

Doktori beszámoló

1.félév

Márkus István (istvan.markusz@gmail.com)

Témavezető: Dr. Pollner Péter

ELTE TTK Fizika Doktori Iskola

Statisztikus fizika, biológiai fizika

és kvantumrendszerek fizikája program

1. Bevezetés

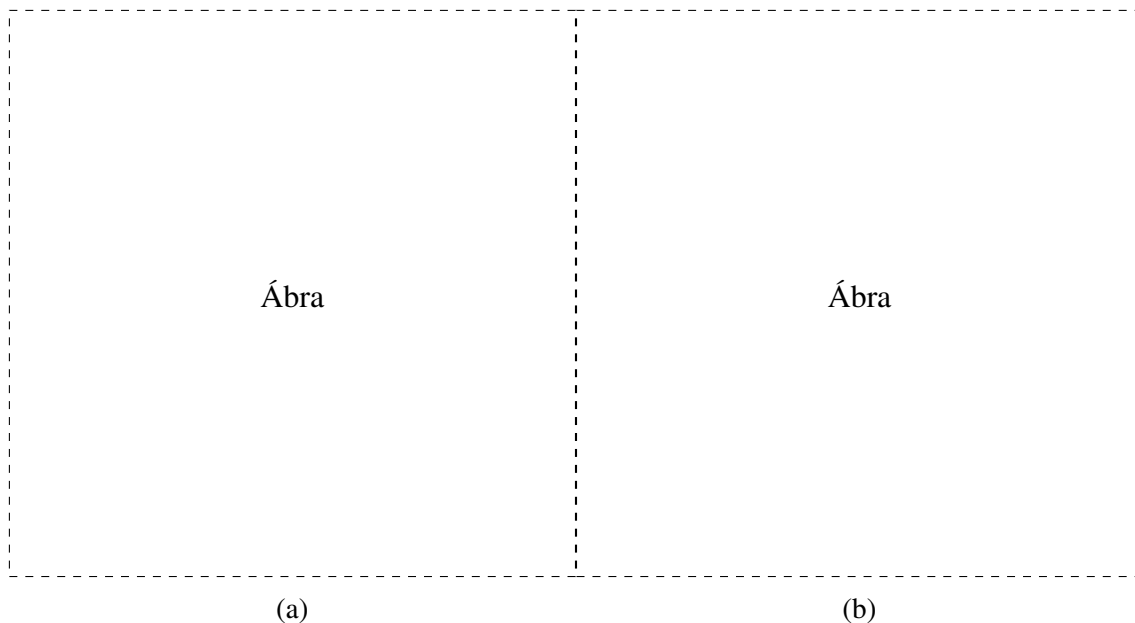
A 2020-as évben különösen nagy figyelem fordult az epidemiológiai kutatások, illetve szimulációk felé, az új típusú koronavírus megjelenése kapcsán. Tavasszal lefejlesztettem egy általános célú, térbeli terjedést is figyelembe vevő, járvány szimulációs keretrendszert (EpiSim), mellyel a főbb magyarországi gócpontokat helyesen sikerült jósolni. Egy 2010-es cikkben részletezett modellt vettem alapul (GLEAM, amivel a H1N1 járvány világ körüli tejedését sikerült nagy pontossággal prediktálni [1]), viszont a térbeli komponenst egy kívülről definiálható általános irányított hálózatra cseréltem, kiterjesztve ezzel módszer alkalmazásait.

Az így született keretrendszer nem csak emberi járványok modellezésére alkalmas. Napjainkban is pusztít Magyarországon az afrikai sertéspestis (ASP), és lassan, de biztosan vonul nyugat felé. Azonban a terjedés pontos irányját, és ezzel a legveszélyeztetettebb területeket nem egyszerű meghatározni, valamint a vírus terjedési mechanizmusai sem tökéletesen ismertek. A félév során, a doktori dolgozatom témájától némileg kitekintve, ezen járvány modellezésén dolgoztam az ASP Kockázatelemzési Akciócsoportjával együtt.

2. Kutatás

Az EpiSim-mel való modellezéshez három alap adat szükséges: 1) térben viszonylag kompakt területi egységek, és a bennük élő populáció nagysága, 2) ezeket a kompakt régiókat összekötő irányított közlekedési hálózat, melyen az élek súlya arányos az átáramló populáció nagyságával, és 3) egy a fertőzés stádiumait leíró "compartment modell".

A bevezetésben említett kockázatelemző akciócsoport jóvoltából megkaptam a magyarországi vadászterületek becsült disznó populációit, valamint a regisztrált ASP eseteket 2020.08.28-ig. Az esetek kumulatív eloszlását (KDE módszerrel) a 1a ábra mutatja.



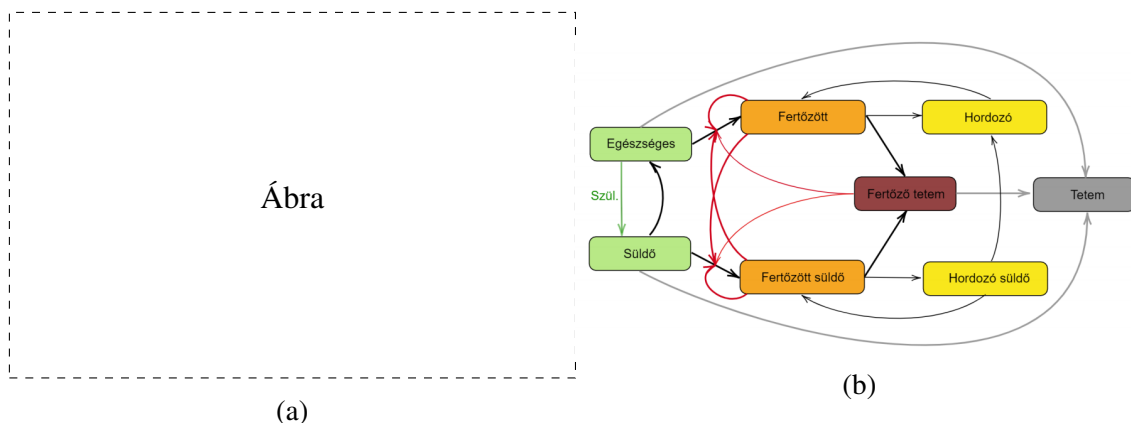
1. ábra. (a) Az afrikai sertéspestis esetek kumulatív sűrűsége 2020.08.28-ig. [A nyilvánossá tett doktori beszámolóban még nem jelenhet meg ez az ábra] (b) A esetsűrűség-kontúrvonalak terjedési sebességeinek aránya felszín típusonként. [A nyilvánossá tett doktori beszámolóban még nem jelenhet meg ez az ábra]

Kezdetben kényelmi szempontból a vadászterületi egységeket választottam a szimuláció alapegységeinek. Azonban ezen területek irreguláris formája nem várt mellékhatásokkal járhat, ezért jelenleg hatszöggrács felosztással futnak a szimulációk.

A területi egységek közti terjedés sebességének meghatározásához figyelembe vettem Magyarország felszíni borítottságának típusát a területek határán. A CORINE Land Cover 100x100 méteres felbontásban tartalmazza a felszín típusokat. Az ASP esetsűrűség elmúlt két év alatti terjedése alapján kirajzolt kontúrvonalak területeinek, illetve kerületeinek változását összevetve kiszámítható egy átlagos sebesség, melyet felszín típusokra lebontva a 1b ábrán látható arányokhoz jutottam. Ezt a kockázatelemző akciócsoport is jóváhagyta, valamint más, a vaddisznók mozgását vizsgáló kutatásokkal is összeegyeztethető [3, 2]. Ezen arányokkal a területegységek határai közelében található felszín alapján kirajzolható a közlekedési hálózat (2a ábra).

Bizonyos mozgásokat nem sikerült egyszerűen a területi egységek közti határok figyelembevételével leírni. A 1a ábrán is jól látható, hogy a Tisza mentén gyorsabb a járvány terjedése. Ez azzal magyarázható, hogy a disznók a folyó melletti keskeny edősávban mozognak csak, így a területigényük kielégítéséhez hosszabb utat kell bejárjanak. Ilyen, és ehhez hasonló mozgások leírására egy véletlen-séta modellt csináltam, melyben a disznók által kedvelt területekre nagyobb valószínűséggel történik lépés. Ahhoz, hogy ezeket a preferenciákat be tudjam állítani, illetve a sebességek a valósághoz illeszkedjenek, a Soproni Egyetem két tagjával léptem kollaborációba. Ők több, mint egy éven keresztül figyelt disznók GPS adatai alapján számított értékekkel tudnak szolgálni.

A fertőzés lefolyását leíró modellt egy 2020 áprilisi cikk alapján határoztam meg [4]. Az ebből készült gráfot a 2b ábra mutatja. A cikkben két fő feltevés van a terjedéssel



2. ábra. (a) A felszín típusonkénti terjedési sebességek alapján meghatározott közlekedési hálózat. [A nyilvánossá tett doktori beszámolóban még nem jelenhet meg ez az ábra.] (b) Az afrikai sertéspestis "compartment" modellje. A vörös nyilak fertőzést, a zöldek születést, a feketék spontán átmeneteket, a szürkék pedig halálozást (és ezzel a rendszerből való kivételt) jelölnek.

kapcsolatban: 1) a fertőzésben elhullott állat teteme még sok ideig (2-8 hét) fertőző marad, és 2) a fertőzés a disznók kis százalékát aszimptomatikusan érinti, krónikus hordozókká válhatnak, akár több mint fél évig is. Az első feltételezés kapcsán utánajártam a vaddisznó tetemek karakterisztikus bomlási idejének [5], mely erős szezonalitást mutat (nyáron jóval gyorsabb). A tény, hogy a vírus akár 8 héttig is fennmaradhat a tetemben, az akciócsoport is megerősítette.

A második feltevés, miszerint a vírus képes aszimptomatikus tünetek mellett túlélni egy állatban akár fél évet is, erősen vitatott. Konkrét bizonyíték nincs rá, azonban enélkül nehezen magyarázható a vírus hosszú távú fennmaradása egyes országokban. A modellem alapjául szolgáló cikk [4] is hasonlóan érvel, de feltevésem szerint folytonosan csökkenő fertőzőképességű tetemekkel reprodukálhatóak lennének a külföldön tapasztalt járványgörbék. Többek közt ezen feltevésemet is szeretném a következő szemeszter alatt igazolni.

3. Publikációk

Segítettem egy, a Semmelweis Egyetem Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinikáján lefolytatott kutatásban: "Noncompact cardiomyopathiás betegek utánkövetésére használt képalkotó modalitások összehasonlítása: melyik az optimális?". Ötödik szerzőként fogok szerepelni, azonban a cikk még szerkesztés alatt áll.

4. Tanulmányi tevékenység

A félév során a PhD programomban meghirdetett alábbi két tárgyat végeztem el:

1. Klaszterezés hálózatokkal (FIZ/3/064E)

2. Evolúciós játékelmélet (FIZ/3/059E)

5. Konferenciák, iskolák

Októberben részt vettem egy NVIDIA Deep Learning Institute által szervezett Fundamentals of Deep Learning kurzuson, melyet sikeresen teljesítettem.

Januárban részt vettem egy FPGA programozási workshop-on a Maxeler Technologies jóvoltából, azonban a kurzus sikeres teljesítéséhez hiányoztak a Java programozási ismereteim. Ennek ellenére hasznosnak tartom, hogy megismerkedhettem a technológiával, és szerezhettem tananyagot esetleges későbbi felhasználásra.

6. Oktatási tevékenység

Az Informatikai Karon a *Network Science* tárgy oktatásában vettem részt.

A félév során továbbá a *Modern fizika laboratóriumi gyakorlatok* tárgy *Folyadékkristályok* mérését vezettem.

Hivatkozások

- [1] D. Balcan, B. Gonçalves, H. Hu, J. J. Ramasco, V. Colizza, and A. Vespignani. Modeling the spatial spread of infectious diseases: The global epidemic and mobility computational model. *Journal of computational science*, 1(3):132–145, 2010.
- [2] F. Jánoska, A. Farkas, M. Marosán, and J.-T. Fodor. Wild boar (*sus scrofa*) home range and habitat use in two romanian habitats. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 14(1):51–63, 2018.
- [3] F. Johann, M. Handschuh, P. Linderoth, M. Heurich, C. F. Dormann, and J. Arnold. Variability of daily space use in wild boar *sus scrofa*. *Wildlife Biology*, 2020(1), 2020.
- [4] X. O’Neill, A. White, F. Ruiz-Fons, and C. Gortázar. Modelling the transmission and persistence of african swine fever in wild boar in contrasting european scenarios. *Scientific reports*, 10(1):1–10, 2020.
- [5] C. Probst, J. Gethmann, J. Amendt, L. Lutz, J. P. Teifke, and F. J. Conraths. Estimating the postmortem interval of wild boar carcasses. *Veterinary Sciences*, 7(1):6, 2020.