A DETERMINIZMUS PROBLÉMAKÖRÉNEK LOGIKAI ELEMZÉSE

HÁRSING LÁSZLÓ

E dolgozatban arra teszünk kísérletet, hogy a különböző determinizmus-felfogásokat a valószínűségi logika eszközeivel rekonstruáljuk, és e felfogások bizonyos következményeit levonjuk. Tudatában vagyunk annak, hogy az említett problémakörnek viszonylag kis töredéke tárgyalható pusztán logikai eszközökkel. Ezért a jelen dolgozatban kifejtendő felfogás nem teszi feleslegessé a determinizmus filozófiai elméleteit. Arra azonban alkalmas, hogy csökkentse a determinizmus és a hozzá kapcsolódó fogalmak homályosságát, sőt e fogalmak pusztán klasszifikatív használata helyett komparatív értelmezést vezessen be. A determinizmus problémaköréről a 60-as években lefolytatott vita viszonylag kevés elméleti hozama és e problémáról azóta publikált munkák azt mutatják, hogy elméleti szempontból jelentős előrelépés e területen csak akkor várható, ha a korábbiaknál szigorúbb logikával teszünk kísérletet felfogásunk megalapozására, továbbá nagyobb mértékben támaszkodunk a szaktudományok idevágó megállapításaira. A szigorú logikai megközelítés azonban bizonyos tartalmi elszegényedést eredményez. Ahhoz persze, hogy valamely felfogás jól megalapozott legyen, elengedhetetlenül szükséges az elmélet vázának pontos rekonstrukciója. A szilárd váz azután „elbírja" a kevésbé egzakt megállapítások „terhét". Sőt azzal az előnnyel is kecsegtet, hogy kirajzolja a rivális determinizmus-felfogások közös formális hátterét, világosan elkülönítve az analitikus (pusztán logikai igazságokat képviselő) állításokat az egyes koncepciók sajátszerűségét megadó faktuális (szintetikus) állításoktól. A determináltság jellegétől függ, hogy tartalmaz-e a vizsgált eseménytér olyan eseményegyüttest, amelynek tagjai különböző fejlettségűek, és oksági kapcsolatban állnak egymással. Lehetőség kínálkozik továbbá egy sereg más jelentős ontológiai fogalom (újdonság, bonyolultság, aktivitás, szervezettség stb.) egységes elméleti keretben való explikálására is.

A determinizmus logikai tárgyalásának jelentős irodalma van. Az idevágó munkák nagyobb része megmarad a klasszifikatív megközelítés keretei között, és nem definiál olyan függvényt, amelynek segítségével lehetőség nyílna a determináltság fokainak differenciált összehasonlítására.[1] E felfogások eredményei sem érdektelenek számunkra, hiszen olyan apparátus kidolgozására törekszünk, amely a klasszifikatív megközelítés eredményeiről is számot tud adni. A kifejtendő elképzelések kimunkálásánál a legtöbbet

[1] A determinizmus logikai elemzésére tett első kísérletek közül J. Lukasiewicz „On determinism"c. dolgozatát említjük (Polish Logic 1920–1939 Oxford at the Clarendon Press 1967, 19–39.). Lukasiewiczet a többértékű logika kidolgozására nem kis mértékben a determinizmussal kapcsolatos megfontolásai sarkallták.

abból az okságelméletből merítettünk, amelyet P. Suppes, és abból a determinizmus-explikációból, amelyet A. A. Ivin dolgozott ki.[2] Suppes a temporálisan értelmezett feltételes valószínűség fogalma segítségével definiálja az ok valamennyi fajtáját. Úgy véljük, ez a megközelítés általánosítható: a temporálisan értelmezett valószínűségek alkalmasak az események között fennálló nem feltétlenül oksági természetű objektív összefüggések leírására is. Az így kimunkált formalizált nyelv számot tud adni az Ivin által elért eredményekről is.

Minthogy a logikai explikáció csak egy töredékét tudja megragadni a különböző determinizmus-koncepcióknak, így kézenfekvő vizsgálódásunkat az adott problémakör kvalitatív jellemzésével kezdenünk.

1. A DETERMINÁLTSÁG DEFINÍCIÓJA

A „determináltság" fogalmát nem tekintjük alapfogalomnak. Ennek megfelelően előbb azokat a fogalmakat kell elemzés tárgyává tennünk, amelyeknek segítségével a „determináltságot" definiálni kívánjuk. Úgy véljük, hogy a legalkalmasabb definiáló fogalomnak a „feltételezettség" kínálkozik.

A környező világ eseményei igen változatos viszonyokban állnak egymással. E viszonyok közül különösen jelentősek *az események közötti hatások.* Ha pl. az egymásra ható események a valóság fizikai szerveződési szintjéhez tartoznak, akkor „tisztán" fizikai hatásról beszélünk. Hasonlóan fogjuk fel a „tiszta" kémiai, biológiai stb. hatást. Gyakori azonban az az eset, amikor a valóság különböző szerveződési szintjéhez tartozó események között jön létre hatás. Ilyenkor pl. valamely fizikai esemény kémiai vagy biológiai, valamely biológiai esemény pszichikai vagy társadalmi stb. hatásáról beszélünk. Az utóbbi hatástípusokat „kevert" hatásoknak nevezzük.

Valamely esemény egy tőle térben többé-kevésbé távoli eseményre képes hatni, és e hatás végbemeneteléhez – feltételezve a hatások terjedésének véges sebességét – időre van szükség. Ebből következően az A esemény, amely B eseménynek C eseményre gyakorolt hatása eredményeként jön létre, nem lehet korábbi, mint a B, ill. a C esemény. (Azért nem követeljük meg, hogy A későbbi legyen B-nél és C-nél, mivel a C-t létrehozó hatás lefolyásához gyakran oly kevés időre van szükség, hogy nem követünk el nagy hibát, ha megengedjük az egyidejűséget.)

Durva egyszerűsítést követnénk azonban el, ha nem vennénk számításba azt a D eseményt, amely a C eseménynek a B-re gyakorolt hatása eredményeképpen áll elő. Valójában az események közötti hatás mindig kölcsönhatás. Elméleti szempontból azonban gyakran jogos lehet az az absztrakció, ha a kölcsönhatásnak pusztán az egyik összetevőjét vesszük tekintetbe. Sőt, elvonatkoztatunk attól az eseménytől is, amely a hatást elszenvedi. Ennek megfelelően az A eseményt B hatásának, a D eseményt A hatásának tekintjük. A hatásnak ezen absztrakt formáit nevezzük *feltételezettségnek*. Az elnevezés azt a mozzanatot emeli ki, hogy a B esemény feltétele az A-nak, ill. C esemény a D-nek abban az értelemben, hogy a B esemény megalapozza az A esemény létrejöttét, a C esemény pedig a D bekövetkezését.

[2] Suppes, P.: „Probabilistic Theory of Causality", North-Holland Publ. Comp., Amszterdam 1970. – Ivin, A. A., O logicseszkom analize principov determinizma; „Vopr. filoszofii", 1969, 82–94.

De elmehetünk az absztrakcióban még messzebb is: ha elvonatkoztatunk a B és az A, ill. a C és a D események időrendjétől, és pusztán azt vesszük tekintetbe, hogy mekkora esélye van annak, hogy B esetén fennáll A is, ill. C esetén D is, akkor *feltételes valószínűségről* beszélhetünk. A feltételes valószínűség tehát az események időrendjétől elvonatkoztatott feltételezettség, a feltételezettség pedig a feltételes valószínűségnek egy sajátos temporális jellegű interpretációja.

Ha a feltételezettséget mint a feltételes valószínűség temporális interpretációját fogjuk fel, akkor lehetőség nyílik arra, hogy a feltételezettséget a feltételes valószínűség fogalmának[3] segítségével definiáljuk:

d1. Ha

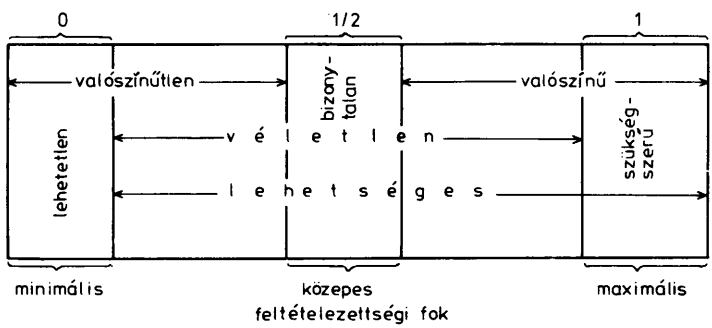
(i) $$t \leqslant t', \text{ akkor}$$

(ii) $$Cd(A/B) = P(A_{t'}/B_t),$$

azaz A eseménynek mint eredménynek B eseményhez mint alaphoz viszonyított feltételezettsége egyenlő a t' időpontban bekövetkező A eseménynek egy nem későbbi t időpontbeli B eseményhez viszonyított feltételes valószínűségével.

Megjegyzés: A Cd(/) formulában az argumentumok sorrendje egyúttal időrendet is megad. Tekintsük pl. a Cd(A & D/B & C) formulát, amelyet a d1. szerint a $P(A_{t''} \,\&\, D_{t'''} / B_t \,\&\, C_{t'})$ formulának feleltetünk meg, amelyre nézve fennáll: $t \leqslant t' \leqslant t'' \leqslant t'''$. Így lehetőségünk nyílik az indexek elhagyására. Ha a formulában olyan logikai művelet szerepel, amely megköveteli e sorrendtől való eltérést, akkor a megfelelő indexeket fel kell tüntetnünk, vagy alkalmas átalakítás útján olyan alakra hoznunk, amelyben az argumentumok sorrendje egyúttal az időrendet is megadja.

A valószínűségi értelmezés lehetőséget nyújt arra, hogy az eseményeknek a [0,1] intervallumon belül feltételezettségi fokokat tulajdonítsunk. Ezek segítségével definiálni tudunk bizonyos *modális fogalmakat,*[4] amelyek kapcsolatát a következő séma szemlélteti:



1. ábra

[3] A feltételes valószínűség fogalmának meghatározását lásd Rényi Alfréd „Valószínűségszámítás" c. könyvében. (Bp. 1968, 70–74.)

[4] Felfogásunk leginkább N. Rescher az ún. likelihood-modalitásokról kimunkált elképzeléseivel rokon. („Topics in Philosophical Logic", D. Reidel Publ. Comp. Dordrecht–Holland, 1968, 182–195.)

A d1. (i) szerint a feltételezettségre érvényesek valószínűség axiómái, de csak az (i) kikötés teljesülése mellett. Az időrenddel kapcsolatos megszorítás következményei az ún. általános szorzási szabály alkalmazásánál mutatkoznak:

T1. $$Cd(A \& B/C) = Cd(A/C)Cd(B/C \& A) .$$

Az A és B események szerepe csak akkor cserélődhet fel, ha $t' = t''$, azaz

T2. $$\text{ha } t' = t'' \text{, akkor}$$

$$Cd(A/C)Cd(B/C \& A) = Cd(B/C)Cd(A/C \& B) .$$

A T1.- és T2.-ből következik, hogy a

$$Cd(A \& B/C) = Cd(B \& A/C)$$

egyenlőség is csak $t' = t''$, azaz A és B egyidejűsége esetén érvényes.

A feltételezettség bizonyos elfajult eseteit reprezentálják a következő tételek:

T3. $$Cd(B/B) = 1 ,$$

T4. $$Cd(\sim B/B) = 0 ,$$

T5. $$Cd(T/B) = 1 ,$$

T6. $$Cd(\sim T/B) = 0 .$$

Azért nevezzük őket elfajult eseteknek, mert tulajdonképpen a B feltétel csak logikai és nem faktuális értelemben lehet önmagának, a ~B komplementer-eseménynek, a T azonos eseménynek, ~T önellentmondó eseménynek feltétele. Célszerű azonban a T3.–T6.-ot megtartanunk. Ellenkező esetben a valószínűségi formalizmus alkalmazásánál nehézségek lépnének fel.

A feltételezettség mint temporálisan értelmezett feltételes valószínűség lehetőséget kínál arra, hogy az események *szinkronikus* és *diakronikus* kapcsolatait világosan megkülönböztessük, és ezáltal az olyan összefüggések adekvátabb leírását adjuk, melyekben az időrendnek jelentős szerep jut.

Ha valamely B esemény alapján az A esemény feltételezettségi foka r, akkor ez azt jelenti, hogy a B_t esemény r fokban alapozza meg az $A_{t'}$ eseményt, illetve az $A_{t'}$ eseménynek r nagyságú esélye van arra, hogy a B_t esemény alapján bekövetkezzék. Ennek megfelelően a feltételezettség fogalmát szinonim értelemben használjuk az *ontológiai értelemben vett megalapozottság,* ill. a *megvalósulási esély* vagy *hajlam* fogalmával. Ha az események időrendjétől elvonatkoztatunk, akkor az absztrakt feltételes valószínűség fogalmához jutunk.

A determináltság definíciójának a feltételezettség fogalmának bevezetése csak első lépcsőfoka. E fogalomból kiindulva megadhatjuk az események meghatározott feltételhez

viszonyított újdonságértékét, mely közelebb visz bennünket a determináltság természetének megértéséhez. E fogalom bevezetését megkönnyíti az elégséges és a szükséges feltétel fogalmának meghatározása.

d2. Ha (i) $Cd(A, B) = 1$ és

(ii) $A \not\equiv B$,

akkor és csak akkor B *elégséges feltétele* A-nak.

Analóg módon definiáljuk a szükséges feltétel fogalmát:

d3. Ha (i) $Cd(A/\sim B) = 0$ és

(ii) $A \not\equiv B$,

akkor és csak akkor B *szükséges feltétele* A-nak. A B elégséges feltétel alapján az A esemény szükségszerűen bekövetkezik, és így a B-hez képest A *nem rendelkezik újdonságértékkel.* Az olyan A esemény pedig, amelynek hiányzik a B szükséges feltétele, lehetetlen hogy bekövetkezzék, és ha ez mégis megtörténne, akkor ez *maximális újdonságértéket* képviselne. Ezt általánosítva: valamely A esemény újdonságértéke a B eseményhez képest annál nagyobb, minél kisebb az A megalapozottsági foka ugyanezen eseményhez képest, vagyis az újdonságérték és a megalapozottsági fok fordított viszonyban állnak egymással. Jelöljük az A-nak a B-hez viszonyított újdonságértékét N(A/B)-vel, amelyet a következőképpen definiálunk:

d4. $$N(A/B) = Cd(\sim A/B)\,.$$

A d4.-ből következik:

T7. $$N(A/B) = 1 - P(A_{t'}/B_t)$$

feltéve, hogy $t \leqslant t'$. Az újdonságérték tehát nem más, mint a temporálisan értelmezett valószínűtlenség. Mindez talán első pillanatra kissé szokatlanul hangzik azok számára, akik e problémakört pusztán ontológiai oldalról közelítik meg. Valójában azonban nagyon is kézenfekvő, hogy az események újdonságát mint negációjuk feltételezettségét definiáljuk, hiszen ez az érték fejezi ki a feltételektől való eltérésüket, szokatlan vagy meglepő jellegüket.[5]

Az újdonságérték kifejezésére szolgálhatna még a $-\ln P(A_{t'}/B_t)$ mérték is, amelyet az információelméletben széleskörűen használnak, és *meglepetésértéknek* neveznek. Céljainknak azonban jobban megfelel a könnyebben kezelhető N-mérték.

[5] E felméréshez K. Popper már a 30-as években eljutott. Lásd „The Logic of Scientific Discovery", Hutschinson of London, 1959, 113.

A d4.-ből következik, hogy

T8. $$N(T/B) = 0 \text{ és } N(\sim T/B) = 1 ,$$

vagyis az azonos esemény semmi újat nem nyújthat bármely B eseményhez képest, és az önellentmondó esemény maximálisan új B-hez képest. Ez könnyen belátható, hiszen nincsen semmi új abban, hogy a T eseménytér valamely A vagy ~A eseménye megvalósul, de maximálisan új az a megállapítás, hogy a T eseménytér egyetlen eseménye, vagyis sem A, sem ~A esemény nem valósul meg.

Tekintsük két olyan esemény újdonságértékét, amelyek alternatívája azonos esemény, azaz $Cd(A \vee C/B) = 1$. Ekkor

T9. $$N(A \& C/B) = N(A/B) + N(C/B) .$$

Más szóval: a teljes eseményteret kimerítő alternatívák újdonságértékei additívek.

Tekintsük az N(A/B) újdonságértéket, és végezzük el rajta a következő átalakítást:

T10. $$N(A/B) = N(A/B) - N(A \vee C/B) + N(A \vee C/B) = N(A \vee \sim C/B) + N(A \vee C/B)$$

Az $N(A \vee \sim C/B)$-re fennáll

$$N(A \vee \sim C/B) = N(A \& C/B) - N(C/B) = P(C/B) - P(A \& C/B) .$$

Kommentár: az $N(A \vee \sim C/B)$ azt az újdonságértéket fejezi ki, amelyet az A esemény bekövetkezése egyedül nyújt B feltétel mellett. Ezt az A esemény *többlet-újdonságértékének* nevezzük. Mivel

$$N(A \vee C/B) = 1 - P(A \vee C/B) ,$$

így az $N(A \vee C/B)$ az A és C esemény *közös újdonságértékét* fejezi ki. Tehát valamely A esemény B feltételhez viszonyított újdonságértéke megoszlik az A eseménynek valamely C eseményhez viszonyított többlet-újdonságértéke, valamint az A és C esemény közös újdonságértéke közt.[6]

A feltételek azáltal, hogy megalapozzák az eredményeket, nemcsak újdonságértéküket határozzák meg, hanem egyúttal megvalósulásuk bizonytalanságának fokát is. Ezt nevezzük *indeterminálttságnak*. Nem okoz nehézséget annak a belátása, hogy a bizonytalanság akkor maximális, ha valamely A eseménynek B feltételre vonatkoztatott megalapozottsága egyenlő ~A-nak B-re vonatkoztatott megalapozottságával, vagyis

$$Cd(A/B) = Cd(\sim A/B) = 1/2 ,$$

és akkor minimális, ha

$$Cd(A/B) = 1 \text{ vagy } Cd(A/B) = 0 .$$

[6] A 'többlet-újdonságérték' a többlet-információ, a 'közös újdonságérték' a közös tartalom analogonja. Lásd J. Hintikka: „'The Varieties of information and scientific explanation' in Proceedings of the 3rd International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science" (ed. by V. Rootsellaar and J. Staal), North-Holland, Amszterdam 1968, 311–331.

Az 1/2 megalapozottságú események két, egyenlően megalapozott és a T eseményteret kimerítő alternatívát adnak meg, és így a közöttük való választás pusztán valószínűségi alapon nem lehetséges. A biztos és a lehetetlen eseményeknél éppen ellenkezőleg: nincs választási alternatívánk.

Az *indeterminháltság* mérésére alkalmasnak látszik a $Cd(A/B)N(A/B) = Cd(A/B)(1 - Cd(A/B))$ függvény, amely az 1/2 helyen veszi fel a maximális, az 1, ill. 0 helyen pedig a minimális értékét. Mivel a maximum 1/4, ezért célszerű a függvényt 4-gyel szorozni. Ennek megfelelően az indeterminháltság definíciója:

d5. $$I(A/B) = 4Cd(A/B)N(A/B) .$$

Az indeterminháltság komplementer-függvényét tekintjük a *determinháltság* (D) mértékének, amelyet így definiálunk:

d6. $$D(A/B) = 1 - I(A/B) = 1 - 4Cd(A/B) + 4Cd(A/B)^2 = (1 - 2Cd(A/B))^2 .$$

Mind az I-, mind a D-függvény a negációra nézve szimmetrikus, azaz

T11. $$I(\sim A/B) = I(A/B) ,$$

T12. $$D(\sim A/B) = D(A/B) .$$

Valamely esemény determinháltsága és indeterminháltsága fokainak összege a d5. és d6.-ból adódóan mindig 1.

Az elmondottakból következik, hogy a feltételek és a következmények kapcsolata lehet *többé-kevésbé* determinisztikus, ill. indeterminisztikus. Így lehetőség kínálkozik e fogalmak komparatív használatára. A következő definíciók néhány jellemző esemény-kapcsolatot rögzítenek:

d7. *Teljesen determinisztikus kapcsolat* akkor és csak akkor áll fenn, ha

$$Cd(A/B) = 1 , \text{ ill. } Cd(A/B) = 0 ,$$

azaz ha B elégséges feltétele A-nak, vagy ha ~B szükséges feltétele A-nak.

d8. *Teljesen indeterminisztikus a kapcsolat* A és B között akkor és csak akkor, ha

$$Cd(A/B) = 1/2 .$$

d9. *Dominánsan determinisztikus* A és B kapcsolata akkor és csak akkor, ha

$$D(A/B) > I(A/B) ,$$

azaz

$$1 - 4Cd(A/B) + 4Cd(A/B)^2 > 4Cd(A/B) - 4Cd(A/B)^2 .$$

Kevés számolással megmutatható, hogy az egyenlőtlenség akkor áll fenn, ha

$$0 \leqslant Cd(A/B) < \frac{2-\sqrt{2}}{4} \text{ vagy } \frac{2+\sqrt{2}}{4} < Cd(A/B) \leqslant 1 .$$

d10. *Dominánsan indeterminisztikus* A és B kapcsolata akkor és csak akkor, ha

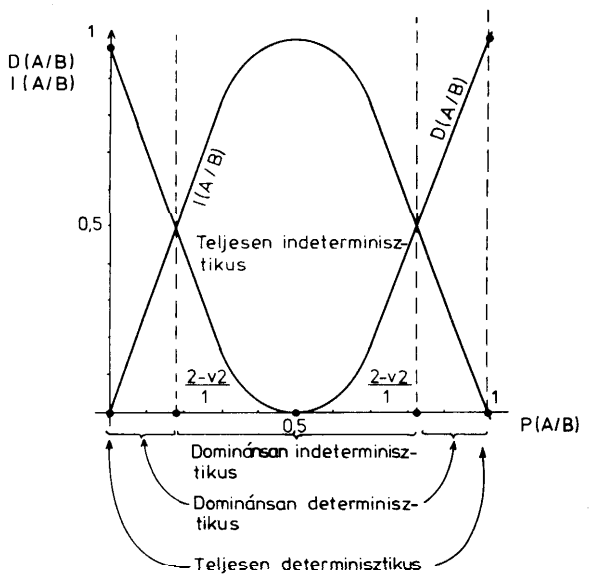
$$D(A/B) \leqslant I(A/B),$$

amely a következő összefüggéshez vezet:

$$\frac{2-\sqrt{2}}{4} \leqslant Cd(A/B) \leqslant \frac{2+\sqrt{2}}{4}.$$

Ugyanígy meghatározható az A és a C esemény kapcsolatának jellege is a B feltételhez viszonyítva.

A mondottakat a következő ábrán szemléltetjük:



2. ábra

2. A DETERMINIZMUS ELVEI

Az eddigiekben pusztán formálisan vizsgáltuk valamely tetszőleges $A_{t'}$ és B_t esemény determináltságának, ill. indeterminált ságának fokait, és nem vetettük fel azt a kérdést, hogy az események mekkora hányadára és milyen időpontokban érvényes az adott determináltsági fok. Ennek megfelelően a továbbiakban nemcsak a t-t és a t′-öt, hanem az A-t és a B-t is változónak tekintjük. Így logikailag korrekt módon megfogalmazhatókká válnak azok az állítások, amelyeket a környező világ determináltságáról, ill. indeterminált ságáról tehetünk. Ezek az állítások azonban nem logikai igazságok, hanem faktuális természetű kijelentések, amelyek az eseménytér természetétől függően minősülnek

igaznak vagy hamisnak. Bennük a lehetséges determinizmus-felfogások alapelvei fogalmazódnak meg.[7]

Ahhoz, hogy a lehetséges determinizmus-felfogásokat pontosan jellemezni tudjuk, további definíciókat kell megadnunk. E definíciók mindegyike olyan nyitott mondat, amelyek A és B, ill. t és t′ változói közül csak az egyik párt kötik meg kvantorokkal. A definíciók egy részében szerepel a „van olyan . . . és van olyan nem-. . ." fordulat, amelyet „Y . . ."-nal rövidítünk.

d11.1 *Univerzálisan determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha minden A esemény mint feltétel minden B eseményt mint kimenetelt domináns módon determinál, azaz

$$(\forall A)(\forall B)(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d.11.2 *Univerzálisan indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall A)(\forall B)(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

d12.1.1. *A feltételekre nézve univerzálisan determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall A)(YB)(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d12.1.2. *A feltételekre nézve univerzálisan indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall A)(YB)(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

d12.2.1. *A kimenetelekre nézve univerzálisan determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(YA)(\forall B)(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d12.2.2. *A kimenetelekre nézve univerzálisan indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(YA)(\forall B)(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

d13.1. *Szingulárisan determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(YA)(YB)(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d13.2. *Szingulárisan indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(YA)(YB)(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

[7] Az itt következő elemzés kísérlet a J. Lukasiewicz és A. A. Ivin által kimunkált determinizmus-koncepció továbbfejlesztésére. A D-függvény bevezetésével lehetőség nyílt a különböző determinizmus-felfogásoknak egységes keretben történő tárgyalására és egyúttal annak megmutatására, hogy ezek mintegy folyamatosan átmennek egymásba, létrehozva e felfogások kontinuumát.

d14.1. *Időben korlátlanul determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d14.2. *Időben korlátlanul indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

d15.1.1. *A feltételek időbeli eloszlására korlátlanul determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall t)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d15.1.2. *A feltételek időbeli eloszlására nézve korlátlanul indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(\forall t)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

d15.2.1. *A következmények időbeli eloszlására nézve korlátlanul determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(Yt)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d15.2.2. *A következmények időbeli eloszlására nézve korlátlanul indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(Yt)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

d16.1. *Időben korlátozottan determinisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(Yt)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$$

d16.2. *Időben korlátozottan indeterminisztikus* a T eseményrendszer akkor és csak akkor, ha

$$(Yt)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$$

A d9.–d16. definíciók felhasználásával a determinizmus, illetve indeterminizmus igen nagyszámú és változatos elvét fogalmazhatjuk meg, melyek formulasémái a következők:

DP1. $(\ldots A)(\ldots B)(\ldots t)(\ldots t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,,$

DP2. $(\ldots A)(\ldots B)(\ldots t)(\ldots t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)\,.$

A $\forall$ és Y kvantorok helyettesítésével mind a DP1.-ből, mind a DP2.-ből 16 determinisztikus, illetve indeterminisztikus elv származtatható le. Ezeket rendre DP1.1.–DP1.16.-tal, illetve DP2.1.–DP2.16.-tal jelöljük. A determinisztikus és indeterminisztikus elvek tehát olyan zárt mondatok, amelyek a T rendszer eseménykapcsolatait adják meg. Szükségtelen, hogy az említett elvek mindegyikét közelebbről jellemezzük. Elégséges, ha a legkarakterisztikusabb elvek ismertetésére térünk ki.

DP1.1. $(\forall A)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)\,.$

Univerzális és korlátlan determinizmus uralkodik az olyan világban, amelyben minden tetszőleges t időpontban bekövetkező esemény domináns módon determinál minden nála nem korábbi t′ időpontban bekövetkező B eseménytípust. Ez az elv valójában azt mondja ki, hogy bármilyen eseménynek a bekövetkezése bármikor bármely nem korábbi eseményt közel szükségszerűvé vagy lehetetlenné tesz. Ha feltételezzük, hogy $D(B_{t'}/A_t) = 1$, akkor az *univerzális, korlátlan és teljes determinizmushoz* jutunk. (DP1.1′.) Az ilyen világban a véletlennek nem jut hely, és elvileg bármely esemény minden eseménynek vagy a bekövetkezését vagy az elmaradását minden nem korábbi időpontban egyértelműen meghatározza. Minden eseményben – Leibniz monaszához hasonlóan – rögzítve van a világegyetem összes vele egyidejű vagy későbbi eseménye. A DP1.1′. elv képviseli a determináltság maximális fokát.

DP1.2. $$(\forall A)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2).$$

A kimenetelekre nézve univerzális és korlátlan determinizmus jellemzi azt a rendszert, amelyben minden B típusú eseményt bármely t′ időben egy nála nem későbbi bizonyos A típusú esemény vagy események határoznak meg, de ezen utóbbi események köre nem terjed ki az összes korábbi vagy egyidejű eseményre. Ha $D(B_{t'}/A_t) = 1$, akkor a DP1.2. szigorúbb változatához jutunk (DP1.2′.), amely azt mondja ki, hogy minden esemény bármikor is következzék be, tetszőleges nem későbbi időben fennálló bizonyos feltételek alapján vagy szükségszerű, vagy lehetetlen. Az ilyen típusú szükségszerű eseményeket *törvényszerűeknek* nevezzük. Ennek megfelelően minden esemény, mely bekövetkezik, törvényszerűen következik be, és minden esemény, amely elmarad, törvényszerűen marad el. Így ebben a világban minden törvényszerű. Természetesen a DP1.1. eseménytérben is csak törvényszerű események fordulnak elő.

DP1.3. $$(\forall A)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2).$$

A DP1.3. mint *a feltételekre nézve univerzális és korlátlan determinizmus* interpretálható. Ez az elv olyan eseménytérben jut érvényre, amelyben vannak olyan események, amelyeket bármikor bármilyen tetszőleges nem későbbi időpontban bekövetkező esemény dominánsan meghatároz, vagyis közel szükségszerűvé vagy lehetetlenné tesz. A $D(A_{t'}/B_t) = 1$ esetén a determináltság teljessé lesz.

DP1.6. $$(\forall A)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2).$$

Ez az a *szinguláris és korlátlan determinizmus elve,* mely így formulázható: van olyan A és B esemény, hogy a B időkorlátozás nélkül meghatározza a nála nem korábbi A-t. Ha $D(B_{t'}/A_t) = 1$, akkor elismerjük a törvényszerűségek létezését. De a DP1.6. ezen erős változata csak egyes eseményekről állítja azt, hogy törvényszerűek, míg a DP1.2. erősített formája valamennyi eseményről.

DP1.13. $$(\forall A)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2).$$

Szinguláris és a feltételek időbeli eloszlására nézve korlátlanul determinisztikus az olyan eseményrendszer, amelyben egyes események feltételei lehetnek egyidejűek vagy időben tetszőlegesen korábbiak, azaz időbeli korlát nélkül visszanyúlhatnak a múltba. A

$D(B_{t'}/A_t) = 1$ esetén az adott eseményrendszerben is akadnak – legalábbis időlegesen – szükségszerű események, de ezek törvényszerűnek aligha nevezhetők, hiszen előfordulásuk időben korlátozott.

DP1.14. $(YA)(YB)(Yt)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)$.

Szinguláris és a kimenetelek időbeli eloszlására nézve korlátlanul determinisztikus az olyan eseményrendszer, amelyben vannak olyan események, amelyek meghatározott időben bizonyos más eseményeket időbeli korlátozás nélkül dominánsan determinálnak, azaz majdnem szükségszerűvé vagy majdnem lehetetlenné tesznek. $D(B_{t'}/A_t) = 1$ esetén a DP1.14. rendszerben vannak olyan események, amelyek szükségszerűek, ill. lehetetlenek, de ezek sem nevezhetők törvényszerűeknek. Láthatjuk, hogy az itt körvonalazott felfogás lehetőséget nyújt a törvényszerűség és szükségszerűség és általánosság fogalmának világos megkülönböztetésére. Lehetségesek szingulárisan szükségszerű, továbbá általános, de nem szükségszerű eseménykapcsolatok, melyek egyike sem törvényszerű.

DP1.16. $(YA)(YB)(Yt)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2)$.

Ez a *szinguláris és korlátolt determinizmus elve,* mely a determináltság leggyengébb változatának nevezhető. Az ilyen eseményrendszerben van olyan A és B eseménypár és olyan t és t′ időpontpár, hogy fennál $D(B_{t'}/A_t) > 1/2$ dominánsan determinisztikus kapcsolat, amely $D(B_{t'}/A_t) = 1$ esetén teljes determinizmusba is átmehet. Ekkor szingulárisan szükségszerű és lehetetlen eseményekkel is számolnunk kell, de az általános eseménykapcsolatok hiánya kizárja a törvényszerűségek előfordulását.

Hasonló módon formulázhatók meg az indeterminizmus elvei a DP2. sémából kiindulva. Közülük vannak olyanok, melyek *logikai szempontból inkonzisztensek.* Ilyenek pl. a következők:

DP2.1. $(\forall A)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)$,

DP2.2. $(YA)(\forall B)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)$,

DP2.4. $(\forall A)(\forall B)(Yt)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)$,

DP2.5. $(\forall A)(\forall B)(\forall t)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2)$.

A felsoroltakon kívül még számos más indeterminisztikus elv is logikailag inkonzisztens, amelyet az a körülmény okoz, hogy nem képzelhető el olyan eseményrendszer, amelyben nincs logikailag szükségszerű (azonos) esemény. Nem feledkezhetünk meg azonban arról, hogy az ilyen esemény magával az eseménytérrel azonos, és így szükségszerű jellege triviális. Ha eltekintünk a logikailag, azaz triviálisan szükségszerű eseményektől, akkor megszűnik az indeterminisztikus rendszerek inkonzisztenciája. Nincs ugyanis semmi ellentmondás abban, hogy valamely rendszer logikailag determinisztikus, de faktuálisan indeterminisztikus, azaz nem hatnak benne természeti és társadalmi törvényszerűségek vagy legalább uralkodó tendenciák.

Célszerű tehát a logikai és a faktuális determináltság kérdését különválasztanunk, és abból kiindulnunk, hogy a logikai determináltság szükséges előfeltétele annak, hogy

faktuális determináltságról vagy indeterminált ságról beszéljünk. Minden eseményrendszerre nézve el kell ismernünk a következő elv teljesülését.

DP1.3'. $(\forall A)(YB)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) = 1)$.

Ez az elv nem más, mint a DP1.3. szigorú változata, mely azt mondja ki, hogy minden eseményrendszerben kell lennie azonos és önellentmondó eseménynek, noha nem az összes esemény ilyen, mint a DP1.1.-ben.

A DP1.3'. teljesülése lehetővé teszi, hogy a rendszereket faktuális determináltságuk alapján ítéljük meg. De egyúttal azzal a következménnyel is jár, hogy csak olyan rendszereket tekinthetünk *reálisan lehetségeseknek,* amelyek az említett elvvel összeegyeztethetők.

Könnyű belátni, hogy a DP1.1'. és DP1.2. nem tesz eleget e követelménynek. De összeegyeztethetők vele pl. a következő princípiumok.

DP1.3.; DP1.6.; DP1.9.; DP1.10.; DP1.12.; DP1.13.; DP1.15.; DP1.16.

A felsorolt elvek mindegyike a DP1.3'. gyengített változatának tekinthető.

Összeegyeztethető a DP1.3'.-vel számos indeterminisztikus elv is, feltéve, hogy olyan C eseményre definiáljuk, amely sem nem azonos, sem nem önellentmondó. Az egymással összeegyeztethető determinisztikus és indeterminisztikus elvek kombinációi igen változatos felépítésű eseménytereket határoznak meg. Közülük megemlítünk néhányat.

$$\begin{cases} \text{DP1.3'.} \quad (\forall A)(YB)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) = 1), \\ \text{DP2.3'.} \quad (\forall A)(YB)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) < 1). \end{cases}$$

A DP1.3'. és DP2.3'. által jellemzett eseményrendszerben a B típusú események egy részét bármely A típusú esemény minden időpontban teljesen determinálja, másik részét azonban nem teljesen determinálja. Más szóval, az ilyen rendszerben mindig vannak szükségszerű (törvényszerű), önellentmondó és véletlenszerű események.

$$\begin{cases} \text{DP1.3.} \quad (\forall A)(YB)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2), \\ \text{DP2.6.} \quad (YA)(YB)(\forall t)(\forall t')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2). \end{cases}$$

E komplex eseményrendszerben egyes B események A feltételek alapján törvényszerűek, más B események azonban bizonyos A feltételek alapján mindig véletlenszerűek.

$$\begin{cases} \text{DP1.16.} \quad (YA)(YB)(Yt)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) > 1/2), \\ \text{DP2.16.} \quad (YA)(YB)(Yt)(Yt')(D(B_{t'}/A_t) \leqslant 1/2). \end{cases}$$

Az utóbbi elvek hosszabb-rövidebb időtávú szükségszerű, véletlen vagy lehetetlen események előfordulását rögzítik. E rendszerben mindenfajta eseménykapcsolat lehetséges.

A DP1.3., DP2.6., DP1.16., DP2.16. összeférhetők egymással. E komplex rendszerben vannak olyan részrendszerek, amelyek időbeli korlátozás nélkül teljesen, mások dominánsan determináltak, illetve időkorlátozással teljesen, ill. dominánsan indeterminálták. Talán nem tévedünk, ha azt mondjuk, hogy a bennünket környező világ ilyen eseményrendszer.

Az eddigiekben nem tettünk különbséget a múlt, jelen és jövő között, hanem csak a korábbit, az egyidejűt és a későbbit különböztettük meg. Nem szorul azonban bizonyításra, hogy mindhárom időviszony egyaránt megvalósulhat a múltban és a jövőben. A jelenben azonban csak egyidejű események létezhetnek.

A jelen, múlt és jövő olyan fogalomcsaládot alkotnak, amelyek csak egymáshoz való viszonyukban definiálhatók. A jelen nem más, mint a most folyó idő. A múlt a jelennél korábban, a jövő pedig a jelennél későbbi idő. Ennek megfelelően a jelen – a múlt és jövő állandóan előremozgó találkozási pontja. Vizsgálódásunkban nem követünk el jelentős egyszerűsítést, ha a determinizmus problémáját csak a múlt és jövő vonatkozásában vizsgáljuk. Így a következő időbeli alternatívák adódnak:

$D(B_{mt'}/A_{mt})$ A múlt valamely t időpontbeli A eseménye determinálja a múlt valamely t' időpontjában bekövetkező B eseményét;

$D(B_{jt'}/A_{mt})$ a múlt valamely t időpontjában bekövetkező A eseménye determinálja a jövő valamely t' időpontjában bekövetkező B eseményét;

$D(B_{jt'}/A_{jt})$ a jövő valamely t időpontjában bekövetkező A eseménye determinálja a jövő bizonyos t' időpontbeli B eseményét.

Vannak, akik úgy vélekednek, hogy a múlt és a jövő determináltsága között nincs elvi különbség, és az a determinizmus-felfogás, amelyet a múltra alkalmazunk, korlátlanul kiterjeszthető a jövőre is. Az ilyen determinizmus-felfogást *szimmetrikusnak* nevezzük. Valójában ebben az esetben a múlt és a jövő megkülönböztetése teljesen érdektelenné válik.

E felfogás mellett gyakran azzal érvelnek, hogy az idő múlása pusztán nem változtathatja meg az események determináltságát. Mindig az adott feltételekhez kell mérnünk a kimenetelek esélyének a nagyságát. Így a múlt és a jövő csak az időbeni rákövetkezés vonatkozásában különbözhet egymástól.

Mások viszont azt az érvet hangoztatják, hogy a múlt és a jövő gyökeresen különbözik egymástól, hiszen a múlt eseményei olyan tények, amelyek már bekövetkeztek, és nem lehet őket meg nem történtté tenni, a jövő eseményei pedig nem többek pusztán megvalósulási esélyeknél. Ennek megfelelően alapvető különbség áll fenn e két eseménytér között: a múlt eseményeinek determináltsági foka nagyobb, mint a jövő eseményeié.

A szimmetrikus determinizmus-felfogások közül a legismertebb az, amelyet *predeterminizmus* néven ismerünk. Ennek is megfogalmazhatók erősebb és gyengébb változatai, a DP1.1.–DP1.16.-nak megfelelően. Tekintsük a DP1.6. predeterminisztikus megfelelőjét:

PRDP1.6. $$(YA)(YB)(\forall mt)(\forall mt')(D(B_{mt'}/A_{mt}) > 1/2)$$

$$(YA)(YB)(\forall mt)(\forall jt)(D(B_{jt}/A_{mt}) > 1/2),$$

vagyis egyes múltbeli bármikor bekövetkező A eseményekhez vannak olyan múlt- vagy jövőbeli B események, amelyek az A eseményeket mindenkor determinálják. A PRDP1.6. még erősebb változatát kapjuk, ha feltételezzük, hogy $D(B_{mt'}/A_{mt}) = 1$ és $D(B_{jt}/A_{mt}) = 1$. E determinizmus-felfogást *fatalizmusnak* nevezzük.

A predeterminizmus leggyengébb változata a DP1.16. alapján adódik, amely csak egyes eseményekre bizonyos időpontokban ismeri el az előre-meghatározottságot.

PRDP1.16. $(YA)(YB)(Ymt)(Ymt')(D(A_{mt'}/B_{mt}) > 1/2)$

$(YA)(YB)(Ymt)(Yjt)(D(A_{jt}/B_{mt}) > 1/2)$.

A predeterminizmus gyenge változatai bizonyos teret engednek mind a múltban, mind a jövőben az indeterminizmus számára, és így rést ütnek a fatalizmus elvén.

A szimmetrikus determinizmus-felfogások másik osztályát *posztdeterminizmusnak* nevezzük. E felfogásokra az jellemző, hogy a múlt eseményeit a múlt eseményei és a jövő eseményeit a jövő eseményei determinálják. Más megfogalmazásban a jövő eseményei a múlt eseményei alapján indetermináltak. Tekintsük a következő posztdeterminisztikus elveket:

PODP1.6. $(YA)(YB)(\forall mt)(\forall mt')(D(A_{mt'}/B_{mt}) > 1/2)$

$(YA)(YB)(\forall jt)(\forall jt')(D(A_{jt'}/B_{jt}) > 1/2)$,

PODP1.16. $(YA)(YB)(Ymt)(Ymt')(D(B_{mt'}/A_{mt}) > 1/2)$

$(YA)(YB)(Yjt)(Yjt')(D(B_{jt'}/A_{mt}) > 1/2)$.

Könnyű felismerni, hogy a PODP1.16. összeegyeztethető a PRDP1.16.-tal, azaz a predeterminizmus leggyengébb formája nem zárja ki a posztdeterminizmus leggyengébb formáját.

Az aszimmetrikus determinizmus-felfogások is lehetnek predeterminisztikus és posztdeterminisztikus jellegűek. Ilyenkor a múlt eseményeinek determináltsága minden esetben erősebb a jövő eseményeinek determináltságánál. Tekintsük azt az esetet, amikor a múlt eseményei a kimenetelekre nézve a múlt eseményei alapján univerzálisan és korlátlanul, a jövő eseményei pedig a múlt eseményei alapján partikulárisan és korlátozottan determináltak, azaz

PRDP1.6.;1.16. $(YA)(YB)(\forall mt)(\forall mt')(D(B_{mt'}/A_{mt}) > 1/2)$

$(YA)(YB)(Ymt)(Yjt)(D(B_{jt}/A_{mt}) > 1/2)$.

De megfogalmazhatjuk az aszimmetrikus determinizmus-felfogás egy sajátos posztdeterminisztikus változatát is:

PODP1.6.;1.16. $(YA)(YB)(\forall mt)(\forall mt')(D(B_{mt'}/A_{mt}) > 1/2)$

$(YA)(YB)(Yjt)(Yjt')(D(B_{jt'}/A_{jt}) > 1/2)$.

A predeterminizmus és posztdeterminizmus ezen utóbbi elvei nem zárják ki egymást, hiszen csak abban különböznek, hogy a jövő egyes eseményeit predetermináltnak, másokat pedig posztdetermináltnak tekintik.

A vizsgált példák alapján láthatjuk, hogy a felvázolt determinisztikus és indeterminisztikus elvek a múlt és jövő megkülönböztetésével, továbbá az aszimmetria lehetőségének megengedésével a determinizmus-felfogás igen árnyalt változatait fogalmazhatjuk meg, amelyek attól függően igazak vagy hamisak, hogy a valóság mely területét vizsgáljuk.

Sokan úgy vélik, hogy az anyagi valóság valamennyi szférája ugyanannak a determinisztikus, ill. indeterminisztikus elvnek engedelmeskedik. Ez a felfogás azonban nem számol a valóság szerveződési szintjeinek minőségi különbségeivel. A tudomány mai állása szerint azonban nincs semmi meglepő abban, hogy a kvantumok világában nem ugyanazok a determinisztikus elvek uralkodnak, mint az élővilágban vagy az asztrofizikai jelenségek körében. Ennek megfelelően jelentősen különböznek az adott területek törvényszerűségeinek a típusai is. Ha pusztán ezt az egyetlen körülményt a determinizmus-vita résztvevői figyelembe vették volna, talán óvakodtak volna egymás felfogásának kategorikus elutasításától és saját, talán partikulárisan érvényes, felfogásuk abszolutizálásától.

3. A DETERMINÁCIÓ FOKÁNAK VÁLTOZÁSA

A determináltság nem abszolút, hanem a feltételektől függő, relatív jellemzője az eseményeknek. Ha megváltozik a feltételek köre, akkor rendszerint megváltozik a determináltság foka is. Ennek megfelelően a determináltság fokának változásában tükröződik a vizsgált esemény mint eredmény és feltételek viszonyában bekövetkezett változás.

Tekintsük az A, B és C eseményhármast (az időre vonatkozó indexelést a félreértés veszélye nélkül átmenetileg elhagyhatjuk). Legyen B a kiinduló feltétel, C a kiegészítő feltétel és A az eredmény. A B feltétel kölcsönöz bizonyos kezdeti determinációs fokot A-nak, amely a C kiegészítő feltétel hatására megváltozhat, de változatlan is maradhat. E megfontolás alapján bevezetjük a következő definíciót:

d17. Az A esemény a B feltétel mint környezet viszonyában a C esemény által kiváltott változás fokát a

$$D(A/B \,\&\, C) - D(A/B)$$

különbséggel mérjük, amelyet a C eseménynek az A eseményre gyakorolt *determinációs hatásának* nevezünk, amely a $[-1, 1]$ számközben változhat.

A determinációs hatás tehát az adott esemény környezetében bekövetkezett változásnak az esemény és a környezet kapcsolatára gyakorolt hatását méri.

d18. Az olyan eseménykapcsolatot, amikor a C esemény mint kiegészítő feltétel belépése az A környezetébe nem okoz változást, azaz

$$D(A/B \,\&\, C) - D(A/B) = 0\,,$$

az A eseménynek *C feltétel melletti reprodukciójának* nevezzük.

A bevezetett definíciók lehetőséget nyújtanak a következő tételek megfogalmazására:

T13. A C esemény belépése az A esemény környezetébe a következő két esetben nem rendelkezik determinációs hatással:

a) $$P(A/B \,\&\, C) = P(A/B)$$

b) $$P(A/B \,\&\, C) = 1 - P(A/B)\,.$$

Bizonyítás:

(1) $$D(A/B \,\&\, C) - D(A/B) = (1 - 2P(A/B \,\&\, C))^2 - (1 - P(A/B))^2$$

(2) $$= 4P(A/B \,\&\, C) + 4P(A/B \,\&\, C)^2 + 4(A/B) - 4P(A/B)^2$$

Mivel a determinációs hatás értéke 0, ezért 4-gyel egyszerűsíthetünk.

(3) $$P(A/B \,\&\, C)^2 - P(A/B \,\&\, C) - P(A/B) + P(A/B)^2 = 0\,.$$

Oldjuk meg a (3) egyenlőséget P(A/B & C)-re:

(4) $$P(A/B \,\&\, C) = \begin{cases} P(A/B) \\ 1 - P(A/B)\,. \end{cases}$$

Ezt kellett igazolnunk.

A T13. értelmezése szempontjából indokolt a következő definíciók bevezetése:

d19. A C kiegészítő feltétel akkor és csak akkor független (irreleváns A-ra nézve), ha

$$P(A/B \,\&\, C) = P(A/B)\,.$$

d20. A C esemény akkor és csak akkor komplementer-függő A-tól, ha

$$P(A/B \,\&\, C) = 1 - P(A/B)\,.$$

A T13. a d19. és d20. felhasználásával így értelmezhető: valamely A esemény determinációs hatása (rendezettségi foka) nem változik egy C esemény hatására, ha A és C függetlenek vagy komplementer-függők. Minden más esetben változik a determinációs hatás.

d21. Ezt a változást *stabilizálónak* nevezzük akkor és csak akkor, ha a determinációs hatás értéke pozitív, azaz

$$D(A/B \,\&\, C) - D(A/B) > 0\,.$$

Végezzük el az utóbbi egyenlőtlenségen a következő átalakítást:

$$D(A/B \,\&\, C) - D(A/B) = P(A/B \,\&\, C)^2 - P(A/B \,\&\, C) + P(A/B) - P(A/B)^2 =$$
$$= (P(A/B \,\&\, C) - P(A/B))(P(A/B \,\&\, C) + P(A/B) - 1)\,.$$

Innen

$$(P(A/B \& C) - P(A/B))(P(A/B \& C) + P(A/B) - 1) > 0 .$$

Vezessük be a következő definíciókat:

d22. A C esemény pozitíve releváns A-ra nézve akkor és csak akkor, ha

$$P(A/B \& C) > P(A/B)$$

és negatíve releváns akkor és csak akkor, ha

$$P(A/B \& C) < P(A/B) .$$

d23. A C és A esemény pozitíve komplementer-függők akkor és csak akkor, ha

$$P(A/B \& C) > 1 - P(A/B)$$

és negatíve komplementer-függők akkor és csak akkor, ha

$$P(A/B \& C) < 1 - P(A/B) .$$

A d22. és d23. a d19., illetve a d20. kiegészítései.

Az utóbbi definíciók felhasználásával megfogalmazható a következő tétel:

T14. A C feltétel stabilizálja A-t akkor és csak akkor, ha C pozitíve releváns és pozitíve komplementer-függő vagy negatíve releváns és negatíve komplementer-függő, azaz ha

(i) $$P(A/B \& C) > P(A/B)$$

$$P(A/B \& C) > 1 - P(A/B)$$

(ii) $$P(A/B \& C) < P(A/B)$$

$$P(A/B \& C) < 1 - P(A/B),$$

akkor

$$(P(A/B \& C) - P(A/P))(P(A/B \& C) + P(A/B) - 1) > 0 .$$

A bizonyítás könnyen elvégezhető, felismerve azt, hogy az (i) esetben a szorzat mindkét tényezője pozitív, a (ii) esetben pedig negatív, és így a szorzat ekkor is pozitív.

A T14. következménye a következő tétel:

T15. Ha az (i) feltételek teljesülnek, akkor

$$P(A/B \& C) > 1/2 ,$$

ha pedig a (ii) feltételek teljesülnek, akkor

$$P(A/B \& C) < 1/2 .$$

A stabilizáció ellentétét, a labilitás irányába ható változást így definiáljuk:

d24. Valamely C esemény *labilissá teszi* A eseményt akkor és csak akkor, ha determinációs hatása negatív azaz

$$D(A/B \& C) - D(A/B) < 0 .$$

A labilitás növekedése is kétféleképpen mehet végbe.

T15. Ha

(iii) $P(A/B \& C) > P(A/B)$ és

$P(A/B \& C) < 1 - P(A/B)$,

vagy

(IV) $P(A/B \& C) < P(A/B)$ és

$P(A/B \& C) > 1 - P(A/B)$,

akkor

$$D(A/B \& C) - D(A/B) < 0 .$$

A T14. analógiájára megadható a következő tétel:

T16. Ha

(iii) $P(A/B \& C) > P(A/B)$ és

$P(A/B \& C) < 1 - P(A/B)$,

akkor

$P(A/B \& C) < 1/2$, ill.

ha

(IV) $P(A/B \& C) < P(A/B)$ és

$P(A/B \& C) > 1 - P(A/B)$,

akkor

$$P(A/B \& C) > 1/2 .$$

A T15. és T16. helyessége közvetlenül belátható.

E dolgozatban nem foglalkozunk a fejlődés problémáival. Pusztán annak a hipotézisnek a megfogalmazására szorítkozunk, hogy fejlődés csak olyan eseményrendszerben mehet végbe, amely változása folyamán labilissá vált. Fejlődésen itt a vizsgált eseménynek a megváltozott (bonyolultabbá vált) környezethez való illeszkedését, vagyis stabilitási folyamatának jelentős emelkedését értjük. Ez a folyamat feltételezi a stabilitás fokának előzetes csökkenését. Ebből következően a fejlődés magán viseli a véletlenszerűség jegyét. Ugyanezt mondhatjuk el a hanyatlásról is mint a fejlődés ellentétpárjáról: csak az az esemény hanyatlik, amelynek feltételrendszerében olyan változás következik be, amely csökkenti stabilitását, és stabilitása csak az esemény és a feltételrendszer összhangjának további jelentős csökkenésével állhat helyre.

4. OKSÁG VALÓSZÍNŰSÉGI ELMÉLETE

A továbbiakban viszonylag részletesen foglalkozunk az okságnak egy olyan valószínűségi értelmezésével, amelyet P. Suppes dolgozott ki.[8] A puszta ismertetésen túlmenően az a cél vezérel bennünket, hogy a korábban vázolt elméletbe beépítsük Suppes felfogását, és két tétel bizonyításával tovább is fejlesszük.

Tekintsük valamely t időpontbeli A_t eseményt, amelyet egy t'' időpontbeli $B_{t''}$ esemény alapoz meg, és egy olyan t'-beli $C_{t'}$ eseményt, amely kiegészítő feltételként járul $B_{t''}$-hez. Azt mondjuk, hogy $C_{t'}$ *'első látásra' pozitív oka* A_t-nak akkor és csak akkor, ha

d25. (i) $$t'' < t' < t$$

(ii) $$P(A_t/B_{t''} \,\&\, C_{t'}) > P(A_t/B_{t''}) .$$

Jelentse $B_{t''}$ azt, hogy „X keveset mozog és elhízott", A_t azt, hogy „X szívinfarktusban meghal" és $C_{t'}$ pedig azt, hogy „X naponta legalább 50 cigarettát szív". Ekkor azt mondjuk, hogy „az erős cigarettázás 'első látásra' pozitív oka annak, hogy X szívinfarktusban halt meg".

A példából kitűnik, hogy az 'első látásra' ok olyan kiegészítő feltétel, amely megnöveli a vizsgált esemény bekövetkezésének esélyét.

Hasonlóan definiáljuk az *'első látásra' negatív* ok fogalmát:

d26. (i) $$t'' < t' < t$$

(ii) $$P(A_t/B_{t''} \,\&\, C_{t'}) < P(A_t/B_{t''}) .$$

Az okság valószínűségi értelmezésénél az események még szigorúbb időrendje uralkodik, mint a feltétel–kimenetel kapcsolatnál. Igaza van Rényi Alfrédnak, amikor azt írja, hogy „a feltételes valószínűség értékéből ... semmiképpen sem lehet a kauzális

[8] Lásd Suppes, P.: „Probabilistic Theory of Causality", 12–52.

összefüggés irányára következtetni".[9] E megállapítást azonban ki kell azzal egészítenünk, hogy a temporálisan értelmezett feltételes valószínűség alkalmas kauzális összefüggés kifejezésére.

T17. Megmutatható, hogy az A_t-nak a $B_{t''}$ feltétel mellett a $C_{t'}$ akkor és csak akkor 'első látásra' negatív oka, ha $\sim C_{t'}$ „első látásra" pozitív oka A_t-nek $B_{t''}$ feltétel mellett.

(1) $$P(A_t/B_{t''}) = P(A_t/B_{t''} \,\&\, C_{t'})P(C_{t'}/B_{t''}) + P(A_t/B_{t''} \,\&\, \sim C_{t'})P(\sim C_{t'}/B_{t''}) .$$

(2) A feltevés szerint

$$P(A_t/B_{t''}) > P(A_t/B_{t''} \,\&\, C_{t'}) .$$

(3) Fel kell tennünk, hogy

$$P(\sim C_{t'}/B_{t''}) > 0 .$$

(4) Az előzőekből következik

$$P(A_t/B_{t''}) < P(A_t/B_{t''} \,\&\, \sim C_{t'}) ,$$

azaz $\sim C_{t'}$ „első látásra" pozitív oka A_t-nak.

Az „első látásra" ok azonban lehet ún. *közömbös kísérőjelenség* is. Legyen $C_{t'}$ 'első látásra' oka A_t-nak. Ekkor $C_{t'}$ közömbös kísérőjelensége A_t-nak akkor és csak akkor, ha van olyan $D_{t''}$ esemény, hogy

d27. (i) $$t'' < t''' < t' < t$$

(ii) $$P(C_{t'} \,\&\, D_{t'''}/B_{t''}) > 0$$

(iii) $$P(A_t/B_{t''} \,\&\, C_{t'} \,\&\, D_{t'''}) = P(A_t/B_{t''} \,\&\, D_{t'''}) .$$

Megmutatható, hogy ha $C_{t'}$ közömbös kísérőjelensége A_t-nak, akkor $\sim C_{t'}$ is közömbös kísérőjelensége A_t-nak.

Az 'első látásra' ok lehet direkt és indirekt. A direkt ok definíciója: valamely $C_{t'}$ esemény *direkt oka* A_t eseménynek akkor és csak akkor, ha $C_{t'}$ „első látásra" oka A_t-nak, és nincs olyan $D_{t'''}$, hogy

d28. (i) $$t'' < t' < t''' < t$$

(ii) $$P(C_t \,\&\, D_{t'''}/B_{t''}) > 0$$

(iii) $$P(A_t/B_{t''} \,\&\, C_{t'} \,\&\, D_{t'''}) = P(A_t/B_{t''} \,\&\, D_{t'''}) .$$

[9] Rényi Alfréd: „Valószínűségszámítás", 85.

Ha valamely ok nem direkt, akkor *indirekt* oknak nevezzük. Igazolható a következő tétel:

T18. Nem lehetséges az, hogy C_t' és D_t''' első látásra okai A_t-nek B_t'' feltétel mellett, de C_t' közömbös kísérője A_t-nek és D_t''' indirekt oka A_t-nek.

A bizonyításnál az egyszerűség kedvéért hagyjuk el az időrendre való utalást!

Mivel C és D 'első látásra' okok, így

(1) $$P(A/B \,\&\, C) > P(A/B) \text{ és}$$

(2) $$P(A/B \,\&\, D) > P(A/B)\,.$$

Tegyük fel, hogy C közömbös kísérője A-nak

(3) $$P(A/B \,\&\, C \,\&\, D) = P(A/B \,\&\, D) \text{ és}$$

(4) $$P(A/B \,\&\, C \,\&\, {\sim}D) = P(A/B \,\&\, {\sim}D)\,.$$

Ha D az indirekt oka A-nak, akkor

(5) $$P(A/B \,\&\, C \,\&\, D) = P(A/B \,\&\, C) \text{ és}$$

(6) $$P(A/B \,\&\, {\sim}C \,\&\, D) = P(A/B \,\&\, {\sim}C)\,.$$

A (2)-ből, (3)-ból és (5)-ből következik:

(7) $$P(A/B \,\&\, C) = P(A/B \,\&\, D) > P(A/B)\,.$$

Az elemi valószínűség-elméletből tudjuk:

(8) $$(P(A/B \,\&\, D) = P(A/B \,\&\, C \,\&\, D)P(C/B \,\&\, D) + P(A/B \,\&\, {\sim}C \,\&\, D)P({\sim}C/B \,\&\, D)\,.$$

A (3) felhasználásával

(9) $$P(A/B \,\&\, D)(1 - P(C/B \,\&\, D)) = P(A/B \,\&\, {\sim}C \,\&\, D)(1 - P(C/B \,\&\, D))\,.$$

Feltételezzük, hogy

(10) $$P(C \,\&\, D/B) > 0\,,\ P(C \,\&\, {\sim}D/B) > 0\,,\ P({\sim}C \,\&\, D/B) > 0\,.$$

A (9)-ből és (10)-ből

(11) $$P(A/B \,\&\, {\sim}C \,\&\, D) = P(A/B \,\&\, D)\,.$$

A (6) és a (11) felhasználásával

(12) $$P(A/B \,\&\, D) = P(A/B \,\&\, {\sim}C)\,.$$

De tudjuk, hogy $P(A/B \& C) > P(A/B)$, és így a (10) szerint

(13) $$P(A/B \& \sim C) < P(A/B) .$$

A (12) és (13) alapján

(14) $$P(A/B \& D) < P(A/B) .$$

A (14) ellentmond a (2)-nek. Így tételünket igazoltuk.

Bevezetjük még a *kiegészítő okok* fogalmát:

d29. A C_t és D_t''' események kiegészítő okai az A_t eseménynek akkor és csak akkor, ha

(i) C_t' és D_t''' első látásra okai A_t-nek,

(ii) $$P(C_t \& D_t'''/B_t'') > 0 ,$$

(iii) $$P(A_t/B_t'' \& C_t' \& D_t''') > \max P(A_t/B_t'' \& C_t'),\ P(A_t/B_t'' \& D_t''').$$

Az okok közül talán a legjelentősebb az *elégséges ok* és a *szükséges ok.*

d30. Valamely C_t' akkor és csak akkor elégséges oka A_t-nek, ha

(i) $$P(A_t/B_t'' \& C_t') > P(A_t/B)$$

(ii) $$P(A_t/B_t'' \& C_t') = 1 .$$

d31. Az A_t esemény szükséges okának pedig akkor mondunk valamely C_t' eseményt, ha

(i) $$P(A_t/B_t'' \& C_t') > P(A_t/B)$$

(ii) $$P(A_t/B_t'' \& \sim C_t) = 0 .$$

T19. Megmutatható, hogy az elégséges ok nem lehet közömbös kísérőjelenség.

Ismeretes, hogy

(1) ha $P(A/B \& C)$ és $P(C \& D/B) > 0$, akkor $P(A/B \& C \& D) = 1$.

Tegyük fel ad abszurdum, hogy

(2) $$P(A/B \& C \& D) < 1 .$$

A (2)-ből az általános szorzási tétel felhasználásával

(3) $$P(A \& C \& D/B) < P(C \& D/B) .$$

Az egyenlőtlenség mindkét oldalához hozzáadva $P(A \& C \& \sim D/B)$-t:

(4) $$P(A \& C \& D/B) + P(A \& C \& \sim D/B) < P(C \& D/B) + P(A \& C \& \sim D/B) .$$

Innen

(5) $$P(A/B \& C) < P(D/B \& C) + P(A \& \sim D/B \& C) .$$

De tudjuk, hogy

(6) $$P(D/B \& C) + P(A \& \sim D/B \& C) \leqslant 1 .$$

Az (1) feltevés értelmében

(7) $$1 < P(D/B \& C) + P(A \& \sim D/B \& C) \leqslant 1 .$$

Mivel a (7) önellentmondás, így az (1)-t igazoltuk. Tegyük ezután fel, hogy C elégséges oka A-nak, és ezzel szemben azt is, hogy C közömbös kísérő feltétel. Az (1) alapján

(8) $$P(A/B \& C \& D) = P(A/B \& D) = 1 .$$

De ez csak úgy lehetséges, ha

(9) $$P(A/B) = 1 .$$

Ez azonban ellentmond annak, hogy C elégséges ok, hiszen ehhez megkívánjuk a

(10) $$P(A/B \& C) > P(A/B) ,$$

ami ellentmond a (9)-nek.

Az E. P. Suppes nyomán ismertetett tételeket kiegészítjük még a következőkkel:

T20. Ha A_1 és A_2 elégséges oka C-nek A feltétel mellett, továbbá B nem zárja ki A_1 és A_2-t, akkor A_1 elégséges oka C-nek és A_2 is elégséges oka C-nek B feltétel mellett, azaz ha

(i) $$P(C/B \& (A_1 \& A_2)) = 1$$

(ii) $$P(A_1 \& A_2/B) > 0 ,$$

akkor

$$P(C/B \& A_1) = 1 \text{ és } P(C/B \& A_2) = 1 .$$

Bizonyítás:

Az (i) feltétele alapján

(1) $$P((A_1 \& A_2) \supset C/B) = 1 .$$

Az $(A_1 \& A_2) \supset C \equiv (A_1 \supset C) \& (A_2 \supset C)$ azonosság felhasználásával

(2) $$P((A_1 \supset C) \& (A_2 \supset C)/B) = 1 .$$

A szorzási szabályt alkalmazva

(3) $$P(A_1 \supset C/B \& (A_2 \supset C))P(A_2 \supset C/B) = 1 \text{ és}$$

$$P(A_2 \supset C/B \& (A_2 \supset C))P(A_1 \supset C/B) = 1 .$$

Innen

(4) $$P(A_1 \supset C/B) = 1 \text{ és } P(A_2 \supset C/B) = 1 .$$

A (ii) feltétel felhasználásával a bizonyítandó tételt kapjuk:

(5) $$P(C/B \& A_1) = 1 \text{ és } P(C/B \& A_2) = 1 .$$

T21. Ha az A_1 és A_2 szükséges oka C-nek B feltétel mellett, és B alapján A_1 és A_2 nem biztos, akkor mindegyikük szükséges oka C-nek B feltétel mellett. Szimbolikusan: ha

(i) $$P(C/B \& \sim(A_1 \& A_2)) = 0 \text{ és}$$

(ii) $$P(A_1 \& A_2/B) < 1 ,$$

akkor

$$P(C/B \& \sim A_1) = 0 \text{ és } P(C/B \& \sim A_2) = 0 .$$

A bizonyítás menete hasonló az előző tételéhez. Az (i) feltétel átalakításánál a $C \supset (A_1 \& A_2) \equiv (C \supset A_1) \& (C \supset A_2)$-t használjuk fel.

T22. Ha A teljesen determinálja B-t és A és C összeegyeztethetők, akkor C nem lehet oka B-nek, azaz ha

(i) $$D(B/A) = 1$$

(ii) $$P(C/A) > 0 ,$$

akkor

$$P(B/A \& C) \not> P(B/A) .$$

Bizonyítás:

Az (i) feltételből következően $P(B/A) = 1$ vagy 0. Az első esetben $P(B/A \& C) = 1$, mivel $P(C/A) > 0$. A második esetben $P(B/A \& C) = 0$ függetlenül a (ii) feltételtől. Más szóval: a teljesen determinált esemény bekövetkezésének esélyét valamely kiegészítő feltétel már nem fokozhatja és nem csökkentheti. Tehát 'első látásra' okká akkor és csak akkor lép elő valamely C_t'' feltétel, ha a B_t' esemény a már fennálló A_t feltétel alapján véletlenszerű.

Megjegyzés: A szükségszerűséget gyakorta belefoglalják az okság fogalmába. Úgy véljük, ez túlzottan leszűkíti e fogalom alkalmazási körét. A szükségszerűség csak az elégséges és szükséges ok fogalmának velejárója. Ha okságról beszélünk, nem állítunk többet, mint azt, hogy a pozitív ok megnöveli, a negatív ok csökkenti a vizsgált esemény bekövetkezésének esélyét. Az utóbbi egyenértékű az esemény negációja esélyének növelésével.

*

Feltételezzük, hogy a determinizmus problémakörének adekvátabb logikai elemzése is lehetséges, mint e dolgozatban körvonalazott felfogás. De ez az erősen vázlatos logikai rekonstrukció is meggyőzheti az olvasót arról, hogy nem felesleges a modern logika eszközeinek az alkalmazása bizonyos filozófiai – a jelen esetben ontológiai – problémák vizsgálatára. Ha a logikai szigorúság együtt is járt bizonyos tartalmi elszegényedéssel, úgy gondoljuk, sikerült megőriznünk a determinizmus elméletének „kemény magvát". A vázolt felfogás alkalmas orientációt nyújthat olyan filozófiai problémák vizsgálatához is, amelyek kívül esnek a formális megközelítés körén, és mint fogalmi keret heurisztikus funkciót tölthet be bizonyos szaktudományos problémák formulázásánál és megoldásaik keresésénél.

Távol áll tőlünk, hogy a javasolt logikai modellt túlértékeljük. Világosan látjuk alapvető fogyatékosságait, melyek közül itt kettőt említünk: a rekonstrukció nem ad számot a teleológiai determinizmus és a fejlődés természetéről. Bízunk azonban abban, hogy az említett ontológiai kategóriák logikai reprezentációja is megadható az elmélet továbbfejlesztésével.