Szakmai zárójelentés (OTKA 79128)

A 79128 számú OTKA pályázat kutatási szerződésében foglaltaktól egyetlen lényeges pontban történt eltérés: kérvényeztük a támogatás időtartamának a pénzmaradványok terhére történő meghosszabbítását, így a támogatott időszak a 2009. április 1 és 2013. augusztus 31 közötti időszakot foglalta magába.

A kutatócsoportunk főleg határeloszlástételekkel és azok alkalmazásaival foglalkozik. A 79128 számú OTKA pályázathoz benyújtott munkatervhez híven ezen pályázat a fent említett időszakban ezen a területen végzett kutatásokat fogta össze.

Folytattuk a síkbeli diszkrét idejű autoregressziós folyamatok paramétereinek legkisebb négyzetes becslésének vizsgálatát. Először az [1] cikkben egy közel instabil modellt vizsgáltunk meg, mégpedig amikor stabil folyamatok sorozata egy instabil helyzethez konvergál. Az egyszerűség kedvéért csak olyan unilaterális folyamatokkal foglalkoztunk, amikor a folyamat egy adott pontban felvett értéke a balra és alatta lévő pontokban felvett értékek lineáris kombinációjának és a zajfolyamatnak az összege. Igazoltuk, hogy ha a stabil folyamatok paraméterei alkalmas sebességgel konvergálnak az instabil határhelyzethez, akkor a becslés – eltérően az AR(1) folyamattól – aszimptotikusan normális. A megfelelő skálázás megtalálása okozott jelentős nehézséget. Az instabil határhelyzetben bevezettünk egy új paramétert, amit elneveztünk stabilitási paraméternek (az ötlet az elágazó folyamatokkal való analógiából származik, amiről később még szó lesz). Ennek az egyetlen paraméternek az értéke alapján már lehet tudni, hogy a folyamat stabil, instabil, vagy explozív. Ezzel az új paraméterrel egy olyan átparaméterezésre lehet áttérni, amely lényegesen leegyszerűsíti a vizsgálatokat; ez az ötlet az AR(p) folyamatok esetén Sims–Stock–Watson-féle kanonikus alak néven ismert. A [44] cikkben egyrészt beláttuk a stabilitási paraméter aszimptotikus normalitását (nem szokásos skálázással), másrészt megmutattuk, hogy ezzel az átparaméterezéssel néhány előző eredményünket egyszerűbben is meg lehet kapni. Ezután el kezdtünk foglalkozni olyan unilaterális síkbeli folyamatokkal, melyeknél a folyamat egy adott pontban felvett értéke három szomszédos pontban felvett értékek lineáris kombinációjának és a zajfolyamatnak az összege. Először a [15] cikkben meghatároztuk a variancia-függvény aszimptotikus viselkedését amikor a mintaelemszám növekszik. Ezt az eredményt is felhasználva a [26] cikkben sikerült bizonyítani a becslés aszimptotikus normalitását bizonyos instabil esetben is. Az instabilitási felület a paramétertérben egy tetraédert alkot, és az eredmény érdekessége az, hogy a lapokon és az éleken a skálázás a szokásos, míg a csúcspontokban ettől eltérő. Az unilaterális modelleknél jóval nehezebbnek bizonyultak az úgynevezett szimultán autoregressziós (SAR) modellek, amikor a folyamat egy adott pontban felvett értéke a körülötte lévő pontokban felvett értékek lineáris kombinációjának és a zajfolyamatnak az összege. Egy speciális egydimenziós SAR modell esetén sikerült eredményeket elérnünk a [16] cikkben. Az eredmény érdekessége az, hogy a stabil esetben a becslés nem aszimptotikusan torzítatlan de (a szokásos skálázással) aszimptotikusan normális, viszont az instabil esetben a határeloszlás (nem a szokásos skálázással) nem normális, hanem az egységgyöktesztekből jól ismert Dicky–Fuller statisztika eloszlásásával egyezik meg.

Folytattuk a folytonos idejű síkbeli autoregressziós folyamatok paramétereinek maximum likelihood becslésének vizsgálatát is. A [17] cikkben a Wiener-lepedő eltolásparaméterének maximum likelihood becslését határoztuk meg egy meglehetősen általános megfigyelési tartomány esetén. Ezt a technikát használva egy lineáris regressziós problémát old meg a [27] cikk a Wiener-lepedőre, majd a [27] cikk az Ornstein–Uhlenbeck-lepedőre. Ezekhez a kutatásokhoz kapcsolódnak a [36] és [48] cikkek, melyekben optimális előrejelzés meghatározása a cél. A [32] cikk is térbeli megfigyelésekből indul ki, de (megfelelő feltételek mellett) a sűrűségfüggvény becslésének aszimptotikus normalitását bizonyítja.

A legnagyobb előrehaladást diszkrét idejű bevándorlásos elágazó folyamatokkal kapcsolatos kérdésekben értük el. A bevándorlásnak az a legfontosabb szerepe, hogy így a populáció nem hal ki. A bevándorlást úgy is lehet interpretálni mint az innovációs folyamatot az idősoroknál, azzal a lényeges különbséggel, hogy a bevándorlás nem lehet negatív, így a várható értéke pozitív (amennyiben valóban van bevándorlás). Azt is érdemes megemlíteni, hogy idősornak tekintve, heteroszkedaszticitás lép fel. A paraméterek becslésére a feltételes legkisebb négyzetes becslést használtuk. Először azzal az egyszerű esettel foglalkoztunk, amikor az utódeloszlások Bernoulli-eloszlások, ugyanis ebben az esetben sok a rokonság az autoregressziós folyamatokkal (például a kovarianciastruktúra), ezért ezeket a folyamatotak INAR(p) folyamatoknak szokás nevezni. A [6] és [29] cikkekben a kiugró értékek (úgynevezett outlierek) kérdésével foglalkoztunk INAR(1) folyamatok esetében innovációs, illetve additív kiugró értékeket vizsgálva. Tárgyaltuk egy, illetve több kiugró érték, valamint az autoregressziós típusú paraméter (ami az utódeloszlás várható értéke), illetve az innovációs típusú paraméter (ami a bevándorlás várható értéke) becslésének aszimptotikus tulajdonságait. A felkérésre írt [13] összefoglaló cikkben leírtuk az addig elért eredményeket, valamint a nyitott problémákat. Egy komoly lépést tettünk meg a [21] cikkben: leírtuk az instabil INAR(p) folyamatok aszimptotikus viselkedését a pozitív reguláris esetben, vagyis amikor az utódeloszlások várható érték vektoraiból összerakott mátrix primitív. Donsker-típusú tételt kaptunk, vagyis a folyamat értékeiből képezett véletlen lépcsős függvények sorozata konvergens a Szkorohod-térben. A limesz folyamat a pénzügyi matematikából jól ismert Cox–Ingersoll–Ross folyamat (rövidítve CIR-folyamat), ami tulajdonképpen egy négyzetes Bessel–folyamat, és ami ráadásul a "legszebb" folytonos idejű, folytonos állapotterű bevándorlásos elágazó folyamat. Ennek a konvergenciának a bizonyításában alapvető szerepe volt a [14] cikk eredményének, mely arra adott természetes elégséges feltételt, hogy egy véletlen vektorokból álló háromszögrendszer soraiból képezett véletlen lépcsős függvények sorozata konvergáljon egy (nem feltétlenül időhomogén) diffúziós folyamathoz. Ezt az eredményt több későbbi cikkünkben is sikeresen alkalmaztuk, ugyanis semmiféle függőségi feltételt nem kell feltenni a háromszögrendszer soraiban álló véletlen vektorokról (nem kell függetlenség, sem Markov-tulajdonság, sem martingál tulajdonság, sem valamilyen keverési tulajdonság). A [46] cikkben az INAR(2) modell esetén bevezettünk egy új paramétert, amit elneveztünk kritikussági paraméternek. Ennek az egyetlen paraméternek az értéke alapján már lehet tudni, hogy a folyamat szubkritikus, kritkus, vagy szuperkritikus. Ezzel az új paraméterrel egy olyan átparaméterezésre lehet áttérni, amely lényegesen leegyszerűsíti a számolásokat; ez az ötlet az AR(p) folyamatok esetén Sims–Stock–Watson-féle kanonikus alak néven ismert. A cikkben sikerült leírni az INAR(2) együtthatói és a kritikussági paraméter becslésének aszimptotikus viselkedését az összes kritikus esetben. A kritikussági tartomány egy szakasz a paramétertérben; a végpontokban más a skálázás és más a határeloszlás is. Ez azzal függ össze, hogy a kritikussági szakasz belső pontjainál a folyamat pozitív reguláris, azaz az utódeloszlások várható érték vektoraiból összerakott mátrix primitív, míg az egyik végpontnál felbontható (reducibilis), a másik végpontnál pedig felbonthatatlan (irreducibilis), de nem pozitív reguláris (amit ciklikusnak, vagy periodikusnak is neveznek). A kritikussági szakasz belső pontjainál (nem szokásos skálázással) a kritkussági paraméter becslésének határeloszlása emlékeztet a Dicky–Fuller-féle egységgyökteszt eloszlására, de a standard Wiener-folyamat szerepét a CIR-folyamat veszi át. A kritikussági szakasz belső pontjainál (szokásos skálázással) az együtthatók becslésének határeloszlása szintén emlékeztet a Dicky–Fuller-féle egységgyökteszt eloszlására, és a standard Wiener-folyamat szerepét megint a CIR-folyamat veszi át, de ami meglepő, hogy a CIR-folyamattól független újabb standard Wiener-folyamat szerint kell integrálni. A kritikussági szakasz egyik végpontjában (ahol a folyamat felbontható) a paraméterek becslése aszimptotikusan normális (a kritikussági paraméter esetén nem szokásos, míg az együtthatók esetén szokásos skálázással). A kritikussági szakasz másik végpontjában (ahol a folyamat felbonthatatlan de nem pozitív reguláris) a kritikussági paraméter becslése (nem szokásos skálázással) aszimptotikusan normális, míg az együtthatók becslésének határeloszlása megegyezik a Dicky–Fuller-féle egységgyökteszt eloszlásával. Az, hogy sikerült kimutatni, hogy a határeloszlások előállításában két független standard Wiener-folyamat is megjelenik, a [14] cikk eredményének felhasználásán múlt. Még az INAR(p) folyamatokhoz kapcsolódik a [43] cikk is, amelyben a paraméterek változását detektáltuk. Offline módszert dolgoztunk ki a paraméterek feltételes legkisebb négyzetes becslését használva, és így egy CUSUM típusú tesztfolyamatot kaptunk. Az együtthatók tetszőleges részhalmazának, valamint az innováció várható értékének megváltozását tudjuk detektálni (beleértve az egyoldali és kétoldali tesztelést is). A nullhipotézis mellett (amikor nincs változás) megmutattuk, hogy a tesztfolyamat egy többdimenziós Brown-hídhoz konvergál a Szkorohod-térben. Az alternatív hipotézisek mellett megmutattuk, hogy a teszt konzisztens, sőt a tesztfolyamat főtagját is meghatároztuk. Becslést adtunk a paraméterváltozás időpontjára is, és az alternatív hipotézisek mellett megmutattuk, hogy ez a becslés gyengén konzisztens.

A [21] és [46] cikkek eredményein felbuzdulva el kezdtünk foglalkozni többtípusos, bevándorlásos elágazó folyamatokkal is. Az [51] cikkben leírtuk a többtípusos, bevándorlásos, kritikus Galton–Watson elágazó folyamatok aszimptotikus viselkedését abban az esetben, amikor az utódeloszlások várható érték vektoraiból összerakott mátrix primitív. Megint Donsker-típusú tételt kaptunk, vagyis a folyamat értékeiből képezett véletlen lépcsős függvények sorozata konvergens a Szkorohod-térben. A limesz folyamat egy olyan elfajult többdimenziós folyamat, amely az utódeloszlások várható érték mátrixának Perron-vektora által meghatározott félegyenesre koncentrálódik, és ott egy CIR-folyamatot alkot. Ennek a konvergenciának a bizonyításában is alapvető szerepe volt a [14] cikk eredményének. A [47] cikkben 2-típusos bevándorlásos kritikus Galton–Watson elágazó folyamat utódeloszlásának várható érték mátrixát becsültük meg feltételes legkisebb négyzetes módszerrel. Az egyszerűség kedvéért azt az esetet vizsgáltuk, amikor ez a mátrix duplán szimmetrikus. Csak a pozitív reguláris esettel foglalkoztunk. A kritkussági paraméter becslésének határeloszlása (nem szokásos skálázással) itt is emlékeztet a Dicky–Fuller-féle egységgyökteszt eloszlására, de a standard Wiener-folyamat szerepét megint a CIR-folyamat veszi át. Az utódeloszlás várhatóértékei becslésének határeloszlása (nem szokásos skálázással) szintén emlékeztet a Dicky–Fuller-féle egységgyökteszt eloszlására, és a standard Wiener-folyamat szerepét megint a CIR-folyamat veszi át, és megint egy olyan standard Wiener-folyamat szerint kell integrálni, amely független a CIR-folyamattól. Abban az elfajult esetben, amikor minden egyednek potosan egy első vagy második típusú utóda van, akkor a kritkussági paraméter becslése (nem szokásos skálázással) aszimptotikusan normális. Abban a másik elfajult esetben, amikor minden egyednek ugyanannyi első és második típusú utóda van, akkor az utódeloszlás várhatóértékei becslése (szokásos skálázással) aszimptotikusan normális. Az [50] cikk időben inhomogén többtípusos, bevándorlásos, kritikus Galton–Watson elágazó folyamatok aszimptotikus viselkedésével foglalkozik. Egy régebbi egydimenziós eredményünket messze általánosítva elegendő feltételrendszereket adtunk meg arra, hogy a folyamat (skálázás nélkül) többdimenziós összetett Poisson-eloszláshoz konvergáljon.

Folytonos idejű és folytonos állapotterű bevándorlásos elágazó folyamatokkal is el kezdtünk foglalkozni. Kiderült, hogy vizsgálatainkat érdemes kiterjeszteni egy nagyobb folyamatosztályra, amit affin folyamatoknak neveznek, ugyanis ezek igen fontos szerepet játszanak a pénzügyi matematikában is. A [39] cikkben először egy skálázásos tételt bizonyítottunk be: természetes feltételek mellett és természetes skálázással bizonyos affin folyamatok egyszerűbb affin folyamatokhoz, mégpedig diffúziós affin folyamatokhoz konvergálnak. Ezt is felhasználva leírtuk bizonyos kritikus affin folyamatok paraméterei legkisebb négyzetes, valamint feltételes legkisebb négyzetes becsléseinek aszimptotikus viselkedését. Az utódeloszlással kapcsolatos paraméter becsléseinek határeloszlása (nem szokásos skálázással) egy diffúziós affin folyamat funkcionáljával írható le. A bevándorlással kapcsolatos paraméter becslései nem torzítatlanok, és a (skálázás nélküli) határeloszlás szintén egy diffúziós affin folyamat funkcionáljával írható le. A [45] és [49] cikkekben bizonyos kétdimenziós szubkritkus affin folyamatokkal foglalkozunk. Először a [45] cikkben bebizonyítjuk ezen folyamatoknak létezik egyértelmű stacionárius eloszlása, majd a diffúziós folyamatok esetén exponenciális ergodicitást is belátunk. Ezt is felhasználva, a [49] cikkben a kétdimenziós szubkritkus, diffúziós affin folyamatok paramétereinek (folytonos mintából számolt) maximum likelihood, valamint legkisebb négyzetes becsléséről megmutattuk, hogy erősen konzisztensek és aszimptotikusan normálisak.

A pénzügyi matematikai problémákhoz szorosan kötődnek a diffúziós folyamatok, ezért el kezdtünk foglalkozni időben inhomogén diffúziós folyamatokra vonatkozó statisztikai kérdésekkel is. A [7] cikkben a drift együtthatóban szereplő paraméterek maximum likelihood becslésének aszimptotikáját vizsgáltuk az úgynevezett szinguláris esetben, és sikerült elegendő feltételeket adni arra vonatkozóan, hogy a határeloszlás az úgynevezet Dickey–Fuller statisztika eloszlása legyen. A [22] cikkben sikerült bizonyos típusú inhomogén diffúziós folyamatok bizonyos funkcionáljainak a Laplace-transzformáltját explicit módon meghatározni. Megmutattuk a [8] cikkben továbbá, hogy különböző paraméterű α-Wiener hidak által generált valószínűségi mértékek szingulárisak, illetve vizsgáltuk az α-Wiener hidak trajektóriáinak regularitási tulajdonságait is. Ezeket az eredmények kerültek általánosításra a [18] cikkben. A [20] cikkben Karhunen–Loève sorfejtés található α-Wiener hidakra. További kapcsolódó eredményekről és általánosításokról szólnak a [40] és [41] cikkek. A [30] és [38] cikkek ugró részt is tartalmazó sztochasztikus differenciálegyenletekkel is megadható pozitív önhasonló Markov-folyamatokról szólnak, melyek kapcsolódnak a folytonos idejű, folytonos állapotterű, bevándorlásos elágazó folyamatokhoz is. Valamelnnyire ehhez a témakörhöz kapcsolódik a [19] cikk, amelyben Cramér-feltételt kielégítő Lévy-folyamatokra vonatkozó funkcionális határeloszlás-tétel szerepel.

Az úgynevezett ”merging” típusú eredményekkel kapcsolatosak a [25] és [31] cikkek. A [25] cikkben általánosított szentpétervári játék nyereményeinek részletösszeg-sorozatát alkalmasan centrálva és skálázva kapott véletlen változók eloszlásfüggvényeire sikerült tetszőleges hosszúságú, úgynevezett ”merging” aszimptotikus sorfejtést bizonyítani. Ezzel sikerült általánosítani Csörgő Sándor idevonatkozó eredményeit, amelyek rövid sorfejtésekre vonatkoztak (a határeloszlás után még egy taggal). A sorfejtés tagjai a részsorozatok szemistabilis korlátlanul osztható határeloszlás-függvényei deriváltjainak megfelelő lineáris kombinációi, ahol az együtthatók bizonyos momentumok, illetve virtuális momentumok. A [31] cikkben a ”merging” típusú eredmény funkcionális általánosítása található.

A statisztikus tanulóalgoritmusokkal, mégpedig a véletlen elhelyezésekkel, véletlen erdőkkel és ezekhez kötődő problémákkal kapcsolatosak a [2], [9], [10], [11], [23], [33] cikkek. Egy régebbi kutatási téma folytatása a [24] cikk, mely ”hiba a változóban” típusú modellekről szól.

A [3] cikkben egy diszkrét idejű, Heath–Jarrow–Morton jellegű határidős kamatláb-modell meghajtó lepedőjének autoregressziós típusú paraméterének maximum likelihood becslését vizsgáltuk meg. Az az érdekesség, hogy nem csak a stabil, hanem az instabil esetben is sikerült erős konzisztenciát bizonyítani. Ehhez egy általános eredményt használtunk fel, melyet a [4] közleményben publikáltunk, mely egy jól használható elégséges feltételrendszert ad nem feltétlenül független és nem feltétlenül azonos eloszlású mintából származó becslések erős konzisztenciájára.

Folytattuk a lokálisan kompakt topologikus csoportokon, speciálisan Lie-csoportokon értelmezett valószínűségi mértékek analitikus és algebrai tulajdonságainak vizsgálatát.

Az [5] publikáció egy könyvfejezet, mely olyan határeloszlás-tételekről szól, melyekben értékeiket valamely lokálisan kompakt Abel-csoportban felvevő véletlen elemek szerepelnek. A [12] cikkben értékeiket valamely kommutatív hipercsoportban felvevő független növekményű folyamatok martingál-karakterizációit vizsgáltuk meg.

A megjelent közlemények között 40 folyóiratcikk és 2 konferenciacikk szerepel, valamint 1 könyvfejezet, 1 MTA doktora disszertáció és 3 tankönyv. Közlésre el van fogadva még 4 folyóiratcikk, és további 4 cikk van benyújtva (melyek egy kivétellel elérhetők az arXiv repozitóriumban). Végezetül itt jegyeznénk meg, hogy a támogatási időszak alatt Fazekas István előkészítette és megvédte disszertációját az MTA doktora cím elnyerésére.

Megjelent tudományos munkák:

[1] Baran, S. and Pap, G. (2009). On the least squares estimator in a nearly unstable sequence of stationary spatial AR models. *J. Multivariate Anal.* **100(4)**, 686–698. {MR 2010e:62203, Zbl 1155.62062}

[2] Chuprunov, A. and Fazekas, I. (2009). Strong laws of large numbers for random forests. *Acta Math. Hungar.* **124(1-2)**, 59–71. {MR 2010k:60109, Zbl 1181.62043}

[3] Fülöp, E. and Pap, G. (2009). Strong consistency of maximum likelihood estimators for a discrete time random field HJM type interest rate model. *Lithuanian Math. J.* **49(1)**, 5–25. {MR 2010f:62242, Zbl 1176.62101}

[4] Fülöp, E. and Pap, G. (2009). Note on strong consistency of maximum likelihood estimators for dependent observations. In: *7th International Conference on Applied Informatics* (Eger, 2007), vol. I, pp. 221–226, Eger, B. V. B. Nyomda és Kiadó Kft. {Zbl 1180.62038}

[5] Pap, G. (2010). Limit theorems on locally compact Abelian groups, pp. 345–374. Chapter in the book: Herbert Heyer: *Structural aspects in the theory of probability*. Second edition. Series on Multivariate Analysis, 8. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Hackensack, NJ. xii+412 pp. {MR 2011c:60017, Zbl 1202.60004}

[6] Barczy, M., Ispány, M., Pap, G., Scotto, M. and Silva, M.E. (2010). Innovational outliers in INAR(1) models. *Comm. Statist. Theory Methods* **39(18)**, 3343–3362. {MR 2011m:62292, Zbl 1202.62109}

[7] Barczy, M. and Pap, G. (2010). Asymptotic behavior of maximum likelihood estimator for time inhomogeneous diffusion processes. *J. Statist. Plann. Inference* **140(6)**, 1576–1593. {MR 2011c:62273, Zbl 1185.62147}

[8] Barczy, M. and Pap, G. (2010). α-Wiener bridges: singularity of induced measures and sample path properties. *Stoch. Anal. Appl.* **28(3)**, 447–466. {MR 2012c:60113, Zbl 1195.60060}

[9] Chuprunov, A. and Fazekas, I. (2010). An exponential inequality and strong limit theorems for conditional expectations. *Period. Math. Hungar.* **161(1-2)**, 103–120. {MR 2012a:60076, Zbl 1249.60045}

[10] Chuprunov, A. and Fazekas, I. (2010). An inequality for moments and its applications to the generalized allocation scheme. *Publ. Math. Debrecen* **76(3-4)**, 271–286. {MR 2011c:60068, Zbl 1240.60057}

[11] Fazekas, I., Karácsony, Zs. and Libor, Zs. (2010). Longest runs in coin tossing. Comparison of recursive formulae, asymptotic theorems, computer simulations. *Acta Univ. Sapientiae Math.* **2(2)**, 215–228. {MR 2011k:60024, Zbl 05990034}

[12] Heyer, H. and Pap, G. (2010). Martingale characterizations of increment processes in a commutative hypergroup. *Adv. Pure Appl. Math.* **1(1)**, 117–140. {MR 2011f:60006, Zbl 1205.60021}

[13] Ispány, M. and Pap, G. (2010). Critical branching processes with immigration. In: *Workshop on Branching Processes and Their Applications*, Lecture Notes in Statistics – Proceedings 197, pp. 135-146, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. {MR 2011m:60259}

[14] Ispány, M. and Pap, G. (2010). A note on weak convergence of random step processes. *Acta Math. Hungar.* **126(4)**, 381–395. {MR 2012a:60088, Zbl 05857765}

[15] Baran, S. (2011). On the variances of a spatial unit root model. *Lith. Math. J.* **74(1)**, 122–140. {MR 2012g:62374, Zbl 1227.62064}

[16] Baran, S. and Pap, G. (2011). Asymptotic inference for a one-dimensional simultaneous autoregressive model. *Metrika* **74(1)**, 55–66. {MR 2804728, Zbl 1216.62137}

[17] Baran, S. and Pap, G. (2011). Parameter estimation of a shifted Wiener sheet. *Statistics* **45(4)**, 319–335. {MR 2819997, Zbl 05991039}

[18] Barczy, M. and Kern, P. (2011). General alpha-Wiener bridges. *Commun. Stoch. Anal.* **5(3)**, 585–608. {MR 2012i:60070}

[19] Barczy, M. and Bertoin, J. (2011). Functional limit theorems for Lévy processes satisfying Cramér's condition. *Electron. J. Probab.* **16(73)**, 2020–2038. {MR 2012j:60119, Zbl 1244.60049}

[20] Barczy, M. and Iglói, J. (2011). Karhunen-Loève expansions of α-Wiener bridges. *Cent. Eur. J. Math.* **9(1)**, 65–84. {MR 2012e:60102, Zbl 1228.60047}

[21] Barczy, M., Ispány, M. and Pap, G. (2011). Asymptotic behavior of unstable INAR(p) processes. *Stochastic Process. Appl.* **121(3)**, 583–608. {MR 2012b:62286, Zbl 1241.62122}

[22] Barczy, M. and Pap, G. (2011). Explicit formulas for Laplace transforms of certain functionals of some time inhomogeneous diffusions. *J. Math. Anal. Appl.* **380(2)**, 405–424. {MR 2794401, Zbl 1215.60015}

[23] Fazekas, I., Chuprunov, A. and Túri, J. (2011). Inequalities and limit theorems for random allocations. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. A* **65(1)**, 69–85. {MR 2012g:60076, Zbl 1253.60026}

[24] Kukush, A., Baran, S., Fazekas, I. and Usoltseva, E. (2011). Simultaneous estimation of baseline hazard rate and regression parameters in Cox proportional hazards model with measurement error. *J. Statist. Res.* **45(2)**, 77–94. {MR 2934363}

[25] Pap, G. (2011). The accuracy of merging approximation in generalized St. Petersburg games. *J. Theoret. Probab.* **24(1)**, 240–270. {MR 2012e:60069, Zbl 1219.60026}

[26] Baran, S. and Pap, G. (2012). Parameter estimation in a spatial unilateral unit root autoregressive model. *J. Multivariate Anal.* **107**, 282–305. {MR 2890448, Zbl 06031353}

[27] Baran, S. and Sikolya, K. (2012). Parameter estimation in linear regression driven by a Wiener sheet. *Ann. Math. Inform.* **39**, 3–15. {MR 2959877, Zbl 1265.60097}

[28] Baran, S. and Sikolya, K. (2012). Parameter estimation in linear regression driven by a Gaussian sheet. *Acta Sci. Math. (Szeged)* **78(3-4)**, 689–713. {MR 3057694}

[29] Barczy, M., Ispány, M., Pap, G., Scotto, M. and Silva, M.E. (2012). Additive outliers in INAR(1) models. *Statistical Papers.* **53(4)**, 935–949. {MR 2992926, Zbl 1254.62091}

[30] Döring, L. and Barczy, M. (2012). A jump type SDE approach to positive self-similar Markov processes. *Electron. J. Probab.* **17(94)**, 39 pp. {MR 2994842}

[31] Fazekas, I. (2012). Merging to semistable processes. *Theory Probab. Appl.* **56(4)**, 621–633. {Zbl 1268.60044}

[32] Fazekas, I., Karácsony, Zs. and Vas, R. (2012). Joint asymptotic normality of the kernel type density estimator for spatial observations. *Ann. Math. Inform.* **39**, 45–56. {MR 2959880, Zbl 1265.60024}

[33] Fazekas, I. and Porvázsnyik, B. (2012). A generalized allocation scheme. *Ann. Math. Inform.* **39**, 45–56. {MR 2959881, Zbl 1265.60009}

[34] Fazekas, I. and Tómács, T. (2012). On weighted averages of double sequences. *Ann. Math. Inform.* **39**, 71–81. {MR 2959882, Zbl 1265.40023}

[35] Baran, S., Horányi, A. and Nemoda, D. (2013). Statistical post-processing of probabilistic wind forecasting in Hungary. *Meteorologische Zeitschrift* **22(3)**, 273–282.

[36] Baran, S., Sikolya, K. and Stehlík, M. (2013). On the optimal designs for the prediction of Ornstein-Uhlenbeck sheets. *Statist. Probab. Lett.* **83(6)**, 1580–1587. {MR 3048326}

[37] Baran, S., Sikolya, K. and Veress, L. (2013). Estimating the risk of a down's syndrome term pregnancy using age and serum markers: comparison of various methods. *Comm. Statist. Simulation Comput.* **42(7)**, 1685–1672. {MR 3042791, Zbl 06175440}

[38] Barczy, M. and Döring, L. (2013). On entire moments of self-similar Markov processes. *Stoch. Anal. Appl.* **31(2)**, 191–198. {MR 3021485, Zbl 1264.60027}

[39] Barczy, M., Döring, L., Li, Z. and Pap, G. (2013). On parameter estimation for critical affine processes. *Electronic Journal of Statistics* **7**, 647–696. {MR 3035268, Zbl 06167950}

[40] Barczy, M. and Kern, P. (2013). Sample path deviations of the Wiener and the Ornstein-Uhlenbeck process from its bridges. *Braz. J. Probab. Stat.* **27(4)**, 437–466.

[41] Barczy, M. and Kern, P. (2013). Representations of multidimensional linear process bridges. *Random Oper. Stoch. Equ.* **21(2)**, 159–189. {MR 3068414, Zbl 06191902}

[42] Lajkó, K., Mészáros, F. and Pap, G. (2013). Characterization of bivariate distributions with conditionals of the same type. *Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Comput.* **41**, 73–84.

[43] T. Szabó, T. and Pap, G. (2013). Change detection in INAR(p) processes against various alternative hypotheses. *Comm. Statist. Theory Methods* **42(7)**, 1386–1405. {MR 3031288, Zbl 06175404}

Közlésre elfogadott tudományos munkák:

[44] Baran, S., Pap, G. and Sikolya, K. Testing stability in a spatial unilateral autoregressive model. *Comm. Statist. Theory Methods*, `http://arxiv.org/abs/1203.4346`

[45] Barczy, M., Döring, L., Li, Z. and Pap, G. Stationarity and ergodicity for an affine two factor model. *Advances in Applied Probability*, `http://arxiv.org/abs/1302.2534`

[46] Barczy, M., Ispány, M. and Pap, G. Asymptotic behavior of CLS estimators for unstable INAR(2) models. *Scandinavian Journal of Statistics*, `http://arxiv.org/abs/1111.2532`

[47] Ispány, M., Körmendi, K. and Pap, G. Asymptotic behavior of CLS estimators for 2-type doubly symmetric critical Galton-Watson processes with immigration. *Bernoulli*, `http://arxiv.org/abs/1210.8315`

Közlésre benyújtott tudományos munkák:

[48] Baran, S. and Stehlík, M. Optimal designs for parameters of shifted Ornstein-Uhlenbeck sheets measured on monotonic sets. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*

[49] Barczy, M., Döring, L., Li, Z. and Pap, G. Parameter estimation for an affine two factor model. *SIAM Journal on Financial Mathematics*, `http://arxiv.org/abs/1302.3451`

[50] Györfi, L., Ispány, M., Kevei, P. and Pap, G. Asymptotic behavior of a multi-type nearly critical Galton–Watson processes with immigration. *Theory of Probability and its Applications*, `http://arxiv.org/abs/1307.7917`

[51] Ispány, M. and Pap, G. Asymptotic behavior of critical primitive multi-type branching processes with immigration. *Stochastic Analysis and Applications*, `http://arxiv.org/abs/1205.0388`

Szeged, 2013 november 3. Pap Gyula