

RICCARDO MINCIARDI

Curriculum dell'attività scientifica e didattica

Novembre 2023

Sommario :

1- Dati biografici e attività istituzionali

2- Attività didattica

3- Attività di ricerca

- 3.1 Macroarea controlli e controllo dei processi
- 3.2 Macroarea reti di telecomunicazione
- 3.3 Macroarea DEDS e sistemi di produzione
- 3.4 Macroarea Decision Theory
- 3.5 Macroarea Sistemi di Trasporto e Logistici
- 3.6 Macroarea Risk Management
- 3.7 Macroarea Ambiente
- 3.8 Macroarea Energia
- Supervisione di Tesi di Dottorato e di Assegni di Ricerca

4-Progetti e contratti di ricerca

1- Dati biografici e attività istituzionali

- Nato a Catania il 12 agosto 1951.
- Laureato in Ingegneria Elettronica il 3 Aprile 1975, presso l'Università di Genova, con 110/110 e lode, e dignità di stampa per la tesi.
- Dal Maggio 1975 al Giugno 1976: servizio militare di leva.
- Dal luglio 1976 al Novembre 1978: collaborazione scientifica e didattica con l'Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Genova.
- Dal 1976 al 1978, per vari periodi, insegnante presso scuole medie superiori statali.
- Dal 1978 al 1985, Professore Incaricato presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Genova.
- Dal 22.2.1985 al 31.10.1994, Professore di Seconda Fascia presso la medesima Facoltà.
- Dal 1.11.1994 al 31.10.2021, Professore di Prima Fascia di Modellistica e Simulazione presso la medesima Facoltà.
- Collocato in quiescenza dal 1.11.2021.

Dal 1996 in poi, afferente a diversi Centri di Ricerca, fra i quali: Centro Interuniversitario di ricerca Interuniversitario in Monitoraggio Ambientale (CIMA); Centro Interuniversitario di Sistemi Integrati per l'Ambiente Marino (ISME); Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica, i Trasporti e le Infrastrutture.

Membro del Collegio dei Docenti di diversi corsi di Dottorato di Ricerca, tra i quali: Dottorato (consortile) di Ricerca in Automazione ed Informatizzazione dei Trasporti (sede amministrativa presso il Politecnico di Torino); Dottorato di Ricerca in Scienze e Tecnologie per la Logistica e i Trasporti presso l'Università di Genova; Dottorato di Ricerca in Scienze e Tecnologie dell'Informazione per il Monitoraggio dei Sistemi e la Gestione dei Rischi Ambientali presso l'Università di Genova; Dottorato di Ricerca in Computer Science and Systems Engineering presso l'Università di Genova.

Dal 1984, anno della fondazione del dipartimento, al 2012, anno dello scioglimento, è stato membro del Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Telematica (DIST) dell'Università di Genova. Dal 2007 alla data dello scioglimento è stato Direttore del medesimo dipartimento. Dal mese di Luglio 2012 alla data del pensionamento è stato membro del Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi (DIBRIS).

Dal 1998 al 2004 è stato Presidente del Consiglio di Corso di Laurea in Ingegneria Informatica. Ha svolto o svolge attività didattica anche nell'ambito dei Corsi di Ingegneria Elettronica, dell'Ambiente, della Sicurezza, in Robotics Engineering.

Dal 2002 al 2005 è stato membro della Commissione Nazionale Grandi Rischi - Sezione Rischio Incendi Boschivi. Dal 2012 al 2017 è stato nuovamente membro di tale Commissione, per la sezione Rischio Ambientale e Incendi Boschivi.

Dal 2005 al 2007 è stato Coordinatore del Corso di Dottorato di Ricerca in “Scienze e Tecnologie dell’Informazione per il Monitoraggio dei Sistemi e la Gestione dei Rischi Ambientali” presso l’Università di Genova.

Dal 2012 al 2018 è stato componente del Senato Accademico dell’Università di Genova.

2 - Attività didattica universitaria

Attività didattica presso l’università di Genova:

Dal 1978 a tutt’oggi docente di numerosi corsi presso la Facoltà di Ingegneria, nell’ambito del vecchio e del nuovo ordinamento dei Corsi di Studio di Ingegneria. In particolare, negli ultimi anni, è stato docente dei corsi:

- Sistemi a eventi discreti (CL3 in Ingegneria Informatica)
- Modeling and Control of Traffic Systems (CLM Safety Engineering)
- Models and Methods for Logistics (CLM Safety Engineering)
- Models and Methods for Energy Engineering (CLM Energy Engineering)
- Control of Linear Multivariable Systems (CLM Robotics Engineering)

Docente del corso di Automatic Control presso il Politecnico di Tirana, Maggio-Giugno 2021.

Docente in Corsi per studenti di Dottorati di Ricerca:

- Docente del Corso di “Tecniche di Controllo nelle Reti di Telecomunicazione” nell’ambito del Corso di Teledottorato in Telecomunicazioni (anni 2002-2004)
- Docente di diversi corsi nell’ambito del Dottorato in Scienze e Tecnologie per la Logistica e i Trasporti
- Organizzatore e docente del Corso “Modellistica e Controllo delle Reti di Telecomunicazione e di Trasporto” presso la Scuola di Dottorato in Automatica “A. Ruberti” di Bertinoro (FC) – Anno 2004
- Organizzatore e docente del Corso “Metodi per il Controllo dei Sistemi di Produzione” presso la Scuola di Dottorato in Automatica “A. Ruberti” di Bertinoro (FC) – Anno 2006
- Docente del corso “Risk Management” il Corso di Dottorato in Safety and Risk, Aprile 2021

3 -Attività di ricerca.

3.1. MACROAREA CONTROLLI E CONTROLLO DEI PROCESSI

3.1.1. Realizzazione di regolatori digitali basati su microprocessori

L'attività di ricerca in questione è stata la prima, in ordine cronologico, in cui sono stato impegnato, ed ha avuto luogo negli anni immediatamente successivi alla diffusione dei primi microprocessori. L'obiettivo di tale attività è stato quello di verificare la possibilità di implementazione, tramite tali dispositivi, di regolatori digitali "complessi", quali, ad esempio, regolatori adattativi basati sull'identificazione in linea del modello del sistema.

3.1.2. Controllo adattativo di sistemi stocastici

L'attività di ricerca ha riguardato lo sviluppo e l'analisi di algoritmi di controllo adattativo per sistemi stocastici (in particolare, aventi struttura ARMAX) basati sull'identificazione ricorsiva di modelli impliciti mediante il metodo dei Minimi Quadrati.

Con il termine di modelli impliciti vengono designate rappresentazioni ingresso-uscita del sistema che si vuole controllare, che risultano corrette solo in determinate condizioni di anello chiuso. Sono particolarmente interessanti i casi in cui la rappresentazione implicita è strutturalmente più semplice (ad esempio, dal punto di vista dell'identificazione) di quella corrispondente alla struttura reale del sistema. Un esempio di tale situazione è quello relativo ai modelli impliciti ARX, nel caso in cui il sistema reale abbia struttura ARMAX. In tal caso può essere identificato ricorsivamente un modello ARX mediante l'impiego del metodo dei Minimi Quadrati, evitando così di utilizzare metodi ricorsivi più complessi per la stima dei parametri del processo.

In questo quadro, sono state messe in evidenza le condizioni per l'esistenza dei modelli impliciti e per l'ammissibilità del loro impiego in algoritmi di controllo adattativo. Tale ammissibilità è ovviamente assicurata solo quando la procedura di sintesi del regolatore applicata al modello implicito fornisce il regolatore ottimo per il sistema vero.

3.1.3. Controllo decentralizzato stocastico

Nell'ambito della teoria del controllo stocastico decentralizzato ("controllo a squadra") particolare rilevanza assumono i problemi relativi a squadre dinamiche con struttura informativa a parziale inclusione. Tale proprietà, assieme al verificarsi di alcune ulteriori condizioni non eccessivamente restrittive (che sono soddisfatte, ad esempio, nel caso in cui la struttura informativa della squadra sia lineare nelle variabili aleatorie primarie), consente la riduzione di un problema di squadra dinamica ad uno di squadra statica. Utilizzando questo risultato, si è in grado di determinare le strategie ottime per la risoluzione di problemi relativi a squadre dinamiche con costo quadratico e struttura informativa lineare. La procedura che deve essere seguita in questo caso

presenta però due inconvenienti fondamentali. Il primo di essi é dovuto al fatto che gli oneri computazionali richiesti per determinare le strategie ottime su orizzonte finito crescono rapidamente con l'estendersi dell'orizzonte. Risulta pertanto impossibile la determinazione di strategie ottime su orizzonte infinito. Il secondo inconveniente é invece dovuto alla dipendenza delle strategie ottime da insiemi informativi di dimensione crescente (le strategie sono strutturalmente tempovarianti).

Partendo da tali premesse, è stata considerata una classe particolare di problemi relativi a squadre dinamiche con struttura informativa a parziale inclusione. Detta classe é definita dall' ipotesi che sia possibile individuare un "insieme informativo passato comune", cioè che i diversi decisori si scambino tutte le informazioni, anche se con qualche passo di ritardo. Un tale modello risulta peraltro sufficientemente realistico in diversi ambiti applicativi (controllo di reti di telecomunicazione, controllo di sistemi di trasporto, ecc.).

Con riferimento ai problemi di controllo a squadra caratterizzati da strutture informative del tipo sopra considerato, da un funzionale di costo quadratico (su orizzonte finito) e da una struttura informativa lineare, é stata determinata la struttura della strategia di controllo.

Una tematica affine a quella vista sopra si riferisce ad una classe di problemi di controllo decentralizzato di processi markoviani a stato finito. Per tali problemi, facendo ancora riferimento ad una struttura informativa con passato comune, ma non necessariamente a parziale inclusione, é stata dimostrata la possibilità di applicare una procedura non classica di programmazione dinamica per la risoluzione di problemi su orizzonte finito. Tale possibilità consente la ricerca di strategie (decentralizzate) ottime su orizzonte infinito.

3.1.4. Controllo dei processi in ambito siderurgico

In collaborazione con un ente industriale, sono stati studiati i problemi di controllo in un impianto siderurgico a colata continua. Sono stati sviluppati alcuni algoritmi di controllo adattativo per diversi sottosistemi di un impianto di colata continua. Le prestazioni di tali algoritmi, basati sull' identificazione in linea di un modello del processo, sono state analizzate per via simulativa . E' stato inoltre presentato un algoritmo adattativo, basato su specifiche di tipo "fuzzy", ed in cui la funzione di adattamento è basata sull' osservazione delle prestazioni ottenute sull'impianto.

3.2. MACROAREA RETI COMUNICAZIONE

L'interesse per i problemi di controllo nell' ambito delle reti di comunicazione nasce dal fatto che essi rappresentano uno dei pochi settori rilevanti dal punto di vista applicativo in cui in generale i tempi necessari per l'evoluzione del fenomeno fisico e i tempi necessari per la trasmissione dell' informazione relativa allo stato del sistema risultano comparabili. Infatti, sia il fenomeno fisico sotto osservazione (cioé il flusso di informazione nella rete), sia il flusso di informazioni sullo stato della rete (code ai nodi, variazioni della topologia, ecc.) hanno luogo, di regola, sullo stesso supporto fisico. Nel caso di uno schema di controllo decentralizzato, quindi, risulta realistica l'ipotesi che le

informazioni a disposizione dei vari decisori siano differenti. Si ricade quindi nell'ambito della teoria del controllo a squadra, anche se i risultati classici di tale teoria trovano in verità scarse applicazioni nell'ambito dei problemi qui considerati .

In particolare, sono state considerate due classi di problemi: il problema dell'instradamento (routing) dell'informazione in una rete topologicamente complessa, ed il problema dell'accesso (da parte di diverse stazioni) ad un unico canale trasmissivo.

3.2.1. Problemi di instradamento

Il problema di routing in una rete a commutazione di pacchetto é stato formalizzato come un problema di controllo a squadra, ipotizzando (abbastanza realisticamente) una struttura informativa a parziale inclusione e lineare. E' risultata quindi possibile la riduzione del problema originale di squadra dinamico ad un problema di squadra statico. Si è considerato come obiettivo di controllo la minimizzazione della coda media sui nodi, ulteriormente mediata sui vari istanti decisionali dell'orizzonte (finito) di controllo. Supponendo che le variabili aleatorie (arrivi dall'esterno), e le azioni di controllo (trasmissione di flusso informativo) possano assumere soltanto valori discreti, si è visto che le strategie ottime possono essere determinate risolvendo un problema di programmazione lineare a numeri interi. Nell'ipotesi di struttura informativa con passato comune, si è inoltre dimostrata l'esistenza di statistiche sufficienti e si é determinata la struttura delle strategie ottime.

Successivamente, sono state considerate alcune varianti del problema originario e sono state studiate le conseguenti modifiche alla procedura per la determinazione delle strategie ottime, ed alla struttura delle strategie medesime. E' stato inoltre studiato il problema della ricerca di soluzioni stazionarie su orizzonte infinito.

In seguito é stata considerata una formalizzazione, differente dalla precedente, in cui si é supposto che i nodi decisionali siano soltanto quelli in ingresso alla rete, e si é considerata trascurabile l'influenza degli accumuli di traffico nei nodi "interni". Il problema di squadra risulta in questo caso statico, e le strategie ottime possono essere determinate in forma analitica, una volta che sia stata determinata una serie di parametri di accoppiamento fra le strategie dei vari nodi.

E' stato inoltre sviluppato un approccio di tipo distribuito per il controllo del flusso informativo in una rete modellata in modo completamente deterministico . L'instradamento è in questo caso ancora di tipo dinamico, in quanto si fa uso di informazioni in tempo reale. Le decisioni sono prese "localmente", da ogni nodo della rete, sulla base di informazioni "dettagliate" per quanto riguarda lo stato locale della rete, ed "aggregate" per quanto riguarda lo stato globale della rete. Un meccanismo di scambio di dati fra i nodi assicura l'aggiornamento dei due tipi di informazione sopra menzionati. Infine é stato sviluppato un approccio basato sull'impiego di reti neurali per la realizzazione delle leggi di instradamento ai vari nodi della rete.

3.2.2. Problemi di accesso

Sono state considerate due diverse problematiche relative a problemi di accesso ad un unico mezzo trasmissivo da parte di diverse stazioni (utenti).

Nella prima di esse si suppone che le informazioni che debbono essere trasmesse dalle stazioni siano esclusivamente nella forma di pacchetti. Il mezzo trasmissivo è in questo caso una risorsa non condivisibile. In altri termini, se due o più stazioni trasmettono contemporaneamente, i pacchetti collidono (tale evento viene reso noto immediatamente a tutte le stazioni).

Con riferimento a tale problematica, sono stati considerati modelli differenti dal punto di vista delle informazioni disponibili per la strategia decisionale. Un primo modello prevede l'impiego di strategie decentralizzate dal punto di vista informativo. In questo caso, ciascuna stazione decide se trasmettere o meno in una certa slot temporale unicamente sulla base della sua informazione privata e su quella proveniente dal feedback fornito dal canale informativo comune riguardante l'esito delle trasmissioni nelle slot temporali precedenti. Per tale modello, in assenza di ulteriori ipotesi, l'obiettivo della massimizzazione del throughput individua un problema di controllo a squadra per il quale la determinazione delle strategie ottime per via analitica non risulta possibile. Sono stati allora definiti alcuni possibili approcci per la determinazione di strategie subottime.

La seconda problematica si riferisce ad una situazione in cui il mezzo trasmissivo può essere considerato come una risorsa condivisibile e limitata. Una situazione di questo genere si verifica nelle reti integrate multiservizio in cui le diverse stazioni trasmettono due o più tipi di traffico e la slot temporale può essere suddivisa fra le varie stazioni. Il problema della suddivisione fra le diverse stazioni della capacità del mezzo trasmissivo viene spesso denominato in letteratura come "problema di allocazione dinamica di banda". In riferimento a tale modello, è stata considerata la minimizzazione di un funzionale di costo complesso, su orizzonte finito o infinito. A tale scopo, è stato proposto uno schema di controllo gerarchico a due livelli, nel quale le strategie delle stazioni (strategie locali), vengono coordinate da un decisore centrale.

3.3. MACROAREA SISTEMI A EVENTI DISCRETI E SISTEMI DI PRODUZIONE

La teoria dei sistemi dinamici ad eventi discreti e ibridi consente di formalizzare e talvolta risolvere numerosi problemi in diversi settori applicativi (sistemi automatizzati di produzione, reti di calcolatori, sistemi di trasporto, sistemi logistici, ecc.). In questo ambito, la mia attività di ricerca ha riguardato problematiche che, dal punto di vista modellistico, fanno soprattutto riferimento ai sistemi automatizzati di produzione.

3.3.1. Analisi di reti di code chiuse con tempi di servizio deterministici

Non esistono in letteratura algoritmi per l'analisi esatta di reti di code chiuse caratterizzate da tempi di servizio deterministici, se si fa eccezione per la simulazione ad eventi discreti, sicuramente onerosa dal punto di vista computazionale e quindi difficilmente utilizzabile nella fase di "sintesi" di un sistema. D'altra parte, i numerosi metodi di analisi approssimata (e veloce) di reti di code esistenti in letteratura non

risultano del tutto appropriati per il caso di reti di code con tempi di servizio deterministici.

Partendo da queste constatazioni, è stato sviluppato un approccio algoritmico originale per l'analisi delle prestazioni in reti di code caratterizzate da tempi di servizio deterministici. Tale approccio è basato su un certo insieme di approssimazioni euristiche sulla dinamica di una rete di code. Le prestazioni fornite da tale algoritmo in termini di accuratezza, valutata per confronto con l'analisi condotta per via simulativa, risultano largamente accettabili. Muovendo dall'algoritmo di base, è stato poi sviluppato un algoritmo per la determinazione (approssimata) dei coefficienti di sensitività degli indici di prestazione del sistema rispetto a variazioni dei parametri in gioco. E' stata poi presentata l'utilizzazione di tale approccio per la pianificazione del numero di clienti nella rete. Infine, l'algoritmo di base è stato modificato per tenere conto della possibilità di buffer finiti.

3.3.2. Problemi di controllo di reti di code con tempi di servizio deterministici

I problemi di controllo ottimo che possono essere risolti nell'ambito dei sistemi ad eventi discreti, sono, come è noto, in numero assai limitato. In questo ambito, è stato affrontato un problema di controllo ottimo di definizione assai semplice, per il quale tuttavia nessun risultato era noto in precedenza. Si tratta dell'ottimizzazione del mean-flow time in una rete costituita da due servitori in parallelo, con tempi di servizio deterministici ma differenti. L'ottimizzazione riguarda la politica di instradamento (ad uno dei due servitori) dei clienti (tutti appartenenti alla medesima classe) che giungono con tempi di interarrivo deterministici ed identici. Tale problema è stato per la prima volta affrontato con riferimento ad un orizzonte finito di ottimizzazione. Successivamente, è stato studiato il caso di orizzonte di ottimizzazione infinito, e sono state determinate alcune proprietà della politica ottima di instradamento. In particolare, si è visto che esiste almeno una politica ottima avente struttura "a soglia" sui tempi di svuotamento della coda dei due servitori. Tale risultato consente di ridurre il problema della determinazione della politica ottima ad un problema di ottimizzazione parametrica.

E' stato anche considerato il caso in cui i tempi di interarrivo dei clienti non siano deterministici, ma siano caratterizzati da una distribuzione probabilistica a valori discreti. In questo caso si è visto che esiste almeno una politica ottima avente struttura "a soglia generalizzata".

Sono state inoltre affrontate problematiche di controllo di reti di code dalla topologia del tutto generica e con popolazioni di clienti appartenenti a classi diverse. In tale caso risulta in generale impossibile pervenire a qualsiasi risultato riguardante strategie ottime, tanto più che le decisioni riguardano sia l'instradamento dei clienti da un servitore all'altro, sia il sequenziamento dei clienti accodati in attesa ad uno stesso servitore. Per il controllo di tali sistemi, sono state quindi sviluppate alcune politiche di tipo euristico le cui prestazioni sono state analizzate per via simulativa.

3.3.3. Rappresentazione, analisi, scheduling, analisi e controllo di sistemi manifatturieri mediante "timed event graphs"

Le reti di Petri costituiscono uno strumento generale per la rappresentazione e lo studio di sistemi dinamici ad eventi discreti, ed in particolare dei sistemi manifatturieri. La complessità dei processi manifatturieri reali conduce però di regola, alla sintesi di reti di Petri caratterizzate da una struttura del tutto generale, per la quale è impossibile utilizzare procedure formali per la verifica di proprietà strutturali, o metodi analitici, cioè non basati su tecniche di simulazione, per la valutazione delle prestazioni del sistema.

E' conveniente allora considerare una classe particolare di reti di Petri temporizzate, quali i cosiddetti Grafi ad Eventi Temporizzati (in inglese, Timed Event Graphs, o, più brevemente, TEG), caratterizzati dalla proprietà che ogni posto della rete abbia un arco in ingresso ed un solo arco in uscita. Per tale classe di reti di Petri è stata dimostrata in letteratura la possibilità di effettuare analisi di prestazioni con strumenti forniti dall'algebra max-plus, o comunque di tipo analitico.

Un differente approccio prevede la determinazione preliminare di una soluzione ammissibile del problema di scheduling e l'individuazione di un certo numero di alternative per quanto riguarda l'assegnazione dei task alle risorse ed il loro sequenziamento su di esse. Facendo allora uso di tecniche algebriche di tipo max-plus, può essere studiata analiticamente la dipendenza dell'indice di prestazione (che si suppone basato unicamente sui tempi di completamento dei task) rispetto ad un numero limitato di variabili rappresentanti le alternative decisionali di cui sopra.

Nonostante l'obiettivo di utilizzare reti di Petri appartenenti alla classe dei TEG, può essere studiato un modello di processo manifatturiero ciclico di tipo piuttosto generale. Per modello ciclico si intende un modello in cui la produzione si svolge in modo ripetitivo, ed è pilotata dalla domanda solo attraverso la specifica del mix produttivo, ovvero delle proporzioni in cui le varie categorie di prodotti devono essere realizzati dal sistema. In un sistema di questo genere, si suppone che il numero di componenti di base, per ogni tipologia, sia costante. Il modello considerato risulta peraltro essere una generalizzazione dei ben noti modelli a reti di code chiuse, in quanto consente di rappresentare processi produttivi in cui siano presenti, tra l'altro, operazioni di assemblaggio, macchine multi-funzione che necessitano di operazioni di attrezzaggio, tempi minimi di attesa fra operazioni vincolate da relazioni di precedenza.

Se si suppone che siano fissate le sequenze (cicliche) con cui le macchine eseguono le diverse operazioni ad esse assegnate, su lotti di dimensione variabile, il sistema risulta rappresentabile come un TEG fortemente connesso. Le temporizzazioni che caratterizzano tale TEG si assumono tutte deterministiche, ma alcune di esse sono funzioni delle dimensioni dei lotti. Utilizzando i risultati analitici cui sopra si è accennato per quanto riguarda l'analisi di prestazione dei TEG, diventa quindi possibile formalizzare alcuni problemi di ottimizzazione delle prestazioni dei processi manifatturieri così rappresentati.

Sono stati considerati essenzialmente due obiettivi: un obiettivo primario, ovvero la massimizzazione della produttività (throughput), ed un obiettivo secondario, ovvero la minimizzazione del work-in-process nel sistema. I due obiettivi vengono considerati successivamente, secondo un approccio lessicografico, dando quindi luogo a due differenti problemi di ottimizzazione. Il problema dell'ottimizzazione del throughput è stato affrontato separando la componente combinatorica delle variabili

decisionali (le sequenze di servizio delle macchine e le rotte seguite dai lotti) dalla componente continua (le dimensioni dei lotti). La soluzione di tale problema viene ottenuta attraverso un approccio branch-and-bound, in cui ad ogni nodo dell'albero viene risolto un problema, concernente l'ottimizzazione delle dimensioni dei lotti, che ha una struttura riconducibile a quella di un problema di programmazione lineare. Una volta risolto il problema di livello superiore, è fissata la struttura del TEG che rappresenta il sistema, e può essere risolto il problema di livello inferiore, in cui viene minimizzato il numero dei lotti presenti nel sistema (che corrispondono ai token che circolano nella rete di Petri), col vincolo di mantenere la produttività fissata dalla risoluzione del problema al livello superiore, e quindi di mantenere almeno una macchina del sistema in condizioni di saturazione (cioè sempre in attività o in attrezzaggio). L'approccio considerato è stato anche esteso al caso in cui si intenda ottimizzare anche il progetto del sistema di movimentazione interna dell'impianto.

3.3.4. Controllo di sistemi manifatturieri modellati come reti di Petri con struttura generale.

E' stato sviluppato un approccio per il controllo ottimo di sistemi manifatturieri con struttura generale, basato sulla minimizzazione di una funzione obiettivo su orizzonte finito. Tale approccio è basato sull'impiego di un modello, ad equazioni di stato, del sistema rappresentato come una rete di Petri con struttura generale. Successivamente, è stata studiata l'applicazione di una classe di politiche di controllo, denominate "maximum gap policies", il cui impiego permette la riduzione dei gradi di libertà del sistema e la scrittura di problemi di ottimizzazione combinatorica più semplici. La determinazione dei vincoli di tale problema risulta piuttosto agevole e ottenibile automaticamente sulla base di una rappresentazione del sistema tramite una rete di Petri con struttura generale. Le azioni di controllo da determinare si riferiscono allo scheduling e al routing (assegnazione) delle operazioni.

3.3.5. Sintesi di reti di Petri che rappresentano processi manifatturieri.

E' stata sviluppata una metodologia per la rappresentazione di processi manifatturieri aventi caratteristiche generali mediante Reti di Petri temporizzate aventi anch'esse struttura generale (cioè esenti dalle limitazioni modellistiche imposte dall'impiego dei TEG). Tale metodologia permette la realizzazione automatica della sintesi della rete, a partire dalle specifiche del modello del processo.

3.3.6. modelli integrati per lo scheduling e il lot-sizing nei sistemi manifatturieri.

E' stato sviluppato un approccio per la formalizzazione e la risoluzione integrate di problemi di scheduling e lot-sizing in ambito manifatturiero. In questo ambito, I problemi decisionali affrontati prendono in considerazione due categorie di variabili di controllo: quelle continue (relative al lot-sizing ed al timing dei job) e quelle combinatoriche (intere o binarie) relative al routing ed allo scheduling dei job sulle varie risorse disponibili.

3.3.7. Controllo ottimo (scheduling) di sistemi ad eventi discreti con tempi di servizio controllabili.

E' stata introdotta una classe di problemi di scheduling su singola macchina di un insieme di job indipendenti, i cui tempi di servizio sono variabili decisionali. In primo luogo, tale problematica è stata affrontata nel caso in cui la sequenza di esecuzione dei job sulla macchina sia completamente fissata e siano da determinarsi esclusivamente alcuni parametri del processo (i tempi di attivazione dei job sulla macchina, le dimensioni dei lotti di cui sono composti i job, i tempi di esecuzione dei vari job). Per casi particolari del problema considerato, è stata determinata la strategia ottima di controllo, ovvero una legge di tipo feedback che consente di determinare l'azione ottima di controllo in funzione dello stato corrente del sistema.

Successivamente, è stato studiato anche un problema di scheduling con tempi di servizio controllabili e con sequenza di lavorazione dei job non prefissata. In questo caso, il problema viene affrontato supponendo che i job che devono essere eseguiti possano essere raggruppati in classi di job equivalenti, del tutto indistinguibili all'interno della medesima classe. In questo modello, la funzione di costo da ottimizzare è basata sul principio delle "generalized due dates", in cui ad ogni completamento di job, il job realizzato viene assegnato alla prima due-date "scoperta".

3.3.8. Ottimizzazione e controllo di modelli supply-chain in ambiente cooperativo e competitivo (modelli fluidi dei sistemi di produzione)

L'attività svolta ha riguardato la definizione di un modello complessivo di supply chain, e lo sviluppo di un approccio per l'ottimizzazione delle prestazioni di un singolo nodo in una supply chain.

In particolare, è stato definito uno schema di controllo decentralizzato dei vari stadi della catena logistica (in particolare, lo stadio dei punti di domanda e quello degli impianti di produzione). Per lo stadio di produzione, è stato sviluppato un approccio di controllo ottimo in ciclo chiuso, mediante il metodo della programmazione dinamica.

3.4. MACROAREA DECISION THEORY

3.4.1. Problemi di "districting"

E' stato considerato un problema di ottimizzazione relativo alla suddivisione di una regione geografica in una serie di compartimenti di tipo socio-sanitario. Per la risoluzione di tale problema, e' stata sviluppata una procedura che impiega tecniche di programmazione lineare, di ottimizzazione combinatorica e di analisi multi-criterio.

3.4.2. Problemi decisionali secondo molti criteri

In un primo tempo è stata studiata la modellistica dei problemi decisionali di gruppo secondo molti criteri. Successivamente, è stato studiato il problema

dell'identificazione della funzione di costo multi-attributo in un problema decisionale a più criteri, con alternative discrete. L'informazione su cui si basa la procedura di identificazione è essenzialmente costituita da un insieme di preferenze binarie, ciascuna riferita a una coppia di alternative. La procedura proposta generalizza procedure già presentate in letteratura, in quanto prende in considerazione l'identificazione di funzioni di costo quadratiche semidefinite positive con matrice non necessariamente diagonale.

3.4.3. Costruzione di sistemi basati sulla conoscenza

Questa tematica si riferisce essenzialmente al problema della costruzione di un sistema basato sulla conoscenza di più esperti. A tale proposito, è stato considerato un approccio in cui la struttura del sistema esperto (cioè l'insieme delle regole) è fissato a priori e solo i gradi di verità (fuzzy) delle regole possono essere variati. In particolare, sono state presentate alcune metodologie per derivare i gradi di verità sulla base di diverse regole di composizione dei pareri dei singoli esperti. E' stata inoltre rivista in generale la tematica riguardante la rappresentazione dell'incertezza e dell'imprecisione nei sistemi basati sulla conoscenza.. In particolare, è stato considerato un particolare esempio applicativo, di tipo socio-sanitario. Infine è stato studiato il problema della acquisizione dell'elaborazione di informazione incerta attraverso rappresentazioni di portata più generale di quella ottenibile mediante i fuzzy sets .

3.5. MACROAREA SISTEMI DI TRASPORTO E LOGISTICI

3.5.1. Simulazione, scheduling e controllo di sistemi di trasporto pubblico.

L'attività in questione ha riguardato lo studio dei sistemi ferroviari metropolitani. Il risultato di tale attività di ricerca è stato lo sviluppo di un sistema integrato per la simulazione ad eventi discreti del sistema e la determinazione di tabelle di marcia ottimali dal punto di vista del soddisfacimento della domanda di trasporto da parte dell'utenza. In particolare, sono stati studiati i problemi relativi alla rappresentazione, all'analisi e all'ottimizzazione di più linee ferroviarie metropolitane, fisicamente distinte ma interagenti a livello di scambio di passeggeri.

3.5.2. Modellistica e controllo del traffico veicolare urbano

L'attività di ricerca ha avuto l'obiettivo di definire modelli e approcci per il controllo dei sistemi di traffico urbano, sia a piccola scala (aree semaforizzate), sia a grande scala (area metropolitana). I modelli sviluppati ed utilizzati sono di tipo macroscopico, in quanto il flusso di autoveicoli è rappresentato come il flusso di un fluido a densità variabile.

In questo ambito, una prima categoria di problemi affrontati è relativa alla modellistica ed al controllo di un'area urbana semaforizzata, in cui vengono modellate esplicitamente le durate delle fasi delle diverse luci, e in cui l'obiettivo è quello di rendere più efficiente lo smaltimento ed il deflusso dei veicoli, agendo sulle durate delle fasi semaforiche di un ciclo prefissato ed invariabile.

Una seconda categoria di problemi riguarda il traffico a grande scala, su area metropolitana. In questo ambito, è stato sviluppato un approccio di tipo decentralizzato che si basa sulla risoluzione, ad ogni nodo della rete considerata, di un problema di ottimizzazione locale, a tempo discreto, su orizzonte finito. La significatività dell'approccio proposto è salvaguardata dall'applicazione di meccanismi per lo scambio di informazione fra i vari decisori che permette ai diversi controllori locali di avere un'informazione di tipo aggregato, ma comunque importante per la posizione dei problemi decisionali locali.

Un terzo argomento riguarda lo sviluppo e l'applicazione di modelli per il cosiddetto "Weather Responsive Traffic Management", ovvero per la gestione dei sistemi di traffico veicolare, prevalentemente di tipo extraurbano, in condizioni meteorologiche avverse (presenza di neve, ghiaccio, ecc., sulla carreggiata). In questo caso, il primo obiettivo è stato quello di mettere appunto modelli, parzialmente risultanti da modifiche di modelli precedentemente proposti nella letteratura, in grado di rappresentare il flusso veicolare su tratti stradali le cui condizioni di viabilità sono perturbate da una situazione meteorologica avversa. In secondo luogo, risulta importante considerare, sia a livello preventivo, sia durante il dispiegarsi del fenomeno meteorologico, la gestione ottimale delle risorse disponibili (soprattutto, mezzi spazzaneve e spargisale), al fine di mitigare l'impatto dei fenomeni meteorologici previsti o in atto.

3.5.3. Logistica.

L'attività di ricerca in questo settore ha avuto diversi obiettivi.

Il primo di essi riguarda la realizzazione di uno strumento supporto alle decisioni per la pianificazione e la razionalizzazione di una rete territoriale di punti vendita carburanti.

Il secondo riguarda lo sviluppo di un approccio integrato per la gestione integrata delle consegne dei prodotti petroliferi ai punti vendita orientato alla minimizzazione integrata dei costi di distribuzione e di inventory (nei punti vendita), secondo un modello che rientra nell'ambito dei cosiddetti "inventory/routing problems".

Il terzo obiettivo, più ambizioso dei primi due, è lo sviluppo di un quadro modellistico e metodologico complessivo per la formalizzazione e la risoluzione di problemi di gestione del trasporto di merci pericolose. Aspetti rilevanti connessi a quest'ultimo ambito sono: a) lo sviluppo di strumenti per la caratterizzazione del rischio a livello del singolo veicolo, dell'infrastruttura di trasporto e del territorio circostante; b) la definizione di architetture decisionali in cui i diversi agenti (l'autorità amministrativa, il gestore dell'infrastruttura, ed il proprietario/conducente del veicolo e del carico) interagiscono, con diversi obiettivi, e sulla base di differenti insiemi informativi. La posizione dei diversi problemi che vengono formalizzati è basata sull'ipotesi fondamentale della disponibilità, in tempo reale, ed in fase predittiva, di informazioni concernenti lo stato di rischio dei diversi archi della rete di trasporto e dei veicoli e delle merci trasportate. In altre parole, si suppone operante un insieme di apparati tecnologici in grado di assicurare il flusso bidirezionale delle informazioni tra il singolo veicolo ed i diversi centri informativi/decisionali preposti al governo del sistema di traffico.

3.6 MACROAREA RISK MANAGEMENT

3.6.1. Modellistica e gestione del rischio nei sistemi territoriali

Nel caso di un evento pericoloso di origine industriale o naturale, il territorio può subire conseguenze sia in modo diretto che indiretto. Lo scopo della ricerca in questo ambito riguarda principalmente la valutazione della vulnerabilità di un sistema territoriale nel suo complesso, in particolare dal punto di vista funzionale. Il sistema territoriale può essere opportunamente modellato attraverso un grafo, nel quale i nodi sono rappresentativi di entità di rilievo che si trovano sul territorio e gli archi sono le relazioni funzionali tra questi elementi. Una rappresentazione di un sistema complesso quale un territorio, può quindi permettere di valutare la funzionalità complessiva del sistema nei confronti di un possibile evento calamitoso, e di individuare le criticità del sistema stesso, in particolare derivanti da quanto il malfunzionamento di ciascun elemento possa condizionare il funzionamento degli altri, e quindi del sistema territoriale stesso.

E' stato quindi sviluppato un approccio orientato all'analisi della vulnerabilità dei sistemi territoriali, in relazione a diverse tipologie di rischio, e tenendo conto delle molteplici relazioni che sussistono fra i diversi elementi costitutivi del territorio. L'approccio proposto può essere applicato a diverse tipologie di rischio, e richiede una attenta caratterizzazione degli scenari, una analisi di vulnerabilità fisica degli elementi del territorio considerato, nonché una rappresentazione accurate delle diverse relazioni fra i diversi elementi territoriali. L'approccio in questione può essere utilizzato per individuare le maggiori criticità di una data area territoriale, in relazione ad una data tipologia di rischio, o di un certo scenario, ovvero per valutare la correttezza del sistema di gestione delle emergenze, in termini di dislocazione e dimensionamento delle risorse.

Un'ulteriore filone di ricerca ha avuto come obiettivo la classificazione di problemi decisionali riguardanti la gestione delle emergenze in fase pre-operativa ed in fase operativa. In questo ambito, sono stati considerati sistemi con rischio concentrato o distribuito, e modelli con risorse condivisibili e non condivisibili.

3.6.2. Rischio idrogeologico

L'attività svolta ha riguardato la realizzazione di sistemi di supporto per la valutazione delle situazioni di crisi in bacini fluviali a rischio. Tale attività è stata finanziata dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) del C.N.R., ed ha richiesto la realizzazione di un sistema integrato (comprendente un'antenna) per l'acquisizione, l'elaborazione e la memorizzazione di immagini digitali provenienti da satellite geostazionario METEOSAT. In tale ambito, l'attività di cui più propriamente mi sono occupato riguarda la definizione di metodologie per l'integrazione di dati provenienti da differenti fonti informative (ad es., pluviometri a terra e immagini da satellite) allo scopo di pervenire ad una stima coerente dell'intensità dei campi di precipitazione.

Un'altra attività di ricerca che si può inquadrare in questa tematica è stata quella relativa allo studio del posizionamento ottimo di un insieme di radar meteorologici aventi lo scopo di monitorare in tempo reale le precipitazioni sul territorio nazionale. Tale attività ha portato alla formulazione di problemi di set-covering con struttura particolare, ed ha permesso di determinare la soluzione più conveniente in relazione agli obiettivi prefissati.

3.6.3. Rischio da incendi in zona boschiva o rurale.

Le attività svolte su questa tematica sono molteplici ed abbracciano quasi tutti i problemi metodologici ed operativi ad essa relativi. Le tematiche di maggiore rilevanza, concettuale ed applicativa, su cui si è articolata l'attività di ricerca in questi anni, anche nell'ambito di Progetti finanziati dall'Unione Europea (Interreg e FP), sono le seguenti.

a) *Caratterizzazione territoriale del rischio da incendi boschivi o in zona rurale.*

In questo ambito sono state studiate e messe a punto le metodologie più opportune per l'analisi e l'interpretazione delle serie storiche relative agli incendi occorsi in una data area territoriale. Tale analisi è finalizzata alla definizione quantitativa della distribuzione sul territorio del rischio a lungo termine. I risultati di tale analisi, basata essenzialmente sull'applicazione di una procedura di "partitioning" avente l'obiettivo di massimizzare la credibilità dei parametri delle *power law* determinati in relazione alle diverse componenti dell'area territoriale in questione, permettono di valutare il rischio sul territorio e possono essere particolarmente utili nella fase di pianificazione del sistema per la gestione delle emergenze e il monitoraggio del territorio.

b) *Sviluppo di un sistema integrato per la valutazione della pericolosità a breve termine.*

E' stato sviluppato negli anni scorsi, ed è in continua fase di perfezionamento, un sistema denominato RISICO, finalizzato alla valutazione a breve termine (le prossime 48-72 ore) della pericolosità. Tale sistema si basa sulle previsioni (a 72 ore) di un LAM, sulle osservazioni a terra, sulle basi dai cartografiche (orografia e copertura vegetale) e sull'impiego di modelli dinamici. I modelli dinamici in questione sono essenzialmente due: un modello per la rappresentazione della dinamica del combustibile morto fine, ed un modello di propagazione potenziale di un incendio eventualmente innescato.

c) *Utilizzo di informazione proveniente da sensori remoti per la caratterizzazione dinamica del rischio da incendi boschivi.*

E' in corso di valutazione la possibilità di impiego di sensori remoti (principalmente montati su satelliti) per il monitoraggio della vegetazione e la stima di parametri (relativi al combustibile vivo e al combustibile morto) essenziali per la caratterizzazione della pericolosità a breve termine.

d) *Pianificazione e gestione delle risorse da utilizzarsi in caso di emergenze dovute ad incendi boschivi.*

In questo ambito, sono stati sviluppati diversi approcci che mirano a ottimizzare la dislocazione preventiva delle risorse antincendio (aeree e terrestri) in relazione alla previsione della pericolosità a breve termine. Sono stati anche sviluppati modelli per la

gestione in tempo reale di emergenze concomitanti, basati su modelli di propagazione degli incendi boschivi.

3.7 MACROAREA AMBIENTE

3.7.1. Gestione delle risorse idriche, e modelli per la gestione della qualità dell'acqua

In questo ambito, è stato sviluppato un approccio per la pianificazione dello sfruttamento delle risorse idriche, tenendo anche conto della necessità di salvaguardare la qualità dell'acqua nei corpi idrici superficiali. Più precisamente, gli obiettivi che sono stati considerati si riferiscono al soddisfacimento della domanda espressa dagli utenti, alla salvaguardia della qualità dell'acqua ed al contenimento dei costi economici di depurazione. L'approccio in questione è basato sull'integrazione di modelli di qualità dell'acqua con tecniche di ottimizzazione.

Successivamente, sono stati studiati problemi di gestione delle acque sotterranee, con particolare riferimento allo sfruttamento e all'influenza delle attività antropiche (soprattutto agricole). I problemi studiati sono stati affrontati sia per mezzo di modelli empirici della qualità delle acque sotterranee, sia per mezzo di modelli dinamici numericamente basati discretizzati nello spazio e nel tempo. Sono stati affrontati sia problemi di pianificazione a lungo termine sia problemi di controllo di tipo predittivo.

3.7.3. Pianificazione e la gestione dei rifiuti solidi urbani

Obiettivo di questa attività di ricerca è l'analisi delle possibili alternative di smaltimento di ogni componente del rifiuto e l'ottimizzazione del sistema nel suo complesso (dimensionamento della raccolta differenziata, determinazione delle quantità e delle caratteristiche del rifiuto da inviare ai diversi impianti di trattamento, caratterizzazione e localizzazione degli impianti di trattamento, gestione della raccolta). Con riferimento a tale realtà, l'attività ha finora riguardato i seguenti aspetti: a) definizione di un modello decisionale innovativo per la definizione di strategie ottime per la pianificazione e la gestione di rifiuti, sulla base di un'analisi costi-benefici; b) ottimizzazione dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani e del recupero di materia ed energia, sulla base di criteri di sostenibilità ambientale ed analisi costi-benefici; c) metodi multicriterio per la pianificazione e la gestione dello smaltimento di rifiuti solidi urbani, d) ottimizzazione della raccolta dei rifiuti a scala urbana.

3.8 MACROAREA ENERGIA

3.8.1. Ottimizzazione e controllo dell'utilizzo di biomassa forestale per la produzione di energia rinnovabile.

L'obiettivo principale di questa attività di ricerca è stato quello di definire modelli decisionali in grado di tenere in considerazione l'impatto sul sistema forestale

dell'utilizzo di biomasse forestali ad uso energetico. In particolare, sono state affrontate le seguenti problematiche: a) sviluppo di modelli decisionali per la pianificazione strategica e tattica dell'utilizzo di biomasse forestali a fini energetici; sviluppo e applicazione di modelli relativi alla crescita di biomassa forestale e alla *carbon sequestration* da parte della vegetazione; sviluppo e applicazione di modelli di ottimizzazione a piccola scala di operazioni silvi-colturali basata su modelli forestali a singolo albero.

Sono stati inoltre affrontati i problemi relativi alla pianificazione ed al controllo della logistica per la raccolta, il trasporto, lo stoccaggio e il trattamento di biomasse nell'ambito della filiera bosco-legno-energia.

3.8.2. Energia da fonti rinnovabili, smart grid, veicoli elettrici

E' stata considerata inoltre la problematica legata alla produzione di energia da fonte eolica. A tale proposito, sono state considerate le seguenti questioni: la modellistica dei campi di vento, la pianificazione ottimale del sistema e la ricerca di politiche ottimali relativamente allo stoccaggio, al consumo e alla vendita dell'energia elettrica prodotta da fonte eolica.

Più in generale, si è affrontato il problema dello sviluppo di Sistemi di Supporto alle Decisioni per l'utilizzo di energie rinnovabili. L'obiettivo è in questo caso quello di definire e sviluppare sistemi per la gestione ottimale di diverse fonti di energia rinnovabile.

Successivamente, sono stati considerati i problemi legati alla pianificazione, all'ottimizzazione e al controllo di sistemi energetici intelligenti distribuiti (le cosiddette "Smart Grid"). In particolare, è stata considerata una famiglia di problemi legati alla gestione ottimale di Smart Grid che integrano diverse fonti energetiche rinnovabili.

In questo ambito, è stata anche considerata la problematica dello scheduling della ricarica dei veicoli elettrici. In particolare, è stato formalizzato e risolto, con tecniche di programmazione matematica, basate su una rappresentazione della dinamica del sistema a eventi discreti, un problema di ottimizzazione di un costo integrato che tiene conto della tardiness dei servizi di ricarica e dei costi monetari dell'energia acquistata dalla main grid.

Infine, è stata affrontata la tematica dell'assegnazione User Equilibrium (sia nella versione stocastica che in quella deterministica) del traffico in una rete in cui circolano sia veicoli a motorizzazione termica, sia veicoli elettrici.

3.9 SUPERVISIONE TESI DI DOTTORATO E DI ASSEGNI DI RICERCA

Supervisore di 20 allievi di Dottorato di Ricerca.

Responsabile dell'attività di ricerca di circa 15 Assegnisti di Ricerca.

4 - Progetti e contratti di ricerca

Responsabile del Progetto di Ricerca di Ateneo “Ottimizzazione dei sistemi logistici integrati”.

Responsabile del Progetto di Ricerca di Ateneo “Pianificazione e controllo di sistemi produttivi e logistici”.

Responsabile dell’Unità Locale di Ricerca nell’ambito del Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale (MURST) “Gestione e controllo della produzione nei sistemi flessibili di lavorazione”.

Responsabile dell’Unità Locale di Ricerca nell’ambito del Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale (MURST) “Gestione integrata di agenti produttivi autonomi”.

Responsabile dell’Unità Locale di Ricerca nell’ambito del Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale (MURST) “Autocoordinamento di agenti autonomi”.

Coordinatore nazionale del progetto PRIN 2003 “Modelli per l’ottimizzazione, il controllo e il coordinamento di sistemi di produzione distribuiti”. Periodo dicembre 2003 – dicembre 2005.

Coordinatore nazionale del progetto PRIN 2005 “Analisi, ottimizzazione e coordinamento nei sistemi logistici e produttivi”, Periodo gennaio 2006 – gennaio 2008.

Coordinatore nazionale del progetto PRIN 2007 “Modelli decisionali per la progettazione e la gestione di reti logistiche caratterizzate da elevata interoperabilità e da integrazione informativa”. Periodo settembre 2008 – settembre 2010.

Responsabile del progetto di ricerca “Sistema di supporto per la progettazione di sistemi metropolitani e la gestione del traffico” presso il DIST, nell’ambito del Progetto Finalizzato Trasporti 2 del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Anni 1992-1998

Coordinatore del Tema 3.5.1 “Progettazione di sistemi metropolitani e gestione del traffico” del Progetto Finalizzato Trasporti 2 del Consiglio Nazionale delle Ricerche. A tale Tema hanno partecipato, oltre al DIST, anche un’altra unità accademica ed una unità industriale (Ansaldo Trasporti). Anni 1992-1998

Responsabile dell’Unità di Genova nell’ambito del Progetto Speciale di Ricerca C.N.R. "Algoritmi ed architetture per l'identificazione ed il controllo robusto ed adattativo". Anno 1991.

Responsabile dell'Unità Operativa 3.28 (D.I.S.T.) E POI CIMA del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) del C.N.R. L'attività di ricerca di tale Unità Operativa ha come obiettivo la realizzazione di sistemi di supporto alle decisioni, per la valutazione di situazioni di crisi in bacini fluviali a rischio, basati sull'elaborazione di informazioni provenienti da sensori diversi. Anni 1991-2001.

Responsabile del inanziamento CNR/GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche) per la “Definizione e progettazione di un sistema di supporto alle decisioni basato su un sistema informativo territoriale nazionale finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi”. Periodo 2002 –2003.

Responsabile, dal 1998 al 2002, del Progetto di Ricerca “Ottimizzazione e controllo in linea di processi produttivi di tipo manifatturiero”, finanziato dal C.N.R. nell’ambito del Programma di Ricerca “Metodi e sistemi per il supporto alle decisioni”.

Responsabile dell’Unità di Ricerca presso il DIST nell’ambito del Progetto STORM ’93 (Storm Tracking and Observation for Rainfall/Runoff Monitoring), nel quadro del programma “Environment” dell’Unione Europea. Anni 1993-1995.

Responsabile dell’Unità di Ricerca presso il CIMA nell’ambito del Progetto PREVIEW (PREvention, Information and Early Warning) del VI Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo Tecnologico dell’Unione Europea. Sviluppo di un sistema per la previsione del rischio da incendi boschivi nella stagione invernale in area sub-alpina. Periodo aprile 2005- agosto 2008.

Responsabile per il CIMA dell’attività riguardante il progetto INTERREG II A per la cooperazione operativa Italia - Francia – “Ge.ri.a – Gestione dei rischi ambientali”. Periodo maggio 1999 – dicembre 2001.

Responsabile della Convenzione di Ricerca con la Provincia di La Spezia nell’ambito del Programma INTERREG III B - Progetto Catchrisk – Spazio Alpino. “ Prevenzione del rischio idrogeologico nei bacini idrografici alpini”. Periodo febbraio 2003- febbraio 2005.

Responsabile della Convenzione di Ricerca con la Provincia di Cuneo per lo svolgimento di attività connesse all’attuazione del progetto denominato “RIVES ” Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A 2000-2006 ALCOTRA Italia – Francia. Periodo giugno 2005- settembre 2007.

Responsabile del “Nodo Accademico” presso l’Università di Genova del Network of Excellence in Intelligent Control and Integrated Manufacturing Systems nell’ambito del Programma ESPRIT dell’Unione Europea.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra SPES-Regione Liguria e CIMA per la realizzazione di ‘ECOSERVER: Servizio di supporto nella gestione aziendale e creazione di banca dati per aziende operanti nel settore delle tecnologie ambientali.’ Periodo aprile 1998- marzo 2000.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra DATASIEL-Regione Liguria e CIMA per la ‘Progettazione e realizzazione di una base dati ambientale meteorologica fruibile in ambiente web relativa alle aree obiettivo 2 della Regione Liguria integrata nel progetto Ecozero’. Periodo settembre 1999 – settembre 2000.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra SPES e CIMA per lo ‘Studio di fattibilità sulle opportunità di innovazione del sistema Ecoserver e la fornitura delle fonti informative necessarie all’implementazione’. Periodo aprile 2002- dicembre 2002.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra Water&Soil e CIMA per lo ‘Studio di un software applicativo per la diagnostica di inquinamento di serbatoi interrati.’ Periodo giugno 2001 – giugno 2002.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra Regione Liguria e DIST per la realizzazione del ‘Sistema Previsione Incendi Regione Liguria (SPIRL)’. Periodo agosto 2000- agosto 2001.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra Regione Liguria e DIST per la prosecuzione del progetto SPIRL ‘Sistema Previsione Incendi Regione Liguria’. Periodo novembre 2002- novembre 2003.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra Regione Liguria e DIST per la prosecuzione del progetto SPIRL ‘Sistema Previsione Incendi Regione Liguria’. Finanziamento per il DIST 21.871 euro. Periodo luglio 2004- luglio 2005.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra Regione Liguria e DIST per la realizzazione del progetto “GRINFOMED + MEDIFIRE”, nell’ambito del programma INTERREG III B MEDOC. Periodo settembre 2006- maggio 2007.

Responsabile del progetto PRAI/FESR relativo a *Modellistica dinamico numerica* (polo Savonese), capofila CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), dal titolo “*Laboratorio per la progettazione, lo sviluppo e l’applicazione di strumenti finalizzati alla simulazione numerica e all’ottimizzazione di piani per lo sfruttamento sostenibile delle risorse energetiche rinnovabili*” , co-finanziato da ACROTEC, PDC, CIMA, COS(OT) durata: 2005-2006.

Responsabile della Convenzione di Ricerca tra Eltag S.p.A. e DIST sul tema “Modelli e algoritmi per il sistema CISIUM del Comune di Bologna”. Periodo giugno 2006 – dicembre 2006.

Responsabile (nel 2010) di un contratto di ricerca con DATASIEL e relativo all’analisi di servizi in ambito ITS (Intelligent Transportation Systems).

Responsabile di diversi contratti di ricerca con il Comune di Genova, in relazione a problematiche riguardanti l’analisi e il controllo di flussi di traffico.

Responsabile di sottoprogetto nell’ambito del Progetto ACIS finanziato dal Distretto SIIT.

Responsabile di sottoprogetto nell’ambito del Progetto CLUSTER – SMART FACTORY.