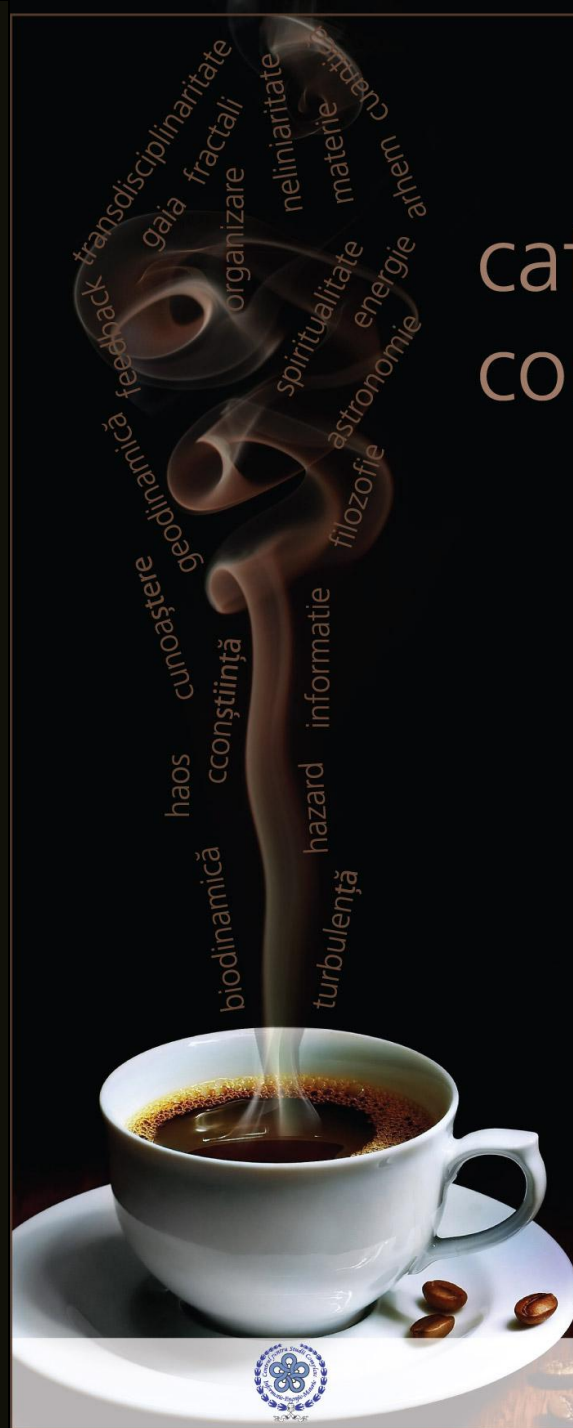


30 ianuarie
2012



în fiecare luni

cafeneaua complexităţii

30 ianuarie 2012:
dr. andrei dospinescu
*"sensibilitatea la
informaţie a unui
sistem complex"*

club P24, regie.
44° 26'44.60 "N
26° 3'26.03 "E
cafenea.complexity.ro



Sensibilitatea la informație a unui sistem complex – aplicații în economie

Dr. Andrei Silviu Dospinescu
CEIS, Academia Romana

Cuprins

Perspectivă generală

- Prezentarea conceptului de sensibilitate
- Relația între sensibilitatea sistemului și complexitatea sa
- Evaluarea sensibilității sistemului la stimulii
- Aplicații în economie

Perspectivă specifică

- Prezentarea modelului
- Prezentarea ipotezelor de lucru
- Testarea ipotezelor (metodologia de testare)
- Prezentarea rezultatelor

Perspective asupra conceptului de sensibilitate

Sensibilitate

(1) Stabilitate Lyapunov

Sistem dinamic în apropierea unui punct de echilibru (punct critic) rămâne în apropierea punctului de echilibru sau converge spre punctul de echilibru.

(1) Stabilitate în sens Lyapunov

$$\dot{x} = f(x, t) \quad x(0) = x_0 \quad x \in \mathbb{R}^n$$

$$x^* = 0 \text{ stabil (în sens Lyapunov) la } t = t_0$$

$$\forall \varepsilon > 0 \quad \exists \delta(t_0, \varepsilon) > 0 \quad \text{a.i.}$$

$$\|x(t_0) - x^*\| < \delta \implies \|x(t) - x^*\| < \varepsilon \quad \forall t \geq t_0$$

(2) Stabilitate asimptotică și (3) Stabilitate exponențială – presupune și convergență uniformă spre stabilitate

Perspective asupra conceptului de sensibilitate

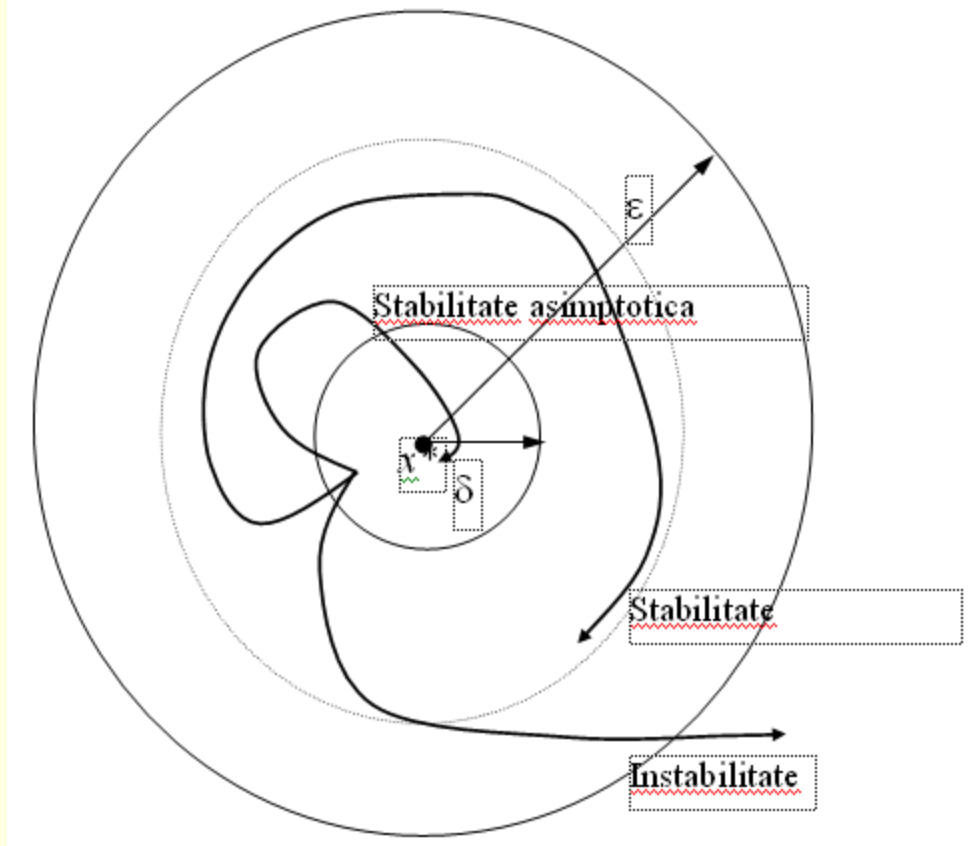


Figura 1 Posibile traiectorii ale soluțiilor pentru sisteme de ecuații diferențiale

Perspective asupra conceptului de sensibilitate

(2) Input-output

$$f(x + \varepsilon) = \lambda f(x)$$

(3) Diferențe de pattern

(4) Structurală (în economie modificări în variabilele structurale pot conduc la modificări de mecanisme economice ex: expectațiile raționale în cazul politicilor monetare)

Modificări cantitative vs Modificări de mecanisme (nu mai au doar o dimensiune cantitativă)

(5) Procedurală (număr de mecanisme implicate, flexibilitatea soluțiilor de reacție, gradul de rearanjare declanșat, modificări în logica de sustenabilitate)

(6) Semantică (specifică lumii viului – operațiile peste o multime de simboluri sunt mult mai greu de definit)

Relatia dintre sensibilitatea sistemului si complexitatea sa

Descrierea sensibilitatii sistemului (sau obiectelor) la stimuli:

- (1) Interactiunea intre două corpuri omogene c_1 și c_2
- (2) Reacții chimice
- (3) Mecanism imunologic
- (4) Dialog, procese economice (ex: producție, inflație, șomaj)

Cazul 1 cantitativ

Cazul 2 cantitativ, structural (inclusiv ordine)

Cazul 3 cantitativ, structural (inclusiv ordine), semantic

Cazul 4 cantitativ, structural (inclusiv ordine), semantic

Cazul 3 si 4 reflectări ale sensibilității sistemelor la informație

Cum evaluăm sensibilitatea la stimuli?

Evaluarea se realizează în funcție de complexitatea sistemului

- (1) Cantitativ
- (2) (1)+Modificări în structură (forma geometrică), pattern
- (4) (1)+(2) + Modificări în funcționalități, modificări semantice
+ “împachetarea” funcționalităților (coerența pachetului de funcționalități).

Probleme de interdisciplinaritate legate de conceptele de semantică și funcționalități

Aplicații în economie

Model de creștere economică

$$y = A * K^\alpha * L^{1-\alpha}$$

$$A' = \delta_{H_A} * A$$

$$H = L * h$$

$$K = (K_1 \dots K_i)$$

$$L = (L_1 \dots L_i)$$

$$y = f(A, K, L, a_{i,j})$$

Se va ajunge la.....?

Aplicații în economie

- Mecanism presupus de modelul de creștere economică

Model 1

$$\uparrow s(+)\uparrow i(+)\uparrow k \sim (+)\uparrow \delta k(-)\uparrow H_A (+)\uparrow A(-)\uparrow y$$

Rezultă creșterea investițiilor conduce la creșterea PIB; dar.....

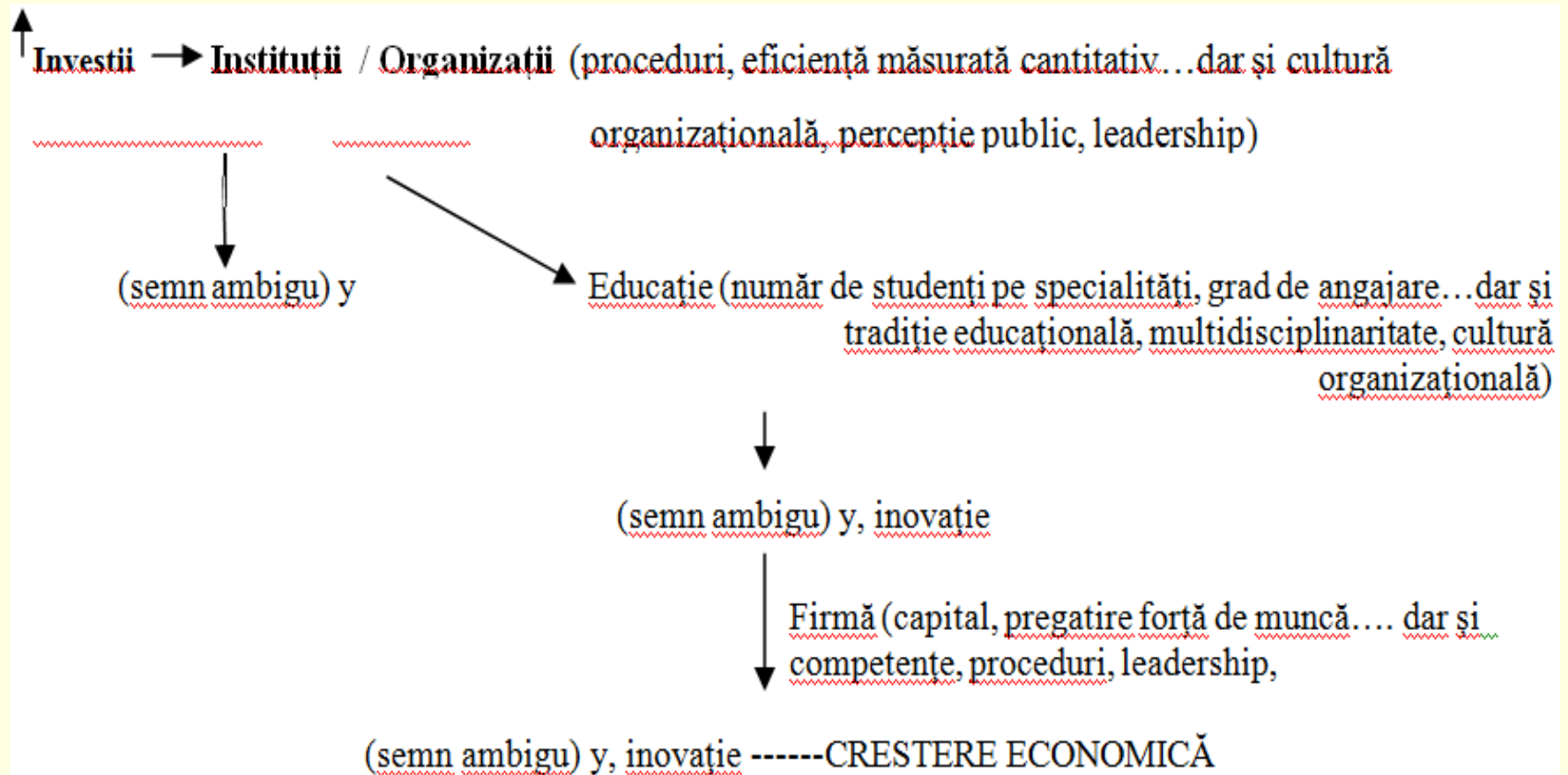
Guyana (1980-1990) cresc investițiile cu 12% (ceteris paribus ?!).....

Scade PIB!?

O altă imagine posibilă a mecanismului de transmisie

Aplicații în economie

Model 2



Sensibilitatea sistemelor economice la informații

Model 1

Informație descrisă cantitativ

Implicații: Două sisteme cu **aceeași descriere cantitativă și aceeași structură** dar cu **deosebiri de natură calitativă** sunt IDENTICE

Model 2

Informația “schițată”?! cantitativ, structural, calitativ.

Ce se poate face?

Ce se poate face?

Depinde de obiectivele de analiză..

Ce avem la acest moment?

- 1) **Un set de variabile** care descriu economia la diferite nivele de agregare, pentru care există **date**;
- 2) Un **set de relații între variabile** pentru care există date sau estimări pe bază de modele econometrice;
- 3) Demonstrarea existența unei **dimensiuni semantice** importante care **afectează** funcționarea **mediului economic** (Tversky, si Kahneman 1974,1981
În general economia comportamentală) dar...această abordare nu a pătruns în mainstream economics

Ce se poate face?

...din perspectiva **sensibilității** sistemelor economice la **informații**

Ce se face (modelare)

- 1) Se **discriminează** între **sisteme** descrise **cantitativ** (dimensiune cantitativă a informației Dobrescu 2010)
- 2) Se **discriminează** între **sisteme** între care există deosebiri **structurale** (dimensiune structurală a informației Dobrescu 2011)
- 3) **Se identifică** efectul unor **perturbații cantitative** asupra variabilelor din model luându-se în calcul un set de relații între variabilele economice (dimensiune cantitativă și structurală a informației).

Ce nu se face / nu se poate face încă

- 1) Structura este gândită în special în **logică de agregare** fără a lua în calcul a) cum **acumulările cantitative** conduc la **deosebiri calitative**; b) existența mai multor nivele de complexitate cu logici proprii de echilibrare
- 2) Se gândește **cauzal** nu și **organic**
- 3) Nu se ia în calcul **dimensiunea semantică**

Ce se poate face?

Ineficiența în a prevedea criza nu este o problema de analiză a **datelor cantitative** din economie, în acest sens, o mare parte dintre variabilele economice aveau o tendință pozitivă ci...

- (1) A lua riguros în calcul **mecanismele de transmisie din economie** și a îngloba realist **numărul ridicat de feed-back-uri** din sistem (dimensiune structurală).
- (2) A înțelege efectul pe care îl au **bias-urile cognitive, rolul modelelor sociale de succes, profilul psihologic al investitorului și antreprenorului de succes** în evoluția mediului economic.

Direcții posibile

1. Modelarea pe mai multe **nivele de complexitate** (Ce se întâmplă dacă “lucrezi cu mecanismele economice ca și cum ar fi variabile”?)
 - 1.1. Relații de ordinul 2 – relații între mecanismele economice
 - 1.2. “Leverage” pe mecanisme – identificarea punctelor critice (impactul asupra variabilelor și asupra mecanismelor)
 - 1.3. Înțelegerea modului de evoluție a structurii de mecanisme
2. **Analiza empirică a legilor** care modelează dinamica **sistemului de mecanisme** (metabolism al mecanismelor economice)
3. Identificarea **relațiilor stabile** între sisteme pe baza **criteriilor comune de optimizare** (Udriște)
4. **Continuitatea spațiului informațional** (Colceag 2001, 2003, 2004, 2011)
5. **Feed-back de gradul n** (Colceag 2001, 2003, 2011)
6. **Automatele laticiale** (Colceag 2011)

Prezentarea modelului

$$\ln P_t = \ln P_{t-1} + \ln C_{t-1} - \ln O_{t-1} + \ln e^P \quad (1)$$

$$\ln S_t = \ln S_{t-1} + \ln P_t - \ln P_{t-1} + \ln r^S \quad (2)$$

$$\ln O_t = \ln O_{t-1} + \ln a_p \quad (3)$$

$$\ln C_t = \ln S_t - \ln P_t \quad (4)$$

$$a_{prod} = \begin{cases} a_{prod}^1 & \text{Profit} > 0 \\ a_{prod}^2 & \text{Profit} < 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{Profit}_t = \text{Venituri}_t - \text{Costuri}_t \quad (6)$$

Ipotezele modelului

Model economic descris de (1) – (6)

Set variabile ($V_1 \dots V_i$); **Set relatii** ($r_1 \dots r_j$)

Mecanism de transmisie = (V_n, r_k) o pereche formată dintr-un subset de variabile si un subset de relații

Ipoteza 1

Daca mecanismul de transmisie relevant este stabil la o perturbatie într-o variabila atunci modelul este robust la acea perturbație.

Ipoteza 2

O modificare a structurii unui sistem va conduce la o modificare a robustețe sale la perturbații în cazul în care s-a modificat stabilitatea mecanismelor de transmisie relevante.

Corolar

Doua sisteme cu structuri diferite reacționează diferit la perturbații dacă stabilitatea mecanismele de transmisie relevante este diferită

Ipotezele modelului

Ipoteza 3

Mărimea impactului perturbației într-o variabilă (nivelul 1 de complexitate) depinde de modificarea relației dintre mecanismele de transmisie (nivelul 2 de complexitate)

Ipoteza 4

Robustețea sistemului la o perturbație într-o variabilă depinde de modificarea relației dintre mecanismele de transmisie

Relevanța ipotezelor 3 și 4

- 1) Descriu un model pe mai multe **nivele de complexitate** (specific sistemelor vii)
- 2) Permit observarea unor cauzalități mai fine între variabile
 $X \rightarrow Y$ “ \rightarrow ” comportamentul neliniar al relație poate fi “argumentat” prin analiza relației dintre mecanismele de transmisie
- 3) Se poate vorbi de o **robustețe a nivelului 2 de complexitate** al unui sistem (in cazul economiei este vorba de robustetea structurală)

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

Definirea termenilor

Stabilitate mecanism de transmisie; Robustete model;

Mecanisme de transmisie relevante; Nivele de complexitate

Scenariu de bază Se rulează modelul descris de relațiile (1)-(6) (M1) obținându-se un vector de valori pentru cele 5 variabile cheie ale modelului C_b , O_b , P_b , S_b , $Profit_b$

Scenariu 1 $R_s + e$ (perturbație în R_s). Se obțin 5 vectori C_1 , O_1 , P_1 , S_1 , $Profit_1$ (unde $e=0.04 \cdot R_s$)

Scenariu 2 Se construiește un model diferit în care se modifică relația dintre rigiditatea în jos a salariilor și ofertă

Pentru M1 și M2 se aplică procedura de la scenariu 1

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

Testarea stabilității mecanismelor de transmisie

Pe baza de probabilități conditionate

$P_1(A_1/B_1)$ și $P_2(A_2/B_2)$ unde evenimentul A_1 și A_2 semnifică o creștere respectiv o scădere a prețurilor, iar B_1 și B_2 semnifică o creștere respectiv o scădere a ofertei.

Testarea robusteții sistemului

$$V_{i,c1} = (a_{1...}^i \ a_j^i)$$

$$\frac{2^* |a_j^1 - a_j^2|}{a_j^1 + a_j^2} < k$$

K reprezintă un prag critic pentru care diferența dintre serii devine semnificativă.

Ipoteza 1 se testează utilizând scenariul de bază și scenariul 1

Ipoteza 2 se testează utilizând scenariul 2

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

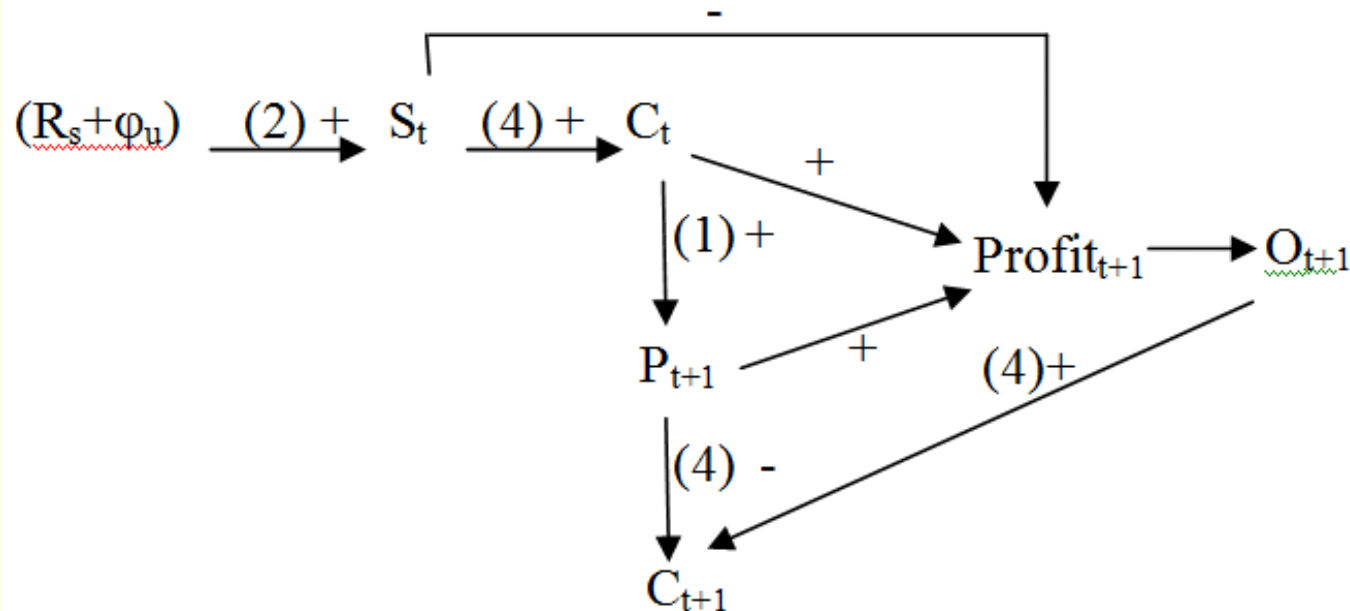


Figura 3 Mecanismele de transmitere a unui șoc în R_s

Stabilitatea cererii la un șoc în rigiditatea în jos a salariilor depinde de stabilitatea relației dintre prețuri și ofertă, relație care a fost analizată utilizând **probabilitățile condiționate**.

Șocuri specifice **istoriei sistemului**

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

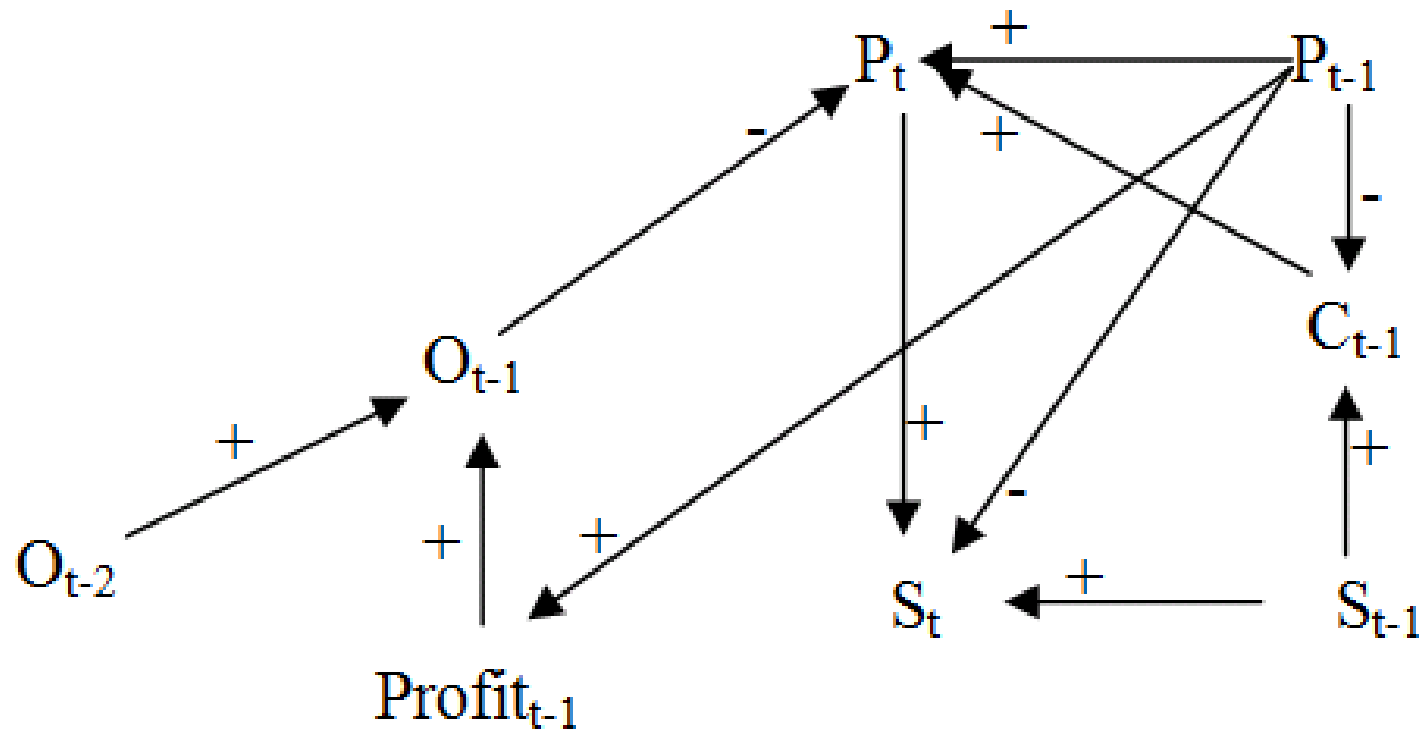


Figura 4 Circuitele specifice modelului - reflectarea caracteristicilor structurale ale modelului

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

Metoda de construire a circuitelor

- 1) Direcția arcelor și lag-ul între variabile este definită pe bază de **cauzalitate Granger**
- 2) Semnul relației este definit pe bază de **corelație Pearson**

Efectul unui șoc în preț (sensibilitatea sistemului la informație) este observat analizând explicit **componenta de structură a sistemului** prin analiza: a) mecanismelor de transmisie din economie; b) a relației dintre aceste mecanisme.

Această analiză a componentei structurale se face prin...

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

Pe baza seriilor de date din economie

- a) Se calculează **probabilitatea** ca într-un **circuit** să ai un anumit **pattern de relații** (semnul definit al relațiilor să se păstreze)
- b) Se calculează **probabilitatea** ca **două sau mai multe circuite** să aibă un **pattern** “dezirabil” al relațiilor dintre variabile

Îți permite:

- 1) **Stabilitatea** mecanismelor de transmisie (a)
- 2) Mecanismele de transmisie **dominante** (a)
- 3) (1) și (2) îți evaluează **sensibilitatea** la perturbații a variabilelor cheie **din perspectivă structurală**
- 4) **Modificarea probabilității** de la punctul b) reflectă **modificarea relației** dintre mecanismele analizate

Testarea ipotezelor (metodologia de testare)

Nivelul 1 de complexitate (nivelul relațiilor între variabile)

$$r^s = \begin{cases} r^{s1} & P_{t+n} > \alpha * P_{t0} \\ r^{s2} & P_{t+n} < \alpha * P_{t0} \end{cases}$$

unde $\alpha \in [0 1]$

Nivelul 2 de complexitate (nivelul relațiilor între mecanisme)

A se vedea figura 4

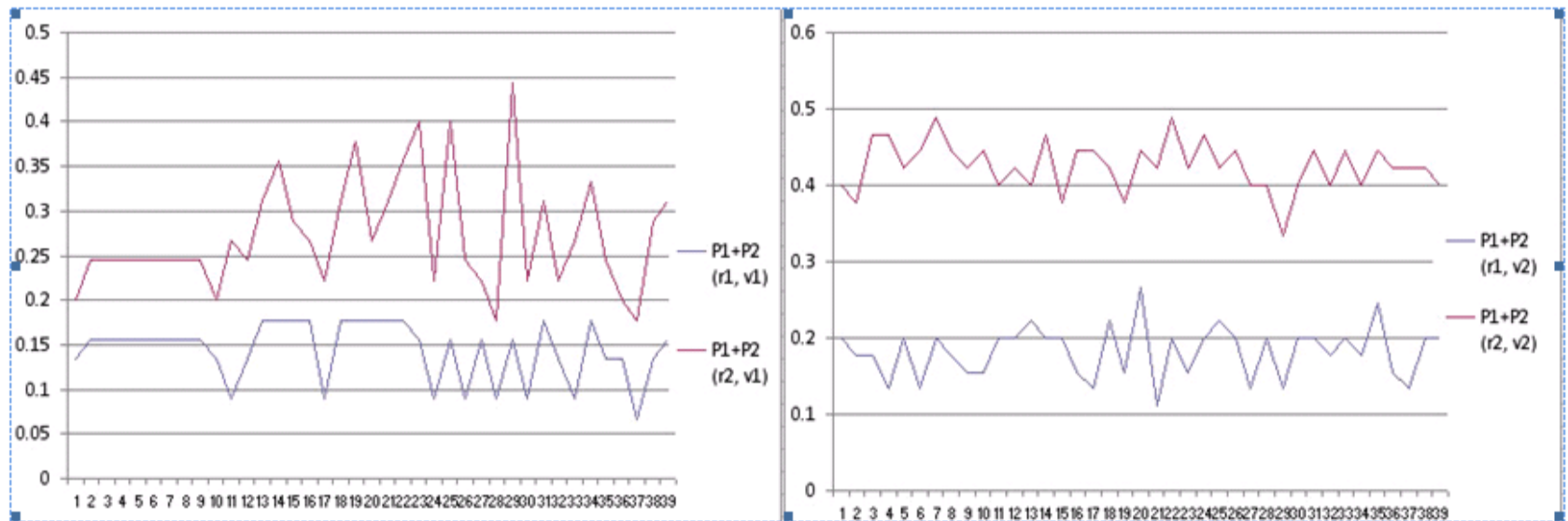
Obiectiv

Analiza modului în care o modificare la nivelul 1 de complexitate se reflectă în nivelul 2 de complexitate

Rezultate

Figura 4

Probabilitățile pentru 40 de rulari ale modelului pentru variant 1 și 2*



* $P_1 + P_2$ pentru 40 de rulari ale modelului, variant 1 și 2

Rezultate

Tabelul 1

Număr de serii cu patern-uri diferite

<i>Numărul total de patern-uri posibile*</i>	<i>Număr de serii cu patern diferite (k=0.1)</i>	<i>Număr de serii cu patern diferit (k=0.2)</i>	<i>Număr de serii cu patern diferit (k=0.4)</i>
40	26	9	2

Tabelul 2

Număr de serii cu patern-uri diferite – rularea modelului pentru mecanisme diferite de formare a rigidității salariilor

<i>Numărul total de patern-uri posibile*</i>	<i>Număr de serii cu patern diferite (k=0.1) –varianta 1</i>	<i>Număr de serii cu patern diferit (k=0.1)- varianta 2</i>
40	26	10

Concluzii

De ce este nevoie de abordarea în care se încadrează modelul?

Comportamentele aparent haotice sau imprevizibile ale sistemului economic sunt determinate de:

- 1) **Organizarea sistemelor vii** (inclusiv economia) pe **mai multe nivele de complexitate** (pot fi înțelese “metaforic” ca nivele ce sunt vizibile la diferite scale de a privi un sistem viu).
- 2) **Structura complexa de feed-back-uri** pe mai multe nivele de complexitate
- 3) **Reglările** sistemului specifice fiecărui **nivel de complexitate** și **între diferite nivele de complexitate**

Aceste caracteristici reflectă **continuitatea spațiului informațional** (Colceag 2001, 2003, 2004, 2011) și logica organică de dependență între sub-componentele sistemului (logică mai fină decât cea cauzală)

Bibliografie

- Colceag, F., 2001. Cellular automata; algebraic fractals. Available at <http://austega.com/florin/CellularAutomataAlgebraicFractals.htm> [Accessed on 24 February 2011]
- Colceag F., 2003. Informational fields, structural fractals. Available at <http://austega.com/florin/INFORMATIONAL%20FIELDS.htm> [Accessed on 24 February 2011]
- Colceag F., 2004. The universal language. Available at <http://austega.com/florin/univlang/THE%20UNIVERSAL%20LANGUAGE%20-%20engl.html> [Accessed on 24 February 2011]
- Colceag F., 2011. Fractal completeness philosophy of the alive universe, Lattice Automata. Available at http://www.sustainability-modeling.eu/media/Fractal_completeness_philosophy_of_the_alive_universe.pdf [Accessed on 24 February 2011]
- Dobrescu, Emilian, 2010 . Macromodel Simulations for the Romanian Economy. Romanian Journal of Economic Forecasting, No. 2, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1620521>
- Dobrescu, Emilian, 2011. Sectoral Structure and Economic Growth. Romanian Journal of Economic Forecasting, Vol. 3, pp. 5-36, 2011. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1950990>
- Tversky, A.; Kahneman, D. (1974). "[Judgment under uncertainty: Heuristics and biases](#)". *Science* **185** (4157): 1124–1131
- Tversky, A.; Kahneman, D. (1981). "[The framing of decisions and the psychology of choice](#)". *Science* **211** (4481): 453–458