

CURRICULUM VITAE DEL PROF. ELIO DI CLAUDIO

Elio (Donato) Di Claudio si è laureato con lode in Ingegneria Elettronica presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona nel 1986, discutendo la tesi "Uso della Teoria dei Numeri per la realizzazione di algoritmi per la VLSI ad elevato livello di parallelismo".

In data 2 dicembre 1986 è stato assunto dalla Telettra S.p.A. - Sistemi Difesa - Chieti Scalo (CH), con la qualifica di progettista hardware e software.

Nell'ambito dell'attività di questa Società, ha curato lo sviluppo di algoritmi software per la codifica e la trasmissione di dati numerici con Modulazione Diretta di Codice (DS) a spettro espanso in gamma VHF (30-88 MHz) e si è dedicato allo studio e nella definizione di algoritmi parametrici avanzati e di architetture multiprocessore per l'analisi spettrale, la classificazione ed il calcolo della direzione d'arrivo di segnali radio, basati sull'uso della teoria della ciclo-stazionarietà. Nello stesso periodo, Elio Di Claudio si è dedicato al problema della cancellazione adattativa di interferenze radio a banda stretta, sovrapposte a segnali DS a spettro espanso.

In data 1 aprile 1990, Elio Di Claudio si è dimesso dalla Telettra S.p.A. per essere assunto nella ELASIS S.c.p.A. di Chieti Scalo, società consortile affiliata alla Telettra stessa. In questa società si è occupato della definizione del progetto di una stazione radio in gamma HF di tipo avanzato, curando l'impostazione di un sistema di selezione automatica della frequenza ottima per la trasmissione e studiando il possibile inserimento di un codificatore digitale della voce, basato su tecniche di predizione lineare del segnale.

Dal 22 al 24 ottobre 1990 ha frequentato a Glasgow (Scozia) un corso di trattamento del segnale vocale, organizzato dalla Casa Editrice CEI-Europe Elsevier e tenuto dal Dott. Lawrence L. Rabiner, dei Laboratori Bell della AT&T statunitense.

Parallelamente all'attività lavorativa, a partire dal 1987, Elio Di Claudio ha collaborato con l'Unità di Ricerca dell'Università di Ancona per lo sviluppo di algoritmi per l'elaborazione di segnali e di architetture circuitali di tipo parallelo, idonee per l'implementazione VLSI.

In qualità di partecipante esterno, ha preso parte al progetto finalizzato C.N.R.: "Materiali e Dispositivi per l'Elettronica a stato solido: Microstrutture VLSI: Architetture e CAD", nella ricerca avente per titolo "Algoritmi per l'elaborazione del segnale e architetture parallele orientate all'implementazione VLSI".

Il 31 dicembre 1991 Elio Di Claudio si è dimesso dalla Società ELASIS e dal 28 febbraio 1992 è diventato Ricercatore per il Raggruppamento disciplinare I17X (Elettrotecnica) presso il Dip. INFOCOM della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza".

Dal 1 novembre 1998 Elio Di Claudio è stato in servizio presso il Dip. INFOCOM della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza" in qualità di Professore Associato, nel Raggruppamento disciplinare I17X (Elettrotecnica), in seguito riclassificato ING-IND/31 (Elettrotecnica). Fino al 2007 ha tenuto corsi di base di Teoria dei Circuiti nel Corso di Laurea in Ingegneria della Telecomunicazioni, insieme a corsi avanzati nei settori delle architetture parallele per DSP e nelle schiere (array) di sensori elettromagnetici e acustici.

Dal 1 novembre 2007 Di Claudio è diventato Professore Straordinario di Elettrotecnica (ING-IND/31) presso il medesimo Dip. INFOCOM della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza".

Il 1 Novembre 2010 è stato nominato Professore Ordinario di Elettrotecnica e oggi afferisce al DIET de "La Sapienza" stessa.

Afferisce ai CdA di Ingegneria delle Telecomunicazioni, Ingegneria Gestionale, oltre che della Laurea Magistrale in Scienze dell'Atmosfera (LMAST) in cooperazione tra la Sapienza e l'Università degli studi de L'Aquila.

ATTIVITA' SCIENTIFICA

La prima parte dell'attività scientifica di Elio Di Claudio si è sviluppata principalmente durante la citata collaborazione volontaria con l'Università di Ancona. Alcune ricerche, inoltre, sono state svolte presso la Telettra S.p.A., Società da cui egli dipendeva, in collaborazione con il Prof. Silvano Pupolin del Dipartimento di Elettronica ed Informatica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Padova. Dopo la presa di servizio presso l'Università di Roma "La Sapienza", l'attività scientifica dell'Ing. Di Claudio si è svolta soprattutto nel campo della ricerca di base in campi innovativi della Teoria dei Circuiti, quali l'uso dell'aritmetica dei residui (RNS) per la realizzazione di filtri numerici ad alta velocità, le reti neurali e l'elaborazione del segnale proveniente da schiere co-locate di sensori (*array processing*).

Tutte queste tecniche hanno conosciuto una grande evoluzione negli ultimi decenni da un punto di vista teorico e sono oggi riconosciute come vitali per gli sviluppi in campi applicativi di notevole rilevanza teorica ed economica (identificazione di sistemi e controllo non lineare, interfaccia evoluta uomo-macchina, telefonia cellulare, radar e sonar, sistemi multimediali avanzate). Tuttavia, le applicazioni proposte sono state fortemente ostacolate da difficoltà realizzative, dovute alla ridotta e imperfetta conoscenza degli ambienti operativi reali, all'inefficienza delle architetture di calcolo e alla eccessiva semplificazione dei modelli matematici standard, ricercata per facilitare le analisi statistiche, ma dannosa per la robustezza delle prestazioni finali ottenibili.

Pertanto, la ricerca è stata indirizzata in questi campi al riesame critico dello stato dell'arte della letteratura recente e alla formulazione di modelli basati su assunzioni realistiche e finalizzati all'ottimizzazione delle prestazioni e della affidabilità (robustezza) nelle applicazioni.

Le ricerche accademiche di Elio Di Claudio sono state condotte soprattutto nell'ambito dei progetti strategici CNR (MADESS e "Reti Neurali"), MURST 40%, MURST 60%, PRIN 1998, PRIN 2000 e PRIN 2005. Elio Di Claudio ha, inoltre, coordinato personalmente cinque Progetti di ricerca di Ateneo e due di Facoltà ed è stato inserito nel gruppo di Coordinamento di due progetti industriali cofinanziati MIUR nel campo dell'elaborazione delle immagini in tempo reale e della realizzazione di array acustici a elevata direttività.

Gli attuali interessi scientifici comprendono la valutazione oggettiva della qualità delle immagini, in collaborazione con la RAI e la "Fondazione U. Bordini" di Roma, l'ottimizzazione non lineare e l'elaborazione di segnali e immagini con le trasformate bidimensionali di Hermite e di Laguerre e la stima dei parametri di sorgenti di campi radianti segnali a banda larga.

Elio Di Claudio ha pubblicato oltre 80 lavori nel corso della sua attività, molti dei quali hanno raggiunto un unanime apprezzamento della comunità tecnico-scientifica internazionale, testimoniato da oltre 650 citazioni su riviste e articoli di conferenza, due capitoli invitati su volumi di riferimento ad ampia diffusione internazionale e da diversi contributi invitati a conferenza.

Elio Di Claudio svolge correntemente una continua attività di revisione per le riviste e per congressi internazionali per i gruppi editoriali IEEE, IET, Elsevier e MDPI.

PROGETTI RECENTI

Anni 2014-2019 Investigator nel progetto Bando Smart Cities and Communities

Progetto Esecutivo H@H (HEALTH @ HOME) – Smart Communities al servizio del benessere del Cittadino. Dal 2020 è responsabile dei fondi per il DIET.

Dal 2020 è Responsabile e supervisore dei fondi per il DIET per il Progetto SIN_00031, Avviso n. 391/Ric. del 5 luglio 2012 e Disciplinare di concessione delle agevolazioni del 25 luglio 2016 prot. 1487 dal titolo “SIMpLE - Smart solutions for health Monitoring and independent mobility for Elderly and disable people”

Dal 2020 è Responsabile scientifico per il DIET del progetto POR FESR 2014-2020 Tech4Art

Da marzo 2019 ad aprile 2020: Ricercatore (Investigator) presso Organismo di Ricerca (Dipartimento Universitario) partecipante al progetto nazionale intitolato “BCA - Balance Care Application”, finanziato su fondo europeo FESR - POR Lazio 2014-2020, bando competitivo che prevede la revisione tra pari denominato “Creatività 2020 - Progetti Integrati”.

È responsabile scientifico di diversi contratti di ricerca con industrie ed enti pubblici e privati.

PRINCIPALI RISULTATI SCIENTIFICI OTTENUTI

I problemi affrontati fin qui da Elio Di Claudio (adattamento rapido e statisticamente consistente di circuiti non lineari, calcolo numerico ultraveloce, analisi modale dei campi e trattamento del segnale per mezzo di schiere di sensori) possono essere considerati a buon diritto tra quelli essenziali per lo sviluppo di nuove applicazioni di interesse pratico in ambito sia circuitale, sia elettromagnetico. In particolare, si sintetizzano nel seguito i principali contributi:

- i) Primo ed unico algoritmo di correzione parallela degli errori per RNS (uso attuale: trasmissioni crittografate con RSA/PGP e DSP VLSI *fault tolerant*), con soluzione di grafo riconvergente (inattaccabile all'identificazione esterna della macchina a livello di gate) [1], [7];
- ii) Primo moltiplicatore-correlatore-convolutore RNS con prestazioni prossime al limite teorico VLSI (uso: DSP; ma, soprattutto, è oggi *l'algoritmo standard per crittografia* RSA e PGP), con soluzione di grafo riconvergente; unico algoritmo efficiente di prodotto interno RNS con architettura indipendente dal modulo e senza necessità di conversione da binario a RNS, [2], [19].
- iii) Primo algoritmo di apprendimento per reti neurali multistrato e regressori lineari e non-lineari, caratterizzato da velocità di convergenza superlineare (tipo Newton) e con dimostrata capacità di *convergenza globale* e funzionamento batch oppure on-line (uso: qualsiasi applicazione competitiva delle reti neurali; interpolazione di fasci d'antenna, e; elaborazione PEV robusta, equalizzazione di canale [9], [25];
- iv) Primo algoritmo di apprendimento on-line del secondo ordine per reti ricorrenti (uso praticamente *obbligatorio* per motivi di condizionamento e di velocità nelle applicazioni alle telecomunicazioni e al filtraggio di Kalman non lineare) [31];
- v) Primo e finora unico algoritmo di localizzazione essenzialmente non polarizzato di sorgenti acustiche multiple in ambiente riverberante (uso: applicazioni multimediali e di sorveglianza e.m.) [38], [46];
- vi) Prima statistica globale robusta (WAVES) per localizzazione di sorgenti a larga banda con array di sensori, insensibile al warping del fondo di rumore, agli errori di focalizzazione e al disturbo a banda stretta (uso: telerilevamento, sismica, ingegneria biomedica, multimedialità) [47]. In particolare, questa tecnica risulta ottimale nell'ipotesi di assenza di errori di focalizzazione.
- vii) Primo e finora unico beamformer robusto ML a larga banda progettato esplicitamente per operazioni in ambiente riverberante e in presenza di errori del modello di propagazione, (uso: sonar, radar, risonanza magnetica, analisi modale, multimedialità avanzata) [51].

- viii) Integrazione dell'approccio MF nello ML-STBF per la localizzazione 3-D di sorgenti in campo vicino, riverberato e in problemi interni per applicazioni radar, sonar, nelle telecomunicazioni, nella sismica, nella diagnostica elettrica e in quella medica [54], [56].
- ix) Dimostrazione e analisi della focalizzazione isotropica azimutale di schiere di sensori multi-anello su qualsiasi banda attraverso l'espansione in armoniche circolari, per applicazioni alla sorveglianza panoramica elettromagnetica e acustica in campo lontano e in alcuni problemi elettromagnetici interni a simmetria circolare [55].
- x) Prima tecnica ottimale (a massima verosimiglianza) per la stima dell'orientazione e del contenuto informativo di pattern lineari su immagini, rappresentati come sottospazi lineari nelle espansioni di Hermite-Gauss e Laguerre-Gauss [68]. Lo stesso approccio è in corso di estensione agli array di sensori a larghissima banda (UWB) [69] e alla tomografia ISAR [74].
- xi) Primo indice oggettivo di valutazione della qualità delle immagini in modo full-reference, intrinsecamente lineare con il DMOS soggettivo (D-VICOM) per distorsioni basate su perdita di dettagli/aggiunta di artefatti [80]. La capacità di predizione DMOS del D-VICOM supera quella delle altre tecniche con l'uso di soli due parametri liberi (pendenza e offset di una retta interpolante). Il D-VICOM permette la formulazione di un indice di qualità (ID-VICOM) indipendente dal database con le massime prestazioni ottenibili oggi (2017) in termini di LCC e SROCC e, soprattutto.
- xii) Stima a Massima Verosimiglianza del sottospazio di segnale ad una determinata frequenza e suo uso nella localizzazione spaziale di sorgenti a banda stretta e larga. Sorprendentemente, questa stima coincide con uno sviluppo del paradigma MUSIC (detto Space Time MUSIC [81]), applicato alla decomposizione in autovettori e autovalori di una matrice di correlazione spazio-tempo, detta STCM (o statistica analoga). La stima del rango del sottospazio via AIC o BIC è possibile ed ha proprietà inconsuete. Tutte le precedenti stime di sottospazi erano ottenute da approssimazioni polarizzate della matrice di covarianza solo spaziale e perdevano informazione di Fisher, oppure, dallo stesso autore, da stimatori basati ancora su MUSIC e STCM, ma caratterizzati da una lenta convergenza asintotica della polarizzazione [75][76], dipendente dalla densità spettrale delle sorgenti. Si dimostra che l'informazione spazio-tempo accresce l'accuratezza della stima anche i caso di analisi di segnali a banda stretta. Questo risultato è essenziale per ottimizzare l'accuratezza di sistemi di telerilevamento ed esperimenti radioastronomici. Il sottospazio può essere pesato per ottimizzare la robustezza a diverse perturbazioni (campione finito, errori di modello statici o casuali), che è impossibile con i tradizionali stimatori ML.

14 novembre 2021

(Prof. Elio DI CLAUDIO)