A KOMBINATIV KÉPESSÉG BONYOLULT RENDSZERKÉNT VALÓ LEIRÁSÁNAK STRATÉGIÁJA

Csapó Benő

"Kezdetnek hangsulyoznunk kell egy állítást, amelyet Önök bizonyára hallottak már, de ujra és ujra ismételnünk kell. Ez az, hogy a tudomány nem magyarázatokat próbál adni, nem is interpretációkat keres, a tudomány főként modelleket állit fel. Modellen az olyan matematikai konstrukciót értjük, amely - bizonyos szóbeli értelmezést hozzáadva - leirja a megfigyelt jelenségeket. Az ilyen matematikai konstrukciókat az és csakis az igazolja, ha várható, hogy müködik, vagyis ha elég széles körben pontosan leirja a megfigyelt jelenségeket. Továbbá bizonyos esztétikai kritériumoknak is eleget kell tennie, vagyis ahhoz képest, amit leir, többé-kevésbé egyszerü kell, hogy legyen."

Neumann János

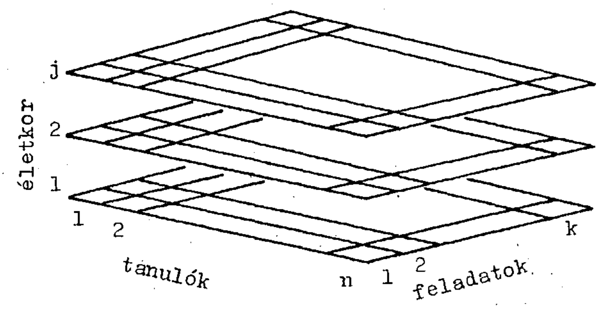
A bonyolult rendszerek vizsgálata, leirása során a következő dilemmával találjuk szemben magunkat: egyrészt szeretnénk a rendszerről minél reálisabb, részletesebb, a bonyolultságot is visszaadó modellt késziteni, ugyanakkor a leirástól elvárjuk, hogy egyszerü, áttekinthető, szemléletes legyen. E két követelménynek lehetetlen egyidejüleg eleget tenni, ezért az elemzésnek és leirásnak olyan többlépcsős stratégiáját kell alkalmazni, melynek eredményeként a rendszer egészéről is, és finomabb részleteiről is képet kaphatunk. Ilyen stratégia lehet a holisztikus /totalisztikus/ megközelités: először a rendszer egészéről egy durva felbontásu, vázlatos modellt adunk, majd alaposabban megvizsgáljuk az egyes részeket, végül kis részletek "kinagyitásával" tanulmányozzuk a finomszerkezetet. Az elemzés hierarchizálása, szintjeinek kijelölése során két tényezőre kell tekintettel lennünk: egyrészt a gyakorlati számitástechnikai kapacitásokra, arra, hogy mennyi információt lehet egyszerre kezelni, milyen mennyiségü adatot áramoltathatunk be egyszerre; másrészt pedig az emberi gondolkodás kapacitásaira, arra, hogy mennyi összefüggést vagyunk képesek egyszerre elemezni, áttekinteni, milyen mennyiségüre kell az információkat tömöriteni. Bizonyos szempontoktól tehát az elemzés minden fázisában tudatosan el kell tekintenünk, hogy csak a néhány kiválasztott tényezőre koncentrálhassunk.

A következőkben a kombinativ képesség adatfeldolgozási, elemzési stratégiáját mutatjuk be. Magával a vizsgálattal, céljaival, tartalmi kérdéseivel itt nem foglalkozunk /erről ld.: Nagy, 1980; Csapó 1979, 1983a, 1983b/, a bemutatandó példákat csupán a gondolatmenet illusztrálására fogjuk használni.

A kiindulási adatok

A klasszikus tesztelmélet egy mátrix formában elrendezett adathalmazból indul ki, melynek sorvektorai a vizsgált személyek eredményeit, oszlopvektorai az egyes tesztitemek eredményeit jellemzik. Az elmélet feltételezi, hogy a mintát véletlenszerüen választottuk ki az /elvileg végtelen nagy/ populációból, és a tesztitemeket ugyancsak véletlenszerüen választottuk ki a mérendő tartalom elemeinek /elvileg végtelenül nagy/ halmazából. A mátrix elemei alternativ /0-1/, diszkrét vagy folytonos értékeket vehetnek fel /ld.: Lord-Novick, 1968/.

Vizsgálatunkban egy olyan adathalmazhoz jutottunk, amely különböző életkoru tanulók eredményeit tartalmazza, igy az adatok formája /elvileg/ egy három dimenziós tömb /1. ábra/. Eltérés a klasszikus elmélethez képest az, hogy a tesztitemek nem véletlenszerüen kiválasztott elemek, hanem egy hipotetikus strukturát képeznek le, valamint az adat-tömb /illetve a megfelelő mátrixok/ elemei nem skaláris mennyiségek, hanem maguk a vektorok.



1. ábra

A tömb az életkor dimenzióban akkor lenne "átjárható", ha ugyanazoknak a tanulóknak a különböző életkorban mért teljesitményeit tartalmazná. Könnyü belátni, hogy egy ilyen adatrendszer felvétele meglehetősen körülményes lenne, ezért három különböző életkoru mintát használtunk /$n_1 = 150$, $n_2 = 600$, $n_3 = 150$/. Tehát már az adatfelvételnél /a nagyobb pontosságról és bizonyos elemzési lehetőségről lemondva/ csökkentettük az adatok potenciális mennyiségét.

A vizsgálathoz közel 150 feladatot használtunk, és ha a feladatok megoldását átlagosan 10 komponensü vektorral jellemezzük, könnyen kiszámitható, hogy az még mindig több millió adatot jelent. Igy a különböző elemzésekhez szükség van a teljesitményeket tömörebben kifejező mutatókra. Nézzük, hogyan juthatunk ilyenekhez!

A feladatokban bizonyos feltételeknek eleget tevő kombinatorikai konstrukciókat kell felsorolni. Például az A,B,C betük kéttagu ismétlés nélküli variációit: AB, AC, BA, BC, CA, CB. Ha az AB = 1, AC = 2, BA = 3, BC = 4, CA = 5, CB = 6 jelölést bevezetjük, az előző felsorolást az /1,2,3,4,5,6,0,0/ vektorral egyértelmüen megadhatjuk. A különböző variációk számánál hosszabb vektort kell használnunk, hogy az ismétlődő, feleslegesen felirt variációkat, a rossz megoldásokat is számontarthassuk. Az igy kapott vektor a felsorolás sorrendjét, a megoldás minőségét, tanuló "gondolatmenetét" jellemzi.

A minőség leirásának elvesztése árán tömörebb adatokhoz jutunk, ha megszámoljuk a különböző jó /x/ és az ismétlődő /y/ konstrukciókat, és csupán az /x,y/ számpárt tartjuk nyilván. Igy az AB, BA, AC, AB felsorolást jellemző /1,3,2,1,0,0,0,0/ vektor helyett a /3,1/ számpárt kapjuk. Ez bonyolultabb feladatnál, például egy huszkomponensü vektorhoz képest jelentős tömörités.

A megoldás jóságát kifejező egyetlen skaláris mennyiséghez jutunk, ha a következő formulát alkalmazzuk:

$$J = \frac{x\ /T-y/}{T^2}$$

ahol a T a teljes felsorolás konstrukcióinak a száma.
Ha kikötjük még, hogy $y > T$ esetében $J = 0$, akkor J értéke 0 és 1 között változhat, a jó konstrukciók számának függvényében monoton nő, a feleslegesen felirt konstrukciók számának függvényében pedig monoton csökken.

Sulyozott, a feladat nehézségét illetve összetettségét kifejező mutatót kapunk, ha J értékét T-vel szorozzuk:
$S = J.T.$

Az S maximális értéke megegyezik a feladatban maximálisan készithető különböző konstrukciók számával, igy segitségével a szubtesztek, tesztek jellemzésére alkalmas összetett mutató készithető /Az y-nal való korrekció miatt szigoruan véve nem additiv, de gyakorlatilag jó közelitéssel additivnak tekinthető/.

Végül annak jellemzésére, hogy a feladat jó, vagy nem jó, definiálhatunk egy alternativ változót a következő módon:
$A = 1$ ha $J = 1$, egyébként $A = 0$.

Tehát a feladat megoldásának jellemzésére, a különböző matematikai, statisztikai eljárásokhoz a következő mutatókat értelmeztük:

adat	példa
felsorolás:	AB, BA, AC, AB
vektor:	/1,3,2,1,0,0,0,0/
számpár /kételemü vektor/: /x,y/	/3, 1/
a megoldás "jósága": $J = \frac{x/T-y/}{T^2}$	J = 0,6
sulyozott mérték: S = J . T	S = 3,6
alternativ változó: $A = [J]$	A = 0

Az igy definiált mutatók különböző matematikai-elemző eljárások bemenő adatai lehetnek. Néhány példán keresztül bemutatjuk ezek szerepét az elemzés teljes rendszerében.

A fejlődési folyamatok mennyiségi jellemzése

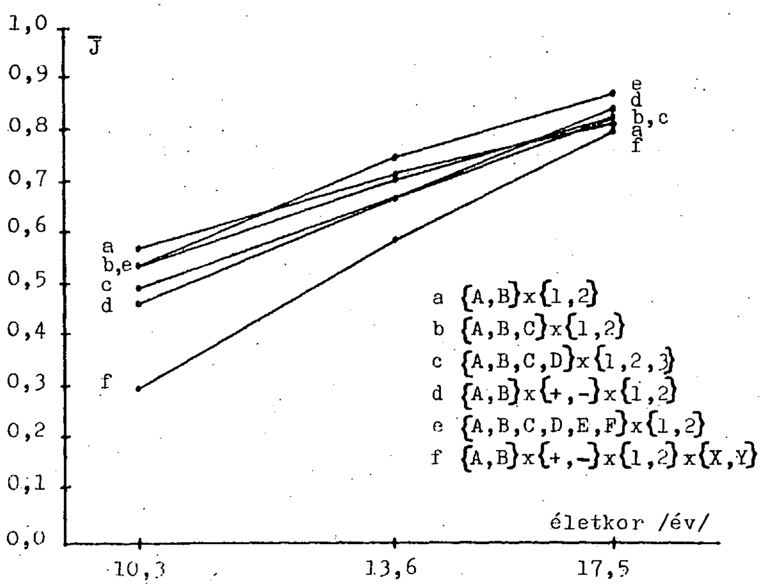
A fejlődést legáltalánosabban mint mennyiségi növekedést és mint minőségi átalakulást, illetve mint e két mozzanat kombinációját irhatjuk le.
Vizsgálatunk adatai mind a mennyiségi növekedés, mind pedig a minőségi átalakulások elemzését lehetővé teszik.

A mennyiségi növekedés a fejlődés átfogóbb, "durvább" leirására alkalmas. Mennyiségi változóként értelmezhetjük a feladatmegoldó teljesitmény növekedését. Egyelőre nem vizsgáljuk, hogy milyen megoldási stratégiával, milyen gondolatmenettel sorolják fel a tanulók a konstrukciókat, csupán regisztráljuk, hogy az idősebb tanulók átlagosan több jó konstrukciót illetve kevesebb felesleges konstrukciót sorolnak fel, és ezt a feladatmegoldó tevékenység fejlődéseként értelmezzük, aminek mennyiségi mutatója lehet például a J.

Mint az adatfelvétellel kapcsolatban már hangsulyoztuk, az egy minta különböző életkorokban való felmérésével nyerhető adatrendszert lényegében három különböző életkoru minta egyidejü felmérésével "szimuláltuk". Ebből következik, hogy adataink nem alkalmasak az egyéni fejlődési folyamatok vizsgálatára és ezek átlagos tendenciáinak feltárására, hanem csupán a teljesitmények átlagainak változását hasonlithatjuk össze. /Ez utóbbi viszont bizonyos feltételek fennállása esetén jól helyettesiti az átlagok növekedését, ami matematikailag a növekedések átlagával egyezik meg./

Példaként egy szubteszt /Descartes-féle szorzatok képzése formális szinten/ feladatainak /illetve a feladatok által vizsgált müv leteknek/ fejlődését a 2. ábrán mutatjuk be. A vizszintes tengelyen a minták átlagos életkorát, a függőleges tengelyen a feladat megoldását jellemző J értékek átlagát tüntettük fel.

EGY SZUBTESZT MÜVELETEINEK FEJLŐDÉSE



2. ábra

A fejlődés mennyiségi mutatói - ha a növekedésnek határai vannak - többnyire logisztikus függvény szerint változnak. A bemutatott fejlődési szakaszok a logisztikus görbe felső ágára illeszthetők. Látható, hogy lényegében függetlenül az alsóbb életkorban elért szinttől a görbék a 80-90 % körüli "telitődési" szinthez simulnak.

A bemutatott müveletek fejlődése hosszu folyamat, már az alsó tagozat végére eléri az 50 % körüli fejlettségi szintet, és a fejlődés csak a középiskola vége körül zárul le. /A kombinativ képesség teljes feladatrendszerét 24 hasonló szubtesztet tartalmazza./

A fejlődés minőségi oldalát a strukturák átalakulása, fejlődése jelenti, ezzel a kérdéssel a strukturák vizsgálatának bemutatása után foglalkozunk.

Strukturavizsgálatok

A struktura vizsgálatánál különösen nagy szerepe van az elemzési módszerek jó hierarchizálódásának. Első lépésként a kombinativ képességnek mint egésznek a képességek rendszerében elfoglalt helyével kell foglalkoznunk. Mivel a kombinativ képesség mérését két másik képességgel együtt mértük, valamint a tanulók intelligencia- és kreativitás-teszteket is megoldották, módunk van ezek összefüggéseinek felvázolására. Technikailag ehhez egy olyan mutató kell, amelyik a képesség fejlettségét egyetlen számértékkel jellemzi. Ilyen indexet a feladatok megoldásának jóságát jellemző sulyozott mértékből késziethetünk.

Még mindig a kombinativ képesség "külső" kapcsolatainak feltárását jelenti, de most már differenciáltabb képet adva, ha az egyes müveletcsoportokat tartalmazó tesztek, szubtesztek összevont mutatói és a többi képességet hasonló részletességgel leiró adatok között végzünk összefüggésvizsgálatot. Tekintettel arra, hogy igy a 24 müveletnek közel 100 más mutatóval való összefüggését kapjuk, és már ez is csak nehezen áttekinthető, elemezhető mennyiségü kapcsolatot jelent, ennél részletesebb összefüggésvizsgálatot már csak a kombinativ képességen "belül" érdemes elvégezni.

Ezeket az összefüggésvizsgálatokat végezhetjük az S értékekből készitett összevont mutatók alapján számitott korrelációs együtthatók segitségével, használhatjuk a korrelációs együtthatókból kiinduló többváltozós regresszióanalizist vagy clusteranalizist.

A kombinativ képesség belső összefüggésvizsgálatánál már elmehetünk a tesztfeladatok, illetve a müveletek szintjéig. Azonban, mivel a közel 150 feladat összefüggéseit több mint 10 ezer korrelációs együttható jellemzi, célszerü itt is több lépcsőben vizsgálni a strukturát: először csupán a tesztek, szubtesztek közötti összefüggéseket feltárni, majd ezután a teszteken belül a feladatok kapcsolatait vizsgálni.

Itt a müveletek kapcsolatrendszerének feltárásából csak egy mozzanatot emelünk ki, az elméleti uton felállitott hipotetikus strukturának és az empirikusan talált összefüggésrendszernek az összevetését. Példaként a formális szint "Variálás" tesztjének feladataival végzett cluster-analizist mutatjuk be /3. ábra/.

Az ábrán feltüntettük azokat a felsorolásokat, amelyeket a tanulóknak el kellett végezniük /illetve amit feltüntettünk, az a hibátlan megoldás/, igy közvetlenül leolvasható, hogy milyen feladatok alkotnak közös csoportot. Látható, hogy az azonos feladat tipusokból álló szubtesztek feladatai az osztályozásban is egységes csoportot alkotnak, a szubteszten belüli csoportosulásban pedig a döntő szempont az, hogy hány elemből állnak a felsorolt konstrukciók. /A teljes vizsgálati rendszer 6 hasonló méretü tesztet tartalmaz./

Az emlitett eljárások lényegében a "tipikus", az "átlagos" struktura feltérképezésére alkalmasak. Felvethetjük azonban azt a kérdést is, hogy a tanulók "egyéni" müveleti strukturáit miképpen ragadhatnánk meg. Erre is kinálkozik egy a "durvaszerkezet" bemutatására alkalmas módszer: végezzünk clusteranalizist az alapmátrix másik oldaláról, osztályozzuk most a tanulókat. Igy azok a tanulók kerülnek egy csoportba, akik hasonló szinvonalon oldották meg az egyes feladatokat, illetve ugyanazokat a feladatokat oldatták meg jól, vagy rosszul. Az igy előálló osztályozás /a fő ágakba tartozó tanulók megoldásainak elemzése révén/ módot ad néhány különböző megoldás-struktura áttekintésére.

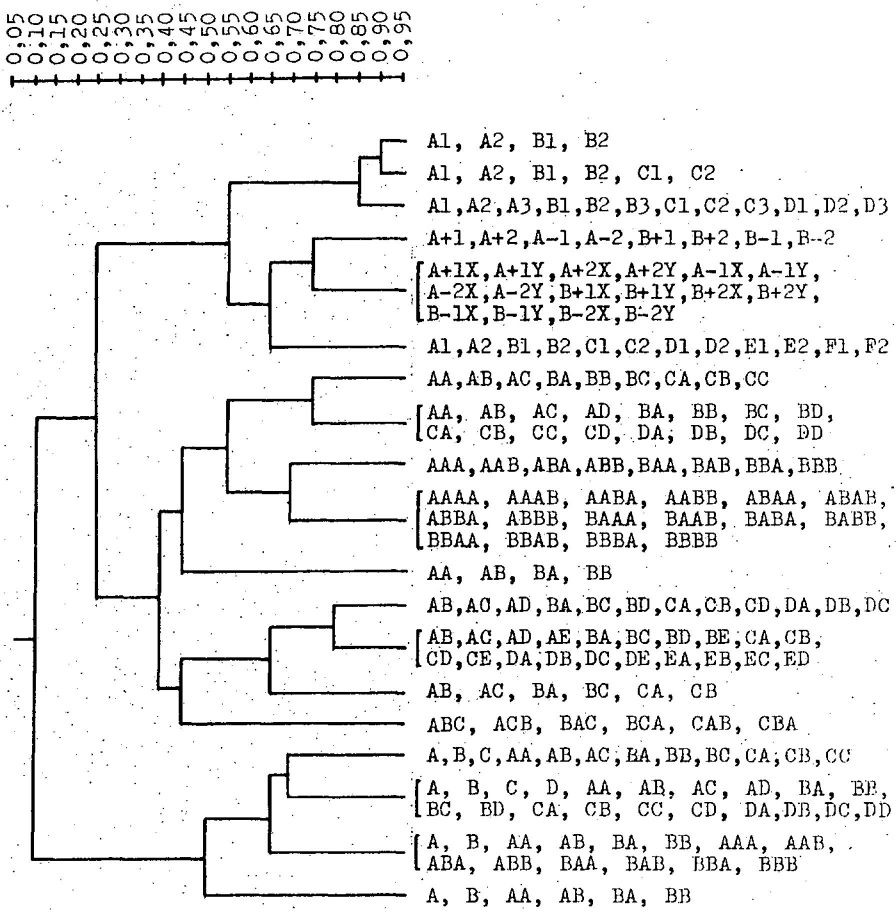
A tanulók szerinti és a feladatok szerinti osztályozást egyesiti a Galois kapcsolatokkal való osztályozás /ld.: Andor-Joó, 1976/, ez az eljárás azonban elsősorban kisebb strukturák elemzésére alkalmas.

A finomszerkezet vizsgálata

Finomszerkezeten esetünkben az egyes kombinativ müveletek elemi müveletekből való felépülését, a müveletvégzés mögött levő "gondolatmenetet", gondolkodási stratégiát értjük. Amikor a tanulók felsorolják egy feladat feltételeinek megfelelő

A "VARIÁLÁS" TESZT FELADATAINAK CLUSTER-ANALIZISE

A kapcsolat szintje /korreláció/ | Feladat /felsorolás/



3. ábra

konstrukciókat, a felsorolás sorrendje egyben tükrözi azt, hogy milyen algoritmus, "gondolatmenet" áll a müveletvégzés hátterében. Igy a felsorolások lényegében a müveleti képességek objektivációi, lenyomatai, a felsorolásokat reprezentáló vektorokból kiindulva a müveletek finomszerkezetét elemezhetjük.

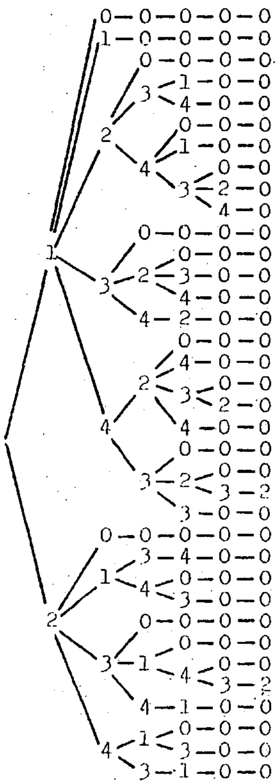
Legegyszerübb megoldásnak itt is a tanulók gondolkodási stratégiák szerinti osztályozása adódik. Példaként először bemutatjuk a teljes osztályozást a legegyszerübb feladatra, majd foglalkozunk azzal, hogy a bonyolultabb feladatoknál milyen következtetésekre ad módot az eljárás /4. ábra/.

A 4. ábrán a két elemből kéttagu ismétléses variációk képzésének feladatára kapott megoldásokat mutatjuk be. A manipulativ feladatban piros/P/ és kék/K/ pálcikákból kellett az összes különböző rendezett párt összeállitani. Az ábrán a felsorolási lehetőségeket egy fa alaku gráf segitségével rendszereztük. A négy különböző pálcikapárt elvileg 24 féle módon lehet felsorolni. Mivel az mindegy, hogy valaki a pirosat vagy a kéket tünteti ki kezdőszinként, a kékkel kezdődő felsorolásokat átkódoltuk, igy a lehetőségek száma felére csökkent. A 12 féle jó felsoroláson kivül a többi nem teljesen hibátlan. Az ábrán feltüntettük, hogy az egyes felsorolás-tipusok hány tanulónál fordulnak elő. Látható, hogy a tipikus megoldás az azonos és a különböző szinü pálcikákból álló párok egymás mellé gyüjtése. Mégpedig elől az egyformák /PP, KK, PK, KP: 163 és PP, KK, KP, PK: 76/ összesen 243 esetben, elől a különbözők /PK, KP, PP, KK: 131 és PK, KP, KK, PP: 37/ összesen 168 esetben fordulnak elő, vagyis az 553 értékelt megoldásból együttesen 411-nél érvényesül ez az elv. Az ismétlődő elemeket tartalmazó és nem tartalmazó konstrukciók külön-külön felsorolásának gondolatmenete nem általánositható, például már a háromelemü konstrukcióknál is problémák adódnak. Az általánositható PP, PK, KP, KK megoldás viszont mindössze 16 esetben fordul elő.

A bonyolultabb feladatok megoldásainak elemzésével nem csupán a müvelet fejlődésének lehetséges utjait, zsákutcáit és perspektiváit térképezhetjük fel, hanem a megoldásmenetek elemzésével a müveletrendszer "makrostrukturájának" fejlődé-

EGY TESZTFELADAT MEGOLDÁSAINAK OSZTÁLYOZÁSA

Gráf



Felsorolás	Gyakoriság
PP	1
PP,PP	1
PP,PK	1
PP,PK,KP,PP	2
PP,PK,KP,KK	16
PP,PK,KK	4
PP,PK,KK,PP	1
PP,PK,KK,KP	35
PP,PK,KK,KP,PK	1
PP,PK,KK,KP,KK	1
PP,KP	1
PP,KP,PK	1
PP,KP,PK,KP	1
PP,KP,PK,KK	3
PP,KP,KK,PK	6
PP,KK,PK	7
PP,KK,PK,PP	1
PP,KK,PK,KP	163
PP,KK,PK,KP,PK	1
PP,KK,PK,KK	1
PP,KK,KP	10
PP,KK,KP,PK	76
PP,KK,KP,PK,KP,PK	1
PP,KK,KP,KP	1
PK	1
PK,PP,KP,KK	16
PK,PP,KK	3
PK,PP,KK,KP	12
PK,KP	6
PK,KP,PP	2
PK,KP,PP,KK	131
PK,KP,PP,KK,KP,PK	1
PK,KP,KK,PP	37
PK,KK,PP	2
PK,KK,PP,KP	5
PK,KK,KP,PP	2

4. ábra

sére is következtethetünk. Például négy elemből /A, B, C, D/ kéttagu ismétlés nélküli variációkat képezve a 12 különböző variációt már közel 500 millió féle sorrendben lehetne felsorolni, itt tehát néhány tipikus sorrend még határozottabban jelzi a müveleti sémák kialakulását. Az alfabetikusan rendezett AB, AC, AD, BA, BC, BD, CA, CB, CD, DA, DB, DC felsorolás a variációk képzésének kifejlett müveletét jelzi, mig az AB, BA, AC, CA, AD, DA, BC, CB, BD, DB, CD, DC /vagy az AB, AC, AD, BC, BD, CD, BA, CA, DA, CB, DB, DC/ felsorolás a kombinációk képzése müveletének és a felcserélésnek az egymásutáni müködését jelzi. Ez utóbbi felsorolás tehát arra utal, hogy a kombinációk képzése korábban kialakul, mint a variációk képzése.

A fejlődés kvalitativ szintjei

A fejlődés szintjeinek az elemzése elválaszthatatlan a strukturák vizsgálatától, hiszen a fejlődés lényege éppen a strukturák átalakulása.

Mint már korábban emlitettük, adataink nem teszik lehetővé, hogy egy tanuló különböző fejlettségi szintjeit nyomonkövessük. Lehetőségünk van azonban arra, hogy különböző életkoru mintákban megnézzük a különböző fejlettségi szinteket tükröző megoldások arányát. Itt rövidség kedvéért csak azt mutatjuk be, hogyan értelmezhetjük a fejlettség különböző szintjeit. Lényegében csak az előző pontban tárgyalt elemzési eljárás eredményeinek interpretálását adjuk. Az egyszerüség kedvéért használjuk Piaget terminológiáját. /Piaget, 1951; Inhelder-Piaget, 1967/.

Tekintsük a négy elemből /A,B,C,D/ kéttagu variációk képzésének feladatát, illetve a feladat három különböző megoldását:

felsorolás	a felsorolást leiró vektor	a megoldás jóságának kvantitativ értéke
BC,CB,AD,DA,AB,CD	/5,8,3,10,1,9,0,0,0,0,0,0/	J = 0,
AB,BC,CD,DC,AC,CA,AD,DA,BD,DB,BA,CB	/1,5,9,12,2,7,3,10,6,11,4,8,0,0/	J = 1

AB,AC,AD,BA,BC,BD,CA,CB,CD,DA,DB,DC
/1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,0,0/ J = 1

Az első megoldás a müvelet előtti stádiumra jellemző: a próbálgatás, egyedi, vagy legfeljebb párokká kapcsolódó konstrukciók megalkotása. A tanuló véletlenszerüen talált egy összeállitást, felcseréléssel megkereste a "párját". A második és harmadik konstrukció az előzőekhez nem kapcsolódva egy párt alkot, végül a harmadik pár egészen más elven kapcsolódik össze. Próbálgatással, az elvek váltogatásával ezen a szinten még nem lehet eljutni a teljes megoldásig.

A második felsorolás már pároknál hosszabb láncokat is tartalmaz. Igy is előfordul még a felsorolási elvek váltogatása, azonban ez a tanuló már képes arra, hogy a konkrét szituációban a különböző elvek alapján előállitott konstrukciókat áttekintse, a felsorolást kiegészitse, teljessé tegye. Ez a szint a konkrét müveletek stádiuma.

Végül a harmadik felsorolásban már csak egy alapelv következetes végigvitele szerepel, ez a szint a formális müveletek stádiuma. /Más szisztematikus felsorolások is lehetnek, a lényeg az, hogy egyetlen alapelv érvényesüljön./

Látható, hogy a második és a harmadik felsorolást jellemző kvantitativ mutató egyaránt 1, tehát a finomabb különbségtételre nem alkalmas. Ugyanakkor tömörsége nagy előny, igy egyszerre sok feladat adatait tudjuk együtt kezelni.
A 14 elemü vektor minden lényeges információt tartalmaz, ugyanakkor kezelése nehézkes, a teljes adathalmaz ilyen részletességü elemzése igen nagy számitástechnikai kapacitást igényelne. De nem mondhatunk le egyikről sem: egy olyan bonyolul rendszerről, mint amilyen az ember valamely komplex képessége csak akkor alkothatunk hiteles képet, ha a különböző felbontóképességü eszközök széles skáláját alkalmazzuk.

Irodalom

ANDOR Csaba-JOÓ András /1976/: A clusteranalizis és a relációelmélet alkalmazása a társadalomtudományokban
Tömegkommunikációs Kutatóközpont "Módszertan" VII. évf. 19.sz.

CSAPÓ Benő /1979/: A kombinativ képesség és értékelésének feltételei
Acta Univ. Szeg. de A.J. nom Ser.Spec. Paed. Szeged

CSAPÓ Benő /1983a/: A kombinativ képesség és müveleteinek vizsgálata 14 éves tanulóknál
Magyar Pedagógia 2.sz.

CSAPÓ Benő /1983b/: A struktura és a tartalom szerepének vizsgálata izomorf kombinatorikai feladatokban
Kézirat, Szeged

INHELDER,B.-PIAGET,J. /1967/: A gyermek logikájától az ifju logikájáig
Akadémiai Kiadó, Budapest

LORD,F.M.-NOVICK,M.R. /1968/: Statistical theories of mental test scores
Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, London, etc.

NAGY József /1980/: A tudás létezési módjai, megjelenési formái és funkciói
Acta Univ. Szeged, de A.J. nom. Sectio Paed. 22.sz.

PIAGET, J.-INHELDER,B. /1951/: La genése de l'idée de hasard chez l'enfant
PUF, Paris

Benő Csapó

Die Strategie der Beschreibung der kombinativen Fähigkeit als eines komplizierten Systems

Die Komplexität der pädagogischen Erscheinungen macht die Aufnahme und die Verarbeitung einer grossen Menge von Informationen notwendig, trotzdem will man zu einem einfachen Modell als Endergebnis kommen. In der Studie wird eine mögliche Lösung dieses Problems, die hierarchische Organisierung der Datenverarbeitung und der Analyse am Beispiel der Untersuchung der kombinativen Fähigkeit dargestellt. Der erste Schritt zum Komprimieren der Informationen ist die entsprechende Strukturierung der Angaben. Die Analyse wird wesentlich vereinfacht, wenn auf den verschiedenen Ebenen der Untersuchung der Zusammenhänge Angaben verwendet werden, die die Lösung der Aufgaben mit unterschiedlicher Ausführlichkeit charakterisieren /bei den die einfache Beurteilung 'richtig - unrichtig' spiegelnden alternativen Veränderlichen angefangen über die für die Grösse der Leistung charakteristischen kontinuierlichen Veränderlichen bis zu den für die Repräsentierung der Qualität geeigneten Vektoren/. In der Studie werden vier wichtige Momente aus dem ganzen Untersuchungssystem hervorgehoben. Zuerst wird die Erschliessung der Entwicklungsprozesse behandelt, dann werden die mathematischen Methoden dargestellt, die zur Untersuchung der Makrostruktur der kombinativen Fähigkeit, des Systems der Zusammenhänge der in der Fähigkeit wirksamen Operation geeignet sind. Dann werden die Möglichkeiten zur Analyse der Mikrostruktur der Fähigkeit, der hinter den Operationen verborgenen Gedankengängen und Denkstrategien erörtert. Schliesslich werden die Fragen der Qualitätsstufen der Entwicklung, der Umgestaltung der Strukturen analysiert.