

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”
Науково-навчальний комплекс
“Інститут прикладного системного аналізу”

Прогнозування часових рядів з використанням фрактального броунівського руху

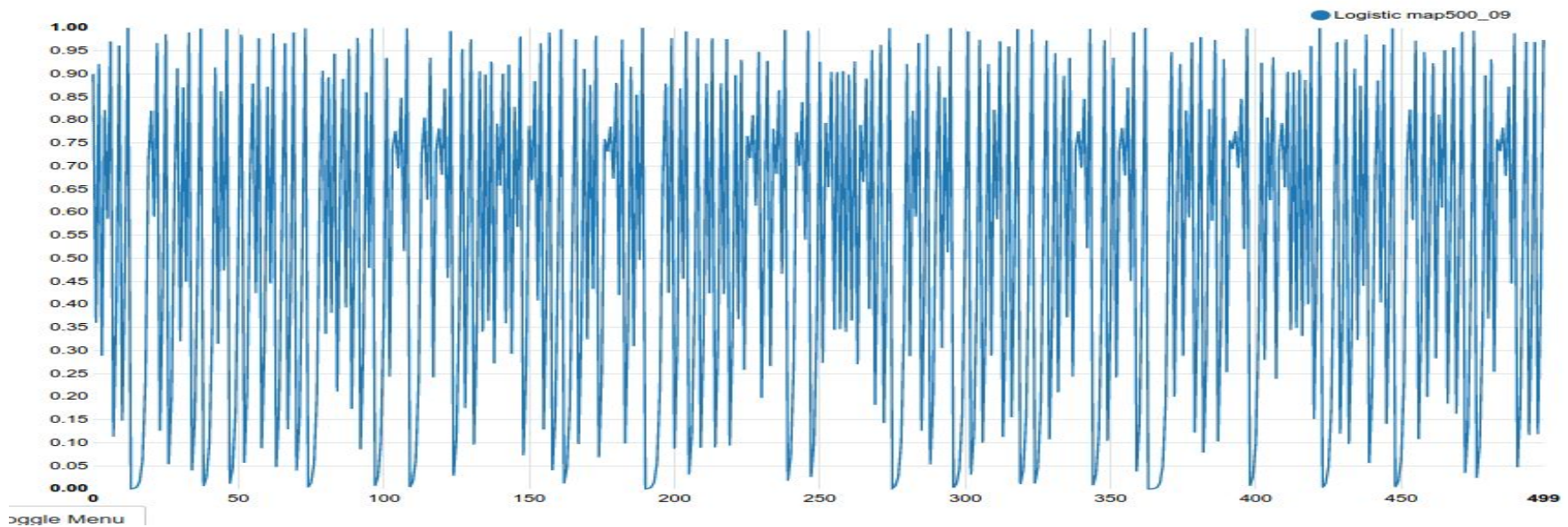
Виконав студент групи КА-51м
Трусковський К. К.
Науковий керівник:
д.ф-м.н., проф. Бондаренко В. Г.

Постановка задачі

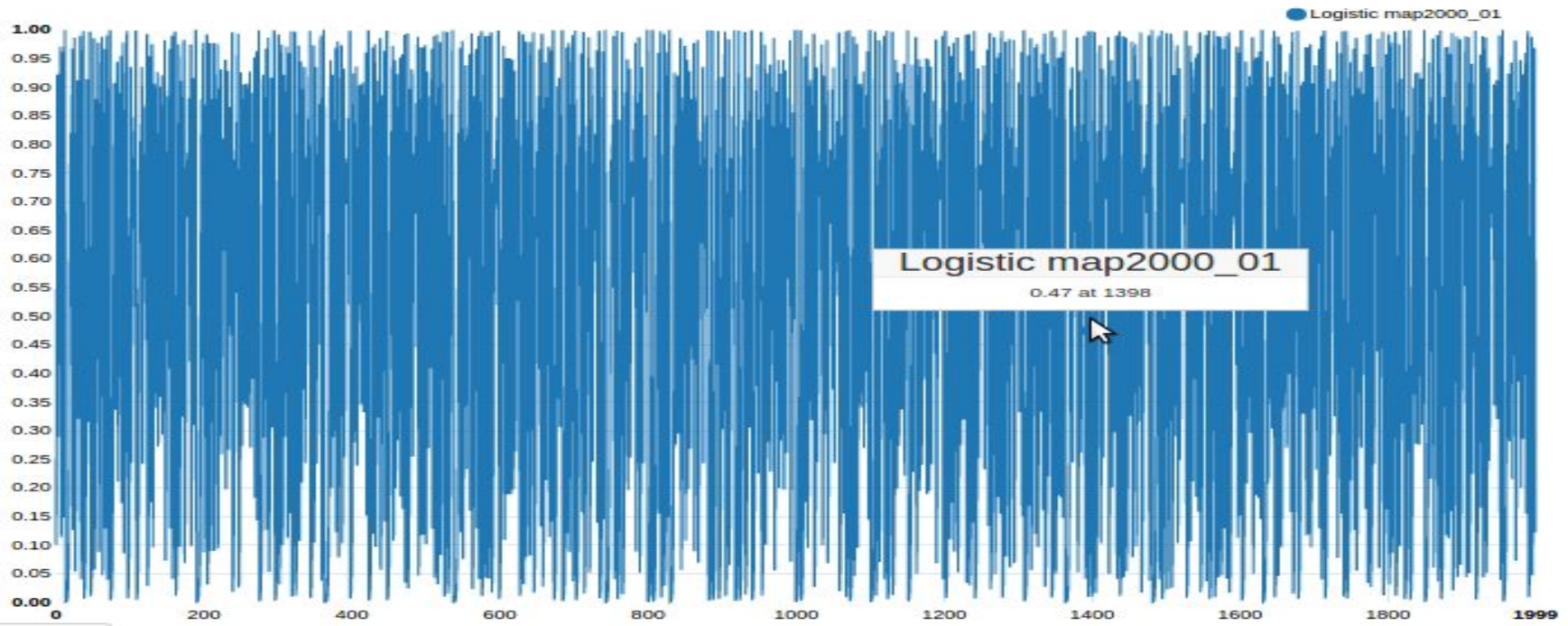
1. Провести аналіз найбільш уживаних хаотичних та стохастичних моделей.
2. Провести ряд експериментів для дослідження стохастичних, хаотичних послідовностей, їх суміші та реальних даних.
3. Розробити архітектуру веб-системи для автоматизованого аналізу часових рядів та візуалізації

Моделі динамічного хаосу. Логістичне відображення

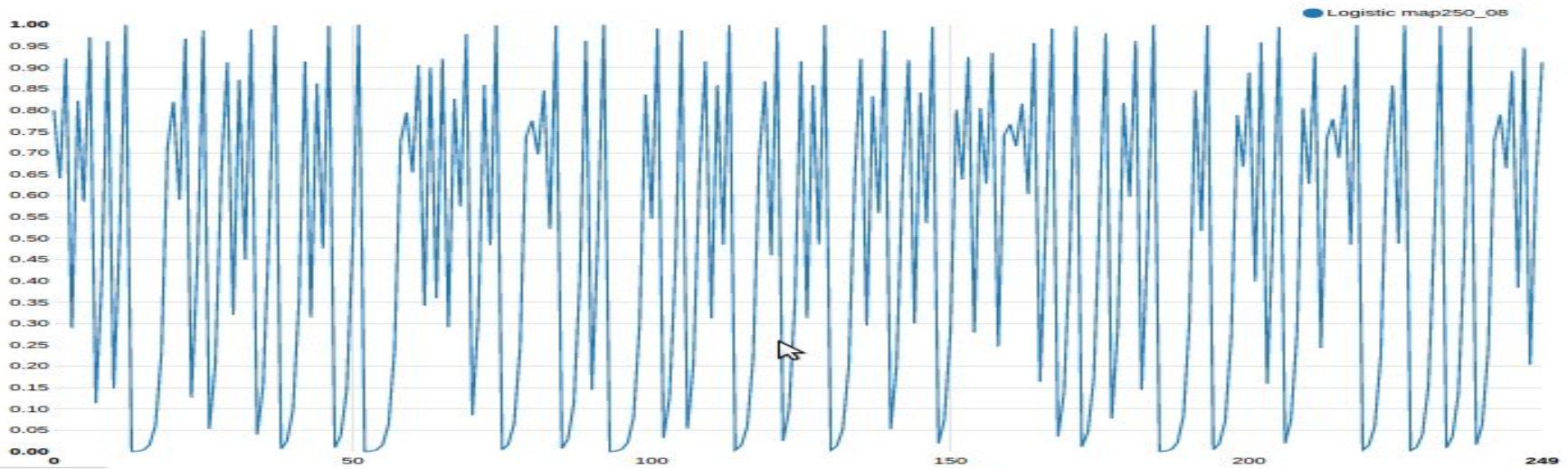
Plot Data



Plot Data

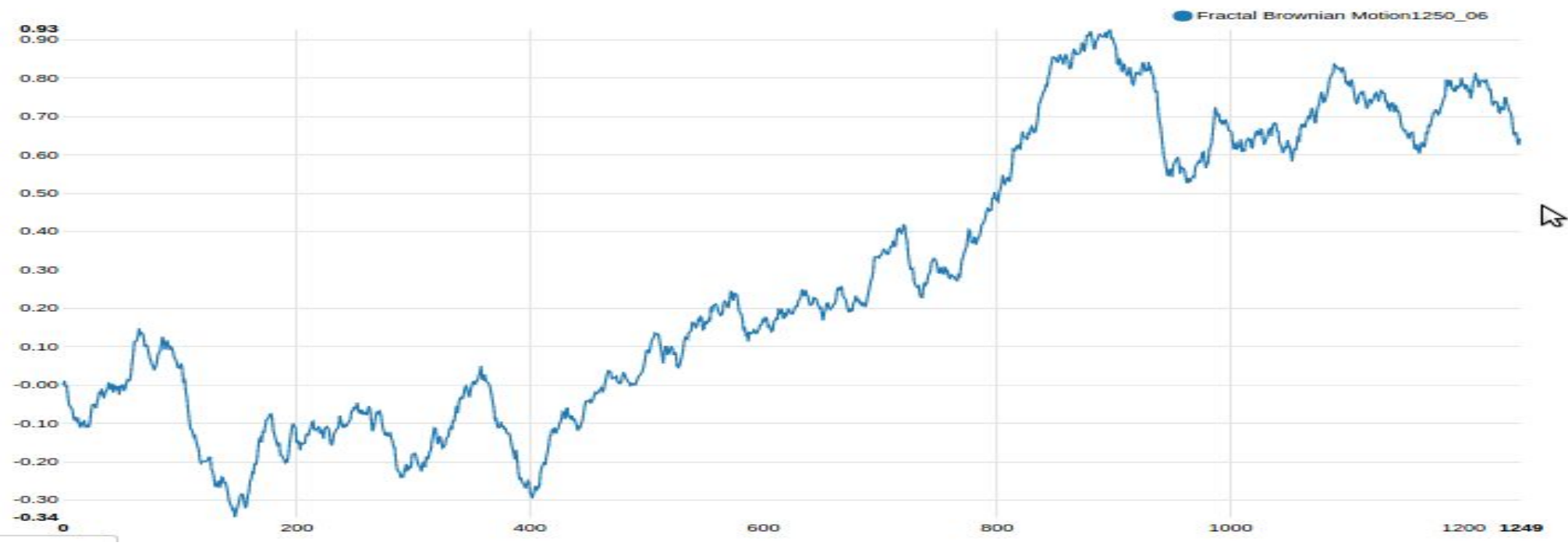


Plot Data

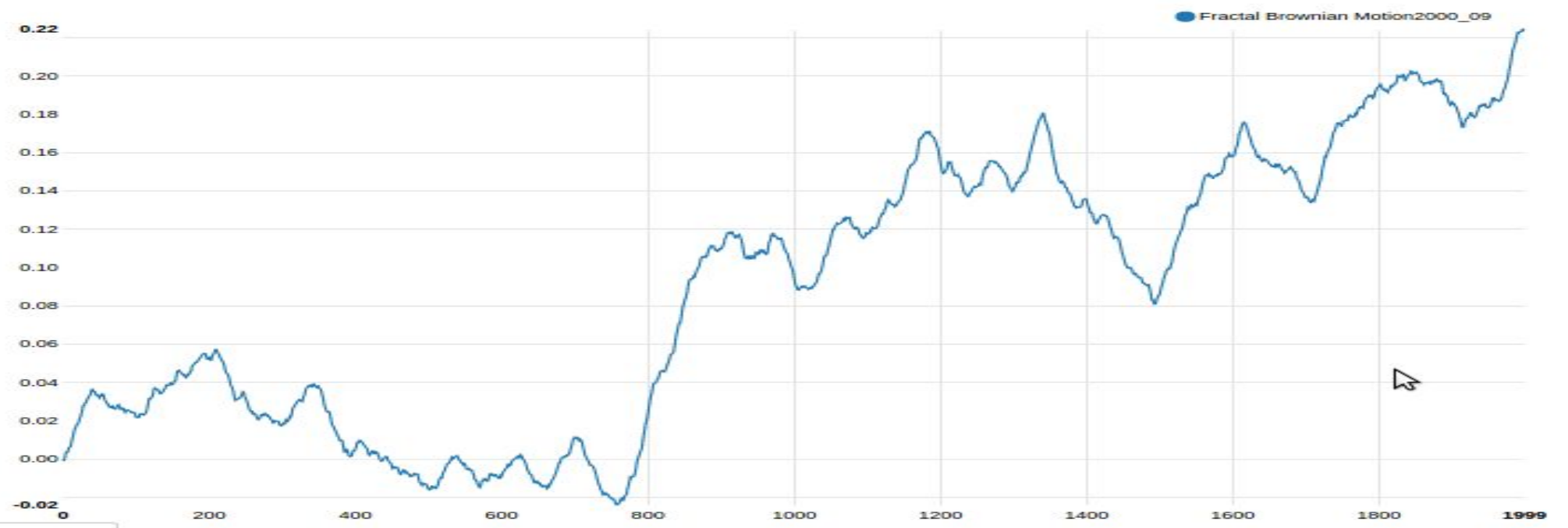


Стохастині моделі. Фрактальний
броунівський рух. Моделі з властивістю
самоподібності

Plot Data



Plot Data



Модель

Передбачається, що спостережувані значення є адитивною сумішшю детермінованою хаотичною і випадкової послідовностей:

де x_t - значення деякої динамічної системи, ϵ_t - значення випадкового процесу. Послідовності, нормовані по енергії, тобто

Тоді величина α визначає долю стохастичності у спостережуваних даних

Алгоритм

1) Апроксимувати тренд лінійною функцією та відняти його

2) Порахувати прирости та застосувати функціональне перетворення

Алгоритм

3) Порахувати статистику

S - кореляційна матриця вектора u з
елементами

4) Результати оцінити за контрольними статистиками

Результати для fBM

n	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
H	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
H *	0.10	0.25	0.30	0.40	0.40	0.60	0.65	0.80	0.95
H ST	0.10	0.20	0.32	0.42	0.46	0.62	0.69	0.79	0.91
R1	3.83	1.73	0.82	0.37	0.18	0.08	0.04	0.02	0.01
R2	22.93	4.83	1.05	0.21	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
A	-794.22	-37.33	-1.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
limA	-788.99	-34.93	-1.65	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	-1,100.16	-94.13	0.33	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	-347,210	-1,669	-22.54	0.07	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
beta1	8,406.56	160.12	3.46	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
beta2	93.57	19.69	4.28	0.87	0.20	0.04	0.01	0.00	0.00

Результати для fBM

Результати ілюструють «ідеальний» випадок, критерії згоди для гіпотези T виконані для всіх контрольних статистик. Дані таблиці використовуються для порівняння з аналогічними статистиками при аналізі часових рядів, що містять хаотичну складову. Також це метрика якості нашого критерію. Отже можна сказати що він якісний і подальше дослідження змістовне.

Результати для логістики

n	2,000	2,000	2,0000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
x0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.70	0.80	0.90
d	0.70	0.69	0.71	0.68	0.68	0.69	0.68	0.70
lambda	0.80	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80
d new	0.63	0.65	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65	0.63
H *	0.25	0.15	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25
H ST	-0.02	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.02
R1	0.37	0.39	0.37	0.39	0.39	0.39	0.38	0.37
R2	0.22	0.23	0.21	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22
A	2.83	1.11	2.61	1.19	1.21	1.15	1.09	2.90
limA	-0.07	-0.08	-0.07	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.07
B	-15.65	-5.82	-13.96	-6.37	-6.53	-6.05	-5.62	-16.20
D	126.60	227.29	116.89	242.67	246.74	234.85	223.07	129.52
beta1	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
beta2	0.88	0.93	0.87	0.94	0.94	0.94	0.93	0.88

Результати для логістики

З таблиці випливає, що оцінка H залежить від початкової умови x_0 ; у всіх випадках апроксимація відповідає антиперсистентному процесу. Значення контрольних статистик далекі від граничних теоретичних значень (), тобто апроксимація незадовільна, з чого модно зробити висновок, що логістичне відображення не апроксимується фрактальним броуновським рухом і за допомогою контрольних статистик, можна визначити що це є хаотична послідовність.

Результати для суміші

H		H*	A	B	D	limA	beta1	beta2
0,1	a =1	0,1	-2,78	-1,14	-1215	-2,95	7,77	5,72
	a =2	0,1	-19,4	-11,6	-8497	-19,4	82,0	14,7
	a =10	0,1	-8289	-21038	-36235	-8239	157803	302
0,2	a =1	0,15	10,0	-83	2046	-0,84	1,57	3,05
	a =2	0,15	6,83	-39,3	1397	-1,26	2,6	3,7
	a =10	0,2	-48,8	-182	-4663	-45,5	227	22,5
0,3	a =1	0,15	11,4	-104	2330	-0,8	1,49	2,98
	a =2	0,15	10,7	-88,2	2194	-1,0	2,0	3,35
	a =10	0,25	-8,23	8,53	-368	-14,4	52,8	12,6
0,4	a =1	0,15	11,8	-113	2413	-0,75	1,37	2,88
	a =2	0,15	11,9	-111	2430	-0,81	1,52	3,0
	a =10	0,3	1,37	-4,11	28,6	-3,14	7,73	5,90
0,5	a =1	0,15	11,85	-118	2424	-0,72	1,31	2,84

Результати для суміші

H		H*	A	B	D	limA	beta1	beta2
0,6	a=1	0,15	11,0	-101	2265	-0,72	1,31	2,83
	a=2	0,15	10,7	-93	2180	-0,72	1,31	2,83
	a=10	0,15	7,27	-38,0	1487	-0,78	1,43	2,93
0,7	a=1	0,15	11,9	-115	2432	-0,72	1,31	2,83
	a=2	0,15	12,3	-122	2517	-0,72	1,31	2,83
	a=10	0,2	15,6	-120	1487	-0,75	1,35	2,89
0,8	a=1	0,15	10,95	-101	2239	-0,72	1,31	2,83
	a=2	0,15	10,4	-92,5	2132	-0,72	1,31	2,83
	a=10	0,15	6,32	-38,0	1293	-0,73	1,32	2,84
0,9	a=1	0,15	11,0	-101	2253	-0,72	1,31	2,83
	a=2	0,15	10,6	-93,2	2158			
	a=10	0,15	6,82	-40,0	1395	-0,74	1,35	2,87

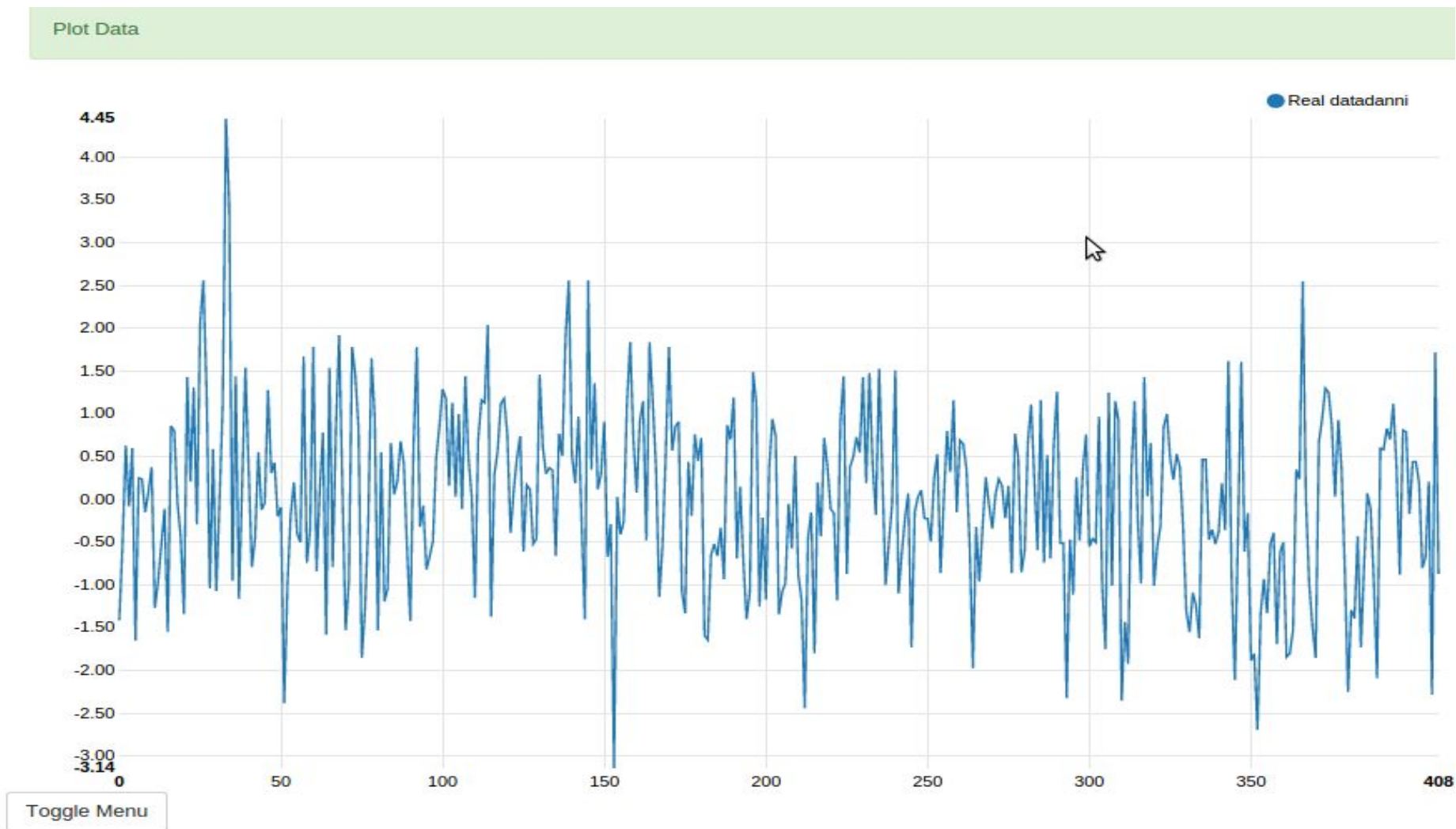
Результати для суміші

Результати свідчать про «агресивності» хаотичної складової по відношенню до стохастичною для α і для β , якщо $a = 10$. Для зазначених значень N генерованого фрактального броуновського руху характер суміші визначає логістична послідовність, тобто значення контрольних показників далекі від граничних що вказує на неможливість апроксимації. Для α спостерігається зворотня картина: відхилення статистик від граничних значень таке ж, як для «чистого» фрактального броунівського руху, тобто суміш допускає якісну апроксимацію при порівнянних енергіях її складових. Для β задовільна апроксимація можлива лише для $a = 10$.

Таким чином, персистентність (α) досліджуваного ряду при виконанні нерівності означає його стохастичну природу: антиперсистентність (β) допускає наявність хаотичної компоненти.

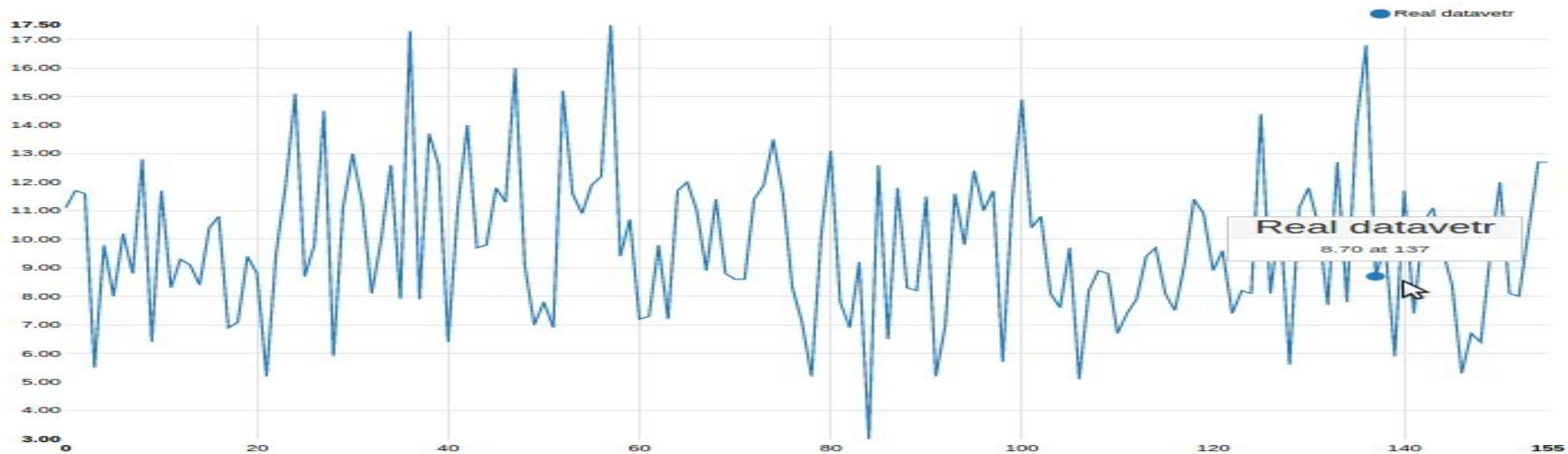
Застосування методу для реальних даних.

Приклади їх апроксимації



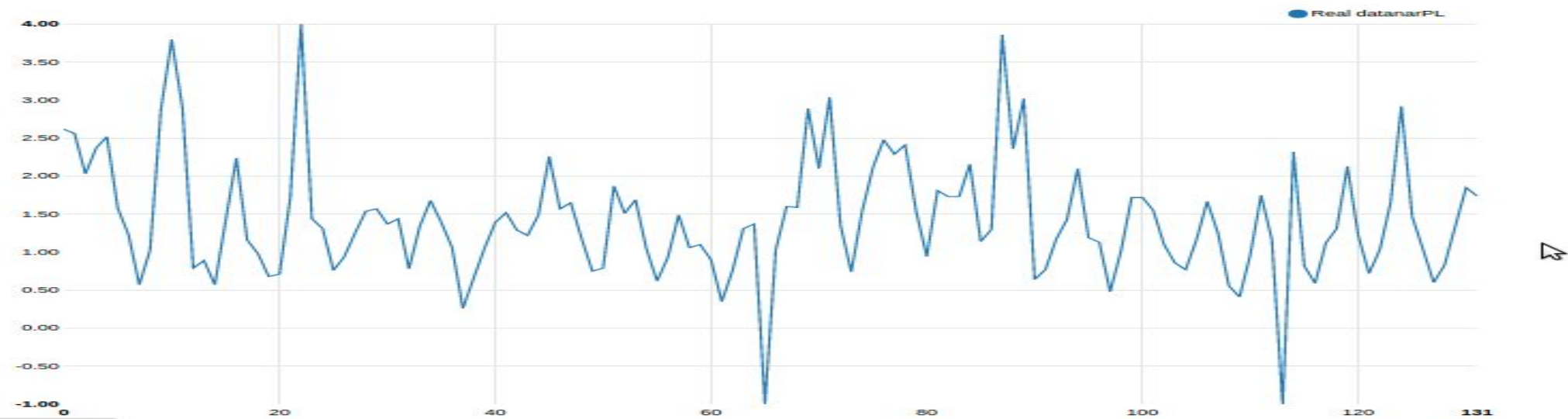
Осциляція хвиль

Plot Data



Швидкість вітру

Plot Data



Популяція планктону

Результати для реальних даних.

Характеристики	Планктон	Хлорофіл	Швидкість вітру	Осциляція хвиль у Атлантиці
d	0,55	0,48	0,63	0,61
lambda	1,2	1,44	1	1,07
H*	0,3	0,1	0,4	0,1
A	-0.41	-1,26	-274	-3,44
limA	-0,48	-1,17	-267	-3,57
B	0,19	1,2	-123	-6,38
beta1	0,74	2,46	1921	9,88

Результати для реальних даних.

З таблиці випливає антиперсистентність всіх досліджуваних даних. Контрольні статистики всіх прикладів задовольняють нерівності , тобто апроксимація наведених часових рядів задовільна. Можлива наявність детермінованої складової для концентрації хлорофілу і осциляції океанських хвиль.

Реалізація

- Diploma
- Main
- Data
- Logistic Map
- FBM
- Composite Data
- Load Data
- About

Build Chart

Name

1000_01.txt
1000_02.txt
1000_03.txt
1000_04.txt
1000_06.txt
1000_07.txt
1000_08.txt
1000_09.txt
1250_01.txt
1250_02.txt
1250_03.txt
1250_04.txt
1250_06.txt

Hide »

- Versions
DAMIGO 1.8.2
- Time
CPU: 68.00ms (101.93ms)
- Settings
- Headers
- Request
LMDATAVIEW
- SQL
0 QUERIES IN 0.00ms
- Static files
7 FILES USED
- Templates
DATA_SHOW.HTM
- Cache
0 CALLS IN 0.00ms
- Signals
14 RECEIVERS OF 12 SIGNALS
- Logging
0 MESSAGES
- Intercept redirects

- Diploma
- Main
- Data
- Logistic Map
- FBM
- Composite Data
- Load Data
- About

Composite Data

Size

Init value for Im

Parameter h for fbm

Parameter a for Im

Parameter b for fbm

Save

Name for saving

Hide »

- Versions
DAMIGO 1.8.2
- Time
CPU: 112.00ms (169.18ms)
- Settings
- Headers
- Request
COMPOSITEDATAVIEW
- SQL
0 QUERIES IN 0.00ms
- Static files
7 FILES USED
- Templates
COMPOSITE.HTM
- Cache
0 CALLS IN 0.00ms
- Signals
14 RECEIVERS OF 12 SIGNALS
- Logging
0 MESSAGES
- Intercept redirects

Реалізація

Victor Bondarenko

info

Kyryl Truskovskiy

dssd

The Chaotic and random components in real-time data

We proposed a method for determining the ratio of deterministic and stochastic components for observed real data. We illustrated a number of numerical experiments which used simulation modelling of logistic chaotic sequence and the values of fractional Brownian motion with different values of Hurst exponent H . In the additive mixture is given the ratio of the energies of deterministic and random components. The chaotic term turns out to be more aggressive for large values of Hurst exponent- the control statistics of mixture are different from the reference values which corresponding to the fractional Brownian motion. Another situation is assumed for small values of H (antipersistent case). The considered examples of real -time data are described by antipersistent model.
V.G.Bondarenko, K.K. Truskovsky

Toggle Menu



skew: 0.1542312758715567

kurt: -1.0761680983322441

confidence level: 0.95

NUMBER INTERVALS: 13

Accretion

Describe Data

n: 129

min_max: (-3.9280090619371086, 4.994990938062891)

mean: 0.000588814784699

lower percentile mean: -0.241376913193

upper percentile: 0.242554542762

Plot Data



Hide »

Versions

DJANGO 1.8.2

Time

CPU: 1813.00ms (2814.30ms)

Settings

Headers

Request

BEGINVIEW

SQL

0 QUERIES IN 0.00ms

Static files

7 FILES USED

Templates

MAIN.HTML

Cache

0 CALLS IN 0.00ms

Signals

14 RECEIVERS OF 12 SIGNALS

Logging

Diploma

Main

Data

Logistic Map

FBM

Composite Data

Load Data

About

Diploma

Main

Data

Logistic Map

FBM

Composite Data

Load Data

About

Висновки

1. Дослідженні сучасні моделі для побудови стохастичних та хаотичних послідовностей.
2. Проведено серію еспериментів по визначенню стохастичної та хаотичної складової. Експериментально визначено умови домінування хаотичної чи стохастичної компоненти у часовому ряді. Алгоритм застосовувався на реальних даних. Зроблено висновки про природу реальних даних, яка компонента домінує в цих даних.
3. Реалізована веб-система, за допомогою якої можна задати свої дані та визначити домінуючу компоненту у них

Подальші шляхи розвитку

1. Реалізація алгоритму на GPU
2. Дослідження нових хаотичних та стохастичних систем
3. Узагальнення на багатовимірний випадок
4. Застосування технологій для обробки великих обсягів даних

Дякую за увагу!