



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Electronică Aplicată și Ingineria Informației
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Electronică aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Grafică 3D 3D Graphics						
2.2 Titularul activităților de curs	S.I./Lect. Dr. George Valentin STOICA						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	S.I./Lect. Dr. Elena Cristina STOICA, S.I./Lect. Dr. George Valentin STOICA						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.106	2.10 Tipul de notare	Nota		

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3.5	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	49.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					45
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					6
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	51.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Programare obiect-orientată Algebră și geometrie
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de programare, programare obiect orientată, limbaje de programare C/C++

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)



5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculator, monitor

6. Obiectiv general (Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)

Cursul are ca obiectiv înțelegerea de către studenți a conceptelor de bază și a noțiunilor specifice graficii tridimensionale. Cursul prezintă aspecte ale transformărilor geometrice tridimensionale, sistemele de bază de vizualizare a scenelor tridimensionale, tehnicile de modelare a obiectelor tridimensionale, transformările efectuate începând de la modelarea obiectelor tridimensionale și până la generarea imaginii pe display bidimensional. Partea a doua a cursului prezintă aspecte avansate ale generării imaginilor tridimensionale și ale aplicațiilor grafice cu un înalt grad de realism: umbrire, iluminare, generarea fenomenelor naturale, anti-aliasing, texturare.

Aplicațiile de laborator au ca obiectiv evidențierea practică a conceptelor și noțiunilor specifice graficii tridimensionale. Folosind drept modalități de experimentare dezvoltarea de aplicații grafice bazate pe biblioteca grafică OpenGL combinată cu limbajul C++ și extensia GLUT, fie folosind tehnologiile Java și Java3D, studenții își pot însuși și pot experimenta cunoștințele dobândite în timpul cursului. Întreg setul de noțiuni dobândite în timpul cursului pot fi experimentate în timpul aplicațiilor de laborator

7. Competențe (Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)

Specifice	Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor fundamentale privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare. Dezvoltarea sistemelor software complexe: sisteme de baze de date, sisteme paralele și distribuite, sisteme multimedia, interfețe om/mașină.
Transversale (generale)	Capacitatea de a lua decizii în vederea rezolvării problemelor curente, sau imprevizibile, care apar în procesul de exploatare a sistemelor de calcul. Capacitatea de a asigura planificarea și managementul proiectelor din domeniul ingineriei informației. Capacitatea de a se informa și documenta permanent pentru dezvoltarea personală și profesională prin citirea literaturii de specialitate.

8. Rezultatele învățării (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)



Cunoștințe	<p>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</p> <p>Dupa absolvirea acestui curs studentii isi insusesc notiunile de baza si avansate din domeniul graficii tridimensionale. Aceste cunostinte combinate cu parcurgerea aplicatiilor de laborator confera posibilitatea de a dezvolta aplicatii complete de grafica tridimensionala, realitate virtuala sau, mai general, o gama larga de aplicatii grafice.</p>
Aptitudini	<p>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</p> <p>Dupa absolvirea acestui curs studentii vor fi capabili sa dezvolte tehnici si metode de modelare, generare, vizualizare a obiectelor sau scenelor tridimensionale.</p>
Responsabilitate și autonomie	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none">• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.• Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice• Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat• Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).• Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.

9. Metode de predare (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite simulări 3D ce facilitează înțelegerea noțiunilor teoretice. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini, exemplificări rafice și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Acestă disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.



Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de modelare și reprezentare 3D a obiectelor și a fenomenelor grafice.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere in grafica pe calculator 1.1. Prezentarea domeniului, domenii de aplicare 1.2. Componente software ale unui sistem de generare a imaginilor tridimensionale	2
2	Biblioteci grafice. OpenGL 2.1. Sisteme de referinta, sisteme de coordonate, sisteme de culoare 2.2. Bibliotecă grafica OpenGL, extensii ale bibliotecii grafice: utilitarul GLUT 2.3. Componente ale bibliotecii grafice OpenGL. Operatii de baza. Primitive geometrice	2
3	Modelarea obiectelor 3.1. Tehnici de modelare 3.2. Modelarea poligonala: reprezentarea poligoanelor, reprezentarea poliedrelor, implementarea modelului poligonal	4
4	Transformari geometrice 4.1. Operatii cu vectori in spatiul tridimensional 4.2. Transformari geometrice in spatiul tridimensional 4.3. Transformari geometrice primitive: translata, rotatia, scalarea 4.4. Sisteme de coordonate omogene. Definirea transformarilor primitive in sistemul de coordonate omogene in spatiul tridimensional 4.5. Transformari geometrice compuse. Compunerea transformarilor. Transformari inverse. Transformari ale sistemelor de referinta 4.6. Transformarea de modelare	4
5	Sisteme de vizualizare 5.1. Definirea sistemelor de vizualizare 5.2. Transformarea de modelare 5.3. Transformarea de proiectie: proiectia paralela, proiectia perspectiva 5.4. Transformarea de normalizare 5.5. Transformarea in sistemul de referinta ecran 3D 5.6. Transformarea de rastu: generarea segmentelor de dreapta, generarea poligoanelor	4
6	Tehnici de optimizare a generarii imaginilor 6.1. Decuparea obiectelor: definirea operatiei de decupare a obiectelor, decuparea in plan. Algoritmi de decupare in plan „Sutherland-Hodgman”. Decuparea suprafetelor relativ la volumul de vizualizare (decuparea 3D) 6.2. Eliminarea suprafetelor ascunse: tehnici de eliminare in spatiul obiect, tehnici de eliminare in spatiul imagine – algoritmul Z-buffer, tehnici de eliminare a suprafetelor orientate invers, ascunderea suprafetelor coplanare	4



7	Modele de umbrire si reflexie 7.1. Reflexia luminii. Modelul de reflexie Phong. 7.2. Modele de umbrire. Modelul de umbrire Guraud. Modelul de umbrire Phong. 7.2. Generarea fenomenelor naturale	2
8	Bump mapping 8.1 Generarea detaliilor de pe suprafata obiectelor folosind tehnica bump mapping Ray-tracing 9.1 Implementarea algoritmilor de ray-tracing Anti-aliasing 10.1. Definirea notiunii de aliasing. 10.2. Tehnici de eliminare a aliasingului (tehnici anti-aliasing)	2
9	Texturarea 11.1. Aplicarea texturilor. 11.2. Tehnici de anti-aliasing în texturare	2
10	Lucrare de verificare	2
	Total:	28

Bibliografie:

Stoica George Valentin, Note curs Grafica 3D, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9124>
Felicia Ionescu, *Grafica in Realitatea Virtuala*, Editura Tehnica, Bucuresti 2000.
A. Watt, 3D Computer Graphics, Addison-Wesley, 1992.
OpenGL, GLUT: <http://www.opengl.org/documentation/>.
Java 3D: <http://java.sun.com/products/java-media/3D/>
Felicia Ionescu, Valentin Stoica: [Indrumar de laborator de Grafica 3D](#)

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Biblioteci grafice: biblioteca OpenGL	3
2	Modelarea obiectelor	3
3	Sisteme de vizualizare	3
4	Modele de reflexie si umbrire	3
5	Texturarea	3
6	Modelarea si redarea scenelor virtuale	3
7	Evaluare practica	3
	Total:	21

Bibliografie:

Stoica George Valentin, Note curs Grafica 3D, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9124>
Felicia Ionescu, *Grafica in Realitatea Virtuala*, Editura Tehnica, Bucuresti 2000.
A. Watt, 3D Computer Graphics, Addison-Wesley, 1992.
OpenGL, GLUT: <http://www.opengl.org/documentation/>.
Java 3D: <http://java.sun.com/products/java-media/3D/>
Felicia Ionescu, Valentin Stoica: [Indrumar de laborator de Grafica 3D](#)

11. Evaluare



Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale cunoașterea tehnicilor și algoritmilor de generare a imaginilor 3D	Test scris	60%
11.5 Seminar/laborator/proiect	cunoașterea modului de proiectare a unei aplicații pentru generarea de imagini 3D; cunoașterea unei biblioteci grafice 3D; cunoașterea modului de transpunere în cod C/Java utilizând biblioteci grafice OpenGL/Java 3D a unui obiect sau scena 3D; demonstrarea funcționării unei aplicații pentru generarea imaginilor 3D	Test practic	40%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total.			

12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEİS)

Grafica pe calculator este o tehnologie care a modificat și continuă să modifice modul de abordare a numeroase aplicații practice în industrie, medicină, instruire, cercetare, artă și divertisment.

Grafica utilizată permite generarea prin calcul a imaginilor, pornind de la modelele obiectelor tridimensionale care alcătuiesc scena virtuală. Două cerințe de performanță ale graficii sunt vitale în sistemele grafice: realismul imaginilor și generarea acestora în timp real. Aceste cerințe implică atât aspecte software, de selectare a celor mai adecvați algoritmi de generare a imaginilor, cât și aspecte hardware, de realizare a unor echipamente performante, care să asigure realismul și viteza de generare a imaginilor în realitatea virtuală. Stații grafice multiprocesor și acceleratoare grafice care implementează în hardware algoritmi de generare a imaginilor sunt echipamente de bază în realitatea virtuală, iar progresele tehnologice realizate au permis utilizarea acestora într-un număr imens de aplicații de realitate virtuală, accesibile în momentul de față unor categorii variate de utilizatori.

Grafica pe calculator are o multitudine de aplicații: realizarea interfețelor utilizator dezvoltate în numeroase programe utilitare și medii de programare, proiectarea asistată de calculator (CAD – Computer Aided Design), prezentările grafice interactive, vizualizarea datelor științifice, tehnologia multimedia.

Cursul combina aspectele teoretice ale graficii și implementarea programelor de generare a imaginii obiectelor și scenelor virtuale tridimensionale. În primele ore sunt prezentate operațiile de bază în grafica pe calculator: modelarea obiectelor tridimensionale, transformări geometrice în spațiu, sisteme de vizualizare, transformarea de rastru. De asemenea, sunt prezentate aspectele avansate ale generării imaginilor tridimensionale (anti-aliasing, umbrire, texturare), atât din punct de vedere teoretic, cât și al abordării în programare. Partea practică reia toate aceste aspecte ale generării imaginilor din perspectiva programării, folosind biblioteca grafică OpenGL, sistemul de dezvoltare GLUT și limbajul de modelare în realitatea virtuală VRML.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



Dupa absolvirea acestui curs studentii isi insusesc notiunile de baza si avansate din domeniul graficii tridimensionale. Aceste cunostinte combinate cu parcurgerea aplicatiilor de laborator confera posibilitatea de a dezvolta aplicatii complete de grafica tridimensionala, realitate virtuala sau, mai general, o gama larga de aplicatii grafice.

De asemenea, studentii vor fi capabili sa dezvolte tehnici si metode de modelare, generare, vizualizare a obiectelor sau scenelor tridimensionale

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
25.10.2024	S.I./Lect. Dr. George Valentin STOICA	S.I./Lect. Dr. George Valentin STOICA

S.I./Lect. Dr. Elena Cristina STOICA

Data avizării în departament	Director de departament
04.11.2024	Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
--	-------

04.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea
------------	------------------------