

NÉHÁNY SZÁMÍTÓGÉPES TERMÉKMINŐSÍTŐ RENDSZER ÉRTÉKELÉSE

Dobó Andor

Prodinform Műszaki Tanácsadó Vállalat

A vizsgált minősítő rendszerek általános jellemzése

A sokváltozós adatelemzés statisztikai módszereit sok szempontból lehet osztályozni. Ha a többtényezős döntési modellek az értékelésbe vonható tényezők hasznosságának (utilitás) a meghatározását is igénylik, akkor a módszereket az utilitáselmélet szempontjából szokás osztályozni.

Ekkor a módszereket a *rang-, kategória-, direkt* stb. módszerek csoportjába szokás sorolni. A többtényezős döntési modellek is több csoportba sorolhatók. Így pl. lehetnek:

1. Számszerűsítő modellek
2. Szűrőmodellek
3. Egyéb modellek

Az 1. modellcsoport az értékelési tényezők szerinti eredményt általában aggregálja, majd egy számértékkel jellemzi, s ezt rendeli az egyes alternatívákhoz számszerű hasznossági értéként. A 2. modellcsoport többnyire nem számszerűsíti az alternatívák hasznosságát, e nélkül szűri, szűkíti azokat.

A számszerűsíthető modellek tovább bonthatók, tipizálhatók. Nevezetesebb típusok:

- 1.1. Lineáris additív modellek
- 1.2. Multiplikatív modellek
- 1.3. Nemlineáris modellek

Ha az additív modellben egy értékelési tényező hasznosságának csökkenését egy másik tényező hasznosságának növekedése kompenzálja, akkor az ilyen modelleket kompenzáló modelleknek is szokás nevezni. Additív modellek használatakor a tényezők (tulajdonságok) függetlenségének a megkövetelése szükséges, ezért összefüggő mutatók esetén az additív modellek nem alkalmazhatók. (Indokoltnak látszó esetekben az értékelési tényezők függetlenségének a vizsgálatát el kell végezni!)

A multiplikatív modellek az additív modellekkel szemben érzékenyebben viselkednek az egyes értékelési tényezők hasznosságának változásakor, ezért — ha jól használjuk őket — finomabbak, árnyaltabbak a velük végzett rangsorolások.

A nemlineáris modelleknél a függőségi feltétel teljesülése általában nem követelmény.

Hazánkban túlnyomóan a lineáris additív modellek különféle változatai terjedtek el az 1970-es évek végétől a *Kindler József—Papp Ottó* szerzőpáros, valamint *Meszéna György* és munkatársai munkássága révén.

Az alapvető ismereteket legtöbbször a BME gazdaságimérnök-képzése keretében, valamint *Kindler—Papp: Komplex rendszerek vizsgálata* (Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1977) című könyvből merítették. Az újabb érdeklődők közül bizonyára sokan már a *Füstös—Meszéna—Simonné: A sokváltozós adatelemzés statisztikai módszerei* (Budapest, Akadémiai Kiadó, 1986) című könyv anyagára is fognak támaszkodni. A legtöbb hasonlító, minősítő, rangsoroló számítógépes rendszer, így a KIPA-módszeren alapuló számítógépes változatok is (pl. a QUASI), az ELECTRE, a REM, a lineáris additív modellecsaládhoz tartoznak.

Ha az országban sok helyütt különféle gépekre adaptált, KIPA-módszerrel működő számítógépes rendszereket gyűjtőnéven KIPA-típusú rendszernek nevezzük, akkor azt is mondhatjuk, hogy a KIPA, az ELECTRE, a REM voltaképpen egyetlen elméleti modell rangsorolás szempontjából nem túlságosan lényeges részleteiben módosított változata.

Pontosabban arról van szó, hogy az *ELECTRE* (Elimination et Choix Traduisant la Réalité) a

MARSAN (Methode d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activités Nouvelles) módszer továbbfejlesztésének az eredménye, melyet Párizsban dolgoztak ki 1965-ben.

A KIPA-(Kindler—Papp) módszer alapgondolatait tekintve a MARSAN- és ELECTRE-módszerek logikáját követi, továbbfejlesztett változatokban. A tényezők párokba rendezésére a ROSS—THURSTON-féle eljárást alkalmazza.

A REM (Rangsoroló Eljárás Mikro géppel) a KIPA koncepcióját fogadta el. Módszer- és eljárás-technikája nemzetközileg ismert megoldások kombinálásából, fejlesztéséből tevődik össze. Rangsoroló eljárása némi változtatással a COMBINEX módszerre épül. Minthogy a hazánkban használatos modell típusok nem eléggé változatosak, ugyanarra a feladatra való alkalmazásukkor feltehetően nem nagyon eltérő rangsort adnak eredményül. Itt és most a közelebbi vizsgálat a REM, az ELECTRE és a RANG—64 rendszerekre terjed ki.

Ha csupán azt nézzük, hogy a RANG—64 hasonlósági mérték alkalmazásán alapszik, akkor multiplikatív modellnek foghatnánk fel! Minthogy azonban voltaképpen a hasonlóságok hasonlóságával számol, a lineáris és multiplikatív jelzők kombinált változata illik rá, amit az egyszerűség kedvéért *nemlineárisnak* nevezünk. A RANG—64 tehát a nemlineáris, helyesebben *hasonlósági mértéket használó modellek* családjába tartozik. Ide tartozik a Lingoés és Roskam által 1968-ban létrehozott MINISSA-modell is (Michigan-Israel-Nijmegen Integrated Small Space Analysis).

A körültekintően választott hasonlósági mértékel való számolás miatt a RANG—64 külön *léptéktartományokba* való transzformálást nem igényel.

Két *eltérő* modell típussal végzett rangsorolás eredményeit fogjuk összehasonlítani. Mondhatjuk úgy is: minősítő rendszerek minősítéséről lesz szó.

Előrebocsátjuk, hogy a bemutatottakon kívül még többfajta modell típus többféle változatban is létezik. Univerzális, minden esetre, minden szempontból kifogástalan, vagy legjobban használható egyetlen "csodamodel" nem létezik. Végső fokon pedig a gyakorlatban az alkalmazás körülményei, lehetőségei és feltételei döntenek el, illetve befolyásolják, hogy mikor melyik modell típust célszerű választani. Ilyenkor lényeges szempontként kell figyelembe venni azt is, hogy az alkalmazott eljárások matematikai vonatkozásai mennyire vannak tisztázva, hogyan kezeli a bizonytalanságot az alkalmazott eljárás. Számba kell venni azt is, hogy az alkalmazás mennyire időigényes, költséges, továbbá hogy a kiértékelések alkalmával hány ember mozgására van szükség, az alkalmazás módja mennyire tesz lehetővé visszacsatolást, a felhasználás milyen előképzettséget igényel stb.

A vizsgált rendszerek rövid jellemzése

ELECTRE

A módszer programja CDC—3600 és Honeywell-Bull PS—8 típusú számítógépen futtatható. Mérete a CDC-változatban: 32 termék és 60 tulajdonság, a Honeywell-Bull-változatban: 20 termék és 40 tulajdonság. Rangsorol, de hasonlósági *távolságot* nem ad. Az eljárás feltételezi a súlyok ismeretét, de azonos súlyértékekkel is számol. A módszer súlyozásra gyengén érzékeny. Jelenlegi változata fejlesztésre szorul. Személyi számítógépes változata nincs. 21 éve van forgalomban, referenciája jó. Funkcióinak növelésével igen jó rendszerre fejleszthető. Működési elvének leírása a szakirodalomban megtalálható. A rendszert Franciaországban R. Laffy eredményeire támaszkodva B. Roy fejlesztette ki.

TEXIMEI-REM

Nemzetközileg ismert módszerek kombinálására, fejlesztésére épül. Commodore—64 számítógépre dolgozták ki. Minősítők, szakértők (zsűribizottság) közreműködésére támaszkodik. Mérete: 200 tulajdonság és 10 termék, vagy 20 tulajdonság és 100 termék.*

Fontosabb előnyei:

- ♦ interaktív feldolgozás;
- ♦ online adatbevitel (kapcsolók, miniterminálok);
- ♦ gyors súlyképzés szakértői vélemények alapján;
- ♦ helyszíni feldolgozás, eredményképzés;
- ♦ grafikák, táblázatok azonnali megjeleníthetősége;
- ♦ döntéshozók kompetenciájának és konkordanciájának meghatározása;
- ♦ előre- és hátraléptetés a rangsorban;
- ♦ arány-, illetve intervallumskálán való vizsgálat;
- ♦ a termékek paraméteres árképzésének lehetősége aggregált színvonalmutató alapján.

IBM PC-re való adaptálásának előkészítése folyik. Referenciája kiterjedt és jó. 6 éve használják. Fejlesztői: Aschner Gábor, Farkas András, Martinez Ferenc, Ráduly Zoltán, ifj. Ráduly Zoltán. Forgalmazók a fejlesztők, illetve a TEXIMEI.

RANG—64

A fejlesztők saját matematikai eredményeire épül (hasonlóságelmélet, optimalizálás minimális információval stb.). Commodore—64 számítógépre

* Az újabb fejlesztés ezt a korlátot már föloldotta. — A szerk.

dolgozták ki. Kevésbé támaszkodik minősítők, szakértők (zsűbizottság) közreműködésére. Mérete: 20 termék és 35 tulajdonság.

Fontosabb előnyei:

- ◆ hasonlóság és kvázihomogenitás együttes "mérése";
- ◆ hiányzó adatok becslése (árképzésnél is felhasználható!);
- ◆ többféle módon való súlyozás lehetősége;
- ◆ a súlyozás ritkább alkalmazási igénye;
- ◆ a rangsorban "optimális" módon való előreléptetés.

Referenciája kevés, kb. 1 éve használják. Fejlesztői: Dobó Andor, Szajcz Sándor. Forgalmazó: Comorgan Rendszerház.

Az értékelés körülményei és szempontjai

Előrebocsátjuk, hogy az adatok jóságával, megbízhatóságával a kiértékelés során nem foglalkoztunk. Azt sem vizsgáltuk, hogy a különböző tulajdonságokhoz rendelt számértékek, vagy az ezekhez rendelt más skálapontok mennyire fejezik ki és jellemzik reálisan az egyes tulajdonságokat, mutatókat. Nyomatékosan hangsúlyozzuk, hogy bizonyos módszerek esetén — a valóság jobb modellezése végett — célszerűbb természetes értékekkel számolni. Ha pedig a skálaleképezés (transzformáció) elkerülhetetlen, akkor az adható pontok tartományát gondosan kell megválasztani. Esetenként fontos ügyelni az aránytartás alakulására is, ami többnyire nemlineáris skálatranszformációval érhető el. (A RANG ilyet használ!)

Ha egy termékcsoporthoz valamely mutatója 1000 és 1100 között vesz fel értékeket, és ezeket az 1 és 5 intervallumra transzformáljuk, akkor esetenként lényeges szempont lehet annak figyelembevétele, hogy 1000-ról 10%-os növekedéssel (változtatással) jutunk 1100 értékhez, míg 1-ről 400%-os változtatást kell tenni ahhoz, hogy 5-höz érjünk. Más szóval 1000 relatíve "közelebb áll" 1100-hoz, mint 1 az 5-höz. Mondhatjuk úgy, hogy az 1000 és 1100 közé eső értékek relatíve nagyobb hasonlóságot fejeznek ki a mutatók között, mint a nekik megfelelően 1 és 5 közé eső értékek. A kiértékelés módszerétől, valamint a valóságot reálisan kifejező elvárásoktól is függ, hogy ezek a szempontok milyen súllyal kerüljenek előtérbe.

Kiindulásul három termékcsoporthoz (esztergák, hűtőgépek, zoknik) összehasonlítás céljából elfogadtuk azt az adatstruktúrát, melyet szakértők bevonásával a REM állított elő.

Ez egyben azt is jelenti, hogy nem a ténylegesen rendelkezésre álló "alapadatokról", hanem már egy

rendszer által (is) generált adatokból indultunk ki, s ezzel végezte el a másik két rendszer is az összehasonlítást.

Ennek következtében nem lehet megítélni, hogy az egyes rendszerek — illetve a körük csoportosuló szakértők — az "alapadatokról" hogyan bálnak, s ebben sajátosságuk a végeredményre miként hat, esetleg azt milyen irányban befolyásolja.

Általában az adatok eredeti formájukban a legkülönbözőbb dimenziókkal szerepelhetnek, változási tartományuk is eltérő lehet. Additív modellekben ezek közvetlen felhasználása torzító skálafüggőséget okoz. E hiba lehetőségét úgy igyekeznek elkerülni, hogy az egyes tulajdonságok számszerű értékeit egy-egy szemlélettel megfelelőbb "léptéktartományokba" transzformálják. Ez a transzformáció esetünkben minden tulajdonságra (mutatóra) nem történt meg. Nem végezték el az adatok "tisztítását" sem, így fordulhatott elő, hogy például az esztergák esetén a 60 megadott adat közül 18 — mind a négy esztergapadra — teljesen azonos számértékű volt, tehát fölöslegesnek bizonyult. Az ELECTRE és a RANG-64 futtatásánál ki is hagyták ezeket. Sőt, mivel a további tulajdonságoknál a megadott számértékek között jelentéktelen eltérés mutatkozott, a gépi programtervezők miatt a RANG-64 alkalmazásánál még 7 tényezőt elhagytak. (Ez a rangsort biztosra vehetően nem befolyásolta!) Az additív modellek használatánál kívánatos "függetlenségi vizsgálatok" is elmaradtak, noha pl. az esztergák esetén a 60 értékelési tényező nem tűnik teljesen függetlennek.

Ha megtörtént volna a "tisztítás" (eliminálás), akkor a megmaradó tényezőkre a súlyozást is újra el kellett volna végezni, mivel itt a súlyképzés relatív történik. Itt voltaképpen csak adatstruktúrákat lehet összehasonlítani, s el kell vonatkoztatni valóságtartalmuktól. (A REM által adott rangsort nem befolyásolja, hogy 18 fölösleges adattal hozta ki. Realitástartalma azonban a "torz" súlyok miatt feltehetően módosul!)

Ilyen értelmezések mellett az összehasonlítás elvégzése és kiértékelése már megengedett. Hogy az összehasonlítást minél tárgyilagosabb alapokra helyezzük, elkerültük a vizsgálatba vont rendszerek tulajdonságának pontosas alapon való értékelését, rangsorolását. Helyette a különböző rendszerekkel elért sorrendek alakulása jelentette az összehasonlítást.

Minden termékcsoporthoz belül a vizsgált adatstruktúrára feltehetően van egy általunk ismeretlen, de a valóságot reálisan tükröző rangsor. Az egyes rendszerek — a sajátos matematikai eszközeikkel — ezt az ideálisnak (optimálisnak) elképzelt rangsort igyekeznek a lehető legjobban megközelíteni, előál-

litani. Ha már minden egyes rendszer elkészíti egy-egy termékcsoporton belül a termékek rangsorát, akkor mód van arra, hogy (a rendszereket szakértőknek tekintve) megvizsgáljuk, a csoportos (kollektív, testületi) állásfoglalások (rangsorolások) mellett milyen sorrend fejezné ki leginkább a testületi egyetértést. Keresendő egy olyan, mindenki számára elfogadható kompromisszumos preferenciasorrend, melyhez viszonyítva értékelhetjük az egyes rendszerekkel kapott eredményeket. E célból a Dobó Andor és Szajcz Sándor által kifejlesztett, ICL-2900 számítógépre adaptált CLASS-2900 programot vettük igénybe. Ez a szakértők (rendszerek) véleménye (rangsorolása) alapján becslést ad arra is, hogy együttes (testületi, csoportos) véleménynyilvánításkor az r -edik szakértő mekkora valószínűséggel (p_r) sorol jó helyre egy terméket. Ezt az értéket a szakértők *találati valószínűségének* nevezzük.

A találati valószínűség arra vonatkozik, hogy egy rendszer (szakértő) milyen valószínűséggel találja el egy terméknél a rangsorban a reális helyet. Ha egy terméket a szakértő jó helyre sorol, még nem feltétlenül jelenti azt, hogy az összes terméket a megfelelően jó helyre rangsorolja. Mivel a szakértő által adott rangsor megbízhatóságát nem könnyű meghatározni, hiszen nem független valószínűségi változókkal állunk szemben, áttételesen a találati valószínűséggel jellemezzük a szakértő megbízhatóságát. A találati valószínűségek ismeretében, ha a szakértők egymástól függetlenül végezték a besorolásokat, vagyis egymástól függetlenül adták meg a rangsorokat, meg lehet becsülni, mekkora annak a valószínűsége (R_{ik}), hogy azok a szakértők (rendszerek), akik egy termékcsoporton belül a k -edik terméket az i -edik helyre sorolták, nem tévedtek. Ezáltal a szakértők besorolásainak a minőségéről többletinformációt kapunk, amelyet *maximális megbízhatóságú besorolás* létrehozására használhatunk fel.

A CLASS-2900 alkalmazásának feltétele, hogy a szakértők egymástól függetlenül mondjanak véleményt. Ha például két vagy több szakértő nem egymástól függetlenül mond véleményt, illetve rangsort, hanem közös megállapodás alapján, akkor az ő véleményük súlyozottan (esetleg többszörösen súlyozottan) esik latba. A testületileg kialakított kompromisszumos megoldás tehát távol eshet a realitástól, nem fogadható el viszonyítási alapnak. Három szakértő esetén, ha kettő lényegét tekintve azonos álláspontot alakít ki, akkor a testületi döntésnél nyilván az ő véleményük dominál. Ilyen esetben, ha két szakértő megbízhatósága (találati valószínűsége) egyformán nagy értékű, de a valóságban kisebb, mint a harmadiké (és ez kisebb, mint 1), akkor a becslésnél a harmadik szakértő megbízható-

ságára a valóságosnál lényegesebb kisebb értéket is kaphatunk, amely leszavazás miatt áll elő. Ilyenkor fordulhat elő, hogy a kollektív "kollektív bölcsesség" alapján hozott döntés nem feltétlenül optimális döntés.

A függőség ténye megszűnik, vagyis függetlenség ténye áll elő, ha a két szakértői véleményt egynek tekintjük. Majdnem bizonyosra vehető, hogy az elvi hasonlóságok miatt a REM-mel és az ELECTRE-vel kapott eredmények nem függetlenek, így egymáshoz közelállóak lesznek.

Ha a függetlenség hiánya forog fenn, illetve ha ezzel kapcsolatban gyanú támad, célszerű a testületi (csoportos) vélemény helyett párosítás mellett a kiértékelést elvégezni:

- ♦ a párosításkor kapott találati valószínűségek közül az azonosakat elhagyhatjuk;
- ♦ eltérő találati valószínűségek esetén megszámláljuk, kinek a javára hányszor billent a mérleg.

Aki kevesebbszer volt vesztes (akinél kevesebbszer volt a találati valószínűség kisebb), azt minősítjük megbízhatóbb szakértőnek.

Ezt kifejezhetjük a függetlenség biztosítása mellett (párosítás esetén) értelmezhető azon P_r valószínűséggel, mely (közelítően) megmondja, mekkora annak a valószínűsége, hogy párosításkor az r -edik szakértő találati valószínűsége a többivel szemben nem rosszabb (= egyező vagy jobb!).

Kis számú minta esetén az így előállt értékekkel óvatosan kell bánni. Hiába értékeljük a kapott eredményeket egy újabb számítógépes rendszerrel, a kis számú minta alapján való "kísérletezés" nem tesz lehetővé kellő biztonságu állásfoglalást. Arra azonban jó, hogy első közelítésben képet kapjunk a minősítő rendszerek használhatóságáról. Jó alkalom ez arra is, hogy lássuk, hogyan kellene több termékcsoport (nagyobb mintaszám) esetén a megbízhatóbb értékelést elvégezni.

Az egyes eljárások eredményeinek értékelése

A minősített termékcsoportokat és jellemzőiket az 1. táblázatban foglaljuk össze.

1. táblázat

Termékcsoportok minősítése

Jellemzők	Termékcsoport		
	Esztetika	Hűtőgép	Zokni
Termékek száma (db)	4	7	5
Értékelési tényező (db)	60	38	19
Zsűrítig (fő)	10	7	8

(Az esztergáknál az értékelési tényezők közül az ELECTRE 42, a RANG–64 35 tényezőt vett figyelembe. A hűtőgépeknél a RANG–64 a 38 tényező közül hármat elhagyott.)

A gépi változatok eredményeit a 2., 3., 4. táblázat mutatja. A REM 1, az ELECTRE 2, a RANG–64 3 rangsorváltozatot készített. Az egyes változatok a súlyok megválasztásában térnek el egymástól. A REM csak a saját maga által előállított konvex típusú súlyokkal dolgozott. A súlyozásra ezt alapváltozatnak tekintjük, és a változatok megadásakor külön nem jelöljük.

ELECTRE:

E_1 -jelöli a súly nélküli futásváltozatot.

E_2 -jelöli a REM által adott súlyértékek szerinti futást.

RANG–64:

R_1 -jelöli a súly nélküli futásváltozatot.

R_2 -jelöli a REM által adott súlyértékek szerinti futást.

R_3 -jelöli a RANG–64 által "választott" súlyértékek szerinti futásváltozatot. (A súlyok generálásakor figyelembe lett véve az értékelési tényezőknek szakértők által adott rangsora!)

Az eltérő súlyozások miatt a párosítások a következők lehetnek:

E_1R_1 E_2R_2

E_1R_2 E_2R_2

E_1R_3 E_2R_3

Mivel három termékcsoport lett minősítve, összesen $3 \times 6 = 18$ futási változat született. A kapott eredményeket változatok szerint foglaltuk össze a 2. táblázatban.

Futási változatok

2. táblázat

Súlyozás	I. E_2R_2				II. E_1R_1				III. E_2R_3				IV. E_1R_3				V. E_1R_2				VI. E_2R_1			
Rendszer* jele	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Esztergák																								
E/1	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3
E/2	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
E/3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
E/4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Hűtőgépek																								
H/1	1	1	2	1	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	4	2	1	2	2	1	1	1	4	1
H/2	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7
H/3	3	2	3	3	3	1	2	1	3	2	2	2	3	1	2	1	3	1	3	3	3	2	2	2
H/4	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6
H/5	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3
H/6	2	4	1	2	2	4	1	4	2	4	1	4	2	4	1	4	2	4	1	2	2	4	4	4
H/7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Zoknik																								
Z/1	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4
Z/2	5	5	3	5	5	4	4	4	5	5	3	5	5	4	3	4	5	4	3	4	5	5	4	5
Z/3	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1
Z/4	2	1	4	2	2	2	3	2	2	1	4	2	2	2	4	2	2	2	4	2	2	1	3	2
Z/5	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3

* 1 = REM, 2 = ELECTRE, 3 = RANG–64, 4 = CLASS–2900

A táblázat 4. jelű oszlopaiban a CLASS–2900 programmal számított *maximális megbízhatóságú besorolás* található. Általában több (a teljes távolságösszeget minimalizáló) lehetséges (megengedett) megoldása is lehet a feladatnak. Itt egyetlen, még hozzá a legvalószínűbb van feltüntetve.

A megoldásokban a számított értékhez a lehető legközelebb esnek az egyes rendszerekkel kapott (megadott) értékek. (A rendszerekre esetenként az 1,2,3 sorszám megadásával is fogunk hivatkozni!)

A I. változatban zoknik esetén két megoldás van. A másik megoldás: 4,5,2,1,3. Ezek szerint:

3. táblázat

Találati valószínűségek együttes értékelés esetén

Változat	Termék-csoport*	Rendszerek		
		1	2	3
1 E ₂ R ₂	E	0,750	0,750	1,000
	H	1,000	0,833	1,833
	Z	0,916	0,916	0,333
Átlag		0,889	0,833	0,722
2 E ₁ R ₁	E	0,750	1,000	1,000
	H	0,841	0,833	0,741
	Z	0,833	1,000	0,666
Átlag		0,808	0,944	0,802
3 E ₂ R ₃	E	0,750	0,750	1,000
	H	0,916	0,916	0,666
	Z	0,916	0,916	0,333
Átlag		0,861	0,861	0,666
4 E ₁ R ₃	E	0,750	1,000	1,000
	H	0,841	0,833	0,741
	Z	0,833	1,000	0,500
Átlag		0,808	0,944	0,747
5 E ₁ R ₂	E	0,750	1,000	1,000
	H	0,958	0,750	0,875
	Z	0,833	1,000	0,500
Átlag		0,847	0,917	0,792
6 E ₂ R ₁	E	0,750	0,750	1,000
	H	0,916	0,916	0,666
	Z	0,916	0,916	0,500
Átlag		0,861	0,861	0,666

* E = esztergák,
H = hűtőgépek
Z = zoknik.

Korábban már jeleztük, hogy az additív modell-családba tartozó ELECTRE és REM bizonyos értelemben közös alap gondolatokra épül, ezért nem teljesen függetlenek egymástól, ami a gyakorlatban maga után vonja azt is, hogy várhatóan közel azonos eredményeket fognak hozni. A találati valószínűségek alakulása megerősítette ezt a feltevést. Ezért a CLASS-2900 programmal elvégeztük a páronkénti összehasonlításokat is, így a kiértékelendő változatok száma $3 \times 18 = 54$ -re nőtt.

A párosítás alkalmával keletkezett találati valószínűségeket a 4. táblázat foglalja össze.

$$d_1^{(1)} = |4-4| + |5-5| + |1-1| + |2-1| + |3-3| = 0$$

$$d_2^{(1)} = |4-4| + |5-5| + |2-1| + |2-1| + |3-3| = 2$$

$$d_3^{(1)} = |5-4| + |3-5| + |2-1| + |4-2| + |1-3| = 8$$

$$d_1^{(1)} + d_2^{(1)} + d_3^{(1)} = 0 + 2 + 8 = 10$$

$$d_1^{(2)} = |4-4| + |5-5| + |1-2| + |2-1| + |3-3| = 2$$

$$d_2^{(2)} = |4-4| + |5-5| + |2-2| + |1-1| + |3-3| = 0$$

$$d_3^{(2)} = |5-4| + |3-5| + |2-2| + |4-1| + |1-3| = 8$$

$$d_1^{(2)} + d_2^{(2)} + d_3^{(2)} = 0 + 2 + 8 = 10$$

A program az első megoldást találta legvalószínűbben előfordulónak. (A I. változat 4. oszlopában a zokniknál ez található!)

A 3. táblázat a különböző változatokban előforduló találati valószínűségeket (p_r) tartalmazza. Az r -edik rendszerre ezek az értékek az alábbi képlettel számolhatók:

$$p_r = \frac{\sum_{j=1}^m p_r^{(j)}}{m}$$

ahol $j=1,2,\dots, m$ a (hozzárendelési problémaként kezelt) feladat megoldásainak a száma, s itt

$$p_r^{(j)} = \begin{cases} 1 - 2 \frac{d_r^{(j)}}{n^2} & \text{ha } n \text{ páros,} \\ 1 - 2 \frac{d_r^{(j)}}{n^2 - 1} & \text{ha } n \text{ páratlan, } (n \geq 2), \end{cases}$$

n egy termékcsoporthoz tartozó termékek számát jelöli.

Példánkban a zoknik esetében 5 termék lett minősítve, ezért $n=5$ (páratlan szám), így ($m=2$):

$$p_1^{(1)} = 1 - 2 \frac{0}{24} = 1,000$$

$$p_2^{(1)} = 1 - 2 \frac{2}{24} = 0,833$$

$$p_3^{(1)} = 1 - 2 \frac{8}{24} = 0,333$$

$$p_1^{(2)} = 1 - 2 \frac{2}{24} = 0,833$$

$$p_2^{(2)} = 1 - 2 \frac{0}{24} = 1,000$$

$$p_3^{(2)} = 1 - 2 \frac{8}{24} = 0,333$$

$$p_1 = \frac{p_1^{(1)} + p_1^{(2)}}{2} = 0,916; p_2 = \frac{p_2^{(1)} + p_2^{(2)}}{2} = 0,916;$$

$$p_3 = \frac{p_3^{(1)} + p_3^{(2)}}{2} = 0,333.$$

(Vö.: 3. táblázat, 1. változat, Z sor.)

Találati valószínűségek párosítás esetén

Változat	Termék-csoport	Rendszerek		Rendszerek		Rendszerek	
		1	2	1	3	2	3
1 E_2R_2	E	0,750	0,750	0,875	0,875	0,875	0,875
	H	0,916	0,916	0,916	0,916	0,833	0,833
	Z	0,916	0,916	0,666	0,666	0,666	0,666
Átlag		0,861	0,861	0,819	0,819	0,791	0,791
2 E_1R_1	E	0,875	0,875	0,875	0,875	1,000	1,000
	H	0,866	0,883	0,833	0,833	0,819	0,847
	Z	0,916	0,916	0,750	0,750	0,833	0,833
Átlag		0,886	0,891	0,819	0,819	0,884	0,893
3 E_2R_3	E	0,750	0,750	0,875	0,875	0,875	0,875
	H	0,916	0,916	0,833	0,833	0,833	0,833
	Z	0,916	0,916	0,666	0,666	0,666	0,666
Átlag		0,861	0,861	0,791	0,791	0,791	0,791
4 E_1R_3	E	0,875	0,875	0,875	0,875	1,000	1,000
	H	0,866	0,883	0,833	0,833	0,819	0,847
	Z	0,916	0,916	0,666	0,666	0,733	0,766
Átlag		0,886	0,891	0,791	0,791	0,851	0,871
5 E_1R_2	E	0,875	0,875	0,875	0,875	1,000	1,000
	H	0,866	0,883	0,916	0,916	0,847	0,819
	Z	0,916	0,916	0,666	0,666	0,733	0,766
Átlag		0,886	0,891	0,819	0,819	0,860	0,862
6 E_2R_1	E	0,750	0,750	0,875	0,875	0,875	0,875
	H	0,916	0,916	0,833	0,833	0,833	0,833
	Z	0,916	0,916	0,750	0,750	0,750	0,750
Átlag		0,861	0,861	0,819	0,819	0,819	0,819

Ha az olyan eseteket, amikor az egyik rendszernek a találati valószínűsége a másikéhoz viszonyítva nagyobb, *győzésnek*, fordított esetben *vesztésnek*, egyezőség esetén *döntetlennek* minősítjük, akkor a párosítás alkalmával előállt helyzetet a labdarúgásban használatos értékelési sávval jellemezhetjük:

RANG-REM: 0-0:

RANG	4	31	1	4-1		39
------	---	----	---	-----	--	----

RANG-ELECTRE: 4-1:

ELECTRE	4	28	4	4-4	36
---------	---	----	---	-----	----

ELECTRE-REM: 3-0:

REM	0	33	3	0-3	33
-----	---	----	---	-----	----

Ennek alapján annak a valószínűsége (P_1), hogy párosításkor a találati valószínűség a többivel (a másik kettővel) szemben nem rosszabb (jobb, vagy egyenlő), a következőképpen alakul:

REM: $P_1 = 1 - \frac{3}{36} = 0,918 \sim 0,92$

ELECTRE: $P_2 = 1 - \frac{4}{36} = 0,889 \sim 0,89$

RANG: $P_3 = 1 - \frac{1}{36} = 0,972 \sim 0,97$

Ez a helyzet *globálisan*, amikor azonos párosítás többszöri találkozóznak számít. Ugyanez a valószínűség azonos párok kiszűrésekor értelemeszerűen:

$$\bar{P}_1 = 1 - \frac{1}{15} = 0,933 \sim 0,93$$

$$\bar{P}_2 = 1 - \frac{4}{24} = 0,833 \sim 0,83$$

$$\bar{P}_3 = 1 - \frac{1}{27} = 0,963 \sim 0,96$$

Mint látható, $P_1 \approx P_2$, ami azt is kifejezi, hogy a REM és ELECTRE lényegében egyformán, azonos megbízhatósággal rangsorol. Ezeknél valamivel jobb a RANG minősítése.

A párosításkor a REM csak egy súlyrendszerrel szerepelt, így ez az értékelés számára látszólag kedvezőtlen. Mivel azonban a REM képviselői az általuk adott súlyokkal látták a legjobbnak a REM rangsorát, valójában a REM-nél mindig az általa legjobbnak tartott rangsorolás szerepel. Így tulajdonképpen olyan változatokat nem értékeltünk, melyek a REM számára esetleg kedvezőtlenek lehetnek volna. Különben is a REM csak az ELECTRE-vel szemben került hátrányba, amikor az nem súlyozott. Máskor a REM találati valószínűségei egyeztek, ami arra utal, hogy az additív modellek — a REM és ELECTRE is — a súlyozásra (illetve elmaradására) jobban reagálnak, mint a RANG.

A $\bar{P}_1$ és $\bar{P}_2$ valószínűségek nagyobb eltérése abból adódik, hogy az ELECTRE többször szerepel súlyozás nélküli "hátrányosnak vélt, illetve tartott" változatban. A 3. táblázat szerinti realitás az, hogy a REM és ELECTRE lényegében azonos megbízhatósággal rangsorol, függetlenül attól, hogy az ELECTRE súlyoz-e vagy sem. Ebben a párosításban ez egyben azt jelenti, hogy az ELECTRE gyengén reagál az alkalmazott súlyokra, amit a használói előre jeleztek is.

Fontosabb megállapítások, következtetések

- ◆ Ha mindhárom rendszer akár azonosan (E_2R_2), akár eltérően (E_2R_3), de súlyoz, termékcsoportonként egyező találati valószínűséggel sorol jó helyre egy terméket. A találati valószínűség átlagosan nagyobb, ha az ELECTRE és a RANG nem súlyoz (E_1R_1). Ekkor azonban a találati valószínűség a REM és ELECTRE számára kedvezőtlenebbül alakul. A találati valószínűség leginkább akkor mutat eltérést, amikor az ELECTRE nem, a RANG a maga választotta súlyokkal dolgozik (E_1R_3). Ilyenkor a RANG javára billen a mérleg. A találati valószínűség azonos, amikor a REM és ELECTRE súlyoz, de a RANG nem (E_2R_1). Az ELECTRE javára billen a mérleg, amikor az nem súlyoz, a RANG pedig a REM által adott súlyokat veszi figyelembe (E_1R_2). Ha ezek a tendenciák nagyobb mintaszám esetén is érvényesülnének, akkor a RANG előnyös tulajdonságokkal felruházott minősítő rendszernek

bizonyulna. Az itt tapasztaltakról azonban egyáltalán nem tudni, mennyire általános érvényűek.

- ◆ A mintavétel, illetve az elvégzett próbaszámítások alapján úgy látszik, a REM és az ELECTRE lényegében egyformán azonos megbízhatósággal rangsorol. Velük szemben valamivel megbízhatóbbnak mutatkozik a RANG minősítése. Ez azonban a CLASS—2900-zal való értékeléssel alakult így, amikor a teljes távolságösszeget minimalizáló "kompromisszumos" megoldást tekintettük viszonyítási alpnak. Elképzelhető, hogy más értékelési eljárással más következtetésekre jutunk.
- ◆ Behatóbb érzékenységi vizsgálatokra, ugyanazon termékcsoportoknak más összetételű szakértői csoportokkal való minősítésére, a tulajdonságok összetételének változtatása melletti minősítésekre nem került sor. A minőségnek az árral való kapcsolatát szintén nem vizsgáltuk.
- ◆ A vizsgált három rendszer alkalmas arra, hogy velük termékeket összehasonlítsunk, rangsoroljunk. Mivel azonban még a végeredmények esetleges egybeesése sem garantálja a valóságos rangsorral való egyezést, a későbbi alkalmazások tapasztalatai mutatják meg, hogy az egy-egy rendszerben megtestesült módszer és eljárás a tényleges helyzetet mennyire jól és reálisan követi; milyen gyorsan és megbízhatóan ad elfogadható eredményt; ehhez hány szakembert kell mozgatni; mennyire költséges és kifizetődő az adott rendszerrel a minősítés stb. Valószínűleg az alkalmazás területétől és jellegétől függően kell a megfelelő rendszert kiválasztani. Esetektől függően többféle összehasonlító eljárás alkalmazása is szóba jöhet.

- ◆ Nem lenne helyes az útkeresés szakaszában — amikor az igazán értékelhető eredmények még csak ezután következnek — a kezdeti próbálkozásokat, eredményűkkel együtt, valamint a kutatás-fejlesztés eszköztárának a megválasztását több bizonytalanságot magában foglaló minősítéssel befolyásolni.

Annyit mégis megállapíthatunk, hogy az ELECTRE az additív modellek területén jól megállja a helyét, 21 éve használják. Jók a referenciái, de jobban "rendszerre" kellene fejleszteni.

A több mint 6 éve használt REM sok referenciával rendelkezik. A jelzett tapasztalatok szerint összehasonlításra, rangsorolásra igen alkalmas. Megbízhatósága azonos az ELECTRE-vel. Mivel additív modellként elsősorban súlyozásra épülve működik, felhasználásakor az alkalmazás feltételeit biztosítani, ellenőrizni kell.

A RANG használata viszonylag kevés alkalmazási feltételhez kötődik. Első változata másfél

évvel, jelen változata fél évvel ezelőtt készült el. Referenciája kevés, de már az NDK-ban is használják.

- ♦ Az egyes rendszereket jellemző módszerekben és számítógépre való adaptálásukban, a gépi programok alkalmazásba vételében magas színvonalú szellemi munka és sok időráfordítás húzódik meg. Hazánk e téren — az eddig elért elméleti és gyakorlati eredmények révén — a nemzetközi élmezőny második feléhez, a szocialista országok között az élvonalba tartozik. Ezt a pozíciót a jövőben egyre nehezebb lesz tartani.

- ♦ Felhasználói, alkalmazói oldalról nézve az ELECTRE a jelenlegi formájában gyors és tömegszerű feldolgozásra — főleg, hogy személyi számítógépre adaptált változata nincs — nehézkesen vehető igénybe. A REM alkalmazása előnyös, ha a tulajdonságok között sok a számszerűsítetlen (esztétika, forma, kivitel, csomagolás stb.), vagy ha sok tulajdonságot összevontan kell kezelni, és azokat számszerűsíteni kell. Ilyenkor a szakértői zsűri elengedhetetlenül szükséges. A RANG használata előnyös, ha a termékcsoportok adatstruktúrája homogén vagy kvázihomogén, a mutatók értékei pedig adottak. Ilyenkor a zsűri alkalmazása elkerülhető.

DOBÓ Andor: Néhány számítógépes termékminősítő rendszer értékelése

Egy, a résztvevőknek a döntés kialakításában megnyilvánuló hozzáértését, következetességét értékelő számítógépes program (CLASS—2900) felhasználható azonos feladatot elvégzett rangsoroló eljárások — mint döntéshozók — minősítésére is. A REM, ELECTRE és RANG—64 módszerekkel kapott különböző, egymástól többé-kevésbé eltérő eredmények összevetése lehetőséget ad az egyes eljárások hiányosságainak, erőnyeinek felmérésére, az alkalmazói szempontok ismeretében a továbbfejlesztési célok kijelölésére.

* * *

ДОБО, А.: Характерика нескольких автоматизированных систем оценки качества изделий

Автоматизированная система КЛАСС—2900, которая успешно применяется для оценки правильности и последовательности принятия решений, может быть применена и с целью классификации принятых решений и квалифицирования лиц, принявших решения. Сравнение результатов, полученных методами РЕМ, ЭЛЕКТРЕ и РАНГ—64, показывает их отличие друг от друга и дает возможность установить неточность некоторых методов, изучить достоинство других методов и, зная концепции их применения, наметить цели по их дальнейшему совершенствованию.

DOBÓ, A.: Evaluation of some computerized product qualification systems

A computer program, CLASS—2900, evaluating the expertise and consistency if the participants in a group decision process can well be used to the qualification of ranking processes for similar problems as in decision making. The intercomparison of various, more or less deviating results obtained by procedures and programs like REM, ELECTRE and RANG—64, gives an opportunity to survey the merits and drawbacks of the individual procedures, and to set the development goals knowing users' aspects.

* * *

DOBÓ, A.: Bewertung einiger Produktenqualifizierungs-Systeme mit Rechnermaschine

Ein die Sachkenntnis is der Ausgestaltung der Entscheidung und die Folgerichtigkeit der Teilnehmer auswertendes Rechnerprogramm (CLASS—2900) kann zur Qualifizierung der die gleiche Aufgabe ausgeführten Rangordnungsverfahren — als Entscheidungstreffer — verwandt werden. Die Gegenüberstellung der mit den REM, ELECTRE und RANG—64 Methoden bekommen verschiedenen voneinander mehr oder weniger abweichenden Ergebnisse gibt die Möglichkeit zur Ermessung der Mangelhaftigkeiten und Vorteile der einzelnen Methoden und in Kenntnis der Anwendershinsichten zur Festsetzung der Weiterentwicklungsziele.