



PROGRAMUL DE MASTER

GRAFICĂ, MULTIMEDIA ȘI REALITATE VIRTUALĂ

Descrierea disciplinelor din planul de învățământ

Dezvoltarea jocurilor video

Cursul își propune o analiză detaliată a metodelor moderne de a dezvolta jocuri video pe multiple platforme, studiind ciclul de viață al dezvoltării acestora (idee, design, implementare, lansare și mentenanța pe termen lung). Vom studia modulele de bază care formează un joc (navigație, interfață grafică, engine 3D/2D, input, sunet, multiplayer, etc.), modul în care acestea interacționează unele cu altele, precum și paradigmele de dezvoltare preferate de studiouri mici sau mari.

Ne adresăm platformelor mobile (Android, iOS, Windows Phone), precum și consolelor (Xbox, PlayStation) sau PC-urilor (Windows, Linux), trecând prin aspecte precum performanță, răspândire pe piață sau particularități care influențează dezvoltarea. Vom lucra practic pe engine-uri răspândite (Unity, Unreal, GameMaker, CryEngine, Vuforia, etc.) dar vom experimenta și cu avantajele sau dezavantajele scrierii unui engine propriu.

Pe lângă puternicul aspect tehnic (limbajele folosite fiind variate: C++, C#, Java, LUA, JavaScript, etc.), cursul va oferi și o viziune a părții creative a dezvoltării de jocuri, atingând subiecte cum ar fi arta, designul grafic, game design, artă conceptuală și mecanici de joc.

Oferim cursanților cunoștințele necesare pentru a dezvolta jocuri complexe, dar și pentru a lucra împreună cu artiști, designeri, scenariști și testeri, înțelegând și completând munca acestora pentru a aduce la viață proiecte vaste.

Introducere în realitatea virtuală și augmentată

Realitatea virtuală (RV) este un ansamblu de tehnologii și concepte ce permite interacțiunea utilizatorilor cu un mediu simulat, generat de către computer – ce poate avea sau nu legătură directă cu realitatea.

Realitatea augmentată (RA) reprezintă percepția unui mediu real peste elementele cărui se suprapun elemente virtuale, generate de către calculator. Din punctul de vedere al utilizatorului, această suprapunere îmbogățește, augmentează mediul real d.p.d.v. informație și interacțiune. Percepția poate fi directă (e.g. proiecții, ochelari semi-transparenti) sau indirectă (e.g. ecran de mobil ce combină imaginea în timp real de la cameră cu elementele generate de calculator) .

Datorită costului echipamentelor, RV și RA era utilizate până de curând doar în domenii cu bugete foarte ridicate (militar, medical). Însă, chiar în zilele noastre, ele devin tehnologii la nivel consumator, datorită lansărilor recente ale unor dispozitive cu prețuri accesibile și



performanțe ridicate (din categoriile HMD, urmărirea corpului și a gesturilor, audio-haptic). RV și RA sunt, astăzi, domenii complex și în plină expansiune, extrem de valoroase, de la jocuri de mare succes până la aplicații serioase în aproape toate domeniile (medical, militar, industrie, educațional, știință, artă și cultură). Asistăm la o explozie a interesului pentru ele și sunt considerate viitorul interacțiunii om-calculator.

Cursul își propune prezentarea principalelor concepte și tehnici utilizate în realitatea virtuală și cea augmentată, familiarizarea cu numeroaselor categorii de aplicații actuale și identificarea tendințelor de evoluție.. O trăsătură distinctă a acestui curs este accentul pus pe aspectele conexe interdisciplinare (psihologice, sociale, medicale, economice, legislative, etice etc.) cât și pe înțelegerea profundă a imersiunii - din numeroase puncte de vedere (fizic, mental, emoțional). În acest fel se urmărește crearea unei capacități de a concepe și proiecta în mod optim soluții pentru prezent și pentru viitor bazate pe realitate virtuală și augmentată.

Tehnici de Modelare 3D

Cea mai mare parte a modelelor utilizate în aplicațiile 3D și mai ales jocuri (mesh-uri, terenuri, animații, texturi etc.) este creată manual, folosind tehnici și unelte software sau chiar hardware dedicate. Înțelegerea acestora și capacitatea de utilizare a lor, cel puțin la un nivel de bază, este utilă pentru orice dezvoltator de aplicații 3D.

Acest curs are o natură practică ridicată. Scopul lui este înțelegerea conceptelor și tehnicilor generale specifice modelării nu doar la modul teoretic, ci prin aplicarea lor efectivă în cadrul unora din pachetele software cele mai utilizate în prezent (Maya, 3DS Max).

Un accent deosebit se pune pe optimizarea modelelor, în funcție de scop: redarea la calitate extrem de ridicată sau redarea în timp real.

Acordăm mare atenție și înțelegerii aspectelor având conexiuni cu partea artistică a modelării, cum ar fi tehnici de mărire a realismului și înțelegerea percepției modelelor și scenelor 3D.

Tehnici de programare pentru grafică de înaltă performanță

Cursul prezintă metode de redare a scenelor grafice 3D complexe, folosind tehnici de programare avansate pentru GPU.

Sunt studiate metode de optimizare a operațiilor din banda grafică și simulare a efectelor naturale: metode de redare a luminii, aplicarea texturilor (environment mapping, bump mapping is displacement mapping), sisteme de particule, teselare și deferred shading.

Principalele tehnologii actuale folosite pentru dezvoltarea de aplicații grafice complexe și performante sunt descrise în cadrul cursului și utilizate în implementarea temelor de laborator folosind OpenGL și limbajul de shadere GLSL.

În partea a doua a cursului sunt prezentate modalități de creștere a vitezei în prelucrarea imaginilor folosind limbajul OpenCL. Totodată, algoritmi descriși sunt descriși și în cadrul sistemelor reconfigurabile de tip FPGA.

Algoritmi predați la curs sunt implementați în cadrul temelor de laborator.

Sisteme avansate de analiză și prelucrare a imaginilor

După cursul introductiv de prezentare a principalelor formate de fișiere pentru imagini și a structurilor de date pentru analiza imaginilor sunt abordate o serie de aspecte legate de eșantionarea semnalelor și transformări (Fourier, Walsh, Hadamard, cosinus, Haar, wavelet-uri, etc.).

În cadrul capitolului de îmbunătățire a imaginilor sunt studiate mărimi statistice, extinderea contrastului, tehnici de modificare a histogramei, mărirea clarității imaginilor. Sunt abordate pentru filtrarea imaginilor atât metode în domeniul frecvență cât și în domeniul spațial. Pentru restaurarea imaginilor sunt discutate modele de zgomot, iar în continuare soluții prin filtrare spațială și prin filtrare în domeniul frecvență.

Un capitol important al cursului prezintă operații asupra imaginilor: operații matematice, operații bazate pe convoluție, operații bazate pe derivate, operații morfologice, inclusiv algoritmi de bază (extragerea granițelor, umplerea regiunilor, extragerea componentelor conectate, învelitoare convexă, subțiere, îngroșare, schelet, rețezare) și operații morfologice asupra imaginilor cu niveluri de gri (dilatare, erodare, deschidere, închidere, netezire morfologică, gradient morfologic, transformarea "top-hat", segmentare texturală, granulometrie).

Capitolul de segmentare abordează tehnica de prag, detectarea de contur pe baza operatorilor Laplace, Roberts, Prewitt, Sobel, Canny, Hough, inclusiv segmentarea bazată pe regiuni. Ultimul capitol se referă la sisteme numerice pentru prelucrări de imagini (procesoare de masiv, sisteme sistolice, sisteme în banda de asamblare, sisteme MIMD cu memorie distribuită și cu memorie partajată, sisteme de prelucrare a imaginilor cuplate la PC).

Vizualizarea datelor volumetrice și animație pe calculator

Prima parte a cursului prezintă noțiunile teoretice, metodele (Marching Cubes, Ray-casting, s.a.) și tehnicile de implementare moderne pentru vizualizarea și reconstrucția volumelor reprezentate prin date volumetrice (de exemplu, seturi de imagini Computer Tomograph), cu aplicații importante în medicina, arheologie, geologie, biologie, moștenire culturală, vizualizarea datelor științifice și în alte domenii. Sunt prezentate metode de vizualizare și reconstrucție în timp real folosind programe "shader" executate de Unitatea de Prelucrare Grafică (GPU) și tehnici GPGPU.

În partea a 2-a a cursului sunt prezentate principalele metode de realizare a animației pe calculator, cu aplicații în domenii diverse, pornind de la reclamele publicitare și jocurile pe calculator, până la realizarea filmelor pentru marile ecrane: animația bazată pe deformarea imaginilor, animația corpurilor rigide, animația corpurilor deformabile, animația personajelor.

Ca aplicație la curs, studenții trebuie să realizeze un proiect cu caracter de cercetare pe una dintre temele tratate în cadrul cursului, care va include și dezvoltarea unei aplicații.



Sisteme și tehnici multimedia

Cursul conține patru părți importante: prelucrare audio, imagini, video și multimedia authoring.

Pentru domeniul audio se discută reprezentarea datelor digitale, unde audio, PCM, rata de eșantionare și aliasing, cuantizarea și eroarea de cuantizare, dithering audio, formarea zgomotului, cuantizare neliniară, analiza de frecvență, analiza statistică. Prelucrarea audio digitală abordează specificațiile MIDI, prelucrare dinamică, restaurare audio, software pentru prelucrare audio, filtre audio digitale, proiectarea filtrelor audio, compresie audio digitală. În cadrul prelucrării digitale a vorbirii sunt prezentate aspecte legate de reprezentarea fonetică a vorbirii, modele pentru producerea vorbirii, analiza de timp scurt a vorbirii, spectrograma vorbirii, analiza homomorfică a vorbirii.

Partea a doua dedicată imaginilor se ocupă de reprezentarea și descrierea imaginilor (descriptori de granițe, descriptori de regiuni, descriptori relaționali). Pentru recunoașterea de forme sunt abordate metode teoretice de decizie (potrivire, clasificatori statistici optimi, rețele neurale) și metode structurale (potrivirea numerelor de formă, potrivirea de șiruri, recunoașterea sintactică a șirurilor, recunoașterea sintactică a arborilor). Cursul face și o scurtă prezentare a steganografiei.

În capitolul video digital se discută reprezentarea datelor video digitale, standarde video, rezoluția și lățimea de bandă video digital, prelucrare video digital și estimarea mișcării.

Ultima parte se referă la multimedia authoring, realizând o scurtă prezentare Adobe Director și elemente de sintaxa Lingo.

Transmisia datelor multimedia în rețele de calculatoare

Cursul își propune să îmbine trei domenii: teoria informației, standarde multimedia și comunicație multimedia. Ne dorim atât să comunicăm concepte de bază în teoria informației precum “evenimentele mai puțin probabil sunt cele ce transmit mai multă informație”, să discutăm “filozofia din spatele succesului” algoritmilor consacrați de compresie și a formatelor uzuale de date multimedia, dar și să punem accentul pe cele mai recente tendințe în cercetarea în domeniu precum aplicarea data mining și a tehnologiilor de machine learning în înțelegerea și procesarea datelor multimedia.

Ne vom referi la compresia statistică, bazată pe dicționare și cea contextuală, folosite pentru a comprima date fără pierderi, dar și la pierderea controlată de calitate pentru o stocare și o transmisie eficientă a datelor.

Vor fi utilizate trei metode de predare: prezentarea teoriei de către profesor; prezentări ale studenților la curs (bazate pe articole de cercetare de ultimă oră) și dezvoltarea de către studenți a unui proiect, pornind de la teme propuse, proiecte în dezvoltare sau o nouă idee pe care pot să o propună chiar ei.

Dezvoltarea sistemelor de realitate virtuală și augmentată

Acest curs construiește pe fundamentul oferit de cursul introductiv și are un caracter practic accentuat, scopurile sale fiind:

- familiarizarea studenților cu principalele tehnologii utilizate în RV și RA – de la arhitecturi și unelte software până la echipamente hardware dedicate;
- dezvoltarea capacităților de concepție (luând în calcul aspecte interdisciplinare și analizând în mod profund imersiunea, naturalitatea, continuitatea și fluxul interacțiunii) și implementare efectivă a sistemelor de RV și RA.

Vor fi prezentate tehnologii și vor fi discutate studii de caz concrete.

Studenții vor lucra în echipe la concepția și implementarea unor proiecte de RV & RA de dimensiuni medii, punând în practică noțiunile acumulate în acest curs și la cursul introductiv anterior și utilizând echipamentele și programele disponibile în laboratorul dedicat (HMD, body & gesture tracking, audio 3D, haptice, BCI, bio-senzori, reconstrucție 3D, modelare etc.).

Motoare de grafică 3D în timp real

Motoarele 3D au apărut și au evoluat ca urmare a dezvoltării industriei de jocuri, fiind de aceea adesea numite “Motoare de jocuri”.

Dezvoltarea unui motor 3D sau utilizarea unuia existent adresează cunoștințe din multe ramuri ale științei calculatoarelor: crearea imaginilor grafice realiste de mare complexitate și redarea lor în timp real, metode de realizare a animației, simularea efectelor fizice (detecția coliziunilor, frecarea, gravitația, etc.), inteligența artificială (teoria jocurilor, rețele neurale, s.a.), comunicarea în rețele de calculatoare și, nu în ultimul rând, cunoștințe solide de programare și inginerie software.

Principalul obiectiv al cursului este de a introduce noțiunile teoretice și practice necesare dezvoltării de motoare 3D în timp real și utilizării lor pentru crearea de aplicații diverse bazate pe spații virtuale 3D interactive.

Se pune accent pe arhitectura motoarelor 3D, funcționalitățile diverselor componente, aspecte ale implementării folosind procesoarele Unității de Prelucrare Grafică, comunicarea în rețea în jocurile “multiplayer” și “Massive Multiplayer Online Games”.



Dezvoltarea aplicatiilor grafice pentru dispozitive mobile

În ultimii ani dispozitivele mobile au devenit din ce în ce mai puternice pe măsura ce diverșii producători hardware se afla într-o competiție continua pentru supremația pe piața. De asemenea, sistemul de operare Android cunoaște în prezent o creștere spectaculoasa în fiecare zi fiind activate milioane de dispozitive noi care îl utilizează.

Astfel piața aplicațiilor pentru dispozitive mobile se afla într-o continuă creștere și o parte importanta începe sa fie reprezentata de aplicații și jocuri ce necesita o grafica realista de mare complexitate. OpenGL ES (Embedded Systems) este un subset al API-ului grafic 3D OpenGL folosit pentru dispozitive mobile cum ar fi telefoanele inteligente și tabletele.

Principalul obiectiv al cursului este de a introduce noțiunile teoretice și practice necesare dezvoltării de aplicații grafice pentru dispozitivele mobile ce utilizează sistemul de operare Android și OpenGL ES.

Se va pune accent pe arhitectura și modul în care sunt construite aplicațiile pentru sistemul de operare Android precum și pe prezentarea și utilizarea API-ului OpenGL ES pentru dezvoltarea aplicațiilor grafice 3D.

Analiza și extragerea automată a conținutului documentelor

Cursul va fi axat pe analiza imaginilor care conțin informații ce necesita extragere, procesare, clasificare, stocare, etc.

Ne vom referi la sisteme complexe ce transformă documentele din format tradițional, pe hârtie, în formă digitală, pentru a le depozita, multiplica, a le face mai accesibile și a da posibilitatea trimiterii conținutului spre aplicații precum text-mining și text-to-speech.

Ne vom referi, de asemenea, la utilizarea conceptelor din inteligența artificială și machine learning în identificarea și extragerea informației în sens mai larg, precum procesarea datelor din colecții de hărți satelitare, super-rezoluție artificială nesupervizată, analiza calitativă a segmentărilor imaginilor, și clasificarea foreground-background.

Vor fi utilizate trei metode de predare: prezentarea teoriei de către profesor; prezentări ale studenților la curs (bazate pe articole de cercetare de ultimă oră) și dezvoltarea de către studenți a unui proiect, pornind de la teme propuse, proiecte în dezvoltare sau o nouă idee pe care pot să o propună chiar ei.



Cercetare științifică

Activitatea de cercetare în cadrul acestui program va fi o experiență unică și esențială pentru formarea ta profesională. Va realiza fixarea și aprofundarea cunoștințelor de la cursuri, prin proiecte concrete, și în același timp îți va deschide un orizont de cercetare, inovare, creativitate, ajutându-te să devii un inginer de concepție și nu doar de execuție. Îți vei dezvolta expertiza tehnică avansată, creativitatea, capacitatea de studiu individual avansat, autonomia și responsabilitatea dar și cea de colaborare cu colegi sau specialiști de top, din facultate și industria de profil, în cadrul unor teme complexe și provocatoare.

Fiecare student va primi o temă de cercetare la care va lucra pe parcursul celor 4 semestre, finalizându-se prin proiectul de disertație.

Recomandăm păstrarea aceleiași teme de cercetare pe parcursul celor 4 semestre, pentru a se putea finaliza (în disertație) cu un rezultat avansat, complex.

Exemple de teme:

- soundofvision.net (reprezentarea obiectelor prin sunete, segmentare 3D în timp real, estimarea mișcării, medii virtuale de antrenament, etc).
- Campusul de realitate mixtă 3DUPB
- Orientarea prin RA în campusul UPB
- Muzeu virtual
- Jocuri educaționale
- Jocuri cu body/hand/gesture tracking
- Virtual paintball
- Jocuri de realitate augmentata
- Jocuri audio
- Jocuri cu geo-tagging
- Tratarea fobiilor prin RV
- Controlul mediului prin mișcare
- Game engine
- Motor de fizică pentru jocuri
- Iluminarea globală în timp real a scenelor 3D
- GPGPU pentru servere 3D MMO
- Scanarea 3D a corpurilor
- Vizualizarea și analiza datelor 3D
- Night Vision/OCR
- Interfață multimodală prin gesturi și voce
- Recunoașterea obiectelor 3D
- Prelucrarea paralela a imaginilor
- Vizualizarea 3D a undelor cerebrale
- Planeta fractalilor
- Simulator univers
- Alinierea imaginilor de la drone
- Procesare prin votare
- Structuri N-dimensionale
- 3D morphing