

## A TANTÁRGY ADATLAPJA

### 1. A képzési program adatai

1.1 Felsőoktatási intézmény	Babeş-Bolyai Tudományegyetem
1.2 Kar	Matematika és Informatika
1.3 Intézet	Magyar Matematika és Informatika
1.4 Szakterület	matematika, informatika
1.5 Képzési szint	alap
1.6 Szak / Képesítés	Informatika / alap

### 2. A tantárgy adatai

2.1 A tantárgy neve	<b>Számítógépes grafika (Grafică pe calculator)</b>						
2.2 Az előadásért felelős tanár neve	Róth Ágoston						
2.3 A szemináriumért felelős tanár neve	Róth Ágoston						
2.4 Tanulmányi év	3	2.5 Félév	2	2.6 Értékelés módja	laborfeladatok, projekt és írásbeli vizsga	2.7 Tantárgy típusa	kötelező – alap

### 3. Teljes becsült idő (az oktatási tevékenység féléves óraszámja)

3.1 Heti óraszám	4	melyből: 3.2 előadás	2	3.3 szeminárium/labor	1/1
3.4 Tantervben szereplő össz-óraszám	56	melyből: 3.5 előadás	28	3.6 szeminárium/labor	28
A tanulmányi idő elosztása:					óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása					32
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás					20
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása					24
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)					10
Vizsgák					8
Más tevékenységek: .....					
3.7 Egyéni munka össz-óraszámja					94
3.8 A félév össz-óraszámja					150
3.9 Kreditszám					6

### 4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nincsen</li> </ul>
4.2 Kompetenciabeli	<p>Alapkompetenciák az alábbi tárgyakból:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analitikus mértan;</li> <li>• görbék és felületek differenciálgeometriája;</li> <li>• numerikus analízis;</li> <li>• fejlett C++ objektumorientált programozási technikák.</li> </ul>

## 5. Feltételek (ha vannak)

5.1 Az előadás lebonyolításának feltételei	<ul style="list-style-type: none"><li>• Táblával és video projektorral felszerelt előadó</li></ul>
5.2 A szeminárium / labor lebonyolításának feltételei	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fehér táblával és videoprojektorral felszerelt számítógépes terem, melyben a gépek diszkrét/dedikált videokártyája legalább OpenGL 2.0-val kompatibilis, illetve a feltelepített programok között megtalálható a platform független Qt Creator SDK és fejlesztői környezet.</li></ul>

## 6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

<b>Szakmai kompetenciák</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• OpenGL programozási és megjelenítési technikák elsajátítása (rajzolási primitívek, megjelenítési listák, különböző attribútumokat eltároló csúcspont pufferek, csúcspont- és részecskeárnyalók).</li><li>• Affin és projektív transzformációk elsajátítása, ezek implementálása és alkalmazása több szabadságfokú kameraosztályokban.</li><li>• Különböző approximációs és interpolációs görbék/felületek elméleti és geometriai tulajdonságainak elsajátítása, ezekkel kapcsolatos interaktív és objektumorientált programok készítése a Qt Creator fejlesztői környezetben belül.</li><li>• Különböző approximációs és interpolációs görbék/felületek adott simasági rend szerinti interaktív illesztése, bonyolultabb alakzatok kialakítása és hatékony modellezése végett.</li><li>• Egyszerűbb térmodellezési feladatok matematikai leírása és grafikus megjelenítése.</li><li>• Különböző, háromdimenziós modelleket eltároló adatállományok feldolgozása.</li></ul>
<b>Transzverzális kompetenciák</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sík- és térmodellezésben előforduló problémák közül azok azonosítása, amelyek az elsajátított alapismeretek eszközeivel jellemezhetők és tanulmányozhatók.</li><li>• Bonyolult modellezési problémák interaktív, számítógépes tanulmányozása matematikai, mesterséges intelligenciabeli és statisztikai eszközökkel (például adott geometriai megszorításokat teljesítő görbék/felületek előállítás vagy klasszikus elméleti és numerikus analízisbeli eszközökkel, vagy heurisztikus algoritmusokat ötvöző funkcionális optimalizálással).</li><li>• Kutató jellegű problémák felismerése és tanulmányozása.</li></ul>

## 7. A tantárgy célkitűzései (az elsajátítandó jellemző kompetenciák alapján)

7.1 A tantárgy általános célkitűzése	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modellezési, feladatmegoldói, matematikai szövegértési készségek, továbbá hatékony megjelenítési technikák és fejlett programozási jártasságok fejlesztése OpenGL, QtCreator és C++ alapú platform független környezetben a sík és térmodellezés alapjainak elsajátításával.</li></ul>
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	<ul style="list-style-type: none"><li>• OpenGL renderelési technikák elsajátítása.</li><li>• Lagrange, Hermite és Ferguson interpolációs, valamint (racionális) Bézier, B-spline és ciklikus approximációs görbék/felületek ismertetése, ezek egységes ős- és absztrakt osztály alapú implementálása, valamint interaktív megjelenítése.</li><li>• Olyan hatékony és C++ alapú (ős/sablon/absztrakt) osztályok kialakítása, melyeket később a hallgatók egyrészt kutatáshoz (feltéve, ha az egyetemünkön maradnak), másrészt mobiliparra és játékfejlesztésre építő cégeknél elhelyezkedve is könnyen felhasználhatnak.</li></ul>

## 8. A tantárgy tartalma

8.1 Előadás	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
<b>1. Bevezetés görbe- és felületmodellezésbe</b>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [13]
<b>2. Bézier-görbék és felületek modellezése (1)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• P.E. Bézier és P.F. de Casteljau munkássága;</li><li>• Bézier-görbék rekurzív értelmezése (de Casteljau–algoritmus);</li><li>• Bézier-görbék Bernstein-polinomos leírása és kapcsolata a rekurzív értelmezéssel;</li><li>• Bézier-görbék geometriai tulajdonságai;</li><li>• Bézier-görbék adott simaság szerinti illesztése.</li></ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [13]
<b>3. Bézier-görbék és felületek modellezése (2)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• de Casteljau–algoritmus pontjainak geometriai jelentése;</li><li>• Bézier-görbék felosztása;</li><li>• hullámzás- és hosszcsökkentés, konvexitás megőrzés;</li><li>• hatékony algoritmusok Bézier-görbék kiértékelésére;</li><li>• fokszámnövelés;</li><li>• interpolálás Bézier-görbékkel.</li></ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [13]
<b>4. Bézier-görbék és felületek modellezése (3)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bézier-felületek tenzor szorzatos alakja;</li><li>• Bézier-felületek geometriai tulajdonságai;</li><li>• Bézier-felületek fokszámnövelése;</li><li>• Bézier-felületek adott simaság szerinti illesztése;</li><li>• Bézier-felületek mátrixalakja;</li><li>• interpoláló Bézier-felületek.</li></ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [13]
<b>5. Bézier-görbék és felületek modellezése (4)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bézier-görbék és felületek racionális alakja és tulajdonságaik.</li></ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [13]
<b>6. B-spline-görbék és felületek modellezése (1)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Isaac Jacob Schoenberg, Carl de Boor, L. Mansfield, M. Cox, R. Riesenfeld, W. Gordon, W. Böhm munkásságának rövid ismertetése;</li><li>• normalizált B-spline bázisfüggvények értelmezése és tulajdonságaik;</li><li>• B-spline görbék értelmezése, lokális változtathatóságuk, és végpontbeli interpolációs feltételeik és tulajdonságaik.</li></ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [11], [13]

<b>7. B-spline-görbék és felületek modellezése (2)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B-spline görbék lokális konvex burok tulajdonsága;</li> <li>• Cox–de Boor felosztásos algoritmus;</li> <li>• hodográf és magasabb rendű deriváltak;</li> <li>• folytonosság tanulmányozása.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [11], [13]
<b>8. B-spline-görbék és felületek modellezése (3)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Böhms csomóérték beszűrési algoritmus;</li> <li>• hullámzáscsökkentés;</li> <li>• B-spline felületek értelmezése és tulajdonságaik.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [11], [13]
<b>9. B-spline-görbék és felületek modellezése (4)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B-spline görbék és felületek racionális változatai és tulajdonságaik.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[2]–[6], [11], [13]
<b>10. Zárt görbék és felületek modellezése ciklikus bázisfüggvényekkel a véges fokszámú trigonometrikus polinomok terében</b>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[8]–[10], [13]
<b>11. Csúcspont- és részecskeárnyalók/shaderek (1)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rögzített és programozható grafikus csővezeték ismertetése;</li> <li>• rögzített funkcionálisok helyettesítése;</li> <li>• csúcspont és részecske processzor;</li> <li>• OpenGL beállítások és bevezetés a GLSL árnyalási programozási nyelvbe;</li> <li>• GLSL implementációs technikák és példák.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[7], [12], [13]
<b>12. Csúcspont- és részecskeárnyalók/shaderek (2)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a GLSL nyelv részletesebb ismertetése: adattípusok, struktúrák és változók, feltételes utasítások, ciklusok és függvények;</li> <li>• kommunikáció csúcspont és részecske árnyalók között;</li> <li>• kommunikáció árnyalók és főprogram között.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[7], [12], [13]
<b>13. Csúcspont- és részecskeárnyalók/shaderek (3)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• effektek implementálása: irányított, pontszerű és reflektor típusú fényforrás.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[7], [12], [13]
<b>14. Csúcspont- és részecskeárnyalók/shaderek (4)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• effektek implementálása: kétoldali megvilágítás az összes létező fényforrás figyelembevételével; adaptív élsimítás; futás közbeni textúra generálás; rajzfilm effektus, buckaleképzés.</li> </ul>	Interaktív programokra, projektorra, és táblára épülő előadás	[7], [12], [13]

#### Könyvészet

- 1) Jasmin **Blanchette**, Mark **Summer**. *C++ GUI Programming with Qt 4*, Trolltech Press, 2006.
- 2) Gerald **Farin**: *Curves and surfaces for CAGD, fifth edition: a practical guide*, The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics, 2001.
- 3) Gerald **Farin**: *NURBS: from projective geometry to practical use*, 2nd edition, A K Peters/CRC Press, 1999.
- 4) Joseph **Hoschek**, Dieter **Lasser**: *Fundamentals of Computer Aided Geometric Design*, A K Peters/CRC Press, 1996.

- 5) **Juhász Imre**: *Számítógépi geometria és grafika*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1995.
- 6) Les A. **Piegl**, Wayne **Tiller**: *The NURBS Book (Monographs in Visual Communication)*, 2nd edition, Springer, 1999.
- 7) Randi J. **Rost**, Bill M. **Licea-Kane**, Dan **Ginsburg**, John M. **Kessenich**, Barthold **Lichtenbelt**, Hugh **Malan**, Mike **Weiblen**: *OpenGL Shading Language*, 3rd ed., Addison-Wesley Professional, 2009.
- 8) Ágoston **Róth**, Imre **Juhász**, Josef **Schicho**, Miklós **Hoffman**: *A cyclic basis for closed curve and surface modeling*, *Computer Aided Geometric Design*, **26**(5):528–546, 2009.
- 9) Ágoston **Róth**, Imre **Juhász**: *Control point based exact description of a class of closed curves and surfaces*, *Computer Aided Geometric Design*, **27**(2):179–201, 2010.
- 10) Imre **Juhász**, Ágoston **Róth**: *Closed rational trigonometric curves and surfaces*, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, **234**(8):2390–2404, 2010.
- 11) Ágoston **Róth**, Imre **Juhász**: *Constrained surface interpolation by means of a genetic algorithm*, *Computer Aided Design*, **43**(9):1194–1210, 2011.
- 12) Dave **Shreiner**, Mason **Woo**, Jackie **Neider**, Tom **Davis**: *OpenGL Programming Guide, 5th ed., The Official Guide to Learning OpenGL, Version 2*, Addison-Wesley, 2006.
- 13) Ágoston **Róth**: <https://sites.google.com/site/computeraidedgeometricdesign/curve-and-surface-modeling>

8.2 Szeminárium / Labor	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
1. OpenGL rajzoló primitívek	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
2. OpenGL megjelenítési technikák	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
3. Descartes koordináták, mátrix sablonok, négyzetes mátrixok, LU-faktorizáció, általános görbeosztály implementálása	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[13]

<p>4. Paraméteres görbék továbbá kontrollpontok és tetszőleges bázisfüggvények lineáris kombinációjával leírt görbék implementálása és megjelenítése (sajátos alkalmazásként Bézier-görbék modellezése)</p>	<p>Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése</p>	<p>[1], [7], [12], [13]</p>
<p>5. Projektfeladatok ismertetése és kiosztása.</p> <p>Kivételkezelést, homogén és textúra koordinátákat, háromszögesített oldallapokat és hálókat, színeket, különböző típusú fényforrásokat és anyagi jellemzőket részlegesen implementáló forrásállományok ismertetése és befejezendő feladatként való kitűzése.</p> <p>Alkalmazás: háromdimenziós modellállományok feldolgozása és megjelenítése.</p>	<p>Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése</p>	<p>[1], [7], [12], [13]</p>
<p>6. Általános tenzor szorzatként leírt felületek kiértékelésére és megjelenítésére tervezett absztrakt ösosztály ismertetése.</p> <p>Alkalmazás: egyéni projekthez tartozó felületi foltok megjelenítése, azok interaktív illesztése és interpolációra való használata.</p>	<p>Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése</p>	<p>[1], [7], [12], [13]</p>
<p>7. Csúcspont- és részecskeárnyalók implementálása és tesztelése (1)</p>	<p>Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése</p>	<p>[1], [7], [12], [13]</p>
<p>8. Csúcspont- és részecskeárnyalók implementálása és tesztelése (2)</p>	<p>Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése</p>	<p>[1], [7], [12], [13]</p>

9. Egyéni projekt fejlesztése (1)	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
10. Egyéni projekt fejlesztése (2)	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
11. Egyéni projekt fejlesztése (3)	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
12. Egyéni projekt fejlesztése (4)	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
13. Egyéni projekt fejlesztése (5)	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]

14. Egyéni projekt fejlesztése (6)	Fehér tábla és projektor használata, laborórán nyomon követhető interaktív PDF állományok bemutatása és elmagyarázása, befejezendő fejléc és forrásállományok házi feladatként való kitűzése	[1], [7], [12], [13]
<p><b>Könyvészet:</b> ugyanaz, mint az előadások esetén, a befejezendő laborfeladatokhoz tartozó fejléc és forrásállományok, továbbá az előadások elméleti anyaga a <a href="https://sites.google.com/site/computeraidedgeometricdesign/curve-and-surface-modeling">https://sites.google.com/site/computeraidedgeometricdesign/curve-and-surface-modeling</a> weboldalon érhetőek majd el.</p>		

**9. A tantárgy tartalmának összhangba hozása az episztemikus közösségek képviselői, a szakmai egyesületek és a szakterület reprezentatív munkáltatói elvárásaival.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>A tantárgy tartalma megegyezik az egyetemi oktatásban a fontosabb egyetemeken oktatott számítógépi grafikába és geometriai modellezésbe vezető tárgyak hagyományos tartalmával és elvárásaival. Mi több, a tantárgy elméleti és laboranyaga sokszor túl is mutat ezen egyetemek elvárásain, megteremtve egyrészt egy esetleges mesteri, később pedig doktori képzés alapjait, másrészt olyan programozási és interaktív modellezési technikákat is biztosít, mely számos ilyen témában érdekelt hazai és külföldi cég igényeinek is megfelel.</li> </ul>
---

**10. Értékelés**

Tevékenység típusa	10.1 Értékelési kritériumok	10.2 Értékelési módszerek	10.3 Aránya a végső jegyben
10.4 Előadás	Alapfogalmak, alaptételek és alap geometriai, modellezési fogalmak ismerete és használata.	Félév végi írásbeli vizsga elméleti jellegű feladatokból. Az írásbelire a beugrót egy átmenőnek minősített labortevékenység jelenti.	40 %
10.5 Szeminárium / Labor	Laborfeladatok helyessége. Egyéni projekt fokozatos fejlesztése.	Hétről hétre helyesen implementált és személyesen bemutatott, határidőre kitűzött laborfeladatok ellenőrzése. Egyéni projekt félévvégi személyes bemutatása. Másolt program(ok) bemutatása büntetőpontokkal és ismétlődő esetben írásbeli vizsgáról való kizárással jár.	60 %



## 10.6 A teljesítmény minimumkövetelményei

- Összes kitűzött laborfeladat határidőre való megoldása.
- Legalább 5-s minősítésű projekt megírása. Az ezzel kapcsolatos minimális és maximális követelmények megtalálhatóak a

[https://sites.google.com/site/computeraidedgeometricdesign/curve-and-surface-modeling/Curve\\_and\\_surface\\_modeling\\_\\_Lab\\_05.pdf?attredirects=0](https://sites.google.com/site/computeraidedgeometricdesign/curve-and-surface-modeling/Curve_and_surface_modeling__Lab_05.pdf?attredirects=0)

linken adott PDF állomány 46. illetve 54. oldalain.

- Legalább 5-s minősítés elérése az írásbeli vizsgán.

### **Kitöltés dátuma**

2013. április 30.

### **Előadás felelőse**

dr. Róth Ágoston, egyet. adjunktus

### **Szeminárium felelőse**

dr. Róth Ágoston, egyet. adjunktus

### **Az intézeti jóváhagyás dátuma**

2013. április 30.

### **Intézetigazgató,**

Dr. Szenkovits Ferenc, egyet. docens

.....