ŞTIINŢE ECONOMICE

INFORMAȚIA: ASPECT TEORETIC

Ala GARŞTEA, Raisa GRIGOR, Maximilian SILVESTRU

Termenul „informație” (informatico) frecvent este identificat cu date statistice. Formularea unei definiții a „informației” este dificilă. De aceea, în continuare, vom recurge la interpretări. De exemplu, „informația” sunt date care reduc incertitudinea. Dar „datele” nu întotdeauna sunt destinate pentru reducerea incertitudini. O altă interpretare a „informației”: datele care satisfac condițiile:

1) există generator de date; 2) datele sunt veridice; 3) există consumatori, utilizatori de date; 4) utilizatorul de date are acces la date; 5) datele sunt necesare pentru adoptarea unor decizii; pot fi considerate „informație” [2]. Lipsa uneia din cele 5 condiții este identică cu lipsa informației, adică datele respective, în asemenea cazuri, nu pot fi considerate informații [2]. Conform lui N.Viner, informația este noțiunea de bază a ciberneticii, ea (informația) nu este nici materie nici energie [3]. Informația este un resurs fără dimensiuni, fără miros dar este cel mai necesar în procesul de utilizare a resurselor materiale, umane, în procese de eficientizare a tuturor activităților umane. Termenul „informație” are sens doar în procesele decizionale. Informația despre un eveniment, inclusiv despre activitățile economice, poate fi prezentată în formă discretă, în profilul unor perioade, continuă pentru perioada respectivă. În economie deosebim indicatori calitativi, cantitativi. Informația poate fi informație numai dacă ea este şi calitativă. Informație necalitativă nu există. Dacă se admite existența informației necalitative, apoi ea va genera și decizii „necalitative”. Însă pentru „informație” există indicatorul cantitativ. Cantitatea informației este cel mai important indicator din teoria informației. Admitem o acțiune, un eveniment A poate avea una și numai una dintr-un număr finit de consecințe, fie acestea $C_i, i=1,2,...m.$ Nu știm dinainte care din aceste C_i va avea loc, dar se știe: consecința C_i poate apărea cu probabilitatea p_i , unde $\sum_{i=1}^{m} p_i = 1.$ Știm că atunci când evenimentul A se va produce,

va avea loc în mod sigur una din $C_i, i=1,2,...m.$, dar nu știm care, rezultatul poate fi incert, dar nu complet necunoscut. Estimarea cantitativă a incertitudinii consecinței (rezultatului) i o notăm prin H_i. Estimarea este o funcție de probabilitățile p_i, adică $H_i = f(p_i)$, unde p_i – probabilitatea că evenimentul A va genera rezultatul C_i. Lesne de înțeles că funcția $f(\mathrm{p}_i)$ trebuie să satisfacă condițiile: (1) dacă consecința C_i este cunoscută, atunci incertitudinea este egală cu zero ($f(1)=0$); (2) cu cât este mai mare argumentul (probabilitatea evenimentului) cu atât mai redusă incertitudinea (pentru $p_i<p_j$, $f(p_i)>f(p_j)$); (3) incertitudinea rezultatului constituit din două rezultate reciproc independente cu probabilitățile p_i și p_j este egală cu suma incertitudinilor ($f(\mathrm{p}_i,\mathrm{p}_j)=f(\mathrm{p}_i)+f(\mathrm{p}_j)$; (4) H este funcție de toate probabilitățile posibile; (5) H devine maximă în cazul când toate consecințele, rezultatele posibile sunt echiprobabile. Acestor condiții le corespunde funcția logaritmică:

$$H=f(n)=\log n,\ n\in R_+^*.$$

Pentru $n=1, H=\log 1=0$; pentru două evenimente α și β care se pot solda cu două rezultate echiprobabile m și n ,

$$H_\gamma=\log nm=\log m+\log n=H_\alpha+H_\beta\ .$$

Dacă baza logaritmului este egală cu 2, atunci $H_1=\log_2 2=1$ este unitatea de măsură a incertitudinii, numită bit. Un bit este unitatea de măsurare a incertitudinii unei acțiuni, a unui eveniment care se poate solda cu două rezultate, consecințe echiprobabile. (Unitatea bit provine de la englezimele binary unit, adică unitate binară). Dacă evenimentul A se poate solda cu n rezultate echiprobabile, incertitudinea va fi determinată de funcția

$H=\log n=n\cdot\frac{1}{n}\log n=n\cdot\frac{1}{n}\log(\mathrm{n}^{-1})^{-1}=n(-\frac{1}{n}\log\frac{1}{n})=n(-p\log p)$ unde $\frac{1}{n}=p$ – probabilitatea soldării unui rezultat. Dacă rezultatele posibile nu sunt echiprobabile, atunci $H_\alpha=-(\sum_{i=1}^{n}p_i\log p_i)$, numită entropia evenimentului, acțiunii α .

Proprietățile entropiei: 1) $H_\alpha \geq 0$, fiindcă $0 \leq p_i \leq 1, \log p_i < 0$;
2) $\lim\limits_{p_i \to 0}(p_i \log p_i) = 0$, (expresia $p_i \log p_i$ poate fi scrisă:

$$\lim_{p_i \to 0} \frac{\log p_i}{\frac{1}{p_i}} = \lim_{p_i \to 0} \frac{(\log p_i)'}{(\frac{1}{p_i})'} = \lim_{p_i \to 0} \frac{\frac{1}{p_i \ln 2}}{-\frac{1}{p_i^2}} = \lim_{p_i \to 0}(-\frac{p_i}{\ln 2}) = 0 \text{);}$$

3) pentru $p_i \to 1$ expresia $p_i \log p_i$ este descrescătoare, pentru $p_i = 1$ avem $p_i \log p_i = 0$;

4) H_α este maximă când rezultatele posibile ale evenimentului α sunt echiprobabile.

Dacă evenimentele α și β sunt independente, atunci entropiile acestora sunt determinate de formulele

$$H_\alpha = -(\sum_{i=1}^{m} p_{\alpha_i} \log p_{\alpha_i}); H_\beta = -(\sum_{i=1}^{n} p_{\beta_j} \log p_{\beta_j}).$$

Dacă însă evenimentul γ este complex, componentele acestuia α și β constituie evenimente reciproc dependente. În asemenea cazuri $H_\gamma = H_\alpha + H_{\beta/\alpha}$, $H_\gamma = H_\beta + H_{\alpha/\beta}$, unde $H_{\beta/\alpha}$ – entropia evenimentului β cu condiția că este cunoscută entropia evenimentului α; $H_{\alpha/\beta}$ – entropia evenimentului α cu condiția că este cunoscută entropia evenimentului β.

Tabelul 1

Entropia $H_{\alpha/\beta}$

A \B	B1	B2	...	Bj	...	Bn	
A1	$-p_{A_1/B_1} \log p_{A_1/B_1}$	$-p_{A_1/B_2} \log p_{A_1/B_2}$	...	$-p_{A_1/B_j} \log p_{A_1/B_j}$	...	$-p_{A_1/B_n} \log p_{A_1/B_n}$	
A2	$-p_{A_2/B_1} \log p_{A_2/B_1}$	$-p_{A_2/B_2} \log p_{A_2/B_2}$	...	$-p_{A_2/B_j} \log p_{A_2/B_j}$	...	$-p_{A_2/B_n} \log p_{A_2/B_n}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
Ai	$-p_{A_i/B_1} \log p_{A_i/B_1}$	$-p_{A_i/B_2} \log p_{A_i/B_2}$	...	$-p_{A_i/B_j} \log p_{A_i/B_j}$	...	$-p_{A_i/B_n} \log p_{A_i/B_n}$	

⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
Am	$-p_{A_m/B_1}\log p_{A_m/B_1}$	$-p_{A_m/B_2}\log p_{A_m/B_2}$	...	$-p_{A_m/B_j}\log p_{A_m/B_j}$	...	$-p_{A_m/B_n}\log p_{A_m/B_n}$	
	p_{B_1}	p_{B_2}	...	p_{B_j}	...	p_{B_n}	
	$-p_{B_1}(p_1)$	$-p_{B_2}(p_2)$	...	$-p_{B_j}(p_j)$	...	$-p_{B_n}(p_n)$	$-\sum_{j=1}^{n} p_{B_j} p_j$

Unde $p_j = \sum_{i=1}^{m} p_{A_i/B_j} \log p_{A_i/B_j}\ ;\ j = \overline{1;n}.$

Tabelul 2

Entropia $H_{\beta/\alpha}$

$A_i \backslash B_j$	B_1	B_2		B_j		B_n	$H_{\beta/\alpha}$	p_{A_i}
A_1	$-p_{B_1/A_1}\log p_{B_1/A_1}$	$-p_{B_2/A_1}\log p_{B_2/A_1}$	...	$-p_{B_j/A_1}\log p_{B_j/A_1}$	...	$-p_{B_n/A_1}\log p_{B_n/A_1}$	p_1	p_{A_1}
A_2	$-p_{B_1/A_2}\log p_{B_1/A_2}$	$-p_{B_2/A_2}\log p_{B_2/A_2}$	...	$-p_{B_j/A_2}\log p_{B_j/A_2}$	...	$-p_{B_n/A_2}\log p_{B_n/A_2}$	p_2	p_{A_2}
...	...	...	...	...	...	...	...	...
A_i	$-p_{B_1/A_i}\log p_{B_1/A_i}$	$-p_{B_2/A_i}\log p_{B_2/A_i}$	...	$-p_{B_j/A_i}\log p_{B_j/A_i}$	...	$-p_{B_n/A_i}\log p_{B_n/A_i}$	p_i	p_{A_i}
...	...	...	...	...	...	...	...	...
A_m	$-p_{B_1/A_m}\log p_{B_1/A_m}$	$-p_{B_2/A_m}\log p_{B_2/A_m}$	...	$-p_{B_j/A_m}\log p_{B_j/A_m}$	...	$-p_{B_n/A_m}\log p_{B_n/A_m}$	p_m	p_{A_m}
								$-\sum_{i=1}^{m} p_{A_i} p_i$

Unde $p_i = \sum_{j=1}^{n} p_{B_j/A_i} \log p_{B_j/A_i}$, $i = \overline{1;m}$.

Coloana B_1 , tabelul 1, constituie entropia H_{α/B_1} ; coloana B_2 – entropia H_{α/B_2} ; ... ; coloana B_j entropia H_{α/B_j} ;...; coloana B_n – entropia H_{α/B_n} . Pentru determinarea entropiei condiționate

$$H_\gamma = H_\beta + H_{\alpha/\beta} = -\sum_{j=1}^{n} p_{B_j} \log p_{B_j} - \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} p_{B_j}\, p_{A_i/B_j} \log p_{A_i/B_j} \ .$$

Similar, linia A_1, tabelul 2, constituie entropia H_{β/A_1}; linia A_2 – entropia H_{β/A_2} etc. Fiecare din aceste entropii, ponderate fiind cu probabilitățile p_{A_i} obținem entropia condiționată

$$H_\gamma = H_\alpha + H_{\beta/\alpha} = -\sum_{i=1}^{m} p_{A_i} \log p_{A_i} - \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} p_{A_i} p_{B_j/A_i} \log p_{B_j/A_i}.$$

În toate cazurile posibile au loc relațiile $0 \le H_{\alpha/\beta} \le H_\alpha$; $0 \le H_{\beta/\alpha} \le H_\beta$. Adică entropia condiționată se găsește în intervalul zero și valoarea entropiei necondiționate. Altfel spus, cunoașterea unui rezultat al unui eveniment poate doar reduce incertitudinea. Din relațiile de mai sus rezultă

$$H_\gamma \ge H_\alpha; H_\gamma \ge H_\beta; H_\gamma \le H_\alpha + H_\beta.$$

Pentru două evenimente reciproc dependente α și β entropia ponderată a evenimentului β cu condiția că a avut loc evenimentul α , de regulă $H_{\beta/\alpha} \le H_\beta$. Diferența $H_\beta - H_{\beta/\alpha}$ descrește odată cu reducerea interdependenței dintre evenimentele α și β până la realizarea $H_{\beta/\alpha} = H_\beta$ când evenimentele α și β devin totalmente independente. Altfel spus, $H_\beta - H_{\beta/\alpha}$ este o exprimare cantitativă a reducerii entropiei, a incertitudinii evenimentului β după realizarea evenimentului α . Diferența $H_\beta - H_{\beta/\alpha}$ reprezintă informația despre evenimentul β , $I_{\alpha\beta} = H_\beta - H_{\beta/\alpha}$.

Informația economică este un resurs necesar în toate activitățile economice. „Longevitatea” vieții acestui „resurs” este extrem de scurtă, „resursul” sistematic trebuie actualizat. Economistul în activitățile sale are nevoie de două teorii: teoria deciziilor optime [1],[2] și teoria informației. Nu este secundă nici „iscusința” economistului de a selecta din mulțimea datelor informaționale informația minim necesară pentru adoptarea deciziilor.

Referințe:

1. OSCAR, L. *Decizii optime. Bazele programării*. București: Editura Științifică, 1970.

2. MAXIMILIAN, S. *Modelarea proceselor economice*. Chișinău, USM, 2013.
3. VINER, N. *Cibernetica*. Moscova: Sovetscoe radio, 1958.
4. CRAVCENCO, R.G., Scripca, A.G. *Osnovî kibernetiki*. Moscova, 1974.