

ELTE TTK Valószínűségelméleti és Statisztika Tanszék
Szakedolgozati témák 2020/2021
Biztosítási és pénzügyi matematika mesterszak

1. Szabadon választható téma.

Témavezető: A tanszék bármelyik oktatója.

A téma rövid leírása: Ha egy hallgató tetszőleges pénzügyi matematikai vagy biztosítási matematikai téma iránt érdeklődik, akkor témavezetőnek választhatja azt a szakembert, aki ehhez ért, és ebben segítséget tud neki nyújtani.

Ajánlott irodalom: a hallgató és a témavezető megállapodása alapján.

Ajánlott szakirányok: mindegyik.

2. Speciális kárszám- és káreloszlás modellek (foglalt)

Témavezető: Arató Miklós

A téma rövid leírása:

Több esetben előfordul, hogy az aktuárius irodalomban általánosan használt kárszám- és káreloszlások nem jól illeszkednek az adatokra. A szakedolgozatban át kell tekinteni néhány újonnan javasolt eloszláscsaládot és azok becslési módszereit. A szakedolgozó feladata megvizsgálni ezen modellek alkalmazhatóságát.

Ajánlott irodalom:

G. Tzougas, W. L. Hoon & J. M. Lim (2019). The negative binomial-inverse Gaussian regression model with an application to insurance ratemaking. *European Actuarial Journal* volume 9, pages 323–344, doi: 10.1007/s13385-018-0186-2

Tzougas, G., & Karlis, D. (2020). AN EM ALGORITHM FOR FITTING A NEW CLASS OF MIXED EXPONENTIAL REGRESSION MODELS WITH VARYING DISPERSION. *ASTIN Bulletin*, 50(2), 555-583. doi:10.1017/asb.2020.13

Tsz Chai Fung, Andrei Badescu, Xiaodong Sheldon Lin (2018). A Class of Mixture of Experts Models for General Insurance: Application to Correlated Claim Frequencies. *SSRN Electronic Journal*, doi: 10.2139/ssrn.3315756

Ajánlott szakirányok: aktuárius.

3. Mortalitás, éghajlati jelenségek és lakáskárok (foglalt)

Témavezető: Arató Miklós

A téma rövid leírása:

Az évek közötti mortalitási változásokat több tényező is okozhatja. Az egyik többször vizsgált tényező az éghajlati hatás. Miljkovic és szerzőtársai ezt összekapcsolták a biztosítási ingatlankárokkal. A szakedolgozó feladata az ezzel kapcsolatos irodalom feldolgozása mellett az esetleges hasonló hatások felderítése Európában és Magyarországon.

Ajánlott irodalom:

Tatjana Miljkovic, Dragan Miljkovic & Karsten Maurer (2018). Examining the impact on mortality arising from climate change: important findings for the insurance industry. *European Actuarial Journal* volume 8, pages 363–381, doi: 10.1007/s13385-018-0178-2

Surender Kumar & Madhu Khanna (2019). Temperature and production efficiency growth: empirical evidence. *Climatic Change* volume 156, pages 209–229, doi: 10.1007/s10584-019-02515-5

Cupido, Kyran and Fotheringham A. Stewart and Jevtic, Petar (2019). Local Modeling of U.S. Mortality Rates: A Multiscale Geographically Weighted Regression Approach, doi:10.2139/ssrn.3472830

Ajánlott szakirányok: aktuárius.

4. Differenciálegyenletek az életbiztosításban (foglalt)

Témavezető: Arató Miklós

A téma rövid leírása:

Már a korai aktuáriusi irodalomban is felmerült a differenciálegyenletek használata (Thiele). Az utóbbi években ez az irány újból felerősödött, mivel a pénzáramok modellezésére jól használható. Elképzelhető, hogy a sztochasztikus egyenletek felhasználása új eredményekhez is vezethet ebben a témában.

Ajánlott irodalom:

Marcus C. Christiansen, Boualem Djehiche (2020). Nonlinear reserving and multiple contract modifications in life insurance,

Insurance: Mathematics and Economics, Volume 93, pages 187-195, doi: 10.1016/j.insmatheco.2020.05.004

Kristian Buchardt and Thomas Møller (2015). Life Insurance Cash Flows with Policyholder Behavior. Risks, 3, 290-317; doi:10.3390/risks3030290

Mogens Bladt, Søren Asmussen & Mogens Steffensen (2019). Matrix representations of life insurance payments, European Actuarial Journal volume 10, pages 29–67, doi: 10.1007/s13385-019-00222-0

Ajánlott szakirányok: aktuárius.

5. Frakcionális Brown-mozgásra épülő volatilitási modellek

Témavezető: Backhausz Ágnes

A téma rövid leírása:

Az utóbbi években a pénzügyi modellezésben egyre népszerűbbek az úgynevezett "rough volatility" modellek. Ezek a sztochasztikus volatilitást feltételező modellek általánosításainak tekinthetők, amikor a volatilitásra vonatkozó sztochasztikus differenciálegyenletben a Brown-mozgás helyett frakcionális Brown-mozgás jelenik meg. Ezen modellek létjogosultságát főként a magas frekvenciájú kereskedés megértése adja, hiszen ebben az esetben a volatilitást is pontosabban kell modellezni.

A feladat a frakcionális Brown-mozgásra épülő sztochasztikus differenciálegyenletekkel, volatilitási modellekkel kapcsolatos szakirodalom feldolgozása, illetve számítógépes szimuláció segítségével a modell paraméterérzékenységének vizsgálata.

Ajánlott irodalom:

J. Gatheral, T. Jaisson, M. Rosenbaum: Volatility is rough. Kézirat. arXiv:1410.3394.

L. Bergomi and J. Guyon: Stochastic volatility's orderly smiles. Risk May, pp. 60--66, 2012.

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

6. Optimal portfolio choice under parameter uncertainty

Témavezető: Farkas Péter, MSCI, belső konzulens: Zempléni András

A téma rövid leírása:

Markowitz és Merton megoldásában azt feltételezik, hogy az input paraméterek ismertek. Ugyanakkor a valódi világban a paramétereket valódi értékét nem ismerjük, csak a becsült értéküket. A paraméterek bizonytalanságát több módszer is figyelembe veszi: Bayesi elemzés, shrinkage eljárás, etc. Ugyanakkor egyenlőre egyik eljárás sem került ki egyértelmű győztesként.

Ajánlott irodalom:

[1] Brandt, Michael W: Portfolio Choice Problems, Handbook of Financial Econometrics: Tools and Techniques

Volume 1 in Handbooks in Finance 2010, Pages 269-336, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50897-3.50008-0>

[2] Kan, Raymond, Optimal Portfolio Choice with Parameter Uncertainty, Journal of Finance and Quantitative Analysis Vol. 42, No. 3 (Sep., 2007), pp. 621-656

[3] Refining Portfolio Construction When Alphas and Risk Factors Are Misaligned, MSCI Publication, <https://www.msci.com/www/research-paper/refining-portfolio-construction/014883022>

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

7. Az érdes sztochasztikus korreláció modelljének paraméterbecslése gépi tanulással (foglalt)

Témavezető: Márkus László

A téma rövid leírása:

Egyes pénzügyi eszközök árainak illetve értékeinek összefüggése, korrelációja a tapasztalatok szerint időfüggő, de ezen túlmenően véletlenszerűen, sztochasztikusan is változik. Ez a felismerés az utóbbi kb. öt-tíz év modellezési gyakorlatát is megváltoztatta, árak együttes modelljeiben megjelent egy sztochasztikus folyamat az összefüggés leírására, melyet sztochasztikus korrelációnak hívnak. Ezzel a megközelítéssel a valóságban is megfigyelhető farokösszefüggésekhez lehet jutni, ami jól tükrözi a modellben, hogy extrémebb kereskedési időszakokban sokkal erősebben összefüggenek, szinkronizáltabbak az árfolyamok.

Statisztikai bizonyítékok szerint a sztochasztikus korreláció folyamat egyes részvényárak esetén érdekes trajektóriákkal rendelkezik, melynek leírásában frakcionális differenciálegyenletek is szerepelnek. Ezek becslése a szokásos statisztikai eszköztáron belül legtöbbször csak nagyon összetett algoritmusokkal oldható meg, és ezért hasznos lehet alternatív megközelítést alkalmazni.

A szakdolgozat célja: A jelen dolgozatban deep learning elvű gépi tanuláson alapuló eljárást szeretnénk kidolgozni, a sztochasztikus volatilitás becslésére meglévő eljárás nyomán. Ettől várjuk egy megfelelő érdekes sztochasztikus korreláció modell illesztését, amely valóságghű eredményeket nyújt.

Ajánlott irodalom:

Beck, C., Becker, S., Grohs, P., Jaafari, N., & Jentzen, A. (2018. June 4). Solving stochastic differential equations and Kolmogorov equations by means of deep learning. arXiv:1806.00421 [math.NA], 56 pages

Grimm, L., Haynes, J., & Schmitt, D. (2017. June). Estimating Stochastic Volatility: The Rough Side to Equity Returns. *Decisions in Economics and Finance* 42, 449–469, (2019)

Han, J., Jentzen, A., & E, W. Solving high-dimensional partial differential equations using deep learning. *Proceedings of the Academy of Sciences of the United States of America* August 21, 115 (34), 8505-8510, 2018.

Horvath, B., Muguruza, A., & Medhi, T. Deep Learning Volatility. arXiv:1901.09647v2 [q-fin.MF] 22 Aug 2019

Márkus, L., & Kumar, A. Comparison of Stochastic Correlation Models. *Journal of Mathematical Sciences*, 237 (6), 810–818 (2019)

Márkus, L., & Kumar, A. Modelling Joint Behaviour of Asset Prices using Stochastic Correlation. *Methodology and Computing in Applied Probability*, to appear (2020)

Márkus, L., & Kumar, A. Rough Correlation for Characterizing Herd Behaviour of Traders in Stock Markets. submitted

Shevchenko, G. (2014. Jun 8). Fractional Brownian Motion in Nutshell, arXiv:1406.1956 [math.PR], 14 pages

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

8. Az ajánlati könyv modellezése összetett Hawkes-folyamatokkal (foglalt)

Témavezető: Márkus László

A téma rövid leírása:

Az ajánlati könyv dinamikájának vizsgálata a pénzügyi matematika aktív kutatási területe, nem kis részben a nagyfrekvenciás kereskedés általános elterjedésének köszönhetően. A modellezés rendszerint pontfolyamatok segítségével történik, e téren a Hawkes-folyamatokat viszonylag széles körben használják. A Hawkes-folyamatok alapvető hiányossága azonban, hogy csak az ajánlatok beérkezési idejét írják le. Ennek következtében az utóbbi években a többdimenziós, illetve összetett Hawkes-folyamatok kerültek a kutatások fókuszába, ami lehetővé teszi az ajánlott ár értékének bevonását is a vizsgálatokba.

A szakdolgozat célja a vonatkozó szakirodalom áttekintése, a kapcsolódó eredmények bemutatása, illetve a kutatás folytatása a hallgató érdeklődésének megfelelően.

Ajánlott irodalom:

[1] Swishchuk, A., Chavez-Casillas, J., Elliott, R. and Remillard, B.: Compound Hawkes processes in limit order books. arXiv:1712.03106 [q-fin.MF], 26 pages (2017)

[2] Bacry, E., Mastromatteo, I. and Muzy, J.-F.: Market Microstructure and Liquidity Vol. 01, No. 01, 1550005 (2015)

[3] Laub, P., Taimre, T. and Pollett, P.: Hawkes Processes. arXiv: 1507.02822v1[math.PR], 28 pages (2015).

[4] Anatoliy Swishchuk and Aiden Huffman.: General Compound Hawkes Processes in Limit Order Books. Risks 2020, 8(1), 28; <https://doi.org/10.3390/risks8010028>

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

9. A negatív kamatláb jelensége és modellezése (foglalt)

Témavezető: Molnár-Sáska Gábor

A téma rövid leírása:

A dolgozat témája a negatív kamatlábok jelensége és modellezése. Ezen témakör az aktualitása miatt is igen fontos, hiszen az olajár is vett már fel negatív értéket. A dolgozatban egy a Black modelltől és a Gauss-féle affinmodell keresztesítéséből létrehozott új, hosszú távú kamatláb modellt fogunk vizsgálni, továbbgondolni.

Ajánlott irodalom:

- Carl Chiarella, Boda Kang, Gunter H. Meyer: The evaluation of barrier option prices under stochastic volatility, Computers and Mathematics with Applications 64, 2034-2048, 2012
- Emanuel Derman, Deniz Ergener, Iraj Kani: Static Options Replication, Quantitative Strategies Research Notes, 1994.
- Mark Broadie, Paul Glasserman: A continuity correction for discrete barrier options, Mathematical Finance, Vol.7, No.4, 325-348, 1997.
- Robert C. Merton: The Theory of Rational Option Pricing, The Bell Journal of Economics and Management Science 4(1); 141-183, 1973
- **Ajánlott szakirányok:** kvantitatív pénzügy

10. Atlasz modell

Témavezető: Prokaj Vilmos

A téma rövid leírása:

A szakdolgozat célja a vonatkozó irodalom áttekintése.

Ajánlott irodalom:

[1] Ichiba T, Papathanakos V, Banner A, Karatzas I and Fernholz R (2011), "Hybrid Atlas models", Ann. Appl. Probab.. Vol. 21(2), pp. 609-644.

[2] Banner AD, Fernholz R and Karatzas I (2005), "Atlas models of equity markets", Ann. Appl. Probab.. Vol. 15(4), pp. 2296-2330.

[3] Fernholz R (2001), "Equity portfolios generated by functions of ranked market weights", Finance Stoch.. Vol. 5(4), pp. 469-486.

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

11. Érzékenységszámítás Malliavin kalkulussal

Témavezető: Prokaj Vilmos

A téma rövid leírása:

Egy származtatott termék árának függése a különböző modell paramétereiktől fontos mennyiség a pénzügyi matematikában. Ezeknek az érzékenységeknek a számítása a legegyszerűbb modellektől eltekintve MonteCarlo módszerekkel történik. A naív numerikus deriválás helyett bizonyos modellekben lehet ügyesebben is számolni. A szakdolgozat célja a vonatkozó irodalom áttekintése. Lehetőség van a megismert módszerek implementálására, hatékonyságuk numerikus vizsgálatára.

Ajánlott irodalom:

[1] Fournié, E., Lasry, J.-M., Lebuchoux, J., and Lions, P.-L. (2001). Applications of Malliavin calculus to Monte-Carlo methods in finance. II. Finance Stoch., 5(2):201–236.

[2] Fournié, E., Lasry, J.-M., Lebuchoux, J., Lions, P.-L., and Touzi, N. (1999). Applications of Malliavin calculus to Monte Carlo methods in finance. Finance Stoch., 3(4):391–412.

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

12. Belfentes információ modellezése filtrációbővítéssel

Témavezető: Prokaj Vilmos

A téma rövid leírása:

Matematikailag a belfentes információt, azaz az árfolyam alakulására vonatkozó plusz információt, filtráció bővítéssel lehet modellezni. A filtráció bővítésével az árfolyamat szemimartingál felbontása megváltozhat. Ennek eredményeként belfentes kereskedő által elérhető utility magasabb lehet, mint a közönséges befektető által elérhető. Bizonyos esetben, de nem mindig, arbitrázs lehetőség is kialakulhat.

A szakdolgozat célja a vonatkozó irodalom áttekintése, az árfolyamat felbontásának kiszámítása egyszerűmodellekben, ill. bizonyos típusú bővítések esetében.

Ajánlott irodalom:

- [1] Amendinger, J., Imkeller, P., and Schweizer, M. (1998). Additional logarithmic utility of an insider. *Stochastic Process. Appl.*, 75(2):263–286.
- [2] Imkeller, P., Pontier, M., and Weisz, F. (2001). Free lunch and arbitrage possibilities in a financial market model with an insider. *Stochastic Process. Appl.*, 92(1):103–130.
- [3] Imkeller, P. (2003). Malliavin's calculus in insider models: additional utility and free lunches. *Math. Finance*, 13(1):153–169. Conference on Applications of Malliavin Calculus in Finance (Rocquencourt, 2001).

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

13. Pricing average price options (foglalt)

Témavezető: Varga László

A téma rövid leírása:

Asian options, especially discretely sampled arithmetic average price options (APOs) are popular financial products on commodity markets. The pricing of APOs is cumbersome even under standard (lognormal) conditions, as the sum of lognormal random variables is not lognormally distributed. This fact resulted in the development of a wide range of pricing methods in the previous decades. The task of the Student is the following:

- summarize the different pricing approaches (both exact and approximation methods);
- read through the relevant literature of the moment matching method which is the most popular technique in practice;
- develop programming scripts in R, Python or VBA languages to compare the moment matching method with Monte Carlo and an appropriately chosen state-of-the-art pricing technique chosen by the Student.

Ajánlott irodalom:

Roncoroni, A. and Fusai, G. and Cummins, M. (2015), *Handbook of multi-commodity markets and products: Structuring, trading and risk management*, Chapter 18 (p. 827-877), John Wiley & Sons

Clark, I. J. (2014), *Commodity option pricing: a practitioner's guide*, Chapter 2.7 (p. 54-70), John Wiley & Sons

Rook, C. and Kerman, M. (2017), *Approximating the Sum of Correlated Lognormals: an Implementation*, Available at SSRN 2653337

Kirkby, J. L. (2016), An efficient transform method for Asian option pricing, p. 845–892, *SIAM Journal on Financial Mathematics*

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

14. Usage of Natural Language Processing (NLP) methods for classification problems (foglalt)

Témavezető: Véber Miklós, Morgan Stanley, belső konzulens: Molnár-Sáska Gábor

A téma rövid leírása:

Fraudulent and politically biased news is such a major concern in society that it strongly affects financial markets as well. The thesis gives an introduction to Natural Language Processing (NLP) methods and its toolkit from multidimensional statistical analysis (deep learning, classification, etc),

paying special attention to classification with NLP (whether a news article is fraudulent/biased or not). It contains a brief overview of the possible applications of NLP methods and NLP classification and a detailed description of predicting and detecting fraudulent news using NLP and deep learning. It also provides real-life cases in fraudulent and politically biased news prediction using deep learning programming in Python.

Ajánlott irodalom:

Giri, N., (2004). Multivariate Statistical Analysis

Heckler, C., (2005). Applied Multivariate Statistical Analysis

Manning, C., Schütze, H. (1999). Foundations of Statistical Natural Language Processing

Chowdhary, K., (2020). Fundamentals of Artificial Intelligence

Bird, S., Klein, E., Loper, E., (2009). Natural Language Processing with Python

Ajánlott szakirányok: kvantitatív pénzügy

15. Barrier opciók árazása (foglalt)

Témavezető: Vécsey Máté, Morgan Stanley, belső konzulens: Molnár-Sáska Gábor

A téma rövid leírása:

A barrier opció az egyik leglikvidebben kereskedett útvonalfüggő derivatíva a részvénypiacokon. A szakdolgozat témája ezen termék jellemzői, valamint az árazásával kapcsolatos modellezési döntések, numerikus módszerek feltérképezése. Az árazáskor a folytonos megfigyelés és a diszkrét időbeli megfigyelés feltételezése között eltéréseket lehet észrevenni, a kettő közötti kapcsolat vizsgálata érdekesnek bizonyul. Arra is érdemes kitérni, hogy mi történik, ha a Black-Scholes modellel ellentétben sztochasztikus volatilitást feltételezünk, illetve, hogy ennek a módszernek mik az előnyei, hátrányai. A barrier opcióknak nagy a gammája, amikor az alaptermék ára közel van a barrierhez, ekkor a dinamikus hedge túl költséges, és pontatlan, emiatt statikus replikálást is érdemes vizsgálni.

Ajánlott irodalom:

- Carl Chiarella, Boda Kang, Gunter H. Meyer: The evaluation of barrier option prices under stochastic volatility, Computers and Mathematics with Applications 64, 2034-2048, 2012
- Emanuel Derman, Deniz Ergener, Iraj Kani: Static Options Replication, Quantitative Strategies Research Notes, 1994.
- Mark Broadie, Paul Glasserman: A continuity correction for discrete barrier options, Mathematical Finance, Vol.7, No.4, 325-348, 1997.
- Robert C. Merton: The Theory of Rational Option Pricing, The Bell Journal of Economics and Management Science 4(1); 141-183, 1973
- **Ajánlott szakirányok:** kvantitatív pénzügy