50 anni di Premio Turing:
una Riflessione

D. Russo

Sommario

50 anni sono da festeggiare, ancora meglio se celebrando un contributo che ha cambiato la società: il World Wide Web. La celebrazione dei 50 anni di premio Turing, tenutasi a San Francisco lo scorso 23-24 giugno 2017 è stata l'occasione per fare il punto sui risultati conseguiti dall'Informatica e sulle sue sfide più entusiasmanti. Con questo articolo si racconta la cerimonia dal punto di vista di un giovane ricercatore, illustrando le principali riflessioni scaturite dall'Evento dell'anno sul futuro della disciplina. Interdisciplinarità e riflessione metacognitiva sono gli elementi principali per avere un impatto sulla società.

Abstract

50 years need to be celebrated, especially for a truly disruptive technology: the World Wide Web. The celebration of 50 years of Turing Awards, held in San Francisco the 23-24 June 2017 was the occasion to remember the most significant achievements of Computer Science and its future challenges. This article draws the main considerations of a young researcher about the Event of the Year and the future of the discipline. Interdisciplinarity and Metacognitive Reflection are the two key assets to drive traction.

Keywords: Turing Award, Association of Computing Machinery, Informatica, Interdisciplinarity, Metacognitive Reflection

1. Introduzione

Ciclicamente è consuetudine fare delle riflessioni sul dove siamo giunti. I 50 anni di premio Turing sono un'occasione per analizzare il percorso fatto e tracciare le sue direttrici. Identificare la "data di nascita" dell'Informatica è un compito assai arduo, e prenderemo, pertanto, come riferimento simbolico il momento in cui l'Informatica, intesa come disciplina, ha voluto celebrare i propri avanzamenti, ovvero il 1966. Questo, infatti è l'anno in cui il primo premio Turing è stato conferito dall'*Association of Computing Machinery* (ACM), la più grande ed influente associazione di Informatica nel mondo.

Figura 1
Cerimonia di apertura del Turing Award © ACM

Questo è avvenuto a una decina di anni dalla morte di un padre dell'Informatica: Alan Mathison Turing. Fra diversi padri e madri della disciplina si è scelto proprio Turing. Prima di lui Leibniz, Pascal, Babbage e Lovelace, per citare i più noti, hanno disegnato e costruito delle macchine per la computazione (Bodei, 2016). L'idea di usare degli strumenti che andassero oltre il mero intelletto per risolvere operazioni complesse è fortemente radicata nell'uomo, dall'abaco in poi.

Verosimilmente, però, con Turing c'è stato un cambio di paradigma senza precedenti. Alla base della programmazione algoritmica troviamo un lavoro ispirato dai Teoremi di incompletezza di Gödel del 1931 (Turing,1937). Con la sua risposta agli *Entscheidungsprobleme* di Hilbert, Turing affronta, fra i primi, l'idea che un problema, quindi, un algoritmo, vada spezzato in tanti problemi minori per poter essere computato da una macchina, costituendo, nei fatti la

teoria della computazione. Infatti, una volta che una macchina è in grado di risolvere tanti sottoproblemi, può potenzialmente risolvere ogni problema. Tutto dipende dalla formulazione algoritmica, e quindi dall'abilità dell'operatore (programmatore) di elaborare algoritmi comprensibili per la macchina (computabili), da cui poi nasce l'idea di pensiero computazionale.

I corollari di questa intuizione sono tantissimi e li viviamo quotidianamente sulla nostra pelle. Infatti, grazie a Gödel, l'idea di formalismo universale di Hilbert viene definitamente abbandonata, poiché ci si rende conto che non si può mai giungere alla definizione completa di assiomi per dimostrare tutte le verità. Favorito dal momento storico di grande dibattito intellettuale intorno alle colonne d'Ercole della matematica, ovvero la assiomatizzazione universale, Turing propone la grande visione del pensiero computazionale tramite il sussidio di macchine automatiche all'interno della nostra quotidianità. Questo è stato un fenomeno molto vasto e dirompente. Il pensiero computazionale è usato da chiunque lavori con sistemi informatici, per fare delle *query* su un database, per scrivere testi su editor multimediali o per far di conto con dei fogli di calcolo. L'uso stesso dei motori di ricerca sul Web, per avere delle informazioni specifiche fra la moltitudine presente, richiede, implicitamente, abilità legate al pensiero computazionale.

Per Alan Turing, la diretta conseguenza del suo lavoro è la costruzione di "macchine intelligenti", come risulta dal suo scritto del 1948, in cui definisce per la prima volta il cd. Turing Test (Turing, 1950). Si tratta di algoritmica non fine a se stessa ma per costruire delle macchine in grado di processare problemi complessi, scomposti sapientemente dall'operatore. Il frutto di questo lavoro è il primo computer elettronico programmabile "Colossus", la macchina in grado di decriptare la cifratrice Lorenz SZ 40/43, conosciuta anche come "Enigma", che ha accorciato la II Guerra Mondiale e ha contribuito a salvare innumerevoli vite. Personalmente, mi affascina molto l'idea che Turing abbia dato non solo un fondamentale contributo teorico all'Informatica, ma sia riuscito a mettere in pratica l'opera del suo intelletto per un fine molto concreto e cruciale per le persone di quel tempo: la fine della guerra e delle sofferenze causate da essa. Probabilmente, questo fu uno dei meriti più importanti di Turing: dimostrare che l'Informatica non è una disciplina astratta autoreferenziale ma ha il potenziale di cambiare il corso della storia, e quindi il mondo.

Con Turing abbiamo per la prima volta coscienza di cosa significhi intelligenza artificiale, al di là dei racconti e rappresentazioni di Jules Verne. Lo studio del rapporto uomo-macchina e macchina-macchina ebbe inizio proprio nel secondo dopoguerra e non si interruppe più. In un certo senso, è come se avesse dato vita all'Informatica come disciplina, con dignità propria. Dal lavoro di Turing derivano, direttamente o indirettamente i grandi progressi dell'Informatica, dall'*Electronic Numerical Integrator and Calculator* (ENIAC) del 1946 fino ai più sofisticati algoritmi di Deep Learning che hanno ormai battuto l'uomo nella soluzione di esercizi altamente complessi, quali il gioco da tavola *Go* (Gibney, 2016).

Per questo celebriamo Turing come uomo e come ideale, per ricordare a noi stessi il cammino difficile e tortuoso ma, allo stesso tempo, inesorabile. Insieme

alle nuove sfide e alle nuove responsabilità a cui la comunità è chiamata a dare risposte.

2. Le sessioni organizzate dai premi Turing: retrospettiva e futuro

Come da tradizione, la cerimonia ha visto la partecipazione di diversi premi Turing a sessioni su alcuni argomenti di frontiera dell'Informatica, insieme ad esperti di settore.

La sessione è stata su "**Advances in Deep Neural Networks**", condotta dal vincitore del premio Turing 2011 **Judae Pearl,** che ha passato in rassegna le conquiste dell'evoluzione umana negli ultimi 40.000 anni. Secondo Pearl, una delle principali differenza dell'*homo sapiens sapiens* è la capacità di immaginare cose che non sono fisicamente tangibili e di modificare l'ambiente, organizzandolo con le parole. Questo ha portato a gestire delle aspettative. L'intelligenza Artificiale, secondo lo speaker, non è altro che la computazione di dati generati dalle aspettative per creare dei modelli predittivi, essendo però coscienti di un fondamentale principio statistico: *correlation does not mean causation*, ovvero la semplice correlazione in sé non predice aspetti causali. Il successo dei *Deep neural networks* sta nel fatto che sono architetture che possono essere "addestrate" con un modesto quantitativo di informazioni per poi essere applicati a una grande mole di dati non strutturati. Ciononostante, - ricorda Michael I. Jordan – non bisogna dimenticare che si parla comunque di architetture, che per quanto sofisticate, hanno scarsa "coscienza" della semantica. Si tratta, quindi, di contenitori vuoti da riempire di significato. Solo una volta che la semantica è correttamente compresa dall'architettura, si hanno dei risultati significativi. Gran parte della ricerca futura dovrà esplorare soluzioni di aspetto semantico e linguistico per essere davvero una tecnologia matura, sostiene Jordan.

"**Restoring Personal Privacy Without Compromising National Security**" è stato uno dei panel più controversi che ha messo in risalto le diatribe sulla neutralità di internet e delle tecnologie in generale. Moderato da **Whitfield Diffie** (premio Turing 2015), ha avuto come tema il *trade-off* fra privacy e sicurezza. In particolare, Diffie ha spiegato come agenzie governative americane chiedano alle aziende IT, più o meno sottotraccia, di inserire delle *backdoors* nei propri sistemi, per bypassare i sistemi di criptazione di persone sui cui viene posta l'attenzione. La visione generale del panel su questa pratica è assai critica per due motivi. Potenzialmente ognuno di noi può usufruire di queste *backdoors* per violare la privacy di chiunque. Inoltre, un diffuso scetticismo delle persone riguardo tecnologie tradizionali porterebbe all'abbandono progressivo di quest'ultime e alla nascita di nuovi sistemi paralleli decentralizzati e non controllabili. Blockchain ne è un esempio.

Il terzo panel, "**Preserving Our Past For The Future**" è stato condotto dal premio Turing 2004 **Vint Cerf**. L'argomento al centro del dibattito è stata la conservazione delle informazioni per preservare la nostra storia. Cerf ha introdotto la sessione raccontando un aneddoto significativo. Poco tempo fa ha

cercato di recuperare un documento salvato su un floppy disk, realizzando che i lettori sono ormai difficilmente recuperabili. Riuscito nell'impresa si è poi accordo che le informazioni erano in una vecchia versione di WordPerfect, ormai non più compatibili con i nuovi editor di testo. La *backward compatibility* è un tema sensibile, in quanto non si può mantenere tutto. In un mondo in cui si dematerializzano le informazioni, e quindi il patrimonio culturale costruito in millenni di storia sarà accessibile elettronicamente, è di importanza strategica per l'umanità una seria riflessione sulla gestione futura di queste informazioni, così come la loro pianificazione.

Un tema molto caro alla Silicon Valley, dove si è tenuta la cerimonia, è il futuro della microelettronica. Per questo motivo **Butler Lampson** ha diretto il panel "**Moore's Law Is Really Dead: What's Next?**". La legge di Moore, che afferma che "la complessità di un microcircuito, misurata, ad esempio, tramite il numero di transistori per chip, raddoppia ogni 18 mesi", dopo 50 anni sembra oramai datata, considerando che la complessità, e quindi la velocità, dei processori non aumenta più al ritmo previsto da Moore per il raggiungimento di un suo limite fisico. Quindi, lo sviluppo di singoli processori più potenti è diventato molto costoso e poco sostenibile. Per questo motivo, la strategia si è orientata alla creazione di computer formati da diversi microprocessori specializzati a basso consumo energetico. Questi risultano essere molto più efficienti dei singoli processori generici, permettendo un'importante capacità computazionale. Lampson ha ribadito il ruolo del software nei processi di ottimizzazione. Infatti, secondo il premio Turing 1992, oltre agli aspetti hardware, molti progressi si possono fare in ambito software per incrementare la potenza di calcolo. Per questo motivo, Norman P. Jouppi ha concluso con una battuta: la legge di Moore non è morta, sta riposando.

Il premio Turing 1994 **Raj Reddy** ha tenuto il panel "**Challenges in Ethics and Computing**" toccando molti argomenti sensibili della disciplina. Gli algoritmi possono avere degli effetti non considerati con un impatto, anche mortale, sulle persone. Uno degli argomenti maggiormente dibattuti è quello sui veicoli a guida autonoma. In caso di sicura situazione di morte, chi sacrificare? Secondo il panel, si arriverà a una risposta solo quando i computer avranno un'etica. Questo trend sarà causato dalla maggior internalizzazione di componenti tecnologici nella nostra vita e anche nel nostro corpo, secondo Reddy. Ciononostante, secondo lo speaker, la definizione algoritmica di etica non può che essere data dal legislatore. Quindi il dibattito etico dovrebbe sensibilizzare i governi a promuovere leggi in tal senso, senza quest'ultime nulla accadrà.

Il secondo giorno è stato inaugurato da "**Computer Science as a Major Body of Accumulated Knowledge**" di **Donald Knuth**, premio Turing 1974 e autore del celeberrimo *The Art of Computer Programming*. L'informatica condivide con la matematica il grande privilegio di inventarsi i problemi su cui lavorare. In questa luce va considerata la programmazione come un'arte, non solo perché bella, ma come attività non derivata dalla natura ma dall'intelletto umano. Con spirito acuto e ironico, Knuth ha sottolineato come lui abbia sempre avuto una considerazione ambivalente dell'intelligenza artificiale: ottimistica e pessimistica

allo stesso tempo. Pessimistica, quando l'assunzione è che le persone prendono decisioni razionali.

Figura 2
Donald Knuth © ACM

Il penultimo panel è stato su "**Quantum Computing: Far Away? Around the Corner? Or Maybe Both at the Same Time?**", condotto dal premio Turing 2000 **Andrew Chi-Chih Yao**. *Quantum computing* è da considerare una delle nuove frontiere dell'informatica per via delle sue ripercussioni in ambito crittografico e computazionale. Yao sostiene che sia uno degli esperimenti più interessanti del nostro tempo, per via del suo ampio impatto. La dimensione interdisciplinare di questo settore avrà un ruolo cruciale per lo sviluppo di questo ambizioso progetto, suggerendo che è un "grande paradigma per l'*interdisciplinary computing*.

Il settimo e ultimo panel è stato condotto da **Frederick P. Brooks, Jr.** (premio Turing 1999) e Ivan Sutherland (premio Turing 1988) su "**Augmented Reality: From Gaming to Cognitive Aids and Beyond**". L'argomento al centro del dibattito è stato quello che, probabilmente, suscita maggiori suggestioni fra il pubblico generalista. Diverse soluzioni di realtà aumentata (AR) e realtà virtuale (VR) sono impiegate quotidianamente per gli scopi più diversi: dal divertimento all'addestramento di piloti militari. Sutherland sottolinea come il grande ruolo della AR/VR sarà quello di ampliare lo spettro sensoriale delle persone, per trascendere dalla fisicità degli oggetti e delle esperienze.

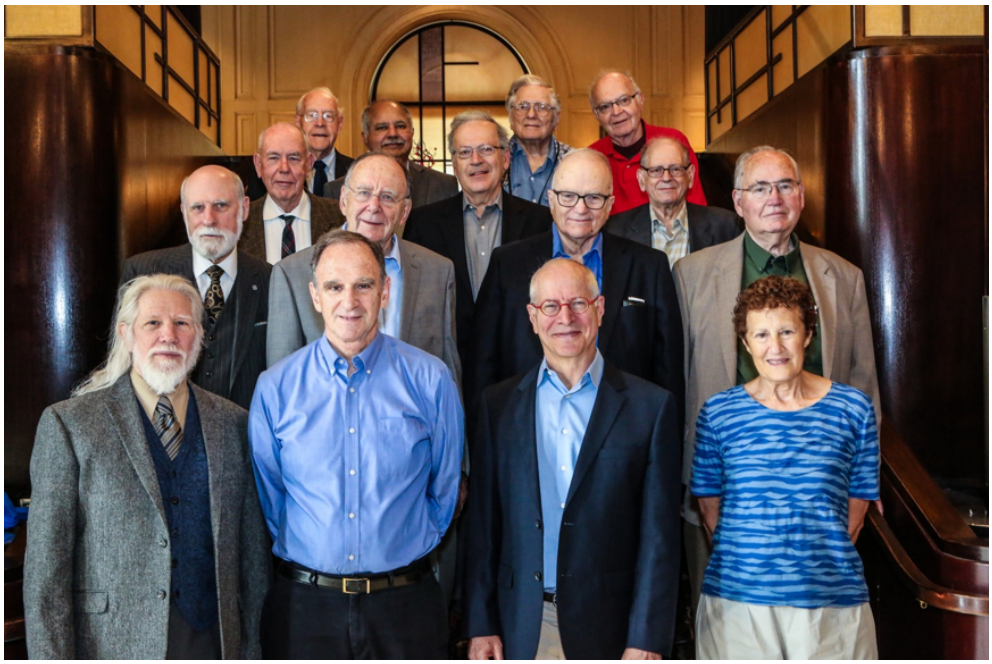

Figura 3
Premi Turing presenti alla cerimonia © ACM

3.Il 50° premio Turing

Questo premio ha probabilmente un significato particolare. Non solo perché rappresenta mezzo secolo di avanzamenti nel campo dell'informatica, ma perché riconosce l'innovazione informatica che ha cambiato la società anche dopo la macchina a vapore: il Web.

Il luogo e il modo in cui nato non è casuale. Tim Berners-Lee è un fisico impiegato perso il CERN di Ginevra. Il *core business* del CERN non è certo l'Informatica, bensì la ricerca sulla materia. Ciononostante, come ogni laboratorio, più o meno complesso, ha bisogno di computare risultati scientifici e rivelare le anomalie della materia all'interno del suo imponente network. Questo tipo di contesto non è molto diverso da ogni altro tipo di organizzazione che deve gestire una grande mole di informazioni, si pensi alla NASA, per esempio.

Il CERN però, è un'organizzazione internazionale di ricerca, dove molti ricercatori vanno e vengono, collaborando in maniera, anche saltuaria, su specifici progetti. Questo ha reso difficile la sistematizzazione del lavoro svolto presso il CERN e non ha permesso di renderlo disponibile a una più ampia comunità di ricerca. Da questa necessità, Berners-Lee propose a marzo 1989 un noto documento "*Information Management: A Proposal*", in cui si immagina un'organizzazione delle informazioni tramite un sistema ipertestuale su Internet, al quale il CERN era già connesso per trasmettere i risultati ai centri di ricerca di tutto il mondo.

Nell'agosto del 1991 il primo prototipo di web browser è stato rilasciato su Internet per macchine Unix. Seguendo la filosofia di Internet, per la quale la compatibilità si raggiunge tramite protocolli di comunicazione e non standard di codifica, hardware o sistemi operativi usati, sono stati creati i tre più importanti standard del Web: HTML, HTTP e URL. *Hyper Text Markup Language* specifica come taggare pagine Web. *Hyper Text Transfer Protocol* definisce le interazioni tramite le quali i browser possono richiedere e ricevere pagine HTML dai Web server. *Uniform Resource Locator* è, probabilmente, l'intuizione più semplice ma più importante. I DNS erano già in uso dagli anni '80 per identificare delle pagine univoche su Internet, ma non erano propriamente intuitivi. Con gli URL è stato possibile "democraticizzare" Internet, potendo quindi accedere a tutte le pagine Web da un semplice browser.

Quanto poi successo "è Storia". Credo, comunque, che possiamo trarre da queste grandi e, allo stesso tempo, semplici intuizioni, dei validi insegnamenti. In primo luogo il Web non è "*disruptive*" da un punto di vista tecnologico. Tutte le principali innovazioni tecnologiche erano già presenti. Si pensi solo ai premi Turing 2004 Vinton Cerf and Robert E. Kahn che hanno sviluppato il protocollo TCP/IP su cui è basato l'HTTP, in quanto fornisce l'infrastruttura per trasmettere dati in un network da un punto in un altro. Stesso ragionamento vale per Unix (premio Turing 1983 a Dennis M. Ritchie e Ken Thompson), su cui il Web, inizialmente si basava. Questo solo per citare alcune delle tecnologie impiegate, che sono state riconosciute con dei premi Turing. Ce ne sono, ovviamente, molte altre. Si tratta quindi di una rielaborazione incrementale per rispondere a un bisogno: organizzare e rendere accessibile a un pubblico ampio la mole crescente di informazione che si stavano producendo.

Considero, per questo, il Web, prima di ogni altra cosa, un'innovazione sociale. Al di là della genialità e dell'intuizione di Berners-Lee, se il Web fosse stato una tecnologia usata localmente, o da un numero irrisorio di individui, non lo celebreremmo di certo con questo prestigioso premio. E questo non ha nulla a che vedere con il lavoro fatto *per se*, ma con il suo uso.

Questa cruciale intuizione mi pare sia stata assente nel dibattito della cerimonia. Questo perché la nostra comunità, intesa nella sua più ampia concezione di *Computer Science*, pone gran parte delle sue attenzione ad aspetti primariamente tecnologici, dimenticandosi, a volte, del "mercato" a cui si rivolge. Le grandi corporation della Silicon Valley questo lo hanno capito da tempo e hanno adottato il paradigma della *market-driven technology*. Cioè a dire, se determinate tecnologie non hanno un mercato appetente, non vengono sviluppate/implementate.

È rassicurante lavorare su un problema "Turing completo", permettetemi la metafora, ma è sempre utile? Interessa a qualcuno o ha qualche impatto sulla società? Competenze meta-riflessive dovrebbero probabilmente essere maggiormente sviluppate nella nostra comunità per stimolare quella *traction* che molti chiedono dalla nostra disciplina.

Il Web, come ogni altro avanzamento nel campo della scienza è figlio del suo tempo. Einstein non avrebbe mai potuto postulare la Relatività Generale senza le

equazioni di Maxwell. Senza la Relatività di Einstein, le Onde Gravitazionali (premio Nobel 2017 per la Fisica a Rainer Weiss, Barry Barish e Kip S. Thorne) non sarebbero mai state osservate. L'insegnamento da trarre è, il modo di porsi, come comunità scientifica, di fronte ai problemi di domani con gli strumenti di oggi.

Ognuno di noi ha elaborato una propria chiave di lettura su come interfacciarsi con questa grande, ed ovvia, verità. Una visione particolarmente suggestiva è quella psicanalitica junghiana di inconscio collettivo o psiche oggettiva, secondo cui condividiamo con ogni essere umano un certo numero di archetipi, a livello inconscio (Jung, 1953). In un certo senso è una psiche comune all'intera comunità, in base alla quale ognuno (re)agisce reprimendo o esaltando questi archetipi ancestrali. Da qui nascono concetti come l'Etica, anche se non esplicitamente ognuno di noi sa quello che è giusto o sbagliato.

Trovo quindi che sviluppare competenze meta-riflessive sul nostro operato possa portare a quelle "intuizioni", derivate dall'inconscio collettivo, su ciò che è utile e ciò che non lo è, quindi comunicarlo nella maniera più appropriata.

Figura 4
Il vincitore del 50° premio Turing: Tim Berners-Lee © ACM

4.Conclusioni

Una chiarissima *call for actions* dalla cerimonia per i 50 anni di premio Turing è il richiamo a una visione multidisciplinare dell'Informatica. Come argomentato in tutte le sessioni della cerimonia, l'Informatica non può fornire risposte soddisfacenti alle grandi sfide del futuro in uno stato di autosufficienza. Da un punto di vista storico,

sono stati gli innesti con altre discipline a generare le più entusiasmanti innovazioni del campo, di cui il World Wide Web è un fulgido esempio.

Come ricercatori siamo naturalmente portati alla ricerca del "senso" di quello che facciamo, in ogni campo. Per questo motivo, l'Epistemologia è universale e trasversale a tutte le comunità. Come giovane ricercatore, "cosa faccio" viene solo dopo "perché lo faccio" e "come lo faccio". Se perdiamo il contatto con la ricerca di "senso" del nostro agire, perdiamo l'opportunità di creare un impatto, non solo all'interno della nostra comunità, ma nella società in genere.

Questo è il mio *take away* dalla cerimonia per i 50 anni di premio Turing.

Bibliografia

Bodei, R. (2016, Dicembre). Automatismi del pensiero umano e macchine calcolatrici. *Mondo Digitale*(6), 1-11.

Gibney, E. (2016). Google AI algorithm masters ancient game of Go. *Nature, 529*(7587), 445.

Jung, C. G. (1953). Collected Works of C. G. Jung.

Turing, A. M. (1937). On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London mathematical society, 2*(1), 230-265.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind, 59*(236), 433-460.

Ringraziamenti

La partecipazione alla cerimonia dell'autore è stata possibile grazie ad un award messo a disposizione da ACM SIGSOFT. Si ringrazia ACM per il supporto logistico fornito, così come per le foto.

Biografia

Daniel Russo, nato e cresciuto a Milano nel 1988, si laurea in Scienze economiche (2011) e Scienze economico-aziendali (2014) presso la Libera Università di Bolzano. Attualmente è dottorando del XXXI ciclo in *Computer Science & Engineering* dell'Università di Bologna. Si occupa dello studio di processi di trasformazione digitale nell'ambito dell'ingegneria del software, dove svolge ricerche presso organizzazioni governative e finanziarie. Vanta diverse affiliazioni scientifiche, quali l'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), il Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica (CINI) e l'*Institute for Information Business* presso la *Vienna University of Economics and Business* (WU). I suoi lavori sono stati pubblicati in prestigiose conferenze e riviste scientifiche internazionali.

Email: daniel.russo@unibo.it