

# Adatlap<sup>1</sup> témahirdetési javaslatához a Csonka Pál Doktori Iskola Tanácsa részére

**Témavezető**<sup>2</sup> neve: Károlyi György  
e-mail címe<sup>3</sup>: karolyi@reak.bme.hu

**Téma** címe (magyar és angol nyelven):  
Tranziens káosz disszipatív mechanikai rendszerekben  
Transient chaos in dissipative mechanical systems

A **téma** rövid leírása<sup>4</sup> (magyar és angol nyelven):

A mérnöki gyakorlatban gyakran találkozunk olyan szerkezetekkel, amelyek rövid ideig bonyolult, kaotikus mozgást végeznek, majd viselkedésük valamilyen egyszerű végállapotba jut; hasonló jelenséget figyelhetünk meg a vízszintes síkon gördülő Gömböc esetében. Az ilyen, úgynevezett *tranziensen kaotikus* viselkedésnek két fontos csoportját részletesen tárgyalja a szakirodalom. Az egyik csoportba tartozó rendszerek mozgása során a mechanikai energia állandó, a másik csoportba a disszipatív gerjesztett rendszerek tartoznak. A tranziens káosz megjelenésének oka mindkét csoport esetén az, hogy létezik a kezdőfeltételeknek egy olyan fraktál halmaza, ahonnan indítva a rendszert a viselkedés örökké kaotikus, megjósolhatatlan. Van azonban egy olyan csoportja a tranziens káoszt mutató rendszereknek, amelyet a szakirodalom eddig elhanyagolt, ez pedig a tisztán disszipatív rendszerek csoportja. Mivel energiaveszteség a valóságban mindig van, ezért ez talán a legfontosabb csoportja a tranziens kaotikus viselkedésnek, de itt nem létezhet örökké kaotikus viselkedés az energiaveszteség miatt. A doktori munka során egyszerű mechanikai példák részletes vizsgálata alapján próbáljuk megtalálni a disszipatív tranziens káosz általános tulajdonságait.

Engineering structures often exhibit complex, chaotic motion for a short period of time, e.g. after switching on, before relaxing in a simple final state. To date, two important classes of transient chaos have been explained. The first class contains systems that conserve their mechanical energy during motion, the second class deals with dissipative driven systems. In both cases, transient

---

1 Az adatlapot egy példányban *kinyomtatva és aláírva* a Szilárdságtani Tanszék titkárságára, *elektronikus változatban* pedig a Doktori Iskola titkárának (Fehér Krisztina, feher.krisztina@eptort.bme.hu) kell eljuttatni. A témahirdetés elfogadása esetén az adatlap felkerül a Csonka Pál Doktori Iskola (<http://cspdi.bme.hu/felveteli/temahirdetesek>), a témahirdetés rövid leírása pedig az Országos Doktori Tanács (<http://www.doktori.hu/>) honlapjára.

2 A témahirdetés elfogadása automatikusan a témavezető akkreditációját is jelenti az azévi felvételi eljáráshoz.

3 Kérjük, olyan elérhetőséget adjon meg, ahová biztonsággal küldhetünk hivatalos értesítéseket.

4 A téma rövid leírása (szóközökkel) 1000-3000 leütés hosszú. A jelentkező hallgatókat bővebben tájékoztató változatot, (mely a téma fent megadott releváns nemzetközi irodalmára tételesen hivatkozik) kérjük a mellékletben megadni.

chaos is explained in terms of the existence a fractal subset of the initial conditions leading to eternal chaotic, unpredictable behaviour. There is, however, another class of transient chaotic behaviour neglected in the literature, that of purely dissipative mechanical systems. Since in real systems energy is constantly depleted, this class is probably the most important from a practical point of view, but in this case no eternal chaotic behaviour is possible due to the loss of energy. During the doctoral research, we try to discover the general properties of dissipative transient chaos through detailed investigation of simple mechanical systems.

A **téma** meghatározó irodalma<sup>5</sup>:

- Y.-C. Lai, T. Tél: Transient chaos: Complex dynamics on finite-time scales. Springer, 2011.
- J. Strzałko, J. Grabski, P. Perlikowski, A. Stefański, T. Kapitaniak: Dynamics of gambling: Origins of randomness in mechanical systems. Springer, 2009.
- S. Bleher, C. Grebogi, E. Ott: Bifurcation to chaotic scattering. Physica D 46 (1990) 87.
- T. Tél: The joy of transient chaos. Chaos 25 (2015) 097619.
- A.E. Motter, M. Gruiz, Gy. Károlyi, T. Tél: Doubly transient chaos: Generic form of chaos in autonomous dissipative systems. Physical Review Letters 111 (2013) 194101.
- X. Chen, T. Nishikawa, A.E. Motter: Slim Fractals: The Geometry of Doubly Transient Chaos. Physical Review X 7 (2017) 021040.

A **téma** hazai és nemzetközi folyóiratai<sup>6</sup>:

- Physical Review Letters
- Physical Review E
- Chaos
- International Journal of Non-linear Mechanics
- International Journal of Bifurcation and Chaos
- Physica D
- Physica A
- SIAM Journal on Applied Dynamical Systems

A **témavezető** fenti folyóiratokban megjelent 5 közleménye:

- A.E. Motter, M. Gruiz, Gy. Károlyi, T. Tél: Doubly transient chaos: Generic form of chaos in autonomous dissipative systems. Physical Review Letters 111 (2013) 194101.
- J.J.B. Biemond, A.P.S. de Moura, Gy. Károlyi, C. Grebogi, H. Nijmeijer: Onset of chaotic advection in open flows. Physical Review E 78 (2008) 016317.

---

<sup>5</sup> Minimum 5, maximum 10 cikket vagy monográfiát kérünk felsorolni, amik között feltétlenül szerepelnie kell a legfrissebb, legismertebb eredményeknek.

<sup>6</sup> Minimum 5, maximum 10 folyóirat megadását kérjük, melyek között feltétlenül szerepelnie kell a PhD fokozatszerzés szempontjából elengedhetetlen (Web of Science, Scopus és/vagy Sci illetve Iconda) minősítésű idegen nyelvű folyóiratoknak is. Kérjük, ezeket a periodikákat a felsorolásban jelöljék meg.

- A. Kocsis, R.K. Németh, Gy. Károlyi: Spatially chaotic bifurcations of an elastic web of links. *International Journal of Bifurcation and Chaos* 20 (2010) 4011.
- A. Kocsis, Gy. Károlyi: Conservative spatial chaos of buckled elastic linkages. *Chaos* 16 (2006) 033111.
- L.E. Laczák, Gy. Károlyi: On the impact of a rigid-plastic missile into rigid or elastic target. *International Journal of Non-Linear Mechanics* 91 (2017) 1.

A **témavezető** utóbbi tíz évben megjelent 5 legfontosabb publikációja:

- T. Bódai, Gy. Károlyi, T. Tél: Fractal snapshot components in chaos induced by strong noise. *Physical Review E* 83 (2011) 046201.
- A.E. Motter, M. Gruiz, Gy. Károlyi, T. Tél: Doubly transient chaos: Generic form of chaos in autonomous dissipative systems. *Physical Review Letters* 111 (2013) 194101.
- L.E. Laczák, Gy. Károlyi: On the impact of a rigid-plastic missile into rigid or elastic target. *International Journal of Non-Linear Mechanics* 91 (2017) 1.
- A. Kocsis, N. Challamel, Gy. Károlyi: Discrete and nonlocal models of Engesser and Haringx elastica. *International Journal of Mechanical Sciences* 130 (2017) 571-585.
- A. Bibó, Gy. Károlyi, M. Kovács: Unrevealed part of myosin's powerstroke accounts for high efficiency of muscle contraction. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects* 1861 (2017) 2325.

A **témavezető** eddigi doktoranduszai<sup>7</sup>:

(név/felvétel éve/abszolutórium megszerzésének éve/PhD fokozat éve)

- Dr. Kocsis Attila 2004/2007/2009
- Dr. Bibó András 2008/2010/2013
- Dr. Laczák Lili Eszter 2013/2016/2017
- Al-Rukaibawi Layth Sayyid Salman 2019/?/?

Melléklet: a téma bővebb leírása (magyar és angol<sup>8</sup> nyelven)

Budapest,

Témavezető aláírása

---

<sup>7</sup> Kérjük, a témavezetési tevékenységre vonatkozó adatokat abban az esetben is adja meg, ha témavezetőként a DI már korábban akkreditálta.

<sup>8</sup> A téma bővebb leírása angol nyelven csak akkor szükséges, ha a témavezető vállalja külföldi hallgató fogadását.

## Tranziens káosz disszipatív rendszerekben

A mechanikának igen színes területe a kaotikus viselkedést mutató rendszerek vizsgálata [1-3]. Sok olyan egyszerű mechanikai rendszer ismert, amelyek csak bizonyos ideig kaotikusak, megjósolhatatlanok, utána viselkedésük valamilyen egyszerű végállapothoz tart. Az ilyen tranziens kaotikus viselkedésnek két fontos csoportját részletesen tárgyalja a szakirodalom [4-6]. Az egyik csoportba tartozó rendszerek mozgása során a mechanikai energia állandó, a másik csoportba a disszipatív gerjesztett rendszerek tartoznak. A tranziens káosz megjelenésének oka mindkét csoport esetén az, hogy létezik a kezdőfeltételeknek egy olyan fraktál halmaza, ahonnan indítva a rendszert a viselkedés örökké kaotikus, megjósolhatatlan. Van azonban egy olyan csoportja a tranziens káoszt mutató rendszereknek, amelyet a szakirodalom eddig elhanyagolt [7,8], ez pedig a tisztán disszipatív rendszerek csoportja. Mivel energiaveszteség a valóságban mindig van, ezért ez talán a legfontosabb csoportja a tranziens kaotikus viselkedésnek, de itt nem létezhet örökké kaotikus viselkedés az energiaveszteség miatt [7]. A doktori munka során egyszerű mechanikai példák részletes vizsgálata alapján próbáljuk megtalálni a disszipatív tranziens káosz általános tulajdonságait.

Az egyik már részletesen vizsgált disszipatív, kaotikus rendszer a mágneses inga, amely három, vízszintes síkban rögzített mágnes felett lengő vasgolyó mozgását jelenti. A légellenállás hatására az inga végül valamelyik mágnes felett jut nyugvó helyzetbe, addig azonban mozgása bonyolult, kaotikus [3,4,7,8]. Annak ellenére, hogy nem létezhet végtelen sokáig kaotikusan mozgó viselkedés, mégis fraktálszerű mintázatok tapasztalhatók a kezdőfeltételek terében [7,8]. Előzetes vizsgálataink alapján más esetekben, például a szembefordított ékek között pattogó labda esetén nem látható fraktálszerkezet, a lehetséges végállapotokhoz tartozó kezdőfeltételeket elválasztó határok egyszerű geometriai formákat alkotnak. Ezzel szemben a csillapított kettős inga kis kitérésekhez tartozó lengési módusaihoz tartozó kezdőfeltételek véletlenszerű, szemre struktúrátlan eloszlást mutatnak. Érdekes további példákat is megvizsgálni, és megérteni, hogy mi az oka ennek az eltérésnek, mi okozza a lehetséges végállapotok vonzási tartományainak eltérését a különféle disszipatív mechanikai rendszerekben.

A vonzási tartományok fraktálszerkezete mellett a tranziens káosz egyik tipikus mérőszáma a szökési ráta, amely arról ad információt, hogy milyen gyorsan jutnak el a lehetséges mozgások a végállapotok közelébe. A szökési ráta tipikus tranziens káosz esetén konstans értéket vesz fel, de disszipatív rendszerekben az értéke időfüggőnek tűnik. Ennek a viselkedésnek a megértése a következő feladat.

Érdekes megvizsgálni azt is, hogy létezik-e, és ha igen, mik a tulajdonságai a lehetséges mozgások olyan halmazának, amely megfelel a tipikus tranziens káosz örökké kaotikus mozgásainak. Ehhez érdemes olyan példákat vizsgálni, ahol a mechanikai energia megmarad, megkeresni az örökké kaotikus mozgások halmazát, majd megvizsgálni, hogy mi történik velük a disszipáció erősségének növelése hatására.

## Hivatkozások:

- [1] T. Tél, M. Gruiz: Kaotikus dinamika. Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002.
- [2] J. Strzałko, J. Grabski, P. Perlikowski, A. Stefański, T. Kapitaniak: Dynamics of gambling: Origins of randomness in mechanical systems. Springer, 2009.
- [3] H.-O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe: Chaos and fractals: new frontiers of science. Springer, 2004.
- [4] Y.-C. Lai, T. Tél: Transient chaos: Complex dynamics on finite-time scales. Springer, 2011.
- [5] S. Bleher, C. Grebogi, E. Ott: Bifurcation to chaotic scattering. Physica D 46 (1990) 87.
- [6] T. Tél: The joy of transient chaos. Chaos 25 (2015) 097619.
- [7] A.E. Motter, M. Gruiz, Gy. Károlyi, T. Tél: Doubly transient chaos: Generic form of chaos in autonomous dissipative systems. Physical Review Letters 111 (2013) 194101.
- [8] X. Chen, T. Nishikawa, A.E. Motter: Slim Fractals: The Geometry of Doubly Transient Chaos. Physical Review X 7 (2017) 021040.