

Příloha k protokolu o SZZ č. _____

Student/diplomant Bc. Petra Adamcová

Vysoká škola : Univerzita Tomáše Bati ve ZlíněFakulta: Fakulta aplikované informatiky

Ústav: _____

Aprobace _____

Datum odevzdání posudku : 2.6.2006 _____

Recenzent *) RND. Aleš Raidl, Ph.D.

Diplomové práce

Vedoucí *)

POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Synchronizace a komunikace pomocí deterministického chaosu v prostředí Mathematica

téma

Předložená diplomová práce pojednává o využití teorie deterministického chaosu pro synchronizaci a komunikaci. Problematika je realizována v prostředí Mathematica. Práce zahrnuje 98 stran včetně příloh a je vhodně doplněna o CD médium se samotným textem diplomové práce a programy v prostředí Mathematica. Formálně je rozdělena na dva větší celky, teoretickou část a praktickou část. Každá z nich je dále členěna, a to velmi jasně a logicky.

Protože jedním z bodů zadání diplomové práce bylo vypracovat přehled problematiky deterministického chaosu, zastávím se nejprve u této části. Předně je třeba říci, že mě mile překvapila exkurze do historie deterministického chaosu ve formě stručné prezentace největších osobností tohoto oboru, počínaje Poincarém a Feigenbaumem konče. Každý podobný výběr koryfejí daného oboru je pochopitelně subjektivní záležitostí, nicméně osobně bych mezi ně ještě zařadil např. E. Hopfa, V. I. Arnolda, z našich současníků pak D. Ruelleho a J. A. Yorka. V této souvislosti si nemohu odpustit poznámku, že jméno O. Rösslera autorka tvrdošjně píše jen s jedním „s“, a to v celém textu diplomové práce. S povděkem kvituji, že autorka v práci zmiňuje i teorii katastrof.

Pokud jde o samotný přehled teorie deterministického chaosu, bylo by možné toto samotné téma pojednat na několika stech stranách. Vzhledem k omezenému prostoru, který je diplomové práci vyhrazen, paní Adamcová seznamuje čtenáře skutečně jen se základními vybranými pojmy a fakty. Mám za to, že tento výběr je vcelku zdařilý. Autorka se však nevyhnula některým méně jasným formulacím a nepřesnostem. Jednak kořeny zmíněné teorie je třeba datovat spíše do roku 1890 než 1990 (str. 14). Dále E. N. Lorenz není vynálezcem pojmu podivný atraktor, jak autorka tvrdí (str. 14). Pojem podivný atraktor (strange attractor) poprvé použili D. Ruelle a F. Takens v roce 1971, tedy téměř 10 let po publikování Lorenzova legendárního článku. Nepravdivé je i tvrzení, že Lorenzova teorie popisuje nedeterministické systémy (str.16) – právě opak je pravdou. Upřesnit by se mělo i tvrzení, že, cituji „každý systém časem ztrácí energii“ (str. 28). Měli bychom spíše říci, že „každý REÁLNÝ systém časem ztrácí energii“. Nic nám totiž nebrání např. v myšlenkovém (nebo i počítačovém) experimentu od disipace odhlédnout; koneckonců i nedisipativní hamiltonovské systémy mají svůj reálný fyzikální obraz, například v nebeské mechanice. V souvislosti s Cantorovým diskontinuem by bylo lépe než o mohutnosti (v práci není definována) vhodnější mluvit o jeho neceločíselné fraktální dimenzi (právě tím je tento objekt zajímavý). Jako meteorolog se musím zastavit u tvrzení na str. 26, že předpověď počasí je možná jen na 2 až 3 dny. Skutečný stav věci je takový, že za spolehlivé deterministické (nikoliv pravděpodobnostní) předpovědi počasí považujeme předpovědi zhruba na období 7 až 10 dnů dopředu. Dovolím si také polemizovat s tvrzením na str. 28, že „hamiltonovské systémy bylo možné řešit bez pomoci výpočetní techniky.“ Obávám se, že právě celá řada problémů hamiltonovské mechaniky „čekala“ na příchod výkonných počítačů. Přesněji by šlo vyjádřit i to, že, cituji „... většina stavových trajektorií ... omotává obecnou limitu“ (str. 30). Je nutné si uvědomit, že limita je v matematické analýze přesně definovaná OPERACE, nikoliv stav nebo objekt ve fázovém

prostoru, jak by z kontextu diplomové práce vyplývalo. Správnější by bylo tvrzení: „... většina stavových trajektorií ... omotává limitní objekt“. Vlastně stejného charakteru (ve smyslu nepřesného autorčina tvrzení) je vyjádření, že „... cílový pohyb je nazýván atraktor“ (str. 30) nebo, že „Lorenzův atraktor je nelineární 3-dimenzionální deterministický dynamický systém“ (str. 33). Atraktor je přece jistá množina bodů ve fázovém prostoru (neboli limitní stav dynamického systému) nikoliv pohyb jako takový nebo dynamický systém sám o sobě! V rovnicích (1) až (3) popisujících Lorenzův systém není r Reynoldsovo číslo (jak se v práci uvádí, str. 34), nýbrž redukované (normované) Rayleighovo číslo. Při pojednání o Feigenbaumových číslech se zmiňuje, že δ se uplatňuje ve všech 1-dimenzionálních zobrazeních s kvadratickým maximumem. To je třeba uvést rovněž na pravou míru, protože kvadratické maximum není nutnou ani postačující podmínkou pro výskyt δ čísla. Podmínkou je, že zobrazení má jedno maximum (nemusí být kvadratické) a musí být splněny ještě další podmínky, mj. kladené na swarcian zobrazení. Na str. 42 se tvrdí, že zdvojení period se u logistického zobrazení přesně opakují (str. 42). Toto tvrzení je nepřesné, protože zmínovaná zdvojení periody se opakují jen přibližně a jednotlivé úseky bifurkačního diagramu logistického zobrazení se sobě podobají také jen přibližně – uvědomme si, že Feigenbaumovo číslo δ je definováno pomocí limity až pro nekonečný počet zdvojení periody $n \rightarrow \infty$ a čím je n menší, tím se jednotlivá δ_n stále více liší od δ .

Orientaci v teoretické části I poněkud znesnadňuje jen velmi sporadické uvádění citací. Na mnoha místech pak nelze odlišit, zda autorka využívá vlastních úvah nebo cituje převzaté poznatky. Totéž platí i u obrázků. Například obrázek 11 je evidentně převzat z obalu Lorenzovy knihy „The Essence of Chaos“ aniž by tato skutečnost byla uvedena. Podobně je tomu tak i u obrázku 13.

Celkově bych k teoretické části rád uvedl, že autorka diplomové práce neměla snadnou úlohu v tom, že na několika stránkách měla výstižně shrnout poznatky teorie deterministického chaosu. To pro člověka bez podrobnějšího matematického vzdělání není jednoduchá záležitost a některé mé výtky se mohou jevit jako hrátky se slovy (není tomu tak). Myslím, že i přes uvedené výhrady se paní Adamcová zhostila teoretické části se ctí a prokázala, že základní pojmy teorie chaosu ovládá.

Pokud jde o praktickou část, mám k ní mnohem méně připomínek než k partiím teoretickým. Praktická část je zaměřena na synchronizaci Lorenzových atraktorů, synchronizaci Lorenzova a Rösslerova atraktoru a na přenos informace pomocí časoprostorového chaosu. Autorka popisuje jednotlivé algoritmy a u posledně jmenovaného tématu zveřejňuje i výpis programu v příloze P I. Konstatuji, že synchronizace chaotických systémů je poměrně neotřelé téma, které např. v české odborné literatuře nebývá často zařazováno. V praktické části diplomantka prokázala schopnost s tématem se úspěšně vypořádat za pomoci prostředí Mathematica. Získané výsledky považuji za velmi zajímavé. Trochu s lítostí ale musím uvést, že přenosu informace pomocí časoprostorového chaosu je diplomové práci věnována jen jedna necelá stránka textu. Podle mého úsudku mohlo být toto téma rozpracováno poněkud podrobněji. Abych praktickou část jen nechválil, přivítal bych rovněž, kdyby bývala autorka rozepsala nebo uvedla i rovnice Rösslerova systému, který při synchronizaci používá. Z literatury jsou totiž známy dva Rösslerovy systémy, jeden z roku 1976 a druhý z roku 1979. Až z kontextu práce vyplynulo, že autorka pracuje s prvním z nich. Další výtka směřuje k tomu, že jsou v praktické části chybně uvedeny odkazy na čísla obrázků (str. 70 místo na obr. 26 se odkazuje obr. 20, na str. 71 místo na obr. 28 se odkazuje na obr. 28, str. 72 místo na obr. 29 je uváděn odkaz na obr. 24 atd.).

Za formální nedostatky lze považovat místy chybný pravopis nebo neobratné vyjadřování v některých pasážích (například „ohodnocení“ místo „vyčíslení“, psaní příjmení Bénard jako Bernard apod.)

Celkově se domnívám, že autorka splnila zadání diplomové práce, prokázala, že dokáže samostatně pracovat v oboru, který studovala. Doporučuji tedy, aby diplomová práce byla postoupena k obhajobě.

Dílčí hodnocení:

- Úplnost vypracování a dodržení zásad pro vypracování: hodnotím stupněm A
- Způsob a pojetí řešeného úkolu: hodnotím stupněm B
- Úroveň zpracování tématu, přínos diplomanta: hodnotím stupněm B
- Formální náležitosti práce chyby a omyly: hodnotím stupněm B

Mám-li zhodnotit diplomovou práci celkově, hodnotím jí na základě dílčích hodnocení a výše uvedených slovních připomínek stupněm B, to znamená velmi dobře.

Návrh na klasifikaci diplomové práce: B (velmi dobře)

Aleš Raidl v.t.
podpis vedoucího - recenzenta diplomové práce

RNDr. Aleš Raidl, Ph.D.

KMOP MFF UK

V Holešovičkách 2

180 00 Praha 8

V Kladně

dne 2.6. 2006

Stupeň klasifikace	A výborně E dostatečně	B velmi dobře F nedostatečně	C dobře	D uspokojivě
--------------------	---------------------------	---------------------------------	---------	--------------