

Davide Contini

Curriculum vitae

Davide Contini è nato ad Angera il 17 Gennaio 1978.

Il 19 Dicembre 2003 ha conseguito il titolo di dottore in Ingegneria Elettronica, presso il Politecnico di Milano, discutendo la tesi sperimentale: *“Sviluppo e caratterizzazione di un sistema laser a picosecondi per la topografia ottica funzionale del muscolo e del cervello”* con relatore il Prof. Rinaldo Cubeddu.

Nel Gennaio 2004 è risultato vincitore di una borsa di dottorato (XIX ciclo) sul tema: *“Sviluppo di sorgenti laser ad impulsi ultrabrevi e loro applicazioni allo studio dei materiali e dispositivi”* erogata dall’Istituto Nazionale di Fisica della Materia.

Da Marzo 2004 a Febbraio 2007 ha frequentato il corso di Dottorato di Ricerca in Fisica, svolgendo l’attività sperimentale presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano. Il 18 Ottobre 2007 ha conseguito con merito il titolo di Dottore di Ricerca in Fisica (XIX ciclo) discutendo la tesi: *“Time-resolved functional Near Infrared Spectroscopy for Neuroscience”* con Tutor il Prof. Rinaldo Cubeddu.

Dal Febbraio 2007 al Dicembre 2008 ha svolto attività di ricerca presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano e nel Marzo 2007 presso i laboratori di Biomedical Optics del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Berlino, Germania).

Dal Dicembre 2008 è ricercatore in Fisica presso il Politecnico di Milano.

Dal 2010 è Responsabile scientifico del laboratorio di Spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (fNIRS LAB) presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano.

Nel Febbraio 2014 ha ricevuto il premio *“Gian Giacomo Drago e Fausta Rivera Drago (anno 2013) per le rilevanti ricerche relative alle applicazioni della fisica per la salute dell’uomo”* erogato dall’Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere.

L'attività di ricerca di Davide Contini ha riguardato, principalmente, il campo della propagazione della luce nei mezzi altamente diffusivi (*photon migration*), con particolare attenzione all'ottica dei tessuti e alle tecniche di spettroscopia e imaging di riflettanza per la determinazione delle variazioni dei parametri ottici prodotti dal metabolismo tissutale. In particolare l'attività di ricerca ha riguardato i seguenti temi:

1. *Spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso risolta nel tempo*

È stato sviluppato un sistema compatto per la misura non-invasiva dell'attività funzionale del tessuto cerebrale e muscolare grazie alla determinazione delle variazioni delle proprietà ottiche prodotte dai cambiamenti metabolici dei tessuti in esame. La strumentazione è basata su due sorgenti laser impulsate a semiconduttore (690 nm e 820 nm), su fotomoltiplicatori multianodo e su quattro catene di rivelazione a conteggio di singolo fotone correlato nel tempo. La strumentazione è stata progettata in modo da garantire 16 punti indipendenti di iniezione del segnale e fino ad un massimo di 16 punti di raccolta, così da assicurare la mappatura delle proprietà ottiche dei tessuti su di un'area estesa. Il sistema è in grado di effettuare misure in tempo reale, così da poter seguire, con sufficiente risoluzione temporale, le varie dinamiche funzionali dei tessuti in esame. Tale strumentazione è stata, in seguito, impiegata nello studio delle funzionalità cerebrali e muscolari. Sono state effettuate diverse campagne di misura in vivo in diversi ambiti delle Neuroscienze e della Riabilitazione. Questo strumento rappresenta lo stato dell'arte per strumentazioni di imaging e spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso risolta nel tempo.

2. *Modelli fisici della propagazione della luce nei mezzi diffondenti*

Parallelamente all'attività di sviluppo strumentale, è stato affrontato il problema fisico della descrizione della propagazione della luce in mezzi diffondenti. In particolare, sono stati realizzati modelli e metodi euristici per l'analisi dei dati sperimentali, la localizzazione e la determinazione delle perturbazioni dei parametri ottici in un mezzo altamente diffondente. La spettroscopia nel vicino infrarosso risolta nel tempo misura la distribuzione dei tempi di volo dei fotoni diffusi all'interno di un mezzo torbido (come, ad esempio, i tessuti biologici). L'analisi di tale distribuzione permette di determinare le proprietà ottiche medie del mezzo in esame. Per poter identificare le variazioni nelle proprietà ottiche localizzate solo nel tessuto cerebrale o muscolare, trascurando quelle avvenute, invece, nei tessuti circostanti, sono stati sviluppati e valutati modelli di analisi dei dati in grado di migliorare la specificità e la risoluzione della tecnica. Sono stati, inoltre, ideati e validati modelli di analisi che sfruttano la ridondanza spettrale per migliorare l'accuratezza nella determinazione delle concentrazioni dei cromofori di interesse presenti nel mezzo diffondente.

3. *Riflettanza risolta nel tempo a distanza sorgente-rivelatore nulla*

Negli ultimi anni è stato proposto un nuovo approccio alla *photon migration*, basato su misure di riflettanza risolta nel tempo a distanza nulla o comunque piccola. Questo approccio, ammette notevoli miglioramenti in termini di contrasto, rapporto segnale rumore e risoluzione spaziale, è reso particolarmente complesso dalla presenza di un enorme numero di fotoni diffusi dagli strati più superficiali, che mascherano l'informazione proveniente dagli strati più profondi. Nell'ambito dell'attività di ricerca, si è riusciti a ideare e realizzare la prima verifica sperimentale della fattibilità di questa tecnica, utilizzando un rivelatore operante in regime di *time-gating*. Sono state effettuate prove sperimentali sia su *phantom*, sia *in vivo*, dimostrando, in particolare, la possibilità di rilevare

sull'uomo l'attivazione cerebrale in seguito ad uno stimolo motorio con misure di spettroscopia funzionale del tessuto cerebrale a distanza di pochi millimetri tra punto di iniezione e raccolta del segnale. Questo ha aperto, quindi, la possibilità di poter effettuare mappature dell'attività cerebrale o muscolare con una densità di punti di misura fino ad ora impensabile, incrementando, quindi, non solo la risoluzione spaziale della tecnica, ma anche la quantità di segnale misurabile.

4. Spettroscopia nel vicino infrarosso risolta nel tempo per la determinazione della qualità della frutta

Otticamente anche i frutti possono essere classificati come mezzi diffondenti, quindi, sfruttando la spettroscopia nel vicino infrarosso risolta nel tempo è possibile determinare in modo completamente non invasivo il contenuto dei cromofori di interesse presenti nel frutto in esame. Anche in questo caso l'informazione temporale migliora l'accuratezza e la sensibilità alla profondità, indipendentemente dalle proprietà ottiche superficiali, inoltre, la misura del coefficiente di *scattering* ridotto permette di localizzare difetti interni al frutto in esame. Si è scelto come cromoforo di interesse la clorofilla, che è correlabile alle qualità dei frutti. Infatti, dal valore del coefficiente di assorbimento, legato alla concentrazione di clorofilla, è possibile effettuare una stima predittiva della maturazione del frutto senza danneggiarlo, aspetto che rappresenta un risultato innovativo in questo ambito. L'esperienza maturata nella progettazione di sistemi per la spettroscopia nel vicino infrarosso risolta in tempo è stata sfruttata per l'ottimizzazione e per il perfezionamento di un sistema di misura compatto per la determinazione della qualità della frutta. Tale strumentazione è stata impiegata in diverse campagne di misura, su differenti tipologie di frutti, mostrando con successo la fattibilità di una classificazione, basata sulle qualità dei frutti, mediante la misura delle proprietà ottiche degli stessi.

L'attività di ricerca di Davide Contini è documentata da più di 80 lavori su riviste internazionali e atti di conferenze.

Davide Contini ha partecipato/partecipa a 8 progetti europei (di cui in uno come *work package leader*) e 4 progetti nazionali.

Davide Contini è revisore per diverse riviste internazionali nell'ambito dell'ottica e dell'ottica biomedica (Optics Express, Optics Letters, Journal of Biomedical Optics, Biomedical Optics Express, Journal of Optical Society of America A, Applied Optics ecc.)

Davide Contini collabora stabilmente con diversi gruppi di ricerca internazionali: Lund Laser Center, Lund SWEDEN (Stefan Andersson-Engels); Medical Physics, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Berlin GERMANY (Heidrun Wabnitz, Rainer Macdonald); Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej Polskiej Akademii Nauk, Warsaw POLAND (Adam Liebert); University of California - Beckman Laser Institute, Irvine CA USA (Albert Cerussi); Tufts University, Boston MA USA (Angelo Sassaroli); Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives - Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Information, Grenoble FRANCE (Jean-Marc Dinten); North Western University (Daniele Procissi).