

## Doctoral Courses 2017-2018. I. (autumn) semester

Courses in English language announced (not just) for foreign students are indicated in green.

1. **Ábrahám Erika (Univ. of Aachen): Modelling and analysis of hybrid systems**
2. **Beszédes Árpád: Objektumvezérelt rendszerek tervezése**
3. **Andrej Brodnik (Univ. of Ljubljana) and Miklós Krész: Algorithm engineering**
4. **Dombi József: Fuzzy elmélet (alapjai, alkalmazása) / Fuzzy theory (and applications)**
5. **Kertész Attila: Számítási és adat felhő rendszerek / Infrastructure and data services in cloud computing**
6. **Kincses Zoltán: FPGA alapú magas szintű szintézis**
7. **Nyúl László: Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban / Fuzzy techniques in image processing**
8. **Palágyi Kálmán: Digitális topológia és matematikai morfológia**
9. **Vágvölgyi Sándor: Termátíró rendszerek**

## Ábrahám Erika (Univ. of Aachen): Modelling and analysis of hybrid systems

Compact PhD course, in English, in September-October. Basic knowledge in automata theory is needed.

### Topics:

Hybrid systems are systems with mixed discrete and continuous behaviour. Typical examples are physical systems which continuously evolve over time and are controlled by some discrete controller, e.g., a chip or a computer. The behaviour of hybrid systems is often safety-critical. For example, in case of an accident an airbag can save the life of the car driver, but only if the airbag reacts in time. To assure the correct functioning of such safety-critical hybrid systems, their automatic synthesis and analysis is of high importance.

First we introduce hybrid automata to model hybrid systems. Then we define certain classes of hybrid automata with increasing expressive power. For each class we discuss whether the reachability problem is decidable, and develop algorithms for their analysis. Finally we discuss methods for the over-approximative representation of state sets and show how they can be used for reachability analysis. Topics are covering formal methods for the safety analysis of systems which can be modeled by:

- discrete automata
- timed automata
- rectangular automata
- linear hybrid automata I
- linear hybrid automata II

### Literature:

Lecture Script:

E. Ábrahám, S. Schupp: Modeling and Analysis of Hybrid Systems

<https://ths.rwth-aachen.de/teaching/ss15/lecture-modelling-and-analysis-of-hybrid-systems/attachment/main-2/>

Discrete and timed automata:

C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of model checking, MIT Press, 2008

<https://mitpress.mit.edu/books/principles-model-checking>

Rectangular automata:

T. A. Henzinger, P. W. Kopke, A. Puri, P. Varaija: What's decidable about hybrid automata?, Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Theory of Computing Systems (STOC'95), pages 373-382, ACM

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=225162>

Linear hybrid automata I:

R. Alur, C. Courcoubetis, N. Halbwachs, T. A. Henzinger, P. Ho, X. Nicollin, A. Olivero, J. Sifakis, S. Yovine: The algorithmic analysis of hybrid systems, Theoretical Computer Science, Volume 138 Issue 1, Feb. 6, 1995

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=202381>

## **Beszédes Árpád: Objektumvezérelt rendszerek tervezése**

MSc-s szakirányos tárgy PhD képzésre történő kiegészítése.

### **Témakör:**

Elsajátítandó az MSc tananyag a kihirdetett tematika szerint:

Objektumorientált paradigma, modellezés.

Objektumorientált analízis és tervezés.

Objektumorientált tervezési minták. Mintaleírások elemei.

Gamma-féle katalógus áttekintése. Minták közötti kapcsolatok. Minták kiválasztása és használata.

Gyártási minták részletes bemutatása.

Szerkezeti minták részletes bemutatása.

Viselkedési minták részletes bemutatása.

Egyéb tervezési minták. Ellenminták (AntiPatterns).

Unified Modeling Language használata. Modellezési tippek, trükkök.

Tipikus topológiák.

Objektumorientált rendszerek minőségének javítása. Refactoring.

Beazonosítás (bad smell-ek), végrehajtás, eszköztámogatás.

Kapcsolat folyamatokkal.

Az objektumorientáltságon túl: egyéb paradigmák.

Továbbá, PhD képzésen a tervezési minták felismerésének tudományos módszerei.

Mintafelismerési algoritmusok kidolgozása, implementációja, kiértékelése.

### **Irodalom:**

- E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1995.
- M. Fowler: Refactoring, Improving the Design of Existing Code. Addison-Wesley, 1999.
- W. J. Brown, R. C. Malveau, H. W. McCormick, T. J. Mowbray: AntiPatterns Refactoring Software, Architectures, and Projects in Crisis. John Wiley & Sons, 1998.
- a kurzus során hallgatók által gyűjtött szakirodalom a mintafelismerés témájában.

## Andrej Brodnik (Univ. of Ljubljana) and Miklós Krész: Algorithm engineering

Compact course, in English, when foreign students attend. Basic knowledge on algorithms and data structures is needed.

### Topics:

Modeling of problems  
Algorithm design  
Analysis techniques  
Realistic computer models  
Implementation aspects  
Planning experiments  
Certifying algorithms  
High-performance computing algorithms  
Algorithms on „Big Data”  
Case studies

### Literature:

- Catherine C. McGeoch. A Guide to Experimental Algorithmics, 2012, Cambridge University Press.
- Research papers

**Dombi József: Fuzzy elmélet alapjai, alkalmazása / Fuzzy theory (and applications)**

Weekly course, in English, when foreign students attend.

**Topics and literature:**

<http://www.inf.u-szeged.hu/~dombi/>

## **Kertész Attila: Számítási és adat felhő rendszerek / Infrastructure and data services in Cloud Computing**

Weekly MSc course (Mondays 12-14), in English when foreign students attend. Extra task for PhD students: reviewing articles.

### **Tematika:**

Napjainkban a Számítási Felhők (Infrastructure as a Service (IaaS) Clouds) egyre nagyobb teret hódítanak az internetes szolgáltatások körében. A felhő infrastruktúra megoldások az elosztott rendszerek területén is megjelentek, és aktív kutatásokat indítottak be az egyszerű webes alkalmazások felhősítésétől a nagy számítási igényű alkalmazások támogatásáig. Számos nemzetközi szabványosító szervezet definiálta a különféle felhő megoldások gyakorlati alkalmazását, tipikusan nyilvános, magán és hibrid vagy közösségi felhőkről beszélhetünk a számítási felhők tekintetében. A felhő szolgáltatások egy másik csoportját az adat felhők alkotják, amelyek segítségével különféle felhasználói adatot tárolhatunk a felhőben, amely szintén nagy népszerűségnek örvend. A kurzus célja a különböző felhő technológiák jelenlegi állapotának bemutatása, áttekintése és használatuk ismertetése.

A bemutatásra kerülő főbb témakörök:

Számítási felhők kialakulása, eredete, fajtái (IaaS, PaaS, SaaS)

Hasonlóságok és eltérések a Grid-khoz viszonyítva

Ipari Felhő megoldások, szolgáltatások, alkalmazások

Akadémiai infrastruktúra számítási felhő megoldások bemutatása, használata

Adat felhő rendszerek áttekintése, használata

### **Topics:**

Cloud Computing offers on-demand access to computational, infrastructure and data resources operated from a remote source. These services are offered at different Cloud deployment models ranging from the lowest infrastructure level to the highest software or application level. Within Infrastructure as a Service solutions we can differentiate public, private, hybrid and community Clouds according to recent reports. The previous two types may utilize more than one Cloud system, which is also called as a Cloud federation. Mobile devices can also benefit from these Cloud services: the enormous data users produce with these devices are continuously posted to online services, which may require the use of several Cloud providers at the same time to efficiently store and retrieve these data. This course will cover the following topics within this area:

Introduction to Cloud Computing: Origins, Service levels, Types

Relation to Grid Computing

Industrial Cloud Providers, Services and Applications

Academic Cloud Providers

Introduction to Personal/Data Clouds

Management of Cloud Federations

Cloud and IoT application development support

**Literature:**

- L. M. Vaquero, L. Rodero-Merino, J. Caceres, and M. Lindner: A break in the clouds: towards a cloud definition. SIGCOMM Computer Communication Review. vol. 39, pages 50-55, 2008.
- R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal, J. Broberg, and I. Brandic: Cloud computing and emerging it platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. Future Generation Computer Systems. 25(6), pages 599-616, 2009.
- Cs. Marosi, G. Kecskeméti, A. Kertész, P. Kacsuk, FCM: an Architecture for Integrating IaaS Cloud Systems, In proc.of the Second International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization (Cloud Computing 2011), IARIA, pages 7-12, Rome, Italy, 2011.

## **Kincses Zoltán: FPGA alapú magas szintű szintézis**

Olvasókurzus, magyarul. FPGA alapismeretekkel rendelkezőknek (konfirmálás).

### **Tematika:**

- FPGA alapú rendszerek tervezési folyamata a Vivado fejlesztőkörnyezetben
- Vivado fejlesztőkörnyezet bemutatása
- Rendszerek modellezése Vivado-ban
- Több bemenetű/kimenetű rendszerek tervezése Vivado-ban
- Task-ok, függvények, testbench (tesztelés) létrehozása Vivado-ban
- Regiszterek és Számlálók modellezése Vivado-ban
- Viselkedés szintű modellezés és időállandók Vivado-ban
- Számlálók, Időzítők és RTC (real-time clock) Vivado-ban
- Állapotgépek Vivado-ban
- Szekvenciális rendszerek tervezése állapotgép segítségével Vivado-ban
- Zynq alapú beágyazott rendszerek tervezési folyamata Vivado-ban
- Be/Kimenetek elérése a Software Development Kit (SDK)-ban
- Debugging SDK-ban, Vivado Logic Analyzer használata
- Hardver-szoftver co-design
- AXI BRAM vezérlő, DMA utasítások
- Interruptok kezelése
- Bootloader konfiguráció készítése, használata
- Alkalmazás profilozása teljesítménynövelés céljából
- Zynq alapú rendszerek tervezése Vivado High-Level Synthesis (HLS) segítségével C/C++-ban
- Vivado HLS fejlesztőkörnyezet ismertetése
- Projekt létrehozása, szintézis eredményének értelmezése
- Direktívák ismertetése
- Adattípusok ismertetése
- Szintetizált áramkör területének optimalizálása direktívák segítségével
- Blokk- és Port-szintű protokollok
- Kódolási megfontolások, szabályok
- Intellectual Property (IP) mag létrehozása HLS-ben, és felhasználása Vivado-ban

### **Irodalom:**

Philippe Cousy and Adam Morawiec, "High-Level Synthesis: from Algorithm to Digital Circuit", Springer, 2008

"Vivado Design Suite User Guide - High-Level Synthesis", 2017



## Nyúl László: Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban / Fuzzy techniques in image processing

Weekly MSc course with extra tasks for PhD students, in English, when all the students agree.

### Topics:

Imperfection is inherently present in most image processing and image analysis problems. It may be in the image data, e.g. due to the acquisition device and process, noise, discretization artifacts, and inhomogeneity of the subject of imaging. On the other hand, in many real life image understanding applications the objectives and the expert knowledge can only be expressed in vague terms. Fuzzy set theory allows formally handling vague terms, and reasoning with degrees of truthfulness and falsehoods. Fuzzy logic is successfully applied in many fields, from control theory to pattern recognition and artificial intelligence. Expert systems, such as those in medical diagnostics also can benefit from fuzzy set theory. Fuzzy image processing is the collection of approaches that represent and process images, their segments and features as fuzzy sets. In this course we cover the basics of fuzzy set theory and fuzzy logic, and discuss, through examples, how fuzzy set representation can be applied in image processing at low-level (pixels), mid-level (image segments), and high-level (objects and scenes) tasks.

### Tematika:

Fuzzy halmazok, műveletek, fuzzy logika  
Fuzzy halmazok tulajdonságai  
Fuzzy képfeldolgozó rendszerek felépítése  
Fuzzy képjavítási módszerek  
Fuzzy éldetektálás és élösszekötés  
Fuzzy képszegmentálás (klaszterezés, kNN, c-means)  
Fuzzy összefüggőség és változatai, algoritmusai  
Fuzzy összefüggőség alkalmazása orvosi képek szegmentálásában

### Literature:

- James C. Bezdek, James Keller, Rangu Krishnapuram, Nikhil R. Pal: Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Scientific papers

## **Palágyi Kálmán: Digitális topológia és matematikai morfológia**

Nappali speciálkollégium, PhD hallgatóknak többletkövetelményekkel. Magyar nyelven. Ideje: kedd 17:00-18:30, helye: Irinyi 217.

### **Tematika:**

Digitális képek, szomszédságok, Jordan-tulajdonság

Topológiai jellemzők, lyukak

Képművelet, addíció, redukció, topológia-megőrzés, topológiai mag

Egyszerű pontok 2D-ben

Egyszerű pontok 3D-ben

Topológia-megőrző párhuzamos redukciók

Erózió, dilatáció, nyitás, zárás, morfológiai szűrés

Határkivonás, régiófeltöltés, komponenskivonás, vázkijelölés

Hit-or-miss transzformáció, vékonyítás, vastagítás, váztisztítás, konvex burok

Morfológiai műveletek többszintű képeken

### **Irodalom:**

- R. Klette, A. Rosenfeld: Digital geometry - Geometrical methods for digital picture analysis, Elsevier - Morgan kaufman Publishers, 2004.
- E.R. Dougherty, R.A. Lotufo: Hands-on morphological image processing, SPIE Press, 2003.

## **Vágvölgyi Sándor: Termátíró rendszerek**

MSc szakirányos tárgy, magyarul, PhD hallgatóknak cikkfeldolgozással kiegészítve.

### **Tematika:**

Absztrakt redukáló rendszerek. Termátíró rendszerek. Term egyenlőség rendszerek.

Megálló (termináló) tulajdonság. A probléma eldönthetlensége. A megállás bizonyítása speciális esetekben rendezések segítségével. Az interpretációs módszer. Egyszerűsítő rendezések.

Összefolyó (konfluens) tulajdonság. A probléma eldönthetlensége. Kritikus pár. Ortogonális termátíró rendszerek.

Lezárási algoritmus. Az alapvető lezárási algoritmus. A fejlesztett lezárási algoritmus. Huet lezárási algoritmus.

Ground termátíró rendszerek. Redukált ground termátíró rendszerek. Kapcsolat faautomatákkal. Ground term egyenlőség rendszerek.

Kiterjesztések. Átírás modulo ekvacionális elméletek. Rendezett átírás. Feltételes átírás. Magasabb szintű átíró rendszerek. Redukáló stratégiák. Szűkítés.

### **Irodalom:**

- F. BAADER, T. NIPKOW, Term Rewriting and All that, Cambridge University Press, 1998.
- E. OHLEBUSCH, Advanced Topics in Term Rewriting, Springer Verlag, 2002.