

Průběžná výroční zpráva projektu specifického výzkumu zakázka č. 2106

Název projektu: Chaotické chování v časových řadách koncentrací znečištění

Specifikace řešitelského týmu

Odpovědný řešitel: Ing. Radko Kříž

Studenti doktorského studia na UHK: Ing. Radko Kříž

Studenti magisterského studia na PřF UHK:

Další výzkumní pracovníci: Prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc.

Celková částka přidělené dotace: 46 871,-Kč

Stručný popis postupu při řešení projektu (max. 2 strany).

Metodika:

Základní náhled nám ukáže rekonstrukce fázového prostoru. Fázový prostor je prostor všech možných fyzikálních stavů daného systému. To znamená, že každý bod fázového prostoru jednoznačně určuje stav uvažovaného systému. Každým bodem fázového prostoru tedy prochází jedna trajektorie popisující časový vývoj daného systému, který se nachází v daném bodě fázového prostoru. Dynamika systému může být vyšetřována dynamikou pohybu bodů ve fázovém prostoru bodů (Abarbanel et al., 1993). Všechny body fázového prostoru tedy určují všechny možné stavy, do kterých se systém může dostat. Je to tedy jakási vizualizace vývoje systému. Pokud je čas spojitý, vývojem systému vzniká ve fázovém prostoru křivka. V případě diskrétního času mluvíme o množině bodů. Křivka ve fázovém prostoru začne po určitém čase zvýrazňovat charakteristickou strukturu, která se nazývá atraktor. Pokud je atraktorem bod nebo uzavřená křivka, lze předpovědět chování tohoto systému na libovolně dlouhou dobu. Křivka se nazývá uzavřená, pokud je uzavřený i interval $I \in \mathbb{R} \langle a, b \rangle$ a $k(a) = k(b)$, kde k je zobrazení z I do daného prostoru. Chaotické systémy vytvářejí chaotický atraktor, který je neuzavřený. Pro rekonstrukci fázového prostoru se nejčastěji využívá metody zpoždění vycházející z Takensovy věty (Takens, 1981). Hlavním cílem nelineární analýzy časových řad je určit, zda je daná časová řada deterministické povahy. Pokud ano, potom jsou vhodné následující otázky: Jaký je rozměr fázového prostoru daného datového souboru? Je tento datový soubor chaotický? Klíč k odpovědi na tyto otázky, je metoda zvaná rekonstrukce fázového prostoru, která vychází z Takensovy věty (Takens, 1981). Takensova věta transformuje problém predikce z extrapolace v čase do interpolace ve fázovém prostoru. Takens ve svých úvahách došel k závěru, že lze z dané časové řady zjistit typické vlastnosti atraktoru tohoto systému, a případně tuto rekonstrukci použít k předpovědím. Základní myšlenkou této úvahy je, že charakteristické vlastnosti atraktoru jsou nezávislé na volbě fázového prostoru. Každý bod atraktoru je možné popsat nejméně d nezávisle proměnnými.

Při analýze dynamických systémů je důležité určit invarianty systémů. Pro lineární systémy je invariantem Fourierova frekvence. Pro chaotické systémy je typická širokopásmová Fourierova frekvence, která je pro popis systému nevhodná. Z tohoto důvodu jsou pro popis chaotických systémů nejčastěji používány dvě základní charakteristiky a to fraktální dimenze a Lyapunovovy exponenty.

Obecně většinu vlastností chaotických systémů lze mnohem snadněji určit z rovnic, než z časových řad. Pokud by byly nalezeny odpovídající rovnice dané časové řady, dalo by se dokonce opustit analýzu časových řad a věnovat se analýze modelu. Ale tato situace je, kromě dobře kontrolovaných laboratorních experimentů, poměrně vzácná. Nicméně, analýzy samotného empirického modelu a analýzy dat generované tímto modelem, můžou otestovat konzistenci výsledků analýzy časových řad. V realitě, při vytváření modelu z dat, není záruka, že se výsledek blíží skutečné dynamice pozorovaného systému. Chaotické dynamické systémy obecně ukazují fenomén strukturální nestability. To znamená, že modely s velmi podobnými parametry mohou vykazovat kvalitativně odlišnou globální dynamiku. V rekonstruovaném fázovém prostoru můžeme určit vztah mezi následujícím a současným stavem následovně:“

$$X(t + T) = f(X(t))$$

kde "T" představuje počet časových kroků dopředu předpovědi. Funkce f představuje aproximaci neznámého dynamického systému. Je ukázáno, že pro dostatečně velké hodnoty dimenze vnoření a jsou-li splněny některé další podmínky, zrekonstruovaná trajektorie má stejné topologické a geometrické vlastnosti jako fázový prostor trajektorie systému (Takens, 1981). To znamená, že pokud jsou splněny podmínky Takensovi věty, toto mapování zachycuje některé vlastnosti neznámého dynamického systému.

$$X(t + T) = f_p(X(t))$$

Cílem je najít prediktor f_p , který by predikoval $x(t + T)$ na základě rekonstruované časové řady. V případě, že časová řada je chaotická, pak f_p je nutně nelineární. Existuje mnoho přístupů (lokálních i globálních) k nalezení vhodného prediktora f_p .

- Abarbanel, H. D., Brown, R., Sidorowich, J. J., Tsimring, L. S. 1993. The analysis of observed chaotic data in physical systems. *Reviews of modern physics*. 65(4). 1331.
- Abarbanel, H. D. I. 1996. *Analysis of Observed Chaotic Data*. Springer. New York. p. 272. ISBN: 9780387983721.
- Farmer, D. J., Sidorowich, J. J. 1987. Predicting chaotic time series. *Phys. Rev. Lett.* 59. 85-848.
- Kennel, M. B., Brown, R., Abarbanel, H. D. 1992. Determining embedding dimension for phase-space reconstruction using a geometrical construction. *Physical review A*. 45(6). 3403.
- Koçak, K., Şaylan, L., Şen, O. 2000. Nonlinear time series prediction of O3 concentration in Istanbul. *Atmospheric Environment*. 34(8). 1267-1271.
- Takens, F. 1981. Detecting strange attractors in turbulence. In: Rand, D., Young, L., (eds.). *Dynamical Systems and Turbulence*. Springer Berlin Heidelberg. p. 366-381. ISBN: 9783540111719

Splnění cílů řešení a přínos projektu.

Doktorand úspěšně řešil uvedený projekt. Doktorand se účastnil mezinárodní konference a prezentoval své výsledky ve dvou prezentacích. Oba příspěvky byly zařazeny do sborníku konference, který je indexován ve WoS. SGEM Title: International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM
ISSN 1314-2704

Splnění kontrolovatelných výsledků řešení.

Uveďte jen výstupy, které vznikly na základě řešení tohoto projektu. Dále uveďte, zda byly publikace skutečně zadány do OBD s vazbou na RIV.

Kriz, Radko. (2018). CHAOTIC BEHAVIOR IN THE TIME SERIES OF POLLUTION CONCENTRATION. Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018 DOI: 10.5593/sgem2018/4.2/S19.048.

Kriz, Radko. (2018). CHAOTIC ANALYSIS OF DISTURBANCE REGIME IN THE PRIMARY FORESTS. Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018 DOI: 10.5593/sgem2018/4.2/S19.048.

Tab. 1 Sumář výstupů řešení projektu

Typ výstupu	Plán 1. rok	Plán 2. rok	Plán 3. rok	Poznámka

Hodnocené výstupy projektu				
Jimp (databáze WoS)				
Jsc (databáze Scopus)				
B (recenzovaná odborná kniha)*				
C (kapitola v recenzované odborné knize)*				
D (článek ve sborníku ve WoS, Scopus)	2			
P (patent)				
Počet výsledků				
Nehodnocené výstupy projektu				
Počet obhájených dizertačních prací				
Počet obhájených diplomových prací				
Počet výsledků	2			

Výsledek čerpání rozpočtu:

a) Spotřeba materiálu (položka dle IS Magion č. 501):

Materiálové náklady (nutno soutěžit v rámci DNS)	Stručné zdůvodnění nákupu	Cena včetně DPH (Kč)

Spotřební náklady (spotřební a kancelářské potřeby)	Stručné zdůvodnění nákupu	Cena včetně DPH (Kč)

b) Cestovné (položka dle IS Magion č. 512):
cestovné zaměstnanců a jeho stručné zdůvodnění;

titul, jméno a příjmení zaměstnance	konferenční poplatek (cca Kč)	ubytování (cca Kč)	cestovné (cca Kč)	stravné (cca Kč)	celkem (Kč)	konference (název, místo a datum konání)

c) Ostatní služby (položka dle IS Magion č. 518):
náklady nebo výdaje na služby a jejich stručné zdůvodnění

Typ služby	Stručné zdůvodnění služby	Cena včetně DPH (Kč)

d) Mzdové náklady (položka dle IS Magion č. 521):

* Pouze renomovaná nakladatelství Elsevier, Springer, Bentham apod.

titul, jméno a příjmení	odměna (Kč)	zdůvodnění	Celkem (Kč)

e) **Zákonné pojištění** (položka dle IS Magion č. 524):

titul, jméno a příjmení	odvody z odměn 34,52 % (Kč)	Celkem (Kč)

f) **Jiné ostatní náklady** (položka dle IS Magion č. 549):
zejména **stipendia** a jejich stručné zdůvodnění

Stipendium studentů za práci na řešení projektu

titul, jméno a příjmení studenta/tky	číslo studenta/ky	typ studia (Mgr./PhD.) / ročník studia	obor studia	bankovní spojení	stipendium (Kč)
Ing. Radko Kříž	S17FY001 DK	Ph.D.	Didaktika fyziky	440165001/5500	8871,-

Cestovní stipendia studentů

titul, jméno a příjmení studenta/tky	konferenční poplatek	ubytování	cestovné	stravné	celkem (Kč)	konference (název, místo a datum konání)
Ing. Radko Kříž	7000,-	15000,-	8000,-	8000,-	38000,-	18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018 30 June - 9 July, 2018

g) **Další položky** (uveďte čísla dle IS Magion):
další položky a jejich stručné zdůvodnění

Výsledek čerpání finančních prostředků uveďte v jednotné přehledné tabulce 2.

Tab. 2 Čerpání finančních prostředků v Kč

Položka magionu	Položka	Plán Kč	Žádost o změnu	Skutečnost	Poznámka
	Počet členů řešitelského týmu čerpajících mzdové prostředky				
	Počet studentů čerpajících mzdové prostředky				
501	Spotřeba materiálu DHIM				
512	Cestovné				
518	Ostatní služby				
521	Mzdové náklady				
524	Zákonné pojištění				
549	Jiné ostatní náklady (stipendia)	46 871,-		46 871,-	
*					
	Celkové náklady	46 871,-		46 871,-	

Ke zprávě přiložte:

- a) kopie publikačních výstupů,
- b) výpis z OBD – výstupy podpořené tímto projektem,
- c) výsledovku z ekonomického informačního systému Magion – vyúčtování dotace.

Datum:

Podpis odpovědného řešitele:



* V případě potřeby přidejte další řádky s položkami dle IS Magion.

Seznam literatury podle šablony ID záznamu

[1]**Kříž, R.** CHAOTIC BEHAVIOR IN THE TIME SERIES OF POLLUTION CONCENTRATION. *Ecology, economics, education and legislation : conference proceedings*. Sofia : SGEM, 2018. 8s. ISBN: 978-619-7105-18-6. ISSN: 1314-2704.

granty: 0

Spec. výzkum: S.

Forma: D_ČLÁNEK VE SBORNÍKU
(ID: 43874633) (RIV ID: 50015023)

[2]**Kříž, R.** CHAOTIC ANALYSIS OF DISTURBANCE REGIME IN THE PRIMARY FORESTS. *Ecology, economics, education and legislation : conference proceedings*. Sofia : SGEM, 2018. 8s. ISBN: 978-619-7105-18-6. ISSN: 1314-2704.

granty: 0

Spec. výzkum: S.

Forma: D_ČLÁNEK VE SBORNÍKU
(ID: 43874641) (RIV ID: 50015031)

Výsledovka s očekávanými náklady
Pohyby za období 01 - 12 / 2018

Pracoviště: ***** Všechny vybrané analytiky
Činnost: **** Všechny vybrané analytiky
Fullcost: ***** Všechny vybrané analytiky
Zakázka: 2106 SPEV - Koncentrace znečištění
Podzakázka: *** Všechny podzakázky

Účet	Název účtu	Má dáti	Dal	Zůstatek
549 006	Jiné ostatní náklady mimoř.stip. DU			
	Počáteční stav	0,00		
	BAN/0802/20976/18	23.08.2018	8 871,00	0,00 6 Kříž Radko
	BAN/0802/21041/18	27.08.2018	38 000,00	0,00 1 Radko Kříž
549 006	Jiné ostatní náklady mimoř.stip. D	46 871,00	0,00	46 871,00
549	Jiné ostatní náklady	46 871,00	0,00	46 871,00
	Náklady celkem	46 871,00	0,00	46 871,00
691 006	Provoz.dotace věda MŠMTspecifický výzkum			
	Počáteční stav		0,00	
	MAN/0910/00005/18	05.02.2018	0,00	46 871,00 Specifický výzkum na VŠ
691 006	Provoz.dotace věda MŠMTspecif	0,00	46 871,00	46 871,00
691	Přijaté přís. mezi zúčt.mezi org.slc	0,00	46 871,00	46 871,00
	Výnosy celkem	0,00	46 871,00	46 871,00
	Účetní hospodářský výsledek:			0,00
	Hospodářský výsledek včetně očekávaných nákladů:			0,00

Účetní hospodářský výsledek za vybrané: 0,00

Hospodářský výsledek včetně očekávaných nákladů za vybrané: 0,00

Výběrová kritéria (omezení sestavy se řídí právy uživatele trojoin1 (uvedena v závorce))

Pracoviště: (04**)

Činnost: (***)

Fullcost:

Zakázka: 2106 (*)

Podzakázka:

Zahrnutý všechny předpokládané náklady