

MD Journal

[4] 2017



DESIGN & INDUSTRY 4.0 REVOLUTION

Editoriale

**Flaviano Celaschi, Loredana Di Lucchio,
Lorenzo Imbesi**

Issue editors

Postfazione

Dario Scodeller

Essays

**Alessandra Battisti, Luca Casarotto,
Flaviano Celaschi, Fabio Conato,
Veronica Dal Buono, Lorenzo De Bartolomeis,
Annalisa Di Roma, Loredana Di Lucchio,
Marinella Ferrara, Angelo Figliola,
Carlo Franzato, Valentina Frighi,
Raffaello Galiotto, Lorenzo Imbesi,
Giuseppe Lotti, Giuseppe Mincolleli,
Roberto Montanari, Giuseppe Padula,
Alessio Paoletti, Fabiana Raco, Luca Rossato,
Michela Toni, Eleonora Trivellin**



Le immagini utilizzate nella rivista rispondono alla pratica del fair use (Copyright Act 17 U.S.C. 107) recepita per l'Italia dall'articolo 70 della Legge sul Diritto d'autore che ne consente l'uso a fini di critica, insegnamento e ricerca scientifica a scopi non commerciali.

MD Journal

Rivista scientifica di design in Open Access

Numero 4, Dicembre 2017 Anno II

Periodicità semestrale

Direzione scientifica

Alfonso Acocella *Direttore*

Veronica Dal Buono *Vicedirettore*

Dario Scodeller *Vicedirettore*

Comitato scientifico

Alberto Campo Baeza, Flaviano Celaschi, Matali Crasset,
Claudio D'Amato, Alessandro Deserti, Max Dudler, Hugo Dworzak,
Claudio Germak, Fabio Gramazio, Massimo Iosa Ghini, Hans Kollhoff,
Kengo Kuma, Manuel Aires Mateus, Caterina Napoleone,
Werner Oechslin, José Carlos Palacios Gonzalo, Tonino Paris,
Vincenzo Pavan, Gilles Perraudin, Christian Pongratz, Kuno Prey,
Patrizia Ranzo, Marlies Rohmer, Cristina Tonelli, Michela Toni,
Benedetta Spadolini, Maria Chiara Torricelli

Comitato editoriale

Alessandra Acocella, Chiara Alessi, Luigi Alini, Angelo Bertolazzi,
Valeria Buchetti, Rossana Carullo, Vincenzo Cristallo,
Federica Dal Falco, Vanessa De Luca, Barbara Del Curto,
Giuseppe Fallacara, Anna Maria Ferrari, Emanuela Ferretti,
Lorenzo Imbesi, Alessandro Ippoliti, Carla Langella, Alex Lobos,
Giuseppe Lotti, Carlo Martino, Giuseppe Mincoelli, Kelly M. Murdoch-
Kitt, Pier Paolo Peruccio, Lucia Pietroni, Domenico Potenza,
Gianni Sinni, Sarah Thompson, Vita Maria Trapani, Eleonora Trivellin,
Gulname Turan, Davide Turrini, Carlo Vannicola, Rosana Vasqu ez,
Alessandro Vicari, Stefano Zagnoni, Michele Zannoni, Stefano Zerbi

Procedura di revisione

Double blind peer review

Redazione

Giulia Pellegrini *Art direction*, Federica Capoduri, Annalisa Di Roma,
Fabrizio Galli, Monica Pastore

Promotore

Laboratorio Material Design, Media MD

Dipartimento di Architettura, Universit  di Ferrara

Via della Ghiara 36, 44121 Ferrara

www.materialdesign.it

Rivista fondata da Alfonso Acocella, 2016

ISSN 2531-9477 [online]

ISBN 978-88-85885-00-4 [print]

Stampa

Grafiche Baroncini



In copertina
Robot del sistema Next MIRS
nello stabilimento di Settimo
Torinese. Courtesy Pirelli

DESIGN & INDUSTRY 4.0 REVOLUTION

- 6 Editoriale
Flaviano Celaschi, Loredana Di Lucchio, Lorenzo Imbesi
- Essays
- 14 Post-Industrial Robotics
Angelo Figliola, Alessandra Battisti
- 26 Open design for Industry 4.0
Carlo Franzato
- 40 Post-digital stone industry
Veronica Dal Buono, Raffaello Galiotto
- 60 Una possibile strategia per il prodotto italiano
Giuseppe Lotti, Eleonora Trivellin
- 74 Approcci all'innovazione trainata dal design
Flaviano Celaschi, Roberto Montanari, Giuseppe Padula
- 86 Fabbrica digitale e innovazione
Giuseppe Mincoelli
- 100 L'industria 4.0 e formazione futuri designer
Alessio Paoletti, Loredana Di Lucchio, Lorenzo Imbesi
- 110 Il design mediatore di processi di networking
Patrizia Ranzo, Annalisa Di Roma, Maria Antonietta Sbordone
- 120 La riorganizzazione di una filiera aeronautica 4.0
Luca Casarotto
- 132 Ospedale 4.0: il ruolo del design nel progetto Apoteca
Marinella Ferrara, Lorenzo De Bartolomeis
- 150 Pneumatico connesso
Michela Toni
- 160 Tecnologie virtuali per il concept design
Luca Rossato, Fabiana Raco
- 170 Smart Architecture in Digital Revolution
Fabio Conato, Valentina Frighi
- 180 Postfazione
Cultura industriale e cultura del design
Dario Scodeller

Tecnologie virtuali per il concept design

La rappresentazione digitale
del progetto di processi e prodotti

Luca Rossato Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura
luca.rossato@unife.it

Fabiana Raco Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura
fabiana.raco@unife.it

L'applicazione di tecniche legate alla realtà virtuale e aumentata è oggi in stretto rapporto con la produzione di artefatti e allestimenti e al contempo emergono future direzioni di ricerca che possano meglio inquadrare il ruolo del designer e le conoscenze che gli sono necessarie per affrontare questa sfida. Per meglio comprendere tutte le possibili potenzialità occorre essere però consapevoli della ricaduta della diffusione delle tecnologie abilitanti, con riferimento ai trend contemporanei, ai metodi della progettazione di prodotti e servizi nonché ai modelli organizzativi e ai livelli di industrializzazione correlati alle opportunità offerte dallo scenario di Industria 4.0.

Industria 4.0, Realtà virtuale, Realtà aumentata, User centered design, Collaborative design

The application of techniques related to both virtual reality and augmented reality are nowadays closely connected to the production of artifacts and interior layouts and at the same time they are outlining future research directions that can best contextualize the role of the designer and the knowledge/skills required to deal with this challenge. However, in order to better understand the actual potentials, everyone should be aware of the effects of the diffusion of enabling technologies, with reference to contemporary trends, product design and service design methods, taking into account organizational models and levels of industrialization related to the opportunities offered by the scenario of Industry 4.0.

Industry 4.0, Virtual reality, Augmented reality, User centered design, Collaborative design

Se la prima e la seconda rivoluzione industriale coinvolsero maggiormente il settore tessile e quello della produzione di prodotti chimici e derivati del petrolio è solo con la terza rivoluzione che l'apporto della tecnologia e del digitale inizia a prendere il sopravvento nelle catene produttive dei beni; con questa, a partire dalla seconda metà del Novecento, si identificano tutti quei processi connotati da una forte spinta all'innovazione tecnologica e all'utilizzo di computer sempre più potenti. Dovendo descrivere la quarta rivoluzione industriale possiamo affermare che nasce connessa a un nuovo paradigma per le imprese e alla produzione ribadendo l'importanza di concetti ormai noti quali "Internet delle cose" (IoT) e soprattutto quello di "Internet Industriale delle cose" (IIoT) o Industry 4.0 (I4.0) [fig. 01]. Questo avviene grazie alla sempre più diffusa disponibilità (e accessibilità) di tecnologie ICT integrate, le quali spingono tutte le filiere industriali a sperimentare, lungo l'intera catena del valore del bene, nuovi metodi di ideazione, sviluppo, ingegnerizzazione, produzione e inserimento sul mercato di prodotti e servizi.

Lo scenario posto da Industria 4.0 fa emergere le opportunità derivanti dall'impiego di nuove tecnologie digitali integrate non solo in termini di miglioramento delle condizioni di lavoro ma anche di aumento della produttività correlata a una più efficace capacità di verifica della qualità produttiva lungo il ciclo di vita del prodotto.

Sotto il profilo della produzione industriale, le tecnologie abilitanti [fig. 02] offrono grandi spunti di riflessione sul loro reale potenziale. Molte industrie infatti stanno attuando, anche attraverso l'impiego di tecnologie IoT e un modello di produzione snello, dalla *smart production* alla *lean production*, il miglioramento della propria competitività attraverso una più efficace gestione e condivisione dei flussi informativi (*Information Management*).

Tra le nuove tecnologie, come sottolineato da Gilchrist (2016), la realtà aumentata ha per esempio diverse applicazioni che vanno ben oltre l'ormai acquisita pratica della visualizzazione 3D di oggetti ricostruiti al computer poi analizzati attraverso ulteriori layer di conoscenza attivabili dall'utente. In questo senso una delle applicazioni più interessanti può essere quella legata al training di personale specializzato nella manutenzione di macchinari industriali. Riportando ad esempio quanto descrive l'autore (Gilchrist, 2016, p. 59) il personale tecnico addetto alla manutenzione industriale doveva, solo pochi anni fa, frequentare corsi specifici, ottenere certificazioni anche complesse e sviluppare anni di lunga esperienza prima di poter essere autorizzato ad attività su macchinari molto delicati. Attualmente invece, grazie all'utilizzo della realtà

01

**Fine '700**

La produzione industriale utilizza macchine a energia idraulica o a vapore.

**Fine '800**

La produzione industriale sfrutta macchine a energia elettrica e la divisione del lavoro.

**Fine '900**

La produzione industriale si basa sull'elettronica e su IT per una automazione del lavoro.

**Oggi**

La produzione industriale usa la virtualizzazione e connessioni tra macchine intelligenti.

01

Le quattro rivoluzioni industriali

02

Le nove tecnologie abilitanti definite da Boston Consulting

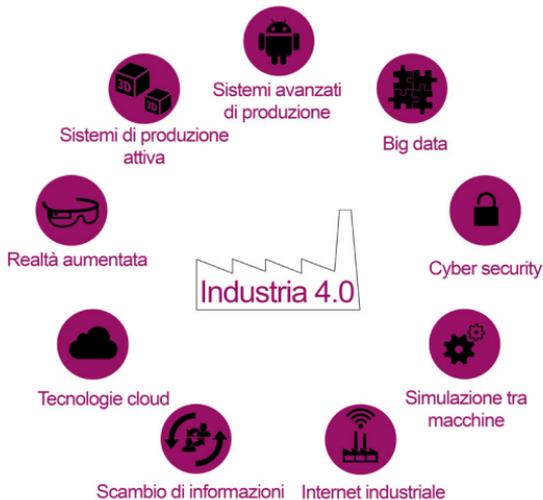
umentata è possibile accelerare notevolmente le tempistiche del training attraverso manuali on-line capaci di fornire schemi e disegni tecnici e proiettare sull'oggetto reale immagini tridimensionali che possono aiutare nell'individuazione di componenti nascosti e migliorare l'esperienza dell'utente nell'accedere alle parti meno raggiungibili della macchina in manutenzione.

Una delle *best practices* in questo senso è rappresentata dal progetto di Ford Motor Company relativo al suo nuovo laboratorio di ergonomia virtuale a Dearborn (Detroit, Michigan USA). In questa struttura il colosso delle automobili ha installato 23 fotocamere a raggi infrarossi che possono catturare ogni postura di un tecnico specializzato che indossa marcatori di cattura di movimento [fig. 03].

I marcatori sono posizionati strategicamente sulla persona, e i movimenti vengono catturati e analizzati utilizzando un avatar virtuale. In questo modo gli ingegneri di ergonomia possono capire se la forza necessaria per installare una parte determinata di un veicolo sarà adeguata alle capacità degli operatori o se l'operazione potrà risultare difficile o addirittura rischiosa per la salute dei lavoratori. Allo stesso modo è possibile determinare se, ad esempio, lo spazio di manovra per il posizionamento di componenti durante l'assemblaggio di un veicolo è troppo piccolo per consentire al lavoratore medio di effettuare correttamente e senza rischi l'operazione.

Dai primi dati del progetto risulta che gli strumenti digitali hanno migliorato notevolmente il processo di analisi dell'ergonomia della linea di montaggio riducendo del 70% gli incidenti in fabbrica.

La realtà virtuale oggi giorno è utilizzata anche nei processi di sviluppo del prodotto da imprese manifatturiere orientate a favorire processi decisionali; queste operazioni possono essere infatti basate su dati nell'ambito dei quali la rappresentazione e la visualizzazione delle informazioni rappresentano uno strumento fondamentale per attuare modelli di lavoro collaborativo. Nel campo dello sviluppo dei prodotti industriali, i prodotti sono stati tradizionalmente comunicati agli utilizzatori finali per mezzo di disegni tecnici, schizzi e prototipi fisici. Oggi strumenti quali la realtà aumentata e in generale di *reverse engineering* consentono di verificare in tempi rapidi la rispondenza tra i requisiti progettuali e le esigenze e le aspettative dell'utente finale fin dalle prime fasi di ideazione del prodotto. La digitalizzazione del prodotto e dei processi unitamente alla possibilità di inserirlo in un'esperienza d'uso correlata a mutevoli scenari applicativi consente agli utenti stessi di valutarne le caratteristiche (qualità estetiche, funzionali, aspetti ergonomici e di usabilità). Inoltre rimangono ben identificabili le possibili varianti progettuali prima ancora della realizzazione del prototipo e delle successive fasi di ingegnerizzazione e immissione sul mercato. Le tecnologie abilitanti consentono dunque, se correttamente orientate e fondate su un approccio multimodale e multisensoriale che combina esperienze visive, tattili e uditive, una efficace gestione del processo di feedback. Questo diviene in tal modo uno strumento per realizzare nuovi prodotti, innovare quelli esistenti o adeguarli alle mutevoli esigenze degli utenti.

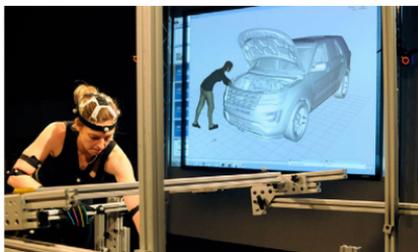


Parallelamente l'impiego di tecnologie ICT integrate evidenzia la possibilità di agire, riducendoli, sui costi di produzione e progettazione aprendo all'opportunità di realizzare un prodotto personalizzato al prezzo di un prodotto di largo consumo; dalla *mass production* alla *mass customization*.

In questo scenario gli utenti finali possono infatti accedere in modo costante alla rete grazie alla proliferazione contemporanea di applicazioni mobili e alla sempre maggiore accessibilità dei sistemi informatici, portando a un sempre maggiore scambio d'informazioni e opinioni. Questo flusso continuo di dati sta modellando le preferenze degli utenti nei confronti di prodotti e servizi, nonché le aspettative (che divengono maggiormente personalizzate). Per questo motivo non è facile soddisfare le esigenze del "nuovo" cliente, il quale ha ormai il potere di ridefinire continuamente l'esperienza di shopping al dettaglio attraverso opzioni digitali facilmente accessibili 24/7, senza soluzione di continuità, attraverso più Canali che consentono loro di cercare, confrontare e acquistare prodotti e servizi ai loro più adatti.

Come ampiamente descritto da Aukstakalnis nel suo libro, attraverso esempi tratti dal *gaming*, intrattenimento, *big data*, ingegneria aeronautica e aerospaziale, medicina, telerobotica e architettura (Aukstakalnis, 2017) la realtà aumentata è strettamente connessa con la meccanica della vista, dell'udito e del tocco umano. La sua tesi dimostra come questi meccanismi percettivi (e le loro gamme di performance) dettino direttamente le linee guida della progettazione dei dispositivi dedicati all'utilizzatore finale. In tale contesto risulta emblematica l'esperienza di aziende quali Bosch la quale parallelamente allo sviluppo di soluzioni integrate per l'innovazione del proprio processo industriale e di gestione del cliente e dell'utente finale sviluppa ora, in virtù dell'esperienza maturata dell'automazione industriale e dell'applicazione del IoT, soluzioni avanzate per la Fabbrica 4.0 quali tecnologie per il packaging dell'industria farmaceutica e alimentare [fig. 04].

03
Laboratorio di ergonomia virtuale di Ford. Analisi dei movimenti attraverso telecamere a infrarossi. Credit Paula Friedrich-Michigan Radio



03



Uso di tecnologie ICT integrate per la gestione dei processi di smart production e customization di prodotti e servizi.

Credit Bosch.com

Il processo di feedback acquisisce quindi un valore duplice: nella progettazione del dispositivo di RA e del prodotto derivante dall'utilizzo del dispositivo stesso.

In questo senso è interessante citare il contributo di Eppinger-Ulrich (2015), il quale cerca di approfondire proprio il complesso e articolato processo legato allo sviluppo del prodotto industriale su base sia di *concept* che di componenti funzionali e che mira a definire una mappa di funzionalità e elementi fisici del prodotto stesso. In particolare nello studio viene evidenziato come la progettazione degli aspetti morfologici abbia una importante e diretta conseguenza sul ciclo di vita del prodotto, portando quindi alla necessità di gestire gli *interlinks* tra le attività e il ciclo di vita con adeguati strumenti e efficaci metodologie. Questo concetto viene evidenziato anche nel saggio di García Mem e Alegria Ari (2013), dove viene ribadito che la realtà virtuale viene oggi utilizzata nei processi di sviluppo del prodotto nelle imprese manifatturiere come tecnologia utile per ottenere un rapido consolidamento delle informazioni e del processo decisionale attraverso la visualizzazione e l'esperienza. Il fatto che nel *paper* dei due ricercatori siano stati analizzati 154 articoli relativi all'applicazione della realtà virtuale alla produzione dimostra come il fenomeno sia oramai ampiamente diffuso.

Per i futuri progettisti la realtà aumentata sarà uno strumento essenziale per operare in maniera interconnessa e maggiormente efficace perché presenta una serie di



05a

straordinarie opportunità per l'architettura e il design, benché rispetto alla realtà virtuale stia ancora emergendo come piattaforma per applicazioni nel settore.

Tuttavia, ancora una volta, la sola disponibilità di strumenti e tecnologie non è sufficiente alla definizione di nuovi paradigmi progettuali. Affinché ciò si attui sono necessarie, in virtù delle implicazioni che tali strumenti hanno sulla catena del valore, sul modello di business e sulla definizione dei servizi correlati ai prodotti, abilità e competenze diverse. Queste devono essere legate da un lato alla comprensione della potenzialità d'integrazione delle tecnologie, dall'altro alla gestione di flussi informativi all'interno della catena del valore del prodotto-servizio.

05a-05b

Utilizzo di realtà virtuale aumentata per verifica tridimensionalmente del progetto (di architettura o design) e controllo di prerequisiti



05b

Infatti in tale scenario tutti i processi all'interno dell'intero ciclo di vita risultano egualmente determinanti ai fini della definizione dei requisiti progettuali e della correlata sostenibilità economica. La gestione di tale complessità, in capo al progettista, è correlata a diversi fattori / abilità. Tra questi per esempio la capacità di anticipare i vincoli della produzione attraverso il coinvolgimento, fin dalle fasi ideative, degli attori a valle del processo progettuale tradizionalmente inteso. Inoltre anche la capacità di valutare le opportunità nonché la sostenibilità economica dell'integrazione di tecnologie quali VR, IoT, RFIID, QR-code, NFC, sensori ecc. giocherà un ruolo fondamentale nei futuri processi progettuale. Infine l'abilità nella gestione e/o interpretazione di grandi quantità di dati (big data) al fine della definizione di soluzioni progettuali al contempo standardizzabili e customizzabili sarà probabilmente un prerequisito essenziale del progettista efficacemente integrato alle tecnologie che verranno.

In questo senso, aziende come DAQRI hanno sviluppato hardware di realtà aumentata capaci di sovrapporre gli analizzatori analogici in spazi fisici. Questi strumenti registrano e caricano vari dati di singoli punti (temperatura, pressione all'interno di complicati impianti e tubazioni, ecc.) mentre l'utente cammina attraverso lo spazio. I di-

spositivi sono dotati di una varietà di strumenti e sono in grado di catturare informazioni preziose che sfuggono all'occhio umano. Ad esempio, un utilizzatore può guardare un impianto elettrico e il dispositivo registrerà le temperature interne dei vari componenti del sistema, avvisando l'operatore dove si può verificare il surriscaldamento.

Questo tipo di visualizzazione può aiutare a prevedere la manutenzione e individuare la posizione dei problemi più ricorrenti anche in delicati impianti quali quelli per la produzione di energia derivante da tecnologia nucleare.

Nel settore del design e dell'architettura la realtà aumentata può anche essere usata per fondere le soluzioni progettuali immaginate con gli spazi fisici che le ospiteranno. Non è difficile immaginare che i modelli 3D navigabili di edifici possano sostituire quelli attuali (che interfacciandosi poi con lo schermo dell'utilizzatore ricadono comunque in una visione bidimensionale del progetto). Inoltre la realtà aumentata ha la capacità di inserire oggetti digitali nel mondo fisico. Ciò potrebbe consentire interazioni in tempo reale con edifici e prodotti. Con questa capacità, i progettisti ed i clienti potrebbero prendere decisioni di progetto in base allo spazio e alla dimensione.

Si potrà così collocare il progetto digitale di un edificio direttamente su un cantiere consentendo ai progettisti di valutare i progressi e di individuare i conflitti ed i potenziali problemi. I progettisti potrebbero camminare in un sito e vedere come sarebbe in futuro, valutando modifiche in corso d'opera e permettendo al processo di progettazione di continuare durante la costruzione.

Dobbiamo tuttavia evidenziare come la disponibilità e l'introduzione di nuove tecnologie ancorché accessibili a costi contenuti non rappresentino una condizione sufficiente a determinare il passaggio alla quarta rivoluzione industriale. Come ben descritto nel recente report di McKinsey (McKinsey, 2015) l'impiego di tecnologie abilitanti (*Kets, Key Enabling Technologies*) dovrà essere accompagnato, tanto internamente all'ecosistema aziendale quanto esternamente, dall'introduzione di nuovi modelli di lavoro collaborativo senza i quali non sarà possibile attuare il passaggio a livelli superiori di produttività e innovazione.

L'integrazione di dati e processi all'interno dell'azienda risulta ormai indispensabile al fine di attuare la medesima condizione collaborativa e di interoperabilità dei dati all'esterno dell'azienda nell'arco non solo della catena di fornitura, come tradizionalmente intesa, bensì nell'ambito dell'intera catena del valore che coinvolge tutti i partner strategici nella definizione del valore del prodotto

finale. Poiché non è più possibile per una singola impresa, di qualunque dimensione, fronteggiare la competitività del mercato, diviene indispensabile l'individuazione di alleanze strategiche con soggetti che offrono tecnologie complementari e l'attuazione di forme di lavoro collaborativo a livello globale. In questo contesto l'informazione è un *asset* strategico e la capacità di gestirla e renderla disponibile efficacemente all'interno della propria catena del valore rappresenterà, nei prossimi anni, un fattore di competitività per tutti gli attori del processo.

REFERENCES

García Mem, Alegría Ari, "Virtual reality machines to improve training in automation", pp. 1-10, in *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean conference for engineering and technology (LACCEI 2013). Innovation in engineering, technology and education for competitiveness and prosperity*, Cancun, Mexico, August, **2013**.

Steven Eppinger, Karl Ulrich, *Product Design and Development*, New York, McGraw-Hill/Irwin, **2015**, pp. 448.

McKinsey, *Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector*, McKinsey Digital, **2015**, pp. 62. <https://goo.gl/BLZ4V2>

World Economic Forum, *Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services*, World Economic Forum, **2015**, pp. 40.

Alasdair Gilchrist, *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*, New York, Apress, **2016**, pp. 250.

Klaus Schwab, *The Global Competitiveness Report 2016–2017*, World Economic Forum, **2016**, pp. 400.

Steve Aukstakalnis, *Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR (Usability)*, New York, Addison-Wesley Professional, **2017**, pp. 448.