flessibilità del mezzo stradale che ha la capacità di inserirsi efficacemente nel processo di raccolta e di distribuzione delle merci, dall’altro delle notevoli potenzialità del mezzo ferroviario di assorbire massicci trasferimenti a costi contenuti.

Obiettivo primario di Modlog sono le attività di organizzazione di reti ferroviarie innovative in cui le operazioni di trasporto su rotaia non siano definite in un’ottica di trasporto diretto (door-to-door) di interi ordini, ma piuttosto, in modo simile a quanto avviene per i passeggeri, siano, invece definibili come sequenze di percorsi e combinazioni di mezzi diversi per la connessione origine-destinazione degli ordini.

Si ipotizza, quindi, di utilizzare reti ferroviarie dotate di terminali multimodali ad alta tecnologia (quali il sistema Metrocargo) in cui le operazioni di trasbordo dei carichi/scarico dei container dal veicolo ferroviario siano automatizzate in modo da garantire velocità e flessibilità. In questo senso, la pianificazione delle operazioni di trasporto è elemento di alta innovatività del progetto in quanto si assume che le unità di carico di uno stesso ordine possano viaggiare su percorsi e mezzi diversi sfruttando la capacità residua dei mezzi presenti sulla rete.

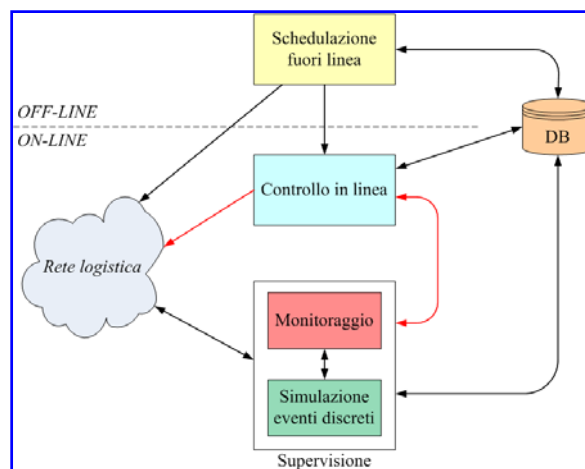


Un secondo elemento di innovatività del progetto consiste nella definizione dell’operatività di uno strumento di monitoraggio e gestione in linea del sistema. Questo strumento ha la finalità di verificare lo stato di funzionamento del sistema, identificare l’occorrenza di eventuali criticità. Valutare l’entità degli stati critici e, se necessario, adottare politiche di ripianificazione in linea per riportare il sistema ad una condizione di funzionamento efficiente.

Gli obiettivi dello studio sono, quindi, riassumibili nei seguenti elementi:

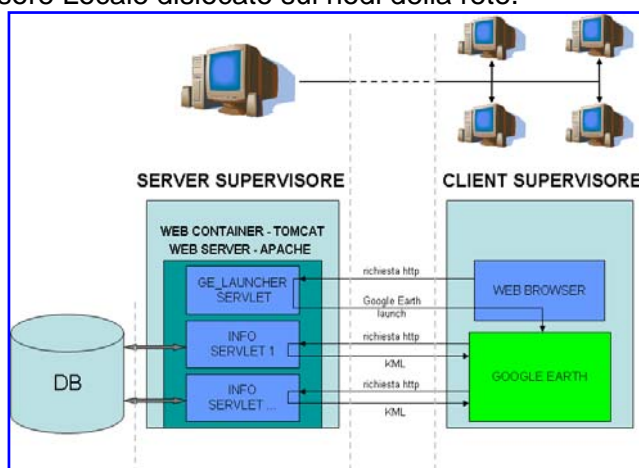
- analisi delle problematiche logistiche alla base di una rete intermodale complessa;
- progettazione di uno strumento di pianificazione, supervisione e controllo in linea delle reti logistiche in esame;
- progettazione di un prototipo dell'infrastruttura informatica necessaria per la gestione di una "sala di controllo" di reti logistiche complesse;
- realizzazione e sperimentazione di un prototipo di "sala di controllo".

Tali obiettivi sono stati perseguiti definendo un'architettura composta delle due fasi decisionali di pianificazione fuori linea e di supervisione e controllo in linea. La prima fase è dedicata alla organizzazione delle funzionalità del sistema sulla base di dati statici, strutturali e previsivi riguardo al sistema. Tale fase genera una pianificazione di dettaglio del funzionamento del sistema che in linea opererà con la configurazione che tale pianificazione di dettaglio ha previsto. Il funzionamento del sistema (a maggior ragione trattandosi di sistema ad alta complessità) è, però, tipicamente influenzato da fattori stocastici (propri o dovuti a elementi esterni al sistema) che in misura più o meno rilevante possono portare il sistema a discostarsi da quel comportamento previsto che, in fase di pianificazione fuori linea, ha guidato le decisioni. Nella fase di supervisione e controllo in linea sono, quindi, previste azioni di monitoraggio del funzionamento del sistema e di eventuale ripianificazione qualora la pianificazione di dettaglio definita fuori linea sia resa non più attuabile dal reale comportamento del sistema.



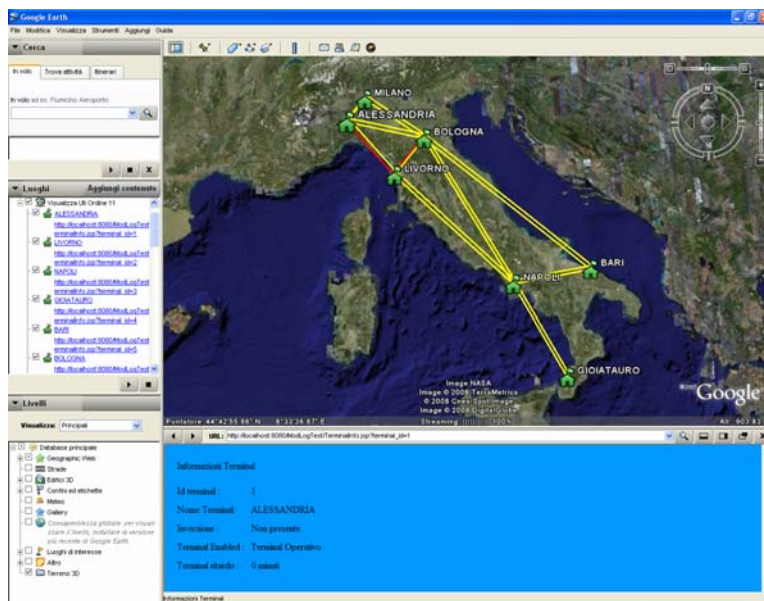
La struttura del Supervisore è di tipo Client/Server, dove il Server è tenuto aggiornato tramite l'informazione real-time allocata a Database. Il Client, invece, è un software che rappresenta tramite pagine grafiche l'infrastruttura logistica e che può essere utilizzato dagli operatori tramite un browser per Internet e il programma Web-GIS Google Earth.

In particolare, il Supervisore, proprio per la sua struttura Client/Server, rispecchia anche un'idea di controllo combinato, centrale e localizzato. L'architettura del modulo di supervisione è stata progettata in modo tale da permettere sia un'accurata e veloce rappresentazione delle informazioni sullo stato della rete presenti a Database, sia l'accesso via web. L'architettura Client/Server consente l'utilizzo del servizio di supervisione a più macchine e, in questo modo, permette l'introduzione del Supervisore Locale dislocato sui nodi della rete.



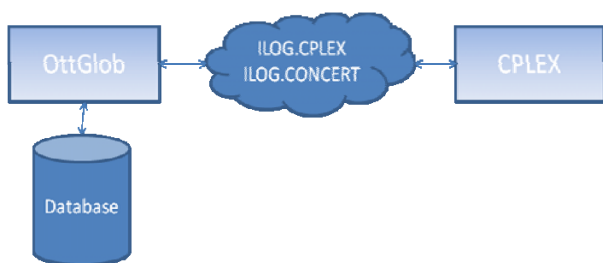
L'interfaccia utente del supervisore possiede alcune funzionalità principali:

- la georeferenziazione della rete e di tutti i suoi componenti;
- la visualizzazione di nodi (Terminal), archi (o parte di essi), treni e UTI con caratteristiche grafiche (colori differenti o caratteristiche geometriche diverse) in funzione delle loro condizioni/capacità;
- la visualizzazione del movimento del/i treno/i (o UTI);
- la possibilità di relazionare ogni oggetto su mappa ad una pagina http (o all'interno dell'interfaccia Google Earth o esternamente ad esso) sulla quale riportare le caratteristiche tecniche o dati inerenti all'elemento stesso.



Un secondo modulo del supervisore è il modulo di simulazione della rete logistica dedicato alla rappresentazione del comportamento dinamico dei diversi elementi della rete e, in particolare, delle operazioni di trasporto e dell'operatività dei terminali. Il simulatore è anche dedicato alla generazione di eventi perturbativi e criticità tipiche del comportamento in tempo reale di un sistema complesso come la rete logistica considerata.

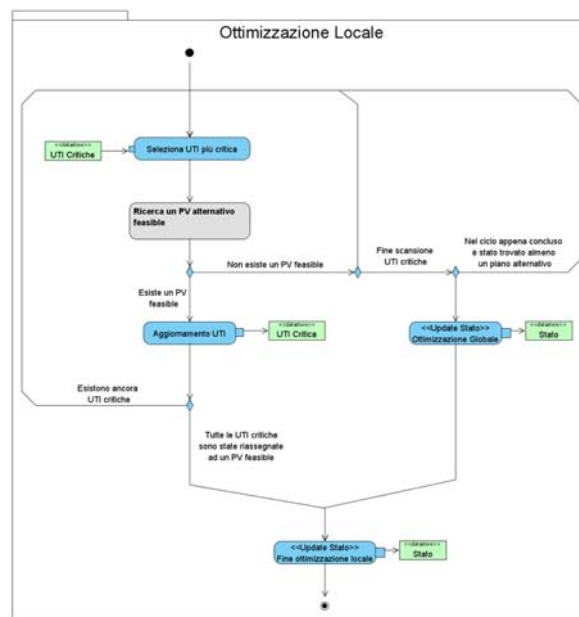
Il modulo di pianificazione fuori linea si compone di una fase di preprocessing e di una fase di ottimizzazione (denominata ottimizzazione globale). La fase di preprocessing analizza gli ordini pervenuti e definisce una sequenza ordinata di possibili piani di viaggio, il modulo di ottimizzazione globale (realizzato utilizzando lo strumento di risoluzione di problemi di programmazione matematica Cplex 11.0) assegna ad ogni unità di carico il piano di viaggio migliore minimizzando un opportuno funzionale di costo e tenendo conto delle disponibilità dei mezzi (oltrechè di alcuni altri vincoli



tecnologici e strutturali).

Il modulo di pianificazione in linea è, invece, suddiviso nelle due fasi di analisi e di ottimizzazione locale. La fase di analisi verifica la presenza di una criticità, ne valuta l'entità ed, eventualmente, esegue la fase di ottimizzazione locale. Questa seconda fase del modulo di pianificazione in linea definisce, se possibile, una nuova soluzione per gli ordini che hanno subito la criticità o, se la criticità ha una entità molto rilevante, richiama il modulo di ottimizzazione globale per determinare i piani di viaggio di tutte le unità di carico non ancora in viaggio.

La gestione dei dati statici e dinamici del sistema è stata realizzata progettando e implementando una



base dati in Microsoft Access cui accedono tutti i moduli del sistema.