

Záróvizsga tételsor

2017/2018-as tanévben vagy később beiratkozott Mérnök informatikus MSc szakos
hallgatók számára

Tematika

Módosítva: 2023. október 01.

I. Kötelező tárgycsoport

I.1. Folytonos és diszkrét idejű lineáris időinvariáns rendszerek: bemenet-kimenet és állapotter modellek. Mintavételezés. Állapot transzformációk, realizációk, realizációs tulajdonságok. Kanonikus formák.

- Folytonos és diszkrét idejű lineáris időinvariáns dinamikus rendszerek bemenet-kimenet és állapotter modellje.
- Ekvidisztáns mintavételezés.
- Állapot transzformációk, azok tulajdonságai, állapotter realizációk, realizációs tulajdonságok.
- Kanonikus formák, normálformák (irányíthatósági, megfigyelhetőségi, diagonális alak).

Ajánlott irodalom:

- Hango-Bokor-Szederkényi: Computer Controlled Systems (Egyetemi kiadó)

I.2. Folytonos idejű időinvariáns lineáris és nemlineáris rendszerek. Stabilitás fogalmak (BIBO és aszimptotikus) és stabilitási feltételek. Lyapunov tétel.

- Folytonos idejű időinvariáns lineáris és nemlineáris dinamikus rendszerek állapotter modellje.
- Stabilitás fogalmak (Bounded-Input-Bounded-Output és aszimptotikus stabilitás) és stabilitási feltételek, lineáris esetben, lokális stabilitás a nemlineáris esetben.
- Lyapunov függvény tulajdonságai, Lyapunov tétel kimondása.

Ajánlott irodalom:

- Hango-Bokor-Szederkényi: Computer Controlled Systems (Egyetemi kiadó)

I.3. Determinisztikus automaták: definíciók, kapcsolat a nyelvekkel I. Unáris és bináris műveletek automatákon.

- Determinisztikus véges automaták: definíciók, kapcsolat a nyelvekkel, automata által reprezentált nyelv.
- Automaták általánosítása, nemdeterminisztikus automata.
- Unáris és bináris műveletek automatákon, automaták szorzata és párhuzamos kompozíciója.

Ajánlott irodalom:

- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Springer
- Előadás diasorozat - tantárgy honlapja: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

I.4. Diszkrét eseményű rendszerek, mint nemlineáris diszkrét idejű rendszerek. Az automaták formális modellje, mint nemlineáris diszkrét idejű rendszer állapotter modellje. Diszkrét eseményű rendszerek Petri háló formájú leírása, kapcsolat az automata modellekkel.

- Diszkrét eseményű rendszerek, mint nemlineáris diszkrét idejű rendszerek, megfelelő jelek, és függvények megfeleltetése egymásnak.
- Az automaták formális modellje, mint nemlineáris diszkrét idejű rendszer állapotter modellje.
- Diszkrét eseményű rendszerek Petri háló formájú leírása, kapcsolat az automata modellekkel.

Ajánlott irodalom:

- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Springer
- Előadás diasorozat - tantárgy honlapja: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

I.5. Automaták megfigyelhetősége és nem-determinizmusa. Megfigyelő automata. Diagnosztizálhatóság, diagnózer automata. Időzített automaták.

- Automaták megfigyelhetősége és nem-determinizmusa.
- Megfigyelő automata, adott determinisztikus automatához tartozó nemdeterminisztikus (megfigyelő) automata konstruálása algoritmikusan.
- Diagnosztizálhatóság, diagnózer automata.
- Időzített automaták.

Ajánlott irodalom:

- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Springer
- Előadás diasorozat - tantárgy honlapja: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

I.6. Rekurzív függvények. Primitív rekurzív függvények, primitív rekurzív relációk, primitív rekurzió korlátai.

- Témakörök: elemi függvények (zéró függvény, azonosság függvény, rákövetkező függvény),
- műveletek függvényekre (kompozíció, rekurzió, minimalizálás),
- primitív rekurzív függvények,
- μ -rekurzív függvények,
- függvények megvalósítása (plus(m, n), mult(m, n), exp(m, n), pred(m), $m \sim n$, isZero(m), sgn(m), greater-than-or-equal(m, n), less-than(m, n), equals(m, n)),
- egy függvény μ -rekurzív \leftrightarrow Turing kiszámítható.

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Literature: Harry R. Lewis, Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Inc., 1998. (second edition), 4.7. fejezet

I.7. Turing gépek. Turing gépek, Turing gépek konstruálása, Turing gépek változatai.

- Témakörök: Turing gép definíciója,
- Turing gép vs. veremautomata,
- végállapot vs. megállási állapot,
- Turing gép kimenete, elemi machine schema-k, a másoló gép, machine schema felírása Turing gépként,
- shiftelő gép, $anbncn - t$ eldöntő gép, két irányban végtelen szalagos gép, több szalagos gép, több fejes gép, több dimenziós szalag, random access TM, nem-determinisztikus TM.

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Literature: Harry R. Lewis, Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Inc., 1998. (second edition), 4.1-4.5. fejezet

I.8. Turing kiszámíthatóság. Turing kiszámíthatóság, Rekurzívan felsorolható nyelvek, Eldönthetlenség.

- Témakörök: Turing kiszámíthatóság fogalma, karakterisztikus függvény,
- Turing elfogadható és -eldönthető nyelvek, Turing elfogadható és -eldönthető nyelvek kapcsolata,
- Church Turing tézis, megállási probléma, csempézési feladat, egyéb megoldhatatlan feladatok.

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Literature: Harry R. Lewis, Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Inc., 1998. (second edition), 4.6., 5.1-5.4 fejezet

I.9. Szerver oldali üzleti logika megvalósítása relációs adatbázisokon

- Szerver oldali tárolt eljárások, függvények, DML triggerek típusai, technológiája és az üzleti logika megvalósításában játszott szerepe
- Tranzakciókkal szemben támasztott követelmények, a tranzakcionális támogatás technológiája OLTP adatbázisokban, tranzakciók programozott indítása, kezelése, hibakezelés
- Jobok fogalma és alkalmazása üzleti folyamatok támogatására
- Esettanulmány laza csatolás megvalósítására (példa)

Ajánlott forrásanyagok:

- DML Triggers <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/triggers/dml-triggers?view=sql-server-ver15>
- Stored Procedures <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/stored-procedures/stored-procedures-database-engine?view=sql-server-ver15>
- User-Defined Functions <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/user-defined-functions/user-defined-functions?view=sql-server-ver15>
- SQL Server Transaction Log Architecture and Management Guide <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/sql-server-transaction-log-architecture-and-management-guide?view=sql-server-ver15>

- Create a job <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/agent/create-a-job?view=sql-server-ver15>

I.10. Adatbázis-replikációs technológiák

- A replikáció célja, az alapvető replikációs metafora
- A replikációs architektúra fő szereplői
- A replikáció típusai és ezek jellemzése, alkalmazási területe MS SQL Server technológiában
- A replikációt megvalósító szoftver komponensek (ágensek) szerepe a különböző típusú replikációk esetén külön-külön
- Replikáció alkalmazása üzleti folyamatok támogatására
- A log shipping architektúrája és alkalmazási területei

Ajánlott források:

- Log Shipping and Replication concepts <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/database-engine/log-shipping/log-shipping-and-replication-sql-server?view=sql-server-ver15>
- Replication tutorials <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/replication/replication-tutorials?view=sql-server-ver15>
- SQL Server Replication <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/replication/sql-server-replication?view=sql-server-ver15>
- Implement log shipping <https://www.microsoftpressstore.com/articles/article.aspx?p=2832586&seqNum=3>

I.11. Felhő adatbázis technológiák

- Felhő alapú adatbázis technológiák áttekintése: a felhő alapú adattárolás specifikus adatvédelmi, adminisztrációs, és teljesítménnyel kapcsolatos kihívásai
- Relációs OLTP adatbázisok migrálása tipikus felhő adatbázis technológiákba
- Felhő adatbázisokban használt adatmodellezési technikák
- Felhő alapú adatbázisok adminisztrációja
- Felhő-szolgáltatások összekötése adatbázisokkal, egy tipikus példa (esettanulmány) elemzése kapcsán

Ajánlott források:

- Cloud-Based Database Workloads: An Introduction <https://cloud.netapp.com/blog/cloud-based-database-challenges-and-advantages>
- Relational vs NoSQL and RDBMS to NoSQL Migration <https://dzone.com/articles/relational-vs-nosql-databases-and-rdbms-db-to-nosq>
- GCP Database migration <https://cloud.google.com/solutions/database-migration/technical-resources>
- GCP Firestore database administration <https://firebase.google.com/docs/database/admin/start>
- Choose a Database: Cloud Firestore or Realtime Database <https://firebase.google.com/docs/database/rtdb-vs-firestore>

II. Választható tárgycsoportok

II.1. Szoftverrendszerek tárgycsoport

II.1.1. Ismertesse a különböző szintű cloud környezetek (IAAS, PAAS, SAAS, stb) jellemzőit, felhasználási területeit, komponenseit! Egy választott cloud szolgáltató (pl. Google, Amazon, Microsoft) technológiáin keresztül mutassa be ezek egymásra épülését!

- A különböző felhő szolgáltatás rétegek definíciója, jellemzői és szerepei
- A felhő szolgáltatás rétegek (pl. IAAS, PAAS, SAAS, stb.), ezek definíciója, a különböző rétegek szerepe, legfontosabb alkotóelemei, az elvárt felhasználói közreműködés az egyes rétegekben és a különböző szolgáltatás rétegek tipikus felhasználási területei.
- Egy választott felhő szolgáltató példáján keresztül mutasd be az elérhető rétegeket és az ott használható szolgáltatásokat. Mutasd be ezek főbb funkcióit és működését!

Ajánlott irodalom a felkészüléshez

- Juhász Zoltán: Cloud Programming jegyzet (előkészületben)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online dokumentáció

II.1.2. Mutassa be a felhő alkalmazások programozásának legfontosabb lépéseit programozói szemszögből (adatátvitel, szerver oldali logika megvalósítása, skálázhatóság, adattárolás, biztonsági funkciók, hibakezelés, stb.). Milyen támogatást nyújtanak ezen feladatok megoldásához a felhő szolgáltatók?

- A felhő-alapú alkalmazás fejlesztés alapvető lépései
- Ismertesd a felhő alkalmazások fejlesztésének fő lépésit rendszer funkcionalitás szempontjából (pl. adatátvitel, szerver oldali üzleti logika, adattárolás, skálázhatóság, hibatűrés, stb.).
- Milyen támogatást kapnak a fejlesztők a főbb felhő szolgáltatóktól e funkciók megvalósítására és milyen formában?

Ajánlott irodalom a felkészüléshez

- Juhász Zoltán: Cloud Programming jegyzet (előkészületben)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online dokumentáció

II.1.3. Mutassa be a stream adatfeldolgozás alapelvét, indokolja meg szükségességét és ismertesse legalább egy stream adatfeldolgozási szoftver keretrendszer legfontosabb funkcióit.

- A stream-alapú adatfeldolgozás alapjai és alkalmazása
- A stream-alapú adatfeldolgozás alapkoncepciója, előnyei és hátrányai az erőforrás használat, alkalmazási megkötések és kód komplexitás szempontjából.
- Ismertess néhány felhasználási esetet, ahol a stream feldolgozás alkalmazása előnyös, illetve hogy milyen módon javítja az alkalmazás működését, teljesítményét!
- Mutass be egy stream feldolgozó felhő-alapú szoftver keretrendszert és értékelj ki a főbb funkcióit, tulajdonságait!

Ajánlott irodalom a felkészüléshez

- Juhász Zoltán: Cloud Programming jegyzet (előkészületben)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online dokumentáció

II.1.4. Hasonlítsa össze az alábbi technológiákat a felhő programozással: szolgáltatás-orientált rendszerek, grid számítási rendszerek, peer-to-peer számítási rendszerek, web szolgáltatások, üzenetküldéses elosztott rendszerek. Melyik milyen mértékben jelenik meg a felhő technológia rendszerekben és miért?

- A felhő programozás kapcsolata különböző elterjedt, ismert elosztott programozási metodikákkal.
- Hasonlítsd össze az alábbi technológiákat a felhő programozással: szolgáltatás-orientált programozás, grid számítási rendszerek, peer-to-peer rendszerek, web szolgáltatások, üzenetküldés-alapú elosztott programozás.
- Melyik mennyire és miben hasonlít a mai felhő programozási módszerekre és milyen formában jelennek meg a felhő rendszerekben (ha megjelennek)?

Ajánlott irodalom a felkészüléshez

- Juhász Zoltán: Cloud Programming jegyzet (előkészületben)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online dokumentáció

II.1.5. Informatikai rendszerek fenyegetettségei: fizikai, logikai és humán biztonság

- Fizikai fenyegetések (adatvesztés, adatlopás, adatszivárgás selejtezés, megsemmisítés)
- Megelőzés módszerei (adatmentés, végpontok védelme, biztonsági események bejelentése, kivizsgálása, elhárítása)
- Fizikai védelem (beléptetés, zárt helyiségek, őrség)
- Logikai fenyegetések (kártévők, szolgáltatás-megtagadás, (DoS, DDoS, jogosulatlan hozzáférés)
- Logikai védelem főbb elemei (tűzfalak, IDS/IPS rendszerek, jogosultságkezelés)
- Felhasználói fenyegetések (ismeretek hiánya, megtévesztéses támadások)
- Felhasználók védelme (biztonságtudatosítás, felelőségek szétválasztása, minimális jogosultság elve)

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Charles J. Brooks, Cristopher Grow, Philip Craig, Donals Short: Cybersecurity Essentials, Sybex 2018, ISBN: 978-1119362395
- Vassányi István, Dávid Ákos, Smidla József, Süle Zoltán: Információs rendszerek biztonságtechnikája (elektronikus jegyzet)
- IT biztonság közérthetően, NJSZT, 2019 (https://njszt.hu/hu/form/tananyag-letoltese?tananyag=konyv_it_biztonsag_2019)

II.1.6. Üzletmenet folytonosság tervezése: folyamatfelmérés, tervezés, stratégia és akcióterv kidolgozása

- Működési folyamatok feltérképezése
- IT rendszer- és szolgáltatáskatalógus, adatvagyon leltár
- Működési folyamatok kiesésének hatásvizsgálata (BIA)
- Kritikus folyamatokat veszélyeztető kockázatok elemzése
- Üzletmenet-folytonossági stratégia és keretszabályzat
- Aktiválási kézikönyvek
- Cselekvési tervek

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Charles J. Brooks, Cristopher Grow, Philip Craig, Donals Short: Cybersecurity Essentials, Sybex 2018, ISBN: 978-1119362395
- Vassányi István, Dávid Ákos, Smidla József, Süle Zoltán: Információs rendszerek biztonságtechnikája (elektronikus jegyzet)
- IT biztonság közérthetően, NJSZT, 2019 (https://njszt.hu/hu/form/tananyag-letoltese?tananyag=konyv_it_biztonsag_2019)

II.1.7. Informatikai biztonsági szabályozás: adatbiztonság és adatvédelem, OCP, DRP, BCP

- Információs kockázatkezelés és megfelelés az előírásoknak
- Biztonsági szabályozási és kontroll rendszer
- Biztonsági monitoring, incidenskezelés
- Adatgazdai szerep, adatok biztonsági osztályozása
- IT audit és tanácsadás
- CMM érettségi szintek
- Tájékoztatás, belső szervezeti kultúra fejlesztése
- BCP, DRP és OCP fogalma, szerepe és egymáshoz való viszonya

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Charles J. Brooks, Cristopher Grow, Philip Craig, Donals Short: Cybersecurity Essentials, Sybex 2018, ISBN: 978-1119362395
- Vassányi István, Dávid Ákos, Smidla József, Süle Zoltán: Információs rendszerek biztonságtechnikája (elektronikus jegyzet)
- IT biztonság közérthetően, NJSZT, 2019 (https://njszt.hu/hu/form/tananyag-letoltese?tananyag=konyv_it_biztonsag_2019)

II.1.8. Üzleti folyamat modellezés (BPM): BPMN 2.0 rendszerben ismertesse folyamatok, szerepkörök és közöttük felmerülő interakciók leírását.

- Szerepkörök láthatóvá tétele, elkülönítése, medencék és sávok használata.
- Folyamatlépések közötti interakciók, szekvenciák, átjárók.
- Folyamatok közötti interakciók, üzenetek.
- Üzenet-, időzítő-, hiba- és eszkaláció-események.

Ajánlott forrásanyagok:

- Tankönyvtár: Budai Imre – System Analysis and System Design. <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/2846>
- Alan Dennis, Barbara Haley Wixom, Roberta M. Roth: Systems Analysis and Design, 6th Edition, Wiley, 2015. ISBN-10: 1118897846, ISBN-13: 978-1118897843
- Scott Tilley, Harry J. Rosenblatt: Systems Analysis and Design (Shelly Cashman Series) 11th Edition, Course Technology, 2016. ISBN-10: 1305494601, ISBN-13: 978-1305494602

II.1.9. Lexikai elemzés: reguláris nyelvek megadása és elfogadása véges automatákkal

- Reguláris nyelvek megadása: reguláris kifejezés definíciója, reguláris definíció megadása, reguláris nyelvtan fogalma, szemléltető példák
- Reguláris nyelvek elfogadása: nem-determinisztikus véges állapotú automata definíciója, determinisztikus véges állapotú automata definíciója, lépések felsorolása mellyel reguláris kifejezésekhez nemdeterminisztikus véges automata készíthető, lépések felsorolása mellyel nemdeterminisztikus véges automatához vele ekvivalens determinisztikus véges automata készíthető

Ajánlott forrásanyagok:

- A Fordítóprogramok tárgy elektronikus segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=3847>
- Ésik Zoltán: A számítástudomány alapjai: 1. Fejezet (Véges automaták és reguláris nyelvek) <https://tananyagfejlesztes.mik.uni-pannon.hu/index.php/component/phocadownload/category/7-szamitastudomany?download=50:a-szamitastudomany-alapjai>
- Kása Zoltán: Formális nyelvek és fordítóprogramok, 9. Fejezet (Lexikális elemzés) <https://ms.sapientia.ro/~kasa/f09.pdf>
- Stephen Chong: Compilers, Lecture 3: Lexical Analysis, <https://www.seas.harvard.edu/courses/cs153/2018fa/lectures/Lec03-Lexing.pdf>

II.1.10. Szintaktikai elemzés: környezetfüggetlen nyelvek megadása és elfogadása verem automatával

- Környezetfüggetlen nyelvek megadása: Környezetfüggetlen nyelvtan definíciója, szemléltető példa
- Környezetfüggetlen nyelvek elfogadása verem automatával: nemdeterminisztikus veremautomata, nemdeterminisztikus veremautomata készítése környezetfüggetlen nyelvtanhoz (példa), LL(k) nyelvek fogalma, LL(k) levezetési táblázat bemutatása egy példán

Ajánlott forrásanyagok:

- A Fordítóprogramok tárgy elektronikus segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=3847>
- Ésik Zoltán: A számítástudomány alapjai: 2. fejezet (Környezetfüggetlen nyelvek és veremautomaták) <https://tananyagfejlesztes.mik.uni-pannon.hu/index.php/component/phocadownload/category/7-szamitastudomany?download=50:a-szamitastudomany-alapjai>
- Gyimóthy Tibor, Havasi Ferenc, Kiss Ákos: Fordítóprogramok, 2. Fejezet (A fordítóprogramok alapjai), https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0008_gyimothy_havasi_kiss/Gyimothy_Havasi_Kiss_Ford_prog_7_7.html
- Kása Zoltán: Formális nyelvek és fordítóprogramok, 10. Fejezet (Szintaktikai elemzés), <https://ms.sapientia.ro/~kasa/f10.pdf>
- Stephen Chong: Compilers, Lecture 5: LL Parsing, <https://www.seas.harvard.edu/courses/cs153/2018fa/lectures/Lec05-LL-Parsing.pdf>

II.2. Számítógép hálózatok tárgycsoport

II.2.1. Útválasztási alapfogalmak: statikus és dinamikus irányítóprotokollok szerepe, konvergencia, útvonalösszegzés, VPN, IPsec, RIP, RIPv2, RIPng, irányítóprotokollok autentikációja

- statikus és dinamikus irányítóprotokollok szerepe,
- konvergencia, útvonalösszegzés,
- VPN, IPsec, RIP, RIPv2, RIPng, irányítóprotokollok autentikációja

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.2. EIGRP: alapvető működés, topológia-tábla, a legjobb útvonal kiválasztása, metrika, stub irányítás, szimmetrikus és aszimmetrikus terheléelosztás, EIGRP for IPv6

- alapvető működés,
- topológia-tábla,
- a legjobb útvonal kiválasztása, metrika, stub irányítás,
- szimmetrikus és aszimmetrikus terheléelosztás,
- EIGRP for IPv6

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.3. OSPF: Az OSPF hierarchikus felépítése és alapvető működése, üzenettípusok, DR/BDR választás, passzív interfészek, ABR/ASBR útválasztók, virtuális linkek, stub és totallystubby területek, OSPFv3

- Az OSPF hierarchikus felépítése és alapvető működése, üzenettípusok,
- DR/BDR választás, passzív interfészek,
- ABR/ASBR útválasztók, virtuális linkek, stub és totallystubby területek,
- OSPFv3

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>

- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.4. BGP: Alapfogalmak és alapvető működés, autonóm rendszerek közötti útválasztás, BGP útvonalvektor, BGP táblák és üzenettípusok, mikor érdemes ill. nem érdemes használni, szomszédsági viszonyok, eBGP és iBGP, az útválasztás menete, attribútumok (Next-Hop, Local-Preference, MED, Weight), BGP szűrés

- Alapfogalmak és alapvető működés, autonóm rendszerek közötti útválasztás,
- BGP útvonalvektor,
- BGP táblák és üzenettípusok, mikor érdemes ill. nem érdemes használni, szomszédsági viszonyok,
- eBGP és iBGP, az útválasztás menete, attribútumok (Next-Hop, Local-Preference, MED, Weight),
- BGP szűrés

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.5. SpanningTree: szabványok, alapvető működés, BPDU, RootBridge választás, PVST+, RSTP, PortFast, BPDU és RootGuard, MST

- szabványok, alapvető működés,
- BPDU, RootBridge választás,
- PVST+, RSTP, PortFast,
- BPDU és RootGuard,
- MST

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.6. VLAN-ok: end-to-end és local összehasonlítása, natív VLAN szerepe, trónkkapcsolatok, DTP, VTP, VLAN-ok közötti útválasztás, SVI, EtherChannel

- end-to-end és local összehasonlítása,
- natív VLAN szerepe, trónkkapcsolatok,
- DTP, VTP, VLAN-ok közötti útválasztás,
- SVI, EtherChannel

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Richard Froom, Erum Frahim: Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-664-1, ISBN-13: 978-1-58720-664-1
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.7. Magas rendelkezésre állás:

- FHRP,
- HSRP,
- VRRP,
- GLBP

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Richard Froom, Erum Frahim: Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-664-1, ISBN-13: 978-1-58720-664-1
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.8. Kapcsolt hálózatok biztonsága:

- RADIUS, TACACS+, sebezhetőségek,
- MAC elárasztásos támadások,
- Port Security,
- StormControl,
- DHCP és ARP Spoofing,
- IP SourceGuard, VLAN hopping,
- PVLAN

Ajánlott irodalom:

- A tárgy oktatási segédanyagai a Moodle rendszerben: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Richard Froom, Erum Frahim: Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-664-1, ISBN-13: 978-1-58720-664-1
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Számítógép-hálózatok, Panem 2013, ISBN: 9789635455294

II.2.9. Üzenetküldő rendszerek: üzenetküldő csatornák, üzenetek, csővezetékek és szűrők, üzenetek irányítása, üzenet-fordítás, az üzenetváltás végpontjai

- Az üzenetküldő rendszerek felépítése és elemei, a laza csatolás jelentősége, szemléltető példák
- Az üzenetküldő csatornák típusai és jellemzői
- Az üzenetek lehetséges típusai és azok tulajdonságai
- A csővezetékek fogalma és alkalmazása
- Az üzenetek irányítása, a routerek fajtái és jellemzői

- Az üzenet-fordítás szintjei gyakorlati példákkal
- Az üzenetváltás végpontjainak jellemzői és illesztése az üzenetküldő csatornához

Ajánlott forrásanyagok:

- A Nagyvállalati rendszerintegráció tárgy elektronikus segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=3633>
- Tibor Dulai: Enterprise Integration Patterns (slides) <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/2886>
- Enterprise integration patterns, Home page <https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>
- Gregor Hohpe, Bobby Woolf: Enterprise Integration Patterns – Designing, Building and Deploying Messaging Solutions, Addison Wesley, 2003, ISBN 0321200683

II.2.10. Üzenetküldő csatornák: kétpontos csatorna, feliratkozási csatorna, adattípus csatorna, érvénytelen üzenet csatorna, garantált kézbesítés, csatorna-adapter

- A kétpontos csatornák jellemzői, gyakorlati példák az alkalmazásukra
- A feliratkozási csatornák tulajdonságai és alkalmazásuk előnyei/hátrányai
- Az adattípus csatornák jelentősége
- Az érvénytelen üzenet csatorna szerepe
- A garantált kézbesítés megoldási módja
- A csatorna-adapterek típusai és jellemzői
- Egy összetett példa lazán csatolt üzenetküldő rendszerre a különböző csatornatípusokkal

Ajánlott forrásanyagok:

- A Nagyvállalati rendszerintegráció tárgy elektronikus segédanyagai: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=3633>
- Tibor Dulai: Enterprise Integration Patterns (slides) <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/2886>
- Enterprise integration patterns, Home page <https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>
- Gregor Hohpe, Bobby Woolf: Enterprise Integration Patterns – Designing, Building and Deploying Messaging Solutions, Addison Wesley, 2003, ISBN 0321200683

II.3 Műszaki alkalmazások tárgycsoport

II.3.1. Jelek idő- és frekvenciatartománybeli reprezentációja. A Fourier sorok, Fourier transzformáció, Diszkrét idejű Fourier transzformáció (DTFT), Diszkrét Fourier transzformáció (DFT), Gyors Fourier transzformáció (FFT) és ezek tulajdonságai. A z-transzformáció és tulajdonságai.

- Jelek idő- és frekvenciatartománybeli reprezentációja – sorozatok, transzformációk.
- A Fourier sorok, Fourier transzformáció, Diszkrét idejű Fourier transzformáció, Diszkrét Fourier transzformáció, Gyors Fourier transzformáció és ezek fontosabb tulajdonságai.
- A z-transzformáció és tulajdonságai.

Ajánlott irodalom:

- Oppenheim,Schafer,Buck: Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall
- Orphanidis: Introduction to Signal Processing, Rutgers University, <http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/intro2sp>
- Moodle kurzus

II.3.2. Digitális szűrők. Véges (FIR) és végtelen (IIR) impulzusválaszú szűrők. IIR szűrőstruktúrák (direkt, kanonikus, kaszkád). FIR szűrők tervezési lehetőségei. Decimáló és interpoláló szűrők.

- Digitális szűrőkkel kapcsolatos alapfogalmak.
- Véges impulzusválaszú és végtelen impulzusválaszú szűrők alapvető tulajdonságaik.
- Végtelen impulzusválaszú szűrőstruktúrák (direkt, kanonikus, kaszkád).
- Véges impulzusválaszú szűrők tervezési lehetőségei.
- Decimáló és interpoláló szűrők.

Ajánlott irodalom:

- Oppenheim,Schafer,Buck: Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall
- Orphanidis: Introduction to Signal Processing, Rutgers University, <http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/intro2sp>
- Moodle kurzus

II.3.3. A lyukkamera modell. A projektív kamera kalibrációja. A sztereó képalkotás.

- A lyukkamera geometriai modelljének vázlata.
- Homogén koordinátás geometriai képtranszformációk.
- Belső és külső kamera paraméterek; a világi koordináták átszámítása pixel koordinátákra; a kamera kalibráció szükséges lépései, kalibrációs minták szerepe, a lencse torzításai.
- Sztereó képalkotás: az epipoláris sík; pontmegfeleltetés; rektifikáció; mélységtérkép meghatározása.

Ajánlott irodalom:

- Kató, Czúni: Számítógépes látás, 1-3. Fejezet
- Richard Szeliski: Computer Vision, Algorithms and Applications, Chapter 11.
- Előadás vázlatok: keplab.mik.uni-pannon.hu

II.3.4. A mozgás optikai leképezése. Az optikai áramlás meghatározásának alapvető módszerei.

- Változásdetekció, mozgásdetekció és mozgáselemzés fogalmai, mozgásmező és optikai folyam.
- Az intenzitás-megmaradás elve. Mozcásbecslés módszerei: blokk alapú, gradiens alapú, tulajdonságpont alapú módszerek.
- A mozgás leírása mozgó kamera esetén. Az apertúra probléma.

Ajánlott irodalom:

- Kató, Czúni: Számítógépes látás, II. Rész: Dinamikus látás
- Fortun, D., Bouthemy, P., & Kervrann, C. (2015). Optical flow modeling and computation: a survey. Computer Vision and Image Understanding, 134, 1-21.
- Előadás vázlatok: keplab.mik.uni-pannon.hu

II.3.5. A legkisebb négyzetes elvű paraméterbecslés és tulajdonságai. Statikus és dinamikus lineáris modellek legkisebb négyzetes paraméterbecslése. A becslés torzítatlansága és kovariancia mátrixa. A becslés kivitelezése: kísérlettervezés, mért adatok értékelése, a becslés minőségének értékelése.

- A legkisebb négyzetes elvű paraméterbecslés és tulajdonságai.
- Statikus és dinamikus lineáris modellek legkisebb négyzetes paraméterbecslése.
- A becslés torzítatlansága és kovariancia mátrixa.
- A becslés kivitelezése: kísérlettervezés, mért adatok értékelése, a becslés minőségének értékelése.

Ajánlott irodalom:

- Hango-Szederkényi: Dinamikus rendszerek paramétereinek becslése (Egyetemi kiadó)

II.3.6. Folytonos és diszkrét idejű lineáris időinvariáns rendszerek dinamikus analízise: stabilitás, megfigyelhetőség, irányíthatóság és elérhetőség fogalma és vizsgálata.

- Folytonos és diszkrét idejű lineáris időinvariáns dinamikus állapotér modelljének dinamikus tulajdonságai, irányíthatóság, elérhetőség, megfigyelhetőség, stabilitás.
- Állapottér realizációk, realizációs tulajdonságok.
- Kanonikus formák, normálformák (irányíthatósági, megfigyelhetőségi, diagonális alak).

Ajánlott irodalom:

- Hango-Bokor-Szederkényi: Computer Controlled Systems (Egyetemi kiadó)

II.3.7. A gépi tanulás: induktív tanulás, döntési fa alapú tanulás, neurális hálózatok a gépi tanulásban, hiba-visszaterjesztés, megerősítéses tanulás.

- A gépi tanulás: induktív tanulás, döntési fa alapú tanulás, döntési fa kifejezhetősége.
- Neurális hálózatok, perceptron, neurális hálózatok tanítása, hiba-visszaterjesztés, megerősítéses tanulás.

Ajánlott irodalom:

- Moodle kurzuson elérhető diasorok
- Stuart J. Russel –Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, <http://aima.cs.berkeley.edu/>

II.3.8. Petri hálók formális és grafikus leírása és működése. Petri háló modellek megoldása, az elérhetőségi gráf. Petri háló modellek dinamikus analízise: viselkedési és strukturális tulajdonságok.

- Petri hálók formális és grafikus leírása és működése.
- Petri háló modellek megoldása, az elérhetőségi gráf, az elérhetőségi gráf konstruálása.
- Petri háló modellek dinamikus analízise: viselkedési és strukturális tulajdonságok.

Ajánlott irodalom:

- Előadás diaszorozat - tantárgy honlapja: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

II.4 Egészségügyi informatika tárgycsoport

II.4.1. Ismertesse az EKG és EEG méréseknél fellépő hálózati zavarok létrejöttének lehetséges mechanizmusait és az ellenük való védekezés módszereit.

- Az erősítők zavar belépési pontjai
- Az elektromos és a mágneses zavarok esetének megkülönböztetése
- Az erősítők közös módusú jelelnyomása
- Negatív, illetve a pozitív visszacsatolás alkalmazása zavar elnyomására

Ajánlott forrásanyag:

- Kozmann György: Orvosi méréselmélet, 1. fejezet.
<https://tananyagfejlesztés.mik.uni-pannon.hu/index.php/component/phocadownload/category/5-muszaki-terulet?download=64:orvosi-mereselmélet>

II.4.2. Ismertesse a véráramlás mérésének eljárásait és ezek mérés technikai nehézségeit

- Indikátoros mérések elvei
- A bólusra adott válasz megismerésének elvi határa
- Invazív véráramlás mérési módszerek alkalmazhatósága
- Noninvazív véráramlás mérési módszerek alkalmazhatósága

Ajánlott forrásanyag:

- Kozmann György: Orvosi méréselmélet, 2. fejezet.
<https://tananyagfejlesztés.mik.uni-pannon.hu/index.php/component/phocadownload/category/5-muszaki-terulet?download=64:orvosi-mereselmélet>

II.4.3. Ismertesse az orvosi metszeti képek mérés technikájának lényegét és a mért adatokból végzett képrekonstrukció elvét.

- Számítógépes tomográfia (CT) esetén a mért adatok értelmezése
- A képrekonstrukció alapját képező „vetületek” meghatározása
- Egyváltozós Fourier-transzformáltak meghatározásának szükségessége Radon-transzformáción alapuló képrekonstrukció esetén

Ajánlott forrásanyag:

- Kozmann György: Orvosi méréselmélet, 8. fejezet.
<https://tananyagfejlesztés.mik.uni-pannon.hu/index.php/component/phocadownload/category/5-muszaki-terulet?download=64:orvosi-mereselmélet>

II.4.4. Milyen lényeges különbséget lát a CT, a PET és az MRI képalkotási módszerekben?

- Pozitron emissziós tomográf (PET)
- Nukleáris mágneses rezonancia (NMR) képalkotás
- A „vetületek” méréseinek különbözősége
- Alkalmasság bizonyos típusú tulajdonságok feltárására

Ajánlott forrásanyag:

- Kozmann György: Orvosi méréselmélet, 10-11. fejezetek.
<https://tananyagfejlesztes.mik.uni-pannon.hu/index.php/component/phocadownload/category/5-muszaki-terulet?download=64:orvosi-mereselmélet>

II.4.5. Korszerű technológiák egészségügyi adatok modellezésére és cseréjére

- Az egészségügyi adatok sajátosságai, az egészségügyi adatvédelmi törvény következményei a logikai adatbázis modell kialakítására
- Rekord-orientált és idősoros adatmodellek elve, alkalmazása, illusztrálása példákkal
- A kétszintű, archetípus alapú egészségügyi üzenő szabványok elve
- Az ISO 13606 és az MSZ22800 szabványok referencia információs modelljének vázlatos bemutatása
- Az ICD11 kódrendszer elve (példán bemutatva), megfeleltetése az ICD10 és a BNO10 kódrendszereknek, a kódkonverzió lépései

Ajánlott forrásanyagok:

- 1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700047.tv>
- Információbiztonság az egészségügyben
<http://real.mtak.hu/38380/1/650.2015.30196.pdf>
- The ISO 13606 standard <http://www.en13606.org/information.html>
- ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics <https://icd.who.int/browse11/l-m/en>
- Catalina Martínez Costa. Clinical data interoperability based on archetype transformation
<https://doi.org/10.1016/j.jbi.2011.05.006>

II.4.6. Egészségügyi adatok biztonsága és anonimitása, adatbázisok auditálása

- Az egészségügyi adatok sajátosságai, az egészségügyi adatvédelmi törvény következményei az adatbiztonság tervezésére nézve
- Az anonimizálás gyakorlati problémái, ezen a területen elfogadottan használt módszerek áttekintése
- Anonimizálási esettanulmány ismertetése
- Az MS SQL Server auditálási architektúrája, az auditálás célja, az audit definíciója és követése

Ajánlott forrásanyagok:

- Z. Alexin. Does fair anonymization exist?
<http://dx.doi.org/10.1080/13600869.2013.869909>
- Understanding the SQL Server Audit
<https://www.sqlshack.com/understanding-sql-server-audit/>
- SQL Server Audit (Database Engine) <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/auditing/sql-server-audit-database-engine?view=sql-server-ver15>
- SQL Server Audit Records <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/auditing/sql-server-audit-records?view=sql-server-ver15>

II.5. Ipari programozási technikák tárgycsoport

II.5.1. Adatok ipari rendszerekben

- Adatrepresentáció (adattípusok, adatrepresentácók)
- Adatelőkészítés (adatintegráció, adattisztítás, adattranszformáció, adatredukció, adatdiszkretizáció)

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diasorok
- Tan, P., Steinbach, M. and Kumar, V. (2014). Introduction to Data Mining: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited. ISBN: 1292038551, 9781292038551.
- Cielen, D. Meysman, A. and Ali, M. (2016). Introducing Data Science: Big Data, Machine Learning, and More, Using Python Tools. Manning. ISBN-10: 1633430030.

II.5.2. Feltáró adatelemzés (EDA)

- Leíró statisztikák (átlag, medián, kvantilisek, gyakoriság, módusz, eloszlás, ferdeség, lapultság)
- Vizualizáció (hisztogram, box plot, violin plot, pontdiagram, kontúr ábra, mátrix ábra, párhuzamos tengelyek, radar chart, treemap, csillag ábra, Chernoff arcok)

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diasorok
- Tan, P., Steinbach, M. and Kumar, V. (2014). Introduction to Data Mining: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited. ISBN: 1292038551, 9781292038551.
- Cielen, D. Meysman, A. and Ali, M. (2016). Introducing Data Science: Big Data, Machine Learning, and More, Using Python Tools. Manning. ISBN-10: 1633430030.

II.5.3. Összefüggőség, hasonlóság

- Összefüggésvizsgálat (változók kapcsolata, kapcsolat mérőszámai), korreláció-analízis, regresszió-analízis, rangkolerráció, kontingencia táblázat, χ^2 -próba
- Hasonlóság-különbözőség, intervallum-skálázott változók, bináris változók, nominális változók, rendezett típusú változók, arányskálázott változók, vegyes típusú változók, hasonlóságmértékek

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diasorok
- Tan, P., Steinbach, M. and Kumar, V. (2014). Introduction to Data Mining: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited. ISBN: 1292038551, 9781292038551.
- Cielen, D. Meysman, A. and Ali, M. (2016). Introducing Data Science: Big Data, Machine Learning, and More, Using Python Tools. Manning. ISBN-10: 1633430030.

II.5.4. Ipari robotok felépítése és csoportosítása

- Csoportosítsa különböző szempontok szerint az ipari robotokat (például felhasználásuk, felépítésük, alkalmazhatóságuk, korlátaik)
- Jellemezze a fontosabb felépítési megoldásokat, azok tulajdonságait, korlátait
- Ismertessen egy valós/kitalált ipari robot alkalmazási területet, ahol bemutatja a robot kiválasztásának a folyamatát, szempontrendszerét

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diáorok
- Kulcsár Béla (2013). Robottechnika. ISBN: 978-963-2796-69-7.
- Adit Mak (2020), HandBook Guidance on the programming of ABB YuMi IRB 14000, DOI: 10.13140/RG.2.2.12746.18881

II.5.5. Ipari robotok programozásának fizikai korlátai, amelyeket figyelembe kell venni a programozásnál

- Mutassa be a térgeometriai korlátokat, adottságokat, amelyeket figyelembe kell venni az egyes robottípusoknál
- Mutassa be az egyes erőhatásokat, amelyekkel felléphetnek egy robot használata során és világítson rá, hogy ezek figyelembevétele miért fontos a programozás során
- Mutassa be a tipikus robot mozgástípusokat

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diáorok
- Kulcsár Béla (2013). Robottechnika. ISBN: 978-963-2796-69-7.
- Adit Mak (2020), HandBook Guidance on the programming of ABB YuMi IRB 14000, DOI: 10.13140/RG.2.2.12746.18881

II.5.6. Ipari robotok programozásának csoportosítása programozási technikák alapján

- Mutassa milyen programozási módszertanok segítségével lehet felprogramozni egy ipari robotot
- Mutasson be egy valós, vagy kitalált ipari szituációt, ahol fel kell programozni egy ipari robotot és vezesse le a felprogramozás logikai lépéseit minimum két eltérő módszertan esetében.

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diáorok
- Kulcsár Béla (2013). Robottechnika. ISBN: 978-963-2796-69-7.
- Adit Mak (2020), HandBook Guidance on the programming of ABB YuMi IRB 14000, DOI: 10.13140/RG.2.2.12746.18881

II.5.7. Mutassa be egy ipari környezethez kapcsolódó adatgyűjtő szoftverrendszer moduláris felépítését, fejlesztésének lépéseit

- Mutasson be egy ipari problémát, amelynél szükség van egy adatgyűjtő szoftverrendszerre
- Mutassa be a korábban felvázolt probléma kielégítésére alkalmas szoftverrendszer moduláris felépítését
- Vezesse le a fejlesztés lépéseit, kitérve a konkrét fejlesztési megoldások, igénybe vett szoftveres szolgáltatások kiválasztására is.

Ajánlott forrásanyagok:

- Moodle kurzuson elérhető diások
- Robin Nixon (2009). Learning PHP, MySQL, JavaScript, and CSS: A Step-by-Step Guide to Creating Dynamic Websites. ISBN-13: 978-1449319267
- Michael Burton (2015), Android Application Development For Dummies, ISBN-13: 978-1118387108

Subject Group I. (Compulsory)

I.1. Continuous and discrete time linear time-invariant systems: input-output and state space representations. Sampling. State transformations, realizations, realization properties. Canonical forms.

- Continuous- and discrete-time linear time-invariant dynamical systems, their input-output, and state-space representations.
- Equidistant sampling.
- State transformations and their properties, state space realizations, realization properties. Canonical forms, normal forms (controllability, observability, diagonal form).

Recommended literature:

- Hangos-Bokor-Szederkényi: Computer Controlled Systems (Egyetemi kiadó)

I.2. Continuous time time-invariant linear and nonlinear systems. Stability notions (BIBO and asymptotic and conditions, Lyapunov theorem.

- State-space model of continuous-time, linear, time-invariant dynamical systems.
- Stability notions (Bounded-Input-Bounded-Output and asymptotic stability) and stability conditions for the linear case, local stability in the nonlinear case.
- Lyapunov function and its properties, Lyapunov stability theorem.

Recommended literature:

- Hangos-Bokor-Szederkényi: Computer Controlled Systems (Egyetemi kiadó)

I.3. Deterministic automata: definitions, relationship with languages. Unary and binary operations on automata.

- Deterministic finite automata: definitions, relationship with languages, languages represented by automata.
- Generalization of automata, nondeterministic automata.
- Unary and binary operations on automata, product of automata and parallel composition of automata.

Recommended literature:

- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Springer
- Lecture presentation – subject homepage: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

I.4. Discrete event systems as nonlinear discrete time systems. Relationships between automata models and state space models of discrete time nonlinear systems. Petri net description of discrete event systems, relationship with automata models.

- Discrete event systems as special nonlinear discrete-time systems, correspondence between signals and functions of the models.
- Formal model of automata as nonlinear discrete-time nonlinear state-space model Petri-net description of discrete event systems, relationship with automata models.

Recommended literature:

- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Springer
- Lecture presentation – subject homepage: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

I.5. Observability and nondeterminism of automata. Observer automaton. Diagnosability, diagnose automaton. Timed automata.

- Observability and nondeterminism of automata. Observer automata, algorithmic construction of observer automata (nondeterministic finite automata) for deterministic automata. Diagnosability, diagnose automaton. Timed automata.

Recommended literature:

- Cassandras, Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Springer
- Lecture presentation – subject homepage: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

I.6. Recursive functions. Primitive recursive functions, Primitive recursive relations, the limits of primitive recursive functions.

- Topics: basic functions (zero function, identity function, successor function),
- operation with function (composition, recursion, minimization),
- primitive recursive function, μ -recursive functions,
- implementation of functions (plus(m, n), mult(m, n), exp(m, n), pred(m), $m \sim n$, isZero(m), sgn(m), greater-than-or-equal(m, n), less-than(m, n), equals(m, n)),
- a function is μ -recursive \leftrightarrow Turing computable.

Literature:

- The download materials of the subject: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Literature: Harry R. Lewis, Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Inc., 1998. (second edition), chapter 4.7.

I.7. Turing machines. Turing machines, Construction of Turing machines, Extensions of Turing machines.

- Topics: Definition of Turing machines,
- Turing machine vs. Pushdown automata,
- final state vs. halting state,
- the output of Turing machines,
- basic machine schemas, the copying machine, conversion of machine schema to Turing machine, shifting, machine deciding anbn, machine with two way infinite tape, machine with multiple tape, machine with multiple head, machine with multidimensional tape, random access TM, non-deterministic TM.

Literature:

- The download materials of the subject: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>

- Literature: Harry R. Lewis, Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Inc., 1998. (second edition), chapter 4.1-4.5.

I.8. Turing computable. Turing computable, recursively enumerable languages, undecidable problems.

- Topics: Definition of Turing computable, characteristic function,
- Turing decidable and acceptable languages, the connection between Turing decidable and acceptable languages,
- Church Turing thesis, halting problem, tiling problem, other unsolvable problems.

Literature:

- The download materials of the subject: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Literature: Harry R. Lewis, Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Inc., 1998. (second edition), chapter 4.6., 5.1-5.4.

I.9. Technologies and considerations related to database server side business logic implementation

- Technology of server side stored procedures, user defined functions and DML triggers, and their application in the implementation of business logic
- Transactional requirements, transaction related technologies in OLTP databases, control and error handling for transactions
- The concept of jobs and their application to support business processes
- Loose coupling case study using jobs and triggers

Related literature

- DML Triggers <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/triggers/dml-triggers?view=sql-server-ver15>
- Stored Procedures <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/stored-procedures/stored-procedures-database-engine?view=sql-server-ver15>
- User-Defined Functions <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/user-defined-functions/user-defined-functions?view=sql-server-ver15>
- SQL Server Transaction Log Architecture and Management Guide <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/sql-server-transaction-log-architecture-and-management-guide?view=sql-server-ver15>
- Create a job <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/agent/create-a-job?view=sql-server-ver15>

I.10. Database replication technologies

- The objectives of replication, the replication metaphor
- Key components of the replication architecture
- Overview of the main replication types and their application scenarios in MS SQL Server
- Role of the software agents used for the implementation of the various replication types
- The use of replication to support business processes
- The architecture and application fields of log shipping

Related literature

- Log Shipping and Replication concepts <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/database-engine/log-shipping/log-shipping-and-replication-sql-server?view=sql-server-ver15>
- Replication tutorials <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/replication/replication-tutorials?view=sql-server-ver15>
- SQL Server Replication <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/replication/sql-server-replication?view=sql-server-ver15>
- Implement log shipping <https://www.microsoftpressstore.com/articles/article.aspx?p=2832586&seqNum=3>

I.11. Cloud database technologies

- Overview of cloud database technologies, specific data security, administration and performance challenges related to cloud based data storage
- Migration of relational OLTP databases to cloud based database technologies
- Standard cloud data modeling methods
- Administration of cloud databases
- Connecting cloud databases to cloud services, a case study

Related literature

- Cloud-Based Database Workloads: An Introduction <https://cloud.netapp.com/blog/cloud-based-database-challenges-and-advantages>
- Relational vs NoSQL and RDBMS to NoSQL Migration <https://dzone.com/articles/relational-vs-nosql-databases-and-rdbms-db-to-nosq>
- GCP Database migration <https://cloud.google.com/solutions/database-migration/technical-resources>
- GCP Firestore database administration <https://firebase.google.com/docs/database/admin/start>
- Choose a Database: Cloud Firestore or Realtime Database <https://firebase.google.com/docs/database/rtdb-vs-firestore>

Subject Group II. (Elective)

Subject Group II.1. Software Systems

II.1.1. Definition, characteristics and role of the various cloud abstraction layers

- Cloud layers (such as IAAS, PAAS, SAAS, etc), their definition, the role of each layer and their key components, expected level of user involvement at each level, the typical application areas of each levels.
- Choose one of the main cloud providers (Google, Amazon, Microsoft) and using their technology/service stack, describe the interoperation of these layers.

Recommended literature

- Juhász Zoltán: Cloud Programming lecture notes (in preparation)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online documentation

II.1.2. Fundamental programming steps of cloud application development

- Describe the key programming steps of a cloud application from the system functionality perspective (data transport, server-side business logic, data storage, scalability considerations, security issues, fault tolerance, etc.).
- What level of support is given to developers and in what form by the major cloud service providers for implementing these tasks?

Recommended literature

- Juhász Zoltán: Cloud Programming lecture notes (in preparation)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online documentation

II.1.3. Fundamentals and use of stream data processing

- The concept of stream-oriented data processing.
- Benefits and disadvantages in terms of resource consumption, application constraints and code complexity.
- Describe few application scenarios where stream processing is advantageous and how the application benefits from stream processing.
- Describe and evaluate the basic functionality of a cloud stream-oriented data processing software framework.

Recommended literature

- Juhász Zoltán: Cloud Programming lecture notes (in preparation)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online documentation

II.1.4. The relationship of cloud programming with various well-known, large-scale system architecture/programming abstraction paradigms

- Compare the following technologies with cloud programming: service-oriented systems, grid computing, peer-to-peer systems, web services, message-passing based distributed systems.
- Which technology is similar and to what extent to current cloud computing technologies and how do they appear (if applicable) in cloud programming models?

Recommended literature

- Juhász Zoltán: Cloud Programming lecture notes (in preparation)
- Google, Amazon and Microsoft Azure online documentation

II.1.5. Threats to IT systems: physical, logical and human security

- Physical threats (data loss, data theft, data leakage, device destruction)
- Prevention methods (data backup, endpoint protection, security incident reporting, investigation, prevention)
- Physical protection (access control, closed rooms, guard)
- Logical threats (malware, denial of service, (DoS, DDoS, unauthorized access)
- Main elements of logical protection (firewalls, IDS / IPS systems, authorization management)
- User threats (lack of knowledge, social engineering)
- User protection (security awareness, segregation of duties, principle of minimum authorization)

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Charles J. Brooks, Cristopher Grow, Philip Craig, Donals Short: Cybersecurity Essentials, Sybex 2018, ISBN: 978-1119362395

II.1.6. Business continuity planning: process assessment, planning, strategy and action plan development

- Mapping operational processes
- IT system and service catalog, data asset inventory
- Impact Assessment of Operational Process Failures (BIA)
- Analysis of risks to critical processes
- Business continuity strategy and framework
- Activation manuals
- Action plans

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Charles J. Brooks, Cristopher Grow, Philip Craig, Donals Short: Cybersecurity Essentials, Sybex 2018, ISBN: 978-1119362395

II.1.7. IT security regulation: data security and data protection, OCP, DRP, BCP

- Information risk management and compliance
- Security policy and control system
- Security monitoring, incident management
- Data administrator role, data security classification
- IT audit and consulting
- CMM graduation levels
- Information, development of internal organizational culture
- The concept, role and relationship of BCP, DRP and OCP

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Charles J. Brooks, Cristopher Grow, Philip Craig, Donals Short: Cybersecurity Essentials, Sybex 2018, ISBN: 978-1119362395

II.1.8. Business Process Modelling (BPM): In BPMN 2.0, notation of processes, roles, and interactions between them.

- Participants and roles, using pools and lanes.
- Interactions among process steps, sequences, gateways.
- Interactions among processes, messages.
- Events, message, timer, error, escalation.

Suggested sources materials:

- Tankönyvtár: Budai Imre – System Analysis and System Design. <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/2846>

- Alan Dennis, Barbara Haley Wixom, Roberta M. Roth: Systems Analysis and Design, 6th Edition, Wiley, 2015. ISBN-10: 1118897846, ISBN-13: 978-1118897843
- Scott Tilley, Harry J. Rosenblatt: Systems Analysis and Design (Shelly Cashman Series) 11th Edition, Course Technology, 2016. ISBN-10: 1305494601, ISBN-13: 978-1305494602

II.1.9. Lexical analysis

- Defining regular languages: defining a regular expression, specifying a regular definition, the concept of regular grammar, illustrative examples
- Acceptance of regular languages: definition of a non-deterministic finite state automaton, definition of a deterministic finite state automaton, list of steps by which a nondeterministic finite automaton can be created for regular expressions, list of steps by which an deterministic finite automaton equivalent to a nondeterministic finite automaton can be created

Suggested sources materials:

- Electronic teaching materials of subject Compilers: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=2931>
- Stephen Chong: Compilers, Lecture 3: Lexical Analysis, <https://www.seas.harvard.edu/courses/cs153/2018fa/lectures/Lec03-Lexing.pdf>

II.1.10. Syntactic analysis

- Defining context-free languages: Definition of context-free grammar, illustrative example
- Accepting context-free languages by a pushdown automaton: definition of non-deterministic pushdown automata, creating a non-deterministic pushdown automaton for accepting a context-free grammar (example), the concept of LL (k) languages, presenting an LL (k) derivation table in an example

Suggested sources materials:

- Electronic teaching materials of subject Compilers: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=2931>
- Stephen Chong: Compilers, Lecture 5: LL Parsing, <https://www.seas.harvard.edu/courses/cs153/2018fa/lectures/Lec05-LL-Parsing.pdf>

Subject Group II.2. Computer Networks

II.2.1. Basic routing concepts:

- role of static and dynamic routing protocols, convergence, route summary,
- VPN,
- IPsec, RIP,
- RIPv2,
- RIPng,
- routing protocol authentication

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.2. EIGRP:

- basic operation, topology table,
- best route selection, metrics, stub control,
- symmetric and asymmetric load balancing,
- EIGRP for IPv6

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.3. OSPF:

- Hierarchical structure and basic operation of OSPF, message types,
- DR / BDR selection, passive interfaces,
- ABR / ASBR routers, virtual links, stub and totally stubby areas,
- OSPFv3

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.4. BGP:

- Basic concepts and basic operation, routing between autonomous systems,
- BGP route vector, BGP tables and message types when worthwhile or not worth using, neighborhood,
- eBGP and iBGP, routing process, attributes (Next-Hop, Local-Preference, MED, Weight),
- BGP filtering

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>

- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.5. SpanningTree:

- standards, basic operation,
- BPDU, RootBridge selection,
- PVST +,
- RSTP,
- PortFast,
- BPDU and RootGuard,
- MST

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Diane Teare, Bob Vachon, Rick Graziani: Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-456-8, ISBN-13: 978-1-58720-456-2
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.6. VLANs:

- end-to-end and local comparison,
- role of native VLANs, trunk connections,
- DTP,
- VTP,
- routing between VLANs,
- SVI, EtherChannel

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Richard Froom, Erum Frahim: Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-664-1, ISBN-13: 978-1-58720-664-1
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.7. High availability

- FHRP,
- HSRP,
- VRRP,
- GLBP

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>

- Richard Froom, Erum Frahim: Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-664-1, ISBN-13: 978-1-58720-664-1
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.8. Connected Network Security:

- RADIUS,
- TACACS +,
- Vulnerabilities,
- MAC Flood Attacks,
- Port Security,
- StormControl,
- DHCP and ARP Spoofing,
- IP SourceGuard,
- VLAN Hopping,
- PVLAN

Literature:

- Teaching aids of the subject in the Moodle system: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/>
- Richard Froom, Erum Frahim: Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, Cisco Press, 2015, ISBN-10: 1-58720-664-1, ISBN-13: 978-1-58720-664-1
- Andrew S. Tanenbaum - David J. Wetherall: Computer networks, Pearson 2012, ISBN: 978-0132553179

II.2.9. Messaging Systems

- The structure and elements of messaging systems, the importance of tightly coupling, examples
- The types and properties of message channels
- The different types of messages and their characterization
- The concept of pipes and filters and its application
- Possibilities of routing the messages, types of message routers and their properties
- The levels of message translation with examples
- Properties of message endpoints and their connection to the message channel

Suggested sources materials:

- Electronic teaching materials of subject Enterprise integration patterns: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=3633>
- Tibor Dulai: Enterprise Integration Patterns (slides) <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/2886>
- Enterprise integration patterns, Home page <https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>
- Gregor Hohpe, Bobby Woolf: Enterprise Integration Patterns – Designing, Building and Deploying Messaging Solutions, Addison Wesley, 2003, ISBN 0321200683

II.2.10. Messaging Channels

- Characterization of point-to-point channels, examples for their application
- The properties of publish-subscribe channels and the advantages and disadvantages of their use
- The importance of datatype channels
- The role of invalid message channel
- How to realize guaranteed delivery?
- Types and properties of channel adapters
- A complex example for a tightly coupled messaging system with the application of different types of channels

Suggested sources materials:

- Electronic teaching materials of subject Enterprise integration patterns: <https://oktatas.mik.uni-pannon.hu/course/view.php?id=3633>
- Tibor Dulai: Enterprise Integration Patterns (slides) <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/2886>
- Enterprise integration patterns, Home page <https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>
- Gregor Hohpe, Bobby Woolf: Enterprise Integration Patterns – Designing, Building and Deploying Messaging Solutions, Addison Wesley, 2003, ISBN 0321200683

Subject Group II.3. Engineering Applications

II.3.1. Time-domain and frequency-domain representation of signals. Fourier series, Fourier Transform, Discrete Time Fourier Transform (DTFT), Discrete Fourier Transform (DFT), Fast Fourier Transform (FFT) and their properties. The z-transform and its properties.

- Time-domain and frequency-domain representation of signals.
- Fourier series, Fourier Transform, Discrete Time Fourier Transform, Discrete Fourier Transform, Fast Fourier Transform and their properties.
- The z-transform and its properties.

Recommended literature:

- Oppenheim, Schafer, Buck: Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall
- Orphanidis: Introduction to Signal Processing, Rutgers University, <http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/intro2sp>
- Moodle course

II.3.2. Digital filters. Finite impulse response (FIR) and infinite impulse response (IIR) filters. IIR filter realizations (direct, canonical, cascade). FIR design principles. Decimation and interpolation filters.

- Basic notions of digital filters.
- Basic properties of finite impulse response and infinite impulse response filters.
- Infinite impulse response filter realizations (direct, cascade, canonical).
- Design principles for finite impulse response filters.
- Decimation and interpolation filters.

Recommended literature:

- Oppenheim, Schafer, Buck: Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall
- Orphanidis: Introduction to Signal Processing, Rutgers University, <http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/intro2sp>
- Moodle course

II.3.3. The pinhole camera model. Calibration of the projective camera. Stereo imaging.

- The geometric model of the pinhole camera.
- Geometric transformations with homogenous coordinates.
- Intrinsic and extrinsic camera parameters.
- Transforming from world coordinates to image pixel coordinates.
- The steps of camera calibration and the role of calibration patterns, lens distortion.
- Stereo image geometry: the epipolar plane, point correspondence, rectification, estimation of the depth map.

Recommended literature:

- Kató, Czúni: Számítógépes látás, 1-3. Fejezet
- Richard Szeliski: Computer Vision, Algorithms and Applications, Chapter 11.
- Lecture slides: keplab.mik.uni-pannon.hu

II.3.4. The optical projection of motion. The elementary methods for the estimation of optical flow.

- Change detection, motion detection, motion analysis, motion field, optical flow.
- The intensity preservation principle.
- Methods for motion estimation: block-, gradient-, and feature point based methods.
- The description of motion in case of moving cameras. The aperture problem.

Recommended literature:

- Kató, Czúni: Számítógépes látás, II. Rész: Dinamikus látás
- Fortun, D., Bouthemy, P., & Kervrann, C. (2015). Optical flow modeling and computation: a survey. Computer Vision and Image Understanding, 134, 1-21.
- Lecture slides: keplab.mik.uni-pannon.hu

II.3.5. Parameter estimation based on least squares and its properties. Least squares parameter estimation for static and dynamic linear models. The unbiasedness of the estimate, the covariance matrix of the estimate. The execution of the parameter estimation: experiment design, the evaluation of the measured data, the evaluation of the quality of the estimate.

- Parameter estimation based on least squares and its properties.
- Least squares parameter estimation for static and dynamic linear models.
- The unbiasedness of the estimate, the covariance matrix of the estimate.
- The execution of the parameter estimation: experiment design, the evaluation of the measured data, the evaluation of the quality of the estimate.

Recommended literature:

- Lecture presentation: subject homepage: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/160-parameterbecsles-vemivim133p>

II.3.6. Dynamic analysis of continuous and discrete time linear time-invariant systems: the notion and conditions of stability, observability, controllability and reachability.

- Dynamical properties of continuous and discrete-time linear time-invariant state space models: controllability, reachability, observability, stability.
- State space realizations, realization properties.
- Canonical forms, i.e. normal forms (controllability, observability and diagonal normal forms).

Recommended literature:

- Hangos-Bokor-Szederkényi: Computer Controlled Systems (Egyetemi kiadó)

II.3.7. Machine Learning: inductive learning, decision tree learning, neural networks in machine learning, back-propagation, reinforcement learning.

- Machine Learning: inductive learning, decision tree learning.
- Neural networks, perceptron, training of neural networks, error back-propagation, basics of reinforcement learning.

Recommended literature:

- Moodle course
- Stuart J. Russel –Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, <http://aima.cs.berkeley.edu/>

II.3.8. Formal and graphical description of Petri nets and their operation. Solution of Petri net models, the reachability graph. Dynamic analysis of Petri net models: behavioural and structural properties.

- Formal and graphical description of Petri nets and their operation.
- Solution of Petri net models, the reachability graph and its construction algorithm.
- Dynamic analysis of Petri net models: behavioural and structural properties.

Recommended literature:

- Lecture presentation – subject homepage: <https://virt.uni-pannon.hu/index.php/en/education/courses/190-discrete-and-continuous-dynamic-systems-vemivim254e>

Subject Group II.4. Healthcare Applications

II.4.1. Noise entry points in amplifiers

- Distinction of electric and magnetic noises
- Common-mode rejection in amplifiers
- Applying negative and positive feedback in noise rejection

Suggested sources materials:

- Bronzino JD (ed) The Handbook of Biomedical Engineering, 3rd ed, CRC Press and IEEE Press, Boca Raton, FL, 2000.

- Webster JG (ed): Medical Instrumentation: Application and Design, 3rd ed. J Wiley & Sons Inc., New York, 1998.
- Gulrajani MR: Bioelectricity and Biomagnetism. J Wiley, New York, 1998.

II.4.2. Principles of indicator measurements

- Theoretical limits of determining bolus response
- The applicability of invasive blood flow measuring methods
- The applicability of non-invasive blood flow measuring methods

Suggested sources materials:

- Bronzino JD (ed) The Handbook of Biomedical Engineering, 3rd ed, CRC Press and IEEE Press, Boca Raton, FL, 2000.
- Webster JG (ed): Medical Instrumentation: Application and Design, 3rd ed. J Wiley & Sons Inc., New York, 1998.
- Hwang NHC, Norman NH (ed): Cardiovascular Flow Dynamics and Measurements, University Park Press, 1977.

II.4.3. Interpretation of measured data in computed tomography (CT)

- The definition of “projections” in image reconstruction
- The importance of one-variable Fourier transforms in image reconstruction based on Radon transform

Suggested sources materials:

- Bronzino JD (ed) The Handbook of Biomedical Engineering, 3rd ed, CRC Press and IEEE Press, Boca Raton, FL, 2000.
- Webster JG (ed): Medical Instrumentation: Application and Design, 3rd ed. J Wiley & Sons Inc., New York, 1998.
- Macowski A: Medical Imaging Systems, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., 1983.
- Oppenheim AV, Schater RW: Digital Signal processing. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, NJ, 1975.
- Tarján I (ed): An introduction to biophysics with medical orientation, Akadémia, Budapest, 1989.

II.4.4. Positron emission tomography (PET)

- Nuclear magnetic resonance (NMR) imaging
- Differences in measuring the projections
- Applicability in the exploration of certain properties

Suggested sources materials:

- Bronzino JD (ed) The Handbook of Biomedical Engineering, 3rd ed, CRC Press and IEEE Press, Boca Raton, FL, 2000.
- Webster JG (ed): Medical Instrumentation: Application and Design, 3rd ed. J Wiley & Sons Inc., New York, 1998.
- Macowski A: Medical Imaging Systems, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., 1983.
- Patton JA, Turkington TG. Coincidence imaging with a dual-head scintillation camera. J Nucl Med. 1999 Mar;40(3):432-41.
- Zaidi H, Hasegawa B. Determination of the attenuation map in emission tomography. J Nucl Med. 2003 Feb;44(2):291-315. Review.

- Pooley RA: Fundamental Physics of MR Imaging. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents. Radiographics. 2005 Jul-Aug;25(4):1087-99.
- Mitchel DG: MRI principles, Philadelphia, Saunders, 1999.
- William R. Hendee, PhD and Christopher J. Morgan, MD.: Magnetic Resonance Imaging Part I—Physical Principles West J Med. 1984 October; 141(4): 491–500.
- Hornak JP: The Basics of MRI, Center for Imaging Science, Rochester Institute of Technology, 1997.

II.4.5 Recent technologies for modeling and exchanging healthcare data

- Specific characteristics of health care related data, legal requirements and their effects on the logical database model for health care applications
- Design and application of record oriented and time series data models
- The concept of archetype based, two level healthcare messaging standards
- Overview of the reference information model of the ISO 13606 and MSZ22800 messaging standards
- The concept and structure of the ICD11 coding system, relationships between ICD11, ICD10 and BNO10, code conversion procedures

Related literature

- The ISO 13606 standard <http://www.en13606.org/information.html>
- Archetype Definition Language <https://specifications.openehr.org/releases/AM/latest/ADL1.4.html>
- ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics <https://icd.who.int/browse11/l-m/en>
- Catalina Martínez Costa. Clinical data interoperability based on archetype transformation <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2011.05.006>

II.4.6 Security and anonymity of health data, auditing databases

- Specific characteristics of health care related data, legal requirements and their effects on the data security design for health care applications
- Challenges related to data anonymization, overview of widely used methods for data anonymization
- A data anonymization case study
- MS SQL Server audit architecture, the objective, definition and monitoring of an audit

Related literature

- Z. Alexin. Does fair anonymization exist? <http://dx.doi.org/10.1080/13600869.2013.869909>
- Understanding the SQL Server Audit <https://www.sqlshack.com/understanding-sql-server-audit/>
- SQL Server Audit (Database Engine) <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/auditing/sql-server-audit-database-engine?view=sql-server-ver15>
- SQL Server Audit Records <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/auditing/sql-server-audit-records?view=sql-server-ver15>