



ISIA di Pescara

Istituto Superiore per le Industrie Artistiche

Via Cesare Battisti n. 198 - 65123 - Pescara

Codice fiscale 91137250683 Tel. 085.2059763 / 867

PEO: isiape@isiadesign.pe.it - PEC: pec@pec.isiadesign.pe.it - www.isiadesign.pe.it



Scheda Attività Didattica a.a. 2021/22

Corso di Studio: “Design del prodotto e della comunicazione” o “Multimedia Design indirizzo Comunicazione multimediale” o “Multimedia Design indirizzo Design del prodotto”
(lasciare solo indirizzo/i di riferimento cancellando anche questa indicazione)

Denominazione insegnamento: MODELLIZZAZIONE AUTOMATICA/CAM

SAD (Settore Artistico Disciplinare): ISDR/03

Durata del corso: corso semestrale

Crediti: 3

Ore di lezione: 36

Tipo di corso: Teorico/Pratico - Laboratorio

Prof.: Di Lecce Francesco

Obiettivi formativi e contenuti: I processi produttivi sono sempre stati caratterizzati da un continuo orientamento all'innovazione, con il fine di trovare nuovi sistemi per migliorare la qualità produttiva e ridurre i costi. Tuttavia, da alcuni decenni non ci sono state innovazioni capaci di rinnovare profondamente il sistema produttivo, che abbiano cioè introdotto elementi di novità rivoluzionari. Questa rivoluzione può essere oggi portata dalle tecnologie di *additive manufacturing*, comunemente chiamate stampa 3D.

Queste tecnologie permettono di modificare il paradigma produttivo fornendo vantaggi estremamente significativi come la riduzione degli sprechi, la produzione di oggetti unici a costi molto inferiori rispetto ai metodi tradizionali e la possibilità di produrre oggetti con geometrie interne precedentemente impossibili da realizzare.

In questo corso verranno analizzati anche i limiti di queste tecnologie, non indifferenti per quanto riguarda le produzioni su larga scala di oggetti standardizzati.

Si cercherà così di dare una visione panoramica di queste tecnologie e della loro applicazione in ambito aziendale, per capire quale può essere l'impatto dell'*additive manufacturing* nel sistema produttivo e quali sono i settori e le fasi produttive che possono maggiormente trarre benefici dalle caratteristiche di queste innovative tecnologie.

Nel mercato consumer, così come in quello business, l'*additive manufacturing* porta livelli di innovatività estremamente elevati, tanto da spingere vari autori a definirla come la nuova rivoluzione industriale. Introduce però anche elementi di criticità e di attrito con i sistemi produttivi tradizionali, considerati come somma delle dinamiche produttive e delle competenze pregresse, che devono essere attentamente analizzati per poter effettivamente fornire un'analisi accurata sulla possibilità che queste tecnologie diano vita ad un nuovo settore economico o a una nuova rivoluzione industriale.

Contenuti (descrizione del corso): Progettare un prodotto significa concepire e articolare tutte quelle caratteristiche funzionali, fisiche, tecniche, estetico-formali e comunicative che ne determinano gli aspetti qualitativi in relazione all'uso e alle possibilità tecnologiche e produttive.

Il design di prodotto, sottende l'apprendimento di sapere e di tecniche che consentono di ideare e sviluppare con creatività prodotti innovativi pensati per le persone e rispondenti alle esigenze delle imprese che ne realizzano la produzione.

Il Corso è indirizzato a formare figure professioniste del “progetto”, in grado di gestire i vari stadi della progettazione, che attualmente, con l'avvento di strumenti di prototipazione alla portata anche del piccolo studio e non necessariamente di grandi realtà industriali, comprendono anche l'homemade e il test prototipale in autonomia, senza dispendio di tempo e di grandi risorse economiche, con ovvie agevolazioni pratiche e a sicuro beneficio del progetto.

È un corso ad indirizzo pratico di laboratorio, al cui interno saranno fornite competenze anche teoriche, mediante lezioni frontali, metodi per la finalizzazione esecutiva di un progetto di prodotto.

La stampa 3D, viene da molti quindi considerata come portatrice di una nuova rivoluzione industriale, ponendo inoltre le basi per la creazione di un modello economico incentrato sull'auto-produzione e i *prosumer* ossia, i destinatari di beni e di servizi che non si limitano al ruolo passivo di consumatori, ma partecipano attivamente alle diverse fasi del processo produttivo, a volte portando anche soluzioni innovative, ma prive di valenza estetica. Da qui, è chiaro quale enorme potenziale contributo possa essere la stampa 3D, a supporto di giovani designer che si accingono alla sperimentazione e al progetto di design.

Dal 1986 ad oggi, la stampa 3D si è evoluta e differenziata molto velocemente grazie all'introduzione di tecniche di stampa innovative e di innumerevoli materiali con diverse caratteristiche meccaniche, permettendo così la diffusione di questa tecnica di produzione nei settori più diversi.

Rispetto ad altre tecnologie di produzione *sottrattiva*, le stampanti 3D sono generalmente più veloci, più affidabili e più semplici da usare; il loro punto di forza è la possibilità di stampare e assemblare parti composte da diversi materiali con diverse proprietà fisiche e meccaniche in un singolo processo di costruzione.

Le tecnologie di stampa 3D avanzate creano prototipi che emulano le funzionalità degli oggetti finali; in alcuni casi gli oggetti vengono progettati ed utilizzati direttamente come oggetti finali.

Nel 2009 la scadenza del brevetto sulla tecnologia FDM (Fused-Deposition-Modeling) ha reso le stampanti 3D economicamente accessibili alle piccole e medie imprese, nonché a makers, architetti e non ultimi i designers, che ne traggono notevole beneficio nel loro workflow.

La stampa 3D si usa e si presta comunemente nella visualizzazione dei modelli di natura e finalità più disparate, nella prototipazione/CAD, nella colata dei metalli, nell'architettura, nell'educazione, nell'ingegneria geo e aerospaziale, nella sanità e nell'intrattenimento/vendita al dettaglio.

Saranno analizzate metodologie e tecniche, per la definizione degli obiettivi esecutivi di un progetto di design e per la finalizzazione di un progetto concettuale in un progetto definitivo, comprensione delle sue implicazioni nel processo produttivo e sulla qualità del prodotto.

La stampa 3D non sostituisce però completamente l'asportazione di truciolo, pertanto il corso prevede la trattazione seppur in misura minore di quelle attrezzature che restano complementari alla tecnologia FDM, ossia i torni e le frese CNC.

Partendo da una panoramica generica sulle tecnologie di additive manufacturing, che ne descrive i vantaggi e le criticità, verrà poi approfondita la loro applicazione in ambito aziendale e in ambito consumer.

L'attività didattica, considerato che temporalmente si svolgerà durante il secondo semestre, coadiuverà con applicazioni pratiche il lavoro svolto durante il corso di Computer Grafica 2, anche il livello degli studenti al II° anno di corso, è temporalmente consono ad approfondimenti pratici applicativi alla prototipazione.

I processi di manufacturing si dividono in due macrocategorie o aree principali, i processi manifatturieri additivi e i processi manifatturieri sottrattivi e come tali saranno trattati durante il corso in due macro sezioni. Il corso è pensato quindi per due aree conoscitive, delle quali, la principale riguarda la tecnologia FDM più corposa, con numerose sperimentazioni ed esercitazioni pratiche con l'uso della stampante 3D in dotazione all'Istituto, le altre, non meno importanti riguarderanno le tecnologie per asportazione di truciolo CNC con tornio e fresa a tre assi (eventualmente sperimentati in ambiente virtuale), avvalendoci di software dedicati e soprattutto gratuiti, come **SinuTrain Operate** (piattaforma virtuale sviluppata da Siemens, che simula stazioni macchina come torni e fresatrici, che si basano su CNC Sinumerik) e **Fusion 360** (come approfondimento del modulo Produzione CAM di Fusion 360 Autodesk, software già in uso

ISIA di Pescara

Istituto Superiore per le Industrie Artistiche

Via Cesare Battisti n. 198 - 65123 - Pescara - Codice fiscale 91137250683

Tel. 085.2059763 - PEO: isiape@isiadesign.pe.it - PEC: pec@pec.isiadesign.pe.it

www.isiadesign.pe.it

nel corso di Computer Grafica II e che comprende al suo interno tool di fresatura, tornitura, additiva e taglio laser):

AREA 1 - Processi additivi FDM:

La modellazione a deposizione fusa (in inglese: Fused-Filament-Fabrication o Fused-Deposition-Modeling) in breve **FFF** o **FDM** è una tecnologia di produzione additiva usata comunemente per applicazioni di modellazione, prototipazione e produzione a partire da un file CAD.

I processi additivi non sono altro che processi che comportano l'accorpamento di più strati di materiale, mentre i processi sottrattivi come il taglio, la tornitura o la fresatura comportano l'asportazione di materiale da un blocco più grande e possono essere svolti con macchine a controllo numerico, anche dette macchine CNC.

Le differenze principali fra le diverse tecnologie di stampa 3D riguardano il modo in cui sono stampati gli strati. Alcuni metodi usano materiali che si fondono, si sinterizzano o si ammorbidiscono col calore per produrre gli strati o layers.

Il metodo FDM è basato su un ugello che deposita un polimero fuso strato dopo strato per creare la geometria del pezzo opportunamente preparata e posizionata. I polimeri più conosciuti che vengono utilizzati col metodo FDM sono il **PLA** (*Acido polilattico*), il **PETG** (*Polietilene tereftalato*) e l'**ABS** (*Acrilnitrile butadiene stirene*).

AREA 2 - Processi sottrattivi CNC:

L'acronimo sta per "Computer-Numerical-Control" e significa che un dispositivo elettronico interno, si occupa di comandare i movimenti e le funzioni della macchina durante la lavorazione, tutto questo a seconda di un ben definito programma di lavoro.

I numeri generati sono convertiti in coordinate di un grafico a 3 dimensioni XYZ che vengono inviate alla macchina, ed è grazie a queste che la macchina riesce a capire dove posizionarsi esattamente, muovendo i suoi assi con movimenti precisi, e replicando il disegno o il percorso importato.

Il panorama delle macchine CNC è enormemente vasto, ci sono tecnologie diverse a seconda della lavorazione o del materiale che si vuole lavorare.

Nel corso, ci occuperemo delle applicazioni più classiche della tecnologia a controllo numerico:

- Il **Tornio CNC**,
- Le **Fresatrici CNC**.

Prerequisiti: Le nozioni di base già apprese nell'ambito dei corsi di Computer Grafica 2, laboratori di modellistica e tecnologia dei materiali, sono alla base di una corretta comprensione dei processi produttivi.

Programma esteso:

AREA 1 - Processi additivi FDM:

1. Fabbricazione digitale con la stampa 3D
 - CAD (*Computer Aided Design*)
 - CAM (*Computer Aided Manufacturing*)
 - Stampa 3D – vantaggi e svantaggi
2. Principali tecnologie di stampa 3D
 - Stampanti a filamento
 - Stampanti a resina
 - Stampanti a polvere
 - Fused Deposition Modeling (*FDM*)
 - Selective Laser Sintering (*SLS*)

ISIA di Pescara

Istituto Superiore per le Industrie Artistiche

Via Cesare Battisti n. 198 - 65123 - Pescara - Codice fiscale 91137250683

Tel. 085.2059763 - PEO: isiape@isiadesign.pe.it - PEC: pec@pec.isiadesign.pe.it

www.isiadesign.pe.it

- Stereolithography (SLA)
 - Prospettive di sviluppo e criticità
3. Stampanti 3D a filamento
- Tipologie di stampanti FDM
 - Telaio e movimentazioni
 - Testina di stampa: estrusore, hot end, ugello e ventilazione
 - Il piatto di stampa
 - Tipologie di estrusori: diretto e bowden
 - Scheda elettronica e firmware di controllo
4. Materiali per la stampa 3D FDM
- PLA (*Acido Polilattico*)
 - ABS (*Acrilnitrile Butadiene Stirene*)
 - PETG (*Polietilene Tereftalato*)
 - Altri materiali
5. Processo di fabbricazione con stampante 3D FDM
- Modellazione matematica
 - Ingegnerizzazione di massima
 - Scomposizione del modello e predisposizione giunzioni
 - Slicing
6. Uso dello Slicer
- A cosa serve uno Slicer
 - Esportazione dal software 3D del file *.stl
 - L'area di lavoro
 - L'adesione al piano di stampa (*helper*)
 - Temperature di stampa in base al materiale, estrusore e piano
 - La retrazione
 - Velocità di stampa e riempimento
 - Impostazioni di Skirt, Brim e Raft
 - Altezza dello strato (*Layer Height*)
 - Larghezza delle pareti (*Shell Thickness*)
 - Densità di riempimento (*Fill Density*)
 - Tipo di supporto (*Support Type, per strutture a sbalzo che hanno bisogno di supporti per garantire l'integrità strutturale*)
 - Velocità di stampa (*Print Speed*)
 - Temperatura di stampa (*Print Temperature, da determinare a seconda del materiale con cui si vorrà stampare*)
 - Il raffreddamento
 - Il G-Code
 - Gestione di eventuali problemi di stampa
 - Post-produzione per la stampa 3D – Tecniche più diffuse

ISIA di Pescara

Istituto Superiore per le Industrie Artistiche

Via Cesare Battisti n. 198 - 65123 - Pescara - Codice fiscale 91137250683

Tel. 085.2059763 - PEO: isiape@isiadesign.pe.it - PEC: pec@pec.isiadesign.pe.it

www.isiadesign.pe.it

- Stima valore di una stampa 3D

7. Il Soft-Tooling

- Le gomme siliconiche
- Le resine poliuretaniche ed epossidiche
- Preparazione del Master
- Preparazione dello stampo in silicone
- La colata della resina

8. ESERCITAZIONI PRATICHE

AREA 2 - Processi sottrattivi CNC

(compatibilmente con la frequenza dei tempi di laboratorio in presenza):

1. Avviamento del software di simulazione SinuTrain Operate

- Creazione del tornio
- Importazione dei dati utensile
- Definizione grafica del pezzo grezzo
- Avvio della simulazione
- Selezione del programma per l'avvio della produzione

2. Nome e direzione degli assi

- La disposizione degli assi secondo la normativa ISO
- L'asse X e asse Z, l'asse C
- Determinazione del verso positivo degli assi rotanti
- L'asse Y, B e A
- Concetto di interpolazione

3. Sistemi di coordinate

- Sistemi di coordinate macchine (SCM)
- Zero macchina
- Punto caratteristico della slitta
- Sistema di coordinate pezzo (SCP)
- G54-G57 definizione dello zero pezzo
- Azzeramento utensile
- **Esercitazioni pratiche**

4. Richiamo degli utensili

- Richiamo dell'utensile e funzione M6
- Richiamo dei valori di azzeramento utensile
- Correzione usura utensile
- **Esercitazioni pratiche**

5. Attivazione dei mandrini

- SETMS, G97, G96, LIMS, M3, M4, M5 e SPOS

ISIA di Pescara

Istituto Superiore per le Industrie Artistiche

Via Cesare Battisti n. 198 - 65123 - Pescara - Codice fiscale 91137250683

Tel. 085.2059763 - PEO: isiape@isiadesign.pe.it - PEC: pec@pec.isiadesign.pe.it

www.isiadesign.pe.it

- Riferimento delle istruzioni ad un mandrino non principale
 - Impostazioni dell'avanzamento
 - **Esercitazioni pratiche**
6. Programmazione di una fresa a 3 assi
- Disposizione degli assi in una fresatrice
 - L'asse X, Y e Z
 - L'asse C e B nei centri di lavoro
 - Interpolazione su 5 assi
 - Schema di programmazione
 - Posizione dello zero macchina e definizione dello zero pezzo
 - Posizione del punto comandato dal CN e geometria utensili
 - Impostazione della rotazione utensile e dell'avanzamento
 - **Esercitazioni pratiche**
7. Esercitazione pratica di fresatura
- Creazione di una fresatrice a tre assi (X,Y,Z)
 - Richiamo diretto degli utensili nel programma (SinuTrans e/o Fusion 360)
 - Definizione grafica del pezzo grezzo
 - Disegno del pezzo da realizzare
8. Taglio concorde e discorde in fresatura
- Fresatura periferica
 - Fresatura frontale
 - Area della sezione del truciolo
 - Discordanza e Concorde
 - Confronto tra i vari tipi di fresatura

Metodi Didattici: Gli studenti, saranno chiamati a interpretare le potenzialità e caratteristiche dei diversi materiali per la progettazione e la realizzazione di prodotti di diversa complessità, connotati da soluzioni, lavorazioni, modellazioni e trattamenti rispondenti al quadro esigenziale definito dall'analisi degli utenti.

Fra gli obiettivi principali del corso, lo sviluppo della manualità, prefigurare e concepire un prodotto come insieme di più componenti, saperne gestire i punti di giunzione e le varie tipologie, valutare dimensioni, spessori e tolleranze in funzione del materiale scelto, nonché ipotizzare irrigidimenti puntuali in caso di piccoli spessori sottoposti a sollecitazioni meccaniche. Il modello prototipale può avere fini di maquette estetica o replicare esattamente il prodotto finale, lo studente, in entrambi i casi deve essere in grado di risolvere i problemi esecutivi e proporre soluzioni alternative.

Pertanto, fra gli obiettivi principali del corso, le conoscenze di base, per poter leggere e creare un disegno tecnico e di imparare ad utilizzare software 2D e 3D per la creazione e rappresentazione di parti, assiemi e tavole esecutive per la prototipazione e la produzione di un prodotto di design. Si prediligerà un coinvolgimento degli studenti in più gruppi di lavoro eterogenei, al fine di stimolare il confronto e l'apprendimento, una motivazione didattica con implicazioni di natura pratica, essendo il processo di stampa spesso lungo e fatto di test, non sarebbe possibile realizzare un numero elevato di lavori.

Modalità e verifica dell'apprendimento: All'interno del percorso formativo del corso, sono previste esercitazioni volte ad assimilare le principali metodologie di modellazione e sviluppare autonomamente percorsi alternativi.

Controlli puntuali durante lo svolgimento delle attività, verifica della continuità di presenza ed impegno degli studenti. Le prove ex tempore e le esercitazioni in aula previste hanno il duplice scopo di fornire un'opportunità di sperimentazione dei contenuti delle lezioni e di verifica del livello di apprendimento. Le esercitazioni, si focalizzeranno su specifici punti del programma, al fine di verificare il grado di apprendimento dei diversi argomenti trattati.

Esercitazioni di gruppo e discussioni orali, il confronto e la verifica di gruppo è un momento di crescita fondamentale che sarà incoraggiato il più possibile.

Si prevede un progetto di fine corso, che verrà proposto dai gruppi di studenti, concordato con il docente durante il corso e prevederà un progetto relativo ad un prodotto di design, la modellazione delle matematiche e l'ingegnerizzazione di un piccolo prodotto che sia composto da un minimo di due ad un massimo di cinque componenti, che dovranno essere stampati, rifiniti e assemblati, per una presentazione. Il progetto che risulterà più interessante, anche dal punto di vista produttivo, potrà essere ulteriormente sviluppato, con l'apporto ora di tutti gli studenti, per una piccola preserie, realizzando per i componenti prodotti, degli stampi in silicone, necessari per successive colate di resine poliuretatiche o epossidiche, avendo così la possibilità di produrre più pezzi di una piccola serie.

Le consegne costituiranno parte della valutazione finale unitamente al colloquio e alla presentazione del lavoro in sede di esame.

Testi di riferimento: Le attività di verifica verranno impostate anche sulla base di specifiche risorse (non solo bibliografiche ma anche contenuti presenti in rete) oltre che dispense segnalate o fornite dal docente. I testi indicati non sono da intendersi come manuali per l'utilizzo di un software specifico. Sono studi di natura più ampia, e potranno essere utilissimi in una svariata quantità di situazioni.

- Di Andreas Gebhardt, Julia Kessler, Laura Thurn - **Additive manufacturing. Le applicazioni industriali della Stampa 3D**, Tecniche Nuove, 2018
- Di Moreno Soppelsa - **Fabbricare con la stampa 3D. Tecnologie, materiali e metodologie per la manifattura additive**, Tecniche Nuove – 2015
- Di Werner Stefano Villa - **Stampa 3D professionale. Design, prototipazione e produzione industriale**, Tecniche Nuove – 2014
- Di Mihail Vladimirowich Sokolow - **Caratteristiche della lavorazione di parti in leghe di alluminio su macchine CNC: Esplorare l'influenza della lavorazione delle leghe di alluminio sulle macchine CNC**, Edizioni Sapienza 2020
- Di Paolo Sgarbanti, Claudio Sgarbanti - **Elementi di disegno meccanico. Per operatori alle macchine utensili e programmatori CNC**, Sandit Libri 2019
- Di Nicola Bellini - **Macchine utensili CNC : tecnologia, programmazione e controllo di processo**, Formato Kindle 2018
- Di B. Maiocchi, M. Rossi - **Manuale delle macchine utensili**, Tecniche Nuove – 2014

ISIA di Pescara

Istituto Superiore per le Industrie Artistiche

Via Cesare Battisti n. 198 - 65123 - Pescara - Codice fiscale 91137250683

Tel. 085.2059763 - PEO: isiape@isiadesign.pe.it - PEC: pec@pec.isiadesign.pe.it

www.isiadesign.pe.it