

Buzený chaotický oscilátor jako zdroj náhodných čísel

Pavel Štěpánek

pav.stepanek@centrum.cz

Mendelovo gymnázium, Opava, příspěvková organizace

Konzultanti:

prof. Tomáš Opatrný, Univerzita Palackého v Olomouci

Samuel Joshua Roth, Ph.D, Slezská univerzita v Opavě

Abstrakt: Cílem mé práce bylo navrhnout, zkonstruovat a otestovat zařízení, které bude využívat chaotického chování trojitého kyvadla jako zdroje náhodných číselných sekvencí a vytvořit software pro příslušné statistické testy.

Pro vlastní technické řešení jsem vytvořil zařízení, jehož základem je trojité kyvadlo periodicky buzené elektromotorem. Pohyb posledního kyvadla je snímán fotobránou a na základě naměřeného času mezi dvěma průlety kyvadla před optočlenem je určeno náhodné číslo. Zařízení je kontrolováno platformou Arduino a získaná data jsou odesílána do počítače.

Během experimentální práce vznikl vzorek dat obsahující více než 62 000 čísel. Tento vzorek byl analyzován několika statistickými testy. Test četností cifer a chí-kvadrát test, test četností číselných dvojic, test Fourierovy transformace, test počítačovou kompresí a další.

Výsledky statistických testů jsou velmi uspokojivé, číslice se objevují se stejnou frekvencí, Fourierova transformace nepoukázala na žádnou periodicitu ve vzorku, vzorek není možné zkomprimovat. Metodou Monte Carlo bylo na základě získaných čísel určeno π s odchylkou 0,07 %.

Žádný z provedených testů nevyvrátil hypotézu, že data generovaná zařízením jsou náhodná. Při změně počátečních podmínek (zvýšení tření, změna frekvence buzení apod.) produkuje stále náhodné sekvence a z fyzikálního hlediska je tedy odolné proti nežádoucí manipulaci. Trojité kyvadlo jako buzený chaotický oscilátor je tedy slibným zdrojem náhodnosti a při vhodné a optimalizované konstrukci by mohl produkovat stejně kvalitní číselné sekvence jako prototyp, ale s řádově vyšší frekvencí.