



**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Modelli matematici per la ricostruzione 3D e applicazioni

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
MATEMATICA

Responsabile scientifico: Maurizio Falcone

Area per la quale si presenta la richiesta: INNOVAZIONE

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Azienda: ADAPTA Studio, Milano

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 3000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA con delibera del 20/9/2021

Progetto di ricerca:

Il progetto si concentra sullo sviluppo di tecniche matematiche ed algoritmi innovativi per la ricostruzione 3D a partire da una o più immagini o da nuvole di punti. Questa problematica ha forti ricadute industriali, grazie anche agli sviluppi della stampa 3D e della computer vision e trova applicazione nei campi più disparati, quali, ad esempio, l'astronomia, la biomedicina, la sicurezza, il controllo qualità, l'ingegneria spaziale e meccanica, il cinema, la computer grafica.

L'obiettivo è quello di sviluppare un approccio completo, che permetta di passare dalle immagini, alla ricostruzione 3D fino alla stampa 3D, attraverso tecniche matematiche innovative basate sulle equazioni alle derivate parziali nonlineari, metodi variazionali e vari metodi numerici alle differenze finite o elementi finiti. Un ruolo importante avranno anche le tecniche di modellazione CAD e lo sviluppo di metodi di griglia adattivi per una ricostruzione accurata e computazionalmente vantaggiosa dei dettagli delle superfici ed alcuni metodi di ottimizzazione non lineare. Nel progetto si individuano due obiettivi principali. Il primo è la ricostruzione virtuale di oggetti 3D a partire da una o più immagini prese da camere diverse (multiview) e/o in condizioni di luce diverse (stereofotometria) o ancora da nuvole di punti. Da questo punto di vista l'attività si basa su alcuni risultati parziali già ottenuti nel caso di singole immagini sia nel caso di superfici lambertiane (cioè con proprietà di riflessione uniformi) che nel caso generale e su tecniche basate sulla ricostruzione implicita di superfici. Il secondo obiettivo è quello di ottimizzare il software dedicato alla ricostruzione grafica, e successivamente fisica, di oggetti 3D tramite stampanti 3D. In particolare verranno studiate le tecniche basate sulla tecnologia di pre-processing di oggetti CAD prima della fase finale di stampa 3D, con riferimento alla tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling). Entrambi gli obiettivi verranno perseguiti sviluppando modelli e metodi matematici avanzati ad hoc.

Titolo del progetto (inglese): Mathematical models for 3D reconstruction and applications

Progetto di ricerca (inglese):

The project focuses on the development of innovative mathematical techniques and algorithms for 3D reconstruction starting from one or more images or point clouds. This problem has strong industrial repercussions, thanks also to the developments of 3D printing and computer vision and finds application in the most diverse fields, such as, for example, astronomy, biomedicine, security, quality control, space engineering and mechanics, cinema, computer graphics.

The goal is to develop a complete approach, which allows you to move from images, to 3D reconstruction and 3D printing, through innovative mathematical techniques based on nonlinear partial differential equations, variational

methods and various numerical methods with finite differences or finite elements. An important role will also be played by CAD modeling techniques and the development of adaptive grid methods for an accurate and computationally efficient reconstruction of surface details and some non-linear optimization methods.

Two main objectives are identified in the project. The first is the virtual reconstruction of 3D objects starting from one or more images taken from different cameras (multiview) and/or in different light conditions (stereophotometry) or from point clouds. From this point of view the activity is based on some partial results already obtained in the case of single images both in the case of Lambertian surfaces (ie with uniform reflection properties) and in the general case and on techniques based on the implicit reconstruction of surfaces. The second objective is to optimize the software dedicated to the graphic, and subsequently physical, reconstruction of 3D objects using 3D printers. In particular, the techniques based on the pre-processing technology of CAD objects will be studied before the final 3D printing phase, with reference to the FDM (Fused Deposition Modeling) technology. Both objectives will be pursued by developing ad hoc advanced mathematical models and methods.