



Týždeň vedy 2015



# Monte Carlo Simulácia finančných časových radov

Ing. Michaela Mináriková  
Fakulta hospodárskej informatiky  
Ekonomická Univerzita v Bratislave  
Týždeň vedy 09.11.2015

## Cieľ

Cieľom je definícia a simulácia Metódy Monte Carlo v Ekonometrií pre testovanie závislosti denných uzatváracích cien akcií spoločnosti IBM od ich obchodovaného množstva na trhu.

Pre testovanie závislosti je použitá Metóda najmenších štvorcov, model je vyjadrený v logaritmickom tvare. V závere sú porovnané reálne priemerné hodnoty modelu odhadnutého metódou najmenších štvorcov a softvérovo generovaného modelu Metódou Monte Carlo po 10 000 iteráciách.

# Monte Carlo Simulácia

Simuláciou rozumieme napodobňovanie (imitáciu) prevádzky procesov reálneho sveta alebo systému v priebehu času.

V súčasnosti je metóda považovaná za vysoko efektívny nástroj pre simuláciu náhodných procesov, predovšetkým v Ekonometrii. Proces simulácie je plne automatizovaný pre generovanie náhodných dát. Metódou sa následne odhadne model a použitím rôznych štatistických ukazovateľov sa posudzuje kvalita odhadov parametrov a významu modelu.

Metóda Monte Carlo bola prvý krát použitá v 40-tych rokoch 20-teho storočia. Objavitelia boli dvaja európsky matematici John Von Neumann and Stanislaw Marcin Ulama, ktorí sa zaoberali skúmaním pohybu neutrónov – ich problém prechodu veľkého množstva neutrónov z rôznych materiálov bol riešený pomocou Metódy Monte Carlo. Označenie metódy je pomenované podľa hlavného mesta Monaka, ktoré je známe pre hazard (otočenie rulety simuluje pohyb neutrónov).

**Monte Carlo Simulácia finančných časových radov**

# Metodológia

Teoretické východisko metódy je založené na modelovaní procesu, ktorý generuje dáta. Použitý je model

$$E(y_t | \Omega_t) = \beta_0 + \beta_1 x_t$$

Závislá premenná  $y_t$  je odhadnutá lineárnou regresiou.

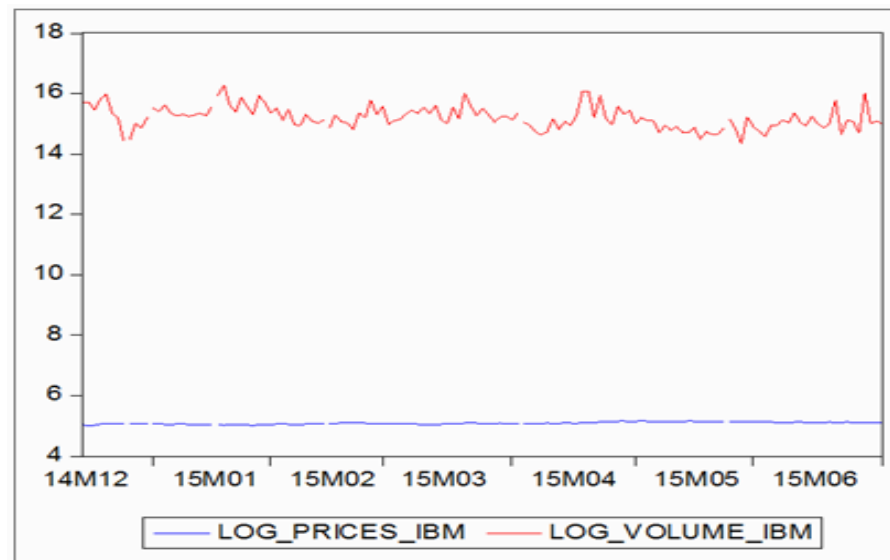
Pre kompletizáciu tohto vzťahu s náhodnými premennými  $u_t$  je potrebné poznať pravdepodobnostné rozdelenie a následne použiť generátor náhodných čísel na generáciu požadovaného počtu pozorovaní.

# Algoritmus metódy

- Stanovenie rozsahu  $n$
- Odhad parametrov  $\beta_0$  a  $\beta_1$  – odhadnutie deterministickej časti vzťahu
- Vyjadrenie  $n$  po sebe nasledujúcich hodnôt  $x_t$
- Výpočet vzťahu  $\beta_0 + \beta_1 x_t$  pre každé pozorovanie a určenie rozdelenia pravdepodobnosti náhodných premenných
- Použitím generátora náhodných čísel pre generovanie  $n$  po sebe idúcich samostatných hodnôt  $u_t$
- $u_t$  sú počítané pre každý odhad  $\beta_0 + \beta_1 x_t = \hat{y}_t$
- Výsledkom je vypočítaný model použitím  $x_t$ ,  $u_t$  a  $\hat{y}_t$

# Analyzované dáta

Pre logaritmický model odhadnutý Metódou najmenších štvorcov bola použitá závislosť uzatváracích denných cien akcií spoločnosti IBM vyjadrených v logaritmickom tvare od logaritmických hodnôt obchodovaného množstva akcií na trhu. Údajová základňa je tvorená 137 hodnotami, pričom rozsah je stanovený od 12/15/2014 do 07/01/2015.



Obrázok1: Vývoj logaritmických cien akcií a ich logaritmického obchodovaného množstva spoločnosti IBM.

**Monte Carlo Simulácia finančných časových radov**

# Odhadnutý model

$$\log \text{uzatváracia cena akcií}_i = \beta_0 + \beta_1 \log \text{obchodované množstvo akcií}_{t,i} + u_i$$

Dependent Variable: LOG_PRICES_IBM				
Method: Least Squares				
Date: 10/16/15 Time: 22:00				
Sample: 12/15/2014 7/01/2015				
Included observations: 137				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.799938	0.112631	51.49497	0.0000
LOG_VOLUME_IBM	-0.046470	0.007404	-6.276058	0.0000
R-squared	0.225868	Mean dependent var	5.093273	
Adjusted R-squared	0.220134	S.D. dependent var	0.036790	
S.E. of regression	0.032490	Akaike info criterion	-4.001308	
Sum squared resid	0.142502	Schwarz criterion	-3.958681	
Log likelihood	276.0896	Hannan-Quinn criter.	-3.983986	
F-statistic	39.38890	Durbin-Watson stat	0.466975	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Obrázok 2: Model závislosti logaritmickej ceny akcií od ich logaritmickej obchodovanej množstvy

**Monte Carlo Simulácia finančných časových radov**

# Výsledky Monte Carlo Simulácie

Tabuľka 1: Tabuľka priemerných hodnôt parametrov, T-štatistík a F-štatistík

	AVG $\beta_0$	AVG $\beta_1$	AVG_TSTAT $\beta_0$	AVG_STAT $\beta_1$	AVG_FSTATS
Mean	5.799885	-0.046443	51.98477	-6.332330	41.27158
Median	5.799593	-0.046404	51.85009	-6.306685	39.77428
Maximum	6.228506	-0.017246	67.71846	-2.194633	131.6163
Minimum	5.360906	-0.074429	41.69978	-11.47241	4.816412
Std. Dev.	0.112389	0.007388	3.345217	1.083185	14.00243
Skewness	0.018413	-0.017231	0.293999	-0.155104	0.683735
Kurtosis	3.003282	3.004676	3.088186	3.097436	3.816436
Jarque-Bera	0.569569	0.503942	147.2989	44.05119	1056.892
Probability	0.752176	0.777267	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	57998.85	-464.4253	519847.7	-63323.30	412715.8
Sum Sq. Dev	126.2997	0.545736	111893.6	11731.73	1960484
Observations	10000	10000	10000	10000	10000

Rozdiely medzi simulovanými priemernými hodnotami Simulácie Monte Carlo oproti pôvodnému modelu nie sú významné.

**Monte Carlo Simulácia finančných časových radov**



# Odhadnutý model po 10 000 iterácií

$$\log \text{uzatváracia cena akcií}_{10000} = \beta_0 + \beta_1 \log \text{obchodovaného množstva}_{t10000} + u_i$$

Dependent Variable: LOG_PRICE_IBM				
Method: Least Squares				
Date: 10/16/15 Time: 23:36				
Sample: 12/15/2014 7/01/2015				
Included observations: 137				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.658601	0.112342	50.36961	0.0000
LOG_VOLUME_IBM	-0.037070	0.007385	-5.019415	0.0000
R-squared	0.157275	Mean dependent var	5.094884	
Adjusted R-squared	0.151032	S.D. dependent var	0.035171	
S.E. of regression	0.032406	Akaike info criterion	-4.006457	
Sum squared resid	0.141770	Schwarz criterion	-3.963830	
Log likelihood	276.4423	Hannan-Quinn criter.	-3.989134	
F-statistic	25.19453	Durbin-Watson stat	2.268334	
Prob(F-statistic)	0.000002			

Obrázok 3: 10000 iterácia logaritmickej cien akcií od ich logaritmickeho obchodovaného množstva

# Záver - porovnanie

Tabuľka 2: Tabuľka vypočítaných priemerov parametrov, T-štatistík, F-štatistík a P-hodnôt testov Normality – Jarque Bera testov a ich Štandardných odchýliek pre každú model a Simuláciu Monte Carlo

MODEL	$\beta_0$	$\beta_1$	TSTAT $\beta_0$	STAT $\beta_1$	FSTATS	P_VAL_JB	STD_DEV
Mean 1. M	5,7999	-0,0465	51,4950	-6,2761	39,3889	0,0826	0,3636
Mean 2. M	5,6586	-0,0371	50,3696	-5,0194	25,1945	0,5963	0,0323
Mean MC	5,7999	-0,0464	51,9848	-6,3323	41,2715		

Rozdiely medzi skutočnými parametrami  $\beta$  a ich deskriptívnymi štatistikami a vypočítanými priemermi parametrov  $\beta$  a ich deskriptívnymi štatistikami po 10 000 iterácií sú veľmi nízke, teda parametre rovnice nie sú skreslené odhady reálnych parametrov.

Model odhadnutý Metódou Monte Carlo je vhodnejší, nakoľko sa v ňom nenachádza autokorelácia a spĺňa všetky predpoklady modelu pre odhad Metódou najmenších štvorcov.

**Monte Carlo Simulácia finančných časových radov**

# Literatúra

DLOUHÝ, M. a kol. 2005. Simulace pro ekonomy. 2. vyd. Praha: Oeconomica.

GUERRERO de LIZARDI, C. An EViews Program to Run a Monte Carlo Experiment: A Dickey-Fuller Distribution. [Online]. <https://ideas.repec.org/c/ega/comcod/201101.html>. [Accessed: 03 October, 2015]

LUKÁČIK, M., LUKÁČIKOVÁ, A., SZOMOLÁNYI, K.. Základy práce s ekonometrickým programom EViews. [Online]. <http://www.fhi.sk/files/katedry/kove/veda-vyskum/prace/2007/Lukacik-Lukacikova-Szomolanyi2007.pdf>. [Accessed: 19 September, 2015]

Monte Carlo. [Online]. <http://forums.eviews.com/viewtopic.php?f=5&t=2192>. [Accessed: 27 September, 2015]

Monte Carlo simulation. [Online]. [http://www.palisade.com/risk/monte\\_carlo\\_simulation.asp](http://www.palisade.com/risk/monte_carlo_simulation.asp). [Accessed: 2 October, 2015]

RUBLÍKOVÁ, E. 2007. Analýza časových radov. Bratislava: Iura Edition

TAKEZAVA, K. 212. Learning regression analysis by simulation. Tokyo: Springer.

What is the Monte Carlo method? [Online]. <http://www.goldsim.com/Web/Introduction/Probabilistic/MonteCarlo/>. [Accessed: 20 September, 2015]

## Monte Carlo Simulácia finančných časových radov

# Ďakujem za pozornosť

Ing. Michaela Mináriková  
Fakulta hospodárskej informatiky  
Ekonomická Univerzita v Bratislave  
Týždeň vedy 09.11.2015