

Marcello Sanguineti

Curriculum vitae et studiorum

1 Informazioni generali

- *Luogo e data di nascita.* Chiavari (Genova), 16 gennaio 1968.
- *Residenza.* Via S. Andrea di Rovereto, 27 case sparse - 16043 Chiavari (Genova).
- *Attuale posizione accademica.* Professore Associato presso la Facoltà di Ingegneria dell'Univ. di Genova. Settore scientifico-disciplinare MAT/09 - Ricerca Operativa.
- *Affiliazione.* Università di Genova - Dip. di Informatica, Sistemistica e Telematica (DIST) - Via Opera Pia, 13 - 16145 Genova.
- *Contatti.* Tel.: 010 353 2071/2983 – 320 433 0866 Fax: 010 353 2154
Email: marcello@dist.unige.it URL: <http://www.dist.unige.it/msanguineti>

2 Formazione e carriera

2.1 Studi, posizioni ricoperte e titoli conseguiti

- 1986: *Diploma di Maturità Scientifica* presso il Liceo Scientifico Statale G. Marconi di Chiavari (Genova), con votazione 60/60.
- 8/4/1992: *Laurea in Ingegneria Elettronica* presso l'Univ. di Genova con punti 110/110, lode e dignità di stampa. Tesi “*Reti neurali per la stima dello stato e il controllo ottimo di sistemi stocastici non lineari*”. Relatore: R. Zoppoli.
- 1992: conseguimento del *certificato TOEFL* (“Test of English as a Foreign Language”), con punteggio nell'intervallo massimo di votazioni. Altre lingue conosciute: francese (scritto e parlato: buono), tedesco (scritto e parlato: discreto), spagnolo (parlato: discreto).
- 1992: *Esame di Stato* per l'abilitazione alla professione di Ingegnere.
- 1992: *conseguimento dell'idoneità nel concorso per l'ammissione all'VIII Ciclo del Corso di Dottorato di Ricerca in Matematica* (Univ. di Torino). Ho rinunciato, avendo scelto di iscrivermi al Dottorato di cui al punto successivo.
- Novembre 1992 - ottobre 1995: *Dottorato in Ingegneria Elettronica e Informatica* (VIII Ciclo), Univ. di Genova.
- 1992-2002: ho ricevuto dal Dip. di Informatica, Sistemistica e Telematica (DIST) dell'Univ. di Genova vari *incarichi di ricerca e di sviluppo software* per la stima ottima non lineare, la valutazione della sensitività di approssimatori parametrizzati rispetto a perturbazioni dei parametri, lo sviluppo di tecniche neurali di decisione, la diagnosi ottima di guasto.

- 1996: borsista all'Univ. di Genova, con il programma di ricerca "*Approssimatori neurali: proprietà e problemi di sintesi*".
- 14/11/1996: conseguimento del titolo di *Dottore di Ricerca in Ingegneria Elettronica e Informatica*, con la tesi "*Approssimazione neurale di regolatori a orizzonte mobile per sistemi non lineari*". Relatore: R. Zoppoli.
- Aprile 1996 - marzo 1997: Servizio Civile.
- 1997-99: "*Post-Doc*" all'Univ. di Genova, con il programma di ricerca "*Approssimatori neurali e ottimizzazione: aspetti metodologici e applicazioni all'Automatica*".
- 1999: *abilitazione all'insegnamento della Matematica nella Scuola Secondaria* (classe di concorso 47/A, D.D.G. del 1999), per le classi A047 (Matematica) e A049 (Matematica e Fisica).
- 2001: *Associato Esterno di Ricerca* presso l'Istituto per l'Automazione Navale (IAN) del CNR (Genova).
- 2000-03: *assegnista di ricerca* presso il Dip. di Matematica (DIMA) e il Dip. di Informatica, Sistemistica e Telematica (DIST) dell'Univ. di Genova, settore scientifico-disciplinare MAT/09 - Ricerca Operativa, con il programma di ricerca "*Risoluzione di problemi di ottimizzazione funzionale mediante reti neurali e altri approssimatori non lineari*".
- 2002, 2004, 2010: *Associato Esterno di Ricerca* presso l'Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione (ISSIA) del CNR (Genova)
- 1° gennaio 2004 - 29 dicembre 2011: *Ricercatore* presso la Facoltà di Ingegneria dell'Univ. di Genova, settore scientifico-disciplinare MAT/09 - Ricerca Operativa (vincitore del concorso nel 2003, confermato nel ruolo il 1° gennaio 2007).
- Luglio 2010: conseguimento dell'*idoneità a Professore Associato*, settore scientifico-disciplinare MAT/09 - Ricerca Operativa.

2.2 Periodi di specializzazione all'estero

- 1997 - 2000: vari *periodi di perfezionamento* presso l'*Institute of Computer Science di Praga* (Rep. Ceca).
- 2001 - 2005: vari periodi trascorsi come "*visiting scientist*" e "*invited lecturer*" presso l'*Accademia delle Scienze della Rep. Ceca* (AVCR), nel quadro dell'Accordo Italo-Ceco di Cooperazione Scientifica tra CNR e AVCR.

2.3 Borse di studio

- 1989 e 1990: *due borse di studio di Ateneo* per il perfezionamento all'estero della lingua inglese. Borse usufruite presso il St. Clare's College di Oxford, riconosciuto dal British Council.
- 1992 - 1995: *borsa di Dottorato*.
- 1996: *borsa "di transizione"*.
- 1997 - 1999: *borsa di Post-Dottorato*.
- 1997 - 2000: *quattro borse di ricerca di Ateneo* per il perfezionamento di ricercatori presso "Centri Stranieri di Alta Qualificazione".
- 1999: *borsa di studio del Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR) con il programma di ricerca "*Approssimazione funzionale e apprendimento automatico*".

3 Tematiche di ricerca

- *Metodologie, schemi di approssimazione e algoritmi per l'ottimizzazione continua di tipo funzionale*
- *Algoritmi per l'ottimizzazione di schemi di approssimazione non-lineari*
- *Problemi di ricoprimento e di approssimazione di gusci convessi*
- *Ottimizzazione nell'apprendimento da dati*

3.1 Metodologie, schemi di approssimazione e algoritmi per l'ottimizzazione continua di tipo funzionale

3.1.1 Problemi di ottimizzazione funzionale

Per descrivere questa tematica, ritengo opportuno porre preliminarmente l'accento su una distinzione dei problemi di ottimizzazione in due famiglie, che richiedono approcci e strumenti matematici sostanzialmente diversi. In generale, nel formulare un problema di ottimizzazione si richiede di individuare un insieme S di uno spazio H , i cui elementi sono chiamati *soluzioni ammissibili* del problema (in pratica, le alternative a disposizione di un decisore) e di associare ad ogni soluzione ammissibile un costo, mediante un *funzionale di costo* F . L'obiettivo è dunque la minimizzazione di F rispetto a soluzioni ammissibili appartenenti ad S (ovviamente i concetti esposti valgono, con modifiche banali, anche per il caso in cui il funzionale F rappresenti una figura di merito da massimizzare). La prima famiglia di problemi è costituita da quelli le cui soluzioni ammissibili appartengono ad un insieme di \mathbb{R}^n e consistono quindi in un numero finito n di componenti di un vettore. I problemi di questa prima famiglia sono i "*problemi di programmazione matematica*". Per essi il termine "funzionale di costo" è comunemente sostituito dal termine "funzione di costo". La seconda famiglia contiene quei problemi in cui *le incognite sono costituite da funzioni di decisione appartenenti a spazi di funzioni di dimensione infinita*. I corrispondenti problemi di ottimizzazione sono detti "*problemi di ottimizzazione funzionale*", per analogia con il termine "analisi funzionale", riservato a quel settore della Matematica che studia gli spazi lineari a dimensione infinita. È questa seconda famiglia di problemi l'oggetto di questa sezione.

I problemi di ottimizzazione funzionale costituiscono un insieme più ampio di quanto talvolta si creda. Oltre ai problemi classici del calcolo delle variazioni, innumerevoli sono infatti le situazioni teoriche e applicative modellabili come problemi di questo tipo, in quanto è necessario determinare una funzione, in qualche senso "ottima", nell'ambito di più funzioni ammissibili. Le funzioni di decisione incognite possono rappresentare, ad esempio:

- *strategie di movimento in un grafo stocastico;*
- *strategie di "routing" dinamico in reti di telecomunicazione;*
- *leggi di classificazione o di identificazione di un riconoscitore di immagini o di segnali di varia natura;*
- *funzioni di controllo in un problema di controllo ottimo;*
- *strategie di esplorazione di un ambiente sconosciuto;*
- *leggi di generazione delle variabili di controllo di un regolatore o di uscita di un filtro da sintetizzare;*
- *leggi di rilevazione e classificazione di guasti nei sistemi di diagnostica.*

Come è noto, la risoluzione per via analitica di un problema di ottimizzazione funzionale è possibile in ben pochi casi. Ad esempio i problemi di controllo ottimo, che sono un tipico caso di ottimizzazione funzionale, ammettono soluzioni che possono essere determinate analiticamente in modo "agevole" solo in circostanze particolari, tipicamente se valgono le ipotesi di linearità nei vincoli differenziali e algebrici (rispettivamente le equazioni di stato e di misura), di quadraticità nel funzionale di costo e, in ambiente stocastico, di gaussianità nelle variabili aleatorie. Se dette ipotesi non sono verificate, i problemi di controllo ottimo ad anello chiuso, salvo qualche caso particolare, non possono essere risolti per via analitica, ma soltanto mediante procedure numeriche. Qualora siano presenti più decisori e si abbiano strutture a informazione distribuita non classiche (cioè, non a parziale inclusione), neppure le ipotesi di cui sopra garantiscono la possibilità di trovare analiticamente una soluzione. D'altronde, lo sviluppo di efficienti metodologie di risoluzione approssimate per problemi di ottimizzazione funzionale presenta molte difficoltà, dovute principalmente al

fatto che gli insiemi delle funzioni decisionali ammissibili sono rappresentati da spazi di funzioni. In sostanza, *la dimensione infinita* degli spazi in cui tali problemi sono ambientati *rende spesso inutilizzabili o comunque inadeguati gli strumenti matematici tipici dell'ottimizzazione combinatoria e dell'ottimizzazione continua a variabili reali*. Ciò richiede l'utilizzo di metodi e strumenti tipici dell'analisi funzionale.

3.1.2 Reti approssimanti non-lineari

L'idea di base della procedura di risoluzione approssimata, sviluppata in questa parte della mia attività di ricerca, consiste nel vincolare le funzioni decisionali ammissibili di problemi di ottimizzazione funzionale ad assumere una *struttura prefissata*, in cui viene inserito un numero finito di *parametri "liberi"*. Sostituendo tali funzioni nel funzionale di costo e nei vincoli, si ottiene un problema di *programmazione non-lineare*, nel quale vanno ottimizzati i valori dei parametri. La risoluzione di tale problema è poi affidata ad un algoritmo di discesa adeguato. Per analogia con la struttura di certe reti neurali, ho chiamato tali funzioni ammissibili a struttura fissata "*reti approssimanti non-lineari*". L'attributo "non-lineari" è dovuto al fatto che la presenza di parametri liberi da ottimizzare fa perdere la linearità nelle funzioni di base. La scelta della struttura delle funzioni decisionali parametrizzate è praticamente illimitata. Nonostante l'apparente semplicità, questa metodologia nasconde molti punti delicati che, come evidenzierò nel seguito, da un lato ne rendono complesso lo studio, ma, dall'altro, ne fanno uno strumento estremamente efficace.

Funzioni a struttura assegnata particolarmente intuitive sono costituite da combinazioni lineari di funzioni di base "fisse": in tal caso i parametri liberi sono dati dai coefficienti delle combinazioni lineari. La scelta di detta struttura conduce al *metodo classico di Ritz* del calcolo delle variazioni. Il metodo risale al 1909, ma in quasi un secolo non ha conseguito importanti successi in problemi in cui le funzioni decisionali dipendono da un numero elevato di variabili. Ciò sembra doversi imputare al fatto che il metodo di Ritz può essere soggetto al cosiddetto fenomeno della "maledizione della dimensionalità", dove la "dimensionalità" è rappresentata, in questo caso, dal numero d di variabili delle funzioni ammissibili. Sia ε l'errore massimo accettabile nel determinare un'approssimazione della soluzione ottima. La maledizione della dimensionalità si manifesta quando, per un valore fissato di ε , il numero di funzioni di base delle combinazioni lineari utilizzate dal metodo di Ritz (e quindi il numero dei coefficienti di tali combinazioni) cresce in modo inaccettabile con d , tipicamente con una velocità esponenziale, di ordine $O(1/\varepsilon^d)$.

Il primo aspetto critico che ho dovuto affrontare è il fatto che, in presenza di funzioni decisionali dipendenti da un numero elevato d di variabili, la maledizione della dimensionalità rende computazionalmente intrattabili i problemi di programmazione non-lineare ai quali i problemi di ottimizzazione funzionale vengono ridotti mediante parametrizzazione delle funzioni decisionali. Questa è una limitazione estremamente importante, in quanto nelle applicazioni si presenta molto spesso la situazione in cui le funzioni decisionali dipendono da un *elevato numero di variabili*. Ad esempio, il numero di variabili può corrispondere:

- al numero di nodi in una rete di comunicazione;
- al numero di bacini in problemi di gestione delle risorse idriche;
- al numero di item nei problemi di inventory;
- al numero di sezioni autostradali o di segmenti di strade urbane nel controllo del traffico.

Un elevato numero di variabili è inoltre tipico in presenza di reti su larga scala in cui vari decisori, ciascuno dotato di un insieme informativo personale, cooperano per portare a termine un obiettivo comune (le cosiddette *team organization*), come ad esempio nella gestione di reti di telecomunicazioni su scala geografica e nell'esplorazione da parte di più decisori di un ambiente sconosciuto o di complesse strutture di dati (si pensi al Web).

Come primo passo, nei lavori [R51, R48, R30, R32, R33, R34, R24, CL14, CL10, CL9, ACI8, AC9, AC12, AC13, AC14, AC15, AC17, PCI2, PCI15, PC26, RR1, RR2, RR4, RR11] ho studiato le proprietà di alcune famiglie di funzioni parametrizzate, con l'obiettivo di scegliere le più opportune per cercare soluzioni approssimate a problemi di ottimizzazione funzionale. Ho effettuato questo studio in termini di "*rate*" di approssimazione di funzioni in un certo spazio mediante funzioni appartenenti ad una dato insieme. Il "rate"

di approssimazione rappresenta la relazione matematica tra l'accuratezza di approssimazione e la "complessità" dell'approssimatore necessario per garantire tale accuratezza. La complessità può essere espressa dalla dimensione di un vettore di parametri opportunamente definito (corrispondente, ad esempio, al grado di un polinomio o di una funzione razionale, al numero di nodi in una spline, al numero di unità computazionali in una rete neurale e, più in generale, al numero totale di parametri da ottimizzare in una rete approssimante). Fissato un valore massimo accettabile ε per l'errore di approssimazione, ho studiato famiglie parametrizzate di funzioni che esibiscano la seguente proprietà fondamentale: dato ε , il numero di parametri da ottimizzare cresce *al più polinomialmente* con il numero di variabili delle soluzioni ammissibili. Ho chiamato tali famiglie di funzioni *reti approssimanti non-lineari a complessità polinomiale*. Esempi sono certe reti neurali sigmoïdali, certe radial basis function network e certe spline a nodi mobili. In [R30, R33, PCI16] ho applicato tecniche di teoria statistica dell'apprendimento per ottenere stime dell'errore di approssimazione mediante radial basis function network con unità computazionali gaussiane.

Ho inoltre studiato la seguente differenza sostanziale fra gli approssimatori lineari tradizionali, come i polinomi, e le reti approssimanti non-lineari. Mentre nei primi le famiglie approssimanti costituiscono *sottospazi a dimensione finita* di dimensione crescente, nel caso delle reti approssimanti non-lineari le funzioni approssimanti sono membri di *unioni di sottospazi a dimensione finita* generati da unità computazionali. Quando gli insiemi di funzioni approssimanti non costituiscono sottospazi lineari, si perdono alcune delle proprietà (unicità, continuità, ...) degli operatori di best approximation usati nell'approssimazione lineare. D'altronde, poiché le unioni dei sottospazi lineari generati da n -ple di elementi di un generico insieme possono essere "molto più grandi" di un singolo sottospazio n -dimensionale, in molti spazi funzionali l'errore di approssimazione associato alle reti neurali può essere più piccolo – e ho studiato quando lo è – di quello associato a famiglie approssimanti lineari. Partendo da questa osservazione, ho definito le proprietà delle funzioni di base per le quali le corrispondenti reti approssimanti non-lineari non presentano il fenomeno della maledizione della dimensionalità, per insiemi di soluzioni ammissibili in problemi di ottimizzazione funzionale con interesse applicativo.

Nei lavori [R38, R39, R21, R12, CL11, ACI6, AC21, AC32, AC33, AC34, PCI11, PC11, PC23, PC24], ho utilizzato tali famiglie di reti approssimanti non-lineari, in combinazione con tecniche di campionamento di tipo Monte Carlo e quasi-Monte Carlo, nel contesto di tecniche di Programmazione Dinamica approssimata, successivamente approfondite in [PCI17].

3.1.3 L'Extended Ritz Method (ERIM) per la risoluzione di problemi di ottimizzazione funzionale

I risultati descritti sopra mi hanno indotto a scegliere, come funzioni ammissibili a struttura fissata, le reti approssimanti non-lineari. Un'impressionante quantità di risultati sperimentali mi ha spinto ad esprimere la congettura che la proprietà di crescita "moderata" del numero di parametri da ottimizzare al crescere del numero d di variabili delle funzioni ammissibili, dimostrata da vari autori e sotto varie ipotesi nella teoria dell'approssimazione di funzioni, valga anche nel campo della risoluzione approssimata di problemi di ottimizzazione funzionale. La seconda parte della mia attività di ricerca nel settore dell'ottimizzazione funzionale ha preso spunto da queste evidenze sperimentali e da questa congettura. Si tenga presente che il problema della minimizzazione di un funzionale di costo è in generale assai più difficile del problema dell'approssimazione di una funzione. Nell'ottimizzazione funzionale, infatti, il funzionale di costo F , tipicamente, è ben più complesso della norma con cui usualmente si misura l'errore di approssimazione. Per giunta, spesso compaiono vincoli sulle funzioni ammissibili, rappresentati dalla regione di ammissibilità S .

Ho ricercato condizioni (sulle funzioni ammissibili, sui funzionali di costo e sul tipo di reti approssimanti non-lineari) che consentano di risolvere in modo approssimato problemi di ottimizzazione funzionale, con accuratezza arbitraria e usando un numero di parametri da ottimizzare che cresca *al più polinomialmente*, in alcuni casi solo linearmente, con il numero di variabili. Da un punto di vista qualitativo, si può dire che le condizioni da me derivate garantiscono che i problemi di programmazione non-lineare ottenuti a partire da problemi di ottimizzazione funzionale siano computazionalmente trattabili. Più precisamente, *ho studiato come associare ad un dato problema "ragionevole" di ottimizzazione funzionale una classe di reti*

approssimanti non-lineari, che rendano computazionalmente trattabile il problema di programmazione non-lineare ottenuto cercando soluzioni sub-ottime ottenibili mediante tali reti. La scelta della rete approssimante dipende dalle proprietà del funzionale di costo e dalla struttura dell'insieme delle soluzioni ammissibili. Per queste classi di problemi, ho studiato come ottenere successioni di soluzioni approssimate che convergano alla soluzione ottima incognita, quantificando la velocità di convergenza in termini di certe proprietà di tale soluzione ottima (proprietà che possono essere studiate sfruttando le informazioni *a priori* disponibili sul problema), del numero di funzioni di base, di certe proprietà delle funzioni di base stesse, del funzionale e dell'insieme delle soluzioni ammissibili.

Il *prodotto principale della mia attività di ricerca in questo campo* è una metodologia di risoluzione approssimata di problemi di ottimizzazione funzionale, che i miei co-Autori ed io abbiamo chiamato “*Metodo di Ritz Estes*” o, per brevità, *ERIM* (“*Extended Ritz Method*”). In altre parole l'ERIM, che ho trattato ed applicato nei lavori [R49, R47, R43, R45, R22, R23, CL13, CL12, CL11, CL5, ACI7, ACI6, ACI5, AC3, AC32, AC33, PCI1, PCI4, PCI5, PCI7, PCI11, PCI13, ACNI1, PC1, PC2, PC3, PC4, PC6, PC8, PC13, PC16, PC25, RR3, RR5, RR7], è un metodo per costruire schemi di approssimazione non-lineari per problemi di ottimizzazione funzionale. In particolare, *ho individuato famiglie di problemi di ottimizzazione funzionale e reti approssimanti non-lineari che consentano di risolvere problemi appartenenti a tali classi, con un numero di parametri che cresce al più polinomialmente (in certi casi, solo linearmente) con il numero di variabili.* Tali famiglie di problemi e di reti approssimanti non sono “patologiche” o “accademiche”, ma comprendono un'ampia varietà di problemi e di reti approssimanti di estremo interesse applicativo (si veda la sezione 3.1.4). *Ho quindi fornito una risposta affermativa e costruttiva alla congettura che aveva motivato l'inizio della mia ricerca in questo campo.*

Ho sviluppato una parte di questa ricerca con colleghi della Georgetown University (Washington D.C.) e dell'Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca, dove dapprima ho trascorso periodi di formazione e, successivamente, mi sono recato più volte come “visiting scientist”. Tale interazione ha prodotto seminari internazionali, numerose pubblicazioni congiunte e tre progetti scientifici internazionali da me coordinati, uno concluso e due tuttora in atto.

Ho presentato il metodo ERIM, insieme ai risultati preliminari disponibili nel 2002, nel mio intervento alla *Scuola CIRO 2002* [CL12]. Numerosi sviluppi sono seguiti a quella presentazione. I fondamenti matematici della metodologia sono oggetto dei lavori [R49, R43, R22] e dei capitoli 1 – 6 del libro [L1]. Tali capitoli trattano:

- *Capitolo 1.* The Basic Functional Optimization Problem
- *Capitolo 2.* From Functional Optimization to Nonlinear Programming by the Extended Ritz Method
- *Capitolo 3.* Stochastic Approximation
- *Capitolo 4.* Approximating Networks
- *Capitolo 5.* Computational Complexity Issues
- *Capitolo 6.* Learning from Data by Approximating Networks

La scrittura del libro [L1] mi ha impegnato, insieme agli altri Autori, per buona parte degli ultimi tre anni. Il libro è scritto per Dottorandi, Dottori di Ricerca e, più in generale, per chi effettua ricerche nei campi della Ricerca Operativa, del Controllo Ottimo e della Computer Science, in contesti la cui complessità richiede di affrontare problemi di ottimizzazione che non sono modellabili con gli strumenti e gli approcci classici della programmazione matematica. Il libro, che descrive strumenti matematici, propone metodologie risolutive e sviluppa algoritmi efficienti, ha una natura fortemente interdisciplinare. Tale caratteristica, che ne rappresenta uno dei punti di forza, è ottenuta combinando in un unico edificio concettuale, metodologico e algoritmico idee e strumenti che provengono da campi le cui potenziali interazioni, spesso, sono poco sfruttate; per citarne alcuni, l'analisi funzionale, l'approssimazione non-lineare, l'information-based complexity, il controllo ottimo, il design of experiment e l'apprendimento automatico.

3.1.4 Algoritmi per la risoluzione di problemi applicativi modellabili come ottimizzazione funzionale

L'ERIM può essere specializzato sfruttando le peculiarità e la struttura di certe famiglie di problemi di ottimizzazione funzionale e di certe reti approssimanti. Un'ampia rassegna è oggetto dei capitoli 7 – 11 del libro [L1], ciascuno dei quali dettaglia la metodologia a contesti di ottimizzazione specifici. Tali capitoli trattano:

- *Capitolo 7.* Deterministic Optimal Control Over a Finite Horizon
- *Capitolo 8.* Stochastic Optimal Control with Perfect State Information Over a Finite Horizon
- *Capitolo 9.* Stochastic Optimal Control with Imperfect State Information Over a Finite Horizon
- *Capitolo 10.* Team Optimal Control Problems
- *Capitolo 11.* Shortest Path Problems on Graphs with Stochastic Costs

In ciascuno di questi contesti, ho identificato problemi di particolare interesse applicativo, per i quali ho sviluppato algoritmi di risoluzione dei corrispondenti problemi di programmazione non-lineare ottenuti mediante l'ERIM, in modo da ottimizzare in maniera efficiente i parametri nelle funzioni decisionali. I risultati sperimentali ottenuti confermano che, tipicamente, gli schemi di approssimazione basati su reti approssimanti non-lineari sono computazionalmente più efficienti di quelli lineari, nel senso che richiedono, a parità di errore di approssimazione, un numero di parametri di “gran lunga inferiore” e spesso consentono di evitare la maledizione della dimensionalità.

In sintesi, i miei lavori relativi alla risoluzione mediante reti approssimanti non-lineari di problemi applicativi di tipo funzionale possono essere suddivisi come segue.

- *Ottimizzazione nei problemi decisionali a squadra:* [L1, Capitolo 10], [CL13], [PCI6], [PC5], [PC12].
- *Routing in reti di telecomunicazione:* [L1, Capitolo 10], [R23], [CL13], [PCI3], [PC5], [PC6], [PC12].
- *Giochi cooperativi in ambiente stocastico:* [L1, Capitolo 10], [R23], [CL13, PCI3, PC5, PC12].
- *Ottimizzazione su grafi con costi stocastici:* [PC21], [RR10].
- *Controllo ottimo:* [L1, Capitoli 6, 7, 8, 9], [R52], [ACI10], [ACI9], [ACI5], [AC21], [ACNI2], [PC9].
- *Gestione del traffico autostradale:* [L1, Capitolo 9], [R49], [ACI7], [PC7].
- *Gestione di risorse idriche e reti di bacini:* [R21], [CL11], [ACI6], [AC21], [PCI11].
- *Inventory forecasting:* [PC11].
- *Stima ottima di parametri:* [R49], [R38], [R39], [R41], [R12], [CL8], [AC1], [AC2], [AC10], [AC19], [AC20], [AC23], [AC32], [AC34], [ACNI2], [PC23], [PC24] (lavori correlati: [R37], [R36], [AC16], [AC18], [AC22], [AC30], [AC31]).
- *Apprendimento da dati:* [L1, Capitolo 5], [R44], [R41], [R25], [R35], [CL8], [CL7], [ACI4], [PCI8], [PCI10], [PC10], [PC14], [PC18], [PC19], [PC22].
- *Diagnosi ottima di guasto:* [R23], [AC6], [RR6].
- *Modellamento di sistemi:* [R46].
- *Elaborazione di dato con tecniche di principal component analysis:* [R29], [PC19].

3.2 Algoritmi per l'ottimizzazione di schemi di approssimazione non-lineari

Questa tematica di ricerca è strettamente connessa con la precedente e completa dal punto di vista algoritmico la metodologia di ottimizzazione approssimata descritta nella Sezione 3.1.

La risoluzione dei problemi di programmazione non-lineare, a cui i problemi di ottimizzazione funzionale vengono ridotti mediante parametrizzazione delle funzioni decisionali con reti approssimanti non-lineari, necessita di *algoritmi efficienti per l'ottimizzazione dei parametri* contenuti nelle reti approssimanti non-lineari. Tale ottimizzazione, che va fatta in base ai dati sperimentali disponibili, richiede alcune scelte complesse e spesso in conflitto l'una con l'altra: l'architettura della rete approssimante, l'algoritmo di addestramento, la definizione del “test set”, ecc.. Nonostante in letteratura siano stati presentati numerosi algoritmi, i margini di miglioramento sono tuttora elevatissimi: la ricerca di metodologie efficienti per l'ottimizzazione dei parametri offre tuttora un vastissimo campo di ricerca.

Ho incentrato la mia attività in quest'area sullo sviluppo di algoritmi che ottengano un buon compromesso tra velocità di convergenza e onere di calcolo. Dal punto di vista dell'onere computazionale, le scelte relative al numero di funzioni di base e all'algoritmo di ottimizzazione dei parametri in esse contenuti si sono rivelate le più critiche. Nel caso delle reti neurali, ad esempio, l'algoritmo della "backpropagation" (BP), nonostante l'ampia diffusione, presenta varie limitazioni: richiede di scegliere arbitrariamente il valore del cosiddetto "learning rate" (il passo di discesa nell'algoritmo del gradiente, su cui la BP si basa), che risulta determinante nell'addestramento. Inoltre la convergenza, quando c'è, è lenta, rendendo intrattabili problemi in cui le funzioni decisionali dipendono da un numero elevato di variabili (in quanto, tipicamente, ciò richiede un numero elevato di funzioni di base e quindi di parametri da ottimizzare). Altri algoritmi sono caratterizzati da una convergenza più veloce di quella della BP e non richiedono la scelta arbitraria di parametri, a spese però di un elevato onere computazionale.

Una parte degli algoritmi da me sviluppati è basata sull'idea di considerare una rete approssimante come un sistema dinamico non-lineare, per il quale l'ottimizzazione dei parametri rappresenta un problema di stima. Seguendo questo approccio, ho sviluppato un algoritmo di tipo *batch* e ne ho studiato le proprietà di convergenza e di robustezza. L'algoritmo è basato sulla minimizzazione di un costo costituito da due termini: uno che rappresenta lo scostamento dai dati e uno che "pesa" le variazioni dei parametri. Uno dei vantaggi rispetto ad altri algoritmi proposti in letteratura, che usano un approccio di stima non-lineare simile al mio, consiste nel fatto che, tipicamente, questi ultimi richiedono procedure di linearizzazione, che invece non sono necessarie per l'algoritmo da me sviluppato. Una variante dell'algoritmo lavora in base ad uno schema a "finestra mobile", tramite il quale insiemi molto grandi di dati vengono suddivisi in blocchi. Su ciascuno di tali blocchi viene poi effettuata un'ottimizzazione con onere computazionale ridotto, che aggiorna i valori dei parametri ottenuti basandosi sulla finestra di dati utilizzata nel passo precedente. Tale variante si presta all'elaborazione di insiemi di dati con cardinalità molto elevata.

Un'altra classe di algoritmi che ho sviluppato lavora in modo *ricorsivo*, utilizzando ad ogni passo il dato (i dati) che risulta (risultano) disponibili. Questo tipo di algoritmi ricopre particolare interesse in applicazioni *real-time*, che richiedono un'efficiente ottimizzazione *on-line*. Per combinare i vantaggi dell'ottimizzazione on-line e di quella off-line, ho inoltre sviluppato algoritmi che combinano i due approcci.

Ho poi dedicato particolare attenzione allo sviluppo di algoritmi di *ottimizzazione incrementale* dei parametri, in cui si parte cioè da una rete approssimante di piccole dimensioni e si aggiungono funzioni di base, cioè nuove unità computazionali. Quest'ultima classe di algoritmi è molto importante per limitare l'onere computazionale legato all'ottimizzazione di reti approssimanti con molte funzioni di base, quindi con molti parametri. In questo contesto, ho studiato *algoritmi incrementali ai minimi quadrati non-lineari*. La maggior parte dei risultati disponibili in letteratura sulla convergenza di tali algoritmi richiedono forti ipotesi sulla distribuzione degli errori di regressione. Basandomi su recenti sviluppi ottenuti nel campo del filtraggio non-lineare, ho elaborato algoritmi incrementali per la risoluzione di problemi non-lineari ai minimi quadrati ispirati al Filtro di Kalman Esteso (EKF); ho studiato le proprietà di stabilità asintotica degli errori di stima ad essi associati, determinando una maggiorazione esplicita per tali errori. Rispetto ai risultati disponibili in letteratura, che riguardano analisi asintotiche stocastiche, uno dei miei contributi principali in questo campo consiste nell'aver sviluppato algoritmi per i quali ho fornito un'analisi deterministica delle proprietà asintotiche. Ho inoltre elaborato versioni *batch* degli algoritmi, che si prestano ad un utilizzo efficiente per elaborare dati resi disponibili, o utilizzati, a blocchi.

Per tutti gli algoritmi citati sopra, ho effettuato dettagliate campagne simulative sia su *test-bed* di tipo accademico, comunemente utilizzati in letteratura, sia su *benchmark* contenenti dati che provengono da contesti reali, alcuni dei quali disponibili in rete. Fra i primi, cito la predizione della serie temporale caotica a tempo discreto detta "di Mackey-Glass". Fra i secondi, cito il *benchmark* noto come "PROBEN1", un problema di predizione di serie temporali relativo al consumo energetico in un edificio sulla base di data (giorno-mese), ora, temperatura esterna, umidità esterna, radiazione solare e velocità del vento. I confronti numerici con i più efficienti algoritmi disponibili in letteratura hanno confermato le previsioni teoriche e hanno evidenziato i punti di forza degli algoritmi proposti.

In sintesi, i miei principali lavori scientifici relativi a questa tematica possono essere così suddivisi.

- *Algoritmi di ottimizzazione incrementale*: [AC4], [AC11].
- *Algoritmi di ottimizzazione iterativi e di tipo batch*: [R50], [R41], [CL8], [AC5], [AC7], [AC8], [AC24], [AC25], [ACN1].
- *Algoritmi di ottimizzazione basati sulla stima ottima non-lineare*: [AC27] [AC29] [PCI9], [PC17].
- *Algoritmi per la stima ai minimi quadrati non-lineari*: [R41], [CL8], [PC27].

3.3 Problemi di ricoprimento e approssimazione di gusci convessi

I numeri di ricoprimento (*covering number*) di insiemi, introdotti da Kolmogorov per “misurare” le dimensioni di insiemi in spazi metrici, giocano un ruolo importante in molti campi, quali, ad esempio, la density estimation, i processi empirici, il machine learning. Possono essere studiati rispetto a varie metriche. Ad esempio, nelle metriche indotte dalla norma del sup e dalla norma \mathcal{L}_1 , consentono di stimare gli errori di campionamento nella statistical learning theory. Nella metrica indotta dalla norma \mathcal{L}_2 , sono studiati in teoria della probabilità, in teoria dell’approssimazione, in geometria convessa e ancora in machine learning. Nella mia ricerca in questo settore, ho fatto riferimento alla norma \mathcal{L}_2 .

Dapprima ho studiato i numeri di ricoprimento di insiemi convessi simmetrici in termini della velocità di decrescita delle norme di elementi in certi loro sottoinsiemi di elementi ortogonali. Ho dimostrato che, se tale decrescita è “sufficientemente lenta”, i numeri di ricoprimento devono essere “grandi” e ho ottenuto lower bound su tali numeri. Per ottenere questi risultati ho sfruttato le proprietà di *matrici di Hadamard generalizzate*, ottenute dalle matrici di Hadamard consentendo una certa tolleranza nella condizione di ortogonalità che definisce queste ultime; tali matrici sono legate al fenomeno della crescita esponenziale della cosiddetta *quasiorthogonal dimension*. Ho quindi specializzato la mia analisi alle stime dei numeri di ricoprimento delle chiusure convesse (*convex hull*). Questi numeri giocano un ruolo molto importante in vari campi, quali l’approssimazione non-lineare, il calcolo neurale e l’ottimizzazione convessa.

I risultati che ho ottenuto in questo settore hanno varie ricadute applicative. Ad esempio, le proprietà approssimanti di molti modelli computazionali di calcolo neurale dipendono da certe norme, che sono definite come il funzionale di Minkowski di gusci simmetrici convessi di insiemi i cui elementi sono le unità computazionali di certe reti neurali. Come altro esempio, ricordo che uno dei più efficaci approcci all’apprendimento da dati consiste nel modellare tale processo come la minimizzazione di certi funzionali convessi: i numeri di ricoprimento degli insiemi sui quali tali funzionali vanno minimizzati determinano molte proprietà degli algoritmi di ottimizzazione. Come ultimo esempio, cito il fatto che, in base al teorema di Krein-Milman, ogni insieme compatto convesso è la chiusura del guscio convesso dell’insieme dei suoi punti estremi; studiare la dipendenza dei numeri di ricoprimento dei gusci convessi di un insieme da quelli dell’insieme stesso fornisce quindi un’“interpretazione quantitativa” di questo fondamentale teorema.

Per quanto riguarda i problemi di approssimazione di gusci convessi, ho considerato l’approssimazione di elementi nella chiusura di tali gusci mediante un numero n di elementi dei gusci convessi stessi. In particolare, ho studiato la velocità con cui l’errore di approssimazione decresce all’aumentare di n . Ho derivato un upper bound sulla velocità di convergenza di ordine $\mathcal{O}\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$. I risultati ottenuti mettono in evidenza il ruolo giocato da una norma variazionale, che risulta determinante anche in problemi di minimizzazione di funzionali convessi. Per alcuni casi di interesse nelle applicazioni, ho dimostrato che tale upper bound non può essere migliorato “in modo significativo”, nel senso che il massimo miglioramento possibile è $\mathcal{O}\left(\frac{1}{\sqrt{n+1}}\right)$.

Ho derivato conseguenze dei miei risultati per problemi di ottimizzazione rispetto a classi di *funzioni Booleane* e per problemi di approssimazione di *alberi di decisione*. Inoltre, i bound che ho ottenuto hanno un’importante ricaduta su algoritmi di ottimizzazione di tipo “*greedy*”. Ho poi illustrato i risultati teorici su applicazioni nel campo del calcolo neurale e del machine learning. Applicando le stime ottenute per l’approssimazione di chiusure di gusci convessi, ho esteso e generalizzato un risultato esistente in letteratura sulle proprietà approssimanti di certe reti neurali (note come “reti feedforward sigmoidali”), che quantifica la massima velocità di decrescita dell’errore di approssimazione all’aumentare del numero di unità computazionali. È chiaro l’interesse di risultati di questo tipo in applicazioni “spinte” di Intelligenza Artificiale. Per quanto riguarda le stime dei numeri di ricoprimento, infine, ho dimostrato che le famiglie di reti neurali tipicamente usate soddisfano le ipotesi a partire dalle quali ho ottenuto i lower bound per i rispettivi numeri

di ricoprimento. Tali bound coincidono, a meno di costanti, con gli upper bound disponibili in letteratura. In tal modo ho potuto concludere che queste stime sono “strette”, il che ha fornito la risposta ad un problema aperto, la cui importanza era stata da tempo evidenziata nella letteratura sul calcolo neurale e sul machine learning.

I lavori relativi a questa tematica di ricerca sono: [R51], [R40], [R41], [R34], [AC17], [PC20], [RR2], [RR4].

3.4 Ottimizzazione nell'apprendimento da dati

A differenza di quanto accade nei cosiddetti “rule-based methods” dell'Intelligenza Artificiale classica, gli approcci di tipo connessionistico all'apprendimento sono basati su modelli ottenuti mediante l'interconnessione di semplici unità computazionali, in cui alcuni parametri devono essere ottimizzati in modo da approssimare con l'accuratezza desiderata una relazione funzionale tra gli ingressi al modello e le uscite di quest'ultimo. L'obiettivo del cosiddetto “*apprendimento supervisionato*” è l'ottimizzazione dei parametri di un modello connessionistico, in modo tale che quest'ultimo approssimi con l'accuratezza desiderata una relazione funzionale fra gli ingressi al modello e le uscite sulla base di un insieme di esempi, cioè di coppie ingresso-uscita di dati sperimentali. Per poter utilizzare un modello, addestrato sulla base di dati sperimentali, nell'elaborazione di nuovi dati non usati per l'ottimizzazione dei parametri, occorre avere a disposizione anche “dati concettuali”, cioè informazioni sulle “proprietà globali” della relazione funzionale fra ingressi e uscite, quali continuità, regolarità delle derivate, assenza di componenti a frequenza elevata, ecc.

Nella mia ricerca in questo campo ho utilizzato il modello dell'apprendimento mediante dati sperimentali e concettuali basato su funzionali, detti *empirical error functional*, che esprimono lo scostamento dai dati. Tali funzionali vanno minimizzati rispetto a funzioni in uno spazio, chiamato *hypothesis space*, la cui scelta è basata sulle conoscenze *a priori* relative al mapping che modella la generazione dei dati. Ho formalizzato le proprietà di generalizzazione in vari modi, basati su altrettante tecniche di regolarizzazione: vincolando la minimizzazione a opportuni sottoinsiemi dell'hypothesis space scelto (contenenti solo funzioni con certe caratteristiche desiderate), sommando all'empirical error functional un altro funzionale, che penalizza comportamenti non desiderati nella soluzione, o combinando questi due approcci. In questo modo, ho potuto sfruttare le proprietà di tecniche di regolarizzazione consolidate, quali la *regolarizzazione “alla Tichonov”*, “*alla Ivanov*”, “*alla Phillips*” e “*alla Miller*”. Gli strumenti e le metodologie che ho sviluppato in questo campo sono basati sui metodi sviluppati per affrontare i cosiddetti *problemi inversi*. Tali problemi si presentano frequentemente nella Fisica (tipicamente, sono “inversi” i problemi in cui si vuole risalire dagli effetti alle cause) e, più in generale, nella ricostruzione di dipendenze funzionali sulla base di dati sperimentali. Seguendo tale approccio, ho studiato l'apprendimento da dati con capacità di generalizzazione come un problema inverso ambientato in una classe speciale di spazi, chiamati “*spazi di Hilbert a nucleo riprodotto*” (“*reproducing kernel Hilbert space*”, *RKHS*). A ciascun tipo di kernel - al quale, dal punto di vista dell'implementazione algoritmica, corrisponde un tipo di unità computazionale - può essere associato un RKHS, la cui norma, indotta dal kernel stesso, consente di modellare vari tipi di comportamenti richiesti alle soluzioni dei problemi di apprendimento formulati in quello specifico RKHS. Inoltre, la risoluzione in tali spazi di problemi di apprendimento da dati può essere ricondotta alla risoluzione di problemi di programmazione lineare o quadratica.

In sintesi, due sono i contributi della mia attività di ricerca in questo campo:

- teorico, in cui ho stimato l'accuratezza di soluzioni approssimate al problema dell'apprendimento da dati;
- applicativo, in cui ho analizzato, sulla base delle stime di cui sopra, l'efficienza di algoritmi di programmazione lineare per i kernel method.

Per raggiungere questi obiettivi, ho combinato strumenti dell'approssimazione non-lineare con metodi della teoria matematica dell'apprendimento automatico. Particolarmente produttiva è stata a tal fine l'interazione con ricercatori dell'Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca e della Georgetown University (Washington D.C.). Tale interazione ha prodotto numerose pubblicazioni congiunte, seminari internazionali e *tre progetti scientifici internazionali da me coordinati, uno concluso e due tuttora in atto*.

Relativamente agli aspetti teorici, dapprima ho studiato le proprietà di continuità e convessità degli empirical error functional. Ho poi sfruttato queste proprietà per ottenere i cosiddetti *representer theorem*, che descrivono la forma delle soluzioni ottime ottenibili mediante diversi tipi di regolarizzazione. Inoltre, ho studiato le relazioni fra i diversi tipi di regolarizzazione e le relative ricadute applicative.

Al fine di sviluppare algoritmi di apprendimento efficienti basati su metodi di regolarizzazione, sono partito dalla constatazione che la risoluzione dei sistemi lineari di equazioni che, in base ai representer theorem, consentono di trovare la soluzione ottima, presentano caratteristiche di *ill-posedness* che ne limitano fortemente l'efficienza computazionale. Per ovviare a tali limitazioni, ho sviluppato metodologie di ottimizzazione alternative, considerando hypothesis set formati da funzioni implementabili mediante modelli computazionali con complessità strutturale limitata, in quanto esprimibili come combinazioni lineari di “poche” semplici unità computazionali disponibili in librerie software. In tal modo, ho evitato i problemi di ill-posedness a spese di un errore di approssimazione nella determinazione della soluzione ottima - errore, però, che può essere reso arbitrariamente piccolo. Ho derivato stime della velocità con cui soluzioni sub-ottime, ottenute vincolando il numero di unità computazionali (cioè la complessità strutturale del modello), convergono alla soluzione ottima, ottenibile, idealmente, senza vincoli sul numero di unità. Tali stime possono essere valutate *a priori*, cioè prima di iniziare l'apprendimento, in quanto dipendono da quantità che sono calcolabili in modo semplice a partire dai dati e da parametri che possono essere scelti. In sintesi, la ricaduta applicativa di queste stime consiste nel loro utilizzo per sviluppare algoritmi di apprendimento da dati basati sulla combinazione di tecniche di regolarizzazione e metodologie di ottimizzazione che utilizzano hypothesis set formati da funzioni implementabili mediante modelli connessioneistici con complessità limitata, in modo da limitare l'onere computazionale.

Lavori scientifici relativi a questa tematica: [R44], [R41], [R30], [R33], [R35], [CL8], [CL7], [ACI4], [AC26], [AC28], [PCI8], [PCI10], [PC10], [PC14], [PC15], [PC18], [PC19], [RR8].

4 Attività didattica

4.1 Docenza in Corsi di Laurea, Corsi di Dottorato e Scuole di Specializzazione

Svolgo la mia attività di docenza all'Univ. di Genova, presso:

- la sede di Genova;
- il polo universitario decentrato di Savona.

4.2 Docenza in Corsi di Master

Ho svolto docenza nel

- Master di II livello del SIIT (Distretto Tecnologico sui Sistemi Intelligenti Integrati).

4.3 Docenza nell'Università della Terza Età

Ho svolto docenza presso

- Università della Terza Età dell'Univ. di Genova.

Riporto nella tabella seguente l'elenco dei corsi per i quali ho svolto docenza, con il numero di crediti formativi universitari (cfu) relativi.

Insegnamento	cfu	Corso di Laurea (CdL)	Sede	Ruolo ricoperto	A.A.
Programmazione Matematica e Ottimizzazione	10	CdL Quinquennale in Ing. Elettronica	Genova	esercitatore	1993 – 97
Ricerca Operativa	10	CdL Quinquennale in Ing. Elettronica	Genova	esercitatore	1997 – 2000
Analisi dei Sistemi 1	6	CdL in Ing. Gestionale	Savona	docente con P.P. Puliafito e S. Sacone	2000 – 01
Analisi dei Sistemi 2	5	CdL Specialistica in Ing. Gestionale	Savona	docente con P.P. Puliafito e S. Sacone	2000 – 01
Ricerca Operativa	10	CdL Quinquennale in Ing. Elettronica	Genova	docente con R. Zoppoli	2000 – 02
Ricerca Operativa 1	5	CdL Quinquennale in Ing. Civile e Ambientale	Genova	docente	2001 – 03
Laboratorio Informatico di Ricerca Operativa 1	3	CdL Quinquennale in Ing. Civile e Ambientale	Genova	docente	2001 – 03
Ricerca Operativa 1	6	CdL in Ing. Gestionale	Savona	docente con R. Zoppoli	2001 – 07
Ricerca Operativa 2	6	CdL Specialistica in Ing. delle Telecomunicazioni	Genova	docente	2002 – 04
Ricerca Operativa 2	6	CdL Specialistica in Ing. delle Telecomunicazioni	Genova	docente con M. Baglietto	2004 – 08
Ricerca Operativa 1	5	CdL specialistica in Ing. dei Trasporti e della Logistica	Genova	docente	2003 – 05
Ricerca Operativa 1	5	CdL specialistica in Ing. dei Trasporti e della Logistica	Genova	docente con F. Patrone	2005 – 09
Ricerca Operativa 1	5	CdL Specialistica in Ing. Elettronica	Genova	docente con R. Zoppoli	2003 – 05
Ricerca Operativa 2	5	CdL Specialistica in Ing. Informatica	Genova	docente con R. Zoppoli	2003 – 04 2005 – 07
Ricerca Operativa 2	5	CdL Specialistica in Ing. Informatica	Genova	docente	2004 – 05
Ricerca Operativa 1	5	CdL Specialistica in Ing. Elettronica	Genova	docente	2005 – 06
Ricerca Operativa 1	6	CdL in Ing. Gestionale	Savona	docente con R. Zoppoli	2001 – 07
Ricerca Operativa 2	6	CdL Specialistica in Ing. delle Telecomunicazioni	Genova	docente con M. Baglietto	2004 – 08
Ricerca Operativa 1	5	CdL Specialistica in Ing. dei Trasporti e della Logistica	Genova	docente con F. Patrone	2005 – 09
Ricerca Operativa 2	6	CdL Specialistica in Ing. delle Telecomunicazioni	Genova	docente	2008 – 09
Metodi Matematici e Statistici e Ricerca Operativa	5	CdL Magistrale in Ing. dei Trasporti e della Logistica	Genova	docente	2009 – 10
Metodi Matematici e Statistici e Ricerca Operativa	8	CdL Magistrale in Ing. dei Trasporti e della Logistica	Genova	docente	2010 – 11
Ricerca Operativa	6	CdL Magistrale in Ing. dei Trasporti e della Logistica	Genova	docente	2011 – 12

Insegnamento	cfu	Dottorato	Sede	Ruolo ricoperto	A.A.
Analisi Funzionale per l'Ottimizzazione	3	Dottorato in Ing. Elettronica e Informatica	Genova	docente con T. Zolezzi	2000 – 04
Reti Neurali per l'Ottimizzazione	3	Dottorato in Scienze e Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione	Genova	docente	2004 – 06
Reti Neurali per l'Ottimizzazione	3	Dottorato in Ing. Elettronica, Informatica e delle Telecomunicazioni	Genova	docente	2005 – 07
Insegnamento	cfu	Scuola di Specializzazione	Sede	Ruolo ricoperto	A.A.
Ricerca Operativa	1	Scuola di Specializzazione in Igiene e Medicina Preventiva	Genova	docente	2010 – 11
Insegnamento		Master	Sede	Ruolo ricoperto	A.A.
Tecniche di Apprendimento Automatico		Master II livello SIIT (Distretto Tecnol. Sist. Intell. Integrati)	Genova	docente	2007 – 08
Insegnamento		Univ. Terza Età	Sede	Ruolo ricoperto	A.A.
Introduzione alle Reti Neurali Artificiali		Uni.T.E. di Genova	Genova	docente	2009 – 10

4.4 Docenza nell'ambito di scuole nazionali

- 2001: *docente nell'ambito del "Programma Nazionale di Ricerca per la Microelettronica e la Bioelettronica"*. Ho tenuto un ciclo di lezioni su schemi di approssimazione non lineari per l'ottimizzazione, presso il Dip. di Ingegneria Biofisica ed Elettronica (DIBE), Univ. di Genova.
- 2002: invito a tenere un ciclo di lezioni presso l'Univ. di Firenze, nell'ambito della scuola "*Non-linear time series analysis: Theory and applications*" (5-12 Luglio 2002), inserita nel programma *Socrates/Erasmus*. Non ho potuto accettare l'invito a causa di altri impegni scientifici concomitanti.
- *Scuola CIRO 2002* (Siena, Centro per lo Studio dei Sistemi Complessi), intervento "*Le reti neurali nei problemi di ottimizzazione a dimensione infinita*".

4.5 Attività connesse alla didattica

- 1992-96: svolgimento di esercitazioni per il corso di Programmazione Matematica e Ottimizzazione (CdL in Ing. Elettronica e Informatica).
- Coordinamento degli studenti ed esercitazioni nel *Laboratorio NOCC (Neural Optimization, Complexity and Control)* presso il DIST.
- *Laboratorio di Ottimizzazione e Modellistica di Sistemi Complessi* della sede decentrata di Savona dell'Univ. di Genova.
- *Relatore, Correlatore e Controrelatore*, presso la Facoltà di Ingegneria e la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Univ. di Genova, di tesi di Laurea e di Dottorato su risoluzione approssimata di problemi di ottimizzazione ad elevata dimensionalità, controllo ottimo, algoritmi per l'ottimizzazione di reti neurali, apprendimento da dati e "Support Vector Machines".

5 Attività istituzionale

5.1 Attività in Dottorati e Scuole di Dottorato

- 2000-05: *membro del Comitato di Indirizzo del Dottorato di Ricerca “Scienze e Tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione”* per l’indirizzo *Ingegneria Elettronica e Informatica*, presso l’Univ. di Genova.
- 2003-07: *coordinatore didattico del Dottorato di Ricerca* di cui sopra (Univ. di Genova).
- Dal 2005: *membro del Comitato di Indirizzo del Dottorato di Ricerca “Ingegneria Matematica e Simulazione (DIMS)”*, presso l’Univ. di Genova.
- Dal 2005: *membro del Comitato dei Docenti della Scuola di Dottorato “Scienze e Tecnologie per la Società dell’Informazione (STSI)”* presso l’Univ. di Genova.
- Dal 2006: *membro del Comitato dei Docenti della Scuola di Dottorato “Scienze e Tecnologie per l’Informazione e la Conoscenza (STIC)”*.
- 2006-07: *Segretario del Comitato dei Docenti* della Scuola di Dottorato STIC.
- 2005-07: *membro* della commissione per la predisposizione del portale di e-learning della la Scuola di Dottorato STSI, poi STIC.
- 2005-07: *responsabile* della sezione “Didattica di Dottorato” del portale di e-learning della la Scuola di Dottorato STSI, poi STIC.

5.2 Commissioni giudicatrici

- 2004 e 2005: *Esami di Stato*, I e II sessione, Univ. di Genova.
- 2005 e 2006: *Valutazione Comparativa per un Assegno di Ricerca* (s.s.d. ING-INF/03 - Telecomunicazioni), Univ. di Genova.
- 2008: *Valutazione Comparativa ad un posto di Ricercatore Universitario* presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell’Univ. di Salerno.
- 2011: *Valutazione Comparativa per due Assegni di Ricerca* (s.s.d. ICAR/02 - Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia), Univ. di Genova.
- 2011: *Valutazione Comparativa per un Assegno di Ricerca* (s.s.d. MAT/09 - Ricerca Operativa), Univ. di Genova.
- 2012: *Valutazione Comparativa per un Assegno di Ricerca* (s.s.d. MAT/09 - Ricerca Operativa), Univ. di Genova.

5.3 Commissioni di Dottorato, di Laurea, di Diploma Universitario, d’esame

- Membro della Commissione per l’esame finale di Dottorato in Ingegneria dell’Informazione presso l’Univ. di Siena.
- Membro effettivo delle Commissioni di Laurea in Ing. Gestionale (2003-04 e 2007-08); Ing. Informatica (2004-05); Ing. delle Telecomunicazioni (2005-10); Ing. Civile e Ambientale (2006-07); Ing. dei Trasporti e della Logistica (2010-11).
- Membro effettivo delle Commissioni di Diploma Universitario in Ing. Logistica e della Produzione (2003-04).
- Dal 1996: membro effettivo di Commissione d’Esame in Ricerca Operativa, Programmazione Matematica e Ottimizzazione, Metodi Matematici e Statistici e Ricerca Operativa, Reti Neurali e Ottimizzazione, Metodi e Modelli per il Supporto alle Decisioni, Teoria dei Giochi.

5.4 Altre commissioni in Corsi di Laurea e in Facoltà

- 2005-06: membro della commissione per stabilire i criteri di valutazione della Tesi di Laurea Specialistica in Ing. delle Telecomunicazioni.
- 2007-08: membro della commissione referente presso il Preside del gruppo dei Docenti delle Matematiche di base della Facoltà di Ingegneria.

5.5 Altro

- Collaboratore al *periodico bimestrale* dell'ASING - *Associazione Amici della Scuola di Ingegneria di Genova*.
- Responsabile del settore MAT/09 della biblioteca del Dipartimento di Matematica dell'Univ. di Genova.

6 Attività scientifica e organizzativa

6.1 Progetti: coordinamento e partecipazione

Coordinamento di progetti internazionali

- 2000-2003: **Coordinatore** e “**Principal Investigator**” del *NATO Collaborative Linkage Grant* fra Italia e Rep. Ceca, progetto “*Approximation and functional optimization by neural networks*”, finanziato dalla NATO (Science Programme – Cooperative Science & Technology Sub-Programme).
- 2002-2004: **Coordinatore** italiano del progetto di collaborazione scientifica triennale fra Italia e Rep. Ceca “*Functional optimization and nonlinear approximation by neural networks*” (Area MC6 - Mathematics and Information. Technology and Computer Science), finanziato dai *Ministeri degli Esteri della Rep. Italiana e della Rep. Ceca*.
- 2004-2006: **Coordinatore** italiano del progetto di scambio scientifico triennale, “*Learning from data by neural networks and kernel methods: An approach based on approximate optimization*”, tra *Univ. di Genova, CNR e Accademia delle Scienze della Rep. Ceca*. Il progetto prevede visite scientifiche reciproche, mobilità di studenti di dottorato e scambio di competenze scientifiche e tecnologiche.
- 2007-2009: **Coordinatore** italiano del rinnovo triennale del progetto di cui al punto precedente.
- 2010-2012: **Coordinatore** italiano del progetto di scambio scientifico triennale, “*Complexity of neural-network and kernel computational models*”, tra *Univ. di Genova, CNR e Accademia delle Scienze della Rep. Ceca*. Il progetto prevede visite scientifiche reciproche, mobilità di studenti di dottorato e scambio di competenze scientifiche e tecnologiche.

Partecipazione a progetti internazionali

- 2001: *membro della campagna di ricerche Baratti 2001*, attivata su richiesta del *Ministero dei Beni Culturali* per l'acquisizione ed elaborazione di dati archeologici. All'attività di ricerca hanno partecipato: *Sovrintendenza Archeologica di Firenze, Accademia Americana di Roma, MIT* (Massachusetts Inst. of Technology, Boston, USA), *ISME* (Interuniversity Centre of Systems for the Marine Environment).
- 2002: *membro* del progetto interuniversitario “*Improving the performance of neural networks*”, fra *Georgetown Univ., Washington D.C., USA* (Dept. of Mathematics) e *Univ. di Genova (DIST)*.

Collaborazioni scientifiche con gruppi di ricerca stranieri

- Commission for Scientific Visualization, *Austrian Academy of Sciences* (Vienna): Kateřina Hlaváčková-Schindler.
- Inst. of Computer Science, *Academy of Sciences of the Czech Republic* (Praga): Věra Kůrková.
- Dept. of Mathematics, *Georgetown Univ.* (Washington DC - USA): Paul C. Kainen e Andrew Vogt.
- Dept. of Industrial & Manufacturing Systems Engineering, *Univ. of Texas at Arlington* (USA): Victoria C. P. Chen.

Progetti nazionali

- Ho partecipato alla definizione delle tematiche di ricerca, ho contribuito all'organizzazione di attività scientifiche ed organizzative e ho svolto attività di ricerca nell'ambito dei seguenti progetti:
 - 2000-02: *Programma di ricerca scientifica di interesse nazionale PRIN - MURST 2000* “Nuove tecniche per l'identificazione e il controllo adattativo di sistemi industriali”. Coordinatore nazionale: G. Picci (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Genova (Responsabile: R. Zoppoli). Nel 2001 ho presentato al Convegno Nazionale del Centro Interuniversitario di Ricerca in Automatica (CIRA) l'attività di ricerca dell'Unità di Genova in questo progetto.
 - 2000-02: *Progetto Coordinato CNR-Agenzia 2000* “Nuovi algoritmi e metodologie per la risoluzione approssimata di problemi non lineari di ottimizzazione funzionale in ambiente stocastico”, finanziato nell'ambito della Linea di Ricerca “Modelli, algoritmi innovativi di ottimizzazione e metodi variazionali”.
 - *Progetto strategico MIUR SP7* “Simulazione e Ottimizzazione per Reti: Software e Applicazioni (SORSA)”, 2002. Coordinatore: G. Rinaldi. Azione di ricerca “Simulazione e Ottimizzazione per Reti di Telecomunicazione (SORTEL)”. Coordinatore: M. Dell'Amico. Sono stato *corrispondente* per le Unità Operative 25 (linea di ricerca: *Progettazione di reti con vincoli di capacità*) e 26 (linea di ricerca: *Analisi e simulazione del traffico*).
 - 2002-04: *Programma di ricerca scientifica di interesse nazionale PRIN - MIUR 2002* “Tecniche innovative per l'identificazione e il controllo adattativo di sistemi industriali”. Coordinatore nazionale: G. Picci (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Genova (Responsabile: R. Zoppoli).
 - 2004-06: *Programma di ricerca scientifica di interesse nazionale PRIN - MIUR 2004* “Metodi e algoritmi innovativi per l'identificazione e il controllo adattativo di sistemi tecnologici”. Coordinatore nazionale: G. Picci (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Genova (Responsabile: R. Zoppoli).
 - 2006-08: *Programma di ricerca scientifica di interesse nazionale PRIN - MIUR 2006* “Modelli ed algoritmi per l'ottimizzazione robusta delle reti”. Coordinatore nazionale: M. Fischetti (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Cagliari (responsabile: P. Zuddas).
 - Dal 2010: *Programma di ricerca scientifica di interesse nazionale PRIN - MIUR 2008* “Stima dello stato adattativa e controllo ottimo adattativo”. Coordinatore nazionale: G. Picci (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Genova (Responsabile: R. Zoppoli).
- Ho svolto attività di ricerca nell'ambito dei seguenti progetti:
 - 1995-97: *Programma di interesse nazionale cofinanziato - MURST 40 %* “Identificazione di modelli, controllo di sistemi, elaborazione di segnali”. Coordinatore nazionale: G. Picci (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Genova (Responsabile: R. Zoppoli).
 - *Contratto di Ricerca dell'Agenzia Spaziale Italiana ASI-ARS-96-111*: “Modellizzazione, simulazione e sintesi ottima delle manovre di berthing in ambito spaziale”. Coordinatore: M. Innocenti (Univ. di Pisa).
 - 1998-2000: *Programma di ricerca scientifica di interesse nazionale PRIN - MURST 1998* “Algoritmi e architetture per l'identificazione e il controllo di sistemi industriali”. Coordinatore nazionale: G. Picci (Univ. di Padova). Membro dell'Unità di Genova (Responsabile: R. Zoppoli). Nel 1999 e nel 2000 ho presentato al Convegno Nazionale del Centro Interuniversitario di Ricerca in Automatica (CIRA) l'attività di ricerca dell'Unità di Genova in questo progetto.
 - 2001-02: *Progetto di Ricerca ASI (Agenzia Spaziale Italiana)* “TEMA: Team-Based Exploration by Mobile Agents”. Coordinatore: A. Bicchi (Univ. di Pisa).
 - *Progetto FIRB 2001* “Algoritmi e modelli dell'ingegneria del traffico per l'ottimizzazione di reti IP di nuova concezione”. Coordinatore nazionale: M. G. Ajmone Marsan.

Progetti locali

- 1999: ho collaborato alla preparazione di un progetto per la realizzazione di un sistema basato su un veicolo sottomarino filoguidato per la ricerca di reperti archeologici sommersi. Il progetto è stato finanziato dal *Comune di Arenzano* (Genova) e dal *Museo Vivo delle Tecnologie per l'Ambiente* (Arenzano, Genova).
- 1999-2001: *trasferimento di competenze scientifiche* alle ditte *Ecotec* e *Telema* (Genova), per lo sviluppo sperimentale di tecniche di controllo basate su ottimizzazione mediante approssimatori non lineari.
- 2001: *trasferimento di competenze scientifiche* nell'ambito del contratto di ricerca stipulato da DIST (Univ. di Genova) con *X-Istituto di Calcolo Scientifico* (Genova) per lo sviluppo di algoritmi di programmazione non lineare per la minimizzazione di funzioni di costo multivariabili e multimodali nell'ottimizzazione di processi chimici.
- 2001-2004: *trasferimento di competenze scientifiche* al *Polo Tecnologico Sud* (Genova) per la realizzazione di un impianto prototipale di maricoltura off shore.
- Dal 1996: *membro* di vari *Progetti di Ricerca di Ateneo* (Univ. di Genova).
- 2008: *responsabile* del *Progetto Ricerca di Ateneo* (Univ. di Genova) “*Risoluzione di problemi di ottimizzazione funzionale mediante approssimatori non-lineari e tecniche di apprendimento da dati*”.

6.2 Interventi su invito, tutorials e seminari

In ambito internazionale

- 1997-2004: *otto interventi come invited lecturer* nell'ambito del ciclo annuale di seminari dell'*Inst. of Computer Science* dell'*Accademia delle Scienze della Rep. Ceca* (Praga).
- 2000: *due invited talks* alla *III Int. Conf. on Non-Linear Problems in Aviation and Aerospace* (Daytona Beach, Florida, USA).
- 2004: *invited talk* al *Mini-Symposium Learning Theory & Kernel Methods, XVI Int. Symp. on Mathematical Theory of Networks and Systems – MTNS* (Leuven, Belgio).
- 2006: *invited talk* alla *VI Int. Conf. on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences* (Budapest, Ungheria).
- 2012: *invited talk* al *World 2012 Congress on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences* (Vienna).

In ambito nazionale

- 1997: intervento “*Riduzione di problemi di ottimizzazione funzionale a problemi di programmazione lineare*”, presso l'Istituto Internazionale per gli Alti Studi Scientifici (IIASS) di Vietri sul Mare (Salerno).
- 1999: seminario “*From functional optimization to nonlinear programming through neural networks*”, presso il DIMA (Dip. di Matematica dell'Univ. di Genova).
- 2000: seminario “*Variable-basis functions for the approximate solution of functional optimization problems*”, presso il DIMA.
- 2003: intervento su invito “*Polynomially-complex approximating networks for optimal control of freeway traffic*”, presso l'Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica (IASI) del CNR di Roma.
- 2004: intervento “*Approximation schemes for functional optimization problems*”, al VII Congresso SIMAI (Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale).

- 2005: intervento su invito “*Learning from data and solution of functional optimization problems by neural networks and kernel methods*”, al Workshop nazionale del progetto ASTAA (Apprendimento Statistico: Teoria, Algoritmi, Applicazioni), presso il DISI - Dip. di Scienze dell’Informazione (Univ. di Genova).
- 2006: invito a tenere un intervento nell’ambito del II International Workshop on “Analytic Methods for Learning Theory: Learning, Regularization and Approximation” (DISI - Univ. di Genova). Non ho potuto accettare l’invito a causa di altri impegni scientifici concomitanti.
- 2006: intervento su invito “*Functional optimization and data mining*”, presso l’Univ. di Firenze.
- 2007: intervento su invito “*Nonlinear programming algorithms based on the extended Kalman filter in learning from data: An error analysis and some numerical results*” al Seminario Permanente di Ottimizzazione, presso il Laboratorio di Ottimizzazione Globale - Dipartimento di Sistemi e Informatica dell’Univ. di Firenze.
- 2010: intervento su invito “*Functional optimization through learning from data, kernel methods, and neural approximations*”, presso il Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione dell’Univ. di Siena.
- 2011: tutorial su invito *Functional optimization for Operations Research: A guided tour PART 1: Motivations and methodology; PART 2: Case studies*, VI AIRO Winter Conf.
- 2012: intervento *Methodologies & algorithms for learning from data with structural and logic constraints and for high-dimensional optimization under uncertainty* al Workshop inaugurale del nuovo dipartimento DIBRIS (Univ. di Genova).
- 2012: seminario su invito *Suboptimal solutions to team optimization problems with stochastic information structure* presso il Dipartimento di Matematica dell’Univ. di Genova.

6.3 Attività editoriale

- *Associate Editor* delle riviste:
 - IEEE Transactions on Neural Networks;
 - International Mathematical Forum (fino ad Aprile 2006: International Mathematical Journal);
 - Mathematics in Engineering, Science and Aerospace;
 - The Open Software Engineering Journal;
 - The Open Operational Research Journal.
- 2008: *Guest Editor*, con T. Trafalis ed E. Kundakcioglu, della rivista *Computational Management Science*, per lo Special Issue “Optimization in Learning from Data”.
- 2009: *Guest Editor*, con E. Messina, della rivista *Computers and Operations Research*, per lo Special Issue “Operations Research and Data Mining in Biological Systems”.
- 2010: *Guest Editor*, con G. Gnecco, della rivista *Applied Mathematical Sciences*, per lo Special Issue “VII Int. Conf. on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences”.

6.4 Attività organizzativa in conferenze

- **Membro del Comitato Organizzatore** della XXXVIII AIRO Conf. (Genova, Settembre 2007).
- **Chair del Comitato Organizzatore** della VII Int. Conf. on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences (Genova, Facoltà di Ingegneria, Giugno 2008). *La conferenza ha richiamato quasi 300 partecipanti da circa 50 Paesi.*
- **Co-Chair del Comitato Scientifico Internazionale** della VII Int. Conf. on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences (Genova, Facoltà di Ingegneria, 25-27 giugno 2008).

- **Co-Chair del Comitato Scientifico Internazionale** del World Congress 2010 on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences - VIII ICNPAA Conf. (São José dos Campos, Brasile, 30 giugno - 3 luglio 2010).
- **Co-Chair del Comitato Scientifico Internazionale** del World Congress 2012 on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences - IX ICNPAA Conf. (Vienna, Austria, 10-14 luglio 2012).
30 giugno - 3 luglio 2010).
- **Membro dell'International Organizing Committee** del World Congress 2012 on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences - IX ICNPAA Conf. (Vienna, Austria, 11-14 luglio 2012).
- *Membro degli International Program Committees* di:
 - Int. Conf. on Non-Linear Problems in Aviation and Aerospace, 2000 e 2002;
 - Int. Conf. on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms, 2001 e 2003;
 - Int. Conf. on Adaptive and Natural Computing Algorithms, 2005 e 2007;
 - Int. Conf. on Artificial Neural Networks, 2008, 2009, 2010;
 - Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics, 2010, 2011;
 - Int. Joint Conf. on Neural Networks, 2011.
 - Int. Symposium on Neural Networks, 2011, 2012
 - Int. Conf. on Engineering Applications of Neural Networks, 2011
 - Int. Joint Conf. on Neural Networks, 2011
 - Int. Conf. on Operations Research and Enterprise Systems, 2012
 - Int. Conf. on Engineering Applications of Neural Networks, 2012
 - Int. Conf. on Knowledge Based & Intelligent Information & Engineering Systems, 2012
- *Session Chair* alle conferenze:
 - Int. Symp. on Mathematical Theory of Networks and Systems, 2000;
 - Int. Conf. on Non-Linear Problems in Aviation and Aerospace, 2000;
 - European Control Conf., 2001;
 - AIRO Conf. 2003, 2005, 2006, 2007;
 - Applied Mathematical Programming and Modelling (APMOD), 2006;
 - Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences, 2006 e 2008;
 - 10th Cologne-Twente Workshop (2011).
- *Organizzazione di sessioni nell'ambito di conferenze:*
 - Invited Session “Facing the curse of dimensionality in functional optimization by neural and other approximating networks”, *APMOD* 2002 (con R. Zoppoli);
 - Invited Session “Neural and other approximating networks in stochastic networks’ optimal control”, *EURO-INFORMS* 2003 (con R. Zoppoli).
 - Invited Session “ORMA – Telecomunicazioni”, *AIRO 2003*.
 - Semi-Plenary Sess. “Learning from data by support vector machines and kernel methods - I”, *AIRO 2005*.
 - Invited Session “Learning from data by support vector machines and kernel methods - II”, *AIRO 2005*.
 - Invited Session nello stream “Optimization and data mining”, *EURO 2006*.

- Invited Session “Computational learning”, *AIRO 2006*.
- Invited Session nello stream “Optimization and data mining”, *EURO 2007*.
- Invited Session nello stream “Optimization and data mining”, *EURO 2007* (con T. B. Trafalis).
- Invited Session “Optimization under uncertainty” e “Computational learning”, *AIRO 2007*.
- Invited Session “OR and data mining in biological data”, *AIRO 2008*.
- Invited Session “Functional Optimization in Operations Research”, *AIRO Winter 2011*.

6.5 Organizzazione di workshop e seminari internazionali all’Univ. di Genova

- 1999: seminario “*Optimization by neural networks*” (DIST e DIMA - Dip. di Matematica).
- 2000: seminario “*Approximation and approximate functional optimization through variable-basis functions*” (DIST e DIMA).
- 2002: seminario “*Nonlinear approximation schemes for the solution of high-dimensional optimization problems*” (DIST).
- 2005: workshop “*Advances in learning from data for regression and optimization*” (DISI - Dip. di Scienze dell’Informazione).
- 2009: seminari “*Model complexity of neural networks and integral transforms*” e - “*Approximation bounds via Rademacher’s complexity*” (DISI).

6.6 Attività in centri inter-universitari, associazioni scientifiche e consorzi di ricerca

- Sono uno dei *membri fondatori* del *Centro di Ricerca in Apprendimento Computazionale* (CRAC), istituito nel 2006 presso l’Univ. di Genova.
- 2005-2010: *Referente* per Facoltà di Ingegneria dell’Univ. di Genova nella sezione territoriale COSENO di AIRO.
- *Referente* per l’Unità di Genova (Univ. di Genova, CNIT, Marconi Selenia Communications) di ORMA (*Ottimizzazione di Reti: Metodologie e Applicazioni*) – gruppo Piemonte-Liguria.
- *Membro* di: AIRO¹, CIRO², EURO³, SIAM⁴, AMS⁵, EWGLA⁶, GNAMPA⁷ (Sezione 2: “Calcolo delle Variazioni, Teoria del Controllo e Ottimizzazione”), CIELI⁸, CNIT⁹, ISME¹⁰.

6.7 Valutatore di progetti

- Project referee per la Czech Academy of Sciences (AVCR).
- Project referee per la Georgia National Science Foundation (GNSF).
- Membro dell’ Albo dei Revisori MIUR per la valutazione dei programmi e prodotti di ricerca ministeriale (PE1.16, PE1.18, PE1.19).

6.8 Valutatore di postdoctoral positions

- Referee per la Research Foundation - Flanders (Belgium) (FWO).

¹Associazione Italiana di Ricerca Operativa

²Centro Interuniversitario per la Ricerca Operativa

³Association of European Operational Research Societies

⁴Society for Industrial and Applied Mathematics

⁵American Mathematical Society

⁶EURO Working Group on Locational Analysis

⁷Gruppo Nazionale per l’Analisi Matematica, la Probabilità e le loro Applicazioni

⁸Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica Integrata

⁹Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni

¹⁰Interuniversity Centre of Systems for the Marine Environment

6.9 Referaggio per riviste e conferenze

- *Mathematical Reviews*: reviewer di libri e articoli.
- *Riviste*: Operations Research, SIAM J. on Optimization, SIAM J. on Control and Optimization, Discrete Applied Mathematics, Annals of Operations Research, European J. of Operational Research, Computational Management Science, Computers and Operations Research, Maritime Economics & Logistics, J. of Industrial and Management Optimization, Mathematical Communications, Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics, Mathematical Methods in the Applied Sciences, Information Sciences, Applied Mathematics and Computation, IEEE Trans. on Information Theory, IEEE Trans. on Automatic Control, IEEE Trans. on Neural Networks, IEEE Trans. on Biomedical Engineering, IEEE Trans. on NanoBiosciences, IEEE Trans. on Circuits and Systems II, IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, IEE Proc. on Control Theory and Applications, Computers in Industry, Neural Networks, Neural Processing Letters, Neurocomputing, Neural Networks World, Neural Computing and Applications, Control and Intelligent Systems, Int. J. of Control, Int. J. of Robotics Research, Int. J. of Modelling, Identification, and Control, The Open Software Engineering J., Int. J. of Information Technology & Decision Making, Chemical Engineering Science, Abstract and Applied Analysis, Mathematical Communications, Linear Algebra and Applications.
- *Edited books*: Handbook of Neural Information Processing (Springer, to appear).
- *Conferenze*: Conf. on Decision and Control, Int. Conf. on Adaptive and Natural Computing Algorithms, Int. Conf. on Artificial Neural Networks, Int. Conf. on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms, Int. Joint Conf. on Neural Networks, American Control Conf., IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems, German Conf. on Artificial Intelligence, Int. Symp. on Neural Networks, Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics, Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics, Int. Conf. on Engineering Applications of Neural Networks.

7 Elenco delle pubblicazioni

Libri internazionali

- [L1] R. Zoppoli, T. Parisini, M. Baglietto, M. Sanguineti, “*Neural Approximations for Optimal Control and Decision*”. Springer, London, collana “Control and Communications Systems Series”, in preparazione (manoscritto depositato presso la Prefettura di Genova, ai sensi dell’Art.1 del D.L. del 31/8/45 n. 660).

Riviste internazionali

Nota. Il lavoro [R48] è stato selezionato come prodotto per la valutazione CIVR dell’Area 1 (Matematica ed Informatica) dell’Univ. di Genova.

- [R1] G. Gnecco, M. Sanguineti, G. Gaggero, “Suboptimal Solutions to Team Optimization Problems with Stochastic Information Structure”. *SIAM Journal on Optimization*, to appear.
- [R2] G. Gnecco, M. Sanguineti, “New Insights into Witsenhausen’s Counterexample”, *Optimization Letters*, to appear.
- [R3] M. Cello, G. Gnecco, M. Marchese, M. Sanguineti, “A Model of Buffer Occupancy for ICNs”, *IEEE Communications Letters*, to appear.
- [R4] P. C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Dependence of Computational Models on Input Dimension: Tractability of Approximation and Optimization Tasks”. *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 58, pp. 1203-1214, 2012.
- [R5] G. Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Accuracy of Approximations of Solutions to Fredholm Equations by Kernel Methods”, *Applied Mathematics and Computation*, vol. 218, pp. 7481-7497, 2012.
- [R6] G. Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Can Dictionary-Based Computational Models Outperform the Best Linear Ones?”, *Neural Networks*, vol. 24, pp. 881-887, 2011.
- [R7] M. Cello, G. Gnecco, M. Marchese, and M. Sanguineti, “CAC with Nonlinearly-Constrained Feasibility Regions”, *IEEE Communications Letters*, vol. 15, pp. 467-469, 2011.
- [R8] G. Gnecco, M. Sanguineti, “On a Variational Norm Tailored to Variable-Basis Approximation Schemes”, *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 57, pp. 549-558, 2011.
- [R9] G. Gnecco, M. Sanguineti, “Team Optimization Problems with Lipschitz Continuous Strategies”, *Optimization Letters*, vol. 5, pp. 333-346, 2011.
- [R10] G. Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Some Comparisons of Complexity in Dictionary-Based and Linear Computational Models”, *Neural Networks*, vol. 24, pp. 171-182, 2011.
- [R11] G. Gnecco, M. Sanguineti, “Suboptimal Solutions to Dynamic Optimization Problems via Approximations of the Policy Functions”, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 146, pp. 764-794, 2010.
- [R12] A. Alessandri, C. Cervellera, D. Macciò, M. Sanguineti, “Optimization Based on Quasi-Monte Carlo Sampling to Design State Estimators for Nonlinear Systems”. *Optimization*, vol. 59, pp. 963-984, 2010.
- [R13] G. Gnecco, M. Sanguineti, “On Spectral Windows in Supervised Learning From Data”, *Information Processing Letters*, vol. 110, pp. 1031-1036, 2010.
- [R14] A. Alessandri, G. Gnecco, M. Sanguineti, “Minimizing Sequences for a Family of Functional Optimal Estimation Problems”, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 147, pp. 243-262, 2010.
- [R15] G. Gnecco, M. Sanguineti, “Information Complexity of Infinite-Dimensional Optimization Problems and their Approximation Schemes”. *Mathematics in Engineering, Science and Aerospace*, vol. 1, pp. 303-317, 2010.

- [R16] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Editorial for the Special Issue: Mathematical Problems in Engineering, Aerospace, and Sciences”. *Applied Mathematical Sciences*, vol. 4, n. 73, pp. 3621-3624, 2010.
- [R17] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Error Bounds for Suboptimal Solutions to Kernel Principal Component Analysis”, *Optimization Letters*, vol. 4, pp. 197-210, 2010.
- [R18] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Regularization Techniques and Suboptimal Solutions to Optimization Problems in Learning from Data”, *Neural Computation*, vol. 22, pp. 793-829, 2010.
- [R19] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Estimates of Variation with Respect to a Set and Applications to Optimization Problems”, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 145, pp. 53-75, 2010.
- [R20] E . Messina, M. Sanguineti, “Editorial for the Special Issue: Operations Research and Data Mining in Biological Systems”. *Computers and Operations Research*, vol. 37, pp. 1359-1360, 2010.
- [R21] M . Baglietto, C. Cervellera, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Management of Water Resources Systems in the Presence of Uncertainties by Nonlinear Approximators and Deterministic Sampling Techniques”, *Computational Optimization and Applications*, vol. 47, pp. 349-376, 2010.
- [R22] S . Giulini, M. Sanguineti, “Approximation Schemes for Functional Optimization Problems”. *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 140, pp. 33-54, 2009.
- [R23] M . Baglietto, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “The Extended Ritz Method for Functional Optimization: Overview and Applications to Single-Person and Team Optimal Decision Problems”. *Optimization Methods and Software*, vol. 24, pp. 15-43, 2009.
- [R24] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Complexity of Gaussian Radial-Basis Networks Approximating Smooth Functions”. *Journal of Complexity*, vol. 25, pp. 63-74, 2009.
- [R25] G . Gnecco, M. Sanguineti, “The Weight-Decay Technique in Learning from Data: An Optimization Point of View”, *Computational Management Science*, vol. 6, pp. 53-79, 2009.
- [R26] A . Alessandri, G. Gnecco, M. Sanguineti, “Computationally Efficient Approximation Schemes for Functional Optimization”, *International Journal of Computer Research*, vol. 17, pp. 153-189, 2009.
- [R27] E . Kundakcioglu, M. Sanguineti, T. Trafalis, “Editorial for the Special Issue: Optimization in Learning from Data”. *Computational Management Science*, vol. 6, pp. 1-3, 2009.
- [R28] A . Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “Optimization of Connectionistic Models with Exponentially Bounded Error”, *International Journal of Computational Intelligence in Control*, vol. 1, pp. 113-122, 2009.
- [R29] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Accuracy of Suboptimal Solutions to Kernel Principal Component Analysis”. *Computational Optimization and Applications*, vol. 42, pp. 265-287, 2009.
- [R30] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Approximation Error Bounds via Rademacher Complexity”, *Applied Mathematical Sciences*, vol. 2, pp. 153-176, 2008.
- [R31] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Value and Policy Function Approximations in Infinite-Horizon Optimization Problems”, *Journal of Dynamical Systems and Geometric Theories*, vol. 6, pp. 123-147, 2008.
- [R32] M . Sanguineti, “Universal Approximation by Ridge Computational Models: A Survey”. *The Open Applied Mathematics Journal*, vol. 2, pp. 31-58, 2008.
- [R33] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Estimates of the Approximation Error via Rademacher Complexity: Learning Vector-Valued Functions”. *Journal of Inequalities and Applications*, vol. 2008, article ID 640758, 16 pages, 2008.
- [R34] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Geometric Upper Bounds on Rates of Variable-Basis Approximation”. *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 54, pp. 5681-5688, 2008.
- [R35] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Approximate Minimization of the Regularized Expected Error Over Kernel Models”. *Mathematics of Operations Research*, vol. 33, pp. 747-756, 2008.
- [R36] A . Alessandri, M. Sanguineti, “Input-Output Stability for Optimal Estimation Problems”, *International Mathematical Forum*, vol. 2, pp. 593-617, 2007.

- [R37] A . Alessandri, M. Sanguineti, “Connections Between L_p Stability and Asymptotic Stability of Nonlinear Switched Systems”. *Nonlinear Analysis: Hybrid Systems*, vol. 1, pp. 501-509, 2007.
- [R38] A . Alessandri, C. Cervellera, M. Sanguineti, “Design of Asymptotic Estimators: An Approach Based on Neural Networks and Nonlinear Programming”. *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 18, pp. 86-96, 2007.
- [R39] A . Alessandri, C. Cervellera, M. Sanguineti, “Functional Optimal Estimation Problems and Their Approximate Solution”. *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 134, pp. 445-466, 2007.
- [R40] V . Kůrková, M. Sanguineti “Estimates of Covering Numbers of Convex Sets with Slowly Decaying Orthogonal Subsets”. *Discrete Applied Mathematics*, vol. 155, pp. 1930-1942, 2007.
- [R41] A . Alessandri, M. Cuneo, S. Pagnan, M. Sanguineti, “A Recursive Algorithm for Nonlinear Least-Squares Problems”. *Computational Optimization and Applications*, vol. 38, pp. 195-216, 2007.
- [R42] A . Alessandri, M. Sanguineti, “Optimization of Approximating Networks for Optimal Fault Diagnosis”. *Optimization Methods and Software*, vol. 20, pp. 241-266, 2005.
- [R43] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Error Estimates for Approximate Optimization by the Extended Ritz Method”. *SIAM Journal on Optimization*, vol. 15, pp. 461-487, 2005.
- [R44] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Learning with Generalization Capability by Kernel Methods of Bounded Complexity”. *Journal of Complexity*, vol. 21, pp. 350-367, 2005.
- [R45] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Rates of Approximate Minimization of Error Functionals over Boolean Variable-Basis Functions”. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms*, vol. 4, pp. 355-368, 2005.
- [R46] K . Hlaváčková-Schindler, M. Sanguineti, “Bounds on the Complexity of Neural-Network Models and Comparison with Linear Methods”. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, vol. 17, pp. 179-194, 2003.
- [R47] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Minimization of Error Functionals Over Variable-Basis Functions”. *SIAM Journal on Optimization*, vol. 14, pp. 732-742, 2003.
- [R48] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Comparison of Worst-Case Errors in Linear and Neural-Network Approximation”. *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 48, pp. 264-275, 2002.
- [R49] R . Zoppoli, M. Sanguineti, T. Parisini, “Approximating Networks and Extended Ritz Method for the Solution of Functional Optimization Problems”. *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 112, pp. 403-440, 2002.
- [R50] A . Alessandri, M. Sanguineti, M. Maggiore, “Optimization-Based Learning with Bounded Error for Feedforward Neural Networks”. *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 13, pp. 261-273, 2002.
- [R51] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Bounds on Rates of Variable-Basis and Neural-Network Approximation”. *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 47, pp. 2659-2665, 2001.
- [R52] T . Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Nonlinear Stabilization by Receding-Horizon Neural Regulators”. *International Journal of Control*, vol. 70, pp. 341-362, 1998.

Capitoli di libri e contributi a monografie

- [CL1] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Approximation of Multivariable Functions by Neural Networks”, in *Handbook of Neural Information Processing*. Springer, to appear.
- [CL2] G . Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Bounds for Approximate Solutions of Fredholm Integral Equations using Kernel Networks”, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6791, pp. 126–133. Springer, Heidelberg, 2011.
- [CL3] G . Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Some Comparisons of Model Complexity in Linear and Neural-Network Approximation”, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6354, pp. 358-367. Springer, Berlin-Heidelberg, 2010.

- [CL4] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Smooth Optimal Decision Strategies for Static Team Optimization Problems and their Approximations”, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5901, pp. 440-451. Springer, Berlin Heidelberg, 2010.
- [CL5] A . Alessandri, G. Gnecco, M. Sanguineti, “Computationally Efficient Approximation Schemes for Functional Optimization”. In *Computational Optimization: New Research Developments*, R. F. Linton and T. B. Carroll Jr., Eds. Nova Science Publishers, pp. 169-205, 2010.
- [CL6] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “On Tractability of Neural-Network Approximation”, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5495, pp. 1121. Springer, Berlin Heidelberg, 2009.
- [CL7] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Regularization and Suboptimal Solutions in Learning from Data”. In *Innovations in Neural Information Paradigms and Applications* (Series “Studies in Computational Intelligence”, vol. 247/2009), M. Bianchini, M. Maggini, F. Scarselli, Eds., pp. 113-154 Springer, 2009.
- [CL8] A . Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “An Algorithm for Nonlinear Least-Squares: Exponential Boundedness and Numerical Results”. In *Mathematical Problems in Engineering and Aerospace Sciences* (S. Sivasundaram, Ed.), pp. 319-329 (Chapter 22). Cambridge Scientific Publishers, 2009.
- [CL9] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Geometric Rates of Approximation by Neural Networks”, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4910, pp. 541-550. Springer, Berlin Heidelberg, 2008.
- [CL10] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Estimates of Approximation Rates by Gaussian Radial-Basis Functions”, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4432, pp. 11-18. Springer, Berlin-Heidelberg, 2007.
- [CL11] M . Baglietto, C. Cervellera, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Water Reservoirs Management Under Uncertainty by Approximating Networks and Learning from Data”. Chapter 6 in *Topics on System Analysis and Integrated Water Resource Management* (A. Castelletti and R. Soncini-Sessa, Eds.), pp. 117-139. Elsevier Science Ltd., 2006.
- [CL12] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “Le Reti Neurali e le Altre Reti Approssimanti nei Problemi di Ottimizzazione Funzionale”. In *Modelli e Algoritmi per l’Ottimizzazione di Sistemi Complessi - Atti della Scuola CIRO 2002* (A. Agnetis and G. Di Pillo, Eds.), pp. 335-392. Pitagora Editrice, 2004.
- [CL13] M . Baglietto, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “The Extended Ritz Method in Stochastic Functional Optimization: An Example of Dynamic Routing in Traffic Networks”. In *High Performance Algorithms and Software for Nonlinear Optimization* (G. Di Pillo e A. Murli, Eds.), pp. 23-56. Kluwer Academic Publishers, 2003.
- [CL14] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Tight Bounds on Rates of Neural-Network Approximation”. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2130, pp. 277-282. Springer, 2001.

Riviste elettroniche italiane

- [REI1] M . Sanguineti, “Routing Dinamico Ottimo QoS-IP di Tipo Decentralizzato”, *Matematica e Impresa*, vol. 3, 2011, to appear.

Recensioni di libri

- [RL1] M . Sanguineti, “Review of ‘Greedy approximation’ - by Vladimir Temlyakov, Cambridge University Press, Cambridge, 2011, *Mathematical Reviews*, to appear.
- [RL2] M . Sanguineti, “Review of ‘Evolutionary Statistical Procedures. An Evolutionary Computation Approach to Statistical Procedures Designs and Applications’ - by R. Baragona, F. Battaglia, and I. Poli, Springer, Heidelberg, 2011”, *Mathematical Reviews*.
- [RL3] M . Sanguineti, “Review of ‘Learning theory: An approximation theory viewpoint ’- by F. Cucker and D.-X. Zhou, Cambridge University Press, 2007”, *Mathematical Reviews*, 2008.
- [RL4] M . Sanguineti, “Review of ‘Dynamic networks and evolutionary variational inequalities. New Dimensions in Networks’- by P. Daniele, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, 2006”, *Mathematical Reviews*, 2008.

Recensioni di articoli

M. Sanguineti, *Mathematical Reviews* MR2062913, MR2114380, MR2125823, MR2132029, MR2142499, MR2132029, MR2147059, MR2168882, MR2179289, MR2187418, MR2187881, MR2190676, MR2198503, MR2214065, MR2216500, MR2221152, MR2234924, MR2228737, MR2251577, MR2255915, MR2263006, MR2266608, MR2267329, MR2299424, MR2312313, MR2317190, MR2325760, MR2326506, MR2318715, MR2317808, MR2349428, MR2344664, MR2357573, MR2371992, MR2385835, MR2397161, MR2401192, MR2422203, MR2428976, MR2424165, MR2416789, MR2433285, MR2415826, MR2434101, MR2462570, MR2426053, MR2460286, MR2503313, MR2510835, MR2527756, MR2532464, MR2547230, MR2577685, MR2534877, MR2554374, MR2558684, MR2579912, MR2594755, MR2600635, MR2677883, MR2740624, MR2724176, MR2672481, MR2727771, MR2747641, MR2818564, MR2825312.

Tutorials su invito

[TI1] M. Sanguineti, “Functional Optimization for Operations Research: A Guided Tour PART 1: Motivations and Methodology. PART 2: Case Studies”, *VI AIRO Winter Conf.*, Cortina d’Ampezzo, Italy, 7-12 February 2011.

Atti di conferenze internazionali, con presentazione su invito

- [ACI1] G. Gnecco, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Approximation Schemes with Moderate Complexity in Functional Optimization and Dynamic Programming”, *51th Conference on Decision and Control (CDC)*, Maui, Hawaii, 2012.
- [ACI2] M. Degiorgis, G. Gnecco, S. Gorni, G. Roth, M. Sanguineti, A.C. Taramasso, “Classifiers for the Detection of Flood Prone Areas from Remote Sensed Elevation Data”, *5th CNR-Princeton Workshop on Next Frontiers in Hydrology*, Miami, Florida, 2012.
- [ACI3] A. Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “An Algorithm for Nonlinear Least-Squares: Exponential Boundedness and Numerical Results”, *6th Int. Conf. on Non-Linear Problems in Aviation and Aerospace (ICNPAA)*, Budapest, Hungary, 2006.
- [ACI4] M. Sanguineti, “Complexity and Regularization Issues in Kernel Methods”, *Invited Symposium Learning Theory & Kernel Methods, 16th Int. Symp. on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS)*, 2004.
- [ACI5] R. Zoppoli, M. Sanguineti, T. Parisini, “Can We Cope with the Curse of Dimensionality in Optimal Control by Using Neural Approximators?”. *Articolo Invitato, 40th Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 3540-3545, 2001.
- [ACI6] M. Baglietto, C. Cervellera, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Neural Approximators, Dynamic Programming and Stochastic Approximation”. *19th American Control Conf. (ACC), Sessione a Invito “Approximating Networks, Dynamic Programming, and Stochastic Approximation”*, pp. 3304-3308, 2000.
- [ACI7] R. Zoppoli, M. Sanguineti, T. Parisini, “Approximating Networks for Functional Optimization Problems”. *Articolo invitato, 3rd Int. Conf. on Non-Linear Problems in Aviation and Aerospace (ICNPAA)*, pp. 769-778, European Conference Publications, Cambridge, UK, 2002.
- [ACI8] V. Kůrková, M. Sanguineti, “Dimension-Independent Approximation by Neural Networks: How Can we Cope With the Curse of Dimensionality?”. *Articolo invitato, 3rd Int. Conf. on Non-Linear Problems in Aviation and Aerospace (ICNPAA)*, pp. 355-364, European Conference Publications, Cambridge, UK, 2002.
- [ACI9] M. Baglietto, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Neural Networks and RBF Networks for Approximate Receding-Horizon Regulators”. *Articolo Invitato, IEEE-SMC CESA96*, pp. 280-285, 1996.
- [ACI10] T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Nonlinear Stabilization by Receding-Horizon Neural Regulators”. *34th IEEE Conf. on Decision and Control (CDC). Sessione a Invito “Neural Networks Control with Guaranteed Stability”*, pp. 2433-2441, 1995.

Atti di conferenze internazionali, con processo di revisione del “full paper”

- [AC1] A. Alessandri, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Neural Strategies for Nonlinear Optimal Filtering”. *IEEE Int. Conf. on Systems Engineering*, pp. 44-49, 1992.
- [AC2] A. Alessandri, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Neural Networks for Nonlinear Finite-Memory State-Estimators”. *World Conf. on Neural Networks*, pp. III123-III126, 1993.
- [AC3] R. Zoppoli, T. Parisini, M. Sanguineti, “Neural Approximators for Functional Optimization”. *35th IEEE Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 3290-3293, 1996.
- [AC4] A. Alessandri, M. Sanguineti, “An Incremental Procedure for the Training of Feedforward Neural Networks”. *Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA)*, pp. 233-236, 1996.
- [AC5] A. Alessandri, M. Maggiore, M. Sanguineti, “Training Feedforward Neural Networks With Convergence Analysis”. *Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA)*, pp. 751-754, 1997.
- [AC6] T. Parisini, M. Polycarpou, M. Sanguineti, A. T. Vemuri, “Robust Parametric and Non-Parametric Fault Diagnosis in Nonlinear Input-Output Systems”. *36th IEEE Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 4481-4482, 1997.
- [AC7] A. Alessandri, M. Maggiore, M. Sanguineti, “Training Feedforward Neural Networks Through a Parameter-Estimation-Based Algorithm”. *Conf. on Neural Networks & Their Applications (NEURAP)*, pp. 225-228, 1998.
- [AC8] A. Alessandri, M. Maggiore, M. Sanguineti, “Parameter-Estimation-Based Learning for Feedforward Neural Networks: Convergence and Robustness Analysis”. *6th European Symp. on Artificial Neural Networks (ESANN)*, pp. 285-290, 1998.
- [AC9] K. Hlaváčková, M. Sanguineti, “On the Rates of Linear and Nonlinear Approximations”. *3rd IEEE European Workshop on Computer-Intensive Methods in Control and Signal Processing (CMP)*, pp. 211-216, 1998.
- [AC10] A. Alessandri, L. Piccardo, M. Sanguineti, G. S. Villa, “Comparison Between Multilayer Feedforward Nets and Radial Basis Functions to Solve Approximate Nonlinear Estimation Problems”. *Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA)*, pp. 105-108, 1998.
- [AC11] K. Hlaváčková, M. Sanguineti, “Algorithm of Incremental Approximation Using Variation of a Function With Respect to a Subset”. *Int. ICSC/IFAC Symp. on Neural Computation (NC)*, pp. 896-899, 1998.
- [AC12] M. Sanguineti, K. Hlaváčková, “Some Comparisons Between Linear Approximation and Approximation by Neural Networks”. *4th Int. Conf. on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms (ICANNGA)*, pp. 172-177, 1999.
- [AC13] V. Kůrková, M. Sanguineti, “Some Comparisons of the Worst-Case Error in Linear and Neural-Network Approximation”. *14th Int. Symp. on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS)*, 2000.
- [AC14] S. Giulini, M. Sanguineti, “On Dimension-Independent Approximation by Neural Networks and Linear Approximators”. In *Neural Computing: New Challenges and Perspectives for the New Millennium (IEEE-INNS-ENNS Int. Joint Conf. on Neural Networks - IJCNN 2000)*, Sessione Speciale “Neural Networks and Geometry”, pp. I283- I288. Los Alamitos, IEEE, 2000.
- [AC15] V. Kůrková, M. Sanguineti, “Comparison of Linear and Neural-Network Approximation”. In *Neural Computing: New Challenges and Perspectives for the New Millennium (IEEE-INNS-ENNS Int. Joint Conf. on Neural Networks - IJCNN 2000)*, Sessione Speciale “Neural Networks and Geometry”, pp. I277- I282. Los Alamitos, IEEE, 2000.
- [AC16] A. Alessandri, M. Sanguineti, “On Estimators for Nonlinear Dynamic Systems in \mathcal{L}_p Spaces”. *39th Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 298-303, 2000.

- [AC17] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Tightness of Upper Bounds on Rates of Neural-Network Approximation”. *5th Int. Conf. on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms (ICANNGA)*, pp. 35-38.
- [AC18] A . Alessandri, M. Sanguineti, “ \mathcal{L}_p -Stable and Asymptotic Estimators for Nonlinear Dynamic Systems”. *20th American Control Conf. (ACC)*, pp. 1991-1996, 2001.
- [AC19] A . Alessandri, M. Sanguineti, “Approximate Solution of Optimal Estimation Problems in \mathcal{L}_p Spaces”. *5th IFAC Symp. “Nonlinear Control Systems”*, pp. 866-871, 2001.
- [AC20] A . Alessandri, M. Sanguineti, “Stable Approximate Estimators for a Class of Nonlinear Systems”. *1st IFAC Symp. on System Structure and Control*, 2001.
- [AC21] M . Baglietto, C. Cervellera, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Approximating Networks for the Solution of T -Stage Stochastic Optimal Control Problems”. *IFAC Workshop on Adaptation and Learning in Control and Signal Processing*, pp. 107-114, 2001.
- [AC22] A . Alessandri, M. Sanguineti, “ W -Stable Estimators for Nonlinear Systems”. *European Control Conf. (ECC)*, pp. 330-335, 2001.
- [AC23] A . Alessandri, M. Sanguineti “On the Convergence of Estimators for a Class of Nonlinear Systems”. *40th Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 3372-3377, 2001.
- [AC24] A . Alessandri, M. Sanguineti, M. Maggiore “Batch-Mode Identification of Black-Box Models Using Feedforward Neural Networks”. *American Control Conf. (ACC)*, pp. 406-411, 2002.
- [AC25] A . Alessandri, M. Sanguineti, M. Maggiore, “Optimized Feedforward Neural Networks for On-Line Identification of Nonlinear Models”. *41st IEEE Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 1751-1756, 2002.
- [AC26] V . Kůrková M. Sanguineti, “Neural Network Learning as Approximate Optimization”. *Int. Conf. on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms (ICANNGA)* pp. 53-57.
- [AC27] A . Alessandri, G. Cirimele, M. Cuneo, S. Pagnan, M. Sanguineti, “EKF Learning for Feedforward Neural Networks”. *European Control Conf. (ECC)*, 2003.
- [AC28] V . Kůrková M. Sanguineti, “Learning From Data by Neural Networks with Limited Complexity”. *1st IAPR-TC3 Workshop “Artificial Neural Networks in Pattern Recognition”*, pp. 146-151, 2003.
- [AC29] A . Alessandri, M. Cuneo, S. Pagnan, M. Sanguineti, “On the Convergence of EKF-Based Parameters Optimization for Neural Networks”. *42nd IEEE Conf. on Decision and Control*, pp. 6181-6186, 2003.
- [AC30] A . Alessandri, C. Cervellera, A. F. Grassia, M. Sanguineti, “Design of Observers for Continuous-Time Nonlinear Systems Using Neural Networks”. *American Control Conf.*, pp. 2433-2438, 2004.
- [AC31] A . Alessandri, C. Cervellera, F. A. Grassia, M. Sanguineti, “On Optimal Estimation Problems for Nonlinear Systems and Their Approximate Solution,” *16th IFAC World Congress* , 2005.
- [AC32] A . Alessandri, C. Cervellera, F. A. Grassia, M. Sanguineti, “An Approximate Solution to Optimal L_p State Estimation Problems,” *American Control Conf. (ACC)*, pp. 4204-4209, 2005.
- [AC33] M . Baglietto, C. Cervellera, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Water Reservoirs Management in the Presence of Uncertainties: The Extended Ritz Method Versus Dynamic Programming”. *Int. Conf. on Reservoir Operation and River Management (ICROM)*, 2005.
- [AC34] A . Alessandri, C. Cervellera, D. Macció, M. Sanguineti, “Design of Parametrized State Observers and Controllers for a Class of Nonlinear Continuous-Time Systems ”. *45th IEEE Conf. on Decision and Control (CDC)*, pp. 5388-5393, 2006.
- [AC35] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Estimates of Approximation Rates by Gaussian Radial-Basis Functions”. *Int. Conf. on Adaptive and Natural Computing Algorithms (ICANNGA)*, 2007.
- [AC36] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Geometric Rates of Approximation by Neural Networks”. *34th Int. Conf. on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM)*, 2008.
- [AC37] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Estimates on Weight-Decay Regularization by Variable-Basis Schemes”. *9th Int. Conf. on Applied Computer Science (ACS)*, 2009.

- [AC38] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “On Tractability of Neural-Network Approximation”. *Int. Conf. on Adaptive and Natural Computing Algorithms*, 2009.
- [AC39] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Suboptimal Solutions to Network Team Optimization Problems”. *Int. Network Optimization Conf. (INOC)*, 2009.
- [AC40] G . Gnecco, M. Sanguineti. “Lipschitz Continuity of the Solutions to Team Optimization Problems Revisited”. *Int. Conf. on Mathematical Science and Engineering (ICMSE)*, 2009.
- [AC41] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Smooth Optimal Decision Strategies for Static Team Optimization Problems and their Approximations”, *36th Int. Conf. on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM)*, 2010.
- [AC42] G . Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Some Comparisons of Model Complexity in Linear and Neural-Network Approximation”, *20th Int. Conf. on Artificial Neural Networks (ICANN)*, 2010.
- [AC43] G . Gnecco, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Bounds for Approximate Solutions of Fredholm Integral Equations using Kernel Networks”, *20th Int. Conf. on Artificial Neural Networks (ICANN)*, 2011.
- [AC44] M . Marchese, M. Cello, G. Gnecco, M. Sanguineti, “Structural Properties of Optimal Coordinate-Convex Policies for CAC with Nonlinearly-Constrained Feasibility Regions”, *IEEE Int. Mini-Conf. on Computer Communications (INFOCOM)*, pp. 466-470, 2011.
- [AC45] M . Cello, G. Gnecco, M. Marchese, and M. Sanguineti, “A Generalized Stochastic Knapsack Problem with Application in Call Admission Control”, *10th Cologne-Twente Workshop (CTW)*, 2011.

Altre presentazioni a conferenze internazionali

- [PCI1] R . Zoppoli, M. Sanguineti, T. Parisini, “The Extended Ritz Method and the Curse of Dimensionality in Functional Optimization”. *33rd Workshop High Performance Algorithms and Software for Nonlinear Optimization*, Erice, Italia, 30 giugno - 8 luglio 2001.
- [PCI2] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Tight Bounds on Rates of Neural-Network Approximation”, *Int. Conf. on Artificial Neural Networks (ICANN)*, Vienna, Austria, 21-25 agosto 2001.
- [PCI3] M . Baglietto, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “The Extended Ritz Method: an Example in Communication Networks”. *Applied Mathematical Programming and Modelling (APMOD)*, Varenna, Lecco, 17-19 giugno 2002 (Book of Abstracts pp. 70-72)
- [PCI4] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Minimization Rates of Error Functionals Over Boolean Variable-Basis Functions”. *Applied Mathematical Programming and Modelling (APMOD)*, Varenna, Lecco, 17-19 giugno 2002 (Book of Abstracts pp. 75-77).
- [PCI5] M . Sanguineti, “Error Estimates for Approximate Solution of Optimization Problems by Approximating Networks”. *Workshop Mathematical Diagnostics*, Erice, Italia, 17-25 giugno 2002 (Book of Abstracts pp. 11-12).
- [PCI6] M . Sanguineti, M. Baglietto, R. Zoppoli, “The Extended Ritz Method for Dynamic Routing in Traffic Networks”. *EURO/INFORMS Joint Int. Meeting*, Istanbul, Turchia, 6-10 luglio 2003.
- [PCI7] M . Sanguineti, V. Kůrková, “Bounding the Error in Approximate Functional Optimization”. *EURO/INFORMS Joint Int. Meeting*, Istanbul, Turchia, 6-10 luglio 2003.
- [PCI8] M . Sanguineti, V. Kůrková, “Approximate Functional Optimization in Kernel Methods”. *EURO/INFORMS Joint Int. Meeting*, Istanbul, Turchia, 6-10 luglio 2003.
- [PCI9] A . Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “A Nonlinear Programming Algorithm for Neural-Network Learning Based on the Kalman Filter”. *Mathematical Methods for Learning - Advances in Data Mining and Knowledge Discovery*, Como, 21-24 giugno 2004.
- [PCI10] M . Sanguineti, “Regularization and A-Priori Bounds on Complexity in Learning from Data by Kernel Methods”. *Mathematical Methods for Learning - Advances in Data Mining and Knowledge Discovery*, Como, 21-24 giugno 2004.

- [PCI11] M . Baglietto, C. Cervellera, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “ Water Reservoirs Management Under Uncertainty by Approximating Networks and Learning from Data” . *Workshop “Modelling and Control for Participatory Planning and Managing Water Systems”*, Venezia, 29 settembre - 1° ottobre 2004.
- [PCI12] A . Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “A Least-Squares Algorithm for Nonlinear Regression: Error Analysis and Numerical Results ”, *Applied Mathematical Programming and Modelling (APMOD)*, Madrid, Spagna, 19-21 giugno 2006.
- [PCI13] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “New Developments on a Methodology for the Approximate Solution of Functional Optimization Problems ”, *21st European Conf. on Operational Research (EURO 2006)*, Reykjavik, Islanda, 2-5 luglio 2006.
- [PCI14] M . Sanguineti, “Rates of Growth of Covering Numbers of Certain Convex Hulls”, *21st European Conf. on Operational Research (EURO 2006)*, Reykjavik, Islanda, 2-5 luglio 2006.
- [PCI15] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Estimates of Approximation Rates by Gaussian Radial-Basis Functions”, *Int. Conf. on Adaptive and Natural Computing Algorithms*, Warsaw, Polonia, 11-14 aprile 2007.
- [PCI16] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Deriving Approximation Error Bounds via Rademacher’s Complexity and Learning Theory”, *22nd European Conf. on Operational Research (EURO 2007)*, Praga, Rep. Ceca, 8-11 luglio 2007.
- [PCI17] G . Gnecco, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Exploiting Structural Results in Approximate Dynamic Programming”, *22nd European Conf. on Operational Research (EURO 2007)*, Praga, Rep. Ceca, 8-11 luglio 2007.
- [PCI18] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Suboptimal Solutions to Team Optimization Problems with Statistical Information Sstructure”, *24th European Conf. on Operational Research (EURO 2010)*, Lisbona, Portogallo, 11-14 luglio 2010.
- [PCI19] M . Cello, G. Gnecco, M. Marchese, M. Sanguineti, “On Call Admission Control with Nonlinearly Constrained Feasibility Regions”, *24th European Conf. on Operational Research (EURO 2010)*, Lisbona, Portogallo, 11-14 luglio 2010.

Atti di conferenze nazionali, con presentazione su invito

- [ACNI1] R. Zoppoli, T. Parisini, M. Sanguineti, “From Functional Optimization to Nonlinear Programming Through Neural Approximations”. *Articolo invitato, Giornate di Lavoro AIRO*, pp. 83-110, 1996.
- [ACNI2] A. Alessandri, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Neural Nonlinear Controllers and Observers: Stability Results”. *Articolo invitato, 8th Italian Workshop on Neural Nets (WIRN)*, pp. 80-90, 1996.

Atti di conferenze nazionali

- [ACN1] A. Alessandri, M. Maggiore, M. Sanguineti, “Training Feedforward Neural Networks: Convergence and Robustness Analysis”. *10th Italian Workshop on Neural Nets (WIRN)*, pp. 267-272, 1998.

Altre presentazioni a conferenze

- [PC1] T . Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Ottimizzazione Funzionale e Soluzioni Parametriche Approssimate”. *Convegno CIRA 1999*, Como, 11-13 ottobre 1999.
- [PC2] M . Sanguineti, T. Parisini, R. Zoppoli, “Problemi di Ottimizzazione Funzionale: è Possibile Mitigare la Maledizione della Dimensionalità?”. *Convegno CIRA 2000*, Torino, 6-8 settembre 2000.
- [PC3] T . Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Problemi di Ottimizzazione: è Possibile Contrastare la Maledizione della Dimensionalità con le Reti Approssimanti?”. *Convegno CIRA 2001*, Lecce, 12-14 settembre 2001.

- [PC4] V . Kůrková, M. Sanguineti, “From Functional Optimization to Nonlinear Programming by Nonlinear Approximators: Bounds on the Error of Approximate Optimization”. *XXXIII AIRO Conf.*, L’Aquila, 10-13 settembre 2002 (Book of Abstracts p. 156).
- [PC5] M . Baglietto, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Optimization in Large-Scale Traffic Networks: Neural and Other Approximating Networks Can Mitigate the Curse of Dimensionality”. *XXXIII AIRO Conf.*, L’Aquila, 10-13 settembre 2002 (Book of Abstracts p. 138).
- [PC6] M . Baglietto, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Il Metodo di Ritz Esteso dei Problemi di Routing Dinamico”. *Convegno CIRA 2002*, Perugia, 11-13 settembre 2002.
- [PC7] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “Approximate Solution of Freeway Optimal Control Problems by Approximation Schemes With Bounded Complexity”. *I AIRO Winter Conf.*, Champoluc, 10-15 febbraio 2003.
- [PC8] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “A Framework for Approximate Infinite-Dimensional Optimization: Recent Results and Open Problems in the Extended Ritz Method”. *XXXIV AIRO Conf.*, Venezia, 2-5 settembre 2003.
- [PC9] M . Baglietto, C. Cervellera, T. Parisini, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Approximate Dynamic Programming and Polynomially-Complex Approximating Networks for T -Stage Stochastic Optimal Control”. *XXXIV AIRO Conf.*, Venezia, 2-5 settembre 2003.
- [PC10] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Upper Bounds on Complexity in Kernel Methods”. *XXXIV AIRO Conf.*, Venezia, 2-5 settembre 2003.
- [PC11] M . Sanguineti, C. Cervellera, M. Muselli, R. Zoppoli, “Approximate Dynamic Programming with Bounds on Model Complexity and Sample Complexity: An Application to an Inventory Forecasting Problem”. *II AIRO Winter Conf.*, Champoluc, 9-14 febbraio 2004.
- [PC12] M . Baglietto, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Decentralized Optimal Dynamic Routing in Telecommunication Networks by Parametrization of the Decision Strategies”. *XXXV AIRO Conf.*, Lecce, 7-10 settembre 2004.
- [PC13] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “Efficient Approximation Schemes for Functional Optimization”. *XXXV AIRO Conf.*, Lecce, 7-10 settembre 2004.
- [PC14] M . Sanguineti, “Learning and Generalization by Kernel Methods with Bounded Complexity”. *XXXV AIRO Conf.*, Lecce, 7-10 settembre 2004.
- [PC15] A . Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “An Algorithm for Parameters Estimation: Bounds on the Estimation Error and Application to Time-Series Prediction”. *XXXV AIRO Conf.*, Lecce, 7-10 settembre 2004.
- [PC16] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “Approximation Schemes for Functional Optimization Problems”. *VII Congresso SIMAI* (Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale), Isola di San Servolo, Venezia, 20-24 settembre 2004.
- [PC17] A . Alessandri, M. Cuneo, S. Pagnan, M. Sanguineti, “An Incremental Algorithm for Nonlinear Least-Squares Problems in Learning Functional Relationships From Data”. *III AIRO Winter Conf.*, Cortina d’Ampezzo, 31 gennaio - 4 febbraio 2005.
- [PC18] M . Sanguineti, “Learning with Kernels: An Overview”. *XXXVI AIRO Conf.*, Camerino, 6-9 settembre 2005.
- [PC19] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Accuracy of Suboptimal Solutions to Kernel Principal Component Analysis”. *XXXVI AIRO Conf.*, Camerino (MC), 6-9 settembre 2005.
- [PC20] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Estimates of Covering Numbers of Convex Hulls”. *XXXVI AIRO Conf.*, Camerino, 6-9 settembre 2005.
- [PC21] M . Baglietto, G. Battistelli, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Shortest Path Problems on Stochastic Graphs: Challenges and Promising Approaches”. *XXXVI AIRO Conf.*, Camerino, 6-9 settembre 2005.

- [PC22] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “An Optimization Point of View of Learning Tasks”. *XXXVII AIRO Conf.*, Cesena, 12-15 settembre 2006.
- [PC23] A . Alessandri, C. Cervellera, M. Sanguineti, “Approximate Solution of a Class of Optimal Estimation Problems via Nonlinear Programming and Sampling Techniques”. *XXXVII AIRO Conf.*, Cesena, 12-15 settembre 2006.
- [PC24] M . Sanguineti, A. Alessandri, C. Cervellera, D. Macciò, “Optimizing Parametrized Estimators and Controllers via Low-Discrepancy Sampling Techniques”. *IV AIRO Winter Conf.*, Cortina d’Ampezzo, 5-9 febbraio 2007.
- [PC25] G . Gnecco, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Suboptimal Solutions to Dynamic Optimization Problems: Extended Ritz Method Versus Approximate Dynamic Programming”. *XXXVIII AIRO Conf.*, Genova, 5-8 settembre 2007.
- [PC26] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Deriving Approximation Error Bounds via Rademacher Complexity and Learning Theory”. *XXXVIII AIRO Conf.*, Genova, 5-8 settembre 2007.
- [PC27] A . Alessandri, M. Cuneo, M. Sanguineti, “Approximation of Nonlinear Least-Squares Solutions in the Presence of Disturbances”. *XXXVIII AIRO Conf.*, Genova, 5-8 settembre 2007.
- [PC28] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Structural Properties of Stochastic Dynamic Concave Optimization Problems and Approximations of the Value and Optimal Policy Functions”. *XXXIX AIRO Conf.*, Ischia, 8-11 settembre 2008.
- [PC29] M . Sanguineti, A. Alessandri, C. Cervellera, D. Macciò, “Design of Estimators via Optimization Based on Quasi-Monte Carlo Sampling”. *V AIRO Winter Conf.*, Cortina d’Ampezzo, 26-30 gennaio 2009.
- [PC30] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Smoothness and Approximation of Optimal Decision Strategies in Team Optimization Problems”. *XL AIRO Conf.*, Siena, 8-11 settembre 2009.
- [PC31] G . Gnecco, M. Sanguineti, “Approximate Dynamic Programming by Value-Function Approximation via Variable-Basis Schemes”. *XL AIRO Conf.*, Siena, 8-11 settembre 2009.
- [PC32] G . Gnecco, M. Gaggero, M. Sanguineti, “Decentralized Optimization Problems with Cooperating Decision Makers”. *XLI AIRO Conf.*, Villa San Giovanni, 1-10 settembre 2010.
- [PC33] G . Gnecco, M. Sanguineti, R. Zoppoli, “Functional optimization in OR problems with very large numbers of variables”, *XLI AIRO Conf.*, Brescia, 6-9 settembre 2011, accettato.
- [PC34] M . Cello, G. Gnecco, M. Marchese, M. Sanguineti, “A stochastic knapsack problem with nonlinear capacity constraint”, *XLI AIRO Conf.*, Brescia, 6-9 settembre 2011, accettato.

Rapporti di ricerca

- [RR1] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Dimension-Independent Approximation by Neural Networks and its Comparison with Linear Approximation”. *Technical report ICS-99-789. Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 1999, [http : //www3.cs.cas.cz/research/library/reports/700.shtml](http://www3.cs.cas.cz/research/library/reports/700.shtml).
- [RR2] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Covering Numbers and Rates of Neural-Network Approximation”. *Technical report ICS-00-830 - Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 2000, [ftp : //ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v830 – 01.pdf](ftp://ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v830-01.pdf).
- [RR3] P . C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Minimization of Error Functionals Under Weakened Compactness”. *Technical report ICS-02-864. Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 2002, [ftp : //ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v864 – 02.pdf](ftp://ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v864-02.pdf).
- [RR4] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Tight Bounds on Rates of Variable-Basis Approximation via Estimates of Covering Numbers”. *Technical report ICS-02-865. Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 2002, [ftp : //ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v865 – 02.pdf](ftp://ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v865-02.pdf).
- [RR5] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Error Estimates for Approximate Optimization Over Variable-Basis Functions”. *Technical report ICS-02-882. Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 2002, [http : //www3.cs.cas.cz/research/library/reports_800.shtml](http://www3.cs.cas.cz/research/library/reports_800.shtml).

- [RR6] A . Alessandri, M. Sanguineti “Optimization of Approximating Networks for Optimal Fault Diagnosis in Nonlinear Systems”. *Rapporto Interno DIST, Univ. di Genova*, 2002.
- [RR7] S . Giulini, M. Sanguineti, “Approximation Schemes with Bounded Complexity for High-Dimensional Optimization”. *Rapporto Interno DIST, Univ. di Genova*, 2002.
- [RR8] V . Kůrková, M. Sanguineti, “Learning with Generalization Capability by Kernel Methods of Bounded Complexity”. *Technical Report ICS-03-901, Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 2003, *ftp : //ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v901 – 03.pdf*.
- [RR9] M . Sanguineti, “Regularization and A-Priori Bounds on Complexity in Learning from Data by Kernel Methods”. *Rapporto Interno DIST, Univ. di Genova*, 2005.
- [RR10] M . Sanguineti, R. Zoppoli, “Kernels for Structured Data in the Stochastic Shortest Path Problem”. *Rapporto Interno DIST, Univ. di Genova*, 2005.
- [RR11] P .C. Kainen, V. Kůrková, M. Sanguineti, “Rates of Approximation of Smooth Functions by Gaussian Radial-Basis-Function Networks. *Technical report ICS-976, Inst. Comp. Sc. - Acad. Sc. Czech Republic*, Praga, 2006, *ftp : //ftp.cs.cas.cz/pub/reports/v976 – 06.pdf*.

Tesi di Dottorato

- [TD1] M. Sanguineti, “Approssimazione Neurale di Regolatori a Orizzonte Mobile per Sistemi Non-Lineari.” *Tesi di Dottorato in Ingegneria Elettronica e Informatica*. Università di Genova, 1996.

Tesi di Laurea

- [TL1] A. Alessandri, M. Sanguineti, “Reti Neurali per la Stima dello Stato e il Controllo Ottimo di Sistemi Nonlineari Stocastici.” *Tesi di Laurea in Ingegneria Elettronica e Informatica*. Università di Genova, 1992.

Marcello Sanguineti