

Számításelmélet MSc mellékspecializáció

Számítástudományi és Információelméleti Tanszék

Specializáció bemutató:

2024. április 23. kedd 16:00-16:45 IB134

*Érdeklődő hallgatók kereshetik Katona Gyula szakirányfelelőst
is: katona.gyula@vik.bme.hu*

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 mellékspecializáció felsorakoztatja az ehhez szükséges új matematikai módszereket és az ezekre épülő technológiákat.

Az algoritmustervezés és bonyolultságelmélet területén a hallgatók tovább mélyíthetik az Algoritmuselmélet tárgyban megszerzett ismereteiket. A témák között szerepelnek kvantum, elosztott, online és párhuzamos algoritmusok, véletlen gráfmodellek, paraméteres és kommunikációs bonyolultság.

Gráfelmélet területén a Bevezetés a számításelméletbe 2 tárgyban megszerzett tudás fejleszhető tovább. Nehezebb gráfelméleti eredmények mellett szó lesz a gráfok általánosításairól a hipergráfokról valamint extrémális halmazrendszerekről is.

A mellékspecializáció labor tárgya A Deklaratív programozás tárgy folytatása. További témákat ismerhetnek meg a hallgatók a funkcionális, ill. korlát (constraint) alapokon nyugvó, deklaratív programozási nyelvek témakörében, valamint ezek gyakorlati alkalmazásairól is tanulhatnak.

A mellékspecializáció tárgyain kívül a hallgatók figyelmébe ajánljuk a főspecializáció C tárgyaként felvehető tárgyunkat is: *Adatszerkezetek és algoritmusok.*

Gráfok, hipergráfok és alkalmazásaik

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.

Megszerezhető készségek, képességek: A diszkrét matematikai problémák kezelésében való nagyobb jártasság hasznos fogalmak ismeretével való komolyabb felvérteztség és több tény ismerete által. Ez hozzásegíthet mind az algoritmusok tervezésében, mind az esetlegesen felvetődő strukturális gráfelméleti kérdések kezelésében való nagyobb találékonyság kifejlődéséhez.

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 poliédres leírása, példák, perfekt gráfok politópos jellemzése.

Algoritmusok és bonyolultságuk

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.

Megszerezhető készségek/képességek: Az Algoritmuselmélet tárgy folytatásaként a hallgatók további algoritmikus technikákkal ismerkednek meg, és újabb eszközöket tanulnak az algoritmikusan nehéz problémák kezelésére. A hallgatók betekintést kapnak nem csak a klasszikus, de az újabb és jövőbeli eszközökkel kapcsolatos eredményekbe, kérdésekbe is.

Rövid tematika: Gyakorlati mintaillesztő algoritmusok: Boyer-Moore.-algoritmus és egyéb heurisztikák. 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=PSPACE. On-line algoritmusok. Paraméteres bonyolultság (korlátos mélységű keresőfák, a gráfminor tétel következményei, $W[1]$ -teljesség). A kvantumalgoritmusok alapjai. Hatékony keresés kvantumalgoritmussal. A kvantumtitkosítás alap módszere.

Deklaratív technológiák

A labor 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.

Megszerezhető készségek, képességek: Haladó logikai programozási gyakorlat, a Prolog nyelv rendszerprogramozási elemeinek, korutinos kiterjesztéseinek megismerése. A korlát-logikai programozás sémájának és legfontosabb eseteinek ismerete. A véges tartományú korlát-programozás (CLPFD) részletes ismerete, korlát-feladatok modellezése, megvalósítása és optimalizálása.

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. Címkezés, felhasználói korlátok készítése indexikálisok és globális korlátok formájában. CLPFD nyomkövetés.

CLPFD esettanulmányok: Modellézés, korlátok megválasztása, hatékony keresés. A CHR (Constraint Handling Rules) generikus korlát-programozási eszköz.

C tárgy: Adatszerkezetek és algoritmusok

A tárgy célja a BSc képzésen megismert adatszerkezetek és algoritmusok témaköreiben további ismeretek átadása-

Megszerezhető képességek: A hallgató képes lesz többféle adatszerkezetet használni, elemezni előnyeiket, hátrányaikat gyakorlati feladatok megoldásakor. Képes lesz a megismert hasznos algoritmusok használatára, szükség esetén tudja adaptálni más feladatokra is. Ezen témák jól kiegészítik bármely főspecializáció szakmai tárgyait.

Rövid tematika: k. elem keresése, bináris keresőfák további alkalmazásai. Alapvető síkgeometriai algoritmusok. Hash-elés elméleti és gyakorlati változatai: lineáris próba, dupla hash módosítása. Univerzális hash, hosszabbítható hash. Folyamalgóritmusok: Ford-Fulkerson-algoritmus, és ennek javítása az Edmonds-Karp-algoritmus. Hatékonyabb folyamalgóritmusok. Mintaillesztés: egyszerű algoritmus, gyorskeresés. A dinamikus programozás néhány alkalmazása: közelítő mintaillesztés, szerkesztési távolság, leghosszabb közös részsorozat. Amortizált elemzés és ennek néhány alkalmazása. Gráfok minimális feszítőfájának keresése: az általános piros-kék algoritmus. A Kruskal algoritmushoz is szükséges unió-holvan adatszerkezet különböző megvalósításai, ezek (amortizált) elemzése. Nagy számok gyorsabb szorzása Karacuba módszerével. Nagy mátrixok gyorsabb szorzása. A gyors-Fourier transzformáció és alkalmazásai.