

SOFTWARE PENTRU IERARHIZAREA MULTIRANG A COMPONENTELOR UNEI COLECTIVITĂȚI

Ion Ivan
ionivan@ase.ro

Daniel Milodin
daniel.milodin@ase.ro

Academia de Studii Economice, București

Rezumat: Se prezintă un algoritmul pentru ierarhizarea elementelor unei colectivități, funcție de mai multe criterii și software aferent. Se definește o colectivitate, respectiv Societatea Informațională în anul 2004 și caracteristicile ce stau la baza ierarhizării ei, prin implementarea unui set de patru indicatori. De asemenea, este analizată stabilitatea structurilor multirang, ce au la baza un număr variabil de criterii de ierarhizare. Se dezvoltă problematica dezvoltării structurilor de agregări de criterii și se analizează stabilitatea acestora.

Cuvinte-cheie: ierarhizare multicriterială, software pentru agregare, criterii.

1. Indicatori și date

În ultimii ani, Societatea Informațională s-a caracterizat printr-o creștere spectaculoasă datorită dezvoltării produselor tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC).

Pentru a caracteriza gradul de dezvoltare a Societății Informaționale, sunt utilizați o serie de indicatori, precum:

- C1 - numărul de linii telefonice la 100 de locuitori;
- C2 - numărul de abonați telefonie mobilă la 100 de locuitori;
- C3 - numărul de utilizatori Internet la 100 de locuitori;
- C4 - numărul de PC la 100 de locuitori.

Valorile celor patru indicatori la nivel european în anul 2004, se regăsesc la [www1], valori ce sunt reprezentate folosind matricea D, dată în tabelul 1.

Tabelul 1. Matricea D, a indicatorilor

Indicator	Indicator ₁	Indicator ₂	...	Indicator _j	...	Indicator _m
Țara						
T ₁	D ₁₁	D ₁₂		D _{1j}		D _{1m}
...						
T _i	D _{i1}	D _{i2}		D _{ij}		D _{im}
...						
T _n	D _{n1}	D _{n2}		D _{nj}		D _{nm}

unde:

- T_i – reprezintă țara de pe poziția i, i=1,n;
- D_{ij} – reprezintă nivelul indicatorului Indicator_j pentru țara T_i.

Folosind matricea D sunt calculați o serie de indicatori, astfel:

- valoarea indicatorului Indicator_j pentru toți membri colectivității, folosind formula:

$$S_j = \sum_{i=1}^n D_{ij}, j = \overline{1, m}$$

- valoarea medie a indicatorului Indicator_j, folosind formula:

$$\overline{S}_j = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ij}}{n}, j = \overline{1, m}$$

2. Prezentarea algoritmului

Pentru realizarea ierarhizării elementelor unei colectivități, funcție de o serie de caracteristici introduse de către utilizator, este propus următorul algoritm:

- ETAPA 1: se introduc datele ce definesc colectivitatea;
- ETAPA 2: se încarcă datele despre membrii și caracteristicile colectivității;
- ETAPA 3: se efectuează analize și afișări ale datelor;
- ETAPA 4: se salvează datele în fișier;
- ETAPA 5: se introduce punctajul aferent fiecărei caracteristici.

Rangul este poziția pe care o ocupă un element în cadrul colectivității, funcție de criteriul de ordonare și de valoarea pe care o are respectivul element, comparativ cu restul elementelor societății.

Pentru realizarea ordonării multirang a elementelor unei colectivități, sunt propuse metodele M_1 și M_2 , descrise astfel:

- M_1 : agregarea rangurilor prin însumare;
- M_2 : agregarea prin produs.

Rangul calculat este poziția pe care o ocupă un element în cadrul unei colectivități și care ține seama de diferența existentă între valorile a două elemente consecutive ale colectivității.

Pentru determinarea rangurilor calculate, se definește matricea R, astfel:

Tabelul 2. Matricea R, a rangurilor calculate

Indicator Țara	Indicator ₁	Indicator ₂	...	Indicator _j	...	Indicator _m
T ₁	R ₁₁	R ₁₂		R _{1j}		R _{1m}
...						
T _i	R _{i1}	R _{i2}		R _{ij}		R _{im}
...						
T _n	R _{n1}	R _{n2}		R _{nj}		R _{nm}

unde R_{ij} reprezintă rangul calculat al elementului T_i funcție de indicatorul $Indicator_j$.

Rangurile sunt calculate ținând cont de modalitatea de ierarhizare. Când elementele colectivității sunt ierarhizate crescător, se sortează colectivitatea crescător după valoarea elementelor, rangul 1 fiind atribuit elementului cu valoarea cea mai mică. Dacă valoarea următorului element este mai mică sau egală cu 100, se aplică formula $R_{ij} = D_{ij} - D_{1j}$.

Dacă elementul are o valoare mai mare decât 100, atunci formula devine $R_{ij} = \frac{D_{ij} - D_{1j}}{10}$.

Pentru ierarhizare descrescătoare, numitorul fracției devine $D_{1j} - D_{ij}$.

Pe baza rangurilor calculate pentru o anumită caracteristică, este definit un indicator complex: rangul multicriterial. Rangul multicriterial se determină având la bază rangurile calculate ale caracteristicilor pentru care se calculează rangul multicriterial și arată poziția ocupată de un element al colectivității funcție de mai multe criterii.

Formula pe baza căreia sunt calculate rangurile multicriteriale este $RM = \sum_{i \in CR} \frac{R_i}{N_{CR}}$ unde:

- RM – reprezintă rangul multicriterial;
- CR – reprezintă mulțimea criteriilor ce stau la baza determinării RM;
- R_i – reprezintă rangul calculat pentru indicatorul i
- N_{CR} – reprezintă numărul de elemente al mulțimii CR.

Cu ajutorul acestui indicator, este studiată stabilitatea colectivității studiate.

Rangul multicriterial este calculat folosind utilitarul Excel, pe baza rangurilor calculate.

3. Software pentru ierarhizare elemente

Produsul software implementează algoritmul prezentat. Se efectuează operațiile: afișarea membrilor, a caracteristicilor, a rezultatului ierarhizării după caracteristici, a rangului agregat prin sumă, respectiv, produs, a rangului mediu calculat, precum și salvarea datelor în fișier. Au fost introduse opțiuni pentru respectarea importanței criteriilor în evaluarea unei colectivități. La schimbarea colectivității, se pierd informațiile dacă nu este activată opțiunea de salvare a acestora.

Aplicația permite preluarea a maximum 40 de elemente dintr-o comunitate. Au fost introduse funcții pentru prelucrarea variabilelor de tip *char*, fără a fi calculate și ranguri pentru acest tip de date.

Descrierea programului prezintă câteva dintre funcțiile și formulele folosite în cadrul produsului software.

Sunt definite o serie de funcții pentru afișarea rezultatelor prelucrării, precum: *void afisare(...)*, *void afisare_car(...)*, *void afisare_final(...)*, *void afisare_rangs(...)*, *void afisare_rangp(...)*, *void afisare_s(...)*, *void afisare_i_c(...)*, *afisare_s(...)*. Aceste funcții au fost prezentate în [8].

Pentru validarea unicității membrilor și a caracteristicilor, au fost definite funcțiile *int exista()* și *int existaI()*.

Funcția *void load(...)* încarcă de la tastatură punctajele pe care le oferă specialiștii pentru fiecare caracteristică.

Punctajele specialiștilor trebuie să respecte apartenența la un interval de numere pozitive, unicitatea și restricția de sumă fixă.

Funcțiile *membru load_membru(...)* și *membru loadl_membru(...)* sunt folosite pentru preluarea de la tastatură a datelor despre membri colectivității. Diferența constă în faptul că, în timp ce prima funcție introduce datele despre membri înainte de a fi introdus caracteristica, a doua introduce noi membri după ce au fost introduse caracteristici, încărcând valorile caracteristicilor pentru noul membru.

Funcția *caract load_car(...)* încarcă date despre caracteristici. Sunt introduse numele, tipul caracteristicii, felul cum aceasta va fi ierarhizată și valorile caracteristicilor pentru fiecare membru.

Pentru preluarea din fișiere a datelor despre caracteristici, membri și punctajele oferite de specialiști, sunt folosite funcțiile *caract load_fis_c(...)*, *membru load_fis_m(...)*, *void load_fis_s(...)*. Primele două funcții au ca parametri de intrare fișierul din care se încarcă datele, numele fișierului și o variabilă de control, care returnează valoarea 1, dacă datele au fost încărcate din fișier, respectiv valoarea 0 dacă datele nu au fost încărcate din fișier din motive precum:

- fișierul nu există, numele dat nu are asignat nici un fișier pe hard-disk;
- există incompatibilitate de colectivități;
- există incompatibilitate de membri, în sensul că membrii ce vor fi încărcăți nu au valori încărcate pentru caracteristicile deja existente;
- incompatibilitate de caracteristici, adică noile caracteristici de încărcat conțin informații pentru un număr de membri mai mare sau mai mic față de cei cu care se lucrează.

La reîntorcerea în funcția *main()*, se efectuează încărcarea de la tastatură.

A treia funcție conține matricea în care se vor stoca punctajele, precum și numărul de specialiști și numărul total de puncte pe care îl oferă un specialist.

În funcția *void menu()*, este prezentat meniul aplicației.

Funcțiile *caract transfer_c(...)* și *membru transfer_m(...)* realizează copierea variabilelor în care sunt stocați membri și caracteristicile. Funcția *void trec_matrice(...)* încarcă matricea rangurilor.

Coloanele j conțin rangurile simple, iar coloanele $2*j+1$ conțin rangurile calculate. În cazul caracteristicilor de tip *char*, coloanele $2*j+1$ sunt inițializate cu 0.

Rangurile se calculează în funcție de modalitatea de ierarhizare a caracteristicii după care sunt ordonați membrii. Astfel, dacă o caracteristică este ierarhizată descrescător, atunci modalitatea de calcul este următoarea:

- membrul aflat pe prima poziție după ordonare are rangul calculat 1;
- dacă valoarea caracteristicii după care se face ordonarea are o valoare mai mică sau egală cu 100, pentru membrul cu rangul calculat 1, rangurile pentru următorii membri se calculează astfel: $r_i = v_1 - v_i$, unde r_i este rangul pentru membrul respectiv, v_1 este valoarea caracteristică primului membru, v_i reprezintă valoarea caracteristică membrului în cauză;

- în cazul în care valoarea caracteristicii după care se efectuează ordonarea are o valoare mai mare decât 100, rangurile pentru următorii membri se calculează astfel: $r_i = (v_1 - v_i) / 10$.

Când o caracteristică este ierarhizată crescător, atunci rangurile se calculează adaptând relațiile anterioare. Rangurile sunt calculate, iar algoritmul nu permite existența de ranguri cu aceeași valoare.

Modul de funcționare pe pași a programului este următorul:

- **PASUL 1:** introducerea datelor colectivitate, membri și caracteristici;
- **PASUL 2:** utilizarea opțiunilor meniului;
- **PASUL 3:** schimbarea colectivității presupune salvarea datelor;
- **PASUL 4:** la părăsirea aplicației, datele se salvează pe hard-disk; în continuare, opțiunile sunt aceleași cu cele de la PASUL 3.

Pentru a furniza rezultate, la rularea aplicației trebuie parcurse obligatoriu câteva etape. Prima etapă presupune introducerea datelor despre colectivitate. Următoarea etapă necesită introducerea datelor despre membri și despre caracteristicile colectivității. Mulțimea caracteristicilor este dependentă de mulțimea membrilor, în sensul că nu putem introduce date despre caracteristici decât după introducerea datelor despre membri. Opțiunile au fost astfel create încât să nu permită trecerea la o nouă etapă decât după ce au fost introduse date valide.

4. Stabilitatea structurilor multirang

Pentru a determina stabilitatea structurilor multirang, este utilizat indicatorul rang multicriterial, care urmărește identificarea legăturilor existente între diferitele criterii ce stau la baza ierarhizării elementelor unei colectivități. Stabilitatea colectivității ierarhizate este validată atât folosind rangurile reale, calculate pentru fiecare dintre elementele ei, cât și cu ajutorul rangurilor multicriteriale, prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Valorile rangurilor calculate și ale rangurilor multicriteriale

Tara	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	RM {1,2}	RM {1,3}	RM {1,4}	RM {2,3}	RM {2,4}	RM {3,4}	RM {1,2,3}	RM {1,2,4}	RM {2,3,4}	RM {1,2,3,4}
Austria	33	11	29	53	22	31	43	20	32	41	24	32	31	32
Belgia	34	19	35	60	27	35	47	27	40	48	29	38	38	37
Bulgaria	44	27	47	89	36	46	67	37	58	68	39	53	54	52
Cehia	46	6	30	70	26	38	58	18	38	50	27	41	35	38
Cipru	28	22	39	65	25	34	47	31	44	52	30	38	42	39
Danemarca	15	12	6	29	14	11	22	9	21	18	11	19	16	16
Estonia	45	13	24	1	29	35	23	19	7	13	27	20	13	21
Finlanda	35	14	13	47	25	24	41	14	31	30	21	32	25	27
Franța	24	24	34	46	24	29	35	29	35	40	27	31	35	32
Germania	13	21	26	38	17	20	26	24	30	32	20	24	28	25
Grecia	32	1	58	85	17	45	59	30	43	72	30	39	48	44
Ungaria	43	18	49	80	31	46	62	34	49	65	37	47	49	48
Irlanda	29	15	50	44	22	40	37	33	30	47	31	29	36	35
Italia	36	5	27	64	21	32	50	16	35	46	23	35	32	33
Letonia	52	26	40	73	39	46	63	33	50	57	39	50	46	48

Lituania	56	10	48	79	33	52	68	29	45	64	38	48	46	48
Luxemburg	1	4	17	30	3	9	16	11	17	24	7	12	17	13
Malta	27	25	1	63	26	14	45	13	44	32	18	38	30	29
Olanda	31	17	14	26	24	23	29	16	22	20	21	25	19	22
Polonia	47	28	52	75	38	50	61	40	52	64	42	50	52	51
Portugalia	38	9	46	81	24	42	60	28	45	64	31	43	45	44
România	60	30	55	83	45	58	72	43	57	69	48	58	56	57
Slovenia	57	23	33	66	40	45	62	28	45	50	38	49	41	45
Slovenia	39	20	28	59	30	34	49	24	40	44	29	39	36	37
Spania	37	16	41	68	27	39	53	29	42	55	31	40	42	41
Suedia	3	7	2	18	5	3	11	5	13	10	4	9	9	8
Turcia	53	29	61	90	41	57	72	45	60	76	48	57	60	58
Marea Britanie	23	8	12	34	16	18	29	10	21	23	14	22	18	19

Pe baza valorilor pentru rangurile calculate și rangurile multicriteriale, se obțin pozițiile pe care le ocupă fiecare element în cadrul colectivității, poziții date în tabelul 4 și calculate folosind utilitarul Excel, pe baza tabelului 3.

Tabelul 4. Pozițiile elementelor în cadrul colectivității, funcție de rangurile calculate

Tara	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	RM {1,2}	RM {1,3}	RM {1,4}	RM {2,3}	RM {2,4}	RM {3,4}	RM {1,2,3}	RM {1,2,4}	RM {2,3,4}	RM {1,2,3,4}
Austria	12	9	12	11	8	10	11	11	10	11	10	11	10	10
Belgia	13	17	16	13	17	14	14	14	14	15	15	13	16	15
Bulgaria	20	25	21	27	23	22	25	25	27	25	24	26	26	26
Cehia	22	4	13	19	15	16	18	9	13	17	11	19	13	16
Cipru	8	20	17	16	14	12	13	21	18	18	16	14	19	17
Danemarca	4	10	3	4	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3
Estonia	21	11	8	1	19	15	4	10	1	2	12	4	2	5
Finlanda	14	12	5	10	13	8	10	6	9	7	7	10	7	8
Franța	6	22	15	9	11	9	8	18	12	10	13	9	12	11
Germania	3	19	9	7	6	6	5	12	7	8	6	6	8	7
Grecia	11	1	27	26	5	20	19	20	17	27	17	16	23	20
Ungaria	19	16	23	23	21	23	22	24	23	24	21	21	24	22
Irlanda	9	13	24	8	9	18	9	22	8	14	19	8	15	13
Italia	15	3	10	15	7	11	16	8	11	13	9	12	11	12

Letonia	24	24	18	20	25	24	24	23	24	20	25	25	22	23
Lituania	26	8	22	22	22	26	26	19	20	21	23	22	21	24
Luxemburg	1	2	7	5	1	2	2	4	3	6	2	2	4	2
Malta	7	23	1	14	16	4	12	5	19	9	5	15	9	9
Olanda	10	15	6	3	12	7	6	7	6	4	8	7	6	6
Polonia	23	26	25	21	24	25	21	26	25	22	26	24	25	25
Portugalia	17	7	20	24	10	19	20	15	22	23	18	20	20	19
România	28	28	26	25	28	28	27	27	26	26	28	28	27	27
Slovacia	27	21	14	17	26	21	23	16	21	16	22	23	17	21
Slovenia	18	18	11	12	20	13	15	13	15	12	14	17	14	14
Spania	16	14	19	18	18	17	17	17	16	19	20	18	18	18
Suedia	2	5	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Turcia	25	27	28	28	27	27	28	28	28	28	27	27	28	28
Marea Britanie	5	6	4	6	4	5	7	3	5	5	4	5	5	4

Se construiește matricea de concordanță pentru a studia stabilitatea structurilor multirang, definită în tabelul nr. 5.

Tabelul 5. Matricea de concordanță

	C_1	...	C_i	...	C_N
C_1	C_{11}	...	C_{ji}	...	C_{1N}
...					
C_j	C_{j1}	...	C_{ji}	...	C_{jN}
...					
C_N	C_{N1}	...	C_{Ni}	...	C_{NN}

Matricea de concordanță se construiește pentru elementele colectivității, notând C_{ji} cu valoarea 1 dacă rangul j corespunzător unui element este egal cu rangul i al aceluiași element și 0 în rest, iar C_i reprezentând rangurile calculate pentru respectivul element.

La calcularea matricei de concordanță sunt folosite rangurile calculate și rangurile multicriteriale. Matricea de concordanță constituie o metodă utilizată pentru determinarea stabilității unei colectivități. Stabilitatea, în acest caz, ține cont de condiția ca, pentru un element, cel puțin două poziții ocupate de rangurile calculate sau multicriteriale să fie egale.

După efectuarea calculelor, rezultă că, pentru țările ce fac parte din Societatea Informațională, criteriul de stabilitate este respectat.

În tabelul 6, este redată matricea de concordanță pentru țara *Bulgaria*, iar pentru restul țărilor, datele necesare calculării matricelor de concordanță se preiau din tabelul 4.

Tabelul 6. Matricea de concordanță pentru Bulgaria

	20	25	21	27	23	22	25	25	27	25	24	26	26	26
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

27	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
27	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

O altă modalitate utilizată pentru determinarea stabilității unei structuri multicriteriale ține cont de variația rangurilor calculate și de încadrarea acestora într-un interval determinat. Pentru aplicarea acestei soluții, trebuie respectați următorii pași:

- P₁: identificarea elementelor maxime și minime din matrice;
- P₂: calculul variabilelor $\Delta = \text{MAX} - \text{MIN}$; $\text{ETA} = \Delta * \left(1 - \frac{\text{MAX} - \text{MIN}}{\text{MAX}}\right) * 100$;
- P₃: identificarea elementelor maxime și minime de pe fiecare linie a tabelului numărul 3 și determinarea variabilei $\text{DIF}_i = \text{max}_i - \text{min}_i$, $i=1, n$;
- P₄: pentru fiecare variabilă DIF_i se verifică dacă aceasta respectă relația: $\text{DIF}_i < \text{ETA}$.

Aplicând această metodă în cadrul colectivității informaționale, rezultă datele din tabelul 7, date care confirmă că ierarhizarea multicriterială este aplicată asupra unei colectivități stabile, rezultatele furnizate de algoritmul implementat nefiind influențate de valori slabe din punct de vedere calitativ:

- P₁: MAX = 90, MIN = 1;
- P₂: $\Delta = 89$, $\text{ETA} = 98,88$; se observă că, cu cât diferența între elementele minime și maxime este mai mare, cu atât crește și intervalul de cuprindere a valorilor;
- P₃: determinarea elementelor maxime și minime de pe fiecare linie și a diferențelor între ele, rezultate redată în tabelul 7.

Tabelul 7. Rezultatele aplicării P3

Țara	Max _i	Min _i	DIF _i
Austria	53	11	42
Belgia	60	19	41
Bulgaria	89	27	62
Cehia	70	6	64
Cipru	65	22	43
Danemarca	29	6	23
Estonia	45	1	44
Finlanda	47	13	34
Franța	46	24	22
Germania	38	13	25
Grecia	85	1	84
Ungaria	80	18	62
Irlanda	50	15	35
Italia	64	5	59
Letonia	73	26	47
Lituania	79	10	69
Luxemburg	30	1	29
Malta	63	1	62

Olanda	31	14	17
Polonia	75	28	47
Portugalia	81	9	72
România	83	30	53
Slovacia	66	23	43
Slovenia	59	20	39
Spania	68	16	52
Suedia	18	2	16
Turcia	90	29	61
Marea Britanie	34	8	26

P₄: analizarea rezultatelor ce conduce la concluzia că, pentru colectivitatea *Societatea Informațională* sunt respectate criteriile de stabilitate.

Stabilitatea structurilor multirang oferă indicii cu privire la calitatea datelor care au fost ierarhizate, mai ales, cu privire la omogenitatea datelor despre colectivitate, fiind un criteriu important în identificarea elementelor care sunt reprezentative pentru studierea colectivității și, mai ales, a aceluia care, dacă sunt luate în calcul, denaturează rezultatele obținute.

Stabilitatea totală presupune că, după determinarea pozițiilor corespunzătoare rangurilor calculate și rangurilor agregate, un element al colectivității să aibă aceiași poziție pentru toate criteriile de ierarhizare, prin respectarea formulei de mai jos:

$$a_{ij} = k_i, j=1, NR; i=1, n$$

unde:

- a_{ij} - reprezintă matricea corespunzătoare pozițiilor elementelor în cadrul colectivității, funcție de rangurile calculate;
- k_i - reprezintă constanta a cărei valoare o au elementele de pe linia i a matricei;
- NR - reprezintă numărul de ranguri calculate și ranguri multicriteriale;
- n - reprezintă numărul de elemente ale colectivității, respectiv numărul de țări;

O colectivitate total stabilă este o colectivitate ai cărei membri au o dezvoltare constantă și uniformă pentru toate criteriile de evaluare, evoluția colectivității urmărind îmbunătățirea tuturor aspectelor surprinse de criteriile de evaluare, fără a se realiza o evoluție doar în privința câtorva domenii de activitate.

4. Rezultate experimentale

Pe baza informațiilor din [www1], prin aplicarea algoritmului de ierarhizare se obțin rapoarte, în funcție de modalitățile de calcul alese. Variantele de rulare ale software-ului au ca bază criteriile de ierarhizare, precum și ierarhizările multirang, sumă și produs. Dacă se stabilește rangul țării după o caracteristică, se construiește un tabel ce include țara, valoarea indicatorului, rangul tabelar și rangul calculat.

Ierarhizarea țărilor după caracteristicile *număr linii telefonice fixe la 100 de locuitori, număr de abonați la telefonie mobilă la 100 de locuitori, număr de utilizatori Internet la 100 de locuitori, număr de PC-uri la 100 de locuitori* este dată în anexa 1.

Calcularea rangului țărilor după mai multe caracteristici se face prin însumare, prin produs sau prin calcularea rangului mediu. Aceasta din urmă utilizează numărul de caracteristici după care este realizată ordonarea, precum și rangul obținut de fiecare țară pentru fiecare caracteristică în parte. Rangul mediu se calculează numai pentru caracteristicile numerice. Rezultatele au la bază premisa că toate caracteristicile au aceeași importanță în procesul de ierarhizare a țărilor după indicatorii *Societății Informaționale*. În situația în care anumiți indicatori sunt mai importanți decât alții, apar o serie de variante, dintre care se exemplifică situația ce ține seama de ponderea fiecărui indicator.

Tabelul 8. Punctajele oferite de specialiști fiecărei caracteristici

Punctaj	caracteristica C ₁	caracteristica C ₂	caracteristica C ₃	caracteristica C ₄
Specialist				
specialist 1	1	3	5	9
specialist 2	1	5	3	9
specialist 3	1	9	5	3
specialist 4	1	3	9	5
specialist 5	9	5	3	1

Rangurile medii, aferente fiecărei țări, rangurile obținute prin însumare și produs, precum și punctajele obținute pe baza criteriilor sunt redată în Anexa 2.

Un specialist acordă maxim 18 puncte ce trebuie distribuite între cele 4 caracteristici. Se observă că, datorită importanței acordate criteriilor, unele țări care aveau o situație defavorabilă, raportată la anumite criterii, datorită un slabe cotări a acestora, câștigă în ierarhizare.

5. Concluzii

Produsul software prezentat determină poziția reală a elementelor unei colectivități în funcție de unul sau mai multe criterii, luate separat sau împreună. Sunt oferite facilități de ordonare a caracteristicilor, crescător sau descrescător, în funcție de natura criteriilor, facilități de agregare a rangurilor, prin însumare sau înmulțire, precum și facilități de calculare a rangului mediu, pentru caracteristicile numerice.

Algoritmul este construit cu metode statistice, folosite la calcularea rangurilor, dar și pe reguli de preluare a importanței fiecărui criteriu în determinarea rangurilor. Utilizatorul definește colectivitatea pentru care se efectuează ierarhizarea, membrii respectivei colectivități, precum și caracteristicile produsului după care sunt ordonate elementele acesteia. Generalizarea ține cont de tipurile de date ce sunt folosite. Pentru aceasta, utilizatorul are la dispoziție tipurile *int*, *char* și *float* ce acoperă toată gama de diferențiere. Pentru că importanța criteriilor este variabilă, au fost create opțiuni prin care sunt ierarhizate și criteriile de ordonare. Implementarea produsului software permite noi abordări în ceea ce privește efectuarea de analize asupra colectivităților omogene de elemente din care sunt extrase anumite submulțimi, pe baza unor criterii agregate. În ipoteza în care ponderile celorlalte țări se mențin invariante, dacă indicatorii pentru componenta România a colectivității se majorează prin adăugarea de 5 procente, 10 procente, 15 procente și 20 procente, poziția acesteia se prezintă astfel:

- dacă se adaugă 5 procente, 10 procente, 15 procente sau 20 procente, poziția rămâne neschimbată;
- dacă se adaugă 30 procente, cu toate că, pentru fiecare indicator în parte componenta România a colectivității trece pe o poziție superioară, analiza globală, pe baza tuturor indicatorilor, o situează pe aceeași poziție.

O creștere cu 30 puncte procentuale a numărului de linii telefonice fixe la 100 de locuitori, a numărului de abonați la telefonie mobilă la 100 de locuitori, a numărului de utilizatori de Internet la 100 de locuitori, precum și a numărului de PC-uri la 100 de locuitori, presupun un efort investițional care se ridică la 616.140.000 EURO. Calculele au la bază un cost mediu de 40 EURO pentru o linie telefonică fixă și un aparat telefonic, un cost de 80 EURO pentru un abonament la telefonie mobilă și un telefon mobil, un cost de 100 EURO pentru un abonament Internet și un cost de 300 EURO pentru un PC, la o populație de 21 milioane de locuitori.

Produsul software oferă suport pentru realizarea de previziuni asupra efectelor pe care le au modificările indicatorilor în cadrul situațiilor rezultate din datele inițiale.

Bibliografie

1. IVAN, I., A. VIȘOIU: Baza de modele economice, Editura ASE, București, 2005.
2. IVAN, I., D. MILODIN, C. BOJA, M. POPA, A. POCOVNICU: Practica dezvoltării software orientată pe structuri de date, Editura ASE, București, 2005.
3. MILODIN, D.: Aplicație informatică orientată spre comerțul de cunoștințe, ASE, București, 2005.
4. IVAN, I., C. BOJA: Metode statistice în analiza software, Editura ASE, București, 2004.
5. IVAN, I., D. MILODIN, C. DIACONU: Sisteme informatice AMIS. În: Suplimentul „Economie teoretică și aplicată”, nr. 430, a Cotidianului „Economistul”, nr. 1798 (2824), 2004, pp. I- III.
6. BODEA, C.: Handbook of Project-Based Management, Editura Economică, București, 2002.
7. SMEUREANU, I., M. DARDALA: Programarea orientată obiect în limbajul C++, Editura CISON, București, 2002.
8. IVAN, I., D. MILODIN: Software pentru ordonarea multirang a componentelor unei colectivități, Revista Economia, Secțiunea Management, nr. 2, 2003, pp. 78-82.
9. http://www.insse.ro/publicatii/ind_soc_inf/ind_soc_inf.pdf.

Anexa 1: Ranguri după valorile indicatorilor

Țara	Rang după indicator C ₁	Rang calculat după indicator C ₁	Rang după indicator C ₂	Rang calculat după indicator C ₂	Rang după indicator C ₃	Rang calculat după indicator C ₃	Rang după indicator C ₄	Rang calculat după indicator C ₄
Austria	12	33	9	11	12	29	11	53
Belgia	13	34	17	19	16	35	13	60
Bulgaria	20	44	25	27	21	47	27	89
Cehia	22	46	4	6	13	30	19	70
Cipru	8	28	20	22	17	39	16	65
Danemarca	4	15	10	12	3	6	4	29
Estonia	21	45	11	13	8	24	1	1
Finlanda	14	35	12	14	5	13	10	47
Franța	6	24	22	24	15	34	9	46
Germania	3	13	19	21	9	26	7	38
Grecia	11	32	1	1	27	58	26	85
Ungaria	19	43	16	18	23	49	23	80
Irlanda	9	29	13	15	24	50	8	44
Italia	15	36	3	5	10	27	15	64
Letonia	24	52	24	26	18	40	20	73
Lituania	26	56	8	10	22	48	22	79
Luxemburg	1	1	2	4	7	17	5	30
Malta	7	27	23	25	1	1	14	63
Olanda	10	31	15	17	6	14	3	26
Polonia	23	47	26	28	25	52	21	75
Portugalia	17	38	7	9	20	46	24	81
România	28	60	28	30	26	55	25	83
Slovacia	27	57	21	23	14	33	17	66
Slovenia	18	39	18	20	11	28	12	59
Spania	16	37	14	16	19	41	18	68
Suedia	2	3	5	7	2	2	2	18
Turcia	25	53	27	29	28	61	28	90
Marea Britanie	5	23	6	8	4	12	6	34

Anexa 2. Rangurile medii ale țărilor, rangurile calculate prin însumare și prin produs, punctajul obținut după ponderea criteriilor

Țara	Rang mediu	Rang calculat	Rang însumat	Rang calculat	Rang produs	Rang calculat	Punctaj după ponderea criteriilor
Austria	31	10	44	10	14256	12	10.87
Belgia	37	15	59	15	45968	18	14.94
Bulgaria	51	26	93	25	283500	25	23.77
Cehia	38	16	58	14	21736	14	13.60
Cipru	38	17	61	17	43520	17	16.23
Danemarca	15	3	21	3	480	3	5.39
Estonia	20	5	41	7	1848	5	8.61
Finlanda	27	8	41	8	8400	11	9.74
Franța	32	11	52	12	17820	13	13.84
Germania	24	7	38	6	3591	8	10.31
Grecia	44	20	65	18	7722	10	17.17
Ungaria	47	22	81	23	160816	23	20.48
Irlanda	34	13	54	13	22464	15	13.98
Italia	33	12	43	9	6750	9	10.28
Letonia	47	23	86	24	207360	24	21.13
Lituania	48	24	78	21	100672	21	18.69
Luxemburg	13	2	15	2	70	2	4.14
Malta	29	9	45	11	2254	6	11.88
Olanda	22	6	34	5	2700	7	8.18
Polonia	50	25	95	26	313950	26	23.79
Portugalia	43	19	68	20	57120	19	17.16
România	57	27	107	27	509600	27	26.54
Slovacia	44	21	79	22	134946	22	18.72
Slovenia	36	14	59	16	42768	16	14.26
Spania	40	18	67	19	76608	20	16.88
Suedia	7	1	11	1	40	1	2.83
Turcia	58	28	108	28	529200	28	27.29
Marea Britanie	19	4	21	4	720	4	5.30