

Anna MULARCZYK
Iwona ZDONEK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Ekonomii i Informatyki

ANALIZA STATYSTYK STRON INTERNETOWYCH POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ METODAMI FRAKTALNYMI

Streszczenie. Artykuł prezentuje analizę zdarzeń strony internetowej Politechniki Śląskiej. Analizie poddano szeregi czasowe wizyt i odsłon. Jako głównej metody analitycznej użyto metody wspomagającej analizę fraktalną – metody przeskalowanych zakresów.

THE ANALYSIS OF WEBSITE STATISTICS OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY USING THE FRACTAL METHODS

Summary. This article presents the analysis of website's events such as visits and hits. The time series used in researches originate from statistic data of Silesian University of Technology website. Examining the time series of visits and hits the method of rescaled range had been used.

1. Wstęp

W niniejszym artykule zaproponowano analizę zdarzeń na stronie internetowej metodami fraktalnymi. Jako głównej metody analitycznej użyto metody przeskalowanych zakresów. Analizie poddano szeregi czasowe odsłon i wizyt strony Politechniki Śląskiej. Za zastosowaniem takiej metody analitycznej przemawia fakt, iż obserwując wykresy statystyk zarówno wizyt, jak i odsłon zwraca uwagę statystyczne samopodobieństwo tych wykresów względem czasu. W przypadku wykresów giełdowych istnienie takiego samopodobieństwa, dzięki analizie fraktalnej, pozwoliło wyłonić cykle i trendy, co zaowocowało powstaniem nowych koncepcji zarządzania kapitałem. Podjęto zatem próbę zbadania, czy również i w przypadku zdarzeń strony internetowej można wykryć, podobnie jak w przypadku zdarzeń giełdowych,

wspomniane cykle bądź trendy. Odpowiedź na to pytanie można uzyskać analizując statystyki strony internetowej metodą przeskalowanych zakresów.

Koniec XX wieku przyniósł ludzkości określenie społeczeństwa informacyjnego. Oznacza ono społeczeństwo, którego dobrem jest informacja i większość sfer ludzkiej działalności skupia się na jej pozyskaniu i przetwarzaniu. Do tego rodzaju pracy konieczne jest, by jednostki takiego społeczeństwa dysponowały określoną wiedzą oraz maszynami wspomagającymi pracę nad ogromem informacji, pozyskiwanych z różnych źródeł. Niniejszy artykuł wpisuje się więc w dominujący w społeczeństwie informacyjnym trend pozyskiwania informacji z danych gromadzonych dzięki wszechobecnym systemom informatycznym oraz wiedzy gromadzonej przez stulecia.

Budowa artykułu jest następująca. Punkt drugi ma charakter wprowadzający do analizy statystyk strony internetowej metodami fraktalnymi, gdyż jest związany z zagadnieniem pozyskiwania i przetwarzania informacji, charakterystycznym dla jednostek społeczeństwa informacyjnego. Przedstawiono więc pokrótce obraz społeczeństwa informacyjnego na tle oraz w kontekście ewolucji społeczeństw. Ponieważ praca nad pozyskaniem i przetworzeniem informacji ma dla społeczeństwa informacyjnego podstawowe znaczenie, sięgnięto do teorii niosącej spory potencjał w pracy nad dużą ilością danych, czyli do teorii chaosu. Punkt trzeci poświęcono więc ogólnemu przybliżeniu tej teorii. Dla potrzeb niniejszego opracowania szczególne znaczenie ma metoda przeskalowanych zakresów, pozwalająca na wykrycie fraktalnych własności szeregów. Metodę tę wykorzystano do analizy zdarzeń na stronie internetowej, takich jak wizyty i odsłony. Metodę przeskalowanych zakresów omówiono w punkcie czwartym, a analizę wizyt i odsłon zawarto w punkcie piątym. Konkluzje i wnioski zawarto w zakończeniu.

2. Społeczeństwo informacyjne w kontekście ewolucji społeczeństw

Analizując historię naszej planety trudno nie zatrzymać się z refleksją nad zjawiskiem wymierania gatunków na przestrzeni dziejów. Warto jednak zaznaczyć, iż dotychczas żaden gatunek nie miał tak rozwiniętej inteligencji, jak człowiek, co oczywiście napawa nas nadzieją na przetrwanie, pomimo upadku i zmian kolejnych cywilizacji. Główną przyczyną tych zmian wydaje się być produkt ludzkiego intelektu – technika. Zachodzące w niej zmiany dają nowy paradygmat technologiczny, który generuje przekształcanie się kolejnych cywilizacji [24, s. 73].

W epoce walki człowieka z naturą kamieniem milowym stało się udomowienie zwierząt oraz roślin, co umożliwiło ludzkości tworzenie społeczeństw osiadłych, w których dominującym sektorem wytwarzania dóbr stało się rolnictwo. Taki stan rzeczy umożliwił dalszy rozwój i postawienie kolejnego milowego kroku, jakim było wynalezienie pisma. Dzięki niemu

człowiek zyskał umiejętność utrwalania swoich myśli, a wymiar czasowy i przestrzenny komunikacji między ludźmi uległ powiększeniu [8].

Przez długi czas wydawało się, że w starciu z naturą człowiek jest na pozycji przegranej, a teorie takie jak teoria przeludnienia Thomasa Malthusa wydawały się potwierdzać dominację natury, prowadzącą do upadku ludzkości¹. Według jednej z teorii [16, s.22] taki stan rzeczy związany był z faktem, iż człowiek w swoich zmaganiach opierał się na sile fizycznej, wyrażonej w sile swoich mięśni przy uprawianiu roli oraz przy prowadzeniu różnego rodzaju wojen. Sytuacja uległa zmianie w momencie wynalezienia i upowszechnienia maszyny parowej oraz elektryczności. Rewolucja przemysłowa wywołana tymi wynalazkami spowodowała utratę atrybutu siły człowieka na rzecz maszyny [16, s. 22], co nareszcie umożliwiło wyjście z „pułapki maltuzjańskiej”. Tym razem walka człowieka z naturą była prowadzona z zastosowaniem maszyn, których siła znacznie przewyższała siłę ludzkich mięśni, co spowodowało przyrost dochodu *per capita* oraz poprawę standardów życiowych. Rewolucja przemysłowa spowodowała także zmianę w ludzkiej mentalności, a przez to zmiany społeczne i kulturowe [24, s. 73]. Przestało już być ewidentne, że przyrost ludności jest funkcją wykładniczą, bo liczba dzieci w rodzinach znacznie się obniżyła. Spadek liczby dzieci w rodzinach przyczynił się równocześnie do inwestowania rodziców w potencjał intelektualny potomstwa, gdyż w wykorzystaniu aktywów niematerialnych takich, jak wiedza, umiejętności i własność intelektualna widziano drogę do życiowego sukcesu. Trendowi takiemu sprzyjało upowszechnienie szkół, dzięki którym wiedza stała się bardziej dostępna, co zaowocowało intensyfikacją rozwoju technologii. Dla dalszych zmian społecznych kluczowe okazały się kolejne wynalazki, takie jak telegraf i fotografia. Spowodowały one, że człowiek nauczył się przekazywać znaki na odległość. Według T. Goban-Klas [1, s. 46-51] pojawienie się tych dwóch wynalazków oraz intelektualnych technologii sterowania masową produkcją i konsumpcją, tj. marketingu i reklama, a także narodziny komputera spowodowały – wejście ludzkości w nową epokę informacyjną.

Od końca XX wieku popularyzowane jest zatem hasło „społeczeństwo informacyjne”. Jest to takie społeczeństwo, które charakteryzuje się przygotowaniem i zdolnością do użytkowania systemów informatycznych, skomputeryzowane i wykorzystujące usługi telekomunikacji do przesyłania i zdalnego przetwarzania informacji [15, s. 25]. W takim społeczeństwie część dochodu, wytwarzana w sektorze usług przeważa nad częścią wytwarzaną w sektorach przemysłu i rolnictwa [15, s. 27]. Dobrem takiego społeczeństwa staje się informacja, a sektor usług skupia się głównie na pozyskiwaniu, przetwarzaniu i przechowywaniu tej informacji. Ideą społeczeństwa informacyjnego jest także to, że wynalazki związane

¹ Według teorii przeludnienia, zwanej również teorią statycznych zasobów, liczba ludności rośnie w postępie geometrycznym i jest funkcją wykładniczą, a produkcja żywności rośnie w postępie arytmetycznym i jest funkcją liniową. Punkt przecięcia się krzywych obydwu funkcji jest punktem tzw. *katastrofy maltuzjańskiej*. Oznacza on stan, w którym produkcja rolna nie nadąża za przyrostem ludności. Następujący w takiej sytuacji głód powoduje zmniejszanie populacji ludzkiej przez wymieranie i tym samym zmniejsza liczebność ludzi do poziomu sprzed katastrofy. http://pl.wikipedia.org/wiki/Statyczna_teoria_zasob%C3%B3w

z przetwarzaniem informacji wprowadziły techniki informacyjne do wszystkich sfer życia społeczeństwa i wpłynęły na styl życia (szeroko na ten temat w [14, s. 105-115]). W społeczeństwie takim ważną rolę odgrywa wiedza, dająca teoretyczne podstawy do przetwarzania informacji. Stąd też poszukiwane są nowe metody przetwarzania informacji. Przydatne okazują się tu nowe teorie, za pomocą których próbuje się badać współcześnie zachodzące zjawiska.

3. Teoria chaosu i geometria fraktalna w badaniach współczesnych zjawisk

Teorią o sporym potencjale jest teoria chaosu. Coraz powszechniejsze jest stosowanie narzędzi teorii chaosu [5] czy geometrii fraktalnej w badaniach prawidłowości zjawisk występujących w ekonomii i zarządzaniu [4]. Działanie takie motywowane jest wzrastającą turbulencją dzisiejszego świata biznesu i nie tylko.

Geometrię fraktalną do badania zjawisk ekonomicznych po raz pierwszy zastosował jej twórca Benoit Mandelbrot, badając ceny bawełny i wykrywając ich fraktalną naturę. Zmotywowany wynikami badań, podjął tematykę rynków kapitałowych, również znajdując zastosowanie dla geometrii fraktalnej. W jego ślady poszli inni naukowcy [19, 21, 13, 12] oraz w Polsce m.in. [11, 20, 9]. Ich badania, bazujące na szeregach czasowych wykresów giełdowych, wykazały statystyczne samopodobieństwo tych wykresów względem czasu. Oznaczało to, iż dzienne zmiany cen indeksów były statystycznie podobne do zmian tygodniowych bądź miesięcznych. Prowadziło to do wniosków, iż poszczególne wahania cen papierów są od siebie zależne w długim czasie i podlegają skłonności do tworzenia trendów i cykli. Wykrycie cykli i trendów dały podstawy nowym koncepcjom zarządzania kapitałem inwestycyjnym.

Ugruntowane w zeszłym wieku teoria chaosu oraz wyrastająca z niej geometria fraktalna przyczyniły się również do rozwoju koncepcji zarządzania. W turbulentnym otoczeniu o wiele efektywniej swoją rolę powinny spełniać systemy, w których stosuje się narzędzia zaczerpnięte np. z teorii chaosu, czy geometrii fraktalnej, tj. organizacje na krawędzi chaosu oraz organizacje fraktalne [3, 4, 6, 10, 19, 18, 22, 25].

Obserwując wykresy statystyk strony internetowej zwraca uwagę statystyczne samopodobieństwo tych wykresów względem czasu. Istnieje więc zatem pokusa, by sprawdzić czy również i tu można wykryć cykle bądź trendy. Odpowiedź na to pytanie można uzyskać analizując szeregi np. metodą przeskalowanych zakresów.

4. Metoda przeskalowanych zakresów

Obliczenia przeprowadzono za pomocą analizy przeskalowanych zakresów (R/S), w wyniku której jest otrzymywany wykładnik Hursta.

Analizę przeskalowanych zakresów [9, 19, 23] przeprowadza się dla wielu zmian wartości badanej cechy, logarytmicznych stóp zwrotu:

$$z_t = \ln\left(\frac{x_t}{x_{t-1}}\right), \quad (1)$$

gdzie:

z_t – logarytmiczna stopa zwrotu,

x_t – wartość w chwili t .

Wstępnie, dzieli się szereg N obserwacji na rozłączne l podszeregów o długościach n , przy czym najczęściej zakłada się, iż n powinno być dzielnikiem długości całego szeregu, czyli:

$$n \times l = N. \quad (2)$$

Analiza ta opiera się na następującej zależności:

$$R/S = a \cdot n^H, \quad (3)$$

gdzie:

R/S – przeskalowany zakres,

a – stała,

n – liczba obserwacji,

H – wykładnik Hursta.

W celu wyznaczenia wykładnika Hursta należy dla kolejnych podszeregów o kolejnych długościach n (zgodnie z zależnością 2) obliczyć R/S_n , a następnie oszacować parametry równania:

$$\ln(R/S_n) = \ln a + H \ln n. \quad (4)$$

Wykładnik Hursta powinien być wyznaczany dla dużej liczby obserwacji (rzędu kilku tysięcy). Natomiast w sytuacji, gdy liczba danych, dla których przeprowadza się analizę przeskalowanych zakresów jest mniejsza, należy wyznaczyć tzw. poprawkę Purczyńskiego [9]:

$$E(R/S_n) = \left(n - \frac{1}{2}\right) \cdot G2(n) \cdot S2(n), \quad (5)$$

gdzie $G2(n)$ oraz $S2(n)$ dane są wzorami:

$$G2(n) = \sqrt{\frac{2}{n\pi}} \cdot \frac{n - 0,2491}{n - 1}, \quad (6)$$

$$S2(n) = \frac{\pi}{2} - \frac{2,4718 - 3,5466n + 1,4635n^2}{(n - 1)^{2,5}}. \quad (7)$$

Interpretacja wykładnika Hursta odgrywa kluczową rolę w analizie szeregów czasowych.

Gdy H jest różny od $E(H)$ co najmniej o $1/\sqrt{N}$ (gdzie N jest liczbą wszystkich obserwacji), wtedy badany szereg nie jest klasycznym procesem losowym – nie ma rozkładu normalnego. Rozróżnia się trzy sytuacje:

1. $H > E(H) + 1/\sqrt{N}$,
2. $H \in (E(H) - 1/\sqrt{N}; E(H) + 1/\sqrt{N})$,
3. $H < E(H) - 1/\sqrt{N}$.

W pierwszym przypadku badany szereg jest szeregiem persystentnym – wzmacniającym swój trend, co oznacza, iż występuje w nim efekt długiej pamięci. Jest to przykład tzw. ułamkowego ruchu Browna – czyli obciążonego błędzenia przypadkowego. Przykładami takich szeregów są rynki kapitałowe [9, 19]. W drugim – ma charakter błędzenia przypadkowego. Natomiast w ostatnim przypadku badany szereg jest tzw. szeregiem antypersystentnym, czyli „powracającym do średniej”. W tego typu szeregach wyodrębnienie jakiegokolwiek trendu jest niemożliwe, gdyż bardzo często dochodzi do jego odwracania i występuje w nich większa zmienność niż w poprzednich. Im H bliższy jest 0, tym zachowanie szeregu jest bardziej chaotyczne. Szeregi takie charakteryzują się bardzo postrzępioną linią.

5. Analiza statystyk strony internetowej metodą przeskalowanych zakresów

Aby przeprowadzić analizę statystyk stron internetowych Politechniki Śląskiej zebrano dzienne dane dotyczące liczby odsłon i wizyt. Dane dotyczyły okresu od 20 marca 2009 do 24 października 2012, co stanowiło łącznie 1315 obserwacji.

Odsłona jest to zdarzenie, podczas którego użytkownik witryny ogląda jedną z jej podstron.² W statystykach stron internetowych razem z liczbą odsłon podawany jest także czas trwania odsłony. Oznacza on czas, który upłynął od chwili wykonania odsłony do chwili wykonania kolejnej odsłony podczas trwania jednej wizyty na stronie. Czas trwania ostatniej odsłony przyjmujemy zawsze, że wynosi 0 i przez to nie jest definiowany w statystykach. Jednak w niniejszym opracowaniu przedmiotem badań jest tylko liczba odsłon.

Wizyta oznacza ciąg następujących po sobie odsłon, które wykonuje jeden użytkownik w ramach jednej witryny. Wizyty różnicowane są na jedno- lub wieloodslonowe. W wizycie jednodoslonej użytkownik witryny widział tylko jedną z jej podstron, a odwiedzana podstrona jest równocześnie stroną początkową i końcową wizyty. Odstęp czasowy między kolejnymi odsłonami nie może przekraczać 30 minut. Jeżeli czas ten zostanie przekroczony, to

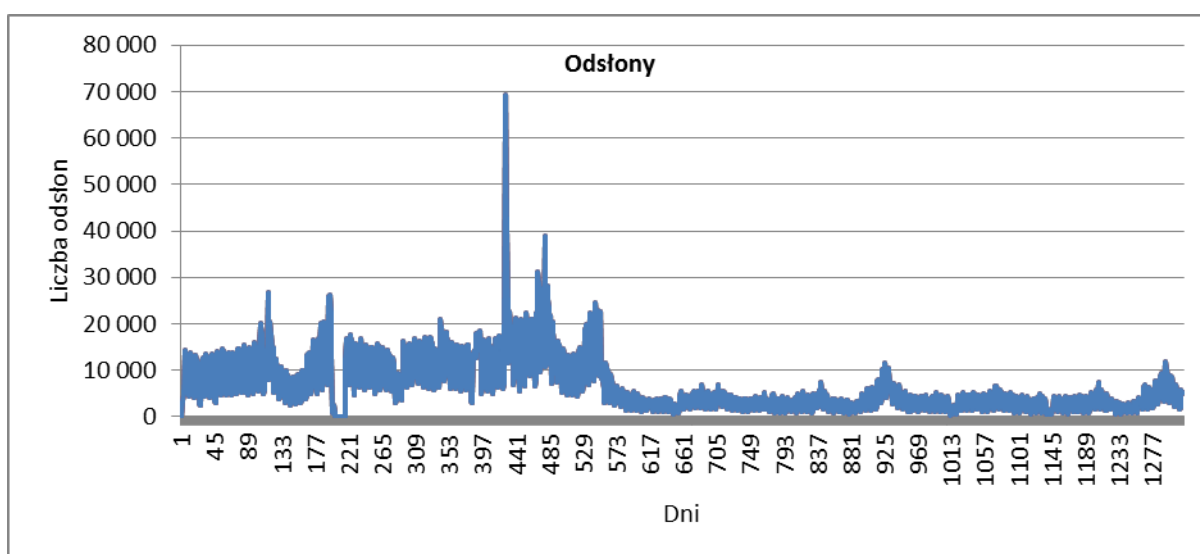
² Przewodnik po statystykach, podstawowe pojęcia:

<http://www.stat24.com/pl/przewodnik-po-statystykach.html> (stan na 20 września 2012)

wizyta liczona jest jako druga.³ Jeżeli więc internauta wchodzi na podstronę Politechniki Śląskiej i sprawdza zawarte na niej informacje, a następnie za 10 minut wchodzi tam jeszcze raz, to zdarzenie takie liczone jest jako dwie odsłony. Jeżeli jednak upłynie pół godziny od czasu poprzedniego wejścia na podstronę Politechniki Śląskiej, to zdarzenie liczone jest jako druga wizyta.

5.1. Analiza odsłon

Średnia liczba odsłon w badanym okresie kształtowała się na poziomie 7 203, przy czym największą wartością było 69 367, a najmniejszą: 2. Na rys. 5.1 przedstawiono liczbę dziennych odsłon w badanym okresie.



Rys. 5.1. Liczba dziennych odsłon w od 20.03.2009 do 24.10.2012

Fig. 5.1. Daily hits from 20.03.2009 to 24.10.2012

Wstępnie zbadano zgodność rozkładu odsłon i ich wahań z rozkładem normalnym (testem χ^2). Badane rozkłady nie były zgodne z rozkładem normalnym.

Wyniki poszczególnych obliczeń analizy przeskalowanych zakresów przedstawiają tabela 5.1 i rys. 5.2.

Tabela 5.1

Obliczenia pomocnicze analizy R/S

n	R/S _n	ln(n)	ln(R/S _n)
4	1,667488992	1,386294361	0,511319
6	2,140349621	1,791759469	0,760969

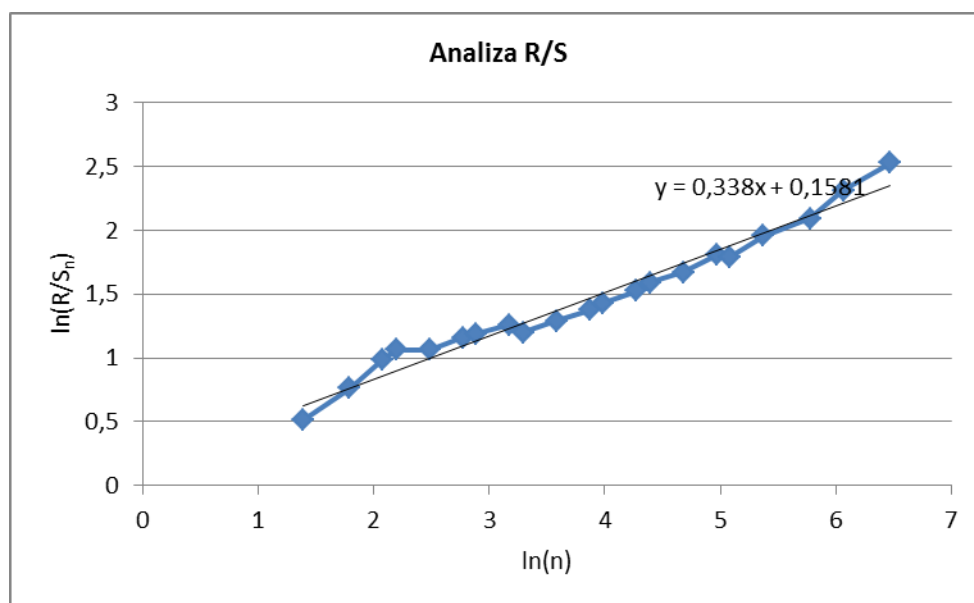
³ Przewodnik po statystykach, podstawowe pojęcia:

<http://www.stat24.com/pl/przewodnik-po-statystykach.html> (stan na 20 września 2012)

cd. tabeli 5.1

8	2,686805287	2,079441542	0,988353
9	2,900615638	2,197224577	1,064923
12	2,894829503	2,48490665	1,062926
16	3,18999992	2,772588722	1,160021
18	3,283491362	2,890371758	1,188907
24	3,529548613	3,17805383	1,26117
27	3,322146988	3,295836866	1,200611
36	3,631766699	3,583518938	1,289719
48	3,963735912	3,871201011	1,377187
54	4,184139186	3,988984047	1,431301
72	4,592996054	4,276666119	1,524533
81	4,897399666	4,394449155	1,588704
108	5,319921641	4,682131227	1,671459
144	6,097316764	4,9698133	1,807849
162	6,005508662	5,087596335	1,792677
216	7,08292653	5,375278408	1,957687
324	8,119502649	5,780743516	2,094269
432	10,09373358	6,068425588	2,311915
648	12,55467531	6,473890696	2,530093

Źródło: obliczenia własne.



Rys. 5.2. Wyniki analizy R/S

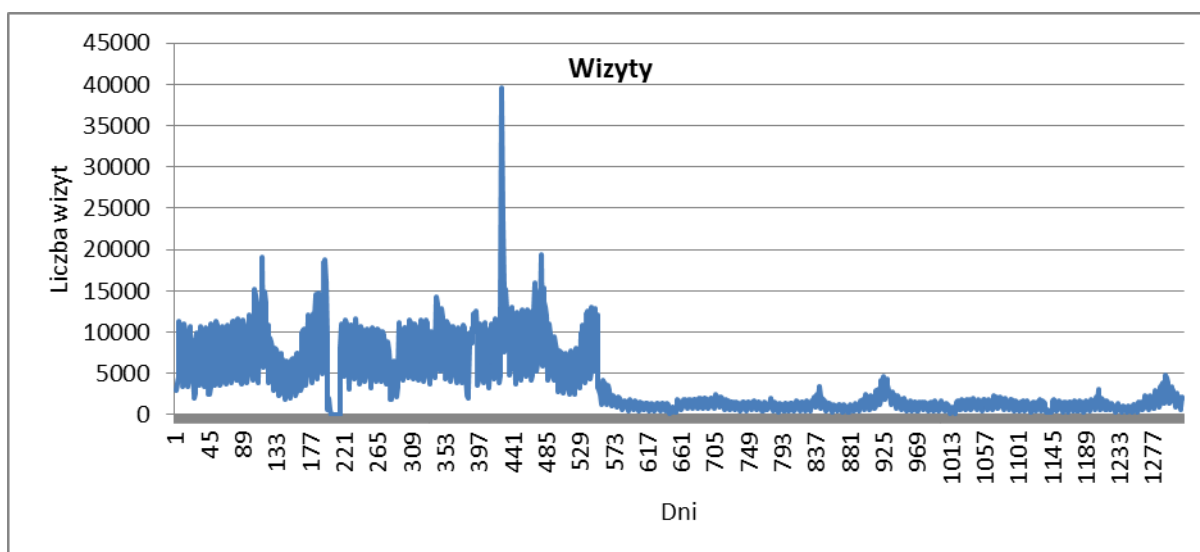
Fig. 5.2. Results of the R/S analysis

Wykładnik Hursta wyniósł 0,338 i jest mniejszy od $E(H) - 1/\sqrt{N}$, czyli $0,543 - 0,028$. Otrzymany wynik oznacza, iż badany szereg jest szeregiem antypersystentnym. Występuje w nim chaos i często dochodzi do odwracania tendencji (nie da się wyodrębnić trendu). Istnie-

je większe prawdopodobieństwo, że po wzroście liczby odstępów nastąpi ich spadek albo odwrotnie – że utrzyma się stała tendencja. Wskazuje to na chaotyczny charakter badanego zjawiska.

5.2. Analiza wizyt

Średnia liczba wizyt w badanym okresie kształtowała się na poziomie 4 239, przy czym największą wartością było 39 520, a najmniejszą: 2. Na rys. 5.3 przedstawiono liczbę dziennych wizyt w badanym okresie.



Rys. 5.3. Liczba dziennych wizyt od 20.03.2009 do 24.10.2012

Fig. 5.3. Daily visits from 20.03.2009 to 24.10.2012

Wstępnie, jak poprzednio, zbadano zgodność rozkładu wizyt i ich wahań z rozkładem normalnym (testem χ^2). Badane rozkłady nie są zgodne z rozkładem normalnym.

Wyniki poszczególnych obliczeń analizy przeskalowanych zakresów przedstawiają tabela 5.2 i rys. 5.4.

Tabela 5.2

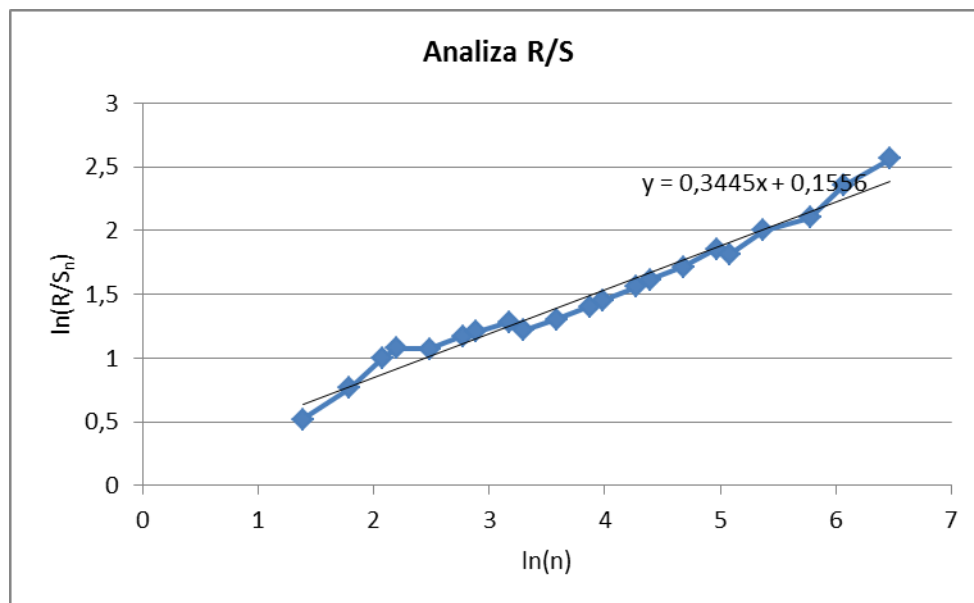
Obliczenia pomocnicze analizy R/S

n	R/S _n	ln(n)	ln(R/S _n)
4	1,67732002	1,386294361	0,517197
6	2,14491503	1,791759469	0,7631
8	2,724631951	2,079441542	1,002333
9	2,933491923	2,197224577	1,076193
12	2,92169099	2,48490665	1,072163
16	3,22804397	2,772588722	1,171876
18	3,336313021	2,890371758	1,204866

cd. tabeli 5.2

24	3,611638597	3,17805383	1,284162
27	3,384421467	3,295836866	1,219183
36	3,677085641	3,583518938	1,30212
48	4,059274021	3,871201011	1,401004
54	4,286221645	3,988984047	1,455406
72	4,763670983	4,276666119	1,561019
81	5,01251698	4,394449155	1,611938
108	5,543521861	4,682131227	1,71263
144	6,383477164	4,9698133	1,853713
162	6,157235735	5,087596335	1,817628
216	7,411987805	5,375278408	2,003099
324	8,184045942	5,780743516	2,102187
432	10,50185609	6,068425588	2,351552
648	12,95988705	6,473890696	2,561859

Źródło: obliczenia własne.



Rys. 5.4. Wyniki analizy R/S

Fig. 5.4. Results of the R/S analysis

Wykładnik Hursta wyniósł 0,345 i jest mniejszy od $E(H) - 1/\sqrt{N}$, czyli $0,543 - 0,028$. Otrzymany wynik potwierdza, iż badany szereg również jest szeregiem antypersystentnym. Występuje w nim chaos i często dochodzi do odwracania tendencji (której nie da się wyodrębnić). Istnieje większe prawdopodobieństwo, że po wzroście liczby odślon nastąpi ich spadek (albo odwrotnie) – utrzyma się stała tendencja, co wskazuje na chaotyczny charakter badanego zjawiska. Potwierdza to hipotezę o chaotycznej naturze ruchu w Internecie.

6. Zakończenie

Przeprowadzona analiza wizyt i odsłon strony internetowej Politechniki Śląskiej potwierdziła hipotezę o chaotycznym charakterze ruchu w Internecie. Badane szeregi czasowe zarówno wizyt, jak i odsłon okazały się szeregami antypersystentnymi. Oznacza to, iż w szeregu nie występuje tzw. efekt długiej pamięci, ani nie ma on charakteru błędzenia przypadkowego. Antypersystentność badanego szeregu oznacza, iż nie mamy możliwości wykrycia trendu bądź cyklu w takim szeregu, co było możliwe w przypadku rynków kapitałowych.

Wykładnik Hursta jest miarą bardzo wrażliwą na niejednorodność badanego zjawiska – pozwala on na detekcję zarówno długoterminowych zależności, jak i chaosu w szeregu, którego wartości są kształtowane w wyniku pojedynczych decyzji setek tysięcy uczestników sieci Internet. Rezultat badania jest potwierdzeniem faktu turbulencji otoczenia, która skutkuje chaotycznym zachowaniem uczestników sieci. Jest to już drugi przypadek⁴ analizy zdarzeń na stronie internetowej, który prowadzi do podobnych wniosków.

Bibliografia

1. Goban-Klas T.: Cywilizacja medialna. Narodziny nowego społeczeństwa, [w:] L.H. Haber, M. Niezgoda (red.): Społeczeństwo informacyjne aspekty funkcjonalne i dysfunkcjonalne. Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2006.
2. Jakimowicz A.: Od Keynesa do teorii chaosu. Ewolucja teorii wahań koniunkturalnych. PWN, Warszawa 2003.
3. Jakimowicz A.: Organizacje fraktalne i chaotyczne, [w:] L. Kiełtyka (red.): Multimedia w biznesie, s. 125-138, Zakamycze, Kraków 2003.
4. Kolter P., Casoline J.A.: Chaos. Zarządzanie i marketing w erze turbulencji, MT Biznes, Warszawa 2009.
5. Kowalska-Styczeń A.: Symulowanie złożonych procesów ekonomicznych za pomocą automatów komórkowych. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
6. Krawczyk A.: Geometria fraktalna jako instrument opisu organizacji. „Przegląd Organizacji”, nr 4, 2001, s. 17-20.
7. Nowak J.S.: Społeczeństwo informacyjne – geneza i definicje, [w:] P. Sienkiewicz, J.S. Nowak: Społeczeństwo informacyjne. Krok naprzód, dwa kroki wstecz. PTI – Oddział Górnośląski, Katowice 2008.
8. Majta M.: Rola informacji w kształtowaniu nowych społeczeństw. Publikacje EBIB nr 1. EBIB 2005 <http://ebib.oss.wroc.pl/pub/001/spis.php> [dostęp 9 listopada 2012].

⁴ Pierwszą analizę można znaleźć w publikacji A. Mularczyk, I. Zdonek: Teoria chaosu w analizie danych ze strony internetowej (w druku w materiałach konferencyjnych Multimedia w Biznesie).

9. Mastalerz-Kodzis A.: Modelowanie procesów na rynku kapitałowym za pomocą multifraktali. Wydawnictwo AE im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2003.
10. Mularczyk A.: Fraktalna analiza ryzyka w działalności przedsiębiorstw. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
11. Mosdorf R., Nazarko J., Siemieniuk N.: Analiza właściwości fraktalnych polskiego rynku kapitałowego. „Przegląd Statystyczny”, R 48, nr 1-2, 2001, s. 71-85.
12. Mulligan R.F.: Fractal analysis of highly volatile markets: an application to technology equities. "The Quarterly Review of Economics and Finance", nr 44, 2004, s. 155-179.
13. Mulligan R.F., Lobardo G.A.: Maritime businesses: volatile stock prices and market valuation inefficiencies. "The Quarterly Review of Economics and Finance", nr 44, 2004, s. 321-336.
14. Niezgoda M.: E-styl życia w społeczeństwie informacyjnym, [w:] Haber L.H., Niezgoda M. (red.): Społeczeństwo informacyjne aspekty funkcjonalne i dysfunkcjonalne. Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2006.
15. Nowak J.S.: Społeczeństwo informacyjne – geneza i definicje, [w:] P. Sienkiewicz, J.S. Nowak: Społeczeństwo informacyjne. Krok naprzód, dwa kroki wstecz. PTI – Oddział Górnośląski, Katowice 2008.
16. Papińska-Kacperk J. (red.): Społeczeństwo informacyjne. PWN, Warszawa 2008.
17. Peitgen H.-O., Jürgens H., Saupe D.: Fraktale. Granice chaosu. PWN, Warszawa, 2002.
18. Perechuda K.: Organizacja fraktalna, [w:] K. Perechuda (red.): Zarządzanie przedsiębiorstwem przyszłości. Koncepcje, modele, metody, Placet, Warszawa, 2000, s. 25-35.
19. Peters E. E.: Teoria chaosu a rynki kapitałowe. WIG-Press, Warszawa 1997.
20. Siemieniuk N.: Fraktalne właściwości polskiego rynku kapitałowego. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 2001.
21. Sorkin J., Buyer S.: Managing financial risk with fractal geometry, "Futures", nr 8, 2001, s. 56-59.
22. Warnecke H.-J.: Rewolucja kultury przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo fraktalne, PWN, Warszawa 1999.
23. Weron A., Weron R.: Inżynieria finansowa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.
24. Zacher L.W.: Społeczeństwo postinformacyjne w kontekście ewolucji społeczeństw i wizji przyszłości, [w:] L.H. Haber, M. Niezgoda (red.): Społeczeństwo informacyjne. Aspekty funkcjonalne i dysfunkcjonalne. Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2006.
25. Zimniewicz K.: Współczesne koncepcje i metody zarządzania. Wyd. II zmienione, PWE, Warszawa 2003.
26. Teoria statycznych zasobów:
http://pl.wikipedia.org/wiki/Statyczna_teoria_zasob%C3%B3w [dostęp 9. listopada 2012]

Abstract

This paper presents the analysis of time series of website's events such as visits and hits. The main method of presented analysis is the method of rescaled range (R/S). The time series of daily hits and daily visits used in the analysis are presented in the pictures 5.1 and 5.3. the results of the R/S analysis are presented in the pictures 5.2 and 5.4. The Hurst exponent showed that the analyzed time series are antypersistent series. So the hypothesis of the chaotic nature of visits and hits was confirmed. Antypersistent nature of time series doesn't let us extract any trend or cycle.