



Fig. 1. Sperimentazioni con strutture per la stampa 3D a filamento flessibile in TPU (1), TPE (2) e in argilla. Progetto e copyright dell'autore, 2019.

Abacus

Un abaco di base - avanzati componenti universalmente stampabili [a 3D]

Viktor Malakuczi | UNIROMA1

Oggi le emergenti tecnologie di fabbricazione additiva (stampa 3D) promettono di minimizzare gli sprechi di materiale e rendere possibile la produzione diffusa, ma la più diffusa stampa a filo (FDM) implica molte limitazioni geometriche, le quali spingono i designer a progettare oggetti tipicamente rigidi, con superfici poco interessanti sia funzionalmente che esteticamente. Il progetto mira a promuovere la diffusione della fabbricazione digitale come mezzo per la realizzazione di oggetti quotidiani. Per fare ciò, si stabilirà un abaco di morfologie e strutture parametriche, avanzate dal punto di vista funzionale ed estetico, ma anche facilmente riproducibili. La sperimentazione sarà un aspetto fondamentale del progetto: l'abaco verrà realizzato e analizzato in una pluralità di laboratori universitari e Fab Lab, per garantire la replicabilità dei risultati. L'esperienza e i modelli parametrici saranno documentati e condivisi su una piattaforma online, auspicabilmente stimolando la disciplina Design a considerare la produzione distribuita come un'alternativa valida, valorizzando le risorse produttive ormai molto diffuse e promuovendo l'economia sostenibile e la resilienza delle comunità creative locali.

Contesto

La proposta parte da un paragone tra lo scenario produttivo di un secolo fa e quello di oggi. Bauhaus mirava, almeno dalla seconda fase, a valorizzare la crescente manifattura seriale: inventando forme adatte alla produzione industriale la quale sostituiva man mano l'artigianato.

Oggi la fabbricazione digitale promuove un fenomeno industriale inverso: la produzione diffusa, grazie ai nuovi artigiani "maker", che lavorano in una rete mondiale di fab lab (vedi iniziativa Fab City; Anderson, 2012). Si nota che entrambi implicano un cambiamento radicale delle forme raggiungibili nell'ambiente quotidiano. Tra designer da molti anni si sente della produzione diffusa e on-demand, senza limiti geografici e temporali.

Tuttavia, questa idea difficilmente si traduce in pratica: nella cultura materiale sono ancora rari i prodotti stampati a 3D, tecnologia ancora troppo lenta e costosa per molte categorie di prodotti. Ma con lo sguardo del designer è

altrettanto importante notare le limitazioni morfologici e strutturali, oppure i comportamenti materiali limitati – rispetto alla repertorio della produzione seriale. Il progetto indaga quanto e come sia possibile sostituire l'abaco convenzionale di finiture, forme e strutture – con un nuovo abaco ideato per la stampa 3D. Oggi ci sono notevoli esempi per gli stampanti avanzati e costosi, ma le qualità materiali per gli stampanti diffusi (a filamento fuso) sono meno attraenti, divario che la proposta presente intende di diminuire. Facilitando la progettazione di avanzate qualità funzionali ed estetiche, si tratta di una "research for design" che cerca di aumentare le capacità dei professionisti.

- fabbricazione digitale
- design parametrico
- metamateriali

Stato dell'arte

Oltre alla composizione molecolare, le caratteristiche meccaniche di un oggetto stampato a 3D possono essere calibrate attraverso le strutture finemente controllate di cellule più o meno flessibili. È molto attiva la ricerca nell'ambito delle calzature sportive, es. Adidas 4D, le soles dello studio Nervous Systems per New Balance, o Nike Flyprint che usa la stampa a filamento per tomaie leggeri e traspirabili.

In ambito accademico del design, è nota l'attività relativa di Neri Oxman (2010). Con focus più tecnico, Bickel et al. (2010) erano tra i primi a studiare in modo quantitativo il comportamento di materiali simili alle spugne. Panetta et al. (2015) hanno ampiamente esplorato le possibili microstrutture, generandole automaticamente (cd. truss-like structures). Un passo oltre, Ion et al. (2016) dimostrano come cellule di diversi tipi possono costituire meccanismi funzionali sofisticati (esplorata prima anche da Howell, 2001). Focalizzando sulla stampa FDM, si nota che i slicer diffusi (es. Cura, Simplify3D) generano microstrutture di riempimento (infill), ma consentono poco controllo localizzato, tranne alcuni software di nicchia come IceSL, oppure la ricerca CrossFill (Kuipers, Wu and Wang, 2019) che usa una "superficie piegata" di densità variabile, stampabile con una estrusione ininterrotta. D'altronde, anche nel Design ha una consapevolezza crescente del lavoro diretto con G-code, es. per l'argilla stampata (lavori di Ronald Rael, Virginia San Fratello, Co-De-It; sperimentazioni dell'autore (Figg. 1-2-3).

Obiettivi, attività, metodologia

Dunque, l'obiettivo generale della ricerca è promuovere la diffusione della stampa 3D come strumento di produzione di oggetti quotidiani, comprendendo possibilità e limiti, colmando carenze di know-how e diffondendo le best practices aggiornate. Il primo obiettivo specifico (OS.1) è stabilire una rete di collaborazione tra laboratori accademici e Fab Lab. La rete svolgerà attività di scambio tra territori, come eventi di divulgazione o workshop.

OS.2 è raccogliere, progettare e sperimentare morfologie e strutture che offrano nuove qualità funzionali-estetiche (l'abaco).

OS.3 è dimostrare l'utilità dell'abaco precedente attraverso prodotti sperimentali pronti alla produzione distribuita.

Infine, OS.4 è fornire strumenti progettuali e componenti utili ai progettisti. Questo include linee guida e una piattaforma. Al fine di raggiungere le finalità descritte, si ipotizza un progetto di ricerca della durata di 24 mesi, strutturata in otto fasi parzialmente sovrapposte: (1) networking e condivisione delle esperienze precedenti; (2) sviluppo di una piattaforma online per le strutture e modelli progettati; (3) raccolta e sistematizzazione dell'esistente corpo di ricerca; (4) progettazione e sperimentazione di un abaco di nuove forme e strutture tridimensionali parametriche; (5) progettazione e realizzazione di oggetti utilizzando le strutture sperimentate; (6) realizzazione diffusa presso i laboratori coinvolti e analisi dei risultati; (7) sintesi dei risultati compilativi, progettuali e sperimentali in linee guide; (8) disseminazione attraverso fiere, conferenze, pubblicazioni e workshop.

Il progetto segue un approccio ricerca-azione, dove lo studio dettagliato dello stato dell'arte sarà seguito da verifiche sperimentali, così costruendo un know-how condiviso. La replicabilità è un aspetto centrale: si parte con lo studio e riproduzione fisica di esempi interessanti nello stato dell'arte. La sperimentazione sarà cruciale anche nella verifica dei relativi risultati: si ritiene fondamentale l'analisi dei campioni materiali e prodotti sperimentali, in laboratorio e in



Fig. 2. Sperimentazioni con strutture per la stampa 3D a filamento flessibile in TPU (1), TPE (2) e in argilla. Progetto e copyright dell'autore, 2019.

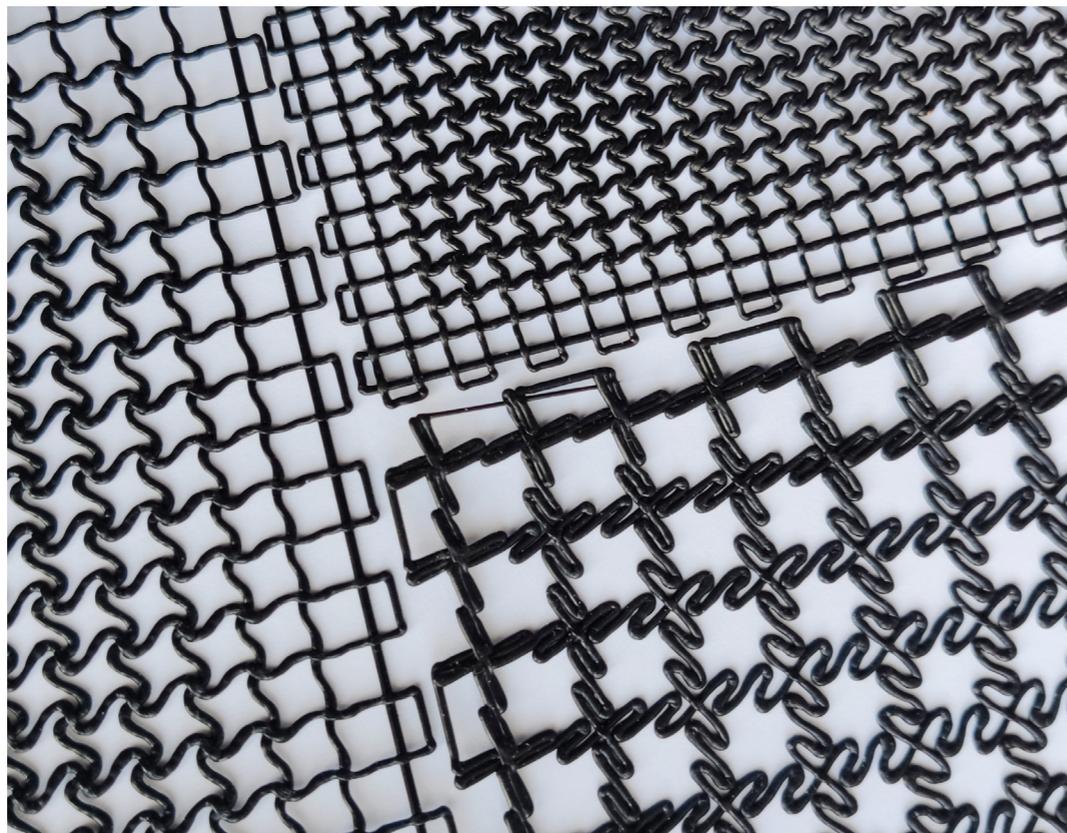


Fig. 3. Sperimentazioni con strutture per la stampa 3D a filamento flessibile in TPU (1), TPE (2) e in argilla. Progetto e copyright dell'autore, 2019.

uso quotidiano. È importante inoltre la condivisione e confronto dei risultati in modo visivo e uniformizzato: si mira a conciliare l'immediatezza ed efficacia della comunicazione web con il rigore scientifico.

Risultati attesi e impatto

Rispettivamente agli obiettivi specifici descritti, la ricerca ha quattro risultati attesi (RA): RA.1 è una rete di laboratori e Fab Lab, che svolgeranno attività di scambio, eventi di divulgazione, workshop, o servizi a imprese. RA.2 è un abaco di forme e strutture 3d, verificate ripetutamente in vari laboratori e su vari stampanti 3D e in vari materiali simili. Modelli 3D parametrici (Grasshopper) saranno disponibili con la licenza Creative Commons. RA.3 è una collezione dimostrativa di prodotti, adatti all'uso quotidiano (oltre che all'esposizione al pubblico generale) e pronti alla stampa 3D in qualsiasi Fab Lab, verificando l'effettiva utilità delle strutture progettate. RA.4 sono le linee guide su una piattaforma per raccogliere e confrontare modelli 3D e strutture parametriche, nonché per consultare i risultati sperimentali (originali o replicati), in un formato curato e adatto alle esigenze di disseminazione. Nel complesso, si auspica che il progetto proposto possa stimolare la disciplina Design a considerare la stampa 3D locale e distribuita come un'alternativa valida per la realizzazione di sempre più categorie di prodotti. Oltre al potenziamento delle economie locali e rendere le relative comunità sempre più resilienti, un tale spostamento potrebbe agevolare anche la diffusione dei prodotti personalizzabili. Dunque, il progetto potrebbe contribuire a una cultura materiale più sensibile alle culture e personalità divergenti presenti nella società contemporanea.

Bibliografia

- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Danvers: Crown Publishing Group.
- Oxman, N. (2010). *Material-based Design Computation*. Ph.D. thesis, MIT.
- Bickel, B., Bäcker, M., Otaduy M.A., Lee, H. R., Pfister, H., Gross, - M., & Matusik, W. (2010). Design and fabrication of materials with desired deformation behavior. In H. Hoppe (a cura di), *ACM SIGGRAPH 2010 papers (Article 63)*. New York, NY: ACM. doi.org/10.1145/1833349.1778800.
- Panetta, J., Zhou, Q., Malomo, L., Pietroni, N., Cignoni, P., & Zorin, D. (2015). Elastic textures for additive fabrication. *ACM Transactions on Graphics*. 34, 4, Article 135. doi.org/10.1145/2766937.
- Ion, A., Frohnhofen, J., Wall, L., Kovacs, R., Alistar, M., Lindsay, J., Lopes, P., Chen, H.-T., & Baudisch, P. *Metamaterial Mechanisms*. In *UIST '16 Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology (PP. 529-539)*. doi.org/10.1145/2984511.2984540.
- Howell, L. L. (2001). *Compliant Mechanisms*: Hoboken, New Jersey.
- Kuipers, T., Wu, J., & Wang, C. (2019). CrossFill: Foam Structures with - Graded Density for Continuous Material Extrusion. *Computer-Aided Design*, 114: 37-50. DOI.ORG/10.1016/j.cad.2019.05.003.