



ELABORAZIONE MATEMATICA DI SEGNALI E IMMAGINI

12

INFORMAZIONI

Prof. M. Picardello
picard@mat.uniroma2.it
www.mat.uniroma2.it/~picard/EMSI
www.segnali-immagini.uniroma2.it

ELABORAZIONE MATEMATICA DI SEGNALI E IMMAGINI



Finalità

Formare scienziati specializzati nel trattamento digitale di segnali ed immagini, con applicazioni a settori quali formati di codifica, compressione e decompressione di segnali, riconoscimento, segmentazione e ricostruzione di immagini, computer vision, computer graphics, immagini tomografiche (ad esempio TAC, NMR, ecografia), segnali acustici e musicali.

Obiettivi formativi

Avere una solida preparazione culturale nell'area della matematica e dei metodi propri conoscere approfonditamente il metodo scientifico; possedere avanzate competenze computazionali e informatiche, particolarmente nell'ambito della simulazione numerica; avere conoscenze matematiche specialistiche nell'ambito dell'elaborazione di segnali ed immagini; essere in grado di analizzare e risolvere problemi complessi, anche in contesti applicativi relativi all'elaborazione di segnali ed immagini; avere specifiche capacità per la comunicazione dei problemi e dei metodi della matematica; essere in grado di utilizzare, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con priorità per la lingua inglese; essere in grado di esercitare funzioni di elevata responsabilità nell'utilizzazione e nella gestione di modelli matematici nei settori dell'elaborazione di segnali ed immagini.

Sbocchi professionali

Aziende ed enti del settore pubblico e privato interessate alla analisi, compressione e trasmissione di segnali ed immagini ed alla loro elaborazione. Ad esempio, nei settori delle comunicazioni telefoniche, via rete, biomedico, astronomico, nei settori della computer vision, della computer graphics, dei videogiochi, della verifica di integrità di strutture, in tutti i settori della documentazione tramite immagini, ed in molti altri.

Ordinamento degli Studi - Laurea Specialistica**1° Anno****I SEMESTRE**

Complementi di analisi matematica 1 (teoria della misura)	8 CFU
Analisi Armonica	5 CFU
Teoria delle ondicelle 1 (metodi num. elementari, multirisoluzione)	7 CFU
Complementi di Probabilità (prob. e teoria della misura, legge dei grandi numeri, teoremi limite)	5 CFU
<i>oppure</i> Statistica	5 CFU
Funzioni olomorfe	7 CFU

I SEMESTRE

Teoria delle ondicelle 2 (ondicelle con Matlab)	5 CFU
Teoria delle ondicelle 3 (basi ortonormali, frames, wavelet packets)	5 CFU
Analisi immagini tomografiche 1 (tomografia e problemi inversi)	5 CFU
Codifica di segnali ed immagini	5 CFU
Calcolo delle Variazioni	5 CFU
<i>oppure</i> Analisi Funzionale	5 CFU
<i>oppure</i> Equazioni alle derivate parziali	5 CFU
Un corso a scelta dello studente	5 CFU

2° Anno**I SEMESTRE**

Metodi num. per Equazioni alle derivate parziali	5 CFU
Grafica computazionale (librerie grafiche e rendering per grafica intensiva)	5 CFU
<i>oppure</i> Lab. trattamento numerico delle immagini (laboratorio di ricostruzione 3D da immagini, denoising, restauro, compressione)	5 CFU
Riconoscimento e segmentazione di immagini	5 CFU
Visione artificiale	5 CFU
Un corso a scelta dello studente	5 CFU

I SEMESTRE

Compressione di Immagini tramite Frattali	5 CFU
-------------------------------------------	-------

10 crediti a scelta fra:

Programmazione di effetti digitali	5 CFU
Rendering con mappa fotonica	4 CFU
Modellazione e rendering della figura umana	5 CFU
Animazione 3D	5 CFU
Laboratorio di grafica 3D	5 CFU
Aspetti matematici avanzati del rendering e dell'illuminazione globale	6 CFU
Motori grafici 3D in tempo reale	5 CFU
Grafica 3D per videogiochi	5 CFU
Realtà virtuale	5 CFU
Illuminazione digitale	5 CFU
Tessiture digitali	5 CFU
Laboratorio di rendering	8 CFU
Filtraggio, denoising e map making di dati astronomici (trattamento di dati affetti da rumore per la ricostruzione di immagini astronomiche)	5 CFU

Ulteriori informazioni possono essere trovate al sito www.mat.uniroma2.it/~picard/EMSI.
In caso di emergenza contattare il Prof. Picardello, all'indirizzo di posta elettronica picard@mat.uniroma2.it

Su richiesta dello studente il Consiglio di Corso di Studio può approvare piani di studio personalizzati. L'accesso a debito formativo zero è riconosciuto agli studenti provenienti dalla Laurea Triennale in Matematica presso l'Università di Roma "Tor Vergata", ed agli studenti provenienti dalla Laurea Triennale in Scienza dei Media e della Comunicazione presso l'Università di Roma "Tor Vergata" (purché abbiano sostenuto gli esami di Metodi Numerici per la Grafica 1 e 2, e Laboratorio di Programmazione, o altro esame di materia equivalente). Su approvazione del Consiglio di Corso di Studi, i percorsi didattici per la provenienza da Scienza dei Media e della Comunicazione possono essere personalizzati ed individuali, e quindi diversi da quelli standard qui di seguito illustrati. Previa autorizzazione del Consiglio di Corso di Studi possono iscriversi i titolari di

queste Lauree conseguite presso altri Atenei, o di altri indirizzi della Laurea in Scienza dei Media e della Comunicazione, o di altre Lauree delle classi 25 (Fisica), 26 (Informatica), 8, 9, 20 (Ingegneria), 37 (Statistica), o di Lauree conseguite nei settori corrispondenti del vecchio ordinamento universitario. Per tutte queste provenienze, il Consiglio di Corso di Studi stabilirà caso per caso gli opportuni debiti formativi e le relative modalità di superamento. La durata di un corso è proporzionale al numero dei suoi crediti. Ogni credito corrisponde a circa 8 ore di lezioni frontali. Tipicamente, un corso di 6 crediti dura da due a tre mesi. La frequenza alle lezioni è obbligatoria, salvo deroghe per casi documentati.

Borse di studio

L'Istituto Nazionale di Alta Matematica (di seguito abbreviato con l'acronimo INdAM) bandisce quest'anno, su base nazionale, 15 borse di studio dell'importo di 4000 Euro annui, riservate a studenti che si iscrivono al primo anno di un Corso di Studio della Classe di Laurea Specialistica 45/S, tra i quali figura questa Laurea. Il bando si può consultare al sito Web dell'INdAM, www.altamatematica.it. L'assegnazione avviene sulla base di titoli e di una prova di concorso.

Esami di profitto

Gli esami degli insegnamenti mutuati dalla Laurea Specialistica in Matematica adottano le regole vigenti presso quel Corso di Studi. Per tutti gli altri insegnamenti, sono previsti un numero adeguato di prove interinali, ed un esame di profitto nel periodo immediatamente successivo al termine delle lezioni, volta per volta indicato dal Consiglio di Corso di Studi, ed ove possibile in periodi di sospensione della didattica appositamente individuati dal Consiglio di Corso di Studi. L'ammissione agli esami è subordinata al superamento della soglia del 70% della frequenza a lezione, e della partecipazione ad un numero adeguato di test, stabilito corso per corso dal Consiglio di Corso di Laurea su proposta del titolare del corso. In caso di documentata incompatibilità di uno studente, per causa di forza maggiore o per concomitanza di altri esami, lo studente verrà esaminato in una data diversa nei giorni immediatamente precedente o successivo rispetto a quella prevista. Se l'esame non viene superato, lo studente ha a disposizione un'altra sessione nel Settembre successivo, con le stesse modalità. Su parere favorevole del Consiglio di Corso di Studi e salvo disponibilità della Commissione d'Esame, agli studenti iscritti al secondo anno può essere offerta una ulteriore sessione di esami, a giugno-luglio per i corsi del primo semestre ed a gennaio-febbraio per quelli del secondo semestre, con le stesse modalità.

Tutti gli esami di profitto prevedono, oltre ad eventuali progetti individuali ed ad una prova orale, anche una prova scritta o pratica. Per la sessione di fine corso, il voto di questa prova fa media con quello delle prove interinali, secondo coefficienti stabiliti e resi noti dal titolare dell'insegnamento. Il voto finale è comunque deciso anche sulla base delle ulteriori prove di accertamento orali o pratiche. Invece, per la sessione di settembre, non vengono utilizzati né i voti dei test interinali né quello della prova scritta

della sessione di fine corso: il voto si basa unicamente sul test scritto della sessione di settembre e sulla relativa prova orale. Non si svolgono sessioni dopo il termine dell'anno accademico. Se l'esame non è superato entro tale termine il corso deve essere ripetuto l'anno successivo, e tutti gli obblighi di frequenza devono essere nuovamente soddisfatti. Il Consiglio di Corso di Studi non è tenuto ad attivare lo stesso insegnamento l'anno successivo: nel caso l'insegnamento venga soppresso, il Consiglio suggerirà allo studente quale insegnamento frequentare in sua vece.

Stage e prova finale

La prova finale per il conseguimento della Laurea Specialistica consiste nella redazione di una tesi, elaborata in modo originale, sotto la direzione di un relatore, e di una discussione orale. Di norma il relatore è un docente del Dipartimento di Matematica dell'Università di Roma "Tor Vergata", ma il Consiglio di Corso di Studi può, in casi specifici, approvare la scelta di un relatore esterno. La discussione avviene in seduta pubblica, ed è valutata da una Commissione di 5 membri scelti dal Presidente del Consiglio di Corso di Studi, che esprimono una votazione in centodecimi.

Con opportuno anticipo rispetto all'inizio della seduta, il Presidente della Commissione nomina una sottocommissione di almeno due membri che sottopone il candidato ad un colloquio inteso ad accertare il possesso delle conoscenze generali necessarie per il conseguimento degli obiettivi formativi: il superamento soddisfacente di questo colloquio, deliberato all'unanimità, è indispensabile per l'ammissione all'esame di Laurea. La valutazione finale tiene conto dell'originalità e della profondità dei risultati, della padronanza dell'argomento, dell'autonomia e della capacità espositiva e di ricerca bibliografica mostrate dal candidato durante la prova e nel corso della preparazione. Al termine della discussione, qualora il punteggio attribuito sia 110/110, la Commissione può deliberare di attribuire anche la lode: tale delibera deve essere presa all'unanimità. Il Consiglio di Corso di Studi delibera annualmente le soglie di punteggio in aumento od in diminuzione della media dei voti degli esami di profitto entro le quali la Commissione debba assegnare il voto di Laurea. La tesi può anche consistere di una relazione basata sull'attività di ricerca svolta in uno stage presso strutture imprenditoriali o enti pubblici, inclusi i laboratori scientifici di questo od altri Atenei italiani od esteri. La prova finale richiede un impegno di 25 CFU. Con almeno tre mesi di anticipo sulla data della sessione di Laurea, il candidato deve presentare al presidente del Consiglio del Corso di Studi ed al relativo ufficio di segreteria una dichiarazione di accettazione da parte del relatore, che includa il titolo della tesi. La tesi di Laurea deve essere consegnata alla Segreteria Studenti almeno tre settimane prima della data di Laurea, e deve essere identica a quella che verrà valutata dalla Commissione d'esame. La preparazione della prova finale può avvenire anche nel corso di stage presso aziende del settore o enti di ricerca esterni, ad esempio il CNR o università italiane ed estere. Al momento a questo scopo è attivato un accordo Erasmus con l'Università di Tampere, in Finlandia.

Programmi dei corsi

Per quanto riguarda i corsi fondamentali, si elencano solo i programmi degli insegnamenti di cui è prevista l'attivazione nel 2007-2008.

1° Anno
I SEMESTRE

COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA 1

8 CFU

Prof. P. Cannarsa

Mutuato dalla Laurea Specialistica in Matematica.

Teoria della misura, elementi di analisi funzionale. Si veda il programma dettagliato nel quadro della Laurea Specialistica in Matematica.

FUNZIONI OLOMORFE

5 CFU

Prof. C. Rea

Mutuato dalla Laurea Triennale in Matematica.

Forme differenziali sul piano e numero di avvolgimento per curve piane, sfera di Riemann. Funzioni oloomorfe, equazioni di Cauchy-Riemann, formula di Cauchy e sue conseguenze. Classificazione delle singolarità, principio dell'argomento, relazione tra il numero d'avvolgimento e grado topologico. Laplaciano in \mathbb{R}^2 , formula di Poisson, armoniche coniugate, subarmonicità di $\log |f|$. Mappe conformi Teorema di Riemann. Si veda il programma dettagliato nel quadro della Laurea Triennale in Matematica. Gli studenti che avessero già superato l'esame in quella sede sostituiranno questo corso con Analisi Funzionale.

COMPLEMENTI DI PROBABILITÀ

5 CFU

Prof. B. Pacchiarotti

Mutuato dalla Laurea Specialistica in Matematica.

Probabilità e teoria della misura, legge dei grandi numeri, teoremi limite. Si veda il programma dettagliato nel quadro della Laurea Triennale in Matematica. Gli studenti che avessero già superato l'esame in quella sede sostituiranno questo corso con Statistica.

STATISTICA

5 CFU

Docente da definire

Mutuato dalla Laurea Triennale in Matematica.

Rilevazione di dati. Problemi di stima dei parametri di un modello statistico, esempi. Stima

puntuale e di intervallo secondo diverse impostazioni, esempi. Verifica di ipotesi secondo diverse impostazioni, esempi. Modelli lineari, esempi. Si veda il programma dettagliato nel quadro della Laurea Triennale in Matematica. Gli studenti che avessero già superato l'esame in quella sede sostituiranno questo corso con Complementi di Probabilità.

TEORIA DELLE ONDICELLE 1

7 CFU

Prof. C. Manni

Mutuato con l'insegnamento di Complementi di Analisi Numerica della Laurea Specialistica in Matematica.

Metodi di approssimazione, curve di Bezier e B-splines, metodi numerici di compressione dei segnali basati su vari tipi di ondicelle. Si veda il programma dettagliato nel quadro della Laurea Specialistica in Matematica.

ANALISI ARMONICA

5 CFU

Prof. M. Picardello

Parzialmente mutuato dalla Laurea Triennale in Scienza dei Media e della Comunicazione. Sviluppi ortonormali in spazi di Hilbert. Serie di Fourier: convergenza in L_2 , convergenza puntuale ed uniforme. Serie di Fourier e convoluzione. Trasformata di Fourier e sue proprietà elementari. Campionamento di segnali. Formula di somma di Poisson e teorema di Shannon. Classe di Schwartz. Distribuzioni temperate. Trasformata di Fourier di distribuzioni. La distribuzione treno d'impulsi e la sua trasformata di Fourier. Dimostrazione alternativa del teorema di Shannon basata sulle distribuzioni. Campionamento insufficiente e aliasing. Ricostruzione del segnale dai dati campionati: filtraggio senza perdite tramite il filtro passa basso. Interpolazione con la funzione sinc. Altri tipi di filtri ed arrotondamento del segnale. Trasformata discreta di Fourier e sue proprietà. L'algoritmo della FFT e sua implementazione numerica e per computer. L'algoritmo della Trasformata discreta dei coseni.

1° Anno**II SEMESTRE**

TEORIA DELLE ONDICELLE 2

5 CFU

Prof. V. Bruni

Visualizzazione ed sperimentazione numerica sulla compressione dei segnali tramite toolbox di Matlab o equivalenti, con particolare riferimento alle ondicelle.

TEORIA DELLE ONDICELLE 3

5 CFU

Prof. S. Saliani

Approfondimenti analitici sulla teoria delle ondicelle: condizioni per l'esistenza di basi ortonormali; analisi in multirisoluzione; frames; wavelet packets; applicazioni alla compressione di immagini.

ANALISI DELLE IMMAGINI TOMOGRAFICHE 1

5 CFU

Prof. R. March

Trasformata di Radon, TAC e RMN, retroproiezione e formule di inversione, imaging biomedico, imaging per RMN, imaging per ultrasuoni.

GRAFICA COMPUTAZIONALE

5 CFU

Prof. M. Picardello

Parzialmente mutuato dal corso di Metodi Numerici per la Grafica 2, Laurea Triennale in Scienza dei Media e della Comunicazione.

Argomenti a scelta fra i seguenti: Metodi geometrici per la prospettiva. Prospettiva assonometrica e prospettiva centrale. Metodi generali per rimozione di linee e superficie nascoste: zbuffer, metodi a priorità di lista, metodi a scansione di linea, metodi di clipping, metodi di ray tracing. Ombreggiatura ed illuminazione. Diffusione di Lambert. Rendering della riflessione speculare: metodo di Phong e suoi sviluppi. Metodi di interpolazione per la riflessione speculare: metodo di Gouraud e suoi sviluppi. Approfondimenti sui modelli fisici di riflessione e diffusione. Mappa di tessitura. Mappa di rilievo. Metodi di rendering della trasparenza. Interriflessione fra oggetti e mappa di riflessione. Ray tracing ricorsivo e generazione di trasparenze ed ombre. Radiosità. Tecniche avanzate di rendering. Animazione. Costruzione di una libreria grafica. Costruzione di pacchetti software per finalità di visualizzazione matematica per la rimozione di aree nascoste e l'ombreggiatura. Librerie grafiche per l'animazione tridimensionale in tempo reale. Cinematica diretta e inversa. Pacchetti grafici per videogiochi.

CODIFICA DI SEGNALI ED IMMAGINI

5 CFU

Prof. D. Vitulano

Introduzione alla codifica di segnali e immagini. Codifica reversibile e irreversibile. Fattore di compressione, parametri di qualità nella ricostruzione e tempo di codifica. Codifica frattale. Nozioni introduttive sugli spazi metrici e loro proprietà. Lo spazio dei frattali. Completezza dello spazio dei frattali. Trasformazioni su uno spazio metrico e cambio di coordinate. Definizione di funzione contrattiva e teorema sulle funzioni contrattive. Funzioni contrattive nello spazio dei frattali. Concetto di attrattore. Teorema del

Collage. Aspetti algoritmici della codifica frattale e problemi aperti. Cenni sulla quantizzazione vettoriale. Codifica in basi ortonormali. Cenni sulla codifica entropica. Quantizzazione uniforme. Quantizzazione ottima. Bit allocation. Scelta della base ottima ed esempi per segnali audio. JPEG, JPEG2000 ed aspetti algoritmici. Codifica a sottobande. Alcuni cenni sulla codifica predittiva.

CALCOLO DELLE VARIAZIONI

5 CFU

Prof. R. Peirone

Mutuato dalla Laurea Triennale in Matematica.

Minimizzazione di funzionali su spazi di funzioni regolari, per trovare soluzioni di equazioni differenziali. Si veda il programma dettagliato nel quadro della Laurea Triennale in Matematica. Gli studenti che avessero già superato l'esame in quella sede sostituiranno questo corso con Equazioni alle Derivate Parziali, oppure con Analisi Funzionale.

Insegnamenti complementari

ANIMAZIONE 3D

5 CFU

Prof. K. Kempf

Pipeline di lavoro di un prodotto di animazione, produzioni cinematografiche, produzioni televisive seriali, spot pubblicitari, confronto: la pipeline di un'animazione tradizionale e quella di una 3D feature animation. Traslazioni e rotazioni sul Graph Editor: animazione di una pallina rigida che rimbalza, regole dell'animazione, Squash and Stretch (schiacciamento e stiramento), Anticipation (anticipazione), staging (posizionamento in scena), Straight Ahead Action and Pose to Pose (Animazione "Passo-Passo" e "Posa-Posa"), Follow Through and Overlapping Action (Accompagnamento e Completamento dell'Azione), Slow In and Slow Out (accelerazione iniziale e decelerazione finale), arcs (archi), Secondary Actions (Movimenti Secondari). Timing (Temporizzazione), Exaggeration (Esagerazione), Solid Drawing (Disegno e resa dei volumi), Appeal. Squash and stretch: applicazione dello squash and stretch all'animazione della pallina, esercitazione e quiz sulle prime tre lezioni. Linguaggio del Corpo: Rapporto tra ruolo e comportamento. Azioni e reazioni: Criteri di priorità dell'esperienza, Ritmo ed orientamento, Stimoli e reazioni, Respirazione e ritmo, Rapporto ciclico tra emozioni e aspetto, Individualità e normalità, Riflessi condizionati ed estensione dell'ambiente, Postura, Rapporto ciclico tra emozioni e postura, Aree del corpo e loro espressioni, Andatura: il passo, Modi di stare seduti e disposizione dei posti, Torace e respirazione, Testa e collo, Occhi, Bocca, Mani, Dita, Forme di convivenza sociale e difesa del territorio, Segnali gerarchici e status symbol, Rituali e tipi di saluto e approccio. Timing dell'animazione: Staccato e legato - applicazione delle regole dell'animazione alla 3D Animation, Pause, contatti e transizioni, Tipologie di interpolazione. Anatomia e prospettiva applicate all'animazione: Ossa e muscoli fondamentali per l'animazione, Anatomia dinamica e

comparata applicata all'animazione, Concetto di Gerarchia applicato ad uno scheletro 3D, Cinematica Diretta e Inversa, Prospettiva architettonica e suoi significati, Prospettiva dei volumi anatomici. Character creation: Proporzioni reali e loro modifiche: finalità ed effetti, Tipologie di character. Storyboarding e Layout Design: Cenni su campi, piani e tagli, Struttura di uno storyboard, Struttura di un layout. Acting & Action: Layouting e regia, Impostazione della scena, Fine Tuning. Curve di Animazione: Concetto di interpolazione in CG, Tipologie di curve e di chiavi, Graph Editor, Dope Sheet ed Animazione non lineare, Teoria dello spazio 3D, Staccato e Legato tradotto in curve d'interpolazione, Pause e Contact sul Graph Editor. Walking Cycle: Cicli di camminata di bipedi, Cicli di camminata di quadrupedi. Animazione Facciale: labiale: regole sulla modellazione, Animazione delle espressioni facciali, Animazione e controlli della bocca, Animazione e controlli degli occhi, Animazione e controlli delle sopracciglia.

TESTI CONSIGLIATI

Advanced Animation and Rendering Techniques, Watt e Watt, Addison-Wesley, 199
 Eberly, *3D Game Engine Design*, Morgan Kaufmann (Academic Press) 2001
 Watt e Policarpo, *3D Games: Real-Time Rendering and Software Technology*, vol.1, Addison-Wesley 2001

LABORATORIO DI GRAFICA 3D

5 CFU

Prof. M. Manganelli

Il corso si propone di insegnare i fondamenti di Computer-Grafica 3D Real-Time dal punto di vista della programmazione. *Prima parte* - linguaggi di programmazione: Richiami di programmazione in C; Introduzione alla programmazione ad oggetti in C++; Strutture dati utilizzate nella Computer-Grafica; Esempi ed esercizi di programmazione. *Seconda parte* - OpenGL: Richiami sui concetti base della Computer-Grafica; La pipeline grafica di rendering; Introduzione ad OpenGL e confronto con DirectX; La libreria GLUT (OpenGL Utility Toolkit); Esempi di implementazioni in C/C++ delle principali caratteristiche di OpenGL.

MOTORI GRAFICI 3D IN TEMPO REALE

5 CFU

Prof. E. Salvucci

Introduzione: calcolo "offline", Tempo Interattivo e Tempo Reale, componenti di un "Engine" per applicazioni interattive, linguaggi di programmazione, engine commerciali e Open Source. La scena 3D: ambienti passivi e interattivi, logica della scena, sistemi di controllo e interazione, gestione della scena. Progettazione e integrazione: sistemi fisici, di AI e di animazione, rendering pipeline, asset management, tool-chain e formati proprietari, sistemi di scripting. Problematiche di rendering: sistemi di "Visibilità". Overdraw, setup della geometria, texture compression. Hardware e Software: problematiche inerenti la potenza di calcolo, CPU, GPU, PPU, multithreading, strumenti di Profiling e Performance Analysis.

TESTI CONSIGLIATI

Note del docente.

Eberly, *3D Game Engine Design*, Morgan Kaufmann, Academic Press, 2001

Watt e Policarpo, *3D Games: Real-Time Rendering and Software Technology*, vol.1, Addison-Wesley 2001

GRAFICA 3D PER VIDEOGIOCHI

5 CFU

Prof. E. Salvucci

Il corso fornisce strumenti fondamentali per la corretta creazione di ambienti e personaggi tridimensionali adatti al rendering in tempo reale ed in particolare nei moderni engine per videogiochi. Insieme alle applicazioni pratiche, vengono fornite nozioni fondamentali sul funzionamento delle moderne tecnologie ed algoritmi impiegati nell'industria e sulle problematiche relative agli aspetti grafici. Il corso prevede i seguenti insegnamenti: Fondamenti di rendering 3D real-time nei videogames moderni; Nozioni di valutazione delle performance e requisiti relativi ai contenuti grafici; Modellazione low-poly (basso numero di poligoni): ambienti e personaggi umanoidi; Ottimizzazione dei modelli; Tecniche di texturing ed illuminazione: vertex lighting e lightmapping; Tecniche di shading avanzate: shading languages, normal mapping, ambient occlusion; Valutazioni tecniche per l'animazione in real-time; Nozioni di visibilità nelle varie tipologie di ambienti: octrees, BSP, settori e portali.

RENDERING CON MAPPA FOTONICA

4 CFU

Prof. M. Picardello

Emissione e scattering di fotoni. La struttura di dati della mappatura fotonica. Il calcolo della radianza. Vari casi di rendering con mappatura fotonica ed algoritmo di rendering a due passi. Rendering di riflessioni non superficiali (materiali traslucidi, fumo, marmo e simili). Ottimizzazione.

TESTO CONSIGLIATO

H.W. Jensen, *Realistic Image Synthesis using Photon Mapping*, A.K. Peters LTD 2001

REALTÀ VIRTUALE

5 CFU

Prof. M. Manganelli

In questo corso si imparerà a realizzare applicazioni 3D real-time usando il motore grafico open source OGRE. Richiami di programmazione ad oggetti in C++; Introduzione ai motori 3D; L'architettura di OGRE; Plug-in di esportazione dai principali modellatori 3D; Scrivere un'applicazione di base per caricare un modello 3D; Organizzazione gerarchica della scena; Telecamere e interazione con la scena; Luci e materiali; Billboard e particelle; Animazioni; Effetti speciali.

MODELLAZIONE E RENDERING DELLA FIGURA UMANA

5 CFU

Prof. P. Selva

Modellazione, tessitura (skinning), grafica, animazione, cinematica diretta ed inversa, sperimentazione in laboratorio. Illustrazione di varie tecniche di modellazione organica (figure umane e animali) tramite visualizzazione ed analisi di immagini in wire-frame, sia low-poly che high-poly. Utilizzo delle NURBS e delle subdivision surfaces. Modellazione poligonale tramite gestione di punti, vertici, spigoli, facce e poligoni. Creazione di modelli high-poly per l'animazione e modelli low-poly per video games. Introduzione ad set-up ed al rigging delle figure modellate creando il sistema scheletrico ed i controlli necessari agli animatori.

TESTI CONSIGLIATI

Eberly, *3D Game Engine Design*, Morgan Kaufmann, Academic Press, 2001

Watt e Policarpo, *3D Games: Real-Time Rendering and Software Technology*, vol.1, Addison-Wesley 2001

ILLUMINAZIONE DIGITALE

5 CFU

Prof. M. Curatella

Cenni di teoria della percezione, teoria del colore, fotografia, cinematografia. Nozioni semplici sulla natura fisica della luce e dei fenomeni di interazione luminosa. Analisi e riproduzione digitale 3D dei principali fenomeni dell'illuminazione. Cenni di comunicazione visiva digitale: uso della luce per comunicare, qualità e tipologia delle ombre, studio ed applicazione delle sorgenti di luce digitale principali. Applicazione pratica delle tecniche basilari di illuminazione digitale 3D a scene pre-impostate. Analisi dei fattori che influenzano l'illuminazione: dalle condizioni atmosferiche all'ubicazione. Nozioni e semplici esercitazioni di composizione di immagini digitali attraverso la configurazione di sorgenti luminose. Rendering e shading: studio dei principali algoritmi di rappresentazione tridimensionale digitale. Riproduzione di scene reali o simulate a partire dalla ricerca iconografica di materiale pre-esistente con valutazione finale degli obiettivi comunicativi e di resa grafica. Il corso prevede presentazioni teoriche, dimostrazioni pratiche, attività di laboratorio pratico e richiede il completamento di un numero di progetti annunciato all'inizio delle lezioni per la valutazione finale dello studente. Si analizzeranno materiali didattici audiovisivi e si farà ampio uso di Internet per la consultazione ed il reperimento di esempi, risorse, modelli 3D e per la ricerca iconografica. Le conoscenze acquisite verranno sistematicamente confrontate con le reali applicazioni nel mondo dell'arte, dell'intrattenimento e della ricerca scientifica esaminando esempi pratici (film, videogiochi, simulazioni). Strumenti: nonostante il software principale adottato sia Autodesk Maya si farà uso di ogni applicazione informatica utile agli scopi didattici.

TESSITURE DIGITALI

5 CFU

Prof.M. Curatella

Dall'osservazione della natura allo studio del comportamento dei materiali di superficie per arrivare ad approfondire la fase di texturing di personaggi ed ambienti digitali 3D. Cenni di teoria della percezione, teoria del colore, fotografia e composizione delle immagini. Studio dei componenti della resa digitale dei materiali (canali di shading, canali di texturing). Studio ed applicazione dei metodi di proiezione di immagini bitmap per il texturing, dai modelli geometrici canonici alle proiezioni su superfici parametriche (Uv mapping). Modalità e tecniche di texturing avanzato. Produzione e preparazione di immagini bitmap per il texturing a partire da scansioni, fotografie ed immagini digitali. Studio ed applicazione delle texture procedurali sia per la resa dei materiali che per l'animazione procedurale. Applicazione specifiche del texturing per i videogiochi: problematiche ed procedure di ottimizzazione. Il corso prevede presentazioni teoriche, dimostrazioni pratiche, attività di laboratorio pratico e richiede il completamento di un numero di progetti annunciato all'inizio delle lezioni per la valutazione finale dello studente. Si analizzeranno materiali didattici audiovisivi e si farà ampio uso di Internet per la consultazione ed il reperimento di esempi, risorse, modelli 3D e per la ricerca iconografica. Le conoscenze acquisite verranno sistematicamente confrontate con le reali applicazioni nel mondo dell'arte, dell'intrattenimento e della ricerca scientifica esaminando esempi pratici (film, videogiochi, simulazioni). Strumenti: nonostante il software principale adottato sia Autodesk Maya si farà uso di ogni applicazione informatica utile agli scopi di didattici.

COMPRESSIONE DI IMMAGINI TRAMITE FRATTALI

4 CFU

Prof. D. Vitulano

La matematica dei frattali. Teoria di Barnsley: Realizzazione di un compressore frattale: Modello frattale di un'immagine. Partizione e segmentazione. Trasformazioni spaziali. Trasformazioni di luminosità e contrasto. Algoritmi rapidi di compressione. Algoritmi rapidi di decompressione. Multirisoluzione. Animazioni. Schemi di codifica. Metriche per la valutazione soggettiva di immagini.

TESTO CONSIGLIATO

Ning Lu, *Fractal Imaging*, Academic Press 1995

**ASPETTI MATEMATICI AVANZATI DEL RENDERING
E DELL'ILLUMINAZIONE GLOBALE**

6 CFU

Prof. M. Picardello

Fotometria: flusso, radiosità e radianza. Bi-directional reflectance distribution function. Bidirectional surface Scattering reflectance distribution function. L'equazione integrale

del rendering. Formulazioni semisferica e ad area. L'equazione dell'importanza. L'equazione della misura. Metodi di risoluzione di Monte Carlo. Risoluzione statistica pesata con l'importanza. Stimatori. Problemi di rumore di fondo.

TESTO CONSIGLIATO

Ph. Duprè, Ph. Bekaert, K. Bala, *Advanced Global Illumination*, A.K. Peters 2003

**FILTRAGGIO, DENOISING E MAP MAKING
DI DATI ASTRONOMICI**

5 CFU

Prof. Natoli

Trattamento di dati affetti da rumore per la ricostruzione di dati astronomici, tramite metodi statistici e/o best fit.