



UNIVERSITÀ DI PARMA

**Conferimento della Laurea Magistrale ad
Honorem in Ingegneria meccanica**

a Yonggang Huang

Laudatio

Rinaldo Garziera

Professore di Meccanica Applicata alle Macchine

Aula Magna della Sede Centrale
Parma

14 Novembre 2023

Magnifico Rettore,
illustre Corpo Accademico,
Autorità Civili, Militari e Religiose,
Personale tecnico amministrativo di questa Università,
Studentesse e Studenti,
Signore e Signori,

la cerimonia che si sta svolgendo – nella quale ci accingiamo a conferire il titolo di Dottore magistrale in Ingegneria Meccanica a uno dei massimi ricercatori contemporanei di questo settore – mi offre il privilegio di tratteggiare brevemente la rilevanza e la portata del lavoro di Yonggang Huang.

Come poc'anzi ha accennato il Magnifico Rettore, le attività scientifiche del professor Huang hanno toccato i temi della plasticità dei materiali e della Stretchable Electronics, unitamente a molti altri. Ma prima di delineare qualche aspetto delle sue ricerche e dei pregevolissimi risultati raggiunti ritengo necessario fornire qualche dato che riguarda la sua biografia.

Yonggang è cresciuto in una famiglia di professori di materie scientifiche e ingegneristiche dove, ancora molto giovane, assorbe i valori legati alla ricerca scientifica. Ben presto si fa strada in lui il proposito di seguire le orme paterne, sognando di divenire un famoso professore di Ingegneria Meccanica, appunto come il padre Keh-Chih Huang. Il padre, infatti, è nel frattempo un conosciuto professore alla Tsinghua University in Cina e senza dubbio rappresenta per Yonggang un modello da seguire.

Durante i suoi studi, fino alla laurea all'Università di Pechino, Yonggang è stato spesso presentato come "il figlio del professor Huang", ma sognava che, un giorno, sarebbe stato suo padre, al contrario, a essere presentato come il padre del professore Huang. Questo avvenne con una certa rapidità.

Huang si laurea a Pechino, ottiene il Master in Ingegneria Meccanica e discute la sua tesi di dottorato ad Harvard, rispettivamente nel 1987 e nel 1990. Yonggang ha poi insegnato in numerose Università, negli Stati Uniti e altrove. Ha ottenuto una "endowed professorships" alla University of Illinois a Urbana-Champaign (**Gauthier Professor**, 2003-2004; **Soo Professor**, 2004-2007), quindi alla Northwestern University (**Cumming Professor**, 2007- al presente). È inoltre stato visiting chair professor al California Institute of Technology (**Millikan Professor**, 2005-2006), alla University of Hong Kong (**Royal Society Professor**, 2006-2007), a Tsinghua University (**ChangJiang Professor**, 2005-2008) a Zhejiang University (**Tang Professor**, 2007; **Guangbiao Professor**, 2008-2011) in Cina.

La sua reputazione, rapidamente crescente già nei primi anni del suo impegno come ricercatore, si conferma attraverso lo sviluppo di un modello particolare per la plasticità, nell'ambito della meccanica dei solidi. Huang sviluppa un modello teorico del fenomeno della plasticità che prende il nome di "Mechanism-based Strain Gradient plasticity theory (MSG)". L'MSG propone un nuovo framework che lega le dislocazioni, che avvengono nei materiali su scala microscopica, alle teorie meccaniche valide su scala macroscopica. Questa nuova tesi, che parte da solidissime basi e affonda le radici nella teoria dei materiali, riesce da subito a spiegare una vasta gamma di "effetti di scala", noti da tempo a livello sperimentale. Le particolari caratteristiche del nuovo modello di plasticità sviluppato da Huang attraggono da subito una cospicua attenzione in seno alla comunità scientifica che abbraccia la meccanica e la scienza dei materiali.

Il primo articolo del Professor Huang sull'MSG ("Mechanism-based strain gradient plasticity–I. Theory", *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, v 47, pp 1239-1263), pubblicato nel 1999, è di gran lunga l'articolo più citato tra tutti gli articoli pubblicati nello stesso anno in tutte le riviste di Thomson ISI Web of Science.

Il suo secondo articolo, ("Mechanism-based strain gradient plasticity–II. Analysis", *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, v 48, pp 99-128, 2000) e un ulteriore articolo ("A conventional theory of mechanism-based strain gradient plasticity", *International Journal of Plasticity*, v 20, pp 753-782, 2004) divengono, a loro volta, gli articoli più citati nella Meccanica e nell'Ingegneria meccanica rispettivamente negli anni 2000 e 2004. Per tale motivo il professore Huang ha ricevuto nel 2007 la **International Journal of Plasticity Medal** "for outstanding contribution to the field of plasticity".

Il professor Huang ha poi contribuito allo sviluppo della teoria della nano-meccanica basata su modelli atomici derivanti dalla fisica, in modo tale da permettere alle leggi della meccanica dei continui di essere applicate fino alla scala nano-metrica.

La sua "nano-meccanica", cioè i modelli atomici che Huang ha trasportato nella meccanica dei continui, ha giocato un ruolo cruciale nello sviluppo delle cosiddette nanotecnologie.

La American Society of Mechanical Engineers (ASME) ha premiato il professor Huang con la **Melville Medal**, nel 2004, per il suo primo lavoro sulla nanomeccanica pubblicato nel 2002 (la Melville Medal rappresenta la più importante onorificenza della associazione ASME per l'articolo maggiormente originale). Il suo secondo articolo sulla nano-meccanica ("The elastic modulus of single-wall carbon nanotubes:

A continuum analysis incorporating interatomic potentials”, *International Journal of Solids and Structures*, v 39, pp 3893-3906, 2002) risulta essere il più citato tra tutti gli articoli comparsi in quell’anno sulle riviste di Thomson ISI Web of Science e su quelle di Ingegneria meccanica in generale.

Ma gli interessi scientifici del professor Huang si sono spostati da tempo sulla “Stretchable Electronics”. Questa rappresenta una nuova frontiera per i dispositivi elettronici che, per motivi di efficacia nell’ambito delle loro applicazioni, siano costretti a sopportare notevoli deformazioni. Tali applicazioni spaziano dai display flessibili, per i quali cioè sia necessaria una certa flessibilità meccanica, ad alcune parti delle sofisticate eye-like digital cameras. Ma soprattutto, la Stretchable Electronics ha notevolissime applicazioni nel mondo medico. Esiste tutta una produzione di sensori che devono essere indossati sulla pelle e che pertanto devono subire le deformazioni proprie dei muscoli. Tali sensori sono usati per il monitoraggio continuo dello stato di salute dei pazienti e per altri scopi analoghi. Ovviamente i sensori “flessibili” possono essere usati anche al di fuori da applicazioni medicali. Oltre ai sensori esistono applicazioni ancora più sofisticate della Stretchable Electronics, come possono essere quelle che la vedono impiegata nei “guanti intelligenti per chirurgia”.

Proprio per la qualità di queste applicazioni le ricerche di Huang sulla meccanica della Stretchable Electronics sono state pubblicate sulle riviste dal più elevato profilo scientifico, come ***Nature*** e ***Science***, quindi su ***Nature Materials*** e su ***Nature Nanotechnology***. Esse hanno anche trovato spazio nei ***Proceedings of the National Academy of Science*** e in altre collocazioni editoriali di grande spicco nel mondo scientifico. I risultati di Huang hanno anche avuto una vasta risonanza sui media più popolari come *ABC*, *BBC*, *Chicago Tribune*, *Discover Magazine*, *MSNBC*, *New York Times*, *Newsweek*, *Reuters*, *United Press International* and *US News & World Report*.

Giusto per dare l'idea di questi nuovi materiali adatti a dispositivi elettronici flessibili va osservato che il silicio, di per sé, si rompe in seguito a deformazioni irrisorie, minori dell'uno per cento.

Attraverso un uso molto creativo dei principi della meccanica che regolano le grandi deformazioni e il post-buckling, il professor Huang creò il primo nastro di silicio a cristallo singolo e deformabile. Il nuovo approccio ha prodotto un silicio che può essere deformato allungato più del venti per cento della sua iniziale dimensione, dando così origine al campo dei dispositivi elettronici deformabili e integrabili col corpo umano, atti, ad esempio, a monitorare costantemente le condizioni di salute dell'ospite.

Il primo articolo in questo campo, pubblicato su *Science* nel 2006, è stato selezionato dal MIT Technology Review come testimonianza delle prime 10 tecnologie emergenti. Questi lavori pionieristici sono stati premiati conferendo a Huang la Guggenheim Fellowship nel 2008, riconoscimento, questo, molto raro, e la Drucker Medal dalla American Society of Mechanical Engineers nel 2013.

L'idea della Stretchable Electronics ha quindi beneficiato (sempre tramite Huang) di alcune estensioni, in particolare quelle che la rendono adatta ai circuiti integrati e alla elettronica curvilinea. Fortunatamente, i risultati sono passati molto facilmente e altrettanto felicemente dalla teoria alla pratica e questo soggetto di ricerca ha costituito la copertina di un importante documento:

US National Science Foundation Budget Request to Congress for Fiscal Year 2011 with the caption stating "Researchers Yonggang Huang at Northwestern University and John Rogers at University of Illinois have developed stretchable circuits that can stretch, bend and even twist!".

I raggiungimenti delle ricerche del professor Huang hanno quindi attratto da subito grande curiosità a livello internazionale. E altrettanto prontamente egli ha cominciato a disseminare i propri interventi in tutte le istituzioni e in tutti i contesti scientifici. I suoi interventi, le sue “lectures” e le sue “keynotes” hanno avuto luogo nelle più prestigiose Università e nelle più importanti conferenze. Egli ha introdotto e discusso di persona i suoi contributi scientifici alla Brown University, CalTech, Cornell, GeorgiaTech, Johns Hopkins, Northwestern, RPI, Stanford, Tulane, UC Berkeley, UC Irvine, UCLA, UCSB, UCSD, University of Illinois (Urbana-Champaign), University of Michigan (Ann Arbor), University of Minnesota, University of Pennsylvania, University of Southern California, University of Texas (Austin), University of Washington, University of Wisconsin (Madison), Vanderbilt, e molte altre università fuori dagli Stati Uniti (McMaster University in Canada; Darmstadt University of Technology, Max Planck Institute for Metals Research, University of Erlangen-Nurnberg, University of Stuttgart in Germany; Chinese Academy of Science, Peking University, Tsinghua University, University of Hong Kong, and Zhejiang University in China; Institute of High Performance Computing, Nanyang Technological University).

Tra i maggiori premi ricevuti da Huang ricordiamo la Nadai Medal nel 2016 (il più importante premio in Ingegneria dei materiali da parte della American Society of Mechanical Engineers) e la Prager Medal nel 2017 (il solo premio in meccanica dei solidi conferito dalla Society of Engineering Science). Sono tutti premi legati al grande impatto scientifico e sociale della Stretchable Electronics.

Il professor Huang è anche il fondatore del “mechanically guided 3D assembly”, sfida di lunga data nel campo delle nano tecnologie.

Egli ha fornito una soluzione a questo problema mediante l'introduzione del "mechanically guided assembly approach" che permette la formazione di complesse 3D "mesostructures" da strutture 2D, attraverso un controllato processo di buckling. Questo approccio è il primo nel suo genere a permettere la creazione di complesse mesostrutture 3D in un singolo cristallo di silicio. In seguito a questo fondamentale lavoro, il professor Yonggang Huang è stato premiato con la von Karman Medal nel 2019 dalla American Society of Civil Engineers ed è diventato Honorary Member by the American Society of Mechanical Engineers.

Yonggang Huang si distingue anche per l'impegno organizzativo che non ha mai fatto mancare alla comunità accademica e scientifica internazionale. È editor-in-chief di quattro importantissime riviste scientifiche, è Presidente della Society of Engineering Sciences e membro della Applied Mechanics Division of the American Society of Mechanical Engineers.

Come ha già ricordato il Magnifico Rettore, il professor Huang è membro di svariate e importantissime accademie, una per tutte: la US National Academy of Engineering. Nei giorni scorsi, Yonggang è arrivato in Italia dove oggi riceve questa Laurea ad honorem mentre, pochi giorni fa, a Roma ha ricevuto un importante premio dalla Accademia dei Lincei.

Riassumendo, il professore Huang è al momento una delle personalità più influenti nel campo dell'intera meccanica.

Conosco Yonggang da qualche anno, e ho avuto l'onore di essere invitato nel 2022, a Houston, ad una conferenza (a numero chiuso) in onore del suo sessantesimo

compleanno. Ricordo che mi colpì molto l'atmosfera gioviale e quasi ricreativa che vi regnava; in tutte le occasioni, dalle presentazioni degli articoli scientifici alla cena di gala. Il che mi sembra testimoniare le forti qualità umane del nostro laureando.

Lascio perciò, con immenso piacere, la parola al professor Huang.