

Az MSc képzés programja

a mérnökinformatikus szakon

Érvényes: 2015. február 1-től felmenő rendszerben

(V 4.13)

BUDAPEST, 2023



Tartalom

I. BEVEZETÉS.....	3
II. A TANTERVI KERETEK	4
II.1 A mérnökinformatikus mesterszak tantervi hálója.....	5
III. TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPISMERETEK.....	7
III.1 Felsőbb matematika informatikusoknak	7
III.2 Közös tantárgyak	13
IV. GAZDASÁGI ÉS HUMÁN ISMERETEK	20
V. SZAKMAI TÖRZSANYAG.....	22
V.1 Alkalmazott informatika fősPECIALIZÁCIÓ (AUT).....	22
V.2 Internet architektúra és szolgáltatások fősPECIALIZÁCIÓ (TMIT).....	27
V.3 Kritikus rendszerek fősPECIALIZÁCIÓ (MIT)	32
V.4 Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja fősPECIALIZÁCIÓ (HIT)	36
V.5 Vizuális informatika fősPECIALIZÁCIÓ (IIT).....	40
VI. SZAKMAI TÖRZSANYAG VÁLASZTHATÓ ISMERETEI.....	44
VI.1 Mellékspecializációk	44
VI.1.1 Adat- és médiainformatika mellékspecializáció (TMIT)	44
VI.1.2 Intelligens rendszerek mellékspecializáció (MIT)	47
VI.1.3 IT biztonság mellékspecializáció (HIT).....	50
VI.1.4 IT rendszerek fizikai védelme mellékspecializáció (HVT).....	53
VI.1.5 Mobilszoftver-fejlesztés mellékspecializáció (AUT).....	56
VI.1.6 Számításelmélet mellékspecializáció (SZIT).....	59
VI.1.7 Számítási felhők és párhuzamos rendszerek mellékspec. (IIT)	61
VI.2 Projektantárgyak	63
VII. SZABADON VÁLASZTHATÓ TANTÁRGYAK	69

I. Bevezetés

A képzés célja olyan mérnökök képzése, akik az informatika szakterületéhez kapcsolódó természettudományos és specifikus műszaki ismeretek magas szintű elsajátítását követően képesek új informatikai rendszerek és eszközök tervezésére, informatikai rendszerek fejlesztésére és integrálására, az informatikai célú kutatásifejlesztési feladatok ellátására, koordinálására, tanulmányaik PhD képzés keretében való folytatására.

Felvétel a mérnökinformatikus mesterszakra: a mesterképzésbe történő belépés előzményeként elfogadott szak a mérnökinformatikus alapképzési (BSc) szak. A mesterfokú diplomához a mintatantervben szereplő kreditek megszerzésén felül szükséges, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 80 kredit a korábbi tanulmányai szerint az alábbi ismeretkörökben:

<i>természettudományos ismeretek</i> analízis, algebra, valószínűségszámítás, matematikai statisztika, fizika;	20 kredit
<i>gazdasági és humán ismeretek</i> közgazdaságtan, környezetvédelem, minőségbiztosítás, szaknyelv, társadalomtudomány;	15 kredit
<i>számításelméleti és programozási ismeretek</i> számítás- és algoritmuselmélet, programnyelvek, programtervezés, szoftver technológia;	15 kredit
<i>számítógép ismeretek</i> elektronika, digitális technika, mérés- és szabályozástechnika, számítógép architektúrák, operációs rendszerek, számítógépes hálózatok;	15 kredit
<i>információs rendszerek ismeretei</i> adatbázis-kezelés, tudásreprezentáció, informatikai rendszerek modellezése, analízise, megvalósítása, biztonsági kérdései.	15 kredit

A táblázat szerinti ismeretkörökben korábban megszerzett kreditek elismerése az előzményként elfogadott szak esetében automatikusan teljesül. Más szakokról történő jelentkezés esetében az elismerés elsősorban a következő alapidplomával rendelkezők esetében lehetséges: gazdasági informatikus és programtervező informatikus alapképzési szakok.

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a felsorolt ismeretkörökben legalább 40 kredittel rendelkezzen a hallgató. A hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):

<i>természettudományos alapismeretek</i> matematika, információelmélet, számítástudomány, számítástechnika, rendszerelmélet;	20-30 kredit
<i>gazdasági és humán ismeretek</i> mikroökonomia, vezetési, jogi és menedzsment ismeretek, minőségbiztosítás, ergonómia, kommunikációelmélet, műszaki tudományok kultúrtörténete, környezetvédelem;	9-15 kredit
<i>informatikai szakmai ismeretek</i> komplex informatikai rendszerek fejlesztéséhez, tervezéséhez, és az ezekkel létrehozott szolgáltatásokhoz kapcsolódó átfogó elméleti ismeret, a specializációtól függően, különösen az alábbi területek valamelyikén: szoftvertervezés, hálózatok, mobil rendszerek, számítógépes grafika és képfeldolgozás, kritikus rendszerek, médiainformatika, adatbiztonság, párhuzamos rendszerek, intelligens rendszerek, számításelmélet, adatbázisok; diplomamunka (30 kredit);	54-90 kredit
<i>speciális ismeretek</i> A mérnökinformatikus szakma igényeinek megfelelő szakterületeken szerezhető speciális ismeretek;	
<i>szabadon választható tantárgyak ismeretkörei</i>	min. 6 kredit

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadáshoz aránya 40-60 százalék).

Előtanulmányi rend:

A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes specializáció-tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban természettudományos, közös és korábbi specializáció-tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Önálló labor 1, Önálló labor 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
 - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
 - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele
 - a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése,
 - Felsőbb matematika, a Közös tantárgyak és a Diplomatervezés 1 tantárgy kreditjeinek megléte.
- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

Specializálódás, specializáció váltás:

A szakon a képzés teljes ideje alatt a hallgatók fő- és mellékspecializációkhoz kapcsolódva végzik tanulmányaikat. A specializációkra a jelentkezésüket (a választani kívánt fő és mellékspecializációk sorrendjét) még felvételük előtt, a felvételi írásbeli ill. szóbeli alkalmával kell leadniuk.

A hallgató – méltányossága terhére – egy alkalommal, a specializációba kerülés kezdetétől számított fél éven belül, a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatában meghatározott tanulmányi nyilvántartó rendszerben (TR) benyújtott kérvénnyel kérheti specializációja megváltoztatását. A kérelem elfogadása esetén a hallgató a következő félévtől kikerül az eredeti specializációról, és átkerül az általa megjelölt új specializációra (amennyiben az elindult). A specializációt váltó hallgatónak az eredeti specializáción elvégzett tantárgyai ügyében a Kari Kreditátviteli Bizottság hoz döntést.

Szakmai gyakorlat: A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 6 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

II. A tantervi keretek

Mindhárom mesterszak tantervi hálójá két változatban készült el annak érdekében, hogy a tanulmányok a tavaszi és az őszi félévben is megkezdhetőek legyenek, de a tantárgyakat – kevés kivétellel – ne kelljen mindkét félévben meghirdetni. Ezzel biztosítani tudjuk, hogy a BSc képzést 7 (ill. páratlan számú) félév alatt teljesítő hallgatók félévkihagyás nélkül megkezdjék MSc tanulmányaikat.

A tanulmányaikat a tavaszi félévben megkezdő hallgatók mintatantervének féléveit 1-től 4-ig sorszámoztuk. Ugyanez a számozás az őszi félévben induló képzésnél 0-tól 3-ig terjed, ily módon valamennyi tavaszi félévet páratlan, valamennyi őszi félévet páros szám jelöl. A tantárgyakat igyekeztünk a különböző félévekben induló, de egyébként azonos szakon zajló képzések esetében úgy elhelyezni, hogy egy-egy tantárgy lehetőleg csak páros vagy csak páratlan félévben forduljon elő. Ezzel elérhető lett az a racionális cél, hogy az adott tantárgyat mindkét képzés számára csak évente egyetlen alkalommal (vagy tavasszal, vagy ősszel) kelljen meghirdetni. Amennyiben ugyanaz a tantárgy nem azonos sorszámú, de azonos párosságú félévben fordul elő a két mintatantervben (pl. 0 és 2), a fentiek alapján azt jelenti, hogy a tantárgynak a többi tantárgyhoz viszonyított helyzete („a tantárgyak sorrendje”) megváltozik ugyan a kétféle kezdés szerinti képzés mintatanterveiben, a tantárgy mégis közösen tartható meg a kétféle képzés (eltérő évfolyamai) számára.

A következő alfejezetben a mesterképzési szak mintatantervét (ún. tantervi keretét) mutatjuk be áttekintő jelleggel. Az egyes tantárgycsoportokban kötelező, kötelezően választható és szabadon választható tantárgyak is előfordulnak, ezek számát és kreditköltségét az MSc képzés Képzési és kimeneti követelményei szabályozzák. Utóbbiról az egyes szakokat tárgyaló fejezetek elején adunk kivonatolt áttekintést.

II.1 A mérnökinformatikus mesterszak tantervi hálója

a) Kezds a tavaszi félévben (1)

	Tárgynév	Szemeszter			
		1	2	3	4
Természettudományos alapismeretek (20 kredit)					
1	Felsőbb matematika informatikusoknak	4/0/0/v/4	4/0/0/v/4		
2	Közös tantárgyak	3/0/0/f/4	3/0/0/f/4		
3			3/0/0/f/4		
Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)					
4	Mérnöki menedzsment ¹				4/0/0/v/4
5	Választható gazd. hum. tantárgy			2/0/0/f/2	2/0/0/f/2
6					2/0/0/f/2
Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)					
7	Főspecializáció-tantárgyak	2/1/0/v/4	2/1/0/v/4		
8		2/1/0/v/4	2/1/0/v/4		
9		2/1/0/v/4			
10	Főspecializáció-laboratórium		0/0/3/f/4	0/0/3/f/4	
Szakmai törzsanyag köt. választható ismeretkörei (56 kredit)					
11	Mellékspecializáció-tantárgyak	2/1/0/f/4	2/1/0/v/4	2/1/0/v/4	
12	Mellékspecializáció-laboratórium			0/0/3/f/4	
13	Önálló laboratórium	0/0/3/f/5	0/0/3/f/5		
14	Diplomatervezés			0/5/0/f/10	0/10/0/f/20
Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)					
15	Szabadon választható tantárgy			6/0/0/f/6	
Kritérium tantárgy (0 kredit)					
16	Szakmai gyakorlat	6 hét/a/0			
Összes heti óraszám		22	25	22	18
Előadás/gyakorlat/labor óraszám		15 / 4 / 3	16 / 3 / 6	10 / 6 / 6	8 / 10 / 0
Összes kredit-pontszám		29	33	30	28
Vizsgaszám		4	4	1	1

¹ A Mérnöki menedzsment c. tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

Jelmagyarázat: előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

Összesítés: ea / gyak / lab: 49 / 23 / 15 = 87 óra (ea / gyak+lab = 49 / 38 = 56,3% / 43,7%)

b) Kezdet az őszi félévben (0)

	Tárgynév	Szemeszter			
		0	1	2	3
Természettudományos alapismeretek (20 kredit)					
1	Felsőbb matematika informatikusoknak	4/0/0/v/4	4/0/0/v/4		
2	Közös tantárgyak	3/0/0/f/4	3/0/0/f/4		
3		3/0/0/f/4			
Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)					
4	Mérnöki menedzsment ¹	4/0/0/v/4			
5	Választható gazd. hum. tantárgy		2/0/0/f/2	2/0/0/f/2	
6				2/0/0/f/2	
Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)					
7	Főspecializáció-tantárgyak		2/1/0/v/4	2/1/0/v/4	
8			2/1/0/v/4	2/1/0/v/4	
9			2/1/0/v/4		
10	Főspecializáció-laboratórium			0/0/3/f/4	0/0/3/f/4
Szakmai törzsanyag köt. választható ismeretkörei (56 kredit)					
11	Mellékspecializáció-tantárgyak		2/1/0/f/4	2/1/0/v/4	2/1/0/v/4
12	Mellékspecializáció-laboratórium				0/0/3/f/4
13	Önálló laboratórium	0/0/3/f/5	0/0/3/f/5		
14	Diplomatervezés			0/5/0/f/10	0/10/0/f/20
Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)					
15	Szabadon választható tantárgy	6/0/0/f/6			
Kritérium tantárgy (0 kredit)					
16	Szakmai gyakorlat		6 hét/a/0		
Összes heti óraszám		23	24	21	19
Előadás/gyakorlat/labor óraszám		20 / 0 / 3	17 / 4 / 3	10 / 8 / 3	2 / 11 / 6
Összes kredit-pontszám		27	31	30	32
Vizsgaszám		2	4	3	1

¹ A Mérnöki menedzsment c. tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

Jelmagyarázat: előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

Összesítés: ea / gyak / lab: 49 / 23 / 15 = 87 óra (ea / gyak+lab = 49 / 38 = 56,3% / 43,7%)

III. Természettudományos alapismeretek

III.1 Felsőbb matematika informatikusoknak

A természettudományos alapismereteken belül 4 felsőbb matematika tantárgy jelenik meg mérnökinformatikus MSc képzés kínálatában. Ezek a matematika tantárgyak a következők:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Alkalmazott algebra és matematikai logika (TTK)	BMETE90MX57
Analízis (TTK)	BMETE90MX56
Rendszeroptimalizálás (SZIT)	BMEVISZMA02
Sztochasztika (TTK)	BMETE90MX58

A felsorolt tantárgyak teljes szemeszter kiméretűek.

Mindegyik specializáció meghatározza, hogy a négy tantárgy közül melyek alapozzák meg leginkább a szakmai programjukat, így a hallgatónak (kötelező jelleggel) a specializációjukhoz rendelt 2 teljes felsőbb matematika tantárgyat kell felvenniük a mellékelt táblázat szerint.

Főspecializáció	Felsőbb matematika 1 (tavaszi félév)	Felsőbb matematika 2 (ősz félév)
Mobil és vezeték nélküli hálózatok és szolgáltatások integrációja (HIT)	Rendszeroptimalizálás	Sztochasztika
Internet architektúra és szolgáltatások (TMIT)	Rendszeroptimalizálás	Alkalmazott algebra és matematikai logika
Alkalmazott informatika (AUT)	Rendszeroptimalizálás	Alkalmazott algebra és matematikai logika
Kritikus rendszerek (MIT)	Rendszeroptimalizálás	Alkalmazott algebra és matematikai logika
Vizuális informatika (IIT)	Analízis	Alkalmazott algebra és matematikai logika

Alkalmazott algebra és matematikai logika

([BMETE90MX57](#), 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TTK MI Algebra Tanszék)

A tantárgy célkitűzése: Az Algebra legintenzívebben alkalmazott területének a Lineáris algebrának és informatikai alkalmazásainak haladó tárgyalása. Ilyen alkalmazások például: a kódelméleti és kriptográfiai alkalmazások, a sztochasztikus mátrixok vizsgálata, valamint az SVD alkalmazása az információkeresési gyakorlatban. A Matematikai Logika és az Algebra szoros kapcsolatának bemutatása az állításlogika és a Boole algebrák kapcsolatának elemzésén keresztül. Tárgyaljuk ezen kapcsolat általánosítási lehetőségeit, valamint alkalmazását is. A Matematikai logika legfontosabb fogalmainak feldolgozása és a témakör néhány informatikai alkalmazásának bemutatása, úgymint: gépi bizonyítás, logikai programozás, modellalkotás a mesterséges intelligencia részére, bonyolultságelmélet. Annak bemutatása, hogy a Matematikai logika minden fontos szintje, így a nyelv, a szemantika és a bizonyításelmélet is– fontos szerephez jut az elméleti számítástudományban.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy:

- értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalt fogalmakat és ismereteket,
- a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit,
- legyen képes a szakirodalomra támaszkodva bővíteni az idevágó ismereteit.

Rövid tematika:

1. A lineáris algebra tanult fogalmainak áttekintése

Vektorterek, alterek, bázis, dimenzió. Lineáris leképezések, képtér, magtér, dimenzió tétel, műveletek lineáris leképezésekkel. Mátrixok, mint formális objektumok. Lineáris leképezések és műveleteik reprezentálása mátrixokkal. Báziscsere. Sajátérték, sajátvektor, sajátaltér. Diagonizálás, spektrál felbontás. Mátrix hatványa.

Lineáris egyenletrendszerek diszkussziója. Megoldás Gauss eliminációval. Determináns fogalma.

2. Lineáris operátorok véges dimenziós euklideszi terekben, normálformák

Euklideszi tér fogalma. Szimmetrikus, önadjungált, unitér, normális, projektor operátorok és mátrixaik. Jordan normálforma.

3. Szinguláris értékek szerinti felbontás (SVD)

Létezése, egyértelmősége, kapcsolata a poláris felbontással. SVD és alacsony rangú közelítések, Eckart–Young-tétel. Az SVD számítása. A módszer néhány alkalmazása (pszeudo inverz számítása, homogén lineáris egyenletrendszer megoldása, legkisebb négyzetek módszere). A QR-felbontás fogalma. Householder-tükrözések, alkalmazásuk a QR-felbontás számítására.

4. A lineáris algebra további alkalmazásairól

A lineáris algebra néhány nevezetes alkalmazása: nemnegatív és szimmetrikus mátrixok az internetes lapokat rangsoroló algoritmusokban; SVD az információkeresés gyakorlatában (vektorteres indexelés, a mögöttes szemantikájú indexelés lineáris algebrai vonatkozásai); hibajavító kódok; titokmegosztás. Főkomponens elemzés (PCA). Lineáris algebra numerikus módszerei (pl. iteratív megoldás homogén, inhomogén, túlhatározott esetekre).

5. Formális nyelv, formalizálás

Tárgynyelv-metanyelv, infix-prefix írásmód, nulladrendű-magasabbrendű nyelv, egyértelmű olvashatóság. A nyelv elemei. Formulák és kifejezések.

6. Logikai szemantika - a halmazelméletre alapozva

Struktúra, algebra, modell. Interpretáció. Az „igazság” definíciója – a halmazelméletre építve. Igazsághalmazok és tulajdonságaik. Különböző típusú modellek: állítás, elsőrendű, modális, stb. Példák mesterséges intelligenciabeli alkalmazásokra. A logikai következmény fogalom. Dedukció tétel. Nevezetes logikai ekvivalenciák. Normálformák: konjunktív, prenex, Skolem.

7. Bizonyításelmélet

Az axiomatikus módszer. Levezetési és cáfolati bizonyítási rendszerek. Hilbert rendszer, analitikus fák, rezolúció. A logikai programozásról. Elmélet fogalma. Axiomatizálhatóság, eldönthetőség, ellentmondástalanság, teljesség. Kompaktsági tétel (szintaktikai). A gépi bizonyításról.

8. A szemantika és a bizonyításelmélet kapcsolatáról (4 óra):

A logika (matematika) szemantikai és bizonyításelméleti megközelítése egyenértékű: Gödel teljességi tétele és változatai. Bizonyításelméleti fogalmak modellelméleti jellemzése, modell módszer. Egy elmélet ellentmondástalan a.cs.a ha kielégíthető. A kompaktsági tétel (szemantikai) és a végesítés fogalma.

A bizonyításelmélet korlátai: Gödel inkomplettségi és Church eldönthetlenségi tételei. E tételek interpretációi a tudomány metodológiában. A Löwenheim-Skolem típusú tételek és jelentőségük. Kitekintés a magasabb rendű logikákra.

9. A Matematikai logika néhány további alkalmazása

Néhány bonyolultsági osztály jellemzése logikai problémákkal, Fagin tétele. A végtelen kicsiny mennyiség (infinitezimális) bevezetése egy modell konstrukció, az ultrahatvány ill. a kompaktsági tétel segítségével. A valós számfogalom bővítése: a hipervalós számok. Newton és Leibniz analízisének rekonstrukciója e fogalmak segítségével: Nem-standard analízis. A folytonosság, differenciálhatóság és integrálhatóság nem-standard definíciói.

10. Matematikai logika és az Algebra kapcsolatáról

Néhány párhuzamba állítható logikai és Boole algebrai fogalom: elmélet – szűrő, komplettség – prím, levezethető – kisebb, axiómák üres halmaza – szabad algebra, axiómák feltételezése – relativizálás, stb. A szóban forgó kapcsolat alkalmazása a valószínűségszámításban (eseményalgebrák) és hálózatok elemzésénél. Általánosítások elsőrendű logikára.

Analízis

([BMETE90MX56](#), 1. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TTK MI Analízis Tanszék)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a mérnök informatikus MSc képzésben felmerülő analízis jellegű matematikai ismeretek széles körét mutatja be, alapvetően feladat- és alkalmazás-centrikus tárgyalásban. A következő témákat dolgozzuk fel: Laplace-transzformáció és alkalmazásai, általánosított függvények (Fourier-transzformáció és alkalmazásai), waveletek, parciális differenciálegyenletek (elmélet, alkalmazás és numerikus módszerek), variációszámítás, irányításelmélet, numerikus optimalizálás.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy:

- értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalat fogalmakat és ismereteket,
- a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit.

Rövid tematika:

1. A Laplace-transzformáció és alkalmazásai

A transzformált értelmezési tartománya, alaptulajdonságai, elemi függvények transzformáltjai, deriválás, integrálás, konvolúció. Unicitás, inverz Laplace-transzformáció, numerikus inverzió. Lineáris differenciálegyenletek megoldása Laplace-transzformációval. Kezdeti és végérték-tétel, egységugrás, fűrészfog és négyszögjel transzformáltja. Áramkörök. A z-transzformált.

2. Általánosított függvények; Fourier-transzformáció és alkalmazásai

A disztribúcióelmélet elemei, Dirac-delta, Heaviside-függvény. Disztribúciók Laplace- és Fourier-transzformáltja. Fourier-transzformált az L²-térben, harmonikus oszcillátor. A Fourier-transzformált kapcsolata a Laplace-transzformálttal.

3. Waveletek

A harmonikus rezgés elemei (amplitúdó, frekvencia). Véges és végtelen összegre való felbontás. Jelek analízise és szintézise problémái a Fourier-sor, transzformáció segítségével. Wavelet-sor, wavelet-transzformáció bevezetése. A wavelet-analízis feladata.

Ablak Fourier-transzformációk. Alkalmazás az időbeli és frekvencia lokalizációjára. Diszkrét és gyors Fourier-transzformáció. Folytonos wavelet-transzformációk: Waveletek transzformálásának célja és definíciója.. Rekonstruálási formulák. Frekvencia lokalizációja. Diszkrét idő-frekvencia analízise és mintavételezése: Shannon-féle mintavételi tétel. Mintavételezés az idő-frekvencia tartományon. Az ortogonalizálás problémája.

Fizikai waveletek: Jelek és hullámok. Elektromágneses waveletek szóródása. Az elektromagnetikai hullámok atomos összeállítása. Alkalmazás radarra.

4. Parciális differenciálegyenletek elmélete, alkalmazásai és numerikus módszerei

Laplace-egyenlet, hővezetési egyenlet, hullámegyenlet. Végeselem módszer. Numerikus integrálás. Integrálegyenletek: transzport egyenlet (Fredholm féle másodfajú).

5. Variációszámítás, irányításelmélet

A variációszámítás alapfeladatai és alkalmazásai, az Euler-Lagrange-egyenlet. Véges függvénysorokat alkalmazó numerikus módszerek.

6. Numerikus optimalizálás

Gyökkeresés és optimalizálás: Numerikus gyökkeresés nemlineáris egyenletek és egyenletrendszerek esetén (intervallumfelezési eljárás, szelőmódszer, egyszerű iteráció, Newton-módszer és változatai). Minimalizálás egy- és többdimenzióban (gradiens-alapú módszerek, konjugált irányok módszerei, Newton-módszerek, Simulated Annealing). Korlátozások melletti (constrained) optimalizálás.

Rendszeroptimalizálás

([BMEVISZMA02](#), 1. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az operációkutatás és a kombinatorikus optimalizálás néhány területére nyújt bevezetést. A téma legfontosabb algoritmusainak, módszereinek és korlátainak ismertetése mellett célul tűzi ki, hogy ezek műszaki alkalmazásaiba is betekintést nyújtson. A szemeszter első felében olyan átfogó, általános módszereket mutat be, amelyek a gyakorlati élet számtalan területén eredményesen alkalmazhatónak bizonyultak. Így terítékre kerül a lineáris programozás, a matroidelmélet, a közelítő algoritmusok, valamint az ütemezési algoritmusok témaköre. A félév második felében négy

olyan műszaki esettanulmányt tárgyal, amelyek részben a fenti általános módszerek, részben a kombinatorikus szemléletű megközelítés eredményességét és hatékonyságát illusztrálják. Így betekintést nyújt a megbízható hálózatok tervezése, a villamos hálózatok klasszikus elmélete, a nagy bonyolultságú hálózatok huzalozása és a statika területén felmerülő kombinatorikus jellegű feladatokba.

A tantárgy további célja, hogy a mérnök informatikus BSc képzés Bevezetés a számításelméletbe I. és II., valamint Algoritmuselmélet című tantárgyai során korábban megszerzett ismereteket alkalmazza, elmélyítse, azok elméleti háttérét jobban megvilágítsa.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy:

- értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalta fogalmakat és ismereteket,
- a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit,
- példákon keresztül illusztrálni tudja a kombinatorikus optimalizálás gyakorlati alkalmazási lehetőségeit.

Rövid tematika:

1. Lineáris programozás

A lineáris programozás alapfeladata, megoldási módszerek, a probléma bonyolultsága. Farkas-lemma, a lineáris programozás dualitástétele. Egészértékű programozás, a feladat bonyolultsága, korlátozás és szétválasztás (Branch and Bound). Totálisan unimoduláris mátrixok és alkalmazásuk páros gráfokra, Egerváry algoritmus, alkalmazás hálózati folyamatokra.

2. Matroidelmélet

Matroidelméleti alapfogalmak (alaphalmaz, függetlenség, bázis, kör, rang). Mohó algoritmus matroidon. Dualitás, minorok, direkt összeg, összeg. Matroidelméleti algoritmusok (partíciós és metszet-algoritmusok, orákulumok). Grafikus, kografikus, reguláris, bináris és lineáris matroid fogalma, ezek kapcsolata. Bináris, reguláris és grafikus matroidok jellemzése tiltott minorokkal, Tutte tételei, Seymour tétele. A k -polimatroid rangfüggvény fogalma. A 2-polimatroid-matching probléma, ennek bonyolultsága.

3. Közelítő algoritmusok

Additív és relatív hibával közelítő algoritmus fogalma. Halmazfedési feladat, a Steiner-fa probléma, utazó ügynök probléma, nevezetes heurisztikák az utazó ügynök probléma euklideszi esetére. Polinomiális approximációs séma, a részösszeg probléma.

4. Ütemezési algoritmusok

Ütemezési feladatok típusai. Egygépes ütemezések, listás ütemező algoritmus párhuzamos gépek esetén, Hu algoritmus, Coffman és Graham algoritmus.

5. Megbízható hálózatok tervezése

Lokális élősszefüggőség és élősszefüggőségi szám fogalma. Nagamochi és Ibaraki algoritmus, Karger algoritmus. Minimális méretű 2-élösszefüggő, illetve 2-összefüggő részgráfok keresése, Khuller és Vishkin algoritmus, Cheriyan és Thurimella algoritmus. Gráfok 2-élösszefüggővé növelése, Plesnik algoritmus.

6. Nagybonyolultságú hálózatok huzalozása

A részletes huzalozás feladata. Egyetlen pontsor huzalozása a Manhattan modellben, Gallai algoritmus. Csatornahuzalozás 2 rétegen a megszorítás nélküli, illetve több rétegen a Manhattan modellben. Switchboxhuzalozás több rétegen. Éldiszjunkt huzalozás, Frank tétele.

7. Hálózatelméleti alkalmazások

Klasszikus villamos hálózatok egyértelmű megoldhatósága, Kirchhoff tételei. Általánosítás a transzformátorokat vagy girátorokat is tartalmazó hálózatokra, algoritmusok a feltételek ellenőrzésére. Általánosítás lineáris sokkapukat tartalmazó hálózatokra. Villamos hálózatok duálisa.

8. Statikai alkalmazások

Rúdszerkezetek merevségének vizsgálata, a probléma lineáris algebrai megfogalmazása. A rudakban ébredő erők kiszámítása, Maxwell-Cremona diagram. A generikus merevség fogalma, Laman tétele, Lovász és Yemini tétele. Síkbeli négyzetrácsok és egyszintes épületek átlós merevítése.

Sztochasztika

([BMETE90MX58](#), 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TTK MI Sztochasztika Tanszék)

A tantárgy célkitűzése: A véletlen és a valószínűség számítási módszerek fontos szerepet játszanak az informatikában, elsősorban a randomizált algoritmusokon keresztül. A feldolgozott anyag betekintést nyújt ebbe a világba. A hangsúlyokat a jelenségek megértésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles

körben (a tantárgy témakörén kívül is) alkalmazható technikákat prezentálunk, és rávilágítunk a lehetséges alkalmazások körére. A legfontosabb célunk, hogy a hallgatóink képesek legyenek randomizált algoritmusok tervezésére, és elemzésére. Alapelv: minden egyes témához sok konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre.

A valószínűségszámítás és sztochasztikus folyamatok elmélete néhány haladóbb témakörének bemutatása a mérnök informatikus mesterképzésben résztvevő hallgatóknak. A hangsúlyokat a jelenségek megértetésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles körben (a tantárgy témakörén kívül is) alkalmazható technikákat prezentálunk, rávilágítunk más matematikai és matematikán kívüli természettudományos és műszaki területekkel való összefüggésekre. Alapelv: minden egyes témához sok konkrét példát, számolást, konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre és a (matematikai és egyéb) jelenségekre.

Rövid tematika:

1. Létezés és véletlen

Véletlent használó egzisztenciabizonyítások (az ún. Erdős-módszer) nevezetes példákon keresztül (hipergráf 2-színezése, Ramsey-gráfok, stb.), ezek algoritmikus vonatkozásai. A Turán-tétel véletlent használó bizonyítása. Derandomizálás.

2. Néhány nevezetes randomizált algoritmus elemzése

A gyorsrendezés várható lépésszáma. A Rabin—Miller-prímteszt elemzése. A Schwartz—Zippel-lemma és közvetlen alkalmazásai (Tutte-determináns, mátrixszorzás ellenőrzése). Randomizált mintaillesztés. Minimális feszítőfa számítása lineáris várható időben. Bolyongások és algoritmusok.

3. Lovász lokális lemmája

A módszer ismertetése, néhány egyszerű alkalmazása, a módszer algoritmikus változata.

4. Véletlen és bonyolultsági osztályok

Az RP és a Las Vegas nyelvosztályok, példakkal. Az IP nyelvosztály: nem izomorf gráfok, $IP=PSPACE$ lényeges részének a bizonyítása. Nulla ismeretű bizonyítás fogalma, példák. A BPP nyelvosztály, a BPP és a P viszonyával foglalkozó néhány eredmény vázlatos ismertetése. Az RL nyelvosztály.

5. Véletlen gráfok

Erdős-Rényi-gráfok, néhány gráftulajdonság (pl. összefüggőség) evolúciója. Barabási-Albert-gráfok, alkalmazásuk (számítógépes-, szociális-, biológiai-) hálózatok modellezésére.

6. Valószínűségszámítási alapok ismétlése

Valószínűségi változó, eloszlásfüggvény, sűrűségfüggvény. Várható érték, szórásnégyzet, magasabb momentumok. Nevezetes eloszlások. Együttesen értelmezett valószínűségi változók, együttes eloszlás- és sűrűségfüggvény. Várható érték vektor, kovariancia mátrix, alaptulajdonságai, Cauchy-Schwarz-egyenlőtlenség. Nevezetes többdimenziós eloszlások. Sűrűségfüggvények transzformációja leképezésekkel. Többdimenziós normális eloszlás.

7. Konvergencia típusok

Sztochasztikus konvergencia fogalma és a nagy számok gyenge törvénye. L^p -beli konvergencia. Majdnem biztos konvergencia, Borel-Cantelli lemmák és a nagy számok erős törvénye. Valószínűségi eloszlások gyenge konvergenciája és határeloszlás-tételek.

8. Generátor- és karakterisztikus függvények. Alkalmazásaik: határeloszlások és nagy eltérések

Generátor függvény, alaptulajdonságai. Konvolúció és keverék-eloszlások generátor-függvénye. Alkalmazások: elágazó folyamatok, bolyongások. Karakterisztikus függvény, alaptulajdonságai. Fourier-analízis elemei, inverzió, momentum-probléma. Folytonossági tétel, következménye: határeloszlás-tételek. Nagy számok törvényei és centrális határeloszlás tétel karakterisztikus függvény módszerével. Stabilitás, stabilis eloszlások, gyenge konvergencia stabilishoz. Nagy eltérések elemei: Bernstein-egyenlőtlenség, Chernoff-korlát, Kramer-tétel.

9. Sztochasztikus folyamatok elemei: Markov-láncok és Markov-folyamatok

Mi is egy sztochasztikus folyamat? Véges állapotterű Markov-láncok, állapotok osztályozása, irreducibilitás, periódus, aperiodicitás. Lineáris algebrai eszköztár: sztochasztikus mátrixok, hatás előre (függvényekre), hatás hátra (mértékekre). Stacionárius mérték, hosszú idejű viselkedés, ergodicitás. Reverzibilis Markov-láncok, MCMC elemei. Megszámítható állapotterű Markov-láncok: tranziencia, nullrekurrencia, pozitív rekurrencia jellemzése. Alkalmazás születési-halálozási folyamatokra, bolyongásokra (Pólya-tétel). Folytonos idejű Markov-láncok elemei: Poisson folyamat, ugrási ráták, szemléletes

jellemezés. Sztochasztikus mátrixok egy-paraméteres félcsoportja: Kolmogorov-Chapman egyenletek, infinitezimális generátor, kapcsolat mátrix-analízissel.

10. Kitekintés: válogatás a modern valószínűségszámítás problémaköreiből

Perkoláció: az alapprobléma, kapcsolat véletlen gráfokkal, alaptételek, fázisátmenet. "Kártyakeverés matematikája": Markov-láncok konvergenciájának kérdésköre, hányszor keverjük meg a kártyacsomagot, hogy (közel) egyenletes eloszlású véletlen sorrendet kapjunk?

III.2 Közös tantárgyak

A természettudományos alapismereteken belül 6 közös tantárgy jelenik meg mérnökinformatikus MSc képzés kínálatában. A közös tantárgyak a következők:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Formális módszerek	BMEVIMIMA07
Információelmélet	BMEVISZMA03
Nyelvek és automaták	BMEVISZMA04
Szoftverarchitektúrák	BMEVIAUMA06
Tömegkiszolgálás	BMEVISZMA05
Adatbázisok elmélete	BMEVITMMA13

Minden mérnökinformatikus mesterhallgatónak a hat közös tantárgykból hármatot kell választania és elvégeznie.

Formális módszerek

([BMEVIMIMA07](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: Az informatikai rendszerek bonyolultságának és a potenciális hibák kockázatának növekedésével mindinkább követelmény az, hogy a kritikus komponensek megvalósítása bizonyítottan helyes legyen. Ennek egyik jellegzetes megoldása a formális modelleken alapuló tervezés és megvalósítás: A formális modellek analízisével vizsgálhatóvá válnak a tervezői döntések, bizonyíthatóak egyes tulajdonságok, valamint automatizálható a kódszintézis. A tárgy áttekintést ad az informatikai rendszerek formális modelljeinek megalkotásához és analíziséhez szükséges számításelméleti háttérrel, ideértve a legfontosabb matematikai leíró paradigmákat, a modellezési nyelveket, valamint a kapcsolódó analitikus és szimulációs vizsgálati módszereket. Demonstrálja ezek alkalmazását a rendszerszintű modellezés, a hardver tervezés, valamint a szoftver helyességbizonyítás és szintézis területén.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:

- (1) ismerik és alkalmazni tudják a különböző formális módszereket és technológiákat,
- (2) képesek legyenek nem-formális rendszer leírások alapján matematikai modellt alkotni,
- (3) ismerjék a különböző helyességbizonyítási technikák előnyeit és hátrányait,
- (4) meg tudják különböztetni egy informatikai rendszer funkcionális és nem-funkcionális követelményeit,
- (5) tisztában legyenek a formális módszereket támogató alapvető eszközökkel.

Rövid tematika:

- Informatikai rendszerek minőségi analízise

Célkitűzés: A tantárgy összefoglaló bevezetése.

A formális módszerek szerepe az informatikai rendszerek tervezésében: specifikáció, verifikáció, modellellenőrzés, helyességbizonyítás. A rendszerszintű modellezés. Mérnöki és formális modellek kapcsolata, modelltranszformációk.

Gyakorlati alkalmazások: UML GRM (General Resource Model) Profile, VIATRA.

- Formális modellek és szemantikák

Célkitűzés: Alapok a tantárgyban bevezetett módszerek egységes leírásához.

Az alapszintű matematikai modellek és ezek szemantikája, a használt algoritmusok illetve protokollok egységes leírásához használt formalizmusok.

Gyakorlati alkalmazások: PVS/SAL leíró nyelve, Microsoft Spec# specifikációs nyelv.

- Temporális logika és modellellenőrzés

Célkitűzés: Követelmény-formalizálás és egy automatizált formális verifikációs technika megismertetése.

Lineáris temporális logika (LTL). Kielégíthetőség és érvényesség. Elágazó idejű temporális logika (CTL). Kimerítő szimuláció, Kripke struktúra, LTS, KTS. Szimbolikus (BDD) és SAT alapú módszerek, tableau módszer.

- Gyakorlati alkalmazások: Verilog leírás alapján hardver verifikáció.
- **Petri háló**
Célkitűzés: A matematikai modellezés paradigmájának megismertetése Petri hálókon keresztül. Struktúra, dinamikus viselkedés, állapotegyenlet, token játékok, tulajdonság modellek (elérhetőség, korlátosság, élő tulajdonság). Elérhetőségi gráf, invariánsok. Redukciós technikák. Lineáris algebra alkalmazása az analízisben. Predikátumok, diagnosztikai problémák modellezése. Színezett Petri háló. Valósídejű elosztott alkalmazások modellezése. Gyártásautomatizálás és ütemezés. Gyakorlati alkalmazások: Adatbázis kezelő konzisztencia vizsgálata, protokollanalízis.
- **Állapottérképek**
Célkitűzés: Bevezetés az informatikai rendszerek dinamikus viselkedésének modellezésébe. Állapottérképek szintaktikája és szemantikája. Tervezés állapotterkép alapján. Gyakorlati alkalmazások: Harel-féle állapotterképek és alkalmazásuk a hardver szintézisben, UML állapotterképek, szoftver forráskód generálás állapotterképek alapján.
- **Adatfolyam háló**
Célkitűzés: Bevezetés az üzleti folyamatok modellezésébe. Modellezés adatfolyam hálókkal, modellfinomítás, konzisztencia ellenőrzés. Az UML dinamikleíró eszközei (pl. aktivitás diagram). Adatfolyam háló alkalmazása üzleti folyamatok modellezésére és szolgáltatásbiztonságának ellenőrzésére. Gyakorlati alkalmazások: IBM Business Modeller, SCADE keretrendszer beágyazott rendszerek tervezéséhez.
- **Absztrakció**
Célkitűzés: Nagyméretű rendszermodellek kezelhető méretre való transzformálása. Tulajdonság megőrző absztrakciók. Predikátum absztrakció. Absztrakciós technikák modellellenőrző, Petri háló, adatfolyamháló környezetben. Gyakorlati alkalmazás: Protokollok absztrakcióval történő formális verifikációja, diagnosztika.

Információelmélet

([BMEVISZMA03](#), 2. vagy 0. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az információ továbbítása és tárolása során az információ tömörítésének és védelmének gazdaságos és biztonságos kódolási algoritmusával foglalkozik. Bemutatja az információforrások veszteségmentes adattömörítésének elvi határait és az optimális adattömörítési eljárásokat mind ismert, mind ismeretlen forráseloszlás esetén. Tárgyalja az alapvető veszteséges forráskódolási elveket. Bemutatja a csatornakódolás alapjait, továbbá a többszörös hozzáférésű csatornák fő típusait. Megalapozza a Karon folyó doktori kutatásokat mobil távközlés témában. A tantárgy a Kódolástechnika tantárgyra épít.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:

- (1) ismerjék a változó szóhosszúságú adattömörítés elvi határait és alapvető kódjait,
- (2) képesek legyenek gyakorlatban előforduló tömörítési feladatok megoldására úgy, hogy a megoldás mind a tömörítési arány, mind a kódoló, dekódoló számítási bonyolultsága szempontjából megfelelő legyen,
- (3) ismerjék a veszteséges forráskódolás leggyakrabban használt technikáit,
- (4) képesek legyenek egy zajos csatornán történő adatátviteli problémában megválasztani a számítási bonyolultság szempontjából megfelelő modulációs és hibajavító technikát,
- (5) ismerjék a mobil távközlésben használt többszörös hozzáférési kódosztásos technikákat.

Rövid tematika: Üzenet változó szóhosszúságú kódolása. Egyértelmű dekódolhatóság, prefix kód. Jensen-egyenlőtlenség. McMillan-egyenlőtlenség. Kraft-egyenlőtlenség. Entrópia és tulajdonságai. Shannon-Fano-kód. Huffman-kód. Lempel-Ziv algoritmusok. Forrásentrópia. Feltételes entrópia és tulajdonságai. Stacionárius forrás változó szóhosszúságú kódolása. Markov-forrás. Forráskódolás előírt hibavalószínűséggel. Információstabilitás. Forráskódolás betűnkénti hűségkritériummal. Kölcsonös információ és tulajdonságai. Egyenletes kvantáló négyzetes hibája. Egyenletes kvantáló entrópiája. Lloyd-Max-algoritmus. Kompanderes kvantálás. Vektorkvantálás. Mintavételezés. Lineáris szűrés. Prediktív kvantálás. Lineáris becslés. Transzformációs kódolás. Bayes-döntés. Maximum likelihood. döntés bináris szimmetrikus csatorna kimenetén. Optimális detektálás. Emlékezetnélküli csatorna. Csatornakapacitás.

Fano-egyenlőtlenség. Csatornakódolási tétel megfordítása. Csatornakódolási tétel. Többszörös hozzáférésű csatornák. OR csatorna. ADDER csatorna. Ütközéses csatorna. Lassú frekvenciaugratásos csatorna. CDMA.

Nyelvek és automaták

([BMEVISZMA04](#), 2. vagy 0. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: Egyszerű automaták az informatikában sok helyen előfordulnak. A tantárgy az alapvető automatatípusokat mutatja be és megvizsgálja, melyik típus mire alkalmas. Az automaták vizsgálata szorosan összefonódik a formális nyelvek vizsgálatával. A tantárgy egyik célja a klasszikus automaták és a formális nyelvek közötti kapcsolatok leírása. A hallgatók megismerik azokat az elméleti alapokat, amik például a fordítóprogramok készítése során használhatóak. A Turing-gépek kapcsán megvizsgáljuk egyes elméleti és gyakorlati problémák, nyelvek algoritmikus bonyolultságát, különös tekintettel a P és NP nyelvosztályokra.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható:

- (1) a gyakorlatban felmerülő problémák bonyolultságának felismerése,
- (2) képesség a megfelelő automatatípus konstruálására,
- (3) az algoritmikusan nehéz problémák felismerése.

Rövid tematika:

- Véges automaták és reguláris nyelvek:

Célkitűzés: ismerkedés a legegyszerűbb automatatípussal és a hozzá tartozó nyelvosztállyal.

Determinisztikus és nemdeterminisztikus véges automaták. Véges automaták determinizálása és minimalizálása. Reguláris nyelvtanok és reguláris kifejezések. Ezek ekvivalenciája a véges automatákkal. A reguláris nyelvek zártsági tulajdonságai, pumpálás mint a nem regularitás bizonyításának eszköze.

- Veremautomaták és környezetfüggetlen nyelvek:

Célkitűzés: A környezetfüggetlen nyelvek vizsgálata.

Veremautomaták definíciója. Környezetfüggetlen nyelvtanok és nyelvek, normál formák. A környezetfüggetlen nyelvtanok és a veremautomaták kapcsolata. A környezetfüggetlen nyelvek zártsági tulajdonságai, a pumpálás környezetfüggetlen változata. Determinisztikus és nem determinisztikus környezetfüggetlen nyelvek.

- Turing-gépek, eldönthetőségi kérdések:

Célkitűzés: A Turing-gépek alapvető tulajdonságainak megismerése.

Turing-gép definíciója. Eldönthetőség és felismerhetőség (rekurzív, ill. rekurzívan felsorolható nyelvek). Adott nyelvbe tartozás eldöntésének nehézsége: Turing-gépekre eldönthetetlen (univerzális nyelv), véges automatákra eldönthető (minimalizálás alkalmazása), környezetfüggetlen nyelvtanokra eldönthető (elemzők – CYK részletesen). Egyéb fontos nyelvek eldönthetősége/eldönthetlensége (véges automaták, veremautomaták, illetve Turing-gépek ekvivalenciája, megállási probléma, stb). Turing-gépek és a 0. Chomsky nyelvosztály, lineárisan korlátolt Turing-gépek és a környezetfüggő nyelvek kapcsolata.

- Az eldönthető nyelvek további osztályozása:

Célkitűzés: Az időigény és tárigény, illetve ezek kapcsolatának vizsgálata.

Idő- és tárkorlátos Turing-gépek, a kétféle korlát közötti összefüggések. TIME, SPACE nyelvosztályok és hierarchiájuk. A P, PSPACE, EXPTIME nyelvosztályok.

- Nemdeterminisztikus Turing-gépek és az NP-teljesség: Az NP osztály definíciója. Az NP-teljesség fogalma, jelentősége. Alapvető NP-teljes problémák vizsgálata.

- Kolmogorov-bonyolultság:

Célkitűzés: ismerkedés az információtartalom alapuló Kolmogorov-bonyolultsággal.

A szavak információtartalmának mérése a Kolmogorov-bonyolultsággal. Algoritmikus tömörítés és a Kolmogorov-bonyolultság. Ennek kapcsolata a véletlenszerűséggel. Az optimális tömörítés mértékének eldönthetlensége.

Szoftverarchitektúrák

([BMEVIAUMA06](#), 2. vagy 0. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, AUT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy áttekinti az alkalmazások, kutatások és fejlesztések élvonalába tartozó szoftverarchitektúrákat és tárgyalja ezen architektúrák szerepét, jelentőségét az információs rendszerek fejlesztésében. A tantárgy kitekintést nyújt a jövő elosztott és nagy megbízhatóságú rendszerarchitektúráira és technológiáira. A korábban megismert objektumorientált, komponensalapú és szolgáltatásalapú architektúrákat szintézis formájában foglaljuk össze. A tantárgy kihangsúlyozza a szisztematikus szoftver-újrafelhasználhatóságot és a szoftverarchitektúrák területén folyó kutatási tevékenységek tükrében elemzi a lazán csatolt rendszerek kialakításának problémakörét, valamint az architekturális minták jelentőségét. A tantárgy egyik célkitűzése a fentiekhez kapcsolódó ismeretek rendszerezése és átadása a hallgatóságnak.

A nagyvállalati (enterprise) rendszerek fejlesztési gyakorlatában a többretegű objektumorientált platformok (pl. Java, .NET) dominálnak. A gyakorlat bizonyítja, hogy ezek az eszközök és technológiák képesek hatékonyan támogatni alkalmazások fejlesztését, azonban a megfelelő architekturális ismeretek hiányában az implementáció során számos nehézség merül fel. A hibák és sikertelen fejlesztések törvényszerűen fakadnak abból, hogy a szoftverfejlesztők nem rendelkeznek kellően mély és széleskörű architekturális ismeretekkel. Ebben a tekintetben a tantárgy másik célkitűzése a hallgatók felkészítése nagyvállalati (enterprise) rendszerek professzionális fejlesztési feladatainak ellátására.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy

- (1) Szerezzenek mély ismereteket az ismert architektúrákat illetően
- (2) Ismerjék fel a tervezéshez választott rendszerarchitektúra hatását a teljes rendszerre
- (3) Ismerjék a leggyakrabban használt architektúramodelleket, továbbá tudják értelmezni a megvalósított rendszerek minőségi jellemzőit
- (4) Képesek legyenek a szoftverfejlesztés területén várható megoldások megismerésére és alkalmazására.
- (5) Képesek legyenek egy „enterprise” alkalmazást bontani rétegekre és a különböző rétegek tervezését és megvalósítását.
- (6) Adatkezelés „enterprise” rendszerekben
- (7) Ismerjék a web, vastag és mobil alkalmazások kezelési technikáit
- (8) Képesek legyenek elosztott objektumok interfészeinek tervezését
- (9) Ismerjék a különböző szakterületekhez tartozó rendszerek üzleti logikájának tervezését és megvalósítását
- (10) Tisztában legyenek az elosztott objektum alapú rendszerek elveivel.

Rövid tematika:

Bevezetés a szoftver architektúrák világába:

Célkitűzés: megismertetni a hallgatókkal a szoftver architektúrák tulajdonságait, jelentőségét és a megvalósított szoftverrendszerekre való hatását

Alapfogalmak. Tervezési és architekturális minták. Skálázhatóság, elosztottság, rendszerjellemzők.

Alapfeladatok a rendszerarchitektúrával kapcsolatban:

Célkitűzés: A tematikához kapcsolódó tárgyi ismeretek megszerzése

Rétegezés szerepe és a réteghatárok definiálása. Többretegű architektúrák. Szakterület logika (domain logic) kategorizálása. Webes megjelenítés. Relációs adatbázisok kezelése. Konkurenciakezelés. Elosztási stratégiák. Teljesítmény és egyéb jellemzők.

Szolgáltatás hozzáférési és konfigurációs minták:

Célkitűzés: Alapvető architekturális minták ismertetése és illusztrálása

Objektumorientált csomagolás (Wrapper Facade). Szolgáltatások konfigurálása (Component configurator). Szolgáltatás-keretrendszerek átlátszó bővítése (Interceptor). Több interfész egységes összefogása a hatékonyság érdekében (Extension Interface). Egyéb minták.

Eseménykezelési minták:

Célkitűzés: Architekturális minták ismertetése és illusztrálása

Szolgáltatáskérések szétosztása (Reactor). Aszinkron műveletek feldolgozása (Proactor). Aszinkron válaszok kezelése (Asynchronous Completion Token). Szolgáltatásinicializáció különválasztása (Acceptor-Connector). Egyéb minták.

Szinkronizációs minták:

Célkitűzés: Architektúrális minták ismertetése és illusztrálása

A hatókör felhasználása automatikus erőforrás-kezelésre (Scoped Locking). Parametrizált szinkronizálási mechanizmusok (Strategized Locking). Komponensen belüli szinkronizáció (Thread-Safe Interface). Megosztott erőforrások többszálú hozzáférése (Double-Checked Locking Optimization).

Konkurencia kezelési minták:

Célkitűzés: Architektúrális minták ismertetése és illusztrálása

Konkurens objektumok (Active Object). Száلبiztos passzív objektumok (Monitor Object). Aszinkron és szinkron szolgáltatásfeldolgozás szétválasztása (Half Sync-Half Async). Nagy teljesítőképességű többszálú szerverek (Leader/Followers). Egyéb minták.

Integrációs megoldások:

Célkitűzés: Integrációs megoldások ismertetése és illusztrálása

Rendszerintegrációs típusok. Üzenetalapú rendszerek. Rendszermenedzsment kérdések. Integrációs minták. Egyéb minták.

Esettanulmányok:

Célkitűzés: Esettanulmányok formájában kívánjuk illusztrálni a félév során tanult anyagot.

Tömegkiszolgálás

([BMEVISZMA05](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az informatikai és ezen belül főleg az infokommunikációs kiszolgálási és sorbanállási rendszerek modellezésével, analízisével és tervezésével foglalkozik. Bemutatja a szükséges alapokat a sztochasztikus folyamatok területéről (Markov láncok és Poisson folyamat). Tárgyalja a közös erőforrások hatékony hasznosítását segítő mérnöki módszereket és eszközöket. Elkülönítve elemzi a rendszer üzemben tartójának és a felhasználóknak a szolgáltatásminőségi szempontjait (a sorhosszt, a kihasználtságot illetve a késleltetést). Az adatátviteli protokollok és a véletlen hozzáférés területéről vett, konkrét esettanulmányokkal szemlélteti az alapvető módszereket. Megalapozza a Karon (HSN Lab) és az Ericssonban (Traffic Lab) folyó doktori kutatást a forgalomelmélet területén. A tantárgy a Valószínűségszámítás tantárgyra épít.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:

- (1) ismerjék a sztochasztikus analízis alapvető módszereit,
- (2) ismerjék a leggyakrabban használt szolgáltatásminőségi jellemzők meghatározásának a technikáit,
- (3) ismerjék a közös erőforrás-hasznosítás alapvető elveit,
- (4) képesek legyenek adatátviteli prokollok sztochasztikus analízisére,
- (5) ismerjék a mobil távközlésben használt véletlen hozzáférési algoritmusokat,
- (6) ismerjék a hagyományos sorbanállási modelleket és az ott használt módszereket.

Rövid tematika: Markov-lánc, átmenetvalószínűségek, homogenitás. Irreducibilitás, aperiodikusság. Véges állapotú Markov-láncok stabilitása. Visszatérőség. Végtelen állapotú Markov-láncok stabilitása. Gyengén stacionárius folyamat ergodicitása. Stabil Markov-lánc ergodicitása. Késleltetés várható értéke, Little-formula. Evolúciós egyenlet a sorhosszra, stabilitás. Sorhossz várható értéke. A statisztikus multiplexálás és az időosztás összehasonlítása. Prioritásos csomagkoncentrátor. Egyirányú busz. Evolúciós egyenlet a várakozási időre. Sorhossz stacionárius eloszlásának kiszámítása. Generátorfüggvény. Várakozási idő stacionárius eloszlásának kiszámítása. Késleltetésmentes csomagküldés zajos csatornán. Stop-and-Wait protokoll analízise. Go-Back-N protokoll analízise. TCP protokoll analízise. Pontfolyamat, Poisson-folyamat. Poisson-folyamat differenciálegyenletei. Poisson-folyamat generálása a szomszédos pontok távolságával. Véletlen elérés: faalgoritmus. Capetanakis-algoritmus. Gallager-algoritmus. Folytonos idejű Markov-folyamat (rátamátrix). Születési-halálozási folyamatok. Véges állapotú folytonos idejű Markov-láncok stabilitása. Veszteséges kiszolgálás. Erlang-eloszlás. M/M/1 sorhossza. M/M/1 késleltetése. M/G/1. G/M/1. G/G/1.

Adatbázisok elmélete

([BMEVITMMA13](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése:

(K1) Bemutatni, hogy az adatbáziskezelő-rendszerek hardver és szoftver komponenseit hogyan és miért érdemes többszörözni, hogyan épülnek fel az ilyen rendszerek, mire és milyen formában lehet ezeket használni.

(K3) Képesé tenni olyan relációs adatstruktúrák szintézisére, amelyek alkalmasak OLTP környezetben nagy hatékonyságú információs rendszerek funkcionalitásának megalapozására.

(K3) Képesé tenni olyan adatstruktúrák szintézisére, amelyek alkalmasak analitikus környezetben információs rendszerek funkcionalitásának megalapozására.

(K1) Áttekintést adni a „big data” korszak jellegzetes adatbázis-kezelési megoldásairól, elősegítve ezzel adott feladathoz legjobban illeszkedő technológia kiválasztását.

(K2) Megismertetni módszerekkel, amelyek alkalmasak arra, hogy egy adatbázis-alapú információs rendszer teljesítményét növelni lehessen.

(K1) Esettanulmányok, megvalósítási példák segítségével megmutatni, hogy a megismert technológiák hogyan jelennek meg a legkorszerűbb információfeldolgozó rendszerekben.

Rövid tematika:

Adatbázis architektúrák és a párhuzamos működés

Centralizált vs. kliens-szerver rendszerek, Párhuzamos rendszerek, IO párhuzamosítása, Inter- és intraquery párhuzamosítás, Particionálás lehetőségei, Relációs műveletek párhuzamos végrehajtása: párhuzamos keresési, rendezési, illesztési algoritmusok, Lekérdezés optimalizálás párhuzamos végrehajtás estén, SMP és MPP architektúrák, Párhuzamos működésű adatbáziskezelők tervezési kérdései, Megvalósítási példa: Oracle Exadata, Adatbáziskezelés a felhőben.

Elosztott adatbáziskezelés

Elosztott adatbázisok típusai, Hatékonysági megfontolások, Zárkezelési protokollok, Elosztott sorosíthatóság, Lavinamentesség biztosítása, Elosztott megegyezés: 2PC-3PC, Elosztott időbélyeges tranzakciókezelés, Csúcsok helyreállítása rendszerhibák után, Elosztott pattok kezelése.

Extrém nagy adatmennyiségek kezelése

A NoSQL forradalom, Google-Amazon technológiák, Skálázási kérdések, Skálázhatóság vs. erőforrások megosztása, Konzisztencia fogalmának kiterjesztése, Rendelkezésreállítás, Hibatűrés, CAP tétel, NoSQL adatbáziskezelők típusai: kulcs-érték táruk, oszlopcsaládok, gráfadatbázisok, dokumentumtárak, A fontosabb megvalósítások: MongoDB, Hadoop, Cassandra.

Adatstruktúrák tervezése ismert alkalmazásprofilhoz

a) Relációs struktúrák tervezése OLTP rendszerekhez

Adatbázis kényszerek szerepe, Sématervezés dekompozícióval, Funkcionális függések tulajdonságai, Helyesség és teljesség, Armstrong axiómái, Függéshalmaz tranzitív lezártja, Attribútumhalmaz tranzitív lezártja, Minimális függéshalmaz, Veszteségmentes sémafelbontás, Függőségőrző sémafelbontás, Sématervezés adott normálformába veszteségmentes és függőségőrző sémadekompozícióval.

b) Relációs struktúrák tervezése analitikus célokra

Analitikus rendszerek tervezésének sajátosságai, Dimenziós modellezés, Tények és dimenziók, Egyed-kapcsolat vs. dimenziós modellezés, Adattárház busz, Dimenziós modellek készítése, Lassan változó dimenziók esete, Fizikai adatmodell tervezése.

Memóriaalapú adatbáziskezelés

Diszk-rezidens és memória-rezidens (IMDB) adatbáziskezelés, motivációk/trendek-előnyök/hátrányok, Megvalósítási kihívások: optimalizált adatszerkezetek, perzisztencia biztosítása, naplózás, tranzakciókezelés, Speciális indexstruktúrák IMDB-kben: B*-fa, AVL-fa, T-fa hatékonysága, Lekérdezések végrehajtása és költsége, Megvalósítási példa: Oracle TimesTen

Analitikus célú információs rendszerek tervezése és megvalósítása

Stratégiai adatorientált döntéstámogató rendszerek alapelvei, Építőelemek, OLAP: Drill down, roll up, slice and dice; Analitikus rendszerek implementációs technológiái, Implementációs módszertanok, ETL folyamat, Adatminőség és adattisztítás szerepe, Valósídejűség értelmezései, Technológiai megoldások a valósídejűség megvalósítására, CTF (Capture-Transform-Flow).

Adatbáziskezelők teljesítménymérése és hangolása

A teljesítménymérés céljai és kihívásai, Benchmarkok felállításának szabályai, ill. szabadságfokai, Adatstruktúrák és adatok, TPC-C, TPC-E, TPC-H, A hangolás szintjei, eszközei, Bevált módszerek a teljesítmény javítására. Esettanulmány.

Szemantikus adatkezelés

A szemistrukturált adatok sajátosságai, hatékony kezelésük lehetőségei adatbázisokban, Szemantikus elemek tárolása XML adatformátumban, XML séma, Adatreprezentáció RDF formában, Az RDF lehetőségei és korlátai, RDF sémaleíró nyelvek, Ontológia fogalma, Kapcsolat a szemantikus webbel, Szemistrukturált adatok tárolása, szemistrukturált adatbázisok.

IV. Gazdasági és humán ismeretek

A mérnökinformatikus MSc képzésben a gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokkja két részből tevődik össze: egy kötelező tantárgyból (ez a 4/0/0/v/4 kiméretű Mérnöki menedzsment c. tantárgy) és a hallgatók által kötelezően választható tantárgylistá további 3 x 2/0/0/f/2 kiméretű tantárgyából. A kötelezően felveendő tantárgy kari tanszék (TMIT) gondozásában van, a választható tantárgyak a Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar (GTK) valamint a Villamosmérnöki és Informatikai Kar (VIK) által kerülnek felkínálásra.

Kötelezően felveendő gazdasági és humán ismeret tantárgy:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Mérnöki menedzsment	BMEVITMMB03

Mind a BSc, mind az MSc képzésben szerepelnek kötelezően választható tantárgyak a gazdasági és humán ismeretek témakörében. A két tantárgylistá (egyetlen tantárgy kivételével) különböző tantárgyakat tartalmaz, a hallgatók csak a saját képzési formájuknak megfelelő listából választhatnak. A mindkét listán szereplő Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai (BMEVITMAK50) c. tantárgy csak az egyik képzési szinten teljesíthető. A választható gazdasági és humán ismeretek tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tanszék	Tantárgykód
Befektetések	Pénzügyek	BMEGT35M004
Érvelés, tárgyalás, meggyőzés	Filozófia- és Tudománytörténeti	BMEGT41MS01
Információs társadalom joga	Üzleti Jog	BMEGT55M005
Minőségmenedzsment	Menedzsment és Vállalatgazdaságtan	BMEGT20M002
Projektmenedzsment	Menedzsment és Vállalatgazdaságtan	BMEGT20M400
Vállalati jog	Üzleti Jog	BMEGT55M002
Vezetői számvitel	Pénzügyek	BMEGT35M005
Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai	Távközlési és Médiainformatikai	BMEVITMAK50

A felsorolt tantárgyak tematikái a Kar és a GTK honlapján megtalálhatók.

Mérnöki menedzsment

([BMEVITMMB03](#), 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a villamosmérnök, mérnök- és gazdaságinformatikus, valamint egészségügyi mérnök szakok hallgatói számára technológia- és innovációmenedzsment módszerek, üzleti stratégiák, döntési modellek ismertetése, a jellemző mérnöki vezetői szerepek, feladatok, helyzetek és eszközök bemutatása, valamint a sajátos technológiák és piac szabályozási elveinek és modelljeinek tárgyalása, életszerű példák felsorakoztatása, mindezekkel a sikeres pályakezdés elősegítése.

Rövid tematika: Mérnöki menedzsment a tudásgazdaságban: A mérnöki menedzsment általában: helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és média technológia (ICT) sajátosságai, trendje, kihívásai és mérnöki menedzsmentje. A digitális ökoszisztéma kialakulása. A mérnöki tevékenység menedzsment elemei. A vezetői tevékenység jellegzetességei, összetevői, a sikeresség komponensei. Vezetési helyzetek és módszerek. Stratégiai menedzsment. A stratégiák felépítése és alkotóelemei. Üzleti stratégiatervezési módszerek. Versenystratégiák osztályai. Stratégiai példák: az Internet jövőképe, a

digitális üzleti stratégia. A stratégia megvalósítása: sikertényezők, az előrehaladás követése. Stratégiai irányítás és kontroll módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása, ügyfél- és rendszerszemléletű megközelítések, a játékelmélet alkalmazása. Erőforrások tervezése, allokálása. Multiprojekt-menedzsment. Szervezet menedzsment. Szervezetek vezetése, szervezet típusok. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése. Vezetés a gyakorlatban. Vezetési stílusok és kultúrák. Mikor, hol melyik vezetési stílus a hatásos? Tudásmenedzsment. Tudásfolyamatok. Szakmai kompetencia. Tudásmegosztás. Tudásalapú rendszerek. Tudásmenedzsment rendszer bevezetése egy piaci vállalatnál. A szellemi tulajdon fajtái, védelmének alapelvei. Szabad hozzáférésű szoftverek. A szellemi tulajdon hasznosítása. Szellemi közjavak.

ICT specifikus mérnöki menedzsment: Technológia menedzsment. Technológiai tervezés, előrejelzés, transzfer, bevezetés, beépítés és váltás. Technológiai jövőkép-készítés, hajtóerő elemzés, szcenáriók összevetése. Technológia-hajtott üzleti stratégiák. Vállalati ICT funkciók. Az ICT alkalmazása: új üzleti stratégiák, globális munkafolyamatok, hatékonyabb szervezeti struktúrák kialakítása. Innováció menedzsment. A kutatás-fejlesztés és innováció célkitűzései. Innovációs modellek és metrikák. Az innovációs folyamat, a kutatás-fejlesztés és a minőség menedzselése, a kockázatok kezelése. Innovációs lánc. A K+F+I menedzsment többszintű szervezete, összekapcsolódó cselekvései. Az innováció finanszírozása. Technológiai inkubátorok, innovációs centrumok, start-up cégek, technológiai konzorciumok. Termékmenedzsment. A termékfejlesztés célkitűzései és folyamata. Az ICT termékek és szolgáltatások piaci helyzete. A piac szereplői. A piaci versenykörnyezet. Piacszegmentálás. A termékek életfázisai, a termék-életciklus menedzselése. A termékek árazása, a fogyasztók érzékenysége. Marketing-kutatási, termékértékesítési és értékesítés-támogatási módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése. Folyamatok elemzése, tervezése, szabályozása, javítása, átalakítása. Folyamatok fejlesztésének módszerei. Informatika a vállalati értékteremtésben. Ügyfélkapcsolatok menedzselése. Működéstámogató rendszerek. Az ellátási lánc menedzselése. Üzletmenet folytonosság menedzselése. Egy szolgáltató cég informatikai rendszerének általános felépítése.

A szabályozási környezet: Az ágazati szabályozás. A szabályozás célja, elvei általában, valamint a hálózatos ágazatokban. Versenyszabályozás, fogyasztóvédelem. A szabályozás intézményei és eljárásai, ex-ante és ex-post szabályozás. Önszabályozás, egyezmények, szabványok. Az ICT szektor technológiai és piacsabályozásának modelljei. A verseny és a digitális konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hírközlő hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Szolgáltatók együttműködésének szabályai. Korlátos erőforrások gazdálkodásának szabályozása, frekvencia- és azonosító-gazdálkodás. Adatvédelem, információbiztonság és tartalom szabályozása.

V. Szakmai törzsanyag

A képzés hallgatóinak öt főspecializáció közül kell egyet elvégezniük. A főspecializációk mindegyike egy-egy szakmai területre fókuszálva ad át elméleti és gyakorlati ismereteket és alakít ki készségeket. A főspecializáció valamennyi tárgyából meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. Valamennyi főspecializációban a témakörre alkalmazva kerülnek tárgyalásra a képzésben kötelező olyan elméleti alapok, mint rendszermodellezés, formális módszerek, adatbázis-elmélet, valamint a témakör rendszertervezési, adatbázis-tervezési, adatbiztonsági, vizualizációs (grafikai és képi) és teljesítményelemzési aspektusai.

A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált hét mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyából meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók.

V.1 Alkalmazott informatika főspecializáció (AUT)

1. A specializáció megnevezése: Alkalmazott Informatika főspecializáció
(Applied Informatics)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: AUT

4. Oktató tanszék: AUT, IIT, MIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Charaf Hassan, egyetemi tanár (AUT)

6. A specializáció célkitűzése: A specializáció célja, hogy megismertesse a hallgatókat az élenjáró nemzetközi iskolák képviselte szoftvertechnikákkal, eszközökkel, architektúrákkal, tervezési módszerekkel és szabványos interfészekkel, melyek az információs rendszerek tervezéséhez, megvalósításához, integrációjához, dokumentálásához, teszteléséhez és karbantartásához szükségesek. A specializáció központi elemei a teljes szoftvertermékek kialakításához szükséges módszertani, adatkezelési, integrációs, üzleti logikát megvalósító technikák, valamint a felhasználói felületek kialakításának módszerei. A specializáció a szoftverrendszerek teljes spektrumát lefedi, a tárgyak keretében elsajátított ismeretek elmélyítését a különböző témakörökhöz kapcsolódó esettanulmányok és laborok segítik.

A főspecializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Szoftverfejlesztési módszerek és paradigmák	BMEVIAUMA00
Elosztott rendszerek és szakterületi modellezés	BMEVIAUMA01
Szolgáltatásorientált rendszerintegráció	BMEVIAUMA04
Üzleti intelligencia	BMEVIAUMA02
Szoftver- és rendszerellenőrzés	BMEVIMIMA01
Elosztott rendszerek laboratórium	BMEVIAUMA03
Üzleti intelligencia laboratórium	BMEVIAUMB00

Szoftverfejlesztési módszerek és paradigmák

([BMEVIAUMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék a szoftverfejlesztési módszertanokat, azok alkalmazási lehetőségeit és feltételeit, a tervezési és fejlesztés módszerek által igényelt és előnyben részesített gyakorlatokat és eszközöket. Cél, hogy a tárgy elvégzésével a hallgatók jártasak legyenek a szoftverrendszerekkel kapcsolatos gyakori architektúrális kérdések kezelésében és a követendő módszerek és megoldások területén is.

Rövid tematika: A tárgy a szoftverfejlesztési módszertanokat, a módszertanokat és fejlesztési folyamatokat támogató technikákat és gyakorlatokat, valamint a szoftverrendszerekkel kapcsolatos architektúrális elvárásokat és a megoldásokat tárgyalja. A tárgy központ eleme a következő gondolatsor: a megfelelő módszertan kiválasztása a megrendelői igények, az üzleti és technológiai környezet alapján történik, a módszertan elvárásokat és ajánlásokat fogalmaz meg a fejlesztési módszerrel szemben, ami pedig architektúrális követelményeket támaszthat.

A tárgy gyakorlati szempontból ismerteti a szoftverfejlesztési paradigmákat, röviden áttekinti a klasszikus megközelítéseket, kiemelt szerepet kapnak az agilis fejlesztési módszerek, az agilis értékek és a megvalósítást támogató gyakorlatok. A bemutatásra kerülő kulcselemek: a tervezés különböző szintjei, a tesztvezérelt fejlesztés, valamint a folyamatos integráció.

Tárgyalásra kerülnek a modellvezérelt, a tesztvezérelt és a szakterület (domain) vezérelt tervezési és fejlesztési elvek, valamint módszerek. A tárgy gyakorlati szempontokat szem előtt tartva ismerteti a különböző forráskódkezelési és elágaztatási stratégiákat, áttekinti a kódreview módszereket és kódmetrikai mutatókat, szemlélteti a forráskódot lefedő és a funkcionalitást ellenőrző tesztek készítésének gyakorlatát és szempontjait, bemutatja a projektmenedzsment eszközöket, a különböző fejlesztési környezetek tulajdonságait és kezelési módszereit, tárgyalja a deklaratív megoldások létjogosultságát és a kényszerek szerepét, valamint összefoglalja a dokumentálás különböző lépéseit.

Az architektúrális elvárások és megoldások területén tárgyalásra kerül a deklaratív (attribútumok, validáció, sorosítás) szerepe, a bővíthetőség létjogosultsága és lehetőségei, például az aspektusorientált módszerek, valamint a komponálhatóság és tesztelhetőség szempontjai és javasolt megoldásai.

A téma tárgyalása szimultán módon a gyakorlati, iparban is alkalmazható területekre koncentrálna és azok elméleti hátterét is mélységében mutatja be.

Elosztott rendszerek és szakterületi modellezés

([BMEVIAUMA01](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék a komponens alapú technológiákat, a middleware szolgáltatások kialakításának és használatának lépéseit, jártasak legyenek az elosztott rendszerek területén az asszinkronitás, megbízhatóság, biztonság, teljesítménymetriák, skálázhatóság, elosztott állapotkezelés valamint monitorozás területeken.

További cél, hogy a hallgatók ismerjék a szakterületi nyelvek bevezetésével kapcsolatos döntést támogató kérdéseket, a nyelvek kialakítása során vizsgálendő szempontokat, a követendő lépéseket, a szakterületi nyelvek bevezetéséhez kapcsolódó feladatokat, valamint a nyelvek karbantartásának kérdéseit. A tárgy elvégzésével a hallgatók átlátják és alkalmazni tudják a modellfeldolgozás eltérő lehetőségeit szoftvermodellek feldolgozására és különböző szoftvertermékek (forráskód, konfigurációs fájl, egyéb) generálására.

Rövid tematika: A tárgy azokat a rendszerfejlesztési és modellezési elveket, szabványokat és technológiákat tárgyalja, amelyek ismerete egy elosztott informatikai rendszer megtervezéséhez és megvalósításához szükséges.

A tananyag ismerteti az objektum-, szoftverkomponensek fejlesztési paradigmáit, a különböző szoftverfejlesztési környezetek összehasonlítását, különös tekintettel a natív és nem natív környezetek keverési lehetőségeire. A tárgy keretében bemutatásra kerülnek a komponens technológia alapelvei, az elosztottság különböző lehetőségei (RPC, RMI, GPB, WCF, egyéb). Tárgyalásra kerülnek a middleware szolgáltatások, a biztonság, a megbízhatóság és az asszinkronitás, az elosztott állapotkezelés, valamint a

tipikus elosztott architektúrák (pl. P2P). Ismertetésre kerülnek, az elosztott rendszerek teljesítménymetriái, finomhangolási és skálázási lehetőségei, monitorozása és nyomonkövetése. A tárgy másik részében a hallgatók megismerik a szakterületi modellezés és modellvezérelt fejlesztés alapelveit: napjaink modellezési módszereit és a modellalapú fejlesztés technikáit. A kérdéskör természeténél fogva tárgyalásra kerül a szakterületi modellezés, külön kitérve a szöveges és a vizuális szakterületei nyelvekre, a tárgy ismerteti a metamodellezést mint eszközt, tárgyalja a kényszerek szerepét, a konkrét szintaxis kialakításának módszereit, a modellek szemantikáját és szerepét, áttekinti a modellszimuláció célját és megvalósítási módjait, ismerteti a generatív modellezés és modellfeldolgozás lényegét és alkalmazási területeit, valamint alátámasztja a modellalapú megközelítések létjogosultságát az előnyei és következményei tárgyalásával.

Szolgáltatásorientált rendszerintegráció

([BMEVIIIIMA04](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatók elsajátítsák az alapjait azoknak az eljárásoknak, módszereknek, szabványoknak és felületeknek, amelyek arra szolgálnak, hogy különféle, eltérő funkciójú és technológiájú komponensek egységes, komplex informatikai rendszerre legyenek összekapcsolhatók. A hallgatók ismerni fogják azokat a nyílt szabványokat és különféle eljárásokat, melyek könnyen kezelhető informatikai rendszerek kialakítását teszik lehetővé, valamint átlátják az összetett, szolgáltatás alapú rendszerek tervezéséhez, fejlesztéséhez és üzemeltetéséhez kapcsolódó feladatokat.

Rövid tematika: A szolgáltatás szemléletű megoldások elterjedése folyamatos. Az internet lehetővé teszi, hogy ezen megoldások helyi illetve időbeni korlátozás nélkül folyamatosan hozzáférhetőek legyenek. Ez az infrastruktúra az üzleti és az állami szféra határterületén működő alapvető közszolgáltatásokkal (energia, távközlés, pénzügyek, stb.) kapcsolatos elektronikus ügyintézésre is lehetőséget kínál. Az egységes, integrált szolgáltatások több önálló szervezet heterogén platformon működő, szemantikailag sem feltétlenül egységes informatikai rendszerének összekapcsolását és együttműködését igénylik. A tárgy az erre irányuló fejlesztések feladatainak, folyamatainak megértéséhez, az abban való közreműködéshez szükséges informatikai és szervezési ismeretek átadását és készségek kialakítását tárgyalja. Tárgyalásra kerül a szolgáltatásorientált architektúra (SOA), a webszolgáltatások (SOAP, WSDL) és feladataik (WS-* szabványok), a REST szolgáltatások. A tárgy ismerteti az interfészek és szolgáltatások tervezési alapelveit, a Business Process Execution Language (BPEL) és a Business Process Modeling Notation (BPMN) nyelveket, valamint a az üzleti folyamatok tervezési alapelveit. Bemutatásra kerül az üzenetkezelés (JMS és MSMQ), az Enterprise Service Bus (ESB), az emberi feladatok integrálási kérdései, a SOA rendszerek tesztelése és minőségbiztosítása, valamint a SOA rendszerek projektmenedzsmentje.

Üzleti intelligencia

([BMEVIAUMA02](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatók olyan versenyképes tudásra tegyenek szert, melyre folyamatos igény van az ipar részéről: modern adattárház építése, üzleti intelligencia rendszer tervezése, adattovábbítás, riportok, jelentések készítése, grafikonok, dashboardok (vezérlőpultok) fejlesztése, adatvizualizáció, adatok földrajzi elemzése és megjelenítése, KPI-k feltárása és alkalmazása, illetve churn és családetektálás.

Rövid tematika: Napjainkban a modern informatikai megoldások alkalmazásakor olyan adatbázisok és adattárak jönnek létre melyek megfelelő felhasználása és értelmezése esetén számos döntés támogatható, megoldás és munkafolyamat javítható, illetve optimalizálható. Ilyen adatbázis lehet egy egyszerű mobil alkalmazás használati statisztikája, vagy akár nagyméretű ügyviteli- vagy telekommunikációs rendszer adattárházai. Az üzleti intelligencia rendszerek bevezetésének egyik fő célja, hogy a vállalatok javítsák a meglévő adataik elérhetőségét, valamint hogy azok könnyebben, gyorsabban és szélesebb körben hozzáférhetőek legyenek a lehető legoptimálisabb formában.

A tárgy gyakorlatorientáltan mutatja be az üzleti intelligencia rendszerek jellemzőit, a területen használt korszerű szoftverfejlesztési eszközökkel és alkalmazott fejlesztési módszerekkel. Először a szükséges

alapfogalmak kerülnek bevezetésre: adattárházak és adatpiacok szerepe, tipikus architektúrák, adatmodellezési kérdések. Majd az üzleti intelligencia rendszerek és adattárházak építésének főbb lépései (ETL folyamat, különböző adatforrások támogatása, például mobil eszközök) kerülnek bemutatásra, továbbá a kapcsolódó tématerületek, mint például adattisztítás, zajszűrés, normalizáció, diszkretizáció, illetve az egyre inkább előtérbe kerülő CEP (Complex Event Processing) rendszerek, valamint a hatékony meta adat kezelés, illetve adatbányászati eszközök és azok alkalmazása üzleti intelligencia rendszerekben. A tárgy részét képezik olyan modern irányok is, mint a NoSQL és big data megoldások.

A gyakorlatok keretében a hallgatók értékes tapasztalatokat szerezhetnek üzleti intelligencia rendszerek fejlesztésében.

Szoftver- és rendszerellenőrzés

([BMEVIMIMA01](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a teljes szoftver- és rendszerfejlesztési életciklus során alkalmazható különböző ellenőrzési technikákkal. Ilyen ellenőrzési technikákra manapság már nem csak a kritikus rendszerek esetén van szükség (ahol ezek alkalmazását legtöbbször szabvány írja elő), hanem minden alkalmazás esetén elvárás, hogy jó minőségű rendszert fejlesszünk.

Megszerezhető képességek. A tantárgy teljesítése után a hallgatók átlátják a teljes ellenőrzési folyamatot, és tudják, hogy az egyes fejlesztési fázisokban mely technikák alkalmazása javasolt. Ismerik a különböző statikus ellenőrzési technikákat, és képesek terveket és specifikációkat ellenőrizni, valamint statikus ellenőrző eszközöket használni forráskódok átvizsgálására. Megismerik a szoftvertesztelés szintjeit és módszereit, és képesek alkalmazni a specifikáció és struktúra alapú tesztervezési technikákat. Ismerik az extrafunkcionális jellemzők ellenőrzésére használható módszereket (pl. megbízhatóság modellezése és vizsgálata). Ismerik a futásidőbeli verifikáció alkalmazási lehetőségeit.

Rövid tematika: Kritikus rendszerek elvárásai. Ellenőrzési módszerek helye a fejlesztési folyamatban. Statikus ellenőrzési technikák, tervek ellenőrzése, forráskód ellenőrzése. Tesztelési szintek és módszerek, specifikáció és struktúra alapú tesztervezés, teszt automatizálás. Extrafunkcionális jellemzők ellenőrzése. Futásidőbeli verifikáció.

Elosztott rendszerek laboratórium

([BMEVIAUMA03](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja az *Elosztott rendszerek és modellezés* valamint a *Módszertani és architektúráis paradigmák* tárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.

Rövid tematika: Szoftverfejlesztési gyakorlatok és dokumentálás; Forráskódkezelés módszerei (forráskódkezelési és elágaztatási stratégiákat, kódreview módszerek és kódmetriai mutatók, forráskódot lefedő és a funkcionalitást ellenőrző tesztek); Agilis szoftverfejlesztés; Tesztvezérelt fejlesztés; Projektmenedzsmenti gyakorlatok; Objektum- és szoftverkomponensek fejlesztése; Elosztott architektúrák; Szakterületi modellezés; Modellvezérelt fejlesztés.

Üzleti intelligencia laboratórium

([BMEVIAUMBOO](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja az *Üzleti intelligencia és Szolgáltatásorientált rendszerintegráció* tárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.

Rövid tematika: Üzleti intelligencia rendszerek; BI szoftverfejlesztési eszközök és alkalmazott fejlesztési módszerek; Adattárházak, adatpiacok, adatmodellezés; Üzleti intelligencia rendszerek és adattárházak építése; Adattisztítás; Adatbányászati eszközök; NoSQL és big data; Szolgáltatásorientált rendszerintegráció; Üzleti folyamatok modellezése (BPEL, BPMN).

V.2 Internet architektúra és szolgáltatások főspecializáció (TMIT)

1. A specializáció megnevezése: Internet architektúra és szolgáltatások főspecializáció
(*Internet Architecture and Services*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: TMIT

4. Oktató tanszékek: TMIT, HIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Vidács Attila, egyetemi docens (TMIT)

6. A specializáció célkitűzése: A specializáció hallgatói az internet építőivé (Internet Architect) válhatnak: alkotó szerepet tudnak ellátni az informatikai rendszerek fejlesztésében, alkalmazásokat, szolgáltatásokat képesek létrehozni. Olyan informatikus mérnökök lesznek, akik értik az internet felépítését, működését és fejlődését. Tudásuk és átfogó szemléletük révén alkalmassá válnak vezetői feladatokra. Az Internet a Föld legkiterjedtebb műszaki alkotása, szinte valamennyi informatikai alkalmazásunk közös platformja. Az élet minden területére kiemelkedő hatással bíró, informatikai rendszer: adatközpontokat, felhő szolgáltatásokat, milliárdnyi emberi és gépi végpontot közvetítő és szervező hálózat. A mesterszakunk hallgatói a BSc tanulmányokon túllépve alkalmassá válnak komplex informatikai rendszerek kialakítására, azok működésének megértésére, akár erősen összetett szolgáltatások kialakításához szükséges fejlesztések megtervezésére, a kapcsolódó részmunkafolyamatok kialakítására, valamint az ezekhez kapcsolódó tevékenységek vezetésére. Végzettjeink képesek lesznek az internet világának folyamatait trendszerűen, összefüggéseiben átlátni, azok alapján innovatív új elképzeléseket is önállóan kidolgozni. Az internet architektúra, mint platform alapos ismeretében a mérnök hatékony, biztonságos, fenntartható szoftver alkalmazások tervezésére és megalkotására képes. Megismertetünk a hallgatókkal olyan könnyen megérthető és elsajátítható technikákat, gyakorlati célú modellezési eljárásokat, melyek gyakorlati értelmet adnak a korábban tanult elméleti ismereteknek, alapoknak. Kiemelten foglalkozunk az összetett (szoftver)rendszer/szolgáltatás-fejlesztéssel, beleértve annak tesztelhetőségét s a kívánt szolgáltatás-minőséget is. Ezen keresztül fejlődnek az összetett feladatok dekompozíciójához (részfeladatok kialakításához) és elvégzéséhez szükséges koordinációs és vezetői képességek. A specializációban átadott ismeretek érintik az internet műszaki, gazdasági, társadalmi vonatkozásait is.

A specializáció tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Az Internet ökoszisztémája és evolúciója	BMEVITMMA00
Agilis hálózati szolgáltatásfejlesztés	BMEVITMMA01
Felhő alapú hálózatok	BMEVITMMA02
Mérnöki modellalkotás - az elmélettől a gyakorlatig	BMEVITMMA03
Internet szolgáltatások és alkalmazások	BMEVITMMA04
Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1	BMEVIHIMA04
Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2	BMEVITMMB00

Az Internet ökoszisztémája és evolúciója

([BMEVITMMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja bemutatni az Internet mint "élő" rendszer legfontosabb tulajdonságait. A tárgy alapján a hallgató elsajátíthatja az Internet, mint folytonosan változó, összetett architektúra fejlődésének logikáját, megismerkedik annak megoldásaival, ahogyan a bonyolult, többrétegű infrastruktúrán a hálózati szolgáltatások, valamint a végponti alkalmazások (Skype, Twitter, Dropbox, stb.) kifejleszthetők és működtethetők. A műszaki/technológiai jellemzőkön túl, a tárgy érinti a fontosabb szabályozási, üzleti és politikai ill. azokkal kapcsolatos hazai vonatkozásokat is.

Rövid tematika: Szolgáltatások az internet világában, szolgáltatási koncepció(k). Az internet mint szolgáltatás- illetve alkalmazásfejlesztési platform; Elosztott (hálózati) alkalmazási modellek. Ember-hálózat interakció; Hálózati szolgáltatások. Szolgáltatás konvergencia. Nyílt hálózati hozzáférés (OSA). API koncepció, hordozható, technológia- és platformfüggetlen alkalmazások; Szolgáltatás orientált architektúra (SoA). Web szolgáltatások. Felhő alapú megoldások; Esettanulmányok; (PI. Ustream – internetes videó streaming; Skype – p2p kommunikációs rendszer, join.me – konferencia és online közösségi szolgáltatás, Dropbox – felhő alapú tárolás, szinkronizálás és megosztás; Cubby – IoT platform as a service; ...); Intelligens szoftver ágensek. Interoperábilis gép-gép interakciók a hálózaton keresztül. Személyre szabott, kontextus-tudatos, hely- és környezetfüggő szolgáltatások. Ambiens intelligencia; intelligens felhasználói interfészek. Nomadicitás, mobilitás szolgáltatási aspektusai; Tárgyak internete (IoT). Rétegzett IoT infrastruktúra. Gép-gép kommunikáció kontra IoT. IoT szolgáltatások (IoS – Internet of Services), interakció a fizikai világgal. IoT middleware. IoT adatok gyűjtése és kezelése; Alkalmazási terület: Intelligens város, intelligens közlekedés. Esettanulmányok.

Agilis hálózati szolgáltatásfejlesztés

([BMEVITMMA01](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: Hálózati infrastruktúrát használó alkalmazások, szolgáltatások fejlesztési lépéseit mutatja be a hallgatók számára: a specifikáció értelmezését, a szolgáltatás viselkedésének szisztematikus megtervezését, a szolgáltatás funkcionalitásának és teljesítőképességének ellenőrzését. A módszertan tetszőleges alkalmazás – mint például egy távközlő hálózati szolgáltatás, egy webportál, egy szolgáltatásorientált architektúra egy vagy több komponense – fejlesztése esetén alkalmazható. A tárgy a módszertanon felül áttekinti a tervezés, fejlesztés és tesztelés során felhasználható legfontosabb modellező nyelveket, eszközöket, metodológiákat és példák, esettanulmányokon keresztül bevezeti azok használatába a hallgatókat.

Rövid tematika: Bevezetés: agilis módszertan, extrém programozás (Extreme programming), agilis metódusok, szerepek, alapelvek, sprint; Követelményelemzés, user stories, backlog, becslési technikák, prioritizálás, szabványok; Tervezés – MDD (Model Driven Development); Vezérlési folyamat, vezérlési folyamat leírás módszerek. Távközlésspecifikus követelmények; Adatmodellezés, üzenetformátum tervezés; Adatspecifikációs és adatserializációs nyelvek; Agilis fejlesztői környezet kialakítása; Implementáció, konfiguráció; Tesztelési alapelvek, alapfogalmak. Fekete doboz tesztelés; Teszt nyelvek. Teszt automatizálás; Tesztelhetőségre tervezés. Dokumentálás

Felhő alapú hálózatok

([BMEVITMMA02](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal a felhő architektúrák hálózati alapjait. A tantárgy keretében bemutatjuk a felhő típusokat és szolgáltatási modelleket, a felhő alapú technológiákat és menedzselési módszereiket, elsősorban a hálózati megoldások szempontjából. Ezen belül hangsúlyos szerepet kapnak a távközlési igényeknek megfelelő, valós-idejű működést biztosító felhő alapú hálózatok követelményei, egyedi megoldásai, figyelembe véve a fő teljesítmény tényezőket. Ismertetjük a virtualizált környezetben történő hálózati infrastruktúra tervezésének módszereit és esettanulmányokon keresztül bemutatunk gyakorlati megvalósításokat.

Rövid tematika: Bevezetés a felhő alapú architektúrákba. A felhő architektúra háttere, kialakulása, általános jellemzői, komponensei, elkülönítése egyéb technológiáktól (pl. grid, klaszter, stb.). A felhő megoldások előnyei és kihívásai; Szolgáltatás modellek; Virtualizációs technológiák. Absztrakció, partícionálás, erőforrás felosztás, virtuális gépek, kiszolgálók. A hálózat szerepe a felhőben. Hálózat virtualizáció. Software Defined Networking. Network Function Virtualization. Data Plane Virtualization. Távközlési szolgáltatások felhővel szemben támasztott követelményei. Valós idejű működés, rendelkezésre állás, biztonságos kommunikáció, szolgáltatások izolációja, szűk keresztmetszetek, skálázhatóság. SLA menedzsment. Nyílt forráskódú rendszerek (OpenStack, CloudStack, OpenNebula). OpenStack hálózati komponens (Neutron). Dinamikus felhő hálózat építés, terhelés elosztás, VLAN, VPN. Hálózat menedzser funkciója, különböző típusai. Tervezési kérdések. Hálózati kapcsolatok optimalizálása, Floating IP, Traffic Flow. Esettanulmányok: hálózati megoldások adatközpontokban, számítási felhőkben, szolgáltatói hálózatokban.

Mérnöki modellalkotás – az elmélettől a gyakorlatig

([BMEVITMMA03](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatók megismerkednek az infokommunikációs hálózatok legfontosabb mérnöki kihívásaival, tervezési kérdéseivel kisebb hálózatoktól kezdve a maghálózaton keresztül az Internetig. A hallgatók áttekintést kapnak a hálózatok modellezésének legfőbb technikáiról, melyeket maguk is elsajátítanak a tárgy keretein belül. Az alkotott modelleken keresztül a hallgatók elmélyíthetik, gyakorlatban is kipróbálhatják a korábbi tanulmányaik során felhalmozott algoritmikus tudást az Internet forgalmi-, útvonal-, topológia-, és sávszélesség-tervezésén keresztül.

Rövid tematika:

IP forgalomtovábbítás és tömörített adatstruktúrák (IP címzési rendszer, IP forgalomtovábbítás, skálázhatósági problémák. Prefix fák tömörítése, információ-elméleti korlátok, tömörített adatstruktúrákon való keresés.)

Hatékony sávszélesség kihasználás kódolással (Hálózatok sávszélesség tervezése, multicast útvonalválasztás. Mérnöki modellek leíróerejének demonstrálása a hálózati kódolás példáján keresztül.)

Virtuális hálózatok tervezése (Fizikai hálózatok felett kialakított virtuális hálózatok gyakorlati megvalósításai - cloud computing, SDN, stb. Virtuális hálózatok hatékony erőforrás kiosztása, virtuális csomópontok és szakaszok leképezése a fizikai erőforrásokra.)

Forgalmi tervezés az Interneten (Az Internet forgalmi tervezésének alapjai. A telefonhálózatokban jól ismert egyszerű Erlang formulához hasonló összefüggés létezésének demonstrálása az Internet esetén.)

Hálózati erőforrások méretezése hálózat kalkulus segítségével (Klasszikus sorbanállás-elméleti rendszer: bejövő - aggregált forgalomból származó - csomagok, buffer, kiszolgáló egység. Hálózati kalkulus alkalmazása a korábbi bonyolult tömegkiszolgálási modellek egyszerűsítésére.)

Forgalomszabályozás az Interneten (TCP zárt hurkú szabályozásának folyadékmodellje, folytonos idejű visszacsatolt rendszerek, szabályozók. TCP és újabb verziók torlódásszabályozása, hálózat stabilitásának vizsgálata, illetve stabil működésének garantálása.

Internet szolgáltatások és alkalmazások

([BMEVITMMA04](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatók elméletben és gyakorlatban is megismerkednek az internet szolgáltatások és alkalmazások tervezésének és létrehozásának folyamatával. Áttekintjük az alkalmazás-specifikus, a tartalom-központú és az együttműködést biztosító szolgáltatások jellemzőit, az internet mint szolgáltatás- és alkalmazásfejlesztési platform kihívásait, szolgáltatási modelljeit. Mindezt összekapcsoljuk a szolgáltatások implementálásához szükséges technológiai alapokkal és a szolgáltatásminőség kérdéseivel. Különböző alkalmazási területekről vett esettanulmányokon keresztül bemutatjuk egy internet szolgáltatás megtervezésének és megvalósításának menetét, a sikertörténetek megismerésével bepillantást nyerve technológiai megoldásokon túl a sikerrel alkalmazott üzleti modellekbe is. Az internet architektúra jellemzőit ismerő mérnök hatékony hálózati szolgáltatásokat képes fejleszteni, az elvárt szolgáltatásminőséggel. A féléves házi feladatok keretében a hallgatók a

gyakorlatban is tapasztalatot szereznek a tervezési és megvalósítási ciklusról, képessé válnak új alkalmazások és szolgáltatások megalkotására.

Rövid tematika: Szolgáltatások az internet világában, szolgáltatási koncepció(k). Az internet mint szolgáltatás- illetve alkalmazásfejlesztési platform; Elosztott (hálózati) alkalmazási modellek. Ember-hálózat interakció; Hálózati szolgáltatások. Szolgáltatás konvergencia. Nyílt hálózati hozzáférés (OSA). API koncepció, hordozható, technológia- és platformfüggetlen alkalmazások; Szolgáltatás orientált architektúra (SoA). Web szolgáltatások. Felhő alapú megoldások; Esettanulmányok; (Pl. Ustream – internetes videó streaming; Skype – p2p kommunikációs rendszer, join.me – konferencia és online közösségi szolgáltatás, Dropbox – felhő alapú tárolás, szinkronizálás és megosztás; Cubby – IoT platform as a service; ...); Intelligens szoftver ágensek. Interoperábilis gép-gép interakciók a hálózaton keresztül. Személyre szabott, kontextus-tudatos, hely- és környezetfüggő szolgáltatások. Ambiens intelligencia; intelligens felhasználói interfészek. Nomadicitás, mobilitás szolgáltatási aspektusai; Tárgyak internete (IoT). Rétegzett IoT infrastruktúra. Gép-gép kommunikáció kontra IoT. IoT szolgáltatások (IoS – Internet of Services), interakció a fizikai világgal. IoT middleware. IoT adatok gyűjtése és kezelése; Alkalmazási terület: Intelligens város, intelligens közlekedés. Esettanulmányok.

Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1

([BMEVIHIMA04](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. A rokon szakterületekben való ismeretszerzés elősegítése érdekében a tantárgy közös a Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja és az Internet architektúra és szolgáltatások főspecializációkon. Ennek keretében a mobil- valamint az Internet alapú rendszerekkel és ezekben megvalósított infokommunikációs szolgáltatásokkal kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldásait vizsgálják a hallgatók.

Rövid tematika: A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

1. Az internet útvonal-választási módszerei a gyakorlatban
2. Software-Defined Networking (SDN)
3. Virtuális hálózatok
4. Peer-to-Peer rendszerek
5. Felhő (Cloud) megoldások
6. Valós Felhő rendszerek
7. MPLS vizsgálata
8. IP alapú fejlett csomagtovábbítási eljárások vizsgálata
9. Heterogén hálózatok szerkezetének demonstrálása
10. IPv6 alapú mobilitás-támogatási eljárások
11. Átviteli rétegbeli protokollok működése vezeték nélküli környezetben
12. 4G/5G hálózatok működésének vizsgálata

Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2

([BMEVITMMB00](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja egyrészt a specializáció elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel történő kiegészítése, másrészt a mérnöki gyakorlatban használt eszközök és módszerek készség szintű elsajátíttatása, felkészítve ezzel a hallgatókat az Önálló Laboratórium tantárgyban, valamint a mérnöki gyakorlatban végzendő alkotó tevékenységre. A tantárgy oktatása laboratóriumi foglalkozások keretében történik, mely a tématerületet bemutató programozott "mérések"-ből áll.

Rövid tematika: A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

1. Big Data rendszerek és technológiák hálózati vonatkozásai
2. Internet szolgáltatások fejlesztése és menedzsmentje
3. Hálózati szolgáltatások tesztelése
4. Content Centric Networking (CCN)
5. Egyutas és többutas transzport mechanizmusok
6. Érdekes matematikai módszer alkalmazása a gyakorlatban
7. Hálózati szolgáltatások rendelkezésre állása (DTR analízis)
8. Forgalmi mérések a gyakorlatban
9. Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban
10. SIP protokoll működésének vizsgálata
11. Szenzorhálózatok és fejlett alkalmazásaik
12. Bevezetés a kvantum kommunikációba

V.3 Kritikus rendszerek főspecializáció (MIT)

- 1. A specializáció megnevezése:** Kritikus rendszerek
(Critical Systems)
- 2. MSc szak:** mérnökinformatikus
- 3. Specializáció felelős tanszék:** MIT
- 4. Oktató tanszékek:** MIT, AUT, IIT
- 5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Majzik István, egyetemi docens (MIT)

6. A specializáció célkitűzése: Kritikus rendszerekben a rendszer hibás működése komoly üzleti vagy akár emberéletekben mérhető károkat okozhat. Biztonság-kritikus rendszerekkel találkozunk repülőgépek, autók, vasutak, gyárak, reaktorok, egészségügyi rendszerek esetén, de kiemelt jelentőségűek az üzletileg kritikus szolgáltatások számítógép infrastruktúrák, big data alkalmazások, virtualizációs és cloud platformok is. Napjainkban már e kritikus rendszerek 70-80%-át szoftveralkalmazások teszik ki. Kritikus rendszerek esetén a kiemelt minőség az elsődleges tervezési paraméter. Biztonsági szabványok által előírtan kell biztosítani a garantáltan hibamentes működést, az olcsó gyártást és a hosszútávú gazdaságos üzemeltetést. Egyetlen repülőgép sem szállhat fel, amíg a gyártó nem igazolja független bizottság előtt, hogy a 30 éves élettartam alatt nem fordulhat elő egyetlen veszélyt okozó meghibásodás sem. Egy új autó hardver architektúrájában minden megspórolt 50 cent több milliós gyártás esetén már igen komoly megtakarítás lehet, ezért kiemelt figyelmet kell fordítani a rendelkezésre álló erőforrások hatékony kihasználtságára is. A Kritikus rendszerek főspecializáció missziója, hogy olyan elit mérnökinformatikusokat képezzen ki, akik jártasak a kritikus rendszerek tervezésében, fejlesztésében, ellenőrzésében és üzemeltetésében, és bármilyen európai munkahelyen megállják a helyüket.

A specializáció tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Modell alapú rendszertervezés	BMEVIMIMA00
Multiplatform szoftverfejlesztés	BMEVIAUMA04
Szolgáltatásorientált rendszerintegráció	BMEVIIIMA04
Szoftver- és rendszerellenőrzés	BMEVIMIMA01
Kiberfizikai rendszerek	BMEVIMIMA02
Kritikus rendszerek integrációja laboratórium	BMEVIMIMA03
Kritikus architektúrák laboratórium	BMEVIMIMB00

Modell alapú rendszertervezés

([BMEVIMIMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: Napjainkra a modell alapú szoftver- és rendszertervezés az informatika számos területén (pl. autóiipar, repülőgépipar, üzleti folyamatok) tekinthető az egyik vezető fejlesztési módszertannak. A magasszintű, precíz, szabványos és szakterület-specifikus modellek megalkotásával és ellenőrzésével a tervezés korai fázisaiban kiszűrhető számos ellentmondás és tervezési hiba, melyek egy kódcentrikus fejlesztési folyamat esetében csak a tesztelés során deríthetők fel. Modellszimulációk segítségével előzetesen megbecsülhető a rendszer várható teljesítménye, megbízhatósága vagy rendelkezésre állása is. Automatikus kódgenerátorok és modelltranszformációk segítségével pedig automatizálhatóvá válik az implementáció számos kritikus lépése, mint a forráskód, a konfigurációs leírók vagy a dokumentáció elkészítése.

A hatékony modellalapú tervezéshez elengedhetetlenek a modern, egyedi tervező- és ellenőrzőeszközök is, ezért a tárgy bemutatja azok kifejlesztéséhez szükséges alaptermotechnológiákat, többek között a szakterület specifikus modellezési nyelvek, modell-lekérdezések és transzformációk, és kódgenerátorok

tervezési technológiáit. Betekintést ad továbbá a modell alapú tervezés fejlesztési módszertanának legfontosabb kérdéseibe is.

Megszerezhető képességek. A tantárgy célja, hogy egy szoftverfejlesztési házi feladat tervezésén és implementációján keresztül egyszerre mutassa be a modell alapú módszerek alapjait, az ipari környezetben használatos technológiákat és a kapcsolódó tervezési módszertanokat. Ennek keretében a hallgatók részletesen megismerik

- (1) a kritikus rendszerek tervezésének komplex feladataival és módszereivel (platform modellezés, hibátűrő tervezési minták, allokáció, ütemezés, optimalizáció, szolgáltatásbiztonsági paraméterek),
- (2) az ezt támogató szakterület-specifikus tervezőeszközök fejlesztési alapjaival (metamodellezés, grafikus és szöveges nyelvek, nézetek, nézőpontok),
- (3) az automatizálást támogató modell alapú módszereket és technológiákat (modell-lekérdezése, modelltranszformációk, kódgenerátorok) valamint,
- (4) a modell alapú fejlesztési folyamat során használt főbb elvekkel.

A tárgy elvégzésével a hallgatók olyan ismeretekre tesznek szert, amelyek segítségével képesek lesznek egy komplex informatikai rendszer projekt modell alapú tervezésére továbbá az egyes lépések hiányzó automatizált eszköztámogatásának a kifejlesztésére is.

Rövid tematika: Modellezési nyelvek tervezése és technológiái (Metamodellezés és tervezési szabályok). Modell alapú módszerek (automatikus modell-lekérdezések és transzformációk. kódgenerátorok, eszközintegráció, kollaboratív modellezés; modellkönyvtárak). Kritikus rendszertervezés (Funkcionális és platform modellezés. Architektúrális tervezési minták. Erőforrás particionálás. Redundancia és hibátűrés. Esemény és idővezérelt rendszerek. Tervezési tér felderítés; Konfigurációtervezés). Modell alapú fejlesztési folyamat (Modell menedzsment; költségbecslés. Agilis MDE).

Multiplatform szoftverfejlesztés

([BMEVIAUMA04](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a multiplatform szoftverfejlesztés módszereinek gyakorlatorientált bemutatása.

A hallgatók megismerkednek a modern C++ nyelv és a HTML5/JavaScript alapú technológiák felhasználásával a cross-platform alkalmazásfejlesztés során. Bemutatásra kerülnek a C++ 11 újdonságainak gyakorlati előnyei, a felhasználói felület megvalósításának módszerei és a különböző platformokkal való alacsony szintű együttműködés technikái. Mélységeiben tárgyalja a HTML5, a CSS3 és a modern JavaScript alkalmazásfejlesztést könnyítő újdonságait. Kiemelt hangsúlyt kapnak a napjainkban népszerű önálló mobilkliensek és a nagyméretű rendszerek fejlesztésének kérdései.

Rövid tematika: A multiplatform fejlesztés előnyei, hátrányai. Áttekintés: C, Java, .NET, Flash/Air, Mono Game. HTML alapú OS-ek. Lehetőségek: C++, HTML5/JS, egyéb technológiák. C++ ismétlés, Fejlesztőeszközök, fordítók, C++ 11, új nyelvi funkciók. Fejlesztési minták: RAII, Kivételkezelés, natív kivételek kezelése platform szinten, Crossplatform technikák, natív interfészek, implementálás platform szinten, preprocessor direktívák, template metaprogramozás. Natív réteg és a platform együttműködése, interoperabilitás: C++/CX, JNI, Objective-C. A Qt bevezetése, Qt object model, gyűjtemény osztályok, fa, élettartam, sharing, signal-slot koncepció, események. Qt koordináta rendszer, rajzolás, QML, hálózat elérés, többnyelvűség, erőforrások. A Tablet és mobil alkalmazások felhasználói felületének kialakítása HTML és CSS segítségével. Modernizer. Typescript/ECMA Script 6 alapú, objektum-orientált alkalmazásfejlesztés. Mobil UI, Single page application architektúra, kliensoldali keretrendszerek. Nagy alkalmazás fejlesztése: architektúrális minták, modulok, preprocessorok, minifikálás, teljesítményelemzés. Hibrid alkalmazások adattárolási kérdései: local storage, IndexedDB. Aszinkronitás, hálózat kezelés, real-time és két-irányú kommunikáció, SignalR/socket.io. Natív HTML/JS alkalmazások: PhoneGap, Titanium (benne: location, kamera, natív mobil funkciók elérése). Node.js.

Szolgáltatásorientált rendszerintegráció

([BMEVIIIIMA04](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatók elsajátítsák az alapjait azoknak az eljárásoknak, módszereknek, szabványoknak és felületeknek, amelyek arra szolgálnak, hogy különféle, eltérő funkciójú és technológiájú komponensek egységes, komplex informatikai rendszerre legyenek összekapcsolhatók. A hallgatók ismerni fogják azokat a nyílt szabványokat és különféle eljárásokat, melyek könnyen kezelhető informatikai rendszerek kialakítását teszik lehetővé, valamint átlátják az összetett, szolgáltatás alapú rendszerek tervezéséhez, fejlesztéséhez és üzemeltetéséhez kapcsolódó feladatokat.

Rövid tematika: A szolgáltatás szemléletű megoldások elterjedése folyamatos. Az internet lehetővé teszi, hogy ezen megoldások helyi illetve időbeni korlátozás nélkül folyamatosan hozzáférhetőek legyenek. Ez az infrastruktúra az üzleti és az állami szféra határterületén működő alapvető közszolgáltatásokkal (energia, távközlés, pénzügyek, stb.) kapcsolatos elektronikus ügyintézésre is lehetőséget kínál. Az egységes, integrált szolgáltatások több önálló szervezet heterogén platformon működő, szemantikailag sem feltétlenül egységes informatikai rendszerének összekapcsolását és együttműködését igénylik. A tárgy az erre irányuló fejlesztések feladatainak, folyamatainak megértéséhez, az abban való közreműködéshez szükséges informatikai és szervezési ismeretek átadását és készségek kialakítását tárgyalja. Tárgyalásra kerül a szolgáltatásorientált architektúra (SOA), a webszolgáltatások (SOAP, WSDL) és feladataik (WS-* szabványok), a REST szolgáltatások. A tárgy ismerteti az interfészek és szolgáltatások tervezési alapelveit, a Business Process Execution Language (BPEL) és a Business Process Modeling Notation (BPMN) nyelveket, valamint a az üzleti folyamatok tervezési alapelveit. Bemutatásra kerül az üzenetkezelés (JMS és MSMQ), az Enterprise Service Bus (ESB), az emberi feladatok integrálási kérdései, a SOA rendszerek tesztelése és minőségbiztosítása, valamint a SOA rendszerek projektmenedzsmentje.

Szoftver- és rendszerellenőrzés

([BMEVIMIMA01](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a teljes szoftver- és rendszerfejlesztési életciklus során alkalmazható különböző ellenőrzési technikákkal. Ilyen ellenőrzési technikákra manapság már nem csak a kritikus rendszerek esetén van szükség (ahol ezek alkalmazását legtöbbször szabvány írja elő), hanem minden alkalmazás esetén elvárás, hogy jó minőségű rendszert fejlesszünk.

Megszerezhető képességek. A tantárgy teljesítése után a hallgatók átlátják a teljes ellenőrzési folyamatot, és tudják, hogy az egyes fejlesztési fázisokban mely technikák alkalmazása javasolt. Ismerik a különböző statikus ellenőrzési technikákat, és képesek tervek és specifikációkat ellenőrizni, valamint statikus ellenőrző eszközöket használni forráskódok átvizsgálására. Megismerik a szoftvertesztelés szintjeit és módszereit, és képesek alkalmazni a specifikáció és struktúra alapú teszttervezési technikákat. Ismerik az extrafunkcionális jellemzők ellenőrzésére használható módszereket (pl. megbízhatóság modellezése és vizsgálata). Ismerik a futásidőbeli verifikáció alkalmazási lehetőségeit.

Rövid tematika: Kritikus rendszerek elvárásai. Ellenőrzési módszerek helye a fejlesztési folyamatban. Statikus ellenőrzési technikák, tervek ellenőrzése, forráskód ellenőrzése. Tesztelési szintek és módszerek, specifikáció és struktúra alapú teszttervezés, teszt automatizálás. Extrafunkcionális jellemzők ellenőrzése. Futásidőbeli verifikáció.

Kiberfizikai rendszerek

([BMEVIMIMA02](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a kiberfizikai rendszerek tervezésének kérdéseivel. Egy kiberfizikai rendszerben a fizikai világot megfigyelő szenzorok és egy nagyobb számítási kapacitással rendelkező háttérrendszer közösen nyújt komplex szolgáltatást. E rendszerek tervezése és fejlesztése során a mérnököknek meg kell oldania az alapvetően elosztott működésből, az összetett idő- és szolgáltatásbiztonságbeli követelményekből és az összetett

rendszerarchitektúrából adódó problémákat. A hallgatók megismerik az ehhez szükséges algoritmikus és módszertani megoldásokat a tantárgy keretében belül.

Rövid tematika: Platformok, virtualizáció klasszikus és real-time környezetben. Elosztott alapszolgáltatások. Szenzorhálózatok alapjai. Autonóm számítástechnika, monitoring és diagnosztika. Tervezési módszerek, dinamikus rendszerek modellezése. Szolgáltatásbiztonsági és self-* követelmények teljesítése. Konfigurációtervezés (minták, partícionálás, optimalizálás és szintézis).

Kritikus rendszerek integrációja laboratórium

([BMEVIMIMA03](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése a *Modellvezérelt rendszertervezés* valamint a *Szolgáltatásorientált rendszerintegráció* c. tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.

Rövid tematika: Munkafolyamatok megvalósítása Java nyelven. Megbízható üzenetküldés. Kommunikáció JMS technológia segítségével. OSGi szolgáltatások fejlesztése. Aktor modell. Komplexesemény-feldolgozás.

Kritikus architektúrák laboratórium

([BMEVIMIMB00](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése a *Szoftver- és rendszerellenőrzés* valamint a *Kiberfizikai rendszerek* c. tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.

Rövid tematika: Architektúra modellek készítése. Terhelésselosztó fűrtök. Teljesítményelemzés. Nagy rendelkezésre állású feladat-átvételi fűrtök. Modellezés alkalmazása a megbízhatósági vizsgálatok során. Vizuális adatelemzés.

V.4 Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja főspecializáció (HIT)

1. A specializáció megnevezése: Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja
(*Integration of Mobile Networks and Services*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: HIT

4. Oktató tanszékek: HIT, AUT, TMIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Bokor László, egyetemi docens (HIT)

6. A specializáció célkitűzése: A specializáció célja olyan mérnökinformatikusok képzése akik értik a mobil és vezeték nélküli hozzáférést is biztosító hálózatok kihívásait, problémáit, ismerik az ezen hálózatok megvalósításában alkalmazott korszerű technológiákat és hálózati megoldásokat. Alkalmazni képesek a hálózati szolgáltatások és alkalmazások tervezési és üzemeltetési módszereit, beleértve az ehhez kapcsolódó szoftvertechnológiákat és szoftverfejlesztési eszközöket, és mindezen tudás komplex felhasználásával képesek integrált hálózati szolgáltatások és alkalmazások tervezésére és fejlesztésére.

A specializáció tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Hálózati technológiák integrációja	BMEVIHIMA00
Hálózati rendszerek és szolgáltatások fejlesztése	BMEVIHIMA01
Multiplatform szoftverfejlesztés	BMEVIAUMA04
Mobil szolgáltatások tervezése és integrációja	BMEVIHIMA02
Integrált vezeték nélküli alkalmazások	BMEVIHIMA03
Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1	BMEVIHIMA04
Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2	BMEVITMMB00

Hálózati technológiák integrációja

([BMEVIHIMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse a mobil távközlés leglényegesebb technológiáival és azok megvalósításának (integrálásának) lehetőségeivel és felvetődő problémáival. A mobil technológiákat csak funkcionális egységek, illetve hivatkozható funkciók szintjén tárgyalja, nem megy az egyes funkciók, részleteibe.

Az integrálásról szóló rész célja, hogy bemutassa, hogyan valósulhat meg a mobil-hozzáférésű hálózat felhordó, illetve gerinc szegmense, hogyan támogatják ezt a vezetékes technológiák. Az integrálással kapcsolatosan a következő felmerülő problémákat is hangsúlyosan tárgyaljuk: átviteli követelmények modellezése, számszerűsítése, a követelményeknek megfelelő megoldások tervezése az alkalmazható technológiákhoz illeszkedve.

Rövid tematika: Technológiák áttekintése, funkciók és képességek szintjén. Mobil hálózat felépítése, funkcionális elemei, protokolljai, fejlődése. Mobilitás-menedzsment, handover lehetőségek, megoldások, mobil IP, IPv6. Rádiós interfész képességei és követelményei 2G, 3G, 4G, 5G rendszerekben. Nem közcélú, kis kiterjedésű, szélessávú vezeték nélküli hálózati technológiák eszközei, protokolljai (WiFi, WiMax, Bluetooth, UWB, ZigBee, AdHoc, SDN, egyéb). Vezetékes hálózatok, optikai, WDM, OTN, SDH. Aggregációs és gerinchálózati technológiák, Ethernet, MPLS, IP. Vezérlési és jelzés funkciók követelményei, igényei. Szoftvervezérelt (SDN) hálózatok. Integrált hálózati kép kialakítása. Technológiai rétegek egymásra épülése és egymás mellett élése. Mobil backhaul és gerinc hálózat követelményei, megoldásai. A backhaul és core összeköttetések átvitele vezetékes alapú transzport hálózatokon. Transzport hálózattal szembeni követelmények és tipikus megoldások. Mobil-specifikus részletek. SDH, IP, kiváltás, új technológiák bevezetése. Többszolgáltatós környezet vizsgálata: összekapcsolás és erőforrások megosztása. Integrálás bemutatása valószerű hálózaton: megoldások, felhasznált berendezések, hálózati funkciók megvalósítása. Menedzsment és nyilvántartás. Követelmények értelmezése, KPI mennyiségek, QoS, és ezek modellezése. Minőség biztosításának megoldásai a

transzport hálózati technológiákban (xPON, CWDM, DWDM, CET, MPLS, IP/MPLS). Mobil specifikus problémák. A követelmények viszonya a mérhető jellemzőkhöz. A menedzsment rendszer, mint integrált alkalmazás. Nyilvántartó rendszerek építése, ellátása, felhasználása. Hálózatok modellezése. Megbízhatóság (robosztusság) modellezése és növelése. Alapvető forgalommodellezési módszerek, jellemzők modellezése, felhasználása tervezési, méretezési feladatokban. Forgalmi osztályok, kiszolgálási elvek, tároló management.

Hálózati rendszerek és szolgáltatások fejlesztése

([BMEVIHIMA01](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy keretében a hallgatók megismerkednek (i) a nagy kiterjedésű szolgáltatói hálózatokban működő berendezések és szoftverek tervezésének és fejlesztésének problémáival, módszereivel és eszközeivel, továbbá. (ii) ezen nagy megbízhatóságú berendezések és szoftverek tervezésének és megvalósításának gyakorlati kérdéseivel és általánosan alkalmazható módszereivel.

Rövid tematika: Nagy megbízhatósággal rendelkező (carrier-grade) távközlési rendszerek felépítése, általános célú hardver platformok (ATCA) és szoftver elemei, Embedded rendszerek hardver és szoftver kérdései, építő- és funkcionális elemei (processzorok, multimédia gyorsító, ARM9-alapú mobil alkalmazási processzor, Intel PXA család, flash memória, TPM). A nagy volumenű infokommunikációs projektek kialakításának és végigvitelének általános és speciális szempontjai, módszerei, a projektvezetés folyamata, a projekt- és multiprojekt-menedzsment alapelvei és eszközrendszere. A távközlési berendezések és szoftverek tervezésének és fejlesztésének problémái, módszerei és eszközei: követelmény elemzés, tervezés, tesztelés; szoftver tesztelés és fejlesztési folyamat minősítés, eszközök; túlterhelés szabályozás (overload control). Hálózati alkalmazás szoftverek tipikus middleware platformjai: Webservice (SOAP/WSDL/UDDI), CORBA, RMI és ezek minőségi kérdései. Hálózati alkalmazás szerver platformok: Parlay NGOSS (Next Generation Operation Support System) és eTOM (enhanced. Telecom operations Map) megvalósítása. A működéstámogatási rendszerek komponenseinek integrálása távközlési rendszerekben (GGSN, IMS). A távközlési berendezésgyártók által gyakorlatban alkalmazott tesztelési módszerek és megoldások bemutatása egy nemzetközi távközlési gyártó által alkalmazott módszerek ismertetésén keresztül.

Multiplatform szoftverfejlesztés

([BMEVIAUMA04](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a multiplatform szoftverfejlesztés módszereinek gyakorlatorientált bemutatása. A hallgatók megismerkednek a modern C++ nyelv és a HTML5/JavaScript alapú technológiák felhasználásával a cross-platform alkalmazásfejlesztés során. Bemutatásra kerülnek a C++ 11 újdonságainak gyakorlati előnyei, a felhasználói felület megvalósításának módszerei és a különböző platformokkal való alacsony szintű együttműködés technikái. Mélységeiben tárgyalja a HTML5, a CSS3 és a modern JavaScript alkalmazásfejlesztést könnyítő újdonságait. Kiemelt hangsúlyt kapnak a napjainkban népszerű önálló mobilkliensek és a nagyméretű rendszerek fejlesztésének kérdései.

Rövid tematika: A multiplatform fejlesztés előnyei, hátrányai. Áttekintés: C, Java, .NET, Flash/Air, Mono Game. HTML alapú OS-ek. Lehetőségek: C++, HTML5/JS, egyéb technológiák. C++ ismétlés, Fejlesztőeszközök, fordítók, C++ 11, új nyelvi funkciók. Fejlesztési minták: RAII, Kivételkezelés, natív kivételek kezelése platform szinten, Crossplatform technikák, natív interfészek, implementálás platform szinten, preprocessor direktívák, template metaprogramozás. Natív réteg és a platform együttműködése, interoperabilitás: C++/CX, JNI, Objective-C. A Qt bevezetése, Qt object model, gyűjtemény osztályok, fa, élettartam, sharing, signal-slot koncepció, események. Qt koordináta rendszer, rajzolás, QML, hálózat elérés, többnyelvűség, erőforrások. A Tablet és mobil alkalmazások felhasználói felületének kialakítása HTML és CSS segítségével. Modernizer. Typescript/ECMA Script 6 alapú, objektum-orientált alkalmazásfejlesztés. Mobil UI, Single page application architektúra, kliensoldali keretrendszerek. Nagy alkalmazás fejlesztése: architekturális minták, modulok, preprocessorok, minifikálás, teljesítményelemzés. Hibrid alkalmazások adattárolási kérdései: local storage, IndexedDB. Aszinkronitás,

hálózat kezelés, real-time és két-irányú kommunikáció, SignalR/socket.io. Natív HTML/JS alkalmazások: PhoneGap, Titanium (benne: location, kamera, natív mobil funkciók elérése). Node.js.

Mobil szolgáltatások tervezése és integrációja

([BMEVIHIMA02](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a hallgatókat megismertetni az integrálódó vezetékes, vezeték nélküli és mobil hálózati környezetben történő szolgáltatásnyújtás alapvető problémáival, különös tekintettel az alkalmazható szállítási és vezérlési protokollokra, a szolgáltatási architektúrákra, valamint a számlázás és a szabályozás speciális kérdéseire, valamint a tipikus és meghatározó alkalmazások felépítésével és működésével. A tárgy áttekinti a mobil hálózat és az IMS által a felhasználók számára nyújtott szolgáltatások integrációs kérdéseit a szerverektől egészen a mobil terminálokig.

Rövid tematika: Bevezetés: NGN architektúra, háromrétegű hálózati modell, a szolgáltatók lehetséges szerepei. Szolgáltatási architektúrák, az IMS: IP Multimedia Subsystem felépítése. Fix és mobil szolgáltatások közötti együttműködés és integráció lehetőségei. Elterjedt kapcsolatvezérlési protokollok, H.323 és SIP szabványok. Vezetéknélküli hálózati szabványok átviteli és kapcsolatminőségi jellemzői, a hálózatok csoportosítása; IP alapú minőségbiztosítási technikák; a vezetéknélküli hálózatok minőségbiztosítási megoldásainak bemutatása, elemzése; UMTS hordozószolgáltatások. Médiaátvitelre alkalmazott protokollok (TCP, DCCP, STCP, UDP) Multihoming és multistreaming. Hitelesítés, engedélyezés, számlázás (AAA), a csomagkapcsolt rendszerek számlázási kérdéseinek és műszaki problémái és megoldásai, az IMS számlázási alrendszerének felépítése és működése. A privát szféra védelmének lehetőségei. Helymeghatározási technikák cellás mobil hálózatokban, kültéri és beltéri pozicionálás.

Integrált vezeték nélküli alkalmazások

([BMEVIHIMA03](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célkitűzése, hogy esettanulmányokon keresztül végigvezesse a hallgatókat a mobil/vezeték nélküli szolgáltatásokhoz szükséges rendszerek integrációján. Az integráció horizontálisan (különböző rendszerek között) és vertikálisan (különböző protokoll rétegek között) értendő. Bemutatásra kerülő rendszerek a teljesség igénye nélkül: otthon automatizálás/smart metering, mobil fizetés, forgalomfüggő navigáció, igénybevétel alapú tömegközlekedés, e-útdíj, stb.

Rövid tematika: Bevezetés, mobil hálózati alapismeretek a tantárgyhoz szükséges mértékben. Kliens-szerver kommunikáció mobil hálózatokban, mobil alkalmazások körében legelterjedtebb kliens-szerver kommunikációs megoldások. Otthonautomatizálás, távfelügyeleti, gépjárműfelügyeleti megoldások: ellátható vezérlési, szabályozási feladatok, a rendszeren belüli vezetékes és vezeték nélküli kommunikációs módok (CAN, WLAN, ZigBee stb.), a rendszer távvezérléséhez használt kommunikációs módok. Car2car, incar (entertainment+diagnostics) kommunikáció. Forgalomfüggő navigáció: TMC vevővel kiegészített GPS-es rendszerek, Internetes forgalmi információkon alapuló navigációs megoldások, közösségi navigációs rendszerek. E-útdíj (HuGo, EuGo, stb.) rendszerek: e-útdíj rendszerek bemutatása, a megoldások összehasonlítása, a fedélzeti egységek működésének bemutatása. Online pénztárgépek. Raktári alkalmazások. Smart metering, távleolvasás. Mobil fizetési módok. Igénybevétel alapú tömegközlekedés. Kitekintés a jövőbe.

Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1

([BMEVIHIMA04](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. A rokon szakterületekben való ismeretszerzés elősegítése érdekében a tantárgy közös a Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja és az Internet architektúra és szolgáltatások főspecializációkon. Ennek keretében a mobil- valamint az Internet alapú

rendszerekkel és ezekben megvalósított infokommunikációs szolgáltatásokkal kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldásait vizsgálják a hallgatók.

Rövid tematika: A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

13. Az internet útvonal-választási módszerei a gyakorlatban
14. Software-Defined Networking (SDN)
15. Virtuális hálózatok
16. Peer-to-Peer rendszerek
17. Felhő (Cloud) megoldások
18. Valós Felhő rendszerek
19. MPLS vizsgálata
20. IP alapú fejlett csomagtovábbítási eljárások vizsgálata
21. Heterogén hálózatok szerkezetének demonstrálása
22. IPv6 alapú mobilitás-támogatási eljárások
23. Átviteli rétegbeli protokollok működése vezeték nélküli környezetben
24. 4G/5G hálózatok működésének vizsgálata

Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2

([BMEVITMMB00](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja egyrészt a specializáció elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel történő kiegészítése, másrészt a mérnöki gyakorlatban használt eszközök és módszerek készség szintű elsajátíttatása, felkészítve ezzel a hallgatókat az Önálló Laboratórium tantárgyban, valamint a mérnöki gyakorlatban végzendő alkotó tevékenységre. A tantárgy oktatása laboratóriumi foglalkozások keretében történik, mely a tématerületet bemutató programozott "mérések"-ből áll.

Rövid tematika: A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

13. Big Data rendszerek és technológiák hálózati vonatkozásai
14. Internet szolgáltatások fejlesztése és menedzsmentje
15. Hálózati szolgáltatások tesztelése
16. Content Centric Networking (CCN)
17. Egyutas és többutas transzport mechanizmusok
18. Érdekes matematikai módszer alkalmazása a gyakorlatban
19. Hálózati szolgáltatások rendelkezésre állása (DTR analízis)
20. Forgalmi mérések a gyakorlatban
21. Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban
22. SIP protokoll működésének vizsgálata
23. Szenzorhálózatok és fejlett alkalmazásai
24. Bevezetés a kvantum kommunikációba

V.5 Vizuális informatika főspecializáció (IIT)

1. A specializáció megnevezése: Vizuális informatika főspecializáció
(Visual Informatics)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: IIT

4. Oktató tanszékek: IIT, AUT, MIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Szirmay-Kalos László, egyetemi tanár (IIT)

6. A specializáció célkitűzése: A specializáció célja a hallgatók felkészítése grafikus információkat feldolgozó és előállító, interaktív szoftverek fejlesztésére, az ehhez szükséges elméleti alapok és programozási ismeretek átadása. A megcélzott alkalmazási területek magukban foglalják a mérnöki tervezőrendszereket, a digitális alakzatrekonstrukciót, orvosi diagnosztikai programokat, web-es és mobil alkalmazásokat, számítógépes játékokat, valamint szimulációs eszközöket is.

A specializáció tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Vizualizáció és képszintézis	BMEVIIIIMA00
3D számítógépes geometria és alakzatrekonstrukció	BMEVIIIIMA01
Multiplatform szoftverfejlesztés	BMEVIAUMA04
Orvosi képdiagnosztika	BMEVIMIMA04
Kiterjesztett valóság és gépi látás mobil eszközökön	BMEVIIIIMA02
Játékfejlesztés laboratórium	BMEVIIIIMA03
GPU programozás és párhuzamos rendszerek laboratórium	BMEVIIIIMB00

Vizualizáció és képszintézis

([BMEVIIIIMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy a 3D virtuális világok valószerű és produkciós, fizikai alapú és illusztratív képszintézisének eljárásait tárgyalja, a film, játék, orvosi és mérnöki rendszerek és kiterjesztett valóságrendszerek követelményei szerint. A 3D geometria megjelenítésén túl áttekinti az absztrakt adatok vizualizációjának módszereit.

Rövid tematika: A fény jellemzői, fluxus, sugársűrűség, spektrum. Árnyalási egyenlet felületekre és fényelnyelő anyagokban. Fresnel összefüggések, BRDF, hatáskeresztmetszet. Fotorealistikus képszintézis, alkalmazás játékokban és produkciós rendszerekben. Tone mapping. Monte Carlo módszer, mintavételezés. Fényűtkövetés. Foton-térképes módszer. Metropolis módszer. Illusztratív képszintézis, rajzolás és festés szimulációja. Térfogati modellek. Skalármezők leírása, fizikai analógiák, transzfer függvény. Térfogatvizualizációs eljárások. Inverz problémák. Tomográfias rekonstrukció. Vizualizációs eljárások implementálása CPU-n és GPU-n. Utófeldolgozás, speciális effektusok. Képszintézis keretrendszerek (LuxRender, RenderMan).

3D számítógépes geometria és alakzatrekonstrukció

([BMEVIIIIMA01](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy háromdimenziós pontfelhők, poligonhálók, görbék és felületek, valamint szilárd testek számítógépes reprezentációjával, legfontosabb algoritmusaival és ezek alkalmazásával foglalkozik. Az elméleti alapok mellett, a tudásanyag jól hasznosítható 3D-s számítógépes szoftver rendszerek fejlesztése és integrálása során, az alábbi területeken: számítógéppel segített tervezés, műszaki informatika, digitális alakzat rekonstrukció, virtuális valóság létrehozása.

Rövid tematika: Differenciálgeometriai alapismeretek; háromszöghálók létrehozása, egyszerűsítése és simítása; szabadformájú görbék és felületek reprezentációja; a digitális alakzatrekonstrukció folyamata;

3D méréstechnika, szegmentálás, felületek metszése, interpoláció és approximáció, alkatrészek tökéletesítése, a 3D-s nyomtatás alapjai. Lehetőség nyílik egyszerű problémák megoldására és 3D-s modellezési gyakorlatok végrehajtására nyitott forrású rendszerek használatával: Paraview, OpenFlipper, Blender. Bemutatunk néhány ipari CAD rendszert: Sketches, SolidWorks, Geomagic Studio.

Multiplatform szoftverfejlesztés

([BMEVIAUMA04](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a multiplatform szoftverfejlesztés módszereinek gyakorlatorientált bemutatása.

A hallgatók megismerkednek a modern C++ nyelv és a HTML5/JavaScript alapú technológiák felhasználásával a cross-platform alkalmazásfejlesztés során. Bemutatásra kerülnek a C++ 11 újdonságainak gyakorlati előnyei, a felhasználói felület megvalósításának módszerei és a különböző platformokkal való alacsony szintű együttműködés technikái. Mélységeiben tárgyalja a HTML5, a CSS3 és a modern JavaScript alkalmazásfejlesztést könnyítő újdonságait. Kiemelt hangsúlyt kapnak a napjainkban népszerű önálló mobilkliensek és a nagyméretű rendszerek fejlesztésének kérdései.

Rövid tematika: A multiplatform fejlesztés előnyei, hátrányai. Áttekintés: C, Java, .NET, Flash/Air, Mono Game. HTML alapú OS-ek. Lehetőségek: C++, HTML5/JS, egyéb technológiák. C++ ismétlés, Fejlesztőeszközök, fordítók, C++ 11, új nyelvi funkciók. Fejlesztési minták: RAII, Kivételkezelés, natív kivételek kezelése platform szinten, Crossplatform technikák, natív interfészek, implementálás platform szinten, preprocessor direktívák, template metaprogramozás. Natív réteg és a platform együttműködése, interoperabilitás: C++/CX, JNI, Objective-C. A Qt bevezetése, Qt object model, gyűjtemény osztályok, fa, élettartam, sharing, signal-slot koncepció, események. Qt koordináta rendszer, rajzolás, QML, hálózat elérés, többnyelvűség, erőforrások. A Tablet és mobil alkalmazások felhasználói felületének kialakítása HTML és CSS segítségével. Modernizer. Typescript/ECMA Script 6 alapú, objektum-orientált alkalmazásfejlesztés. Mobil UI, Single page application architektúra, kliensoldali keretrendszerek. Nagy alkalmazás fejlesztése: architekturális minták, modulok, preprocessorok, minifikálás, teljesítményelemzés. Hibrid alkalmazások adattárolási kérdései: local storage, IndexedDB. Aszinkronitás, hálózat kezelés, real-time és két-irányú kommunikáció, SignalR/socket.io. Natív HTML/JS alkalmazások: PhoneGap, Titanium (benne: location, kamera, natív mobil funkciók elérése). Node.js.

Orvosi képdiagnosztika

([BMEVIMIMA04](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: Az orvosi diagnosztika egyre nagyobb mértékben alkalmaz képalkotó eljárásokkal dolgozó eszközöket. Ide tartoznak a klasszikus kétdimenziós (2D) képeket eredményező rendszerek (Röntgen berendezések mellkasröntgen, mammográfia, stb), az újabban megjelent 2,5D rendszerek (mellkas- és mammo-tomosztintézis rendszerek), illetve a 3D képalkotó és diagnosztikai rendszerek (számítógépes tomográf (CT) rendszerek, MRI (mágneses rezonanciás) rendszerek, PET-CT, az octreoscan, stb). A képek értelmezése, elemzése, a képek minősítése, elváltozások detektálása és kategorizálása bonyolult nagy háttértudást igénylő feladat, melyben a számítógépes feldolgozás, az „intelligens adatelemzés” fontos szerepet kap. A tárgy célja, hogy bemutassa a számítógéppel segített orvosi diagnosztikai (Computer Aided Diagnosis, CADe, Computer Aided Detection CADx) eszközök szerepét, jelentőségét, valamint, hogy átfogó ismereteket adjon azokról az eljárásokról, melyek elsősorban 2D orvosi képek elemzésére és ezen eljárások felhasználásával orvosi diagnosztika támogatására, döntéstámogatásra alkalmasak.

Rövid tematika: Bevezetés: A képalkotás alapjai, orvosi képfelvételi eljárások: röntgenfelvételek, tomosztintézis, CT, MRI, PET. A képfeldolgozás szerepe az orvosi diagnosztikában. Képreprezentáció, képjellemzők: Képábrázolás, képkódolási eljárások, veszteséges és veszteségmentes képtömörítési eljárások. Szabványos képfarmátumok (DICOM, stb.). A szürkeárnyalatú és a színes képek jellemzői: képdinamika, felbontás, hisztogram stb. A képek hibái, tipikus zajok, torzulások, műtermékek.

A képfeldolgozás alapjai (összefoglaló áttekintés): Képjavító eljárások, képszűrés. Képmódosító eljárások. Hisztogram módosítás- és kiegyenlítés. Élikiemelés, éldetektálás élkövetés. Simítás. Morfológiai műveletek. Küszöbözés. Szegmentálási eljárások. Textúraelemzés. Transzformált tartománybeli

képfeldolgozó eljárások. Képek frekvencia-tartománybeli ábrázolása. Szűrés a frekvencia tartományban, dekonvolúció. Wavelet transzformáció és alkalmazása a képfeldolgozásban. Curvlet. Modell alapú képfeldolgozó eljárások): Aktív alak modell (ASM), Aktív megjelenési modell (AAM) és alkalmazásuk orvosi képek elemzésére. Képregisztráció: A regisztráció célja és szerepe az orvosi képek feldolgozásában. Geometriai transzformációk: lineáris és nemlineáris transzformációk. Képpont-, felület- és intenzitás-alapú regisztrációs eljárások. Képi objektumok definiálása: Képek minősítése. Képi jellemzők definiálása: jellemző-kiemelés. Invariáns (méretre, pozícióra, elforgatásra, stb.) jellemzők és szerepük a képi objektumok felismerésében. Jellemző-kiemelés, mint adatredukció. Képi objektumok azonosítása és felismerése: Adatok csoportosítása: klaszterezés, osztályozás. Tanuló rendszerek: döntési fák, neuronhálók és alkalmazásuk képi objektumok osztályozására. Járulékos információ szerepe és felhasználása, integrált szöveg- és képfeldolgozás. Orvosi képmegjelenítő és diagnosztikai rendszerek PACS rendszerek, követelmények a PACS rendszerekkel szemben. CAD rendszerek. Esettanulmányok: mammográfiás döntéstámogató rendszer, mellkas-diagnosztikai rendszer.

Kiterjesztett valóság és gépi látás mobil eszközökön

([BMEVIIIIMA02](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy bevezesse a hallgatót a mobil kiterjesztettvalóság-rendszerek használatába, eszközkészletébe és lehetőségeibe. A hallgató megismerkedik a csökkentett erőforrásokat igénylő szenzor- és videojel-feldolgozás megoldásaival is. A félév folyamán a hallgató gyakorlati módszereket is elsajátít kiterjesztettvalóság-rendszerek létrehozásához.

Rövid tematika: Bevezetés: Fogalmak. Virtuális valóság. Kiterjesztett valóság. Valósídejűség és bemerülés korlátai mobil eszközökön. A kiterjesztettvalóság-rendszerek eszközkészlete: Interakció a virtuális objektumokkal – beviteli eszközök. Mobil eszközökbe épített szenzorok: inerciális szenzorok (gyorsulásmérő, giroszkóp), GPS, iránytűk. Korszerű kiterjesztett- és virtuálisvalóság-érzékelők: mozgás- és szemkövető eszközök, mélységi érzékelők, BCI-interfészek, Izomtónus-érzékelés. • Interakció a virtuális objektumokkal: két/háromdimenziós megjelenítési megoldások. Szemüveges és autosztereoszkóp megoldások. Mobil projektorok. Audio és haptikus megjelenítés. Intelligens szemüvegek.

Eljárások és módszerek: Szenzorfeldolgozási módszerek, szűrés technikák, szenzorfúzió. Kameraalapú megoldások csökkentett erőforrású környezetekben. Képleírók alkalmazása (SIFT, SURF). Kamerakalibráció, követés (tracking). Regisztráció: Virtuális és valós elemek illesztése. Pozíciómeghatározás és renderelés kapcsolata. Szegmentálás, háttérleválasztás.

Objektumfelismerés, objektumkövetés. Gesztusfelismerés. Szerveralapú információkiértékelési megoldások. Operációs rendszer függetlenség. Fejlesztés Layaer környezetben: Felépítés, Layaer rétegek, 2D/3D modellfelismerés, Geo-rétegek, animáció, interakció. Manipuláció. Navigáció. Kollaboráció. Többfelhasználós, közösségi megoldások. Viselkedésmodellezés. Esettanulmányok kiterjesztettvalóság-környezetben. Alkalmazások.

Játékfejlesztés laboratórium

([BMEVIIIIMA03](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgató legyen képes akár önállóan egy játékmotor, illetve erre épülő játék összeállítására, illetve ismerje ezek felépítését és működését, hogy programozóként tudjon dolgozni velük. Ismerje meg a megjelenítés, animáció és vezérlés módszereit. Legyen képes a grafikus kártyákon, illetve konzol környezetben a mai játékokban jellemző látványhatások megvalósítására, ilyen területen fejlesztői és kutatói feladatok megoldására.

Rövid tematika: Polygon modellezés, textúra festés, Ogre3D alapok, OIS beviteli eszközök, fizikai motor (PhysX), részecskerendszer és plakátok, displacement leképzés, árnyéktérképek, utómunka effektusok, karakter modellezés és animáció, hálózat kezelése, felhasználói felület, hangkezelés. OpenGL ES. Játékfejlesztés Android platformon.

GPU programozás és párhuzamos rendszerek laboratórium

([BMEVIIIMBOO](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja Modern OpenGL/GLSL és a CUDA környezet alkalmazásának megtanítása a vizuális informatikához kapcsolódó gyakorlati problémákon keresztül.

Rövid tematika: A grafikus hardver felépítése, az inkrementális csővezeték lépései, programozható egységek. Modern OpenGL API felépítése és használata (geometria definíció, textúrák, shader programok, OpenGL állapotér a rendereléshez), GLSL shader nyelv. Vektor feldolgozás a GPU-n, szóró és gyűjtő típusú algoritmusok: iterált függvények attraktorai, egyszerű képfeldolgozási műveletek (fényesség transzformáció, küszöbözés, függvény konvolúció alapú szűrések, élkeresés). OpenGL Compute Shader, mint általános célú lépcső a grafikus pipeline-ban: sugárkövetés a GPU-n. Bevezetés a CUDA keretrendszer használatába: CUDA virtuális gép platform, memória és program modellje. A párhuzamos programok végrehajtási sémája. A CUDA C/C++ nyelv bemutatása. Párhuzamos primitívek megvalósítása CUDA platformon. Optimalizációs technikák CUDA környezetben. A párhuzamos programok skálázódási kérdései, magas szintű optimalizációs technikák. Memória sávszélesség elméleti és effektív értékének meghatározása, a rendelkezésre álló memória sávszélesség optimális kihasználása. Kódszervezési kérdések vizsgálata. CUDA programok teljesítmény mérése és hibakeresés NVidia NSight és Visual Profiler segítségével. Bevezetés a CUDA segéd könyvtárak használatába: CUFFT, CUBLAS, CURAND, NPP, Thrust.

VI. Szakmai törzsanyag választható ismeretei

A szakmai törzsanyag kötelezően választható ismereteit a mellékspecializációk és a projektantárgyak képezik. A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált hét mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók. A specializációk keretein belül a hallgatók ún. projektantárgyakat is felvesznek, melyek az 1. szemeszertől kezdődően végigívelnek a képzésen. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva).

VI.1 Mellékspecializációk

A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált hét mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók.

VI.1.1 Adat- és médiainformatika mellékspecializáció (TMIT)

1. A specializáció megnevezése: Adat- és médiainformatika mellékspecializáció
(Data Science and Media Informatics)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: TMIT

4. Oktató tanszékek: TMIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Szűcs Gábor, egyetemi docens (TMIT)

6. A specializáció célkitűzése: A robbanásszerűen növekvő mennyiségű adat és multimédia tartalom kezelése nagy kihívások elé állítja az adatelemző és a médiainformatikai rendszereket tervező, fejlesztő szakembereket. A specializáció komplex adat-, szöveg- és médiaelemzési képzést céloz meg. A képzés során a hallgatók megismerik és valós adatokon, életszerű mérnöki feladatokon alkalmazzák az adatbányászat, információ kinyerés, természetes nyelvű szövegfeldolgozás, gépi tanulás, hang-, kép- és videófeldolgozás korszerű módszereit. A specializáció nagy hangsúlyt fektet az információs és közösségi hálóknak felhalmozott multimédia tartalmak intelligens elemzésére, az információ visszakeresésre és az adatfeldolgozás széles területére. A végzős hallgatók képzett adatbányászok, üzleti intelligencia szakértők, kutatók, multimédia-programozó szakemberek lehetnek.

A specializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Adatelemzési platformok	BMEVITMMA05
Szöveg- és webbányászat	BMEVITMMA06
Multimédia tartalmak intelligens feldolgozása	BMEVITMMB01
Adat- és multimédiabányászat laboratórium	BMEVITMMB02

Adatelemzési platformok

([BMEVITMMA05](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: Rendszereinkből kinyerhető adatok mennyiségének növekedésével, a tárolási költségek csökkenésével egyre nagyobb az igény az adatokból kinyerhető összefüggések, tudás kiaknázására. A tárgy elsődleges célja, hogy a hallgatók készség szinten legyenek képesek adatbányászati feladatok megfogalmazására és valós adathalmazok felett ilyen problémák megoldására. Ehhez a tárgy nemcsak az adatbányászat, a gépi tanulás, az adatalemzés elvi hátterét mutatja be, hanem vizuális programozási metodikát használó adatbányászati szoftvereket, platformokat is ismertet, külön figyelmet szentel a 'big data' elemzési feladatokra megoldást jelentő Hadoop platform bemutatására.

Rövid tematika: CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) metodika. Adatelőkészítési módszerek, adattranszformáció és adatmanipuláció, vizuális adatalemzés. Hitelbírálati rendszer bemutatása, logisztikus regresszió, mint scoring technika. Ügyfélérték fogalma, ügyfélszegmentálás, klaszterező eljárások. Kapmányoptimalizáció, bankkártya adatok, keresztértékesítés iránya, a sikeres adatbányászat 6 feltétele. Hálózat alapú előrejelzés. Osztályozási problémák megoldási módszerei: példányalapú módszerek, metatanuló módszerek. Idősoros adatok feldolgozása: lineáris és nem-lineáris módszerek, regressziós fák. A nagy adat (Big Data) jelensége és fogalma, szerepe. Az Apache Hadoop platform bemutatása. Elosztott adattárolás és elemzések MapReduce alapokon. MapReduce programozási minták. Lekérdezési módszerek és programnyelvek nagy adatok esetén.

Szöveg- és webbányászat

([BMEVITMMA06](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: Az elektronikus szöveges és webtartalmak mennyiségének rohamos emelkedésével kiemelt fontosságúvá vált a tartalmak hatékony feldolgozása, amihez nélkülözhetetlen a megfelelő indexelő, annotáló és elemző módszerek használata. A hallgatók elméleti és gyakorlati oktatás keretei között tanulhatják meg az információ visszakeresést, web keresést, információ kinyerést szöveges állományokból, természetes nyelvű feldolgozást, információs hálókból és közösségi hálókból való tudás feltárását.

Rövid tematika: Szövegindexelés: Szózsák modell, szöveg előfeldolgozás. Természetes nyelvű feldolgozás: NLP (Natural Language Processing) eszközök. Sekély elemzés. Mély elemzés: szintaktikai fa, függőségi fa. Névelem felismerés, reláció kinyerés, vélemény analízis (sentiment analysis) információs hálókból és közösségi hálókból. Szövegbányászat, automatikus szövegkivonatolás. Információ visszakeresés: információ visszakereső rendszerek által használt modellek, rangsorolás, a rendszerek jóságának mérése. Webbányászat, a felhasználók követési lehetőségei. Ajánlórendszerek: célja, felépítése, típusai. Tartalom alapú és kollaboratív ajánló rendszerek: alap és szomszédosság alapú módszerek. Mátrixfaktorizáció alapjai, alapvető algoritmusai. Ajánlórendszer Webes felhasználók számára.

Multimédia tartalmak intelligens feldolgozása

([BMEVITMMB01](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célkitűzése a multimédia tartalmak automatikus felhasználásához szükséges módszerek oktatása, amelyek segítségével az intelligens rendszerek kezelni, szűrni, felismerni, elemezni, rendezni tudják a multimédia állományokat. A hallgatók részletesen megismerkedhetnek a multimédia tartalmak hatékonyan indexeléséhez, kereséséhez, osztályozásához, csoportosításához szükséges technikai apparátussal, hang- kép- és videofeldolgozási algoritmusokkal, platformokkal és gyakorlati alkalmazásokkal, melyek rámutatnak a közvetlen ipari alkalmazhatóság jelentőségére (pl. beszéd felismerés, képi objektum felismerés).

Rövid tematika: Multimédia előfeldolgozás: index (reprezentáció) építés: generikus multimédia indexelő eljárás. Kép és videó szegmentáló módszerek. Keresés, multimédia query típusok. Beszédfeldolgozás, hangfeldolgozás, akusztikai lényegkiemelés. Szignálkeresési, zene felismerési technikák. Statisztikai alapú beszéd felismerés, Rejtett Markov modellek és Gaussian Mixture Model használata.

Beszélőfelismerés, beszélő nemének kategorizálása. Képfeldolgozás: zajszűrés, éldetektálás, morfológia topológiák. Képek jellemző pontjainak kinyerése. Panorámakép összeállítás kisebb képekből, arcdetektálás. Videó elemzés: objektumok követése jellemző pontok alapján. Zene, kép és video osztályozás: Diszkriminatív vs. generatív modellek, idősor osztályozás. Objektum-felismerés. Multimodális tartalomelemzés, kiértékelési módszerek, benchmarkok.

Adat- és multimédiabányászat laboratórium

([BMEVITMMB02](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A laboralkalmak az adat-, szöveg- illetve médiaelemzés technológiai köré szerveződnek, a hallgatók mérnöki problémamegoldó képességét, technológiai ismereteinek bővítését segítik elő. A hallgatók a megismert technológiákat valós adatokon, médiaállományokon tesztelik, ami által azok hatékonyságát, a megoldás erősségeit és gyengeségeit egyaránt megismerik. A labort vezető oktatók az adott területen magas kompetenciával rendelkező, tapasztalt szakemberek. A laborfeladatok folyamatos technológiai aktualizálásával és kurrens problémákkal biztosítjuk, hogy a hallgató mindig az adott témában elérhető vezető technológiával ismerkedjen meg. Az egyes laboralkalmak önállóan értelmezhetők, a mellékspecializáció során elsajátítandó szakmai tartalomhoz kapcsolódnak, de az oktatott tárgyak elvégzése nem feltétele a laboralkalmak sikeres teljesítéséhez.

Rövid tematika: Arcdetektálás OpenCV használatával, adatelemzési algoritmusok párhuzamosítása GPGPU segítségével, képtömörítések hatásainak vizsgálata, Webes adatok feldolgozása, Big Data technológiák hatékonyságának vizsgálata, adattisztítás hatásának bemutatása, Facebook adatok elemzése R nyelven, adatvizualizáció, dinamikus idővetemítés technikája a hangelemzésben, véleményanalízis szövegbányászati megvalósítása.

VI.1.2 Intelligens rendszerek mellékspecializáció (MIT)

1. A specializáció megnevezése: Intelligens rendszerek mellékspecializáció
(*Intelligent Systems*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: MIT

4. Oktató tanszékek: MIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Strausz György, egyetemi docens (MIT)

6. A specializáció célkitűzése: Az intelligens rendszerek olyan számítógépes rendszerek, melyek emberi közreműködés és állandó emberi felügyelet nélkül is képesek komplex feladatok megoldására: képesek a környezetükből származó információ érzékelésére és feldolgozására, képesek önálló döntések meghozatalára és alkalmasak komplex technológiai folyamatokba történő beavatkozásra, a folyamatok felügyeletére, illetve irányítására. Az intelligens rendszerek létrehozása az információ technológia széles spektrumának integrálását igényli. A specializáció célja rövid és hosszú távon egyaránt hasznosítható ismeretek nyújtása, olyan műszaki informatikus szakemberek képzése, akik tisztában vannak az intelligens rendszerekre jellemző főbb képességeket biztosító megoldások elvi és gyakorlati problémáival.

A specializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Valószínűségi következtető és döntéstámogató rendszerek	BMEVIMIMA06
Gépi tanulás	BMEVIMIMA05
Komplex MI alkalmazások	BMEVIMIMB01
Kooperáció és gépi tanulás laboratórium	BMEVIMIMB02

Valószínűségi következtető és döntéstámogató rendszerek

([BMEVIMIMA06](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A valószínűségi következtető és döntéstámogató rendszerek területe a bizonytalan tudásra alapozott optimális döntések meghozatalának kutatásával, illetve az eredmények alkalmazásával foglalkozik. Ez a terület hagyományosan a statisztikára és a öntésmélethez alapozott, de napjainkban egyre inkább összekapcsolódik a számításméleti és a mesterséges intelligencia kutatásokkal. A tárgy célul tűzi ki, hogy összefoglalja és egységes keretben tárgyalja a döntésmélet és a mesterséges intelligencia legkorszerűbb eszköztárát, megközelítési módszereit. A tárgy a tudásmérnökség, a gépi tanulás és a következtetés ezen területhez tartozó általános eredményeit tekinti át.

Rövid tematika: A bizonytalan tudás, a bizonytalanságkezelés lehetőségei. A döntések optimalitása. A döntéshez szükséges információk kinyerése. A döntéstámogatás folyamata. A döntéstámogató rendszerek architektúrája. A felhasznált technológiák áttekintése. Döntésméleti áttekintés. Bayes döntés, maximum likelihood döntés. Döntési fák. Random forest eljárások. Megkötések a racionális preferenciákra. Hasznosságfüggvények. Hasznosságskálák és a hasznosság becslése. Többváltozós hasznosságfüggvények. A preferenciák rendszere és a többattribútumos hasznosság. A valószínűség bayesi értelmezése. A bayesi modell. Következtetés. Monte Carlo módszerek. Bayes-statisztikai megközelítés előnyei. A valószínűségi definíció: szintaxis és szemantika. Kauzális definíció. Bayes-hálók és a tudásmérnökség. Következtetés Bayes-hálókban. Bayes-hálók tanulása. Modelltanulás. Bayes-hálók tanulása hiányos adatok alapján. Jegytanulás. Stacionárius folyamatok és a Markov-feltétel. Következtetés időbeli modellekben. Szűrés, előrejelzés, simítás. Gauss-eloszlások frissítése. A Kálmán-szűrés alkalmazhatósága. Dinamikus Bayes-hálók, Gauss folyamatok. Egzakt következtetés dinamikus Bayes-hálókban. Komplex rendszerek hierarchikus és moduláris dekomponálása. Prediktív következtetés, hibrid MCMC módszerek. Modell-átlagolás. Strukturális és parametrikus következtetés. Automatikus relevancia meghatározás (ARD). Az adatokkal foglalkozó eszközök, komponensek, a kialakított modellek,

a felhasználói felületek. A megismert elvek és eszközök bemutatása egy orvosbiológiai területről vett feladaton.

Gépi tanulás

([BMEVIMIMA05](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az intelligens rendszerek egyik alapvető képességének, a tanulásnak a gépi megvalósítási lehetőségeivel foglalkozik. Bemutatja a gépi tanulás fajtáit, összefoglalja a gépi tanulás elméleti alapjait, és részletesen elemzi a legfontosabb tanuló rendszer architektúrákat. A tárgy a gépi tanulást egységes keretbe helyezve, mint a környezetből származó információ kinyerésére és feldolgozására alkalmas megközelítést tekint. A tanuló eljárásokat és architektúrákat azzal az igénnyel mutatja be, hogy elősegítse olyan komplex intelligens információfeldolgozási feladatok megoldását, melyeknél alapkövetelmény a megoldás folyamatos javítása a környezetből származó egyre több információ felhasználásával, valamint a környezet változásaihoz való alkalmazkodás, az adaptálódás. Az elméleti alapok bemutatásán túl a tárgy célja, hogy fejlessze a tudatos problémamegoldó készséget. Mindezt az egységes tárgyalásmód alkalmazásával és komplex alkalmazási példák bemutatásával éri el. A tárgy keretében elsajátított módszerek megalapozásként és háttérként szolgálnak kutatási és fejlesztési feladatok megoldásához.

Rövid tematika: A tanulás fogalma, tanuló gépek, tanulás intelligens rendszerekben. A legfontosabb tudásalapú architektúrák: döntési fák, neuronhálók, tudásalapú hibrid intelligens rendszerek. A tudás szerepe a tanulásban, tudásreprezentációk, tanulás különböző tudásreprezentációk mellett. Magyarázat alapú tanulás. Tanulás releváns információ alapján. Induktív logikai programozás. A minták alapján történő gépi tanulás fajtái. Felügyelt és felügyelet nélküli tanulás, félig felügyelt tanulás, megerősítéses tanulás. A tanulás számítási elmélete, valószínűleg közelítőleg helyes (VKH, PAC) tanuló algoritmusok. Statisztikai tanuláselmélet (SLT). A tanuló eljárások minősítése. A VC-dimenzió fogalma. A tapasztalati hiba minimalizálás szerepe, ERM elv. A tanuló eljárások hibájának (általánosító képesség) felső korlátjai. Strukturális kockázatminimalizálás (SRM) elve. Döntési fák. Klasszikus neuronhálók (MLP, bázisfüggvényes hálók). A tanuló eljárások, mint optimalizáló algoritmusok. Tanulás és paraméterbecslés. A kernel gépek származtatása, a kernel trükk és jelentősége. Szupport vektor gépek (SVM) és változataik. A klasszikus hálók és a kernel gépek kapcsolata. A teljesítőképesség korlátai nagymargójú osztályozási feladatoknál. A VC-dimenzió felső korlátja. Az SVM és az SRM elv kapcsolata. Gauss folyamatok. A juttalom szerepe a tanulásban. Passzív megerősítéses tanulás, adaptív dinamikus programozás, időbeli különbség (TD) tanulás. Aktív megerősítéses tanulás. Q tanulás. Alapfeladatok: főkomponens analízis (PCA), független komponens analízis (ICA). Elméleti alapok. A PCA feladat, mint mintákból történő tanuló eljárás, PCA hálók. Kernel PCA. A független komponens analízis matematikai alapjai. Az ICA megvalósítása tanuló rendszerekkel. Adatelőkészítés, normalizálás, dimenzió redukció. Zajos adatok kezelése. Hiányzó adatok problémája. Az EM algoritmus és szerepe az adatelőkészítésben. Kilógó adatok. Együttműködés és versengés. Moduláris tanuló rendszerek. Pontos és különböző szakértők kooperációja. Erős és gyenge tanulás. Boosting.

Komplex MI alkalmazások

([BMEVIMIMB01](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy bemutatja a legfontosabb mesterséges intelligencia alkalmazásokat és az ezekben alkalmazott technológiákat.

Rövid tematika: Intelligens rendszerek, alkalmazások áttekintése, esettanulmányok. Az elosztott, heterogén információs környezet jellemzőinek áttekintése, az információs környezet új minőségében rejlő lehetőségek. Az információ integrálás igénye. Virtuális elektronikus piactér rendszerek. Mediátor/integrátor megközelítés bemutatása. Mediátorok szerepe, tervezési módszerei. Virtuális és materializált információ integrációs megközelítések előnyei, hátrányai. Virtuális adatintegráció technikái. Lokális és globális nézeteken alapuló virtuális integrációs sémák. Ontológiák szerepe a fogalmi heterogenitás feloldásában. Virtuális integrációt támogató mediátorok felépítése. Lekérdezések megfogalmazása, lefordítása, optimalizálása, futtatása a különböző virtuális sémák felhasználásával.

Információ keresés félig-strukturált információs forrásokban. Jelenleg elérhető internetes kereső rendszerek technológiái, képességei, hiányosságai. Adattér rendszerek. Induktív tanuló algoritmusok az információ integrációs rendszerekben. Adaptív mediátor sémák. Wrapperek tanulása. Szemantikus web koncepció lényege, technológiái. A szemantikus web technikák alkalmazása webes információ források integrálásában. Az SZW technológiák alkalmazása információ keresésben. Adattárház rendszerek, A materializált integráció előnyei és problémái. Adattárház rendszerek építésének folyamata. Adatok tárolása, lekérdezése adattárház rendszerekben. Az adat- és szövegbányászat célkitűzései. Adatbányászati alkalmazás megvalósításának folyamata (adatok előfeldolgozása, kezelése). Alapvető adatbányászati algoritmusok (gyakori minták, gyakori sorozatok, asszociációs szabályok, klaszterezési eljárások). Nyelvtan alapjai (morphológia, nyelvtanok, fordítás). Keresési technikák szöveges forrásokban. Információkinyerés szöveges dokumentumokból. Információ kivonatolás webes forrásokból. Elosztott intelligens rendszer architektúrák. Intelligens otthonok. Intelligens közterek. Intelligens autók, intelligens megoldások a gyártástechnológiákban. MI a számítógépes játékokban.

Kooperáció és gépi tanulás laboratórium

([BMEVIMIMB02](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium célja, három rövidebb tematikus blokkba szervezett mérési sorozat elvégzésén keresztül, az intelligens rendszerekben leggyakrabban alkalmazott algoritmusok és megoldások bemutatás és fejlesztésük gyakorlása valós alkalmazási környezeteket felhasználva. Az üzleti intelligencia projekt során egy leegyszerűsített adattárház építési, kiértékelési folyamaton kell végighaladni professzionális eszköz használatával. A tudásmodellezés és információelérés blokk feladataiban a hallgatók megismerkednek az információkeresés alapelveivel, egy keresési tárgyterület modellezésével és erre építve szemantikus információelérési problémát oldanak meg. Az utolsó feladatcsoport a tanulás blokk, ahol a hallgatók statikus és dinamikus neurális, illetve bayes-i tanulási sémákkal kísérleteznek adott problématerületen.

Rövid tematika: Egyszerű keresési módszerek: A gyakorlat célja néhány egyszerűbb adat- és szövegfeldolgozási és webes keresési módszer kipróbálása. Tárgyterület modellezése: A gyakorlat célja kidolgozni a szemantikus kereséshez szükséges tárgyterületi modellt (ontológiát), és a gyakorlatban is kipróbálni a Protégé ontológiaszerkesztő eszközt. Szemantikus információkeresés: A gyakorlat célja az előző két gyakorlat eredményeinek ötvözése: a tárgyterület modelljével felvértezve szemantikus elemekkel bővíteni az első gyakorlaton implementált webes információelérést. Játékelméleti ágensek vizsgálata: Egyszerű JADE (Java Agent DEvelopment framework) ágenseket felhasználva a hallgatók kísérleteznek különböző játékelméleti modellekkel. Vizsgálják a kooperatív és nem-kooperatív viselkedés és a különböző egyensúlyi helyzetek alakulását. Aukciós és szavazási protokollok vizsgálata: A standard üzenet- és protokollkészletre támaszkodva a hallgatók egyszerű JADE ágensekből létesítenek egy minta ágensközösséget és kipróbálnak benne bonyolultabb árverési és szavazási protokollokat, ill. kísérleteznek a protokollok manipulálásával. Egy-ágenses (centralizált) tervekészítés: Ezen a gyakorlaton a hallgatóknak realiztikus tervekészítési problémák leírására alkalmas leírónyelv segítségével kell adott tervekészítési domain-t és problémát reprezentálniuk, majd az elkészült reprezentációt, mint bemenetet, egy „fekete doboz” tervekészítő alkalmazás bemenetére adják, amely automatikusan előállítja számukra a probléma megoldását jelentő terv(ek)et. Több-ágenses (decentralizált) tervekészítés: Ezen a gyakorlaton a hallgatók valóban elosztott, több-ágenses tervekészítéssel ismerkedhetnek meg. A hallgatók feladata elosztott ágenskeretrendszer segítségével olyan BDI (Belief-Desire-Intention) architektúrájú ágensek készítése, melyek PRS (Procedural Reasoning System) rendszerek módjára reaktív tervekészítést valósítanak meg. Statikus és dinamikus neuronhálók vizsgálata, és alkalmazása: A hallgatók egy egyszerű neuronhálós osztályozási feladat megoldásához konstruálnak különböző típusú statikus neuronhálókat és megvizsgálják a neuronhálók különböző paraméterbeállítási lehetőségeinek a hatását. Idősor-előrejelzési feladat megoldása dinamikus hálókkal: A hallgatóknak olyan dinamikus neuronhálón (MLP, RBF vagy SVM) alapuló előrejelző rendszert kell konstruálniuk, mely előre elkészített adatsor alapján az adatsor folytatásának becslését adja meg. Bayes-i tanulás: A laborfoglalkozás célja a passzív megfigyeléseken alapuló tárgyterületi modelltanulás vizsgálata Bayes hálók felhasználásával.

VI.1.3 IT biztonság mellékspecializáció (HIT)

1. A specializáció megnevezése: IT biztonság mellékspecializáció
(IT Security)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: HIT

4. Oktató tanszékek: HIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Buttyán Levente, egyetemi docens (HIT)

6. A specializáció célkitűzése: A specializáció célja, hogy megismertesse a hallgatókkal az IT rendszerek biztonsággal kapcsolatos problémáit és az azok megoldására alkalmazott korszerű módszereket és technológiákat. A specializáció a hangsúlyt a praktikus alkalmazásokra fekteti, ám azok részletes elemzésén keresztül a hallgatók betekintést nyernek az analízis módszerek és a tervezés kérdéseibe is. A specializáció tehát olyan mérnökök képzésére törekszik, akik képesek a modern IT rendszerekben felmerülő biztonsági problémák azonosítására, feltárására, a kapcsolódó praktikus tervezési és fejlesztési feladatok elvégzésére, valamint a mélyebb elméleti alapokra (pl. kriptográfiára) épülő módszerek és rendszerek megértésére és alkalmazására.

A specializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Biztonsági protokollok	BMEVIHIMA05
Számítógép-biztonság	BMEVIHIMA06
Hálózatbiztonság	BMEVIHIMB00
IT biztonság laboratórium	BMEVIHIMB01

Biztonsági protokollok

([BMEVIHIMA05](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy (i) megismertesse a hallgatókkal a modern vezetékes és vezeték nélküli hálózatokban felmerülő, a hálózati kommunikáció biztonságával kapcsolatos problémákat, (ii) bemutassa a biztonsági problémák megoldására használt korszerű biztonsági protokollok elveit és gyakorlati megvalósításait, és (iii) az ismertett protokollok részletes analízisén keresztül betekintést nyújtson a biztonsági protokollok tervezési kérdéseibe.

Rövid tematika: Motiváció és alapfogalmak. Kriptográfiai primitívek áttekintése. Alapprotokollok: blokkrejtjelezési módok, MAC konstrukciók, aszimmetrikus kulcsú rendszerek a gyakorlatban, kapcsolódó PKCS szabványok, ECC használata. Véletlenszám generálás: álvéletlen generátorok tervezési követelményei, illusztratív tervezési példák. Kriptográfiai (program)könyvtárak használata (pl. OpenSSL). Kulcsforgó protokollok tervezése és analízise. Publikus kulcs infrastruktúra (PKI): a tanúsítvány, tanúsítványlánc, és a hitelesítés szolgáltató fogalma, a PKI elemeinek, funkcióinak, és folyamatainak bemutatása, X.509 szabvány. Biztonságos kommunikációs protokollok: SSL/TLS, IPsec, 802.1AE (MACsec), 802.1X, 802.11 biztonság. Gyakorlati hitelesítő protokollok: Kerberos, SAML és az OAuth. Biztonsági protokollok erőforrás korlátozott környezetben: Bluetooth, szenzorhálózatok, RFID. Biztonsági protokollok felhő alapú szolgáltatásokban. Anonim kommunikációt biztosító protokollok.

Számítógép-biztonság

([BMEVIHIMA06](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a számítógépekhez kapcsolódó főbb biztonsági problémák ismertetése, és az azok megoldását szolgáló elvek és a gyakorlatban használt módszerek és eszközök bemutatása. Számítógép alatt különböző típusú számítástechnikai eszközöket értünk (pl. személyi számítógépeket, szervereket, mobil eszközöket, beágyazott számítógépeket, stb). A tárgy lefedi ezen eszközök fizikai és operációs rendszer szintű biztonságát, valamint az eszközökön futó alkalmazások biztonsági kérdéseit; foglalkozik a biztonságos szoftverfejlesztés módszereivel, és a rosszindulatú szoftverekkel (malware), valamint számítógép-biztonsági incidensek kezelésével.

Rövid tematika: Bevezetés és motiváció. Operációs rendszer szintű biztonság: felhasználóhitelesítés, jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Linux környezetben, kernel integritás, process izoláció, memória védelem. Vezérlésvégrehajtás elleni támadások: kód injekció, return oriented programming (ROP), rendszerhívások hook-olása. Szoftverbiztonság: biztonság kritikus programozási hibák (buffer overflow, format string,...), szoftverek biztonsági elemzése és tesztelése, biztonságos szoftverfejlesztési módszertanok. Rosszindulatú szoftverek (malware): típusai, működésük, terjedési és rejtőzködési módszereik, szignatúra alapú és heurisztikus malware detekciós módszerek, malware incidensek kezelése, malware analízis. Browserszek biztonsága: biztonsági veszélyek és beépített biztonsági mechanizmusok, beépülő modulok és egyéb helper objektumok veszélyei. Mobile platformok biztonsága: Android és iOS platformok biztonsági architektúrája, mobil malware-ek típusai, működésük. A virtualizáció biztonsági problémái: guest-to-guest és guest-to-host ill. guest-to-hypervisor támadások, transzparencia és a virtualizáció detekciója. Fizikai biztonság, bontás-ellenálló eszközök. Trusted Computing és TPM: a TPM felépítése, funkciói, kapcsolódó protokollok, alkalmazási területek, távoli kódellenőrzés.

Hálózatbiztonság

([BMEVIHIMB00](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy részletes betekintést nyújt a számítógép-hálózatok biztonsági problémáiba, azok megoldási lehetőségeibe, valamint a különböző hálózatok üzemeltetési gyakorlatában használt hálózatbiztonsági technikák és eszközök működésébe. A tárgyat elvégző hallgatók olyan elméleti és gyakorlati ismereteket szereznek, melyek a hálózatok biztonságos üzemeltetésének alapját képezik, lehetővé téve a fenyegetettség megértését és felmérését, az alkalmas biztonsági megoldások kiválasztását, integrálását, továbbfejlesztését, és üzemeltetését, valamint új megoldások tervezését. A tárgy megalapozza továbbá a hálózatok biztonsági tesztelése (etikus hacking) módszereinek elsajátítását és alkalmazását.

Rövid tematika: Bevezetés és motiváció. Hálózati behatolási módszerek, hálózatok biztonsági tesztelése (penetration testing, etikus hacking). Behatolás megelőző rendszerek (IPS): tűzfalak típusai, működésük, tipikus konfigurációs beállítások, tipikus hibák, új generációs tűzfalak. Behatolás detektáló rendszerek (IDS): IDS rendszerek fajtái, működésük, konfigurációjuk, biztonsági információk és események kezelését célzó integrált rendszerek (SIEM). Logelemzés. Honeypot technológia alkalmazása támadások detektálására és nyomonkövetésére. Hálózati infrastruktúra biztonsága: DNS és DNSSEC, a BGP útvonalválasztó protokoll biztonsági problémái, lehetséges megoldásai. Spamszűrés és védekezés DoS támadások ellen. Webes rendszerek biztonsága: tipikus biztonsági problémák (SQL injection, XSS, CSRF, stb.) és javasolt megoldások, Web szerverek biztonsági beállításai, webes rendszerek biztonsági tesztelése. Vállalati hálózati környezet biztonsága: felhasználók hitelesítése, jogosultságkezelés, és hozzáférésvédelme, Wifi, BYOD probléma, DLP megoldások. Ipari és beágyazott hálózatok biztonsága. Botnetek: botnetek felépítése, működése, alkalmazott vezérlési módszerek, botnetek felderítése, feltérképezése, méretének meghatározása. Privátszféra védelem a weben és közösségi hálózatokban.

IT biztonság laboratórium

([BMEVIHIMB01](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a mellékspecializáció tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és elmélyítése konkrét gyakorlati problémák és feladatok megoldásával valós, vagy ahhoz közeli környezetben.

Rövid tematika:

- Jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Linux operációs rendszereken
- Malware analízis
- Hálózatok és webes rendszerek biztonsági ellenőrzése (ethical hacking)
- Hálózati forgalom analízis lehallgatással
- Tűzfal és IDS konfiguráció
- Wifi biztonság
- PKI és elektronikus aláírás

VI.1.4 IT rendszerek fizikai védelme mellékspecializáció (HVT)

1. A specializáció megnevezése: IT rendszerek fizikai védelme mellékspecializáció
(*Physical Protection for IT Systems*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: HVT

4. Oktató tanszékek: HVT, VET

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Barbarics Tamás, egyetemi docens (HVT)

6. A specializáció célkitűzése: A mellékspecializáció célja olyan mérnökinformatikus hallgatók képzése, akik ismerik az információs rendszerek hardver eszközeinek biztonsági feltételrendszerét, az adatok sérülését, illetve elvesztését okozó legfontosabb fizikai jelenségeket. A latens sérüléseket és a roncsolódásokat okozó véletlenszerűen (természeti vagy külső hatásra) előforduló, illetve szándékosan (mesterséges úton) előidézett hatások elleni védelem rendszerét, a hardver követelményeket és a védekezés hatásosságának ellenőrző méréseit.

A specializáció tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Az IT fizikai védelmének alapjai	BMEVIVEMA00
Az IT infrastruktúra külső védelme	BMEVIHVMA00
Az IT zavar és terrorvédelme	BMEVIHVMB00
IT rendszerek hardveres védelme labor	BMEVIHVMB01

Az IT fizikai védelmének alapjai

([BMEVIVEMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Az informatikai rendszerek adatvesztését nem csak a szoftveres támadások okozhatják, hanem a hardveres meghibásodást okozó természetes vagy mesterséges jelenségek is. A tantárgy célja a mérnökinformatikus hallgatók számára áttekintő ismereteket adni a fizikai károsodást okozó folyamatokról.

Rövid tematika: Az informatikai berendezések adatvesztésének fizikai okai. A berendezések érzékeny részeinek ismertetése. Adatlopás illetéktelen behatolással. Behatolási lehetőségek, veszélyek kizárása. Személyi azonosítás, videó megfigyelés, biztonsági rendszerek. Informatikai központok hűtési szükséglete. Energiaszükséglet meghatározása informatikai központokban, energiaellátás kiesésének problémái. Adatvesztés tűz hatására. A tűz kialakulásának lehetőségei, különböző tűzfajták ismertetése. Robbanásveszélyes környezet speciális biztonsági problémái. A villám kialakulása: az előkísülés, az ellenkísülés és a főkísülés tulajdonságai. A villámparaméterek gyakorisági eloszlása. Villamos töltések keletkezése és elhelyezkedése. A zivatarok és a villámcsapások időbeli és területi eloszlása. Villámsűrűség és gyakoriság. A villám hatásai. Hőhatás és rombolások keletkezése és következményei fémekben, kőben, fában. A villámcsatorna által létrehozott villamos és mágneses erők. A kisugárzott elektromágneses hullámok nagysága és frekvenciája. Űrmeteorológiai zavarok. Napkitörések hatása földi és műholdas információátviteli berendezésekre. Az elektrosztatikus feltöltődés és az elektrosztatikus kisülés (ESD) jelensége. Tipikus feltöltődési folyamatok. Az elektrosztatikus kisülés következményei, káros hatásai. Adatvesztés alacsonyfrekvenciás EMC zavarok miatt. Zavarok keletkezése, terjedési módjai. Vezetéken és az elektromágneses térként jelentkező zavarok ismertetése. Adatvesztés rádiófrekvenciás vezetett zavarok miatt. Zavarok keletkezési módjai terjedési tulajdonságai. Impulzus jellegű zavarok. Modulált jelek zavarai. Adatvesztés rádiófrekvenciás sugárzott zavarok miatt. Zavarok keletkezési módjai terjedési tulajdonságai. Rádióadók, ISM berendezések, mobiltelefon rendszerek zavarai. Elektromágneses fegyverek veszélyei. A jellemző működési elvek ismertetése. A NEMP a HEMP és a NNEMP impulzusok jellemzői, hatásai. Az elektromágneses terrorizmus veszélyei.

Az IT infrastruktúra külső védelme

([BMEVIHVMA00](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: Az informatikai rendszerek adatvesztését okozó jelenségek egy része az IT infrastruktúra sérülését okozza. A tantárgy megismerteti a hallgatókat a sérülést okozó folyamatok megelőzésére kialakítható védelmi rendszerek alapjaival.

Rövid tematika: Az informatikai berendezések rendelkezésre állását biztosító védelmi rendszerek főbb típusai. Kockázatok elemzése. Behatolást jelző rendszerek, megoldások ismertetése, átjelzési lehetőségek. Érzékelők, központok, felügyeleti szoftverek funkcióinak ismertetése. Esettanulmány: megvalósított behatolás jelző rendszer ismertetése. Vagyonvédelmi szabályok. Tűzjelző rendszerek, megoldások ismertetése, átjelzési lehetőségek. Érzékelők, központok, felügyeleti szoftverek funkcióinak ismertetése. Tűzjelző rendszerek beavatkozó elemeinek ismertetése. Automatikus oltóberendezések típusai, jellemző felhasználási területük. Esettanulmány: megvalósított tűzjelző és oltó rendszer ismertetése. Tűzvédelmi rendeletek. Robbanásveszélyes környezetben üzemelő informatikai berendezések speciális tűzvédelmi megoldásai. Energiaellátás biztonsága. A szünetmentes tápellátás típusai, jellemző felhasználási területük. Informatikai központok hűtéstechnikai megoldásai. Fény és mechanikai rezgés védelmi megoldások számítógépes rendszerekben.

A villámvédelem alapelvei. A kockázat fogalma. Az elfogadható kockázat. A védett tér és a becsapási valószínűség értelmezése. A becsapási pont helyének meghatározása és valószínűsége. Az épületek és egyéb építmények villámvédelmének magyar és nemzetközi szabványai. A villámvédelem gyakorlati megoldása. Primer, szekunder és preventív villámvédelem. Az épületben levő villamos, elektronikus, távközlési, adatátviteli és számítástechnikai berendezések belső villámvédelme. Védekezés a villámcsapás másodlagos hatásai ellen. Elektronikus berendezések többlépcsős védelme. A védelem eszközei, szikraköz, varisztor, szupresszor dióda, Esettanulmány: megvalósított villámvédelmi rendszer ismertetése.

Az IT zavar és terrorvédelme

([BMEVIHVMB00](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: Az IT infrastruktúra fejlődésével a rendszerek egyre összetettebb felépítésűvé váltak. A bonyolult felépítésű hálózatokban az egyes eszközök egymásra hatása, illetve a rendszeren kívüli berendezések véletlen vagy szándékos zavarjelei miatt a megbízható működés csak gondos EMC (ElectroMagnetic Compatibility) tervezéssel valósítható meg. A félév során a hallgatók megismerik a legfontosabb EMC zavarokkal, illetve az EMC terrorizmussal szemben kialakítható védelmi megoldásokat.

Rövid tematika: Az EMC zavarvédelem alapelvei. Az EMC direktíva ismertetése. Harmonizált szabványok az EMC direktívához. Az informatikai berendezések EMC zavarokkal szembeni védelmét biztosító rendszerek főbb típusai. Az elektrosztatikus feltöltődés és az elektrosztatikus kisülés (ESD). Védekezés az elektrosztatikus feltöltődés és az elektrosztatikus kisülés ellen. Az ESD káros következményeinek elkerülésére szolgáló intézkedések. Antisztatikus (disszipatív) anyagok, eliminátorok. Kisfrekvenciás zavarforrások az informatikai berendezésekben. Kisfrekvenciás zavaroszűrési módszerek. Hálózati zavaroszűrők tulajdonságai. Kisfrekvenciás zavarok szabványos mérési eljárásai. Emisszió és immunitásmérési módszerek. Rádiófrekvenciás zavarforrások az informatikai berendezésekben. Rádiófrekvenciás zavaroszűrési módszerek. Adatátviteli zavaroszűrők tulajdonságai. Árnyékolás, közös potenciálra hozás alapelvei. Rádiófrekvenciás zavarok szabványos mérési eljárásai. Emisszió- és immunitásmérési módszerek. A kritikus infrastruktúra fogalma, hatása az IT rendszerekre. Védekezés az elektromágneses fegyverek ellen. Védekezés az EMC terrorizmus ellen. Esettanulmány egy árnyékolt zavarvédett számítóközpont tervezéséről.

IT rendszerek hardveres védelme laboratórium

([BMEVIHVMB01](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,HVT)

A tantárgy célkitűzése: A specializáció során megismert, az IT rendszerek fizikai sérülését okozó jelenségek, és az ellenük alkalmazható védelmi eljárások megismerése a gyakorlatban.

Rövid tematika:

Villámok jellemzőinek vizsgálata laborban. A strukturált kábelezés EMC zavarainak mérése. Rádiótelefon hálózatok EMC zavarainak vizsgálata. Tűz- és behatolás jelző rendszer elemeinek alkalmazása a gyakorlatban. Primer és szekunder villámvédelem működésének megismerése. Elektrosztatikus kisülések mérése. Rádiófrekvenciás vezetett, és sugárzott emisszió mérések. Rádiófrekvenciás vezetett, és sugárzott immunitásmérések. Rádiófrekvenciás árnyékolásmérések.

Látogatás a T-Com Száva utcai Rádiótelefon központjában: szünetmentes energia ellátás, villámvédelem.

Látogatás a Liszt Ferenc Repülőtéren: behatolás és tűzvédelem, radarok RF zavarai.

Látogatás a Dataplex adatközpontban: szünetmentes energia ellátás, ehatolás és tűzvédelem, ESD védelem.

VI.1.5 Mobilszoftver-fejlesztés mellékspecializáció (AUT)

1. A specializáció megnevezése: Mobilszoftver-fejlesztés mellékspecializáció
(*Mobile Software Development*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: AUT

4. Oktató tanszékek: AUT, HIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Forstner Bertalan, egyetemi docens (AUT)

6. A specializáció célkitűzése: A mellékspecializáció célja, hogy a hallgatókat megismertesse az általános mobilszoftverek tervezési és fejlesztési szempontjaival, a kurrens és jellemző technológiákkal, illetve a technológiából adódó kihívásokkal és a gyakorlatban leginkább bevált megoldásokkal. A hordozható számítástechnikából adódó kommunikációs, adatkezelési, adatbeviteli és adatmegjelenítési kihívások azonosítása után az aktuális és a közeljövőben várható megoldások vizsgálata és alkalmazása történik. A kurzusok alatt a hallgatók megismerik a hardver által jelentett korlátozásokra adott szoftveres válaszokat. Alapvető áttekintést és gyakorlatot szereznek a legfontosabb, illetve legelterjedtebb mobilplatformokra történő fejlesztésről. Hangsúlyt kap a különböző megközelítéssel történő multiplatform alkalmazások kialakítása, illetve a webes technológiákra épülő mobil szoftverek készítése. A mobil alkalmazásokra jellemző, hogy a felhasználói élmény meghatározó eleme az elkészült termék értékének, ezért a hallgatók külön előadások keretében foglalkoznak szoftverergonómiai kérdésekkel, valamint a felület igényes megvalósításának technológiájával. A laboratóriumi foglalkozások célja, hogy a hallgatók ipari minőségű gyakorlatot szerezzenek a különböző platformokra készített mobil projektek tervezésében, magas színvonalú megvalósításában, a tesztelés módszerességében, és így hosszútávon karbantartható szoftver termékeket legyenek képesek előállítani.

A specializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Mobilszoftver-platformok	BMEVIAUMA05
Számítógép-biztonság	BMEVIHIMA06
Mobilszoftver-rendszerek fejlesztése	BMEVIAUMB01
Mobilszoftver laboratórium	BMEVIAUMB02

Mobilszoftver-platformok

([BMEVIAUMA05](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy a hallgatókkal megismertesse a tipikus, mobilszoftvert alkalmazó rendszereket, és a szoftverek kialakításához szükséges, legelterjedtebb megközelítéseket és platformokat.

Rövid tematika: A tárgy két nagyobb részre osztható. Az első rész az egyes elterjedt platformokat és tervezési elveiket mutatja be (Android, iOS, Windows Phone). Az alapelveik megértésén túl a tárgy bemutatja a fejlesztési lehetőségeket az adott platformra, illetve összeveti az általuk használt irányelveket, módszereket. A gyakorlati órák során mindez kipróbálásra is kerül.

A második nagyobb rész a multiplatform mobilalkalmazás-fejlesztésbe vezet be. A C++ megoldások közül a Qt keretrendszere kerül bemutatásra, ennek mobil kiterjesztésével. A tárgy áttekinti a deklaratív (QML alapú) multiplatform alkalmazások készítését. Ezután a webes technológiákra építő, mobilweb alkalmazások építőelemeit ismerik meg a hallgatók. A klasszikus értelemben vett mobil weben túlmutatóan a tárgy megismerteti a webes technológiákra építő multiplatform rendszereket.

A tárgyat elvégző hallgató képes lesz a legelterjedtebb mobilplatformok közül a feladatnak megfelelőeket azonosítani, a platformokra szoftvert tervezni és megvalósítani. Ezen túlmenően képes lesz a multiplatform megoldások alkalmazhatóságát eldönteni, és multiplatform alkalmazást tervezni és készíteni.

Számítógép-biztonság

([BMEVIHIMA06](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a számítógépekhez kapcsolódó főbb biztonsági problémák ismertetése, és az azok megoldását szolgáló elvek és a gyakorlatban használt módszerek és eszközök bemutatása. Számítógép alatt különböző típusú számítástechnikai eszközöket értünk (pl. személyi számítógépeket, szervereket, mobil eszközöket, beágyazott számítógépeket, stb). A tárgy lefedi ezen eszközök fizikai és operációs rendszer szintű biztonságát, valamint az eszközökön futó alkalmazások biztonsági kérdéseit; foglalkozik a biztonságos szoftverfejlesztés módszereivel, és a rosszindulatú szoftverekkel (malware), valamint számítógép-biztonsági incidensek kezelésével.

Rövid tematika: Bevezetés és motiváció. Operációs rendszer szintű biztonság: felhasználóhitelesítés, jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Linux környezetben, kernel integritás, process izoláció, memória védelem. Vezérlésfolyam elleni támadások: kód injekció, return oriented programming (ROP), rendszerhívások hook-olása. Szoftverbiztonság: biztonság kritikus programozási hibák (buffer overflow, format string,...), szoftverek biztonsági elemzése és tesztelése, biztonságos szoftverfejlesztési módszertanok. Rosszindulatú szoftverek (malware): típusai, működésük, terjedési és rejtőzködési módszereik, szignatúra alapú és heurisztikus malware detekciós módszerek, malware incidensek kezelése, malware analízis. Browserek biztonsága: biztonsági veszélyek és beépített biztonsági mechanizmusok, beépülő modulok és egyéb helper objektumok veszélyei. Mobile platformok biztonsága: Android és iOS platformok biztonsági architektúrája, mobil malware-ek típusai, működésük. A virtualizáció biztonsági problémái: guest-to-guest és guest-to-host ill. guest-to-hypervisor támadások, transzparencia és a virtualizáció detekciója. Fizikai biztonság, bontás-ellenálló eszközök. Trusted Computing és TPM: a TPM felépítése, funkciói, kapcsolódó protokollok, alkalmazási területek, távoli kódellenőrzés.

Mobilszoftver-rendszerek fejlesztése

([BMEVIAUMB01](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a mobilszoftver-tervezés és fejlesztés általánosan érvényes irányelveinek bemutatása, valamint mérnöki szemlélet kialakítása a területen.

Rövid tematika: A tantárgy ismerteti a mobil eszközök korlátait, energiagazdálkodási kérdéseket, ezek szoftveres kezelését, valamint a hálózati kapcsolat rendelkezésre állásából fakadó kommunikációs és adatkezelési nehézségeket. Platform-független modellezési és tervezési technológiákat használva megismerhetők a tipikus kliens-szerver architektúra lehetőségei, illetve gyakorlatban bevált módszerei mobil környezetben. A kommunikációs protokollok tervezése és megvalósítása során bemutatásra kerül a push jellegű kommunikáció, valamint a szinkronizálási kérdések.

Általánosan használt kódkönyvtárakon keresztül bemutatásra kerül a 3rd party modulok illesztését és használatát, mobilfizetés és alkalmazáson belüli fizetés használatát, közösségi platformok integrációját. Ebből az irányból megközelítve mutatja be a tárgy a felhő-alapú megoldásokat, a backend-as-a-service szolgáltatások alkalmazását.

A hallgatók megismerkednek a különféle tesztelési lehetőségekkel, köztük az automatizált felhasználói-felület tesztelésével. A tárgy kitér a dokumentálás és különböző piacereken történő publikálás kérdéseire is.

A tárgyat elvégző hallgató képes lesz a mobilalkalmazások fejlesztése során a megfelelő eszköztárat kiválasztani és felhasználni. Szintén képes lesz a mobilalkalmazásokat és rendszereket különböző szempontok szerint értékelni és optimalizálni, illetve ilyen módon megtervezni (pl. energiahatékonyság, kommunikációs overhead). Ezen túl kompetenciát szerez a teljes fejlesztési ciklus lépéseinek tervezésében és végigvitelében.

Mobilszoftver laboratórium

([BMEVIAUMB02](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,AUT)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium célja a Mobilszoftver-platformok, illetve Mobilszoftver-fejlesztés tárgyakon tanultak személyes kipróbálása és alkalmazása.

Rövid tematika: A vezetett méréseken hét fő témakört körüljárva készülnek önálló alkalmazás-prototípusok a következő ismeretek elmélyítésére: Szoftverfejlesztés Android platformra, Szoftverfejlesztés iOS platformra, Szoftverfejlesztés Windows Phone platformra, Multiplatform mobilalkalmazás készítése Qt alapokon, Kliens-szerver architektúrába illeszkedő mobilalkalmazás kialakítása, Ergonomikus felhasználói felület tervezése és megvalósítása, Mobilalkalmazások tesztelése különböző szinteken.

VI.1.6 Számításelmélet mellékspecializáció (SZIT)

1. A specializáció megnevezése: Számításelmélet mellékspecializáció
(*Theory of Computation*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: SZIT

4. Oktató tanszékek: SZIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Katona Gyula, egyetemi docens (SZIT)

6. A specializáció célkitűzése: A holnap informatikájának egyik kulcskérdése az, hogy a számítógépek közelebb kerüljenek a különböző típusú felhasználóikhoz. A BME VIK mérnök-informatikus MSc képzés részét képező számításelméleti specializáció felsorakoztatja az ehhez szükséges új matematikai módszereket és az ezekre épülő technológiákat. Az algoritmustervezés területén új modellek (pl. kvantumszámítógépek) és új megközelítések (pl. paraméteres bonyolultság) születtek, de a hagyományos kérdéskörökben is erősebb algoritmusok készíthetők a gráfelmélet és a kombinatorikus optimalizálás újabb eredményeinek felhasználásával. A programozás területén megjelennek a logikai, funkcionális, ill. korlát (constraint) alapokon nyugvó, deklaratív programozási nyelvek. A hagyományos nyelvekhez képest egy deklaratív program sokkal tömörebb, magasabb szintű. Megfogalmazásában nem szükséges az algoritmus részleteit kidolgozni, sokszor elegendő a megoldandó cél eléréséhez szükséges feltételek (korlátok) leírása. Ebből következően a deklaratív programok implicit módon, azaz programozói beavatkozás nélkül párhuzamosíthatók, és így multiprocesszoros rendszereken való hatékony végrehajtásuk is biztosítható. A köznapi informatikában – pl. a Webes keresésben – is jelentkezik az az igény, hogy a számítógép ne csak szövegeket, betűsorozatokat lásson, hanem a mögöttük levő jelentést, szemantikát is kezelni tudja. Ehhez a szöveges adatokat metaadatokkal egészíthetjük ki, amelyek formálisan, gépi úton kezelhetők. A meta-adatok automatikusan is kinyerhetőek, matematikai statisztikai módszerekkel, illetve szövegelemzéssel. Emellett rendkívül fontos a szakterületi, illetve általános tudás formális megjelenítése ún. ontológiák formájában, valamint az ezeken való automatikus következtetés.

A specializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Algoritmusok és bonyolultságuk	BMEVISZMA00
Nagyméretű adathalmazok kezelése	BMEVISZMA01
Gráfok, hipergráfok és alkalmazásai	BMEVISZMB00
Nagyhatékonyságú deklaratív programozás laboratórium	BMEVISZMB01

Algoritmusok és bonyolultságuk

([BMEVISZMA00](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja az algoritmikus gondolkodás továbbfejlesztése. E célból a hallgatók betekintést kapnak a modern irányzatok némelyikébe: a több processzort használó alapvető párhuzamos és elosztott algoritmusokba, a problémák paraméteres bonyolultságának vizsgálatába, ill. a kvantumszámítógép matematikai modelljébe és alapvető algoritmikus technikáiba.

Rövid tematika: Geometriai algoritmusok (legközelebbi pontpár, konvex burok meghatározása). Alapvető párhuzamos algoritmusok (PRAM-ek, Brent-elv a gyorsításra). Elosztott algoritmusok hibátlan esetben, egyezsége jutás, ill. ennek lehetetlensége különböző típusú hibák esetén (vonalhiba, leállás, Bizánci típusú hiba). Interaktív bizonyítások, $IP=SPACE$. On-line algoritmusok. Paraméteres bonyolultság (korlátos mélységű keresőfák, a gráfminor tétel következményei, $W[1]$ -teljesség). A kvantumalgoritmusok alapjai.

Nagyméretű adathalmazok kezelése

([BMEVISZMA01](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy megismerteti a hallgatókat az adatbányászat elméletével, a legfontosabb algoritmusokkal, azok előnyeivel, hátrányaival és korlátaival. A hallgatók a laborgyakorlatok során megismernek több jelentősebb adatbányászati szoftvercsomagot és saját programozási feladatokat is teljesítenek.

Rövid tematika: A WEKA szoftver megismerése, függvénykönyvtárának alkalmazása. Előfeldolgozás, mintavételezés, dimenzió-csökkentés az adatbányászatban. Gyakori minták kinyerése. Asszociációs szabályok, függetlenség-vizsgálat. Osztályozás (döntési fák, legközelebbi szomszéd, Bayes hálók, svm, adaboost, kernel függvény). Klaszterezés (Kleinberg-féle lehetetlenség-elmélet, klasszikus klaszterezési célfüggvények és azok hibái, klaszterező algoritmusok típusai, partíciós-, hierarchikus-, sűrűségalapú algoritmusok). Nagyméretű gráfok kezelése, klaszterezése, különböző paramétereinek számítása, használata, ábrázolása.

Gráfok, hipergráfok és alkalmazásaik

([BMEVISZMB00](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy fő célja a hallgatók gráfelméleti ismereteinek bővítése, a hipergráfok elmélete néhány fontosabb eredményének bemutatása és ezáltal a diszkrét matematikai gondolkodás fejlesztése. Hangsúlyosan be kívánja mutatni a hipergráf fogalom különféle nézőpontjait (gráfok általánosításai, halmazrendszerek, az élek karakterisztikus vektorainak halmazai), megismertetni a különböző nézőpontok előnyeit és rutinszerűvé tenni a közöttük való átjárást.

Rövid tematika: Tutte tétel és Vizing tétel bizonyítása, stabil párosítások, Gale-Shapley tétel. Dinitz probléma, listaszínezés, listaszínezési sejtés, Galvin tétel, síkgráfok listaszínezése, Thomassen és Voigt tételei. Hipergráfok bevezetése, nézőpontok: gráfok általánosításai, halmazrendszerek, 0-1 sorozatok halmazai. Gráfelméleti eredmények általánosítása: Baranyai tétel, Ryser-sejtés. Nevezetes extrémális halmazelméleti eredmények: Sperner tétel, LYM egyenlőtlenség, Ahlswede-Zhang azonosság, Erdős-Ko-Rado tétel, Kruskal-Katona tétel. Ramsey tétele gráfokra és hipergráfokra, geometriai alkalmazások. Lineáris algebra alkalmazására példák: Páratlanváros tétel, Graham-Pollak tétel. További geometriai alkalmazások: Chvátal „art gallery” tétele, Borsuk sejtés Kahn-Kalai-Nilli féle cáfolata. Kombinatorikus optimalizálási feladatok poliéderes leírása, példák, perfekt gráfok politópos jellemzése.

Nagyhatékonyságú deklaratív programozás laboratórium

([BMEVISZMB01](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja a Deklaratív Programozás c. BSc tárgy keretében szerzett tudás elmélyítése, kiterjesztése a korlát-logikai programozás (constraint logic programming, CLP) területére. A CLP elméleti alapjainak, módszereinek és megvalósításainak megismertetése, a korlát-programozás gyakoroltatása.

Rövid tematika: A Prolog nyelv fejlettebb elemei, korutinkezelés. A korlát-logikai programozás elméleti alapjai. Valós és racionális tartományú CLP: nyelvi elemek, megvalósítás, példák. Boole-értékű CLP. Véges tartományú CLP: elméleti háttér; aritmetikai korlátok; logikai és tükrözött korlátok, kombinatorikus korlátok. Címkézés, felhasználói korlátok készítése indexikálisok és globális korlátok formájában. CLPFD nyomkövetés. CLPFD esettanulmányok: Modellezés, korlátok megválasztása, hatékony keresés. A CHR (Constraint Handling Rules) generikus korlát-programozási eszköz.

VI.1.7 Számítási felhők és párhuzamos rendszerek mellékspec. (IIT)

1. A specializáció megnevezése: Számítási felhők és párhuzamos rendszerek mellékspecializáció
(*Cloud and Parallel Computing*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus

3. Specializáció felelős tanszék: IIT

4. Oktató tanszékek: IIT

5. Specializációfelelős oktató: Dr. Szeberényi Imre, egyetemi docens (IIT)

6. A specializáció célkitűzése: A mellékspecializáció célja, hogy a hallgatókat megismertesse a felhőalapú informatikai rendszerek, valamint a párhuzamos számítási és feldolgozási rendszerek jellemző technológiáival, minőségi kritériumaival és tesztelési módszereivel, amelyek alkalmazása mind ipari, mind kutatási környezetben egyre elterjedtebb a teljesítmény és feldolgozási képesség növelése érdekében. Külön hangsúlyt fektet a specializáció a nagy feldolgozási képességű (HTC), és nagy teljesítményű (HPC) rendszerekre.

A párhuzamosítás gondolata már a 60-as években megjelent, mint a teljesítménynövelés egyik lehetséges eszköze. A technológiai háttér azonban csak a 80-as években alakult ki. Az ezredfordulótól pedig meghatározó tervezési paradigmává vált. A gyors technológiai fejlődésnek köszönhetően a többmagos processzorokra, valamint a különféle gyorsító processzorokra épülő rendszerek napi használatúak lettek. A *nagyteljesítményű párhuzamos feldolgozás*, valamint a *GPGPU alkalmazások* című tantárgyak a párhuzamosítás elméleti alapjaival, eszközkészletével, valamint a napi gyakorlatban jelentősen elterjedten általános célú processzorként használt grafikus processzorok felhasználásával ismertetik meg a hallgatókat. A virtualizáció alkalmazása a feldolgozási képesség növelésének eszközeként az utóbbi években terjedt el, habár virtualizáció gondolata is a 60-as évek eredménye. A *felhő alapú rendszerek* című tantárgy a felhő alapú rendszerek alapfogalmait, technológiai környezetét és felhasználási lehetőségét mutatja be.

A specializáció-tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Felhő alapú rendszerek	BMEVIIIIMA05
Nagyteljesítményű párhuzamos feldolgozás	BMEVIIIIMA06
GPGPU alkalmazások	BMEVIIIIMB01
Párhuzamos programozás laboratórium	BMEVIIIIMB02

Felhő alapú rendszerek

([BMEVIIIIMA05](#), 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a korszerű számítási felhők alapismereteire, megoldásaira és alkalmazásaira koncentrál. Az alapfogalmak tisztázásán túl bemutatja a jellemző telepítési és szolgáltatási modelleket, minőségi és biztonsági kritériumokat. A tárgy hallgatói megismerik a gyakorlatban alkalmazott virtualizációs technikákat és azokat az elterjedt szoftver megoldásokat, protokollokat, szabványokat és interfészeket, amelyek a korszerű felhő alapú szolgáltatások kialakításához a gyakorlatban felhasználhatók. Megismerkednek továbbá a felhő alapú informatikai rendszerek tervezésének, fejlesztésének, üzemeltetésének, és minőségellenőrzésének módszereivel és eszközeivel.

Rövid tematika:

Virtualizáció szerepe, megoldásai, hibatűrés, biztonság. Felhő alapú rendszerek osztályozása szolgáltatási szint és telepítési modell szerint, (NIST definíciók és modellek). Technológiai háttér. Tervezési és termékválasztási szempontok, gyakorlati megoldások. Elterjedten használt felhő infrastruktúra menedzsment és virtualizációs megoldások elemei (OpenNebula, OpenStack, vSphere, Hype-v, Xen, KVM). Elterjedt SaaS, PaaS és IaaS üzleti szolgáltatások (Amazon, MS Azure, Google AppEngine, Heroku, OpenShift). Biztonsági kérdések. Üzemeltetési feladatok, megfontolások.

Nagyteljesítményű párhuzamos feldolgozás

([BMEVIIIMA06](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az igen nagy számításigényű és vagy feldolgozási szükségletű mérnöki és kutatási feladatok megoldását biztosító szuperszámítógépek architektúra-osztályait, működtetésükhöz és alkalmazásukhoz szükséges szoftver komponenseket és programozási nyelveket mutatja be. A tárgy hallgatói megismerkedhetnek azokkal a hálózati megoldásokkal, amelyek a legnagyobb teljesítményű gépekben (TOP500) is alkalmaznak. Megismerkedhetnek továbbá a különféle gyorsító processzorokkal és tároló megoldásokkal. Fontos célja a tárgynak, hogy átfogó képet adjon ezen rendszerek használatával, programozásával, minőségi ellenőrzésével és üzemeltetésével kapcsolatban is.

Rövid tematika: Párhuzamos architektúrák alapfogalmai. Ideális párhuzamos számítógép. taszk/csatorna modell és az üzenetküldés elvén alapuló megoldások. PRAM modell. Valós, a piacon elérhető architektúrák (MPP, SMP, CLuster) jellemzői és eszközei. Programozási nyelvek, környezetek (Linda, PVM, MPI, OpenMP). Ütemezők és elosztott fájlrendszerek.

GPGPU alkalmazások

([BMEVIIIIMB01](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A specializáció harmadik tárgya a „GPGPU alkalmazások” c. tárgy, amely a grafikai kártyákban rejlő számítási teljesítmények általános célú felhasználását mutatja be a GPU-k általánosított modelljén keresztül: OpenCL, CUDA, Phi. Kitér a hordozható programok fejlesztésének módszereire is (template metaprogramming)..

Rövid tematika: A GPU felépítésének és működésének áttekintése az általános célú programozhatóság szempontjából. Bevezetés az OpenCL framework használatába, az OpenCL virtuális gép platform, memória és program modelljén keresztül. OpenCL C nyelv és a hozzá kapcsolódó host oldali interface bemutatása. Nagyméretű adathalmazokon végzett műveletek GPGPU támogatása: vektor feldolgozás, szóró és gyűjtő algoritmusok. Alapvető párhuzamos primitívek megvalósításának kérdései OpenCL környezetben: map, amplify, reduce, histogram, scan, compact. Párhuzamos rendező algoritmusok: brick sort, radix sort, merge sort. Gráfok szélességi bejárása és alkalmazásai. Párhuzamos hash alapú algoritmusok. A GPGPU algoritmusok optimalizációs kérdései: elméleti és gyakorlati metrikák, algoritmikus optimalizációs lehetőségek.

Párhuzamos programozás laboratórium

([BMEVIIIIMB02](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatók a gyakorlatban megismerkedhetnek a felhő alapú rendszerek és a hozzá kapcsolódó fejlesztő- és teszteszközök használatával, valamint konkrét feladatokon keresztül elsajátíthatják a párhuzamos programozás lépéseit, módszereit. Megismerhetik továbbá a hagyományos informatikai alkalmazások felhőbe történő migrálásának kritériumait és lépéseit. A hallgatók a laborfeladatok nagy részét a CIRCLE rendszer segítségével biztosított felhő környezetben oldják meg.

Rövid tematika:

Párhuzamos programok és paraméter scan alkalmazások. Párhuzamos programok szálakkal. Párhuzamos programok MPI és OpenMP környezetben. Párhuzamos programok tesztelése. CUDA és OpenCL segítségével készített programok. Matematikai könyvtárak (MKL, LAPACK, BLAS). Mini projektek a felhőben. Tesztelési eszközök.

VI.2 Projektantárgyak

A mesterképzés keretein belül a hallgatók ún. projektantárgyakat vesznek fel, melyek az általuk választott fő-, vagy mellékspecializációhoz kapcsolódik. Ezek a tantárgyak rendre az első szemesztertől kezdődően az Önálló laboratórium 1, Önálló laboratórium 2, Szakmai gyakorlat (kritérium tantárgy), majd a Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva). A projektantárgyakat a hallgatók kizárólag valamelyik specializációra való besorolásukat követően vehetik fel, a felvétel szabályait részletesen az MSc specializációválasztási szabályzat tartalmazza.

Önálló laboratórium 1

(0. vagy 1. szemeszter, 0/0/3/f/5 kredit)

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUML00	Önálló laboratórium 1	AUT
BMEVIEEML00	Önálló laboratórium 1	EET
BMEVIETML00	Önálló laboratórium 1	ETT
BMEVIHIML00	Önálló laboratórium 1	HIT
BMEVIHVML00	Önálló laboratórium 1	HVT
BMEVIIIIML00	Önálló laboratórium 1	IIT
BMEVIMIML00	Önálló laboratórium 1	MIT
BMEVISZML00	Önálló laboratórium 1	SZIT
BMEVITMML00	Önálló laboratórium 1	TMIT
BMEVIVEML00	Önálló laboratórium 1	VET

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Önálló laboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.

Az első félév programja a téma kiválasztása, a feladat részletes specifikálása, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

Rövid tematika: Az oktatási időszak első hetében (a regisztrációs hetet követően) a hallgatók jelentkeznek a meghirdetett konkrét témákra, vagy témacsoportokra, a leendő konzulenssel egyeztetve a feladatot. Célszerű a téma kiválasztása ügyében a tanszéket a félévet megelőző vizsgaidőszakban felkeresni, amennyiben ez lehetséges.

A félév elején a hallgatók a konzulenssel közösen elkészítik a feladatok kiírását és ütemezését. A feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.

A tantárgy első félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámoló konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.

Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenszt biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.

Az önálló laboratóriumi feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenzstól rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulenzs értékeli. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.

Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

Önálló laboratórium 2

(1. vagy 2. szemeszter, 0/0/3/f/5 kredit)

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUML01	Önálló laboratórium 2	AUT
BMEVIEEML01	Önálló laboratórium 2	EET
BMEVIETML01	Önálló laboratórium 2	ETT
BMEVIHIML01	Önálló laboratórium 2	HIT
BMEVIHVML01	Önálló laboratórium 2	HVT
BMEVIIIIML01	Önálló laboratórium 2	IIT
BMEVIMIML01	Önálló laboratórium 2	MIT
BMEVISZML01	Önálló laboratórium 2	SZIT
BMEVITMML01	Önálló laboratórium 2	TMIT
BMEVIVEML01	Önálló laboratórium 2	VET

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Önálló laboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.

A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint az elkészült műszaki alkotás tesztelése és dokumentálása.

Rövid tematika: A tantárgy második félévében a hallgatók általában az első félévben elkezdett feladatot folytatják, a feladatkiírásnak megfelelően.

Az első oktatási héten, értékelve a feladat készültségi fokát, dönteni kell a feladat esetleges módosításáról úgy, hogy a feladat a félév végéig befejezhető legyen. A módosított feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.

A tantárgy második félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámolók konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.

Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenzst biztosít. A külső konzulenzs – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű, illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.

Az önálló laboratóriumi feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenzstól rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulenzs értékeli. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.

Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

Szakmai gyakorlat

(1.-4. szemeszter, 0/0/0/a/0 kredit)

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUMS00	Szakmai gyakorlat	AUT
BMEVIEEMS00	Szakmai gyakorlat	EET
BMEVIETMS00	Szakmai gyakorlat	ETT
BMEVIHIMS00	Szakmai gyakorlat	HIT
BMEVIHVMS00	Szakmai gyakorlat	HVT
BMEVIIIMS00	Szakmai gyakorlat	IIT
BMEVIMIMS00	Szakmai gyakorlat	MIT
BMEVISZMS00	Szakmai gyakorlat	SZIT
BMEVITMMS00	Szakmai gyakorlat	TMIT
BMEVIVEMS00	Szakmai gyakorlat	VET

A tantárgy célkitűzése: A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák az új villamos, elektronikus és számítástechnikai rendszerek, berendezések és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A legalább négy hetes szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.

Rövid tematika: Hat hét (harminc munkanap) kiméretű, az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlati munka. A lehetséges helyszínekről és időpontokról a szakmai gyakorlat lebonyolításra vonatkozó szabályzat rendelkezik.

A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt a tanszéki, vagy a vállalati konzulens felügyelete és irányítása mellett dolgoznak. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók.

A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A munkanapló hitelességét a szakmai gyakorlat végén a konzulens aláírásával igazolja.

A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul. A beszámolót a konzulens aláírásával igazolja, a munkáról rövid értékelést készít. A munkanaplót, a beszámolót és az értékelést arra a tanszékre kell benyújtani, amely a témát kiírta. A beadási határidőt a tanszéki szakmai gyakorlati felelős határozza meg, figyelembe véve az egyetemi munkarendet (pl. nyári leállás).

Diplomatervezés 1

(2. vagy 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit)

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUMT00	Diplomatervezés 1	AUT
BMEVIEEMT00	Diplomatervezés 1	EET
BMEVIETMT00	Diplomatervezés 1	ETT
BMEVIHIMT00	Diplomatervezés 1	HIT
BMEVIHVMT00	Diplomatervezés 1	HVT
BMEVIIIIMT00	Diplomatervezés 1	IIT
BMEVIMIMT00	Diplomatervezés 1	MIT
BMEVISZMT00	Diplomatervezés 1	SZIT
BMEVITMMT00	Diplomatervezés 1	TMIT
BMEVIVEMT00	Diplomatervezés 1	VET

A tantárgy célkitűzése: A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

Rövid tematika: A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható.

Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenszt biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.

A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulensztől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.

Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz.

Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek.

A félév végén a hallgató munkájáról írásos beszámolót készít és szekciójában előadást tart. Az írásos beszámolót a szóbeli beszámoló előtt 5 munkanappal korábban kell beadni. Terjedelme kb. 30 oldal. A

szorgalmi időszak végén, egyeztetett időpontban a hallgató legalább 10 perces előadásban, szekcióülésen számol be az általa végzett munkáról.

Az írásos beszámolót a kari diplomaterv portálra is fel kell tölteni.

Diplomatervezés 2

(3. vagy 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit)

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUMT01	Diplomatervezés 2	AUT
BMEVIEEMT01	Diplomatervezés 2	EET
BMEVIETMT01	Diplomatervezés 2	ETT
BMEVIHIMT01	Diplomatervezés 2	HIT
BMEVIHVMT01	Diplomatervezés 2	HVT
BMEVIIIIMT01	Diplomatervezés 2	IIT
BMEVIMIMT01	Diplomatervezés 2	MIT
BMEVISZMT01	Diplomatervezés 2	SZIT
BMEVITMMT01	Diplomatervezés 2	TMIT
BMEVIVEMT01	Diplomatervezés 2	VET

A tantárgy célkitűzése:

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

Rövid tematika: A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. A téma megváltoztatására csak akkor van lehetőség, ha a hallgató a második félévben a Diplomatervezés 1. tantárgyat javító célú tantárgyfelvétellel ismét felveszi. Ez esetben újra 30 kredit értékű feladatot kell kiírni.

Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenszt biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. Az engedélyt a tanszéknek a Diplomatervezés 1. tantárgy felvétele előtt meg kell szereznie.

A diplomaterv külföldön is készíthető. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulensztől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.

Diplomatervet magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelvén (angol, francia, német és orosz nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki konzulens ehhez hozzájárul.

Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat.

A diplomatervből a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek. A félévközi jegy megszerzésének a diplomaterv beadása nem feltétele. Az érdemjegyet a tanszéki konzulens javaslata alapján a tantárgyfelelős adja. A tantárgyat teljesíti a hallgató, ha a két félév során az előkészítő munkát elvégezte, és a diplomatervet ezután már várhatóan konzulensi segítség nélkül is el tudja készíteni. A diplomaterv beadásának határideje annak a szorgalmi időszaknak az utolsó napja, amelyhez tartozó záróvizsga-időszakban a hallgató diplomatervét meg kívánja védeni.

A diplomaterv beadhatóságát a tanszéki konzulens minősíti. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma esetén a külső konzulens ajánlást ad a beadhatóság minősítéséhez. A diplomaterv beadásának tartalmi feltétele: a diplomatervből be kell mutatni a feladatkiírásban megnevezett, összes önállóan kidolgozandó részfeladat megoldását. Ha egy részfeladat megoldása mégis ellehetetlenül, akkor kivételes esetben a diplomaterv tanszékvezetői engedéllyel beadható, de a részfeladatra vonatkozó alfejezetben deklarálni kell az ellehetetlenülés tényét, és meg kell adni az ellehetetlenülés okát. A diplomaterv formai követelményei: A diplomatervet 1 példányban írásban, egy kötetben, keménytáblás borítással, szükség esetén mellékletekkel, valamint 1 példányban elektronikus formában, az érvényes kari előírások szerint kell beadni.

Két vagy több hallgató közös témájú diplomatervét külön kötetben és külön elektronikus példányban kell elkészíteni.

A diplomaterv nyilvános, kivéve, ha a diplomaterv-témát a dékán titkosította. Ez utóbbi esetben a diplomaterv a sikeres záróvizsgát követő 3 év múlva válik nyilvánossá. A nyilvánosságra-hozatalról a kari diplomaterv portál kezelője gondoskodik. A diplomaterv elkészítésével, beadásával és megvédésével kapcsolatos tudnivalókról a tanszék a kiadáskor tájékoztatja a hallgatót.

A tantárgy sikeres elvégzése során elkészített diplomaterv érdemjegyet a záróvizsga bizottság állapítja meg.

VII. Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az **ajánlott** tantárgyakat tartalmazza. A **befogadott** tárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a **tiltott** tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.