



**NONLINIARITATEA CONFLICTELOR MILITARE DIN
PERSPECTIVA ȘTIINȚEI COMPLEXITĂȚII**

**NONLINEARITY OF MILITARY CONFLICTS FROM THE
PERSPECTIVE OF COMPLEXITY SCIENCE**

General (r.) prof. univ. dr. Teodor FRUNZETI*
Maior (r.) conf. univ. dr. Aliodor MANOLEA**

Rezumat: Nivelul ridicat de neliniaritate al conflictelor militare impune ca, în cercetarea relațiilor dinamice și interconectate ce apar, să se folosească tehnici sofisticate de modelare predictivă pentru a realiza o estimare acceptabilă a pericolelor potențiale ce pot marca semnificativ înfrângerea sau victoria. În acest articol, examinăm relațiile cauză-efect ale neliniarității, derivatele neliniare, regresia neliniară și examinăm diferite aspecte emergente ale științei complexității.

Cuvinte cheie: știința complexității, sistem, conflict, neliniar, război, emergență, entropie.

Abstract: The high level of non-linearity of military conflicts requires that, in researching the dynamic and interconnected relationships that arise, sophisticated predictive modeling techniques should be used to achieve an acceptable estimate of the potential dangers that can significantly mark defeat or victory. In this article, we examine the cause-effect relationships of nonlinearity, nonlinear derivatives, nonlinear regression, and examine various emerging aspects of complexity science..

Keywords: complexity science, system, conflict, nonlinear, war, emergence, entropy.

Introducere

Știința complexității arată că există sisteme sociale, fizice sau biologice ce pot prezenta fenomene comportamentale ce nu pot fi explicate prin analize convenționale a părților componente ale sistemelor. Acest

* Membru titular al Academiei Oamenilor de Știință din România, Președinte al Secției de Științe Militare, email: tfrunzeti@gmail.com

** Membru asociat al Academiei Oamenilor de Știință din România, Secția de Științe Militare, Universitatea Hyperion, București, email: aliodor@glide.ro.



comportament emergent, apare în multe sisteme complexe ce implică organisme vii.

Ca o abordare emergentă în domeniul cercetării, știința complexității este un studiu al unui sistem plurivalent. Din perspectiva științei complexității, în cercetarea sistemelor complexe, se realizează o apreciere nonliniară a diferitelor relații dinamice și interconectate ce apar în complexitatea acțională a conflictelor, inclusiv a celor militare.

În vorbirea de zi cu zi, spunem că un sistem animat sau neînsuflețit este complex, atunci când este compus din multe componente ce interacționează și al căror comportament sau structură sunt greu de înțeles. Uneori, un sistem poate fi complex structural, precum un ceas mecanic, dar se comportă foarte simplu, liniar. El este doar un dispozitiv de cronometrare și are un comportament simplu, regulat și predictibil. Pe de altă parte, există și sisteme, ale căror structură este foarte ușor de înțeles, dar ale căror comportamente sunt imposibil de prezis exact, așa cum sunt vremea probabilă ori internetul.

Există și unele sisteme, așa cum este creierul, care sunt complexe atât ca structură, cât și comportament.

Dintre caracteristicile paradigmei complexității, în afară de nonliniaritate, amintim: predictibilitate-nepredictibilitate, condiții inițiale, evoluție, sensibilitate sistemică, auto-organizare, atractori, spațialitate-temporalitate, modelare clasică și funcțională, localizare-generalizare, inducție-deducție, holism, sinergie, dinamicitate.

Liniaritate versus nonliniaritate

Atunci când se examinează relațiile cauză-efect, nonliniaritatea este o problemă ce se manifestă cvasiconstant¹. Explicația evenimentelor neliniare necesită o modelare complexă și testări ale ipotezelor de lucru. Astfel, dacă o anumită relație se referă la o situație în care există o corelație

¹ Hayes Adam, „What Is Nonlinear? Definition, Vs. Linear, and Analysis”, disponibil la <https://www.investopedia.com/terms/n/nonlinearity.asp>, accesat la 10.12.2022.



directă între o variabilă independentă și o variabilă dependentă² atunci ne referim la o relație liniară.

Orice modificare a variabilei independente va produce un efect măsurabil a variabilei dependente încât, reprezentarea grafică a unei relații liniare dintre variabilele independente și dependente, este o linie dreaptă. Nu același fenomen are loc și în cazul unei relații neliniare ce creează o curbă și nu o linie dreaptă.

Variabilele multiple care pot influența rezultatul unei acțiuni armate ce a fost hotărâtă luând în considerare mai multe opțiuni, acțiunea de alegere privitor la rezultatul scontat este caracterizată de o neliniaritate ridicată. În scopul unei estimări acceptabile, se pot folosi tehnici de simulare pentru a modela marea varietate de variabile cu parametri diferiți, în vederea evaluării probabilității de reușită precum și a riscurilor posibile.

Pentru a modela datele neliniare în raport cu variabilele independente (predictori) dar și pentru a explica relația dintre ele, se poate aplica o formă comună de analiză de regresie și anume regresia neliniară. Aceasta folosește metoda aproximărilor succesive pentru a oferi rezultate explicative.

Modelele de regresie neliniară sunt mult mai complicate decât cele liniare deoarece implică multe încercări și erori considerabile pentru a defini rezultatele. Ca definiție directă, regresia este o măsurătoare statistică ce determină puterea relației dintre o variabilă dependentă și o serie de alte variabile.

Nonliniaritatea în „zona gri”

În competiția strategică determinată de condițiile războiului hibrid și într-o arenă internațională puțin înțeleasă, se reliefează tot mai mult „zona gri” aflată între pace și conflict deschis.

După Starling³ „zona gri” descrie un set de activități care au loc între pace (cooperare) și război (sau conflict armat). O multitudine de activități se

² Variabila independentă este cea care se schimbă sau este controlată, fiind cauza fenomenologiei (axa abscisei x într-un grafic). Variabila dependentă este determinată de variabila independentă, fiind efectul ce se poate măsura (axa ordonată y într-un grafic).



încadrează în acest mijloc tulbure de la activități economice nefaste la operațiuni de influență și atacuri cibernetice, până la operațiuni cu mercenari, asasinat și campanii de dezinformare.

Activitățile din „zona gri” sunt considerate campanii graduale ale actorilor statali și nestatali ce combină instrumente non-militare și cvasi militare și se încadrează sub pragul conflictului armat. Ele urmăresc să împiedice, să destabilizeze, să slăbească sau să atace un adversar și sunt adesea adaptate la vulnerabilitățile statului țintă.

Activitățile din „zona gri”⁴ au fost întotdeauna caracteristice concurenței dintre marile puteri: războaiele prin proxy, insurgențe destabilizatoare, războiul informațional.

Riscul escaladării conflictelor fiind profund, națiunile caută să își promoveze obiectivele naționale printr-o agresiune condusă pe ascuns sau cu atribuții sau justificări obscure pentru a-și atinge obiectivele.

Se pare că, în timp ce SUA s-a concentrat pe puterea sa convențională, Rusia și China au ocupat mult din zona gri unde pot face presiuni, constrângeri, pot destabiliza și ataca fără a risca escaladarea de tip convențional. Ele și-au perfecționat capabilitățile de modelare a percepțiilor interne prin manipularea rețelelor sociale, cenzură și controlul absolut asupra mas-media. Operațiunile lor naționale de dezinformare și influență vizează cu impunitate publicul occidental, rezultând astfel un avantaj asimetric în războiul informațional, care este de natură globală și cu efect strategic.

Operațiunile din „zona gri” par a acorda un avantaj semnificativ autocrațiilor versus democrațiile occidentale. Prin natura sistemelor lor centralizate autocrațiile își pot permite să mobilizeze resurse ale întregii societăți pentru a executa operațiunile propuse, pe când democrațiile sunt mai puțin eficiente în a combina răspunsuri naționale eficiente.

În majoritatea activităților din „zona gri”⁵ avantajul revine întotdeauna celui care acționează primul: insulele artificiale construite de

³ Today's wars are fought in the 'gray zone.' Here's everything you need to know about it, disponibil la <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/todays-wars-are-fought-in-the-gray-zone-heres-everything-you-need-to-know-about-it/>, accesat la 10.12.2022.

⁴ Idem.

⁵ Idem.



China ce acum găzduiesc capacități militare și de informații, alipirea Crimeii de către Rusia...

Se pare că democrațiile occidentale sunt dezavantajate de incapacitatea lor de a prognoza acțiunile adversarilor, de timpul de răspuns lent odată ce aceste acțiuni sunt identificate precum și de inhibiția sincronizării activităților comune.

Conflictul în neliniaritate dinamică

În dinamica interacțională dintre două puteri rivale, luând în considerare factorul economic și constrângerile politice, pot să apară stări paradoxale și traiectorii conflictuale complexe determinate atât de natura neliniară a sistemului cât și din multiplicitatea cauzelor.

Ilustrăm modelul dinamic al interacțiunii⁶ dintre două națiuni supuse constrângeri economice convexe și constrângeri politice neconvexe.

Conform acestui model, constrângerea economică este o poziție convexă a frontierei sensibile dintre opoziția/complementaritatea armever-sus-hrană: cu resurse date, o națiune poate produce diverse combinații de bunuri civile și militare cu randamente descrescătoare la oricare dintre produse. Rata de schimb între bunurile civile și militare este negativă și scade monoton, adică fără semn.

Constrângerea politică este complexă și reflectă alegerea între puterea militară pe de o parte și probabilitatea păcii pe de altă parte. Ca și agenții economici, liderii politici trebuie să aleagă între pace și putere astfel că, uneori, scopurile se întăresc iar altele se opun reciproc.

Complexitatea politicii internaționale decurge din faptul că achiziționarea de capacități militare ar putea crește sau reduce probabilitatea de pace, astfel că, ansamblul politicilor statale fezabile nu este convex. Atât preponderența de putere cât și echilibrul puterii corespund unei mari probabilități de pace.

Neconvexitatea rezultată este cheia înțelegerii dinamicii complexe ale conflictelor internaționale și probabil că politica internațională este un

⁶ Wolfson, M., Puri, A., & Martelli, M. (1992). The Nonlinear Dynamics of International Conflict. *Journal of Conflict Resolution*, 36(1), pp. 119–149, disponibil la <https://doi.org/10.1177/0022002792036001005>, accesat la 11.12.2022.



sistem nelinier în care variații mici ale condițiilor inițiale pot duce la schimbări mari, uneori discontinue și chiar haotice.

Exemplificarea pe care o facem în continuare implică doar doi rivali și presupunerea (Cournot) că doar trecutul imediat al fiecăruia dintre ei afectează decizia celuilalt. Nu abordăm originile rivalității și nici nu analizăm desfășurarea evenimentelor ce pot avea loc după izbucnirea ostilităților.

În această ordine de idei vom urmări două linii directoare. Prima dintre ele se referă la analiza de tip tradiționalist a lui Richardson⁷ conform căreia conflictele internaționale pot fi explicate ca interacțiunea unor acte și amenințări care se alimentează pe sine și generează o traiectorie de conflict. În scopul prototipului, este convenabil pentru a ușura modelarea acestui proces ca dipol în stil Cournot, să arătăm că decalajul unei singure perioade echivalează cu un sistem de ecuații diferențiale de ordinul întâi.

După Wolfson, M., Puri, A., Martelli, a doua linie directoare sintetizează două strategii de evitare a războiului.

Echilibrul puterii este simbolizat de Intriligator și Brito⁸, în teoria lor privind relația dintre nivelurile de arme și inițierea războiului, care sugerează că războiul poate fi prevenit atunci când puterea militară concurentă este deținută în cadrul zonei de descurajare reciprocă, astfel încât ambele părți să poată provoca pierderi inacceptabile asupra adversarului lor.

Preponderența puterii este exemplificată de cea a lui Blainey⁹. Această abordare este în concordanță cu rezultatele lui Organski și Kugler¹⁰ și succesorii lor¹¹ care au propus o tricotomie: echilibru de putere,

⁷ Wolfson, M., 1973. A Dynamic model of present world conflict. *Papers of the Peace Science Society*, 20:43-64.

⁸ Intriligator, M. D. and D. L. Brito (1984) „Can arms races lead to the outbreak of war?” *J. of Conflict Resolution* 28: 63-84.

⁹ Blainey, Geoffrey (1988). *The Causes of War*. (3rd Edition) New York: The Free Press.

¹⁰ Organski, A.F.K., and Jacek Kugler. 1980. *The War Ledger*. Chicago: University of Chicago Press.

¹¹ Houweling, Henk W. and Jan G. Siccama. 1988. ”Power Transitions as a Cause of War.” *Journal of Conflict Resolution* 31:87-102.



„securitate colectivă” (preponderența puterii aplicate alianțelor) și „tranziția de putere”. Ei aduc dovezi în favoarea celei de-a treia alternative.

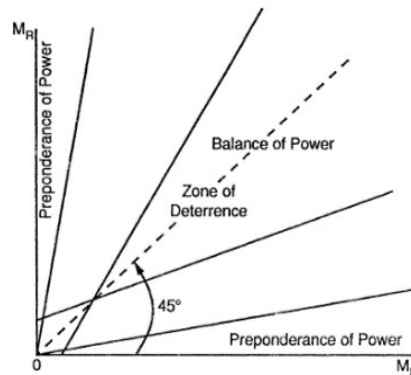


Figura nr.1: Echilibrul putere-preponderența puterii
(după Wolfson, M., Puri, A., Martelli, M.)

Echilibrul de putere (Balance of power) este o regiune care înconjoară raza de 45° din formula:

$$U_1 = U(C, H, P)(1)$$

unde U =bunăstarea socială sau utilitate, C =bunuri civile, H =gradul de hegemonie asupra rivalului, P = probabilitatea de pace. Dacă $H=1$ și nivelul așteptat de pierderi nu este suficient de mic pentru a descuraja atacurile (Wolfson, Farrell, Gill și Shabahang 1992 apud Wolfson, M., Puri, A., Martelli, M., 1992), războiul izbucnește. În acest caz, traiectoria distribuției puterii părăsește zona grafică, în timp ce pacea este menținută, chiar și la niveluri ridicate ale înarmării, atâta timp cât echilibrul este menținut.

Tranziția de putere are două sensuri. În primul sens, se referă la motivația pentru amenințarea echilibrului dintre dorința de putere a unei națiuni și hegemonie (definită ca putere militară relativă a două țări rivale, măsurate prin producția lor de bunuri și servicii militare). Al doilea sens, se referă la acel punct intermediar aflat între echilibru și preponderența puterii. În condițiile constrângerii politice, probabilitatea de război este mai ridicată atunci când nu se obține nici echilibrul puterii și nici preponderența puterii.

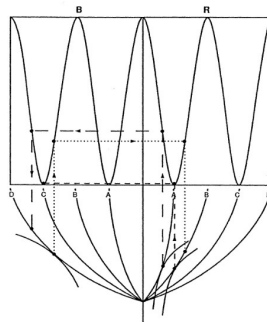


Figura 2. Dinamica echilibrului între două țări B și R
(după Wolfson, M., Puri, A., Martelli, M.)

Inițial, țara B adoptă un nivel ridicat al armamentului. Acum, având în vedere funcția sa de utilitate (bunăstare socială), țara R adoptă o poziție supusă la frontiera sa A, pe ipoteza Cournot că B va continua nivelul ridicat de activitate militară. Supremația lui B înseamnă că R are pe interior frontiera posibilității de producție A, iar B este pe una exterioară D. Linia mare întreruptă indică alegerile și așteptările lui R cu privire la B. Se dovedește că R a greșit în privința adversarului său.

Dacă B are aceeași utilitate funcțională ca R, nu va răspunde cu alocarea așteptată dar își va maximiza utilitatea așa cum arată linia punctată. Această linie revine la R, care, la rândul său, răspunde de-a lungul liniei mici întrerupte.

Ca urmare a acestor dinamici, chiar dacă R ar fi intenționat să adopte un rol supus, amândouă părțile au ajuns în situația în care probabilitatea de pacea este mică.

Când R a ales supunerea, B și-a reconsiderat nivelul cheltuielilor militare și a preferat să crească cheltuielile pe bunuri civile. Această alegere a lui B a mărit șansa lui R la hegemonie, alegând să își crească producția de armament astfel că a slăbit economia sa de bunuri civile și, practic, a eliminat orice șansă la pace.

Pe fondul funcției neconvexe a păcii, dinamica paradoxală rezultată din ipoteza Cournot conform căreia fiecare națiune reacționează la alegerile făcute de adversar în anul precedent. Acest lucru înseamnă că se atribuie celeilalte națiuni o funcție de utilitate diferită de a sa. Modul acesta de



acțiune nu este corect, funcțiile lor de utilitate fiind identice, așa că sarabanda continuă.

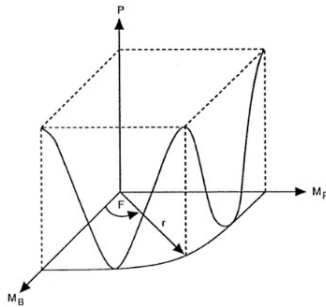


Figura nr.3 Probabilitatea de pace/război
(după Wolfson, M., Puri, A., Martelli, M.)

Atunci când se consideră că P este o funcție dublu diferențiabilă (Wolfson, M., Puri, A., Martelli, M.), avem:

$$P = P(M_R, M_B) \quad (2)$$

În coordonatele polare $P = P(r, F)$, P are un maxim local la balanța puterii cu $H = 1$ la linia de 45° unde $F = x/4$, $P(F) = I(r)(b + a \cos 8F)$ astfel încât $b > a > 0$ și $a + b < 1$.

Restricțiile asupra a și b garantează că $1 \geq P \geq 0$ în întregul domeniu 0 la $\pi/2$. Funcția trimodală P poate fi generată pentru alte unde cosinus, cum ar fi $\cos 10F$ cu F cuprins între 0 și $2\pi/5$. L controlează intervalul de unghi F necesar pentru funcționarea funcției de pace prin cele trei maxime ale sale.

Pacea este legată de hegemonia H prin F ca margine a unui set neconvex de alternative politice. Hegemonia crește cu F deoarece $H = \tan F$ și crește monoton pentru F cuprinsă între 0 și $\pi/2$ iar P nu este monoton deoarece depinde de trei maxime locale ale lui $\cos LF$.

Concluzii

Abordarea unor teorii relevante privitoare la menținerea păcii în lumina constrângerilor politice și economice și relevarea echilibrelor de putere poate pune în ecidență dificultățile cu care se pot confrunta factorii de decizie politică.



Modelul de interacțiune evidențiat arată că forțele economice tind să atenueze stresul sistemului, aducându-l spre echilibru, în timp ce variabilitatea provine din tensiunea politică.

Putem concluziona că aparențele paradoxale și complexitatea traiectoriilor conflictuale în condițiile interacțiunilor constrângerilor politico-economice, a neliniarității sistemului, a multiplicității cauzelor, pot să apară regimuri convergente, haotice, explozive, oscilante.



BIBLIOGRAFIE

- HAYES A., „What Is Nonlinear? Definition, Vs. Linear, and Analysis”, disponibil la <https://www.investopedia.com/terms/n/nonlinearity.-asp>.
- STARLING G., IYER A., GIESLER R. J., Today’s wars are fought in the ‘gray zone.’ Here’s everything you need to know about it, disponibil la <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/todays-wars-are-fought-in-the-gray-zone-heres-everything-you-need-to-know-about-it/>
- WOLFSON M., PURI A. & MARTELLI, M. (1992). The Nonlinear Dynamics of International Conflict. *Journal of Conflict Resolution*, 36(1), 119–149, disponibil la <https://doi.org/10.1177/0022002792036001005>
- WOLFSON, M., 1973. A Dynamic model of present world conflict. *Papers of the Peace Science Society* 20:43-64.
- INTRILIGATOR M. D., BRITO D.L. (1984) „Can arms races lead to the outbreak of war?”, *Journal of Conflict Resolution* 28: 63-84.
- BLAINEY G., *The Causes of War*. (3rd Edition) New York: The Free Press, 1988.
- ORGANSKI, A.F.K., KUGLER J., *The War Ledger*, Chicago: University of Chicago Press.



HOUWELING H. W., SICCAMI J.G., „Power Transitions as a Cause of War.”, 1988.

SCHNAUFER T. A. II. „Redefining Hybrid Warfare: Russia’s Non-linear War against the West.” *Journal of Strategic Security* 10, no. 1 (2017):17-31.

