

Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale
Registrazione: Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010 del Registro Stampa
Poste Italiane Spa - Spedizione in Abbonamento Postale - 70% GIPA/TN Trento n. 9/2015



DIINEWS



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale

www.unitn.it/dii

Numero 20, Anno 11, marzo 2021

La Scuola di Dottorato Internazionale in Materials, Mechatronics and System Engineering

Nonostante le difficoltà ed il clima di incertezza che contraddistingue questo periodo, gli studenti non si sono persi d'animo e hanno portato avanti il loro lavoro con determinazione, dimostrando notevoli capacità di adattamento. Con il loro fondamentale contributo, la ricerca del DII non si è fermata.

DIINEWS

Rivista di informazione del
Dipartimento di Ingegneria Industriale

DIRETTORE RESPONSABILE

Giovanni Straffellini

REDAZIONE

Antonella Motta, Gian Franco Dalla Betta,
Mariolino De Cecco, Michele Fedrizzi

SEGRETERIA DI REDAZIONE

Michela Monselesan

PROGETTO GRAFICO

Direzione Comunicazione e Relazioni Esterne,
Università di Trento

FOTO

Luca Bendetti e altri.
Immagine di copertina di Yuejiao Yang.

STAMPA

Tipografia Publistampa

REGISTRAZIONE

Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010
del Registro Stampa

Eventi 2021

AMARCH 2021 - Analisi sui Materiali per l'Archeologia e i beni culturali - Il contributo delle tecniche X

10-12 febbraio 2021
www.unitn.it/amarch2021

BIOTech Seminars Series - Spring Session

24 febbraio - 26 maggio 2021
www.unitn.it/biotech-seminars

Wave approaches to vibration control

13-29 aprile 2021
www.unitn.it/vibration-control

Simulations for logistics in the service sector

14 aprile - 7 luglio 2021
www.unitn.it/simulations-logistics

Ciclo di seminari a.a. 2020-21 - La professione dell'ingegnere industriale: approfondimenti e prospettive - Il sessione

15 aprile - 30 giugno 2021

Fundamentals of power electronics and drives and their role in the energy transition

4-25 giugno 2021
www.unitn.it/power-electronics

Chiedi il tuo DII NEWS

Se vuoi ricevere gratuitamente il periodico in formato cartaceo (o la newsletter per quello in formato elettronico), inviaci una mail di richiesta all'indirizzo dii.supportstaff@unitn.it comunicandoci: nominativo, via, città, cap, e-mail e autorizzando l'Università di Trento al trattamento dei dati personali secondo l'ex art. 13 D. Lgs. 196/2003.

DIINEWS | 20

marzo 2021

Chi siamo

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Trento (DII) si occupa prevalentemente di tecnologie avanzate nei settori dell'ingegneria dei materiali, meccanica intelligente, elettronica per l'industria e di ricerca operativa. L'obiettivo che lo anima è quello di qualificarsi a livello dei migliori standard internazionali nelle attività di ricerca, formazione e innovazione.

La missione del Dipartimento è di creare, sviluppare e trasferire conoscenze e tecnologie al mondo industriale, per il progresso sociale ed economico a livello locale, nazionale e internazionale. Tale missione si sviluppa tramite una stretta rete di collaborazioni e progetti di ricerca con un approccio strettamente multidisciplinare. Molti progetti di ricerca sono condotti in collaborazione con istituzioni universitarie, enti di ricerca internazionali e nazionali, e in collaborazione con partner industriali.

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE - DII

Via Sommarive, 9
Edificio "Polo Ferrari 2" (Povo 2)
38123 Povo, Trento
<http://www.unitn.it/dii>

Direttore

Dario Petri

Segreteria

tel. +0461 282500



La Scuola di Dottorato ai tempi del COVID

Gian-Franco Dalla Betta



Gian-Franco Dalla Betta

Coordinatore Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

La Scuola di Dottorato Internazionale in *Materials, Mechatronics and Systems Engineering* (MMSE) è attiva presso il DII dall'anno accademico 2013-2014 (29° ciclo) con l'obiettivo di formare figure professionali altamente qualificate, in grado di assumere ruoli di responsabilità di ricerca, progettazione e produzione in settori tecnologicamente avanzati dell'ingegneria industriale. Per conseguire il titolo, gli studenti devono completare un programma triennale con la guida di un supervisore e, in alcuni casi, di uno o più co-supervisori, e acquisire 180 crediti formativi: 40 crediti da attività didattiche (corsi istituzionali, seminari, scuole estive ed invernali, tirocini formativi, ecc.) e 140 crediti da attività di ricerca. Questi ultimi derivano dallo svolgimento di un progetto di ricerca, che può spaziare da argomenti di base ad altri più applicativi, nelle aree disciplinari presenti in Dipartimento: Scienza e Ingegneria dei Materiali, Sistemi Meccanici e Meccatronics, Sistemi Elettronici e Microelettronici, Ricerca Operativa.

Anche grazie alle risorse impegnate nell'ambito del progetto del *Dipartimento di Eccellenza*, la Scuola di Dottorato è cresciuta molto negli ultimi anni, sia come numerosità degli studenti che come dimensione internazionale, da vari punti di vista. Degli oltre 70 studenti attualmente iscritti, alcuni dei quali all'inizio del loro percorso (36° ciclo), altri prossimi alla conclusione (32° e 33° ciclo), oltre il 35% è straniero; sono aumentate le esperienze di ricerca all'estero; alcuni partner di università straniere sono coinvolti come co-supervisori delle attività di ricerca, e sono anche stati attivati nuovi percorsi di doppio titolo (co-tutela). La figura di copertina illustra proprio le collaborazioni della Scuola con Atenei e Centri di Ricerca stranieri.

La pandemia da COVID-19 che tanto ha cambiato le nostre vite nell'ultimo anno ha avuto ovviamente un impatto importante anche sulla Scuola di Dottorato, costringendo ad affrontare in modo diverso molti aspetti delle normali attività. In particolare, si sono svolte a distanza tutte le attività gestionali e organizzative, tutte le lezioni e gli esami, comprese le discussioni finali delle tesi. La maggior parte dei periodi all'estero in programma si sono dovuti purtroppo rinviare, o addirittura cancellare in qualche caso. Soprattutto le attività di ricerca in laboratorio hanno subito gli effetti delle misure restrittive messe in atto per arginare i contagi. Dopo oltre due mesi di chiusura totale durante il lockdown di primavera, dalla fine di maggio 2020 si è gradualmente ripristinato l'accesso dei dottorandi ai laboratori, introducendo dei turni e riorganizzando dove necessario gli spazi di lavoro per garantire la massima sicurezza. Nonostante le difficoltà ed il clima di incertezza che contraddistingue questo periodo, gli studenti non si sono persi d'animo e hanno portato avanti il loro lavoro con determinazione, dimostrando notevoli capacità di adattamento. Con il loro fondamentale contributo, la ricerca del DII non si è fermata.

Questo numero del DII News è dedicato ai progetti degli studenti del 33° ciclo che si stanno avviando al completamento del loro percorso e discuteranno la loro tesi nel 2021. La pandemia ha condizionato il loro terzo anno di dottorato, ma non gli ha impedito di concretizzare gli obiettivi della ricerca in vista del traguardo finale. Vogliamo cogliere nei risultati che hanno faticosamente raggiunto un segno di speranza per un ritorno alla normalità che tutti auspichiamo sia imminente.



Dottorandi nei laboratori di Caratterizzazione e di Meccatronica.



Effetto del contributo di filler a base grafene in rivestimenti cataforetici organici protettivi



Massimo Calovi

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Massimo Calovi

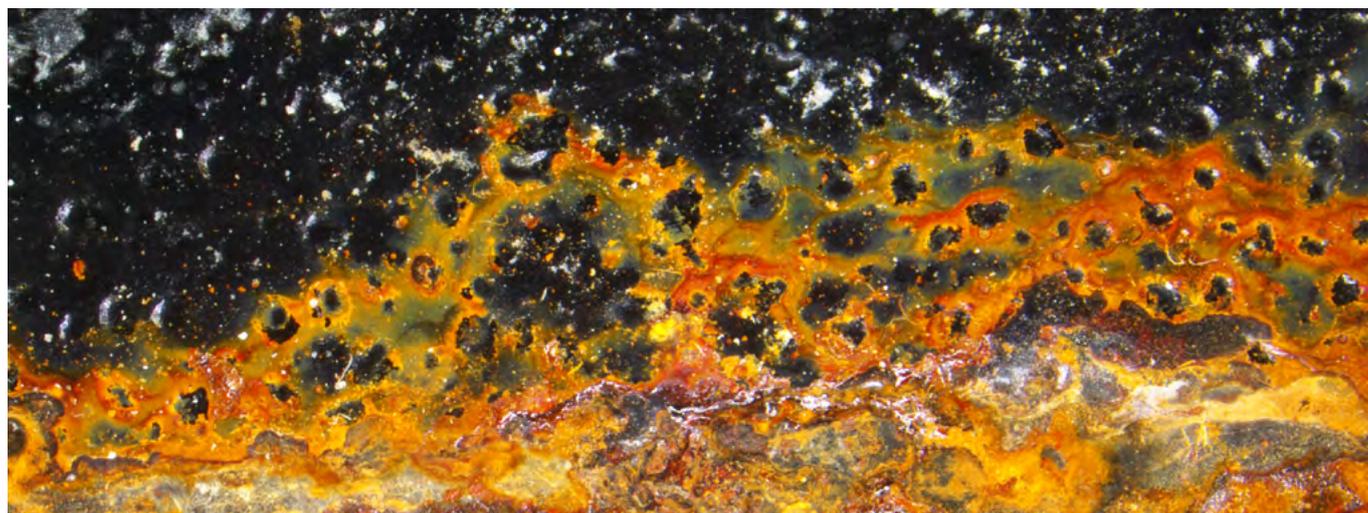
Titolo tesi	<i>Effect of contribution of graphene-based filler in cathoretic organic protective coatings</i>
Relatore	Stefano Rossi
Correlatori	Flavio Deflorian, Sandra Dirè, Riccardo Ceccato
Collaborazioni	Gerald Frankel - Fontana Corrosion Center, Ohio State University - Columbus, OH, USA
Area di ricerca	Rivestimenti multifunzionali, rivestimenti per la protezione dalla corrosione, filler rinforzanti a base grafene

L'attività di ricerca è stata focalizzata sull'utilizzo di filler a base grafene per la deposizione di rivestimenti cataforetici compositi multifunzionali per la protezione dalla corrosione. Il progetto ha sfruttato l'innovativa sinergia tra processo di elettrodeposizione, le ottime capacità protettive dei layer cataforetici e le eccezionali proprietà del grafene.

Inizialmente è stato effettuato uno studio preliminare, a verifica della effettiva possibilità di ottenere dei benefici dall'aggiunta di 'flakes' (scagliette) di grafene in rivestimenti cataforetici a matrice polimerica. Poiché è stata osservata una forte tendenza del grafene ad agglomerare quando inserito in matrici organiche, è stato necessario sottoporre le flakes a processi di conversione superficiale, per migliorarne la distribuzione all'interno del rivestimento, con conseguente diminuzione di difettosità del layer composito. Ho quindi studiato trattamenti di ossidazione del grafene, che potessero rappresentare valide alternative al complesso metodo di Hummer, e successivi processi di funzionalizzazione del 'grafene ossido' mediante organosilani di diversa natura. Caratterizzando le varie tipologie di polveri ottenute, mediante diverse tecniche di spettroscopia, ho potuto assimilare il reale processo di grafting del silano sulle flakes di grafene ossido e determinare il miglior materiale per la loro funzionalizzazione.

La fase successiva della ricerca ha riguardato l'ottimizzazione del processo di deposizione dei rivestimenti, in termini di tensione applicata tra anodo e campione (catodo), e la definizione della miglior quantità di flakes di grafene ossido funzionalizzato da aggiungere al bagno cataforetico per ottenere le migliori performance dal filler rinforzante. Le flakes di grafene ossido funzionalizzato con silano hanno dimostrato di poter migliorare notevolmente la capacità di protezione dalla corrosione di rivestimenti acrilici, mediante efficace effetto barriera contro l'assorbimento di acqua e ioni aggressivi nei confronti del substrato metallico.

Infine, ho realizzato rivestimenti doppio-layer multifunzionali, costituiti da primer cataforetico e top-coat a spruzzo, entrambi a matrice acrilica. Il primer è stato realizzato con la principale funzione di proteggere il substrato metallico, grazie all'aggiunta delle flakes di grafene ossido funzionalizzato, sulla base dei precedenti risultati. Nella formulazione del top-coat a spruzzo, invece, è stata inserita un'elevata quantità di polvere di grafene, in modo da incrementare le proprietà di conducibilità e di resistenza all'abrasione del layer superficiale. I filler a base grafene, quindi, hanno mostrato interessanti proprietà che possono essere sfruttate nella realizzazione di rivestimenti che non solo offrano adeguata protezione al substrato metallico, ma che possiedano multi-funzionalità, sempre più richieste in un mercato in continua evoluzione.



Top-view di rivestimento cataforetico acrilico contenente filler a base di grafene ossido funzionalizzato, osservato allo stereomicroscopio in seguito ad esposizione prolungata in atmosfera aggressiva. Dettaglio di un difetto artificiale con conseguente sviluppo di prodotti di corrosione.

Agente per la guida autonoma basato sulle teorie della simulazione

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Riccardo Donà



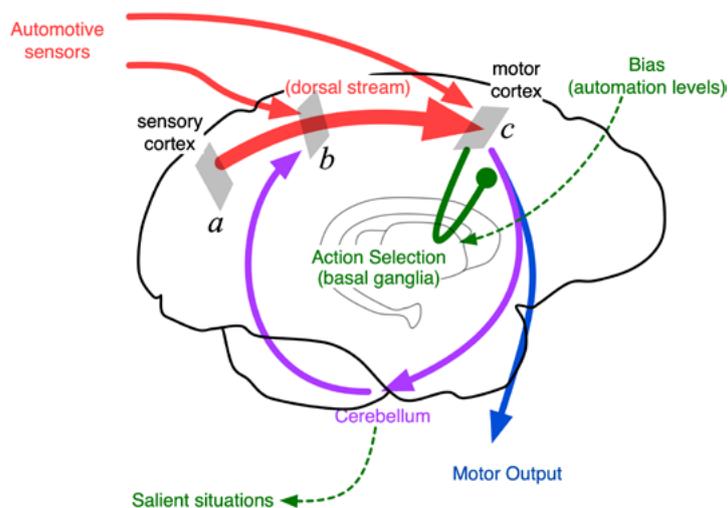
Riccardo Donà

Titolo tesi	<i>Agent for Autonomous Driving based on Simulation Theories</i>
Relatore	Mauro Da Lio
Correlatore	Francesco Biral
Collaborazioni	Partners progetto europeo Dreams4Cars
Area di ricerca	Autonomous Driving & Artificial Intelligence

La mia attività di ricerca è stata volta allo sviluppo di nuovi approcci nella sintesi di agenti per la guida autonoma. Nello specifico, il progetto Dreams4Cars - a cui ho lavorato - si prefigge la creazione di un pilota artificiale, chiamato “Co-driver”, in grado di ricostruire i momenti di guida più rilevanti e di ottimizzare di conseguenza le sue capacità di guidare il veicolo. Il progetto di ricerca ha visto la partecipazione, oltre alla coordinatrice Università di Trento, di tre Università straniere e di due centri di ricerca: il Centro Ricerche FIAT di Torino e il DFKI di Brema.

Le capacità dell'agente di ricostruire i momenti più critici della guida passano attraverso la realizzazione di un meccanismo ispirato al sogno negli animali. Nella fattispecie, alcune teorie sostengono che sognare permetta di creare una sorta di ambiente di simulazione in cui ci si possa esercitare in maniera sicura in situazioni altrimenti molto improbabili da incontrare nella vita reale. La creazione di questi ambienti di simulazione avviene ricombinando elementi della realtà che hanno provocato reazioni per l'appunto “salienti” nell'agente artificiale.

Dovendo replicare funzioni biologiche, lo sviluppo del software è stato basato su modelli computazionali del cervello umano come in figura.



In particolare abbiamo replicato il funzionamento della “dorsal stream”, ovvero la parte del cervello adibita alla creazione delle potenziali azioni a partire dai dati sensoriali. Inoltre abbiamo introdotto meccanismi di scelta delle azioni basati sul funzionamento dei gangli basali. Infine il cervelletto è stato implementato come un software basato su reti neurali in grado di imparare modelli inversi e diretti della dinamica del veicolo.

Le idee proposte non si sono limitate alla ricerca speculativa ma sono state implementate su due veicoli dimostrativi che hanno percorso un tracciato in modalità autonoma in presenza di revisori dalla Commissione Europea. Il progetto è stato inoltre un'occasione di crescita unica in quanto ho avuto la possibilità di assistere e di presentare ai più importanti convegni mondiali nell'ambito della guida autonoma e dell'intelligenza artificiale ed inoltre di mettere piede dentro le mura di Waymo e NVIDIA.

I risultati della attività di ricerca sono di interesse sia industriale che accademico. Da un punto di vista industriale, la capacità di estrarre gli scenari di guida più rilevanti in modo automatico e di poter rieseguire variazioni dello stesso, rappresenta un metodo molto efficiente di validare un agente di guida autonoma rispetto ai metodi tradizionali che richiedono milioni di chilometri. In ambito accademico il progetto ha condotto alla realizzazione di pubblicazioni di rilievo sia in sede di conferenza che su rivista. Inoltre è stato un'occasione proficua per allacciare collaborazioni con altre Università e centri di ricerca sia in Europa che nel resto del mondo.

Sensori flessibili nanostrutturati per radiazione mista

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Matteo Favaro



Matteo Favaro

Titolo tesi	<i>Nanostructured flexible radiation sensors</i>
Relatore	Alberto Quaranta
Correlatore	Lucio Pancheri
Collaborazioni	INFN - Progetti ELOFLEX e FIRE
Area di ricerca	Fisica applicata, Nanomateriali

L'attività di ricerca è focalizzata sulla produzione di rivelatori di radiazione a scintillazione flessibili. Il passaggio da sistemi tradizionali, basati su cristalli di silicio, a detector flessibili rappresenta una grande sfida. I vantaggi dei sensori flessibili sono numerosi, primo tra tutti la possibilità di adattarsi a superfici dalle forme più disparate. Rivelatori di questo tipo possono essere utilizzati in diversi settori, primo fra tutti quello medicale, dove possono essere usati per misurare in maniera efficace e veloce le dosi utilizzate per i trattamenti radioterapici dei tumori. I rivelatori flessibili possono adattarsi alla pelle o essere inseriti nelle zone di trattamento per misurare in continuo la dose di radiazione rilasciata sull'organo.

Anche se la presenza di catene carbonio-idrogeno pone una serie di limiti alla sensibilità, l'uso di polimeri come base per questi sensori riduce sensibilmente il peso ed il costo di produzione. Per aggirare il problema il nostro gruppo di ricerca utilizza matrici a base silconica, ottenendo sistemi trasparenti, molto flessibili, resistenti alla radiazione e bio-compatibili. Allo scopo di convertire l'energia della radiazione in luce, è necessario caricare le matrici con componenti "attivi". Fra questi, l'ossido di zinco (ZnO) nanostrutturato rappresenta un'alternativa economica: è facile da maneggiare, non ha problemi di tossicità nell'uso e nella produzione e permette di ottenere buone prestazioni con un'ampia gamma di radiazioni incidenti. In particolare, la forma ricca in zinco (ZnO:Zn) consente la rivelazione di radiazione ultravioletta (UV), raggi X, particelle alfa, raggi gamma e protoni. Uno studio sistematico sul grado di riduzione ottenuto con trattamento termico in atmosfera riducente ad alta temperatura ha permesso di individuare le condizioni ideali per massimizzare le prestazioni di scintillazione.

A valle di questo studio, le polveri ridotte di ossido di zinco sono state incorporate in resina silconica (poli-dimetil-silossano) in modo da formare una struttura multi-strato composta da una guida di luce trasparente ed uno stato sottile (pochi decimi di millimetro) caricato al 20% in peso di ZnO:Zn. Questi detector sono stati testati con diverse tipologie di radiazioni, ionizzanti e non-ionizzanti, rispondendo con un'intensa fluorescenza verde. In alternativa, la polvere di ossido di zinco è stata incorporata in un polimero ottenuto per polimerizzazione mediante plasma atmosferico. Il precursore liquido, l'n-esano, è stato flussato in una torcia al plasma atmosferico congiuntamente con un aerosol di particelle di ZnO. L'azione altamente energetica del plasma ha permesso di spezzare la molecola dell'esano in radicali e di ottenere, su un substrato di silicio monocristallino, una dispersione di particelle di ZnO incapsulate in polimero sottoforma di film sottile. L'incapsulamento in polimero dell'ossido di zinco è risultato molto efficace, con un aumento della fluorescenza grazie alla passivazione dei difetti superficiali. Infine, la torcia al plasma è stata anche utilizzata per la produzione di particelle e film sottili di ossido di zinco partendo sempre da precursori liquidi, quali acetato di zinco, dimostrando un'elevata versatilità ed una buona riproducibilità.



Serie dei fosfori ridotti (ZnO:Zn) inglobati in resina silconica eccitati con luce UV (sinistra), test di flessibilità sui multi-strato (destra).

Rivestimenti protettivi smart a base di idrossidi a doppio strato

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Muhammad Ahsan Iqbal



Muhammad Ahsan Iqbal

Titolo tesi	Rivestimenti protettivi smart a base di idrossidi a doppio strato
Relatore	Michele Fedel
Collaborazioni	Università del Connecticut USA
Area di ricerca	Sistemi multifunzionali per la protezione contro la corrosione

Il lavoro si pone come obiettivo quello di studiare una nuova generazione di rivestimenti intelligenti multifunzionali per la protezione delle leghe di alluminio della classe AA6XXX. In particolare sono stati analizzati dei rivestimenti ottenuti per conversione chimica dell'alluminio tali da promuovere la formazione di un layer di idrossidi a doppio strato (LDH). Tali rivestimenti, caratterizzati da un punto di vista chimico-fisico ed elettrochimico, sono stati quindi funzionalizzati per ottenere superfici idrofobiche ad elevata resistenza a corrosione.

Le strategie di protezione della corrosione dell'alluminio e delle sue leghe hanno un ruolo fondamentale per incrementare la vita utile di strutture e manufatti. Per anni sono stati utilizzati estensivamente prodotti a base di cromo esavalente, in grado di assicurare elevata durabilità ed una certa azione di 'self-healing'. Tuttavia, il cromo esavalente è un composto tossico e cancerogeno e, di conseguenza, l'Unione Europea ne ha gradualmente vietato l'utilizzo, fino a giungere a bandirne definitivamente l'uso nel 2017. Per tali ragioni si è reso necessario sviluppare sistemi di protezione a minor impatto ambientale, al fine di funzionalizzare opportunamente la superficie dell'alluminio e fornire sufficiente stabilità chimica ed elettrochimica contro l'ambiente aggressivo. L'intento dell'attività di ricerca è quello di indagare le potenzialità di rivestimenti a base di "Layered double idrossido (LDHs)" per la protezione della lega AA6082, a cui finora non è stata prestata molta attenzione, pur essendo di rilevante interesse industriale. Gli idrossidi a doppio strato (LDH) sono composti che mostrano una microstruttura peculiare che oltre ad essere facilmente funzionalizzabile è altresì in grado di proteggere il metallo contro la corrosione.

Nel lavoro in oggetto ci si è focalizzati sullo sviluppo di sistemi anti-corrosione stabili a lungo termine che possiedano altresì funzioni aggiuntive quali self-healing ed elevata idrofobicità. In particolare sono stati studiati dei sistemi LDH in grado di rilasciare autonomamente degli inibitori di corrosione per prolungare la vita utile del sistema di protezione e, quindi, dell'intero componente. Diversi sistemi LDH sono stati sviluppati nel presente lavoro, tutti ottenuti direttamente per conversione chimica sul substrato di alluminio: MgAl-LDH, ZnAl-LDH, NiAl-LDH, CaAl-LDH. Le caratteristiche strutturali e microstrutturali dei diversi sistemi oggetto di studio sono state correlate con le proprietà elettrochimiche e, quindi, con la resistenza a corrosione.

L'effetto della temperatura sulle strutture ottenute è stato altresì oggetto di studio: tramite calcinazione di MgAl-LDH è stato possibile

modificare significativamente la struttura in termini di spaziatura basale, anioni intercalati e degli effetti sulle proprietà di resistenza alla corrosione. I rivestimenti sviluppati sono stati quindi funzionalizzati tramite grafene e l'interazione con la struttura LDH è stata oggetto di analisi approfondita. È emersa così la capacità del grafene di modificare le proprietà di barriera dei rivestimenti LDH migliorando il livello di protezione dalla corrosione. Le strutture LDH sviluppate sono state quindi modificate con ioni cerio al fine di sviluppare rivestimenti che fossero in grado di auto-ripararsi in caso di danneggiamento o innesco di un fenomeno corrosivo.

La parte finale del lavoro ha avuto come oggetto la funzionalizzazione dei rivestimenti LDH con molecole in grado di conferire proprietà super idrofobiche per ottenere film LDH multifunzionali e con proprietà di resistenza alla corrosione migliorate. Il risultato finale è quello di aver sviluppato un sistema di protezione per le leghe di alluminio in grado di (i) promuovere scambio ionico per intrappolare ioni aggressivi, (ii) proteggere il metallo sottostante per effetto barriera, (iii) garantire un effetto auto-riparatore grazie alla presenza di ioni cerio nella struttura e (iv) avere caratteristiche di super-idrofobicità tali da prolungare la durabilità del rivestimento e conferire proprietà auto-pulenti.

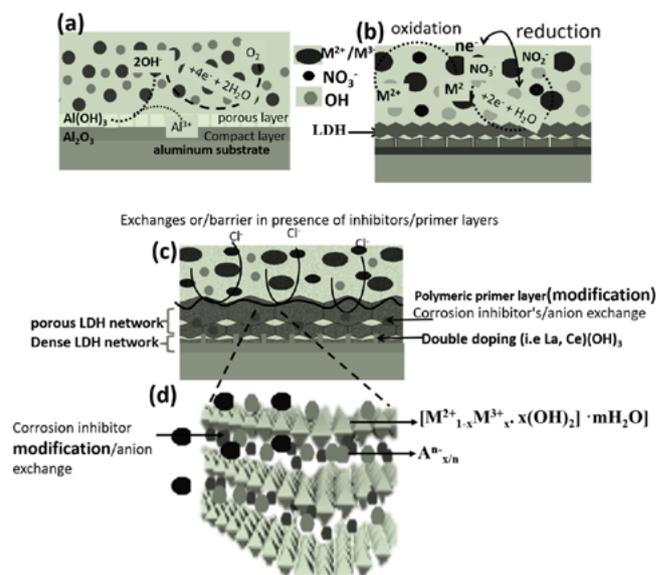


Figure a, b, c: procedure di sintesi di LDH, crescita in situ e possibili approcci di modifica. Figura d: rappresentazione generale di una struttura LDH.

Materiali innovativi per sistemi frenanti in ambito aeronautico

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Priyadarshini Jayashree



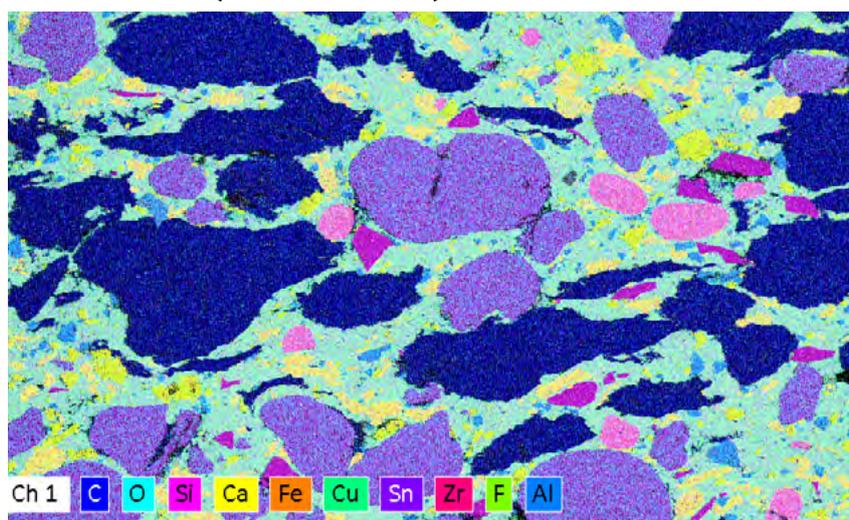
Priyadarshini Jayashree

Titolo tesi	<i>Tribological Studies of Advanced Materials for Aerospace Braking Applications</i>
Relatore	Giovanni Straffelini
Correlatore	Cinzia Menapace
Collaborazioni	Brembo S.p.A., Italy
Area di ricerca	Tribology, friction and wear of MMCs, ceramics, steel and coatings

I materiali impiegati nei sistemi frenanti di aeroplani devono soddisfare una serie di requisiti come: elevata rigidità, alta stabilità termica e chimica, un coefficiente di attrito stabile, e un'elevata resistenza all'usura. In tale ottica appare sempre più importante lo sviluppo di materiali innovativi da impiegare in questi sistemi, così da garantire le elevate prestazioni richieste.

L'obiettivo dell'attività di ricerca è stato di studiare le proprietà tribologiche di diverse combinazioni di materiali (sia materiali d'attrito che dischi freno) destinati ad applicazioni aeronautiche. In particolare, si è voluto identificare il migliore accoppiamento attraverso lo studio di materiali esistenti e lo sviluppo di materiali innovativi, e sviluppare una metodologia per studiare i meccanismi di attrito e usura.

I materiali d'attrito analizzati sono stati innanzitutto i compositi a base di Cu-Sn (si veda la sezione trasversale mostrata nella figura) e a base di Cu-W, e i compositi a base SiC e grafite. Si sono studiati diversi antagonisti per la realizzazione dei dischi freno, tra i quali vari tipi di acciaio inossidabile e due tipi di rivestimenti in cermet (WC-CoCr e WC-FeCrAlY).



I materiali sono stati testati su un'apparecchiatura di prova di tipo "perno-contro-disco", a diverse velocità di strisciamento, pressioni di contatto e temperature; i parametri di prova sono stati scelti per simulare le condizioni di frenata reali. Gli accoppiamenti sono stati studiati monitorando il coefficiente di attrito, l'usura e il danneggiamento delle superfici usurate. Le superfici usurate sono state studiate con tecniche SEM/EDS/XRD per comprendere la natura, la composizione e l'estensione dello strato tribologico sulle superfici e i suoi effetti sui meccanismi di attrito e usura.

Dalle indagini condotte è stato osservato il ruolo predominante del trasferimento di frammenti di ferro dal disco antagonista, i quali svolgono un'azione positiva sulle prestazioni di attrito e usura del sistema. Ciò ha fornito la motivazione per esaminare l'effetto dell'aggiunta di particelle di ferro nel materiale d'attrito sviluppando nuovi tipi di compositi. Quindi, sono state prodotte due diverse classi di compositi innovativi con quantità variabili di rame e ferro. Tali materiali sono stati prodotti mediante il processo di sinterizzazione convenzionale e il processo di Spark Plasma Sintering (SPS). Lo studio ha mostrato che, sebbene l'aggiunta di Fe sia efficace per ridurre l'usura del sistema, i materiali d'attrito richiedano un contenuto di rame ottimizzato, per mantenere le altre proprietà richieste. È stata infine studiata anche l'emissione in ambiente dei prodotti di usura che contribuisce all'inquinamento dell'aria da polveri sottili. Si è visto come l'uso di dischi rivestiti con cermet permetta un abbattimento notevole delle emissioni. Tuttavia, il contenuto di rame nei materiali d'attrito va ridotto al minimo visto che questo elemento è considerato nocivo.

Sono convinta che risultati di questo studio possano avere ricadute importanti per quanto riguarda i sistemi frenanti che richiedano alte prestazioni: i sistemi usati per aeroplani, ma anche per treni e speciali biciclette da corsa.

Caratteristiche metallurgiche e meccaniche di strutture cellulari fabbricate per manifattura additiva



Sunil Raghavendra

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Sunil Raghavendra

Titolo tesi	<i>Metallurgical and Mechanical Properties of Additively Manufactured Cellular Structures</i>
Relatore	Matteo Benedetti
Correlatore	Alberto Molinari
Collaborazioni	Lincotek Medical, Trento, Italy
Area di ricerca	Additive manufacturing, cellular materials, static and fatigue testing

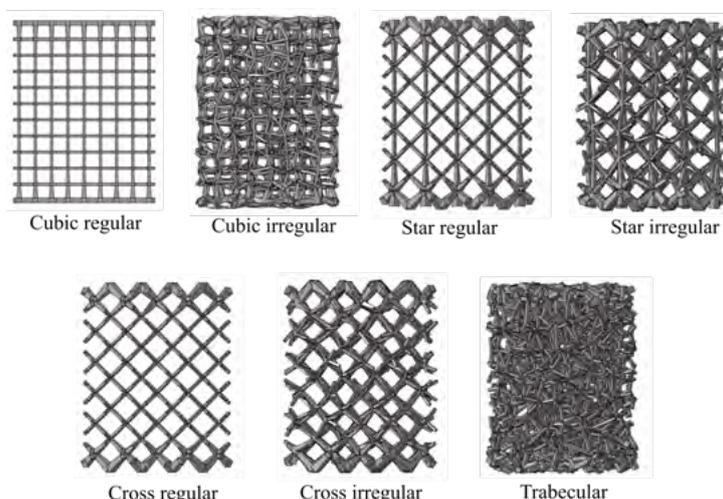
Lo sviluppo del processo di manifattura additiva come la Laser Powder Bed Fusion (LPBF) ha reso possibile la progettazione e realizzazione di impianti biomedicali porosi come alternativa agli impianti solidi rigidi. Tuttavia, le proprietà meccaniche delle strutture porose dovrebbero essere in linea con le proprietà dell'osso circostante per una migliore prestazione. A seconda della posizione, gli impianti subiscono continui carichi statici e di fatica durante il loro funzionamento. Quindi è importante conoscere le loro proprietà a fatica in modo da sviluppare strutture cellulari con bassa rigidità ed alta resistenza.

Lo scopo principale dello studio è stato quello di comprendere le proprietà metallurgiche e meccaniche dei materiali cellulari in lega di titanio (Ti6Al4V) e di adattare la loro rigidità a seconda dell'applicazione in impianti biomedicali. Lo studio consiste di due parti, la caratterizzazione meccanica di diverse strutture cellulari e l'analisi metrologica di strutture porose basate su celle con architettura cubica. La caratterizzazione meccanica è stata effettuata inizialmente per tre topologie cellulari (cubica regolare, cubica irregolare e trabecolare) a tre livelli di porosità testandole sotto carico di trazione e compressione. I risultati hanno indicato che le nuove prove di trazione impiegate possono essere utilizzate come alternativa alla prova di compressione convenzionale effettuata per le strutture cellulari. Inoltre, per comprendere le proprietà statiche e di fatica, sono state testate sette diverse topologie: tre configurazioni regolari, tre configurazioni irregolari (ottenute da un disallineamento delle giunzioni) basate su cellule cubiche, a

stella e a croce, e la configurazione trabecolare (umana, basata su ossa trabecolari). I risultati hanno indicato che l'irregolarità delle strutture diminuisce la resistenza e la rigidità e ha un impatto maggiore sulle prestazioni a fatica rispetto al carico statico. L'irregolarità influenza le prestazioni delle strutture cellulari cubiche e a stella e ha un effetto trascurabile sui provini con architettura di cella a croce. I provini trabecolari hanno mostrato prestazioni eccellenti con un buon equilibrio tra resistenza, rigidità e durata a fatica. Le proprietà statiche indicano che tutte le topologie cellulari hanno una rigidità nell'intervallo 0,3 - 20 GPa, che le rende adatte per applicazioni biomedicali.

La parte successiva dello studio si è concentrata sull'effetto dell'orientamento della direzione di stampa sulle proprietà geometriche come lo spessore delle trabecole e il raggio di raccordo alla giunzione tra le trabecole. Lo studio è stato condotto su nove diversi campioni con tre diversi orientamenti rispetto alla direzione di stampa. L'obiettivo era quello di studiare la differenza tra lo spessore nominale (da disegno CAD) e reale (effettivamente fabbricato) delle trabecole. Un errore di circa il 20-40% è stato osservato tra la geometria nominale e quella reale. Sono stati sviluppati modelli CAD compensati sulla base dei risultati e i campioni sono stati nuovamente stampati, evidenziando una considerevole riduzione di tale errore (al di sotto del 10%).

Il risultato dell'attività di ricerca chiarisce l'effetto del processo LPBF sulle proprietà geometriche e aiuta il progettista nella scelta del materiale cellulare adatto per l'applicazione in impianti biomedicali.



Materiali avanzati per la rigenerazione neurale

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi



Sofia Santi

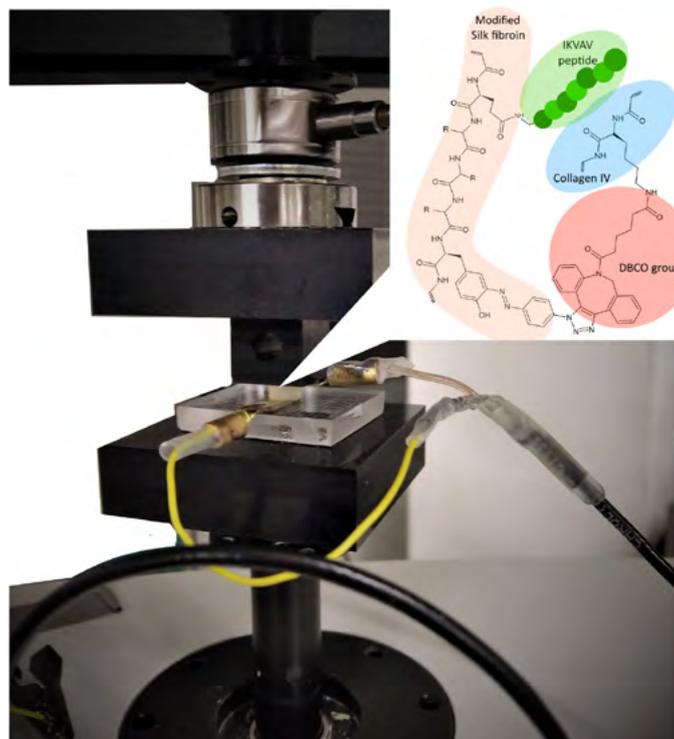
Sofia Santi

Titolo tesi	Materiali avanzati per la rigenerazione neurale
Relatore	Antonella Motta
Correlatori	Claudio Migliaresi, Nicola Pugno
Collaborazioni	Sandra Dirè, Emanuela Callone, Ines Mancini, Giorgio Speranza, Ilaria Corridori
Area di ricerca	Biomateriali per la rigenerazione del midollo spinale

Lo scopo della tesi è lo sviluppo di biomateriali per la rigenerazione del midollo spinale dopo una lesione (SCI). Inizialmente abbiamo investigato vari approcci finalizzati al trattamento in caso di SCI in sinergia tra di loro: stimolazione elettrica, terapia cellulare e ingegneria tissutale. In questi anni è stato sintetizzato un polimero a base di fibroina multifunionalizzato (BMS) con lo scopo di mimare l'interazione tra il nidogeno con il collagene di tipo 4 e la laminina presenti nella membrana basale. Il BMS sintetizzato consiste in una porzione della catena alfa della laminina, detta IKVAV, e nel collagene di tipo 4 covalentemente legati alla fibroina tramite reazione con EDC/NHS e di "click" rispettivamente. La fibroina è stata scelta come principale componente del BMS in quanto biocompatibile, versatile e non immunogenico. La soluzione acquosa di BMS è stata sonicata per la produzione di un idrogel che ricreasse un ambiente idoneo per l'adesione, proliferazione e differenziazione di staminali neurali in neuroni.

Nel periodo trascorso presso il laboratorio del Prof. Gilson della Jeonbuk National University, Corea del Sud, è stato sviluppato, invece, un materiale a base di gelatina/collagene di tipo 1 e acido ialuronico coniugati con fattori di crescita vascolari endoteliali (VEGF) per indurre la formazione di vasi sanguigni. L'angiogenesi indotta dal materiale è fondamentale per lo scambio di gas e nutrienti, e la sua combinazione con il BMS potrebbe migliorare ulteriormente la guarigione del tessuto spinale lesionato.

Con la dottoranda Ilaria Corridori, invece, stiamo attualmente indagando le proprietà piezoelettriche dei materiali sintetizzati quando sottoposti a deformazione. Questa proprietà aiuterebbe le cellule a sopravvivere e a sviluppare assoni più lunghi, come già dimostrato con altri materiali. La sinergia tra la specifica composizione chimica descritta ed eventuali proprietà piezoelettriche del materiale potrebbero aiutare a rigenerare il tessuto spinale in modo più efficace dei metodi attualmente utilizzati.



Sistema per test meccanici accoppiato ad un multimetro per la misura della variazione di potenziale elettrico all'interno di un idrogel a base di fibroina sottoposto a compressioni ripetute di 100 ms ogni 10 s.

Aggregazione in modelli decisionali di tipo multiagente e multicriterio: interazione, dinamica e ponderazione di massima entropia nell'ambito dell'integrazione di Choquet



Anastasia Stamatopoulou

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Anastasia Stamatopoulou

Titolo tesi	<i>Aggregation in multiagent and multicriteria decision models: Interaction, dynamics, and maximum entropy weights in the framework of Choquet integration</i>
Relatore	Silvia Bortot
Correlatore	Ricardo Alberto Marques Pereira
Area di ricerca	Ricerca Operativa

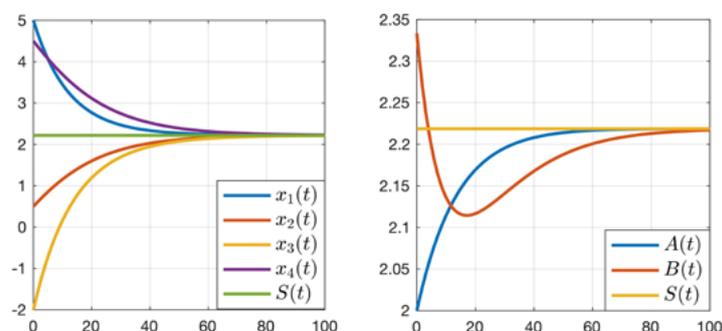
Una questione centrale nel contesto dei processi decisionali multicriteriali (MCDM), in cui le alternative sono valutate secondo diversi criteri che possono anche interagire tra loro, è quella dell'aggregazione. Un modello di aggregazione descrive lo schema matematico secondo il quale le valutazioni dei singoli criteri sono combinate in una valutazione aggregata di ogni alternativa, tipicamente una forma generalizzata di media ponderata che produce una graduatoria multicriteriale delle alternative decisionali.

Il modello di aggregazione dell'integrazione di Choquet è stato la base metodologica della mia ricerca nell'ambito del dottorato MMSE, nell'area di Ricerca Operativa. L'integrazione di Choquet costituisce un'interessante generalizzazione sia della media ponderata classica che della media ponderata ordinata, due istanze fondamentali della media ponderata.

Il meccanismo di ponderazione di un integrale Choquet viene generato dalla sua capacità, una funzione che assegna un valore di capacità nell'intervallo unitario a ciascuno dei possibili sottoinsiemi di criteri, con alcune regole di base: capacità nulla per l'insieme vuoto e capacità unitaria per l'intero insieme, più un vincolo di monotonia di tipo insiemistico. Pur rispettando questo quadro normativo, l'ampio margine di discrezionalità nella configurazione di una capacità consente al corrispondente modello di aggregazione dell'integrale Choquet di essere sufficientemente ricco e flessibile da codificare delle eventuali interazioni (anche complesse) tra criteri, costituendo così un paradigma di aggregazione multicriteriale molto interessante ed espressivo.

Nell'ambito dell'integrazione di Choquet, una capacità additiva genera una media ponderata classica, mentre una capacità simmetrica (non additiva) genera una media ponderata ordinata. Inoltre, in generale, ad ogni capacità di Choquet (non additiva) è associata una media ponderata naturale i cui pesi corrispondono ai cosiddetti indici di Shapley dei singoli criteri. Questa media ponderata naturale, il cui modello di aggregazione tiene conto delle interazioni tra i criteri, è detta media di Shapley.

Questi tre fondamentali tipi di media ponderata, ognuno dei quali ha svariati campi applicativi, costituiscono gli elementi di base attorno ai quali si è sviluppato il lavoro di ricerca presentato nella mia tesi di dottorato. Il materiale di ricerca copre essenzialmente due argomenti principali: (I) modelli lineari di dinamica consensuale in sistemi interattivi multicriteriali (oppure multiagente), che convergono a vari tipi di aggregazione tramite media ponderata, compresa la media di Shapley e la sua forma enfatizzata, la media cosiddetta superShapley; (II) ottimizzazione non-lineare vincolata dell'entropia nel contesto delle medie ponderate ordinate, sia nel caso della classica entropia di Shannon, con riferimento alla scomposizione binomiale del meccanismo di ponderazione, sia nel caso più generale dell'entropia di Tsallis.



Le opinioni individuali $x_i(t)$ e le opinioni aggregate dalla media classica $A(t)$, dalla media ponderata ordinata $B(t)$ e dalla media di Shapley $S(t)$, nell'ambito della dinamica consensuale di tipo omogeneo.

Sistemi di assistenza alla guida bio-ispirati, cooperativi e basati su tecnologie emergenti di infrastrutture



Giammarco Valenti

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Giammarco Valenti

Titolo tesi	<i>Bio-inspired Driver assistance systems with new embedded road sensors</i>
Relatore	Francesco Biral
Correlatore	Mauro Da Lio
Collaborazioni	European project SafeStrip, Guest student at Universität der Bundeswehr München
Area di ricerca	Driver modelling and intention prediction, Cooperative ADAS systems, Connected autonomous vehicles

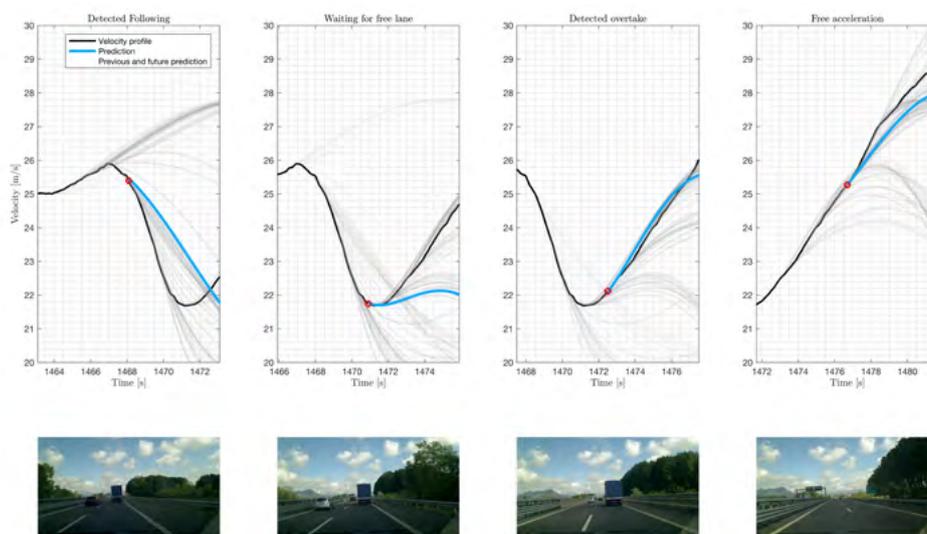
L'attività di ricerca inizia con la predizione delle intenzioni di guida attraverso un modello bio-ispirato chiamato CoDriver. Il CoDriver è un modello sviluppato dall'Università di Trento e portato avanti nella mia ricerca principalmente per la predizione delle intenzioni. Il CoDriver è basato su diversi modelli di comportamento sviluppati nell'ambito delle neuroscienze: La "simulation theory of cognition" modella il processo cognitivo come una serie di azioni dove l'interazione con l'ambiente viene simulata in base all'esperienza pregressa.

Infatti il CoDriver modella la guida simulando una serie di possibili manovre e ne sceglie una sulla base di un criterio di merito, incentrato sulle conseguenze della manovra. La scelta della manovra avviene attraverso un modello di gangli basali, una componente del cervello che si occupa di scelta delle azioni motorie. Le manovre utilizzate sono traiettorie e profili di velocità che minimizzano la derivata dell'accelerazione (il jerk), calcolate mediante controllo ottimo indiretto.

Attraverso questo modello viene effettuata anche la predizione delle intenzioni e viene scelta l'azione più simile a quella che il driver sta compiendo. Per mezzo di questo concetto ("mirroring") le intenzioni si possono stimare come obiettivi della manovra selezionata.

Una consistente parte del mio lavoro è stata il progetto Europeo SafeStrip che riguarda lo sviluppo di un'infrastruttura su strada composta da sensori (Strip). Mi sono occupato dello sviluppo degli ADAS (Advance Driving Assistance System) basati sul CoDriver, che utilizzano l'infrastruttura di SafeStrip per interagire con i guidatori e migliorare la sicurezza in diversi scenari critici, come per esempio lavori in corso, passaggi a livello, attraversamenti pedonali e incroci.

Il CoDriver ha il compito di capire se il driver sta prendendo le giuste misure di sicurezza per evitare il pericolo, piuttosto che prenderne le intenzioni precise e interagisce con i guidatori attraverso un'interfaccia grafica disponibile su schermo o su uno smartphone. L'interazione avviene attraverso dei warning basati sul CoDriver che è parametrizzato e può essere personalizzato in base allo stile di guida del driver, per migliorare l'accettazione del sistema da parte degli utilizzatori stessi. Inoltre, in collaborazione con l'università del Bundeswehr di Monaco, ho sviluppato un metodo di coordinazione ottima tra CAV (connected autonomous vehicles) basata sul Mixed Integer Nonlinear Programming. Si è sviluppato un approccio flessibile e veloce (eseguibile in tempo reale) con una cooperazione di tipo centralizzata, possibile attraverso l'utilizzo di infrastrutture come SafeStrip e della comunicazione tra veicoli.



Esempi di predizione delle intenzioni sulla dinamica longitudinale. Il CoDriver riesce a prevedere la manovra e l'obiettivo della stessa.

Analisi delle prestazioni di un meccanismo critico per una applicazione spaziale durante la fase di volo



Davide Vignotto

Corso di Dottorato Materiali, mecatronica e ingegneria dei sistemi

Davide Vignotto

Titolo tesi	<i>Analysis of the in-Flight Performance of a Critical Space Mechanism</i>
Relatore	Daniele Bortoluzzi
Correlatore	Francesco Biral
Collaborazioni	ASI, OHB italia, AIRBUS Space and Defence
Area di ricerca	Meccanica Applicata, Modellazione Meccanica

La mia attività di ricerca è incentrata sull'analisi di un meccanismo, chiamato *grabbing positioning and release mechanism* (GPRM), utilizzato nella missione spaziale LISA Pathfinder dell'agenzia spaziale Europea, lanciata a fine 2015 e conclusa nel 2017. LISA Pathfinder è un dimostratore tecnologico della futura missione LISA, finalizzata all'osservazione delle onde gravitazionali dallo spazio e prevista per il 2034.

L'obiettivo della missione LISA Pathfinder è di dimostrare la capacità tecnologica di isolare da qualunque forza diversa dalla gravità planetaria, due masse cubiche in volo libero all'interno del satellite. Queste masse, che costituiscono gli elementi sensibili dei *gravitational reference sensors* (GRS), nelle fasi iniziali della missione sono vincolate e devono essere rilasciate in volo libero per inizializzare la *fase scienza*.

In questa fase, esse sono inseguite dal satellite con un livello di precisione elevatissimo, in modo da minimizzare i disturbi che influiscono sul loro moto relativo e garantire le prestazioni richieste dalla misura delle onde gravitazionali. Il meccanismo GPRM è progettato allo scopo di rilasciare la massa di prova in modo che abbia una velocità pressochè nulla (inferiore a 0.005 millimetri al secondo) rispetto al satellite. Solamente in questo modo il sistema che controlla la posizione ed assetto delle masse e del satellite è in grado di "catturarle" ed inizializzare la fase scientifica.

Durante la fase di rilascio (febbraio 2016), pur avendo inizializzato la fase scientifica, i meccanismi di entrambi i GRS hanno funzionato in modo inatteso. Si è quindi resa necessaria un'attività di testing e messa a punto di manovre di rilascio alternative, effettuate a fine missione.

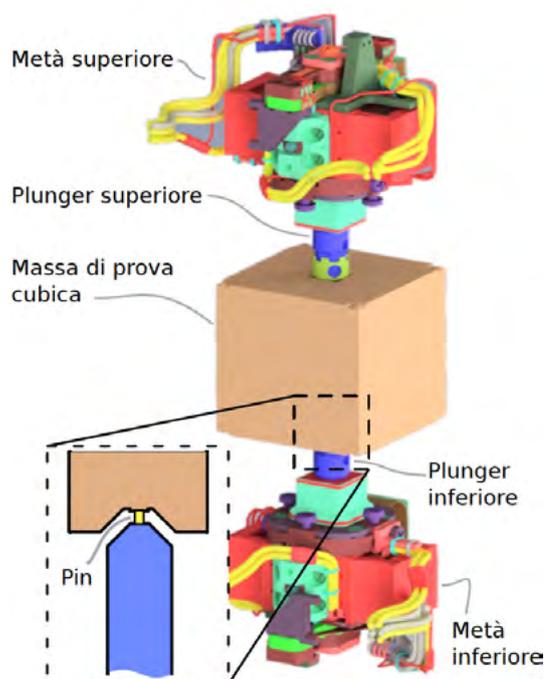
La mia attività consiste nell'analizzare sia le informazioni contenute nei dati di volo che i risultati dei test effettuati a terra mediante un setup sperimentale presso il laboratorio di Space Applications del DII, appositamente ideato per la qualifica del GPRM. L'obiettivo è quello di comprendere a fondo la dinamica del GPRM e più in generale della fase di rilascio delle masse di prova, intesa come un vero e proprio secondo "lancio" della missione. Si mira a minimizzare il rischio di funzionamenti anomali del meccanismo, caratterizzandone gli aspetti critici e formulando requisiti per il suo sviluppo per LISA.

Il GPRM è composto da due metà, che interagiscono meccanicamente con la massa di prova su due facce opposte. Il sottosistema dedicato al rilascio della massa è formato da due piccoli pin realizzati in lega oro-platino che vengono ritratti velocemente, per minimizzare l'impulso dovuto alla rottura dei legami adesivi tra le superfici a contatto.

Ogni pin è ospitato all'interno di un attuatore più grande, chiamato plunger, dedicato alla cattura e al centraggio della massa. Grazie alle attività di ricerca alle quali contribuisco, combinando i risultati dei test di volo e di quelli effettuati a terra, si è potuta ricostruire la dinamica di rilascio che ha causato comportamenti inattesi del meccanismo. Tra questi, si sono individuati degli urti tra plunger e massa che ne hanno perturbato la traiettoria di rilascio.

Le difficoltà principali di questa attività sono molteplici. Da un lato è necessario interpretare dati di volo forniti da un sensore progettato per misure di altro tipo (fase scienza). Dall'altro si lavora in un setup a terra cercando di massimizzare la rappresentatività delle condizioni di volo.

I prossimi passi dell'attività di ricerca mirano a costruire e validare un modello dinamico che permetta di capire quali migliorie si possono apportare al GPRM, senza stravolgerne il design, e di contribuire alla sua validazione.



I libri del DII

Aerospace alloys

Stefano Gialanella e Alessio Malandrucolo

Springer (2020)

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-24440-8>

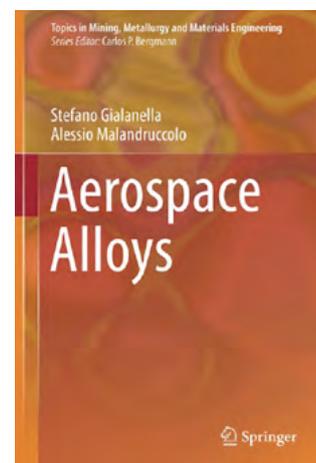
Questo libro nasce da una serie di lezioni tenute nell'ambito del corso *Aerospace Materials* per studenti del Master in Materials Engineering. In collaborazione con Alessio Malandrucolo, uno studente che aveva seguito il corso e che ora ne utilizza alcuni dei contenuti in ambito lavorativo, all'interno di un'importante realtà produttiva nazionale, abbiamo pensato di organizzare e ampliare il materiale per renderlo più fruibile sia a fini didattici sia di consultazione.

Il testo contiene un quadro aggiornato delle principali classi di materiali metallici impiegate in ambito aeronautico, sia per le strutture sia per i propulsori. Vengono inoltre presentati i materiali di futuro potenziale interesse per il settore aeronautico e aerospaziale, e anche di altri a questi collegati.

In particolare, vengono trattate le leghe leggere, a base alluminio, magnesio e titanio. Per queste ultime vengono discusse anche le leghe basate sulle fasi intermetalliche TiAl e Ti3Al, che rappresentano l'evoluzione più recente di questa importante classe di leghe. Le altre leghe considerate sono: gli acciai, con particolare riguardo per quelli speciali, le superleghe, le leghe rinforzate da dispersione di ossido, le leghe refrattarie e infine i compositi laminati. Di ciascun gruppo di materiali, vengono presentate le principali proprietà e aspetti tecnologici, incluse le tecniche di processo più impiegate.

Visto il ruolo essenziale nel settore, un capitolo viene dedicato ai sistemi di rivestimenti e uno alla corrosione a caldo. Nel testo viene altresì considerato l'impatto del risparmio energetico e aspetti ambientali collegati sullo sviluppo di nuovi materiali, questioni che hanno assunto un'importanza fondamentale nella progettazione di sistemi energeticamente più efficienti.

Il taglio dell'opera la rende adeguata sia quale supporto per studenti di scienza e ingegneria dei materiali sia come testo di riferimento per tecnici e ingegneri che operano nei campi dell'industria aerospaziale, metallurgica e della produzione di energia.



Titanium Dioxide (TiO₂) and its Applications

Francesco Parrino e Leonardo Salmisano

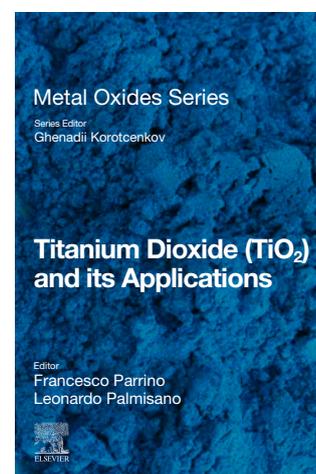
Elsevier (2020)

<https://www.elsevier.com/books/titanium-dioxide-tio2-and-its-applications/parrino/978-0-12-819960-2>

Il diossido di titanio (TiO₂) è tradizionalmente utilizzato nell'industria dei pigmenti. Circa il 95% delle vernici (bianche e colorate) contiene quest'ossido bianco dalle eccezionali proprietà ottiche, a cui conferisce alto effetto coprente e brillantezza. Inoltre la sua capacità di assorbire la radiazione UV ne fa uno dei principali componenti di creme solari e prodotti cosmetici, ma anche di materiali plastici e rivestimenti per usi esterni in cui l'azione di invecchiamento della luce solare deve essere minimizzata. Queste applicazioni industriali coprono buona parte del mercato globale.

Tuttavia l'interesse della comunità scientifica sui materiali a base di TiO₂ è cresciuta esponenzialmente negli ultimi decenni e ha dato vita a varie applicazioni avanzate in diversi settori quali la medicina, energia, catalisi, ottica, edilizia e risanamento ambientale. Per questo motivo, un approccio multi- e inter-disciplinare è stato utilizzato per descrivere il successo economico e scientifico di questo materiale. Questa scelta è in linea con le attuali esigenze di formazione di giovani studenti e dottorandi a cui si richiede capacità di risoluzione di problemi complessi spaziando criticamente tra diverse discipline.

Il libro introduce nella sua prima parte, i metodi di preparazione, le tecniche di caratterizzazione e le principali proprietà chimico-fisiche del TiO₂. Queste costituiscono la base delle sue applicazioni, che vengono descritte e discusse nei capitoli seguenti. Il libro presenta contributi di riconosciuti esperti nelle varie discipline ed è indirizzato ad un pubblico vasto ed eterogeneo di lettori nel campo della scienza dei materiali, chimica ed ingegneria, sia in ambito accademico che industriale.



I libri del DII

Biomimicked Biomaterials

Antonella Motta, Heung Jae Chun, Rui L. Reis, Gilson Khang

<https://www.springer.com/gp/book/9789811532610>

Bioinspired Biomaterials

Antonella Motta, Heung Jae Chun, Rui L. Reis, Gilson Khang

<https://www.springer.com/gp/book/9789811532573>

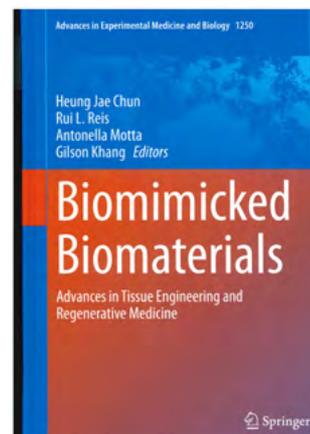
Nel 2019 abbiamo ricevuto un invito da parte della casa Editrice Springer per due libri su argomenti di nostro interesse, "*Biomimicked Biomaterials*" e "*Bioinspired Biomaterials*", per lo sviluppo di matrici per l'ingegneria dei tessuti e medicina rigenerativa, inseriti nella collana "Advances in Tissue Engineering and Regenerative Medicine". L'invito a svolgere il ruolo di editori è stato rivolto ad un gruppo di ricercatori di attività nel settore facenti parte di un consorzio internazionale: i professori Heung Jae Chun dell'Institute of Cell & Tissue Engineering, Department of Biomedical Sciences, The Catholic University of Korea (Corea del Sud), il prof. Rui L. Reis dell'Università di Minho (Portogallo), la prof.ssa Antonella Motta dell'Università di Trento, Dipartimento di Ingegneria Industriale e centro di Ricerca BIOtech, Trento (Italia) e il prof. Gilson Khang del Department of BIN Fusion Technology, Chonbuk National University (Corea del Sud).

Editare due volumi è un impegno considerevole, che necessita mesi di lavoro, un forte interesse per l'argomento e soprattutto la raccolta di contributi da autori diversi richiede la selezione di esperti riconosciuti nel campo interdisciplinare della medicina rigenerativa. I volumi saranno di valore per tutti gli interessati alla medicina rigenerativa basata sui biomateriali. Abbiamo accettato questo impegno con grande entusiasmo e i due volumi sono stati dedicati al prof. Claudio Migliaresi, come segno di riconoscenza per l'eccellente lavoro svolto in ambito tecnologico biomedico e contributo nel settore riconosciuto a livello internazionale.

Il progetto sul quale ci siamo mossi nel disegnare l'indice dei due volumi, "*Biomimicked Biomaterials*" e "*Bioinspired Biomaterials*", è la coniugazione di polimeri di origine naturale, approcci biomimetici e tecnologie avanzate di fabbricazione per progettare strategie di avanguardia nello sviluppo di dispositivi da utilizzare nell'ingegneria dei tessuti e nella medicina rigenerativa.

Il primo volume, dedicato ai biomateriali biomimetici, discute il ruolo di vari nuovi idrogel nella medicina rigenerativa, la possibilità di controllo del destino delle cellule staminali da parte di biomateriali biomimetici, le risposte cellulari ai materiali per l'ingegneria biomedica e la regolazione delle funzioni delle cellule staminali da parte di strutture micro-modellate. Infine, viene affrontato l'uso di biocompositi *nano-smart* nella medicina rigenerativa.

Il secondo volume è invece focalizzato su biomateriali di origine naturale, spaziando da nuovi biomateriali per la medicina rigenerativa fino a tecnologie di fabbricazione emergenti con possibili applicazioni, ad esempio, nella rigenerazione dei nervi periferici, cartilagine e terapia dei tumori cerebrali. Gli idrogel innovativi bioispirati ricevono un'attenzione dettagliata nel libro, includendo il loro ruolo come *scaffold* nella rigenerazione della cartilagine, la bioapplicazione di nanomateriali inorganici nell'ingegneria dei tessuti e la guida della migrazione cellulare per migliorare la rigenerazione dei tessuti stessi.



In questo numero:

EDITORIALE

La Scuola di Dottorato ai tempi del COVID 1

Gian-Franco Dalla Betta

TESI DI DOTTORATO

Effetto del contributo di filler a base grafene in rivestimenti cataforetici organici protettivi 2

Massimo Calovi

Agente per la guida autonoma basato sulle teorie della simulazione 3

Riccardo Donà

Sensori flessibili nanostrutturati per radiazione mista 4

Matteo Favaro

Rivestimenti protettivi smart a base di idrossidi a doppio strato 5

Muhammad Ahsan Iqbal

Materiali innovativi per sistemi frenanti in ambito aeronautico 6

Priyadarshini Jayashree

Caratteristiche metallurgiche e meccaniche di strutture cellulari fabbricate per manifattura additiva 7

Sunil Raghavendra

Materiali avanzati per la rigenerazione neurale 8

Sofia Santi

Aggregazione in modelli decisionali di tipo multiagente e multicriterio: interazione, dinamica e ponderazione di massima entropia nell'ambito dell'integrazione di Choquet 9

Anastasia Stamatopoulou

Sistemi di assistenza alla guida bio-ispirati, cooperativi e basati su tecnologie emergenti di infrastrutture 10

Giammarco Valenti

Analisi delle prestazioni di un meccanismo critico per una applicazione spaziale durante la fase di volo 11

Davide Vignotto

EDITORIA 12-13

I libri del DII

Stefano Gialanella, Francesco Parrino, Antonella Motta

