

STAMPA 3D

Daide Sher, Dario Marinoni

STAMPA

**Tutto quello che c'è da sapere
sull'unica rivoluzione possibile**



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2015

via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)

tel. +39 02 864871 – fax +39 02 8052886

e-mail hoepli@hoepli.it

www.hoepli.it

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge

e a norma delle convenzioni internazionali

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org.

ISBN 978-88-203-6719-0

Ristampa:

4 3 2 1 0 2015 2016 2017 2018 2019

PROGETTO EDITORIALE E REALIZZAZIONE Maurizio Vedovati – Servizi editoriali (info@iltrio.it)

STAMPA LEGO SpA, stabilimento di Lavis (TN)

Printed in Italy

SOMMARIO

INTRODUZIONE

Il replicatore	2
3Dprintingindustry.com	3
3D Systems e Stratasys	3

CAPITOLO I

Fare diversamente: che cos'è la stampa 3D	5
Geometrie complesse.....	7
Geometrie generative	8
Design parametrico	10
Titanio trabecolare	12
Prototipazione rapida.....	13
Breve storia della prototipazione	14
Alcuni case study	15
Dal prototipo al prodotto	16
Manifattura additiva.....	18
Pareti vuote	19
Ridurre il peso ma non l'integrità	20
Volare leggeri	21
Manifattura distribuita	22
Delocalizzazione	23

Democratizzazione	24
Manifattura distribuita	25
Industria sostenibile	26
Personalizzazione	28
Case per smartphone	29
Occhiali	30
Un bolide tartaruga	31
Addio economie di scala	32
Kickstarter Renaissance	32
HSS: fine del ciclo	33

CAPITOLO 2

Modi di fare	35
“Sia la luce”	36
La stereolitografia (SLA)	36
Digital Light Processing (DLP)	38
Scan Spin and Selectively Photocure (3SP)	40
Film Transfer Imaging (FTI)	40
Lithography-based Ceramics Manufacturing (LCM)	40
Sculture digitali.....	42
3D Printing (3DP)	43
Color Jet Printing (CJP)	43
Digital Part Materialization	44
VX (voxeljet Technology)	46
Stampa aperta.....	48
Fused Deposition Modeling (FDM)	48
Fused Filament Fabrication (FFF)	51
Plastic Jet Printing (PJP)	52
Delta, cartesiane e rotatorie	52

Polvere alla polvere.....	55
Selective Laser Sintering (SLS)	56
Selective Heat Sintering (SHS)	57
High Speed Sintering (HSS)	58
Hard Metal	59
Direct Metal Laser Sintering (DMLS)	60
Micro Laser Sintering (MLS)	60
Selective Laser Melting (SLM)	62
Electron Beam Melting (EBM)	64
Electron Beam Additive Manufacturing (EBAM)	64
Gocce di resina.....	65
Material Jetting (PolyJet)	65
MultiJet Modeling (MJM)	67
Additivo sottrattivo	68
Laminated Object Manufacturing (LOM)	68
Selective Deposition Lamination (SDL)	69
Ultrasound Additive Manufacturing (UAM)	70
Libertà industriale.....	71
Arburg Kunststoff-Freiformen (AFK)	71
Alla base di ogni cosa.....	73
Two Photon Polymerization (2PP)	74
Bioprinting, biofabrication, bioassembly	74

CAPITOLO 3

Veniamo al sodo: i materiali della stampa 3D	79
I termopolimeri	80
L'ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	80
Il PLA (Polylactic Acid)	81
Il nylon (PA, Polyamide)	83
Altri tipi di filamento	85

I fotopolimeri.....	89
Resine per Stereolitografia (SLA)	90
Resine per Digital Light Processing (DLP, FTI)	92
Resine per Jet Printing (MJM, PolyJet)	93
Le polveri sinterizzabili.....	94
Plastiche per SLS	94
Metalli per SLS, DMLS e SLM	96
Polveri per binder.....	98
Ceramica e gesso	98
Sabbia, vetro e metalli	100
Lo zucchero	101
Legno, gesso e sale	103
Cemento e terriccio	103
Carta	105
Le paste.....	106
Cibo stampato in casa	106
La stampa 3D incontra la cucina molecolare	107
Il cioccolato	107
Argilla e fango	109
Gli idrogel.....	110
Gli scaffold	110
La capillarizzazione	111
Protesi bioficiali	112

CAPITOLO 4

Da nano all'universo: le possibili applicazioni della stampa 3D **113**

La fabbrica della materia: la nanostampa 3D.....	114
Applicazioni commerciali	114

Nano-biotecnologia	115
Fabbricare noi stessi: gli organi stampati in 3D.....	117
La cartilagine	117
Le ossa	119
La pelle	120
I denti	121
Cuore e cervello	122
Mani e gambe	123
Autofotocopie: le foto fisiche	126
Mini-me, selfie in 3D, action figure personale, cloni, miniature e statuette	127
Autoscan e stampa a colori	128
Foto fisiche	130
Il ciclo creativo completo.....	131
I gioielli e i preziosi	131
Gioiellieri digitali	133
21 st Century Artists	134
Storia (fisica) dell'Arte in 3D	138
Una cultura mondiale	139
La stampa 3D per gioco.....	140
Giocattoli personalizzati	141
Giocattoli impossibili	141
Giocattoli intelligenti	142
Giocattoli creati dai giocatori	143
A che gioco stampiamo?	143
Giocattoli scaricabili	143
Giocattoli pirata	144
3D-à-porter	145
Scarpe, scarpe, scarpe	145
3Décolleté	148

Fuori dal box.....	150
Dai tanti, uno	150
Vetture del passato	152
400 Km con un litro	153
La stampa 3D decolla	154
Costruire un sogno	156
Dal mare alla Luna	156
Una Delta di 12 metri	157
Built in the USA	157
Case di massa	158
Open housing	158
Spazio: l'ultima frontiera della stampa 3D	160
Space on demand	161
Leggero come un'astronave	161
Casaforming	162
Real Star Trek	162

CAPITOLO 5

Lo strumento digitale per eccellenza: il software 165

La progettazione digitale	166
Modellare in 3D	167
CAD, cioè X, Y e Z	168
Elenco dei formati più utilizzati	169
I software comunemente utilizzati	173
Livello base: i primi passi nel 3D	173
Livello intermedio: dall'hobby al professionale	177
Livello avanzato: le esigenze di produzione	178
Approcci generici	181
Tecniche di modellazione	181
Modellazione poligonale	182

La Modellazione freeform	183
Accorgimenti per la stampa 3D	183
Non-manifold & Co.	183
Automatizzazione parametrica	185
OpenSCAD	186
Dai modelli alle stampanti 3D	189
I software di controllo	189
Il pre-stampa	190
Slicing	191
Il futuro del CAM	192
La rivincita dell'online.....	193
Tutte le strade portano al Web	193
Il cloud per il 3D	195
Accedere ai modelli	197
Il mercato	198

CAPITOLO 6

Scandire in 3D: l'altra faccia della medaglia	199
Gli scanner 3D industriali.....	202
Toccare per credere	202
Di luce riflessa	204
Visione a raggi laser	205
Gli scanner 3D prosumer	207
3D Scan shop	207
A luce blu	208
Scanner 3D OEM	209
Gli scanner 3D consumer.....	210
Scandire in 3D per gioco	210
Making Sense	211
Foto in 3D	212

Scanner da tavolo	214
Scan-App	216
La fotogrammetria e le cabine 3D	217
Foto fisiche	217
Macchine fotografiche 3D	218
Dooblicate me	218
Supersize me	219
Visioni 3D del futuro	221
Facebook e Oculus Rift	221
Google Glass e Project Tango	223
Microsoft HoloLens	224
Apple & PrimeSense	225
HP Blended Reality	225
Visione totale.....	227
Scanner a raggi X	227
Scansioni magnetiche	228

CAPITOLO 7

La terza (o la quarta) rivoluzione industriale: i protagonisti della stampa 3D **229**

L'industria	229
L'industria italiana	232
AITA, L'Associazione Italiana Tecnologie Additive	237
Le aziende.....	239
3D Systems	240
Stratasys	243
Le aziende pubbliche	246
Le aziende private	250
Le startup	254

L'Open source.....	259
Il modello di business open source	260
RepRap	260
I FabLab	261
I makerspace	263
La Maker Faire	263
I negozi.....	265
3D Printed in Italy	266
Europa unita fino al nuovo mondo	267
L'invasione dei cloni in 3D	269
I service.....	271
Shapeways	271
iMaterialise	272
Sculpteo	272
3D Hubs	273
Rinkak	275
Fabnami	275

CAPITOLO 8

A tavola con la stampa 3D	277
Dalla stampa 3D alla stampa 3D del cibo	278
Sushi a colori	278
Caramelle sinterizzate	279
I primi 4 chef digitali	280
A scuola di cucina tridimensionale	280
Cioccolato stratificato	281
Pasta-making	282
Past-o-matic 3000.....	284
Estrusore di pasta	285

Dal silicone alla Nutella	285
Biscotti open source	286
Community digital cooking	286
Cucina sottrattiva	287
Il rancio è stampato	287
Ingredienti per ricette stampate	288
Dai ramen alla Barilla	288
Pizza additiva	289
Pizza nello spazio	290
Dulcis in fundo	290
Sinterizzazione alimentare	291
Gastronomia digitale.....	293
Cucina 3D Systems	293
Fatto in casa... da un robot	294
Nuove opportunità in cucina	295
Consumer food printing	296
La cucina 3D molecolare.....	297
Lampone al gusto di fragola	297
Carne, l'ultima frontiera	298
Allevato in laboratorio	299
Un'ala di pollo al gusto di lasagna?	299
Problemi, opportunità, soluzioni della stampa 3D alimentare	301
Porre fine a un massacro senza fine	301
Allevamenti 3.0	302
Che gusto avrà la carne artificiale?	302
"Spionaggio" alimentare	302
Vera carne artificiale al 100%	303
Ricettario di domani	304
Il replicatore sta arrivando	304

INTRODUZIONE

Per me l'era della stampa 3D è iniziata al 3D Printshow di Londra, nel novembre 2013. Ne avevo già sentito parlare, anzi ne avevo sentito parlare molto e avevo anche già scritto diversi articoli sull'argomento, ma non sapevo davvero che cosa fosse il mondo della stampa 3D fino a quando non ho visitato la mia prima fiera.

Il 3D Printshow mi ha letteralmente spalancato gli occhi su un nuovo mondo, strabordante di vita ed entusiasmo. Da lì è iniziato un viaggio alla velocità della luce, che continua ancora oggi senza rallentare mai. A parte il fatto che è stata la prima fiera a cui ho partecipato, quel 3D Printshow non aveva niente di particolare. Non era il primo 3D Printshow che si teneva a Londra (era il secondo) e non era la più grande fiera al mondo sulle tecnologie di stampa 3D. Però è bastato, anche perché l'ho visitata nel momento in cui è diventato chiaro che quello della stampa 3D sarebbe stato il mio mondo per il futuro.

Ero diventato freelance da poco. Mi ero appena dimesso dalla casa editrice per cui avevo lavorato per dodici anni, prima scrivendo dell'industria dei videogiochi e poi di tecnologia in generale. Ormai è il passato, ma in realtà lo era già quando ancora ci lavoravo. Tutto quello che ho imparato lavorando in editoria mi sta tornando utile ora, solo che oggi lo uso per