

3. Beszámoló (2018/2019/1 félév)

Balogh Gáspár Sámuel (balogh@hal.elte.hu)

Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája doktori program

Témavezető: Pollner Péter, Palla Gergely

1, Idegsejtek korrelációs hálózatának elemzése

Folytattam az előző beszámolómban már vázolt témával kapcsolatos kutatásokat, melyek fókuszában patkány tesztállatok idegsejtjeiből felépülő korrelációs hálózatok állnak. A patkányok idegsejtjeiről rendelkezésre álló, 'sleeping' fázisban mért numerikus adatok csiszolása, a mérésben lévő zaj kiküszöbölése. További numerikus vizsgálatokat végeztem a különböző alvástípusok (pl. ún. srem, snsw alvástípusok) idősorban felbukkanó hosszúság eloszlásáról és az idegsejtek közötti korrelációt jellemző alapvető statisztikákról (átlagos korreláció, átlag időfejlődése). A projekt egyik végső célja az első-második beszámolómban bemutatott 'megszilárdult' lokáció-specifikus csoportszerkezetek kimutatása lenne a 'sleeping' fázis során.

2, Rejtett paraméteres hálózat-modell

A második félév során elkezdett rejtett paraméteres hálózat-modellek további vizsgálata. A kutatásom fókusza Caldarelli *et al.* [1] cikkben található modell felé tolódott, amelyben a kezdetben izolált hálózati csúcsokhoz aktivitási (fitnessz/rejtett paramétereket) rendelünk egy $\rho(x) = \exp(-x)$ eloszlásfüggvény szerint. Az x, y fitnessszel rendelkező csúcsokat ezután egy $f(x, y) = \Theta(x + y - \Delta)$ valószínűséggel kötjük össze, ahol Θ a Heaviside lépcsőfüggvény, Δ egy konstans. Ez a konstrukció $P(k) \sim k^{-2}$ fokszámeloszlású hálózatokhoz vezet [1]. Kutatásom ezen részében analitikus megfontolásokkal beláttam, hogy tetszőleges 'jól-viselkedő' $\rho(x)$ fitnessz-eloszlás esetén mindig található egy alsó levágással rendelkező $f(x, y)$ élösszekötési függvény, amely $P(k) \sim k^{-2}$ fokszámeloszlású skálafüggetlen hálózatokat generál. Ez az elméleti eredmény magyarázatot adhat statikus aktivitási hálózatok (olyan hálózatok, ahol a hálózat élei a csúcsok aktivitási/fitnessz paramétereitől függően jönnek létre) skálafüggetlen tulajdonságára, ahol a csúcsok aktivitási paraméterei nemtriviális eloszlást követnek.

A kutatásból kézirat készült, amely decemberben a *Scientific Reports*-ba lett beküldve. Jelen státuszát tekintve, a kéziratot kiküldték bírálatra és első körös referálását várja.

3, Általánosított entrópiafogalmak

Korábbi, entrópiákra fókuszáló munkámat folytatva, részt vettem egy review-cikk elkészítésében, amely az eddig tanulmányozott, általánosított entrópiafogalmak (pl. c, d entrópia, Tsallis entrópia) alkalmazhatóságával, elméleti tulajdonságaival foglalkozik [2]. A projekt keretén belül a cikkhez hozzájárultam egy teljes fejezet megírásával, a lehetséges végső konklúziók levonásával valamint annak koncepcionális és formális struktúrálásával is foglalkoztam.

4, Hierarchiák időfejlődése

A természetben gyakran előforduló hierarchikus hálózati szerveződés egy alig tanulmányozott vonatkozása az időfejlődés. Kutatómunkám ezen részében adatfeldolgozási és numerikus módszerekkel vizsgáltam MeSH (Medical Subject Headings) orvosi és biológiai kulcsszavak között felépülő irányított, hierarchikus hálózatok (7 különböző hierarchia) időfejlődését. A projekt az újonnan bekötődő elemek, csúcsok (MeSH kulcsszavak) preferenciális vagy antipreferenciális

kapcsolódásának kimutatásával foglalkozik. Ami érdekes, hogy a hierarchiák vizsgálatánál a preferenciális kapcsolódás fogalma bonyolultabb mint az irányítatlan, nem-hierarchikus hálózatoknál, hiszen több mennyiség szerinti preferenciát/antipreferenciát vizsgálhatunk (pl. elődök, utódok, szülők, közvetlen leszármazottak száma) illetve az is eltérő lehet, hogy a 'source' (kiindulócsúcs) vagy a 'target' (célcsúcs) megfelelő tulajdonsága szerinti preferenciát vizsgáljuk. Egy további érdekes folyamat az éltörés jelensége, amelyben szintén vizsgálható a preferencia vagy antipreferencia jelenléte. A munkám fő motivációja a hierarchiák időbeli növekedéséhez kapcsolódó jelenségek feltérképezése és a különböző tulajdonságok és szempontok szerinti preferenciák/antipreferenciák kimutatása volt. A numerikus eredmények alapján megállapítható, hogy a vizsgált hierarchiák esetében a növekedés és az élbekötődési folyamatok nemtriviális preferenciát mutatnak (preferencia, antipreferencia valamint nem-monoton preferencia egyaránt jelen lehet). Az a tény, hogy az újonnan keletkező bekötődések nem-uniform módon zajlanak le több, különböző topológia tulajdonság szerint vizsgálva, igazolja, hogy a hierarchikus rendszerek növekedése egy nem-triviális, korábbi preferenciális kapcsolódáson alapuló módszerekkel nem magyarázható módon zajlik le.

5, Publikáció

korábbi félévek:

D. Czégel, S. G. Balogh, P. Pollner, G. Palla, Phase space volume scaling of generalized entropies and anomalous diffusion scaling governed by corresponding non-linear Fokker-Planck equations, *Scientific Reports* **volume 8**, Article number: 1883 (2018). <https://www.nature.com/articles/s41598-018-20202-w>

aktuális félév:

J. M. Amigó, S. G. Balogh, S. Hernández, A Brief Review of Generalized Entropies, *Entropy* **20**, 813 (2018). <https://www.mdpi.com/1099-4300/20/11/813>

6, Konferencia

2018 decemberében részt vettem a Cambridge városában megrendezésre kerülő *Complex Networks 2018* konferencián, ahol a hálózatelmélet alkalmazásainak valamint elméleti vonatkozásainak a legfrissebb és legrelevánsabb eredményeit ismerhettem meg. A konferencián a 'Network models' szekcióban előadóként szerepeltem, előadásomban a 2. pontban ismertetett, általános $\rho(x)$, $f(x,y)$ függvénycsaládokról beszéltem, amelyek univerzálisan $P(k) \sim k^{-2}$ topológiájú hálózatokat generálnak.

7, Tanulmányi út

2018 szeptember 4.-21. között tanulmányi úton vettem részt az Amszterdami egyetemen, ahol Ivan Kryvennel dolgoztam együtt. Vezetésével, közös kutatómunkánkban ún. 'színezett' hálózatokkal foglalkoztunk. A hálózat éleinek színeit ebben a kontextusban az élek végpontjain található két csúcs valamilyen tetszőleges, de rögzített tulajdonsága határozza meg (pl. fokszám, csoport index). Az amszterdami egyetemen töltött idő alatt a színezés definíciójának rögzítése mellett, tetszőleges topológiájú és tetszőleges fokszámkorrelációval rendelkező hálózatokban található színezett élek számának első és második momentumára adtunk meg általános formulákat, amelyeket a későbbiekben a perkoláció témaköréhez tervezünk kapcsolni [3] alapján. A projekt még kezdetleges állapotban van.

8, Tanulmányi tevékenység

Jelen félév során hallgatója voltam Horváth Gábor 'Az érzékelés biofizikája', valamint Palla Gergely és Pollner Péter 'Klaszterezés hálózatokkal' című ELTE-s kurzusain.

9, Oktatási tevékenység

Modern fizika laboratórium

A doktori képzésem harmadik félévében fizika alapszakosoknak és tanári szakos hallgatóknak kiírt 'Modern Fizika laboratóriumi gyakorlatok'-hoz tartozó Diffúzió mérést tartottam, 7 alkalommal, egyenként 4 óra hosszában.

Hivatkozások:

[1] Caldarelli, G., Capocci, A., De Los Rios, P. & Muñoz, M. A. Scale-free networks from varying vertex intrinsic fitness, Phys. Rev. Lett. 89, 258702 (2002).

[2] J. M. Amigó, S. G. Balogh, S. Hernández, A Brief Review of Generalized Entropies, Entropy 20, 813 (2018).

[3] I. Kryven, How does bond percolation happen in coloured networks?, arXiv preprint, arXiv:1809.06575