



TEMPO DI LETTURA:
minuti



INFINITE

il sistema robotizzato per l'incisione stampi

La maggior parte degli oggetti che ci circondano sono realizzati mediante stampaggio e sono in materiale plastico o compositi. Una delle componenti più importanti, che aiuta l'utente finale a percepire la qualità del prodotto, è legata all'aspetto e alla finitura delle superfici. Sicuramente una buona finitura aiuta a comunicare facilmente e con immediatezza la qualità superiore e quindi il maggior valore del prodotto stesso. Nel mercato occidentale, i produttori di oggetti di design e di consumo hanno iniziato a pensare alla possibilità di introdurre finiture personalizzate ed estetiche sui loro prodotti stampati. Un esempio della *capability* raggiunta dal processo di ablazione laser (texturing 3D) è illustrato negli oggetti e nelle superfici texturizzate di Figura 1.

Una buona finitura può essere ottenuta solo se lo stampo ha una buona texture. Questo significa che la superficie dello stampo è lavorata tridimensionalmente in maniera tale da generare sulla superficie del prodotto l'effetto desiderato.

Le tecnologie tradizionali di texturizzazione degli stampi sono oggi semi-manuali e in grado di eseguire incisioni bidimensionali o, al massimo, con due livelli di profondità di scavo. Un processo semi-manuale ha un grado minimo di automazione e non è ripetibile al 100%. L'incisione chimica, la tecnologia più comune, utilizza l'acido come componente dello scavo, con conseguenti problemi di sicurezza e salute. I sistemi basati sulla tecnologia laser vanno oltre questo paradigma. Attraverso l'ablazione laser è possibile eseguire texture 3D in modo automatizzato e ripetibile.

Oggi i sistemi di ablazione laser sono celle di lavorazione a



Tecnologia

Il progetto INFINITE, voluto dalla Comunità Europea, ha come obiettivo la realizzazione di un dimostratore di sistema di texturizzazione degli stampi costituito da un robot antropomorfo a 6 assi che porta all'estremità una testa di scansione 2D.

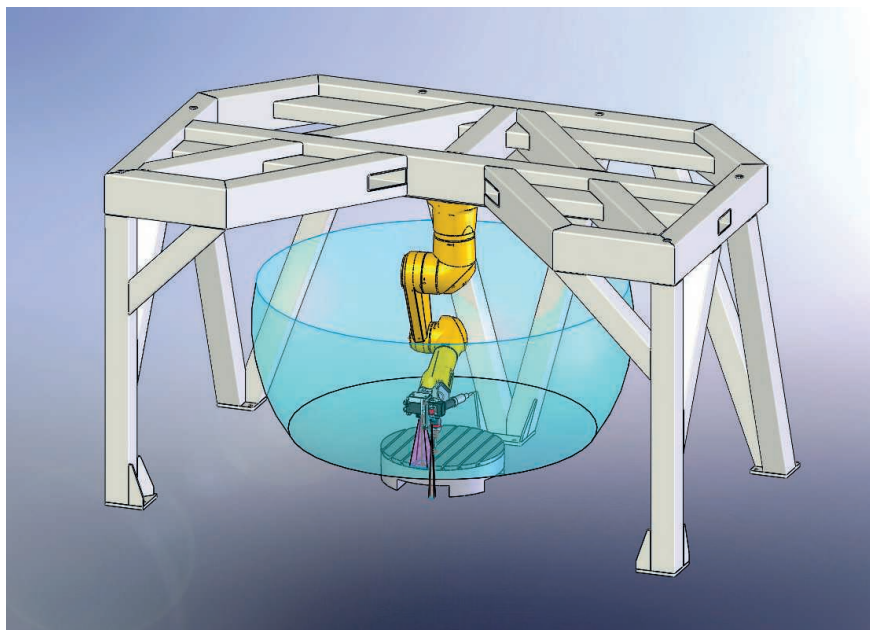
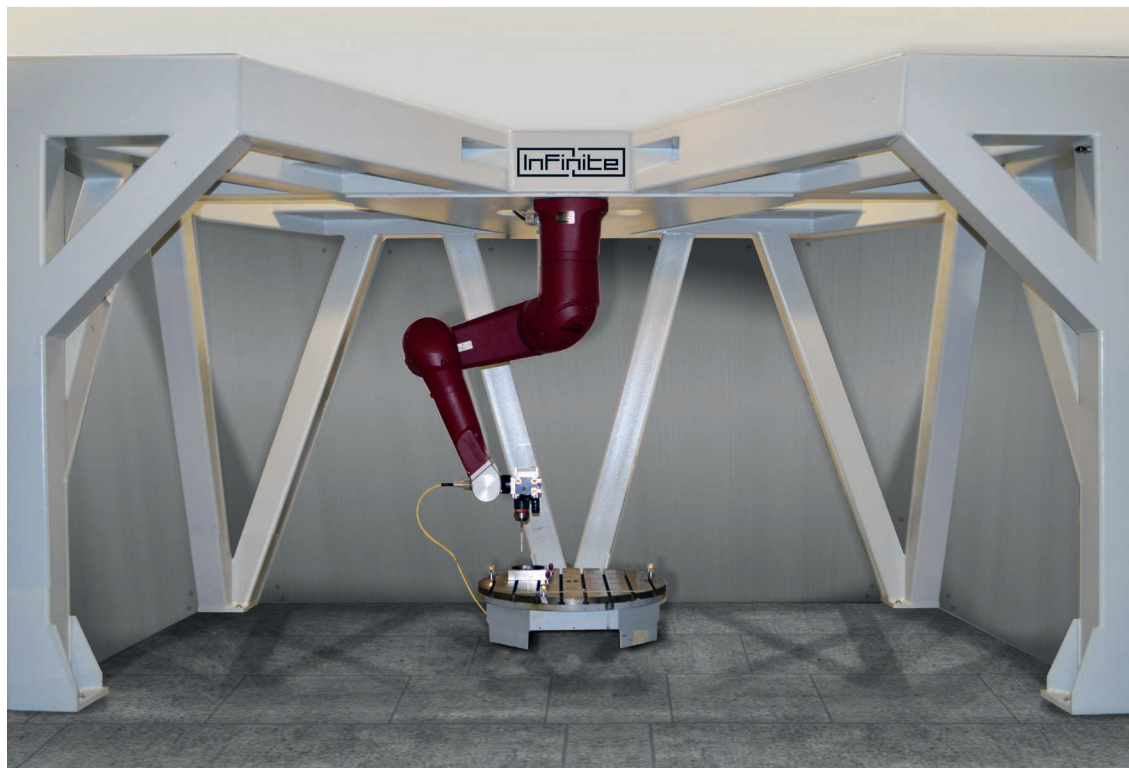
di Valentina Furlan e Stefano Isnenghi

3 o più assi, basati su un'architettura cartesiana di elevata precisione e rigidità. Dall'altro richiedono tempi di installazione molto lunghi, sono costosi, considerando sia i costi di capitale che i costi di processo, hanno limiti nei volumi massimi lavorabili o raggiungibili e sono complessi da programmare. Al contrario, sistemi basati su robot antropomorfi sono più convenienti, sono flessibili in ambienti 3D, e sono facili da programmare (grazie agli sviluppi delle tecnologie di visione e di monitoraggio).

Il progetto INFINITE ha come obiettivo la realizzazione di

1. Esempi della qualità estetica e delle precisioni oggi ottenibili con il processo di texturizzazione 3D laser.

3. Vista d'insieme del dimostratore INFINITE.



2. Concept del sistema di texturizzazione stampi INFINITE.

un dimostratore di sistema di texturizzazione degli stampi costituito da un robot antropomorfo a 6 assi che porta all'estremità una testa di scansione 2D. Per garantire la massima accessibilità e ampi volumi di lavorazione, il robot è sospeso a una struttura portante. Completano il *concept* una sorgente laser in fibra e, soprattutto, sistemi di visione e di contatto per la calibrazione e per il riferimento dello stampo (si veda in Figura 2 uno dei primi *concept* del sistema INFINITE).

INFINITE quindi si presenta come un nuovo modo di lavorare la superficie dello stampo per attribuirgli funzionalità e valenze estetiche. Esso è capace di integrare la libertà

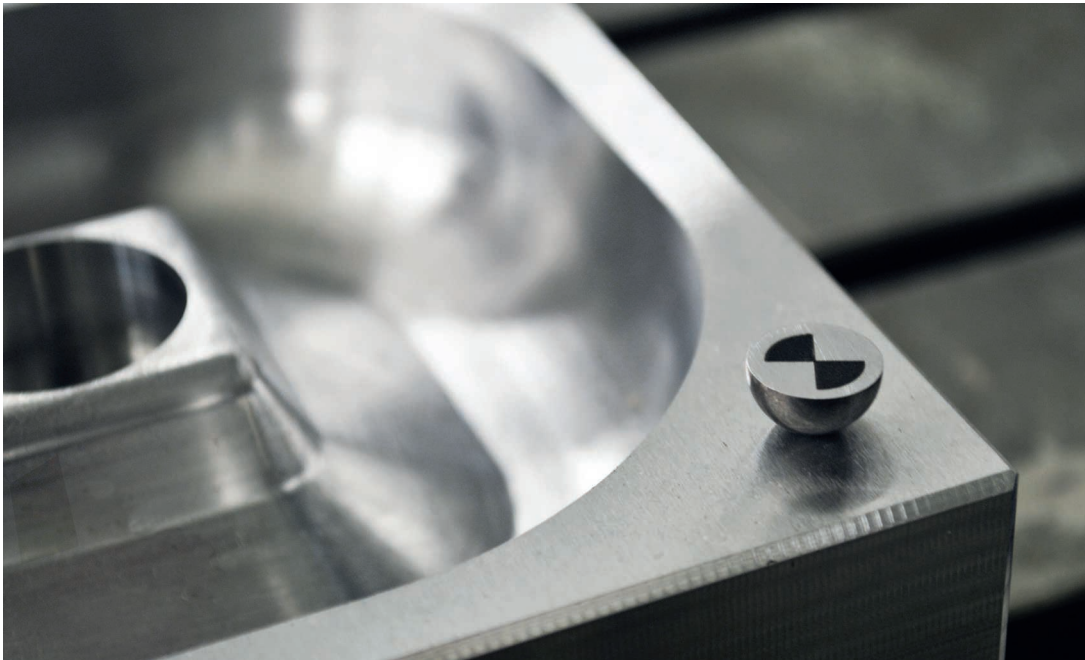
nello spazio di un robot antropomorfo, la produttività e qualità delle sorgenti laser pulsate in fibra e l'intelligenza di un sistema di visione adattativo. L'idea è nata dalla lunga esperienza di integrazione di sistemi robotizzati, sorgenti laser e sistemi di visione di DS4 [1] e dalla domanda di soluzioni innovative di ML Engraving [2]. Entrambe le aziende sono due SME bergamasche, l'una un produttore di sistemi di lavorazione speciali e con un contenuto fortemente innovativo, l'altra un riferimento tra chi si occupa di texturizzazione estetica e funzionale di superfici complesse. DS4 è infatti contemporaneamente una società di ingegneria e un sistemista di soluzioni speciali, che fondono e integrano lavorazioni laser, sistemi di visione, sistemi di movimentazione robotizzata e matematica applicata in celle di lavorazione fortemente personalizzate e flessibili.

SME Instruments e Progetto INFINITE

Il progetto INFINITE è stato uno dei primi progetti europei sostenuti all'interno del nuovo strumento di finanziamento per la ricerca per le piccole e medie imprese, voluto dalla Comunità Europea e che prende il nome di SME Instruments [3].

L'SME Instruments è strutturato in 3 fasi:

- Fase 1 "Studio di fattibilità": valutazione della fattibilità tecnica e del potenziale di mercato di nuove idee (contributi del valore forfettario di 50.000 euro);
- Fase 2 "Innovazione": attività di ricerca e innovazione, con attenzione particolare per progetti che prevedano dimostratori (contributi fino a 2,5 milioni di euro);
- Fase 3 "Commercializzazione": attività di agevolazione



4. Stampo pronto per la texturizzazione e riferimento per l'individuazione della sua superficie rispetto al sistema di riferimento assoluto del dimostratore INFINITE.

della commercializzazione dei prodotti e dei servizi innovativi (misure di networking, formazione, coaching e mentoring, accesso al capitale privato).

L'SME Instruments rappresenta il 7% del budget dei progetti H2020 ed ha avuto dal suo inizio, nel 2015, un successo medio nella Fase 1 del 8,2% e del 5,9% nella Fase 2. La call vinta da INFINITE è la H2020-SMEINST-2-2015, lanciata nel 2015 [4]. I due soli beneficiari e partner del progetto sono, come detto, ML Engraving e DS4.

ML Engraving è la capofila del progetto e ha il ruolo di utilizzatore finale del nuovo sistema di texturizzazione. DS4 è responsabile della ingegnerizzazione del dimostratore, della qualifica delle prestazioni del nuovo *concept* (rispetto ai sistemi cartesiani già presenti sul mercato) e della lavorazione di alcuni stampi esemplificativi, in collaborazione con ML Engraving.

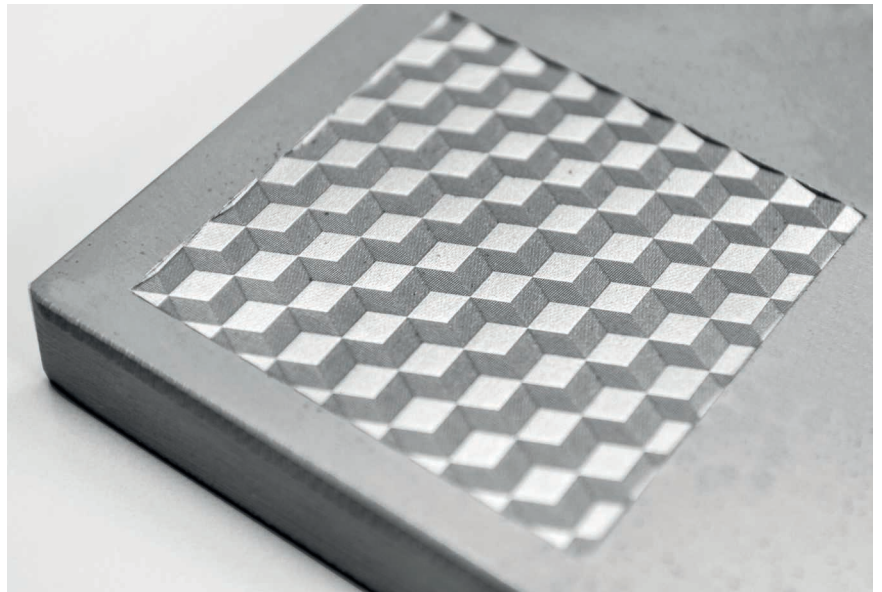
Per sviluppare il dimostratore INFINITE ed esplorarne prestazioni e potenzialità, le due aziende italiane si sono viste riconoscere in Fase 2 un costo di progetto complessivo pari a 1.833.562 euro, per un contributo a fondo perduto di 1.282.794 euro. Il progetto ha una durata di due anni e la fine è prevista per il prossimo autunno [5].

Il sistema di texturizzazione

Il progetto INFINITE è attualmente a circa due terzi del suo sviluppo (si veda in Figura 3 un assieme del sistema).

Lo sviluppo del dimostratore ha visto in successione le seguenti fasi:

- 1) Definizione delle specifiche e delle richieste dell'utente finale, in questo caso ML Engraving e i suoi clienti; specifiche che hanno riguardato soprattutto la definizione degli ingombri degli stampi, l'accessibilità delle superfici da lavorare, i materiali, la qualità attesa e la difettologia da contenere.
- 2) In base alle specifiche, il team di progettazione di DS4



5. Primo esempio di texture superficiale elementare costituita da elementi geometrici regolari e interconnessi ottenuta con il dimostratore INFINITE.

ha sviluppato via via *concepts* sempre più maturi, per poi passare alla fase di ingegnerizzazione vera e propria.

3) Il progetto è ora nella terza fase che prevede l'integrazione dei vari sottosistemi (struttura portante, robot, testa di scansione con sorgente laser, sistemi di visione, software di programmazione del robot, della testa di scansione e del sistema di visione, software di gestione della lavorazione).

4) Successivamente, le prestazioni del nuovo sistema verranno misurate e qualificate a partire da misure eseguite su superfici elementari per concludere con la lavorazione di qualche stampo dimostratore.

Gli elementi hardware principali del sistema INFINITE sono

Sitografia

1 DS4, <http://www.ds4.it>

2 ML Engraving, <http://www.mlengraving.com>

3 SME Instruments,

<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/sme-instrument>

4 H2020-SMEINST-2-2015, NMP-25-2015 - Accelerating the uptake of nanotechnologies, advanced materials or advanced manufacturing and processing technologies by SMEs

5 INFINITE, <http://www.infiniteproject.eu>

6 SITEC - Laboratorio per le Applicazioni Laser, <http://www.sitec.mecc.polimi.it>



Loghi del Progetto INFINITE e H2020.



6. Texturizzazione di superfici 3D ottenuta con il dimostratore INFINITE.

la struttura portante, il robot, la sorgente laser, la testa di scansione 2D.

La struttura portante (ingombri di massima 3.550x2.100x2.050 mm) ha l'obiettivo di sostenere robot, testa di scansione, dispositivi di visione e misura; realizzata su misura in travi a sezione rettangolare in acciaio S355JR saldate.

Il robot Staübli TX90L è caratterizzato da 6 assi e 6 giunti omocineticici con 6 motori diretti in modo da garantire maggiore precisione nella movimentazione. Il robot Staübli impiegato ha un raggio di azione di 1.200 mm, $\pm 0,035$ mm di ripetibilità dichiarata, peso pari a 114 kg, 6 kg di carico nominale e 15 kg di carico massimo.

La sorgente laser è in fibra attiva IPG pulsata 100 W.

La testa di scansione 2D è stata realizzata espressamente da DS4 per questo progetto, in modo da garantire il minimo ingombro per la lavorazione di superfici di forme chiuse e profonde. La testa di scansione alloggia, oltre che all'attacco della fibra laser, i due specchi galvanometrici e la lente f-theta (lunghezza focale 254 mm; spot laser minimo teorico 62 μm).

La testa di scansione porta con sé i riferimenti del laser tracker della CAM2, CAM2 Vantage, utilizzato per la calibrazione del robot Staübli, della testa laser, del sistema di visione bidimensionale e del suo ambiente di lavoro.

A questi elementi fondamentali la testa di scansione inte-

gra un sistema di visione multi-camera (per la precisione 3), che consente il riconoscimento delle superfici dello stampo da lavorare e il suo posizionamento relativo rispetto al sistema di riferimento del robot. Grazie all'adozione di alcune semi-sfere con una marcatura peculiare (si veda la Figura 4), le coppie di immagini vengono utilizzate per la definizione delle superfici dello stampo, che viene così automaticamente riconosciuto e collocato nello spazio assoluto del sistema INFINITE.

L'hardware così assemblato e integrato rappresenta lo stato dell'arte industriale dei sistemi robotizzati più innovativi e costituisce la piattaforma indispensabile per garantire la precisione e l'accuratezza necessarie nella realizzazione di texture estese e connesse, come quella rappresentata in Figura 5.

Tuttavia la vera intelligenza del dimostratore INFINITE è il software di integrazione e gestione dei diversi sotto-assiemi (robot, laser, testa di scansione e sistemi di visione), che co-operano insieme e che regolati da una struttura di controllo gerarchica, consentono la lavorazione di superfici texturizzate 3D anche su profili complessi (si veda la lavorazione di Figura 6).

Nei prossimi mesi il dimostratore INFINITE verrà utilizzato per la lavorazione di alcuni stampi forniti da utilizzatori finali e per la qualifica delle performance del sistema, sia per quanto riguarda la qualità della lavorazione sia per le prestazioni (produttività e costo in primis) rispetto ai sistemi tradizionali. La collaborazione con il laboratorio SITEC - Laboratorio per le Applicazioni Laser del Politecnico di Milano [6], consulente scientifico del progetto, ha infatti come obiettivo la definizione di una metrica di confronto tra le prestazioni dei sistemi cartesiani, oggi impiegati per la lavorazione di texturizzazione degli stampi, e questo nuovo *concept* di sistema. ■■■

Valentina Furlan, Stefano Isnenghi
SITEC - Laboratorio per le Applicazioni Laser
Dipartimento di Meccanica - Politecnico di Milano

Desidero esprimere la vostra opinione su questo tema? Scrivete a:

filodiretto@publitech.it