

1. fejezet

Tudásmérnökség, biasok és heurisztikák becsléseknél és döntéseknél

1.1. Valószínűségi ítéletalkotás és a bayesi paradigma

A valószínűségi ítéletalkotás lényegi kérdése, hogy milyen módon hasznosítható a rendelkezésre álló információ bizonytalan helyzetekben. A döntést számos tényező befolyásolhatja, melyek egy része objektív, más része szubjektív faktorokban testesülnek meg. Jelentős különbségek tapasztalhatók az emberi döntési mechanizmusokban többek között aszerint, hogy mennyi idő áll rendelkezésre a döntés meghozatalára, vagy milyen mértékben jósolható meg előre egy adott típusú eseménysor kimenetele. Mindezek mellett olyan tényezők is közrejátszanak, a rendelkezésre álló információba vetett bizalom, az adott probléma kezelésébe való bevonódás mértéke (részletekre való rálátás mértéke), vagy akár a hasonló szituációk kezelésében szerzett korábbi kudarc vagy sikerélmények.

Ha pusztán matematikai, azaz normatív szempontból közelítjük meg a valószínűségi ítéletalkotást, akkor a bayesi paradigma alapja, a Bayes-tétel alkalmazása a megfelelő eszköz. Jelölje H_i az i -dik hipotézist, míg D a rendelkezésre álló adatot. A cél annak a feltételes valószínűségnek a megadása, miszerint H_i igaz D adat esetén.

$$P(H_i|D) = \frac{P(D|H_i)P(H_i)}{P(D)}, \quad (1.1)$$

ahol $P(D|H_i)$ a likelihood, azaz annak a feltételes valószínűsége, hogy D bekövetkezik, amennyiben H_i igaz, továbbá $P(H_i)$ a H_i hipotézis igaz voltának előzetes (a priori) valószínűségét jelöli. A $P(H_i|D)$ -t más néven utólagos vagy a posteriori valószínűségnek nevezzük. E tétel alkalmazása lehetőséget ad a kezdeti szubjektív bizonytalanság optimális felülbírálatára új információk alapján. Ezt más néven bizonytalanság revízióknak nevezzük, amely a valószínűségi következtetés és döntéstámogatás alapját képezi. Ugyanakkor számos pszichológiai kísérlet kimutatta, hogy az emberi bizonytalanság revízió nem feleltethető meg teljes egészében e normatív bayesi módszerrel. E jelenség pszichológiai oldalának elemzésére olyan vizsgálatok szolgáltak, melyek során objektíven számítható valószínűségi mértékeket vetettek össze ember által becsült, azaz szubjektív valószínűségekkel.

A vizsgálatok alapján három lehetséges módon reagálhat az ember új információk hatására:

- (1) kezdeti bizonytalanságán gyorsabban változtat, mint sem a matematikai számítások szerint megengedhető lenne,
- (2) „konzervatív módon” leragad a kezdeti bizonytalanságánál és a kelleténél lassabban változtat,
- (3) a bayesi számításokkal nagyjából egybevágóan folyik a bizonytalanság revíziója.

A valószínűségi ítéletalkotás vizsgálatok az esetek többségében a (2) működési módot figyelték meg, ennek megfelelően ezt a jelenséget konzervativizmus jelenségnek nevezték el. Különböző vizsgálatok azt mutatták, hogy az ember nem tudja megfelelően kihasználni a kezdeti bizonytalanságának megszüntetése érdekében az információk által kínált lehetőségeket. A bayesi számítások alapján elvárhatónál lényegesen kisebb mértékben csökkent az ember bizonytalansága. Számos kísérlet eredménye ugyanakkor arra is utal, hogy a valószínűség-bebecslések újraértékelésekor lényegében a Bayes-tétel segítségével kiszámított valószínűségeknek megfelelő tendencia mutatkozott (bár lényegesen kisebb mértékben). Fontos megjegyezni, hogy a bayesi modell azon előfeltevésre alapoz, hogy relatíve függetlenek az egymás után következő adatok, míg az emberek (a mindennapi tapasztalatuk alapján) hajlamosak arra, hogy függőként kezeljék azokat. A konzervativizmus jelenséget több, egymástól eltérő, sőt egymásnak ellentmondó modell, elmélet próbálta magyarázni, de egyik sem vált meghatározóvá.

1.2. Statisztikák becslése

A pszichológiai bayesi megközelítés abból feltételezésből indul ki, hogy a spontán valószínűségi ítéletalkotások valamilyen számítások eredményeként állnak elő. Ez azt jelenti, hogy az ember tudatosan vagy tudattalanul olyasfajta fejszámolást végez a kapott információkkal, amely a Bayes-tételnek megfelelő algoritmusokhoz hasonló műveletek alapján „képez” becsült valószínűségértékeket.

Tversky és Kahneman [Kahneman and Tversky1982b] elmélete szerint azonban többnyire nem ez a helyzet. Az általuk végzett vizsgálatok alapján a folyamat lényege, hogy az emberi tudat a számításokat heurisztikák alkalmazásával helyettesíti. Heurisztika alatt a pszichológiai megközelítésben kognitív folyamatok ismert, sajátos működési mechanizmusait értjük. Mérnöki szempontból ezeket leegyszerűsítve olyan ügyes módszereknek nevezhetnénk, amelyek valamilyen egyszerűsítés alkalmazásával elég jó megoldást adnak egy relatíve összetett vagy nehezen kezelhető problémára. Az alábbiakban áttekintjük azokat a területeket, ahol a heurisztikák valamilyen formában szerepet játszanak a valószínűségi ítéletalkotás során.

1.2.1. Elemi események becslése

Egy szituáció bizonytalan voltát az ember gyakran nem ismeri fel. A bizonytalanság kiiktatása leginkább olyan szituációkban jelenik meg, ahol jellemzőek szélsőségesen nagy, illetve a szélsőségesen kis valószínűségi értékek. Sajátos értékelési tendencia jelentkezik a valószínűségi skála végpontjain elhelyezkedő értékek becslésénél: az egészen kicsi valószínűségeket általában felülértékelik, a nagy valószínűségeket pedig alulértékelik. Ez a jelenségként a szubjektív valószínűségbecslés terén létrejövő *centrális tendenciaként* ismert.

1.2.2. Az eloszlás becslése

A spontán ítéletalkotási mechanizmusok nincsenek tekintettel a statisztikai minta eloszlásából fakadó tulajdonságokra, annak következményeire. Általánosságban az emberek nem veszik figyelembe a minta nagyságát, ezért nagyjából azonos eloszlásokat feltételeznek pl.: 10-es, 100-as, és 1000-es mintanagyságokra nézve is. Tekintsünk példaként egy éves statisztikát a koraszülöttek arányára az összes újszülött gyermekhez viszonyítva. Magyarországon ez igen magas, átlagosan 8-9% százalék körüli. Ha feltesszük azt a kérdést, hogy várhatóan hol lesz nagyobb az átlagtól való eltérés: egy kisvárosban, ahol évente 1000 újszülött jön a világra, vagy egy faluban, ahol évente 10, akkor az emberek többsége a várost nevezné meg, nem pedig a falut, ahogy az valójában helyes lenne. A populáció egészét tekintve ugyanis az 1000 fős minta jóval reprezentatívabb, mint a 10 fős minta. Tehát statisztikailag az 1000 fő alapján számolt átlag közelebb helyezkedik el a teljes népességre vetített átlaghoz, mint a 10 fő alapján számított. A problémát a globális és a lokális reprezentáció lényegének összekeveredése okozza. Egy teljes populációra megadott statisztika értelemszerűen annak egészére vonatkozik, és ebben a kontextusban egy globális tulajdonságnak tekinthető. Egy adott alpopuláción ez a mennyiség lokálisan jelentősen eltérhet a globális átlagtól. Ezzel szemben az ember ítéletalkotásba egyfajta eltúlzott lokális reprezentáció elv épült be, azaz a kisebb mintáról ugyanakkora reprezentativitást feltételezünk, mint egy megfelelően nagy mintáról. Az idevágó kísérletek eredményei meggyőzően azt mutatják, hogy a kis minták reprezentativitását a vizsgálatokban résztvevő egyének eltúlzott mértékben túlbecsülték, és becsléseik folyamán sorozatosan követtek el egészen elemi valószínűségszámítási hibákat. A mintarepresentativitás túlbecsülésének jelenségét Tversky nevezte el a *kis számok törvényének* [Tversky and Kahneman1982a].

1.2.3. A variancia becslése

A variancia egyfajta értelmezésben a heterogenitás mértékének tekinthető. Az elvégzett kísérletek arra mutatnak rá, hogy a homogenizálás irányába ható tendencia mutatkozik a heterogenitás becslésekor, vagyis a kísérleti személyek az egyes rendhagyó események lehetőségét nagyfokban limitálták becsléseik során. Az emberek a gyakorlati életben tett megfigyeléseik révén szekvenciálisan megtanulják – adott binomiális sorozatok kimenetele alapján az események valószínűségét. Az ennek igazolására végzett kísérletek alátámasztották, hogy ez a tanulás feltűnően pontosnak bizonyult. Ezzel szemben az emberek több-

sége nehézséggel küzd a valószínűségi eloszlások varianciájának megbecsülésében. A kis valószínűségek megtippelése egyáltalán nem könnyű feladat, mert nagyon nehezen jutnak eszünkbe összehasonlítások és a centrális tendencia eredményeképpen – ezért kerüljük a valószínűségskála pólusainak használatát.

Ugyanakkor megfigyelhető egy ellentétes irányú hatás is, amelyet az átlaghoz való regresszió elvetéseként jellemezhetünk. Ennek az alapja az, hogy két egymást követő időpontban végzett csoportos megfigyelés között az csoportátlagtól lényegesen eltérő értékek spontán közeledhetnek a csoportátlaghoz, azonban ezt az ember legtöbbször külső beavatkozásnak tulajdonítja.

1.2.4. A függetlenségre vonatkozó ítéletek

Az egyén mentális fejlődése során a statisztikai függetlenség gondolata egy bizonyos életkor után alakul ki. Nyilvánvalóan véletlenszerű szituációban hajlamosak vagyunk azt hinni, hogy adott események, melyek nem jelentkeznek egy ideig, a jövőbeni előfordulásuk valószínűbbé válik. Tehát egyfajta korrekciós tendencia érvényesülését várjuk a véletlenszerű, független események egymás utáni sorában [Tversky and Kahneman1982a].

A bizonytalanság kiiktatására szolgáló tendenciából természetesen következik az, hogy a véletlenszerűség kiiktatására is irányul. Ez azt jelenti, hogy hajlamosak vagyunk ott is oki és korrelatív összefüggések vélelmezésére, ahol ilyenek nincsenek. Másképp fogalmazva hajlamosak vagyunk olyan esetekben is törvényszerű együttjárások meglétét feltételezni, ahol erre sem a megfigyelt együttjárások gyakorisága, sem a tényezők közötti logikai kapcsolat nem nyújt elegendő okot. Ezt nevezzük illuzórikus korrelációnak.

1.3. Heurisztikák

Amikor az ember bizonytalan helyzetekben alkot ítéleteket, korlátozott információfeldolgozási kapacitása miatt egyszerűsítő eljárásokat kell, hogy alkalmazzon. Ennek következtében a valószínűségi ítéletalkotás az emberi ítéletalkotás néhány spontán működési szabályára épül és nem aritmetikai műveletek sorának végrehajtására. Ennek megfelelően tehát heurisztikus jellegű. A valószínűségi ítéletalkotás sajátos jellemzőit Kahneman és Tversky [Kahneman and Tversky1982b] szerint három heurisztika alkalmazása magyarázza: a (1) reprezentativitás, a (2) hozzáférhetőség, és a (3) rögzítés és igazítás.

1.3.1. Reprezentativitás

A reprezentativitáson alapuló heurisztikákat akkor alkalmazzuk, amikor egy nagyobb osztályhoz (M) való tartozásának valószínűségét kell megbecsülnünk valamely egyed, esemény, osztály (X) esetében. Ennek megfelelően négy alesetet különböztethetünk meg:

- (1) Eloszlás – jellemző érték: M egy osztály, X_i pedig egy az osztályban definiált változó (jegyek) közül, melynek egy konkrét értéke x_i . Ekkor az M osztályt

reprezentáló érték x_{rep} egy releváns változó (X_r) adott osztályban előforduló értékeinek (x_r) a jellemző értéke, például átlaga. Egy egyszerű példa erre a magas férfiak osztálya, ahol az osztályt reprezentáló érték az átlagos magasság.

- (2) Kategória – egyed: M egy osztály, X az osztály egy egyede. Ekkor X akkor reprezentálja M -et ha olyan jegyekkel bír, mint az osztályba tartozó egyedek.
- (3) Populáció – minta: M egy osztály, X egy részhalmaza, azaz $X \in M$. A reprezentativitás ezen aspektusának a mintavételezésnél van szerepe.
- (4) Kauzális rendszer – hatás : M egy kauzális rendszer, X egy lehetséges következmény. X reprezentálja M -et vagy azért, mert erősen asszociáltak, vagy mert X tényleges (vagy vélt) következménye M -nek.

Tekintsünk egy példát a (2) esetre, mivel a reprezentativitási heurisztika itt érzékelhető szemléletesen. *Mi a valószínűsége annak, hogy egy budapesti utcán szembejövő ember foglalkozását tekintve bankár?* A valószínűség értékelésében meghatározó szerepet játszik a példa szerinti esetben, hogy a szembejövő járókelő milyen mértékben reprezentál egy bankban dolgozó vezető beosztású embert, mennyire felel meg bankárokról kialakult elképzelésünknek. Tehát hasonlóság alapján döntünk, aminek eredményei számos esetben a tétel valószínűségi számítás alkalmazása útján nyert értékektől élesen eltérnek. A reprezentativitási heurisztika gyakran kapcsolódik egyes valószínűségi összefüggésekkel szembeni érzéketlenséggel, úgymint:

- események elsődleges valószínűsége
- mintanagyság
- véletlen helytelen értelmezése
- becslés pontossága és megbízhatósága

Az emberek gyakran mutatnak érzéketlenséget az események elsődleges valószínűségével szemben. Ez abban is megmutatkozik, hogy figyelmen kívül hagyjuk az előfordulási gyakoriságon alapuló valószínűséget, amikor a reprezentativitás szerepet játszik. A fenti példánál maradva, amikor megbecsüljük egy szembejövő járókelő foglalkozásának valószínűségét, első sorban azt kellene meggondolnunk, mekkora a valószínűsége annak Budapest egy adott részén, hogy a kérdéses foglalkozású emberrel találkozunk. Az említett bankár példa alapján a belvárosban vagy általában bankok közelében jóval nagyobb, mint egy peremkerület lakóövezetében. A minta nagysága iránti érzéketlenség és a véletlen helytelen értelmezése jelenségei is hasonló mechanizmusokból vezethetők le. Az emberek az adott mintát mindig a populáció reprezentánsának fogják fel, függetlenül a minta nagyságától; a nagy számok törvényének reprezentálását várják el a kisszámú mintáktól is (kis számok törvénye). Ez alapozza meg a .szerencsejátékos tévedése (gambler's fallacy) jelenségét is. (Kahneman és Tversky szerint [Tversky and Kahneman1982a], a konzervativizmus jelenségére is magyarázatot ad a minta nagysága iránti érzéketlenség.)

A becslés pontossága és megbízhatósága iránti érzéketlenség egyfelől azt jelenti, hogy rendszerint figyelmen kívül hagyjuk, hogy egy adott esetben a becslés várható pontossága mekkora, azaz mekkora lesz a becsült érték konfidencia intervalluma. Másfelől pedig a rendelkezésre álló evidenciák megbízhatóságát, és ezáltal az arra alapozott becslés megbízhatóságát mellőzzük. Ehelyett a jövőbeni események becslésénél egy adott minta reprezentatív voltát használjuk fel. A becslések megbízhatóságára vonatkozó kvantitatív mutatók iránti igényt ily módon csökkentik reprezentativitáson alapuló jóslások. A reprezentativitáson alapuló ítéletek mindemellett az érvényesség igen erős illúzióját generálják. Ennek lényege, hogy minél nagyobb a hasonlóság, a redundancia az evidenciák között, annál megalapozottabbnak véljük a döntést. Tehát az egymástól függő, az egymáshoz képest redundáns és nem korrelatív inputok alapján kialakított döntésekben jobban megbízunk, mint amelyeket egymástól független, egymáshoz képest nem redundáns, nem korrelatív inputok alapján hoztunk. Bár statisztikailag a független inputokon alapuló döntés a megbízhatóbb, mégis ezzel ellentétesen egy függő információegyüttest többre becsülünk annak belső konzisztenciája miatt. Ezáltal szembekerülünk az ítéletalkotás normatív előírásaival, azonban a reprezentativitáson alapuló heurisztikák alkalmazásakor bemenetek belső konzisztenciája jobban hasznosítható, mint a statisztikai erő. Kahneman és Tversky szerint [Kahneman and Tversky1982b] a reprezentativitáson alapuló ítéletekben ragadhatók meg a regresszió téves értelmezésének okait. A középáramnyos irányba való regresszióként ismert általános jelenség következménye, hogy bizonyos folyamatok esetében oszcilláló rész-kimenetek előfordulása várható. Nehezen kezelhető ez a jelenség az emberek számára. Gyakran feltételezik a létezését ott, ahol lényegében nincs (lásd pl. a szerencsejátékos tévedése), de nem vesznek róla tudomást ott, ahol létezik. Ugyanakkor általában külső oki magyarázatot találnak rá, ha fel is ismerik a regresszió jelenlétét. A jelenség nehezen kezelhetőségét az okozza, hogy nem egyeztethető össze sem azzal a felfogással, hogy a jóslott eredmény maximálisan reprezentatív a bemenetre nézve, sem azzal, hogy az eredmény változó értékeinek annyira kell szélsőségeseknek lenniük, mint a bemeneti változók értékeinek.

1.3.2. Hozzáférhetőség

Akkor alkalmazzuk ezt a heurisztikát, amikor annak alapján becsüljük meg valamely esemény valószínűségét, hogy milyen könnyen vagyunk képesek mnemikusán (emlékezési technikákkal) felidézni a rá vonatkozó példákat. Jelentős statisztikai megbízhatóságot mutatnak a hozzáférhetőség alapján kialakított ítéletek (hasonlóan a reprezentativitáshoz), mert a könnyebb felidézhetőség általában az esetek múltbeli nagyszámú előfordulásán alapul. Természetesen más tényezők is szerepet játszhatnak a mnemikus anyag „hozzáférhetőségében”, ezért e heurisztika alkalmazása ugyancsak sajátos, a valószínűségszámítás eredményeivel összehangolhatatlan ítéleti outputok forrása lehet. Különböző előítélettípusok eredetét kell itt keresni a kutatók állásfoglalása szerint. Ezek:

- a) példák felidézhetőségén alapuló torzítás,
- b) keresési rendszer hatékonysága szerinti torzítás,

- c) elképzelhetőségből fakadó torzítás,
- d) illuzórikus korrelációból fakadó torzítás.

A nagy érzelmi töltéssel rendelkező tapasztalatok, illetve a közvetlen átélés és a másodkézből való értesülésből adódó információk felidézhetőségének összehasonlítása esetében is felidézhetőségből adódó valószínűség-becslésbeli értékeltolódást tapasztalhatjuk. Például ha valaki személyesen szenvedett el egy balesetet, a baleset bekövetkezésének lehetőségét sokkal valószínűbbnek fogja tartani, mint az, aki csupán hallott ilyenekről. A felidézhetőséghez kapcsolódó további faktor az esemény időbeli elhelyezkedése. Egy távolabbi esemény becslést befolyásoló hatása ugyanis kisebb, mint egy közelmúltban történt eseményé.

A keresési rendszer hatékonysága miatti torzítás vélhetően annak a következménye, hogy bizonyos problémákhoz kialakítunk egy optimális keresési módot. Minél jobban eltér egy adott helyzetben a becslés felállításához szükséges információkeresés ettől az optimális módtól, annál nagyobb lesz a torzítás. Tekintsük egy olyan példát, melyben adott betűket tartalmazó szavak gyakoriságát kell megbecsülni. Ha feltesszük azt a kérdést, hogy az „e” betűt az első vagy a harmadik pozícióban tartalmazó szavak gyakorisága a nagyobb, akkor nagyobb valószínűséggel az előbbi opciót fogjuk választani. Ennek az oka az, hogy a szavakat rendszerint a kezdőbetűjük szerint rendezzük, keressük. Az első opció ennek megfelel, míg a második ettől eltér, és így nehezebb felidézni ilyen szavakat. Továbbá centrális tendencia jelenségért is keresési rendszer hatékonysága felelős. Ha egy személy olyan instrukciót kap, hogy nevezzen meg például valamely 0.005 vagy 0.995 valószínűségű eseményt, igen nehezen talál rá példát. Maga a jelenség arra vezethető vissza, hogy igen valószínűtlennek tartjuk a valószínűségskálán ennyire poláris elhelyezkedésű eseményekkel való találkozást.

Az elképzelhetőségből (imaginációból) fakadó torzítással olyan esetekben kell velük számolnunk, ahol olyan osztályok gyakoriságát kell megállapítanunk, melyekről nincsenek közvetlen emlékképeink, hanem csak - bizonyos szabályok szerint - elképzelhetjük őket. Néhány példát általánosítunk ezzel a módszerrel, és arra támaszkodva állapítjuk meg a gyakoriságot és a valószínűséget. Erre egy egyszerű példa 10 fős mintában 3 illetve 7 fős diszjunkt részcsoportok képzése. Bár matematikailag az említett részcsoportok számossága megegyezik, a 3 fős csoportok képzése jobban elképzelhető, így ezt véljük gyakoribbnak.

Illuzórikus korrelációból fakadó torzítás akkor lép fel, amikor két jelenség között erős tudati asszociáció áll fenn, azonban ez statisztikailag nem állja meg a helyét. Ilyen esetekben akkor is gyakori közös előfordulást feltételezünk, amikor ennek a minta valójában ellentmond.

1.3.3. Rögzítés és igazítás

E heurisztika lényege abban ragadható meg, hogy a feladat elvégzése során az ítéletalkotó kijelöl valamilyen kezdő értéket, azt veszi alapul és ahhoz igazítja hozzá a végső döntést. Származhat a kiindulópont akár a probléma megfogalmazásának módjából, avagy partikuláris számításokból. A döntés és a cselekvés kivitelezhetősége szempontjából a rögzítésen

és igazításon alapuló döntési manőver nagy jelentőséggel bír, és felelős olyan jelenségekért is, mint az elégtelen igazítás és a konjunktív és diszjunktív események értékelésében jelentkező típusos tévedések.

Annak alapján észlelhetjük az elégtelen igazításra irányuló tendenciát, hogy túlzottan befolyásolja az ítéleti érték nagyságát a kezdő érték megadása. Valószínűségi eloszlások becslésekor jelentősen eltérő értéket adunk meg, ha kiindulási érték nélkül kell megbecsülnünk egy adott esemény valószínűségének 90%-os konfidencia intervallumát, szemben azzal, ha adott egy medián érték, és ehhez képest kell becslést adnunk az intervallumra. Akkor is ezt a jelenséget figyelhetjük meg, ha valaki befejezetlen számításokra alapozza értékelését, tehát adott számú elemi művelet alapján becsli egy komplexebb művelet eredményét. Tehát ha adott egy komplex műveletleírás két eltérő formában: $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots 10$ és az $10 \cdot 9 \cdot 8 \cdots 1$, akkor az utóbbit nagyobbra becsüljük, mert az első pár értékhez képest igazítunk. A konjunktív és diszjunktív események értékelésében jelentkező típusos tévedések szintén az igazítás és rögzítés alkalmazásából adódnak. Vegyünk alapul három eseményt. „Legyen az első egy elemi esemény, ahol egy olyan zsákból, amely fele részben tartalmaz piros és fele részben fehér üveggolyókat, egyszeri húzással egy pirosat vesz ki valaki. A konjunktív esemény például a következő: egy zsákban található üveggolyóknak 90%-a piros, 10%-a fehér. Valaki hétszer egymás után piros golyót húz ki a zsákból úgy, hogy a kihúzott golyót mindig visszateszi. Diszjunktív eseményre példa a következő: egy zsákból, amelyikben az üveggolyók 10%-a piros és 90%-a fehér, hét egymás utáni húzással valaki egy piros golyót húz ki. (A kihúzott golyót természetesen mindig visszateszi.) Egy kísérletben a kísérleti személyek azt a feladatot kapták, hogy kössenek fogadást a három eseményfajta, melyiket mennyire tartják valószínűnek. Kiderült, hogy a kísérleti személyek legnagyobb része a konjunktív eseményre fogadott, kisebb része az elemi eseményre, és legkisebb része a diszjunktívra. holott a diszjunktív esemény bekövetkezését tekinthetjük matematikailag a legvalószínűbbnek (0.52), utána az elemi eseményt (0.5) és legkevésbé valószínűnek a konjunktívat (0,48).”(Engländer) Ezt a jelenséget Kahneman és Tversky [Kahneman and Tversky1982b] a rögzítésből következő hatással magyarázzák. Álláspontjuk szerint egy elemi esemény megállapított valószínűsége szolgál természetes kiindulópontként a valószínűség értékeléséhez mind a konjunktív, mind a diszjunktív eseményeknél. A kezdő ponttól való igazítás általában nem kielégítő, ezért a végső értékelés mindkét esetben túl közel marad az elemi események valószínűségéhez. Ez a jelenség nem egyszer érezteti hatását a mindennapi gyakorlatban. A konjunktív események valószínűségének túlértékelésével találkozhatunk például a projekttervek teljes megvalósíthatóságának túlértékelésekor. Tehát ha adott egy több részfolyamatból álló projekt, akkor részfolyamatok együttes sikeres megvalósításának a valószínűségét rendszerint felülbecsüljük. A diszjunktív ítéleteknél tapasztalható alulértékelés pedig például a rendszerek részmeghibásodási lehetőségének alábecslésében mutatkozik meg. Vagyis bár az egyes részhibák egyenként jellemzően kis valószínűségűek, annak valószínűsége, hogy valamilyen hiba fel lép már nem elhanyagolható.

1.4. Torzítások a kockázat észlelésében

1.4.1. Perspektíva hatás

A kockázat idői síkban történő érzékelése, és az ezen alapuló döntéshozatal egy további olyan terület, ahol eltérés mutatkozik a valószínűségi számítás szabályaitól. Az adott időpillanathoz közelebbi kockázatot nagyobb, a távolabbit kisebbnek érzékeljük. Ezt a jelenséget a kockázat perspektíva hatásának nevezzük. A perspektíva hatást több kísérlet keretében vizsgálták. Ezek egyike egy szerencsejáték szituáció során demonstrálja a jelenséget (Engländer et al. [T.1999]). A kísérletben résztvevőkkel, egy négyfordulós szerencsejátékot játszottak. Minden egyes fordulóban háromszor dobtak fel egy pénzdarabot és egyszer egy játékkockát. Valamennyi dobás előtt tippelniük kellett, hogy mi lesz a dobás kimenetele. A pénzdarab alkalmazásánál lehetséges opciók: fej vagy írás, a kockadobás esetén pedig a lehetséges 6 szám egyike. Az egyes fordulók a dobások sorrendjében tértek el egymástól. Az első fordulóban a kockával kell dobniuk először, majd az érmével háromszor. A második fordulóban a kockadobás került a második helyre, és a további fordulóokban egyre távolabbi helyre. A kísérlet további feltételei: ha nyer a tét 48-szorosát kapja, amennyiben veszít akkor a tét a vizsgálatvezetőé; a kísérleti személy csak akkor nyer meg egy-egy fordulót, ha az érmefeldobások és a kockadobás kimenetelét is helyesen jósolja meg. Amennyiben egyszer is téved, a forduló lejátszását megszakítják. A játék elkezdése előtt a játékosoknak valamennyi fordulóra fogadniuk kellett és azt is meg kellett mondaniuk, hogy melyik fordulóban mekkora téttel fognak játszani. Ez lehetőséget adott annak mérésére, hogy a fordulókat egymáshoz képest mennyire tartják esélyeseknek. Bár a négy forduló során a nyereség valószínűsége objektíve teljesen azonos volt, a kísérletben résztvevők jelentősen eltérőnek ítélték az egyes fordulók kockázatát. Az eredmények az mutatták, hogy a kockadobás, mint a sorozat legnagyobb rizikót reprezentáló tagja, minél korábban következik, a résztvevők annál nagyobb, nagyobb érzékelték az összkockázat nagyságát. Ennek megfelelően minél távolabb volt a kiemelt rizikójú pont, annál kisebbnek ítélték az összkockázatot. Az elvégzett kísérletek eredményei alátámasztották azt a hipotézist, mely szerint minél később következik be a legnagyobb kockázatot képviselő esemény, annál esélyesebbnek tűnik az eseménysorozat egésze. Ebből a hipotézisből az is következik, hogy a valójában egyenlő valószínűségű sorozatokat az emberek nem egyenlőként kezelik. A hipotézis hátterében megtalálható az adaptív célszerűség hatásának feltételezése. Azaz a biológiai adaptáció szempontjából az a legésszerűbb, ha döntési sorozatok esetében azt a lehetőséget választjuk, ahol a lehető legkésőbb jelentkezik a legnagyobb kockázat. Alapvetően csak ez a stratégia segíti a túlélést. Annak révén, hogy a lényegében egyenlő esélyű és hasznosságú lehetőségeket egymástól különbözőként észleljük, lehetőséget ad arra, hogy dönteni tudjunk közöttük és ezzel megőrizzük cselekvőképességünket.

1.4.2. Egyenletesség

A kockázat időbeli észlelésének egy további emberi sajátossága a kockázat egyenletesség preferenciája. Az emberi gondolkodás adott típusú szituációkban végzett kockázatbecslés-

nél, előnyben részesíti az egyenletes kockázatoszlású sorozatokat. Különböző kísérletek igazolták, hogyha az ember egy szituációban azonos összkockázatú esemény sorozatok értékelése alapján végez kockázati becslést, akkor az egymástól jelentősen különböző kockázatú elemeket tartalmazókkal szemben az azonos vagy egymáshoz igen közel álló kockázatú elemeket tartalmazó sorozatot preferálja. Engländer et al. [T.1999] egy ruletszerű kísérlettel demonstrálta ezt a jelenséget. Adott volt egy sorrendben számozott szerencsekerék, ami 16 részre volt osztva 1-től 16-ig terjedő számozással és 4 színre volt festve (piros, sárga, kék, zöld). Ennek megfelelően számra (jele: N, $p = 1/16$), színre (jele: C, $p = 1/4$), és a számok páros, illetve páratlan voltára (jele: P, $p = 1/2$) fogadhattak. A kísérlet folyamán ezen eseményekből összeállított eseménysorozatok összkockázatát kellett megbecsülniük a kísérleti személyeknek. Például N|P|P ($p = 1/16 * 1/2 * 1/2 = 1/64$) vagy C|C|C ($p = 1/4 * 1/4 * 1/4 = 1/64$). Az eseménysorozatok valószínűsége minden esetben $1/64$ volt, még is jelentősen többen ítélték az utóbbi eseménysort a legkevésbé kockázatosnak.

A kockázat egyenletesség preferenciája egyfajta „kvázi optimalizációs” módszernek is tekinthető. ugyanis az emberek könnyebben tudják kezelni azokat a helyzeteket, melyek jellemzői viszonylag tartósak. Ennek feltételezhetően az az oka, hogy a környezeti adaptáció szempontjából előnyös egy tartós tényező, mivel lehetővé a hozzá történő alkalmazkodást. A jelenség úgy is értelmezhető, hogy az ember az összkockázatok nagyságának megítélése folyamatában a független részesemények valószínűségeinek összegzése során, a matematikai gondolkodásnak jobban megfelelő szorzások helyett összeadáshoz hasonló műveletet alkalmaz.

1.4.3. Arányosság

Az összkockázat nagyságának meghatározását két további egymással ellentétes hatású tényező befolyásolja a kockázat sűrűsége és tartóssága. A kockázat sűrűsége azt fejezi ki, hogy az összkockázat milyen mértékben egyetlen, vagy igen kevés számú pontba sűrített. A kockázat tartóssága pedig a kockázat fennállásának tartamát jelöli. E két tényező hatását az egyenletesség vizsgálatánál leírt kísérlet egy változatával vizsgálták. A kísérleti alanyoknak három eseménysorozatra kellett kockázatbecslést végezniük, azaz fogadniuk tétet. Az első sorozat 1 elemet (N), a második 2-őt (C|C), a harmadik pedig 4-et (P|P|P|P) tartalmazott. A számított összkockázat mindhárom sorozat esetében azonos volt ($N = 1/16$, $C * C = 1/4 * 1/4$, stb). Az „érezelt” kockázat az elsőnél a legnagyobb, de csak egyszeri, míg a második és harmadik esetében lényegesen kisebb, de többször kell elviselni. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy ilyen szituációkban inkább választják az alacsonyabb mértékű kockázat többszöri elviselését (alacsony kockázatsűrűség, relatíve magas tartósság), mint az egyszeri nagy kockázatot (magas kockázatsűrűség, alacsony tartósság). Ilyen módon érvényesülhet az arányosság elve. (A környezeti adaptációban is inkább ezt a megoldás vált sikeresebbé.)

1.5. Funkcionális referenciák

Kísérletsorozatok eredményei azt mutatták, hogy mind a laikusok, mind a matematikai felsőfokú képzettséggel rendelkezők a kockázati perspektíva hatásnak megfelelően tették fogadásukat (bár a számított kockázati esélyek egyenlők voltak). Amennyiben az ítélet helyességének feltétlen kritériuma a normatív matematikai előírások alapján számított értékekkel történő egybeesés, akkor valóban hibáztak a kísérletben résztvevők. Ezzel szemben, ha a biológiai adaptáció, vagy csak a mindennapi gyakorlat szemszögéből vizsgáljuk meg a kérdést, akkor nem ez a konklúzió. A korábban említett szerencsekerék kísérletben résztvevőknek el kellett dönteniük, hogy a lehetséges opciók közül melyiket mekkora tétellel fogadják meg. Tisztán formai szempontból ugyanúgy hibáztak volna, ha más sorrendet állítottak volna fel. Amennyiben elfogadva azt, hogy a rendelkezésre álló opciók egyenlő értékűek, elutasítják a döntést, a szituatív feltételek alapján a lehető legrosszabb megoldást választották volna. A kísérletek lebonyolítása során világossá vált, hogy működött a matematikai ismeretekből, illetve a valószínűségszámítási készségből származó kontroll (különösen a szakértők megjegyzései utaltak erre), de amikor döntöttek, nem a matematika normatív szabályaiból fakadó kritériumnak tettek eleget. A kísérletek arra mutattak rá, hogy egy kettős, alternatív kritériumrendszerrel áll szemben a valószínűségi ítéletalkotás. Az adott feladathelyzet által mozgósított kritériumhalmaz orientálja az ítélet kialakításának módját és szabályait. A két kritériumtípus vagy más néven funkcionális referencia [T.1999] a következő:

- igazságkritérium – a feladat iránya elsődlegesen egy helyzet, állapot, tény igazságának feltárása
- hatékonysági kritérium egy cselekvés előkészítésére irányul az ítéletalkotás.

A hatékonysági kritérium alapvetően azon esetekben kerül előtérbe funkcionális referenciaként, mikor cselekvéskényszerbe kerül az ítéletalkotó ember. A következő választásos típusú helyzetekben (jellemzően amikor nincs elegendő idő) adódhat elő cselekvéskényszer:

- azonos értékű lehetőségek között kell választani,
- túlságosan komplex a probléma az egyén információfeldolgozó teljesítményéhez viszonyítva,
- saját jelentőségéhez mérten túl összetett a probléma,
- elégtelen a rendelkezésre álló információ mennyisége.

A funkcionális referenciának megfelelően két feladathelyzetet lehet megkülönböztetni, az egyik a „hagyományos gondolkodás” (pl: egy matematikai probléma helyes megoldása), a másik a becslés (pl: szerencsejátékban fogadás). A becslés közelebb áll az érzékelési folyamatoknál feltárt mechanizmusokhoz, a kognitív tevékenység analóg munkamódjai dominálnak, a működési szabályokban meghatározóak a kockázat perspektíva hatásának

megfelelő hatások érvényesülése, a heurisztikák alkalmazása, a mennyiségek logaritmikus konverziója. Neumann szerint a digitális működés elvitathatatlan előnye az elméletileg végtelen precizitás, pontosság, de nagy hátránya a labilis megbízhatóság (a nagy számú logikai lépést elvégző műveletsorok között egyetlen hiba is gyakori és súlyosan hibás végeredményhez vezethet. Ezzel szemben az analóg működés kétségtelenül durva és pontatlan, de meglehetősen megbízható, és igen ritkák a súlyos, abszurd hibák. Meglehetősen nehéz elméleti probléma a heurisztikus ítéletalkotás elhelyezkedése az ítéletalkotó folyamatok komplett rendszerében. A heurisztikus elméletet a filozófia oldaláról érkezett kritikák, az emberi irracionális kísérleti bizonyítására való törekvésként jellemzik.

1.6. A kauzalitás szerepe

Bizonytalan szituációkban az emberi ítéletalkotás folyamatában a problémák időbeli szerkezetének fontos szerepe van. Bár tisztán matematikai szempontból a valószínűségi döntéshozatal időbeli paraméterei közömbösek, mégis számos kutatási eredmény alapozza meg azt az állítást. Az attribúciós (oktulatdonítási) elmélet kidolgozóinak (Kelley és McArthur [Kelley1973, McArthur1972]) az az álláspontja, hogy a bizonytalan helyzetekben történő ítéletalkotás során is érvényesül az a tendenciózus kényszer, hogy az ember kauzális sémában értelmezze az egymást követő eseményeket. Jelölje D a rendelkezésre álló adatot (mintát), X pedig a vizsgált eseményt, melynek valószínűségét becsüljük. Ekkor az alábbi sémákat különböztethetjük meg [Tversky and Kahneman1982b]:

- $D \rightarrow X$: D kauzális információval szolgál X -ről
- $X \rightarrow D$: D diagnosztikus információval szolgál X -ről
- $X \leftarrow Z \rightarrow D$: D indikáció (adott szituációban információval szolgál X -ről)
- $X - / - D$: D véletlenszerű X szempontjából, tehát nincs sem direkt, sem indirekt kauzális él.

Ezek közül alapvetően a kauzális iránynak van pszichológiai túlsúlya, ami azt vonja maga után, hogy a korábbi eseményt oknak, a későbbit okozatnak tekinti az ember. Ez olyan következménnyel is járhat, hogy akkor is okozati összefüggés benyomása alakul ki az embereknél, mikor csupán az események egymásutániségéről van szó. Spontán, hétköznapi szituációkban a következtetések mechanizmusa úgy működik, hogy az időben előre (korábbiról későbbire) irányuló következtetéseket, mint okról okozatra, az időben visszafelé irányulóakat, mint okozatról okra történő következtetéseket hajtjuk végre. Az előbbieket kauzális, az utóbbiakat diagnosztikus következtetéseknek nevezzük. A kauzális következtetési forma természetesebb az ember számára, a környezeti adaptáció folyamatában ősibb követelményeket elégíti ki a diagnosztikushoz viszonyítva. A sikeres adaptációhoz, illetve a túléléshez szükséges gyors cselekvéses válaszok kivitelezését a kauzális következtetési forma biztosította. A múltbeli szituációk megértése és értékelése csak később, egy a biológiai és társadalmi fejlődés magasabb szintjén vált igazán értékesíthetővé. A diagnosztikus

következtetési forma megjelenése már azt a típusú gondolkodást vetíti előre, amely elvezet a tudományos megismerés módszereihez.

Az elmélet kidolgozói a következőket feltételezik a hétköznapi ítéletalkotásban:

- 1. kézenfekvőbbeknek tűnnek és könnyebben végrehajthatók a kauzális következtetések, ezért jobban megbíznak bennük az emberek;
- 2. az információkból alapvetően a várható, jövőbeli történésekre vonatkozó következtetési lehetőségeket hasznosítjuk, és elhanyagoljuk az információk múltra vonatkozó, diagnosztikus értékét;
- 3. lényegesen könnyebben tudunk kauzális modelleket készíteni a bekövetkezett események megmagyarázására, mint diagnosztikusokat.

Mindezek egy jelentős következménye tudásmérnöki szempontból, hogy ha rendelkezésre áll olyan információ, amely egy kauzális következtetési lánchoz illeszkedik, akkor ez lesz a domináns. Mindazon mintákat, illetve további információt, ami ehhez a sémához nem illeszkedik, azt figyelmen kívül hagyjuk. A modellalkotás szempontjából mindennek jelentős következménye van. Akár hétköznapi értelemben, az embernek a környező világ mechanizmusaira modelleket alkotó tevékenységét tekintjük, akár formális értelemben, egy adott tárgyterület modellezését nézzük. A modellezési lépéseket három fő vezérlő elv köré csoportosíthatjuk: predikció, magyarázat, modellrevízió. Az első két elv a kauzális következtetés irányába illeszkedik, míg az utóbbi diagnosztikus következtetéshez kapcsolódik. A kauzális irány túlsúlya a modell – kimenet viszonylat értelmezésében jelentkezik. Predikció esetében az ember hajlamos azon kimenetek súlyát eltúlozni, melyek leginkább illeszkednek a modellhez, míg magyarázat jellegű megközelítésnél a modellnek azon elemeit súlyozzuk felül, melyek révén a kimenet létre jöhetett. Mindkét esetben az adott modell – kimenet illeszkedésének jóságára kerül a hangsúly. Ezzel szemben modellrevízió esetén arra kerül a hangsúly, hogy a modell mely paramétereit kell módosítani a jobb illeszkedés érdekében. Ez utóbbi elv a diagnosztikus következtetést igénylő volta miatt háttérbe szorul, emiatt a valószínűségi ítéletalkotás és a kapcsolódó modellállítás folyamán túlsúlyba kerül a predikciós és a magyarázat alapú megközelítés. A revízió elvetése nem csak a kauzális sémákhoz kapcsolódóan jelentkezik. A hiedelmek melletti kitartás, még új, annak ellentmondó adat esetében sem feltétlenül változik meg. Tegyük fel, hogy adott két csoport A és B , melyeknek ugyanannak az eseménynek a valószínűségéről eltérő hiedelmeik vannak. Ekkor ha egy olyan új evidencia válik elérhetővé, mely szerint mindkét hiedelem elfogadható, akkor optimális esetben közeledhetnek a hiedelmek egymáshoz, feltéve, hogy az új adat meggyőző, konzisztens a korábbiakkal. Ha az evidencia nem konzisztens a korábbiakkal, akkor a két csoport vagy elfogadja egymás hiedelmeit valamilyen mértékben vagy egy kevésbé optimális esetben nem változtat álláspontján. A valóságban azonban a hiedelmek nem hogy közelednének egymáshoz, hanem polarizálódnak, távolodnak egymástól. Az általános tendencia az, hogy minden információt a saját hiedelmeink megerősítésére használunk. Még abban az esetben is, mikor egy korábbi evidenciának megkérdőjeleződik a hitelessége (vagy kiderül, hogy egyértelműen tévedés), akkor sem csökken

annyit a „hitünk”, mint amekkorát nő pozitív megerősítés hatására. Ennek mértékét a tudatban elraktározott korábbi siker illetve kudarcélményeink befolyásolják.

Ehhez kapcsolódik egy további jelenség, melyet visszatekintési torzításnak neveztek el. Ennek lényege, hogy egy vizsgált esemény bekövetkezte után, a visszatekintés folyamán túlbecsüljük azt, amit előre látni lehetett. Tehát a bekövetkezett eseményt szinte elkerülhetetlennek véljük utólag, azt feltételezzük, hogy mindent látni lehetett már előre, holott valójában nem ez volt a helyzet. Ennek hátránya az, hogy a későbbi predikciókat túlzottan magabiztosság teheti, másfelől „eltakarja” az időközben fellépő hibák és más váratlan események jelentőségét.

1.7. A valószínűségi ítéletalkotás, mint összetett szabályozó rendszer

Az emberi problémamegoldó gondolkodás egyik jellemző formája, a valószínűségi ítéletalkotás folyamatában a heurisztikák alkalmazása, mely egyúttal rávilágít a következtetési folyamataink természetére is. A kutatók egy része azt feltételezi, hogy mindez csak a pszichológiai laboratóriumban végzett vizsgálatok mellékterméke, míg más jelentős csoportjuk ezt nem fogadja el. A valószínűségbecslések felülvizsgálata során az ember bayesi gondolkodásmódját hangsúlyozó felfogás ellentmondásban van a heurisztikus megoldások analóg, kvalitatív jellegével. A két neves kutató Tversky és Kahneman [Kahneman and Tversky1982b], a reprezentativitás heurisztikára vezeti vissza a konzervativizmus jelenséget. Ők szakítanak azzal az előfeltevéssel, hogy az emberek „bayesi” mechanizmussal, azaz előzetes és feltételes valószínűségeket meghatározó adatok alapján tesznek kissé torzított, nem kellő hatékonyságú következtetéseket. A szerzők úgy vélekednek, hogy a becslések mechanizmusai az észleléshez közelebb álló szinten zajlanak, alapvetően a rendelkezésre álló információk, illetve az alternatív hipotézisek hasonlóságára vonatkozó komplex benyomásokon alapulnak. A konzervativizmus jelenséget abból vezetik le, hogy az emberek érzéketlenek egy lényeges statisztikai jellemzővel szemben, ez pedig a minta nagysága. A „bayesi módon gondolkodó ember” modelljének ugyancsak ellentmond rögzítés és igazítás heurisztika rendszeres fellépésével kapcsolatos elvárás. Hasonlóan ellentmondás található a valószínűség-becslések revíziójának hagyományos modellje és a műveletsorok kiszámításának elkerülésére irányuló tendencia. Bár meggyőzőnek tűnik a valószínűségi ítéletalkotás igen erős heurisztikus tendenciáinak létezése, a hagyományos bayesi kísérletek eredményei rámutatnak, hogy az egyének az információk növekedését valamilyen szintű hatékonysággal mégis csak hasznosítják. Az új információk - azaz a mintanagyság növekedése - befolyásolják a konzervativizmus mértékét a minta reprezentativitásától függetlenül is.

A valóságban a gondolkodás egyes folyamatai digitális lépéseinek megbízhatóságát jól értelmezik az analóg műveleteket alkalmazó heurisztikus becslések; a heurisztikák elnagyoltságát, logikai pontatlanságát pedig a digitális elemzések szükség esetén felismerik és korrigálják. Az ítéletalkotásunk során nem egymástól független, befejezett ítéleteket alakítunk ki. A különböző ítéletek között kölcsönös kapcsolatok állnak fenn, kontrollálják és kiegészítik egymást, több nézetből és különböző módokon közelítik meg ugyanazt a

problémát. Az ítéletek összetett dinamikával működő hálózatokat, hierarchiakat alkotnak, melyekben ütköznek a különböző típusú heurisztikák és a normatív, digitális gondolkodási folyamatok eredményei. A valószínűségi megismerés intuitív és normatív mozzanatai egymást kölcsönösen kontrolláló és kiegészítő műveletek. Tömören megfogalmazva, a következtetési, ítéletalkotási rendszer egy bonyolult feedback működést biztosító szervomechanizmust alkalmaz. A kiemelt kérdés az, hogy a következtetések intuitív és normatív elemei a valószínűségbecslések folyamatában hogyan hatnak egymásra.

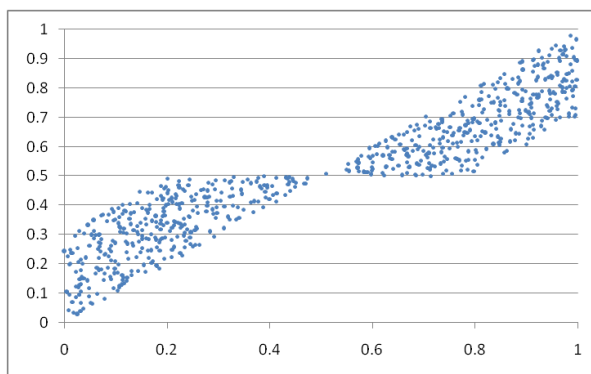
A szakirodalom nagymértékben megosztott az emberi ítéletalkotás, mint átfogó rendszer tekintetében. Az egyik irányzat szerint: a nagy kockázatú helyzetekben az emberi döntések helyessége gyakran a túlélés alapfeltétele, ugyanakkor az ellenőrzésre és korrekcióra alig vagy egyáltalán nincs lehetőség. Ebből az következne, hogy a legveszélyesebb szituációkban ki vagyunk szolgáltatva a tévedéseinknek, melyek a heurisztikák biasképző tendenciája miatt nem ritkák. Továbbá a különböző érzékelési modalitásokból származó információk feedback hatásaira nem számíthatunk, illetve a tanulási folyamatokra sem számíthatunk, mert túlságosan ritkák az ilyen rendkívüli helyzetek a helyes döntések és a megfelelő cselekvés elsajátításához. A szituációk kockázatos mivolta feloldhatatlan az ember számára és a kockázatpercepciók kutatások szemlélete szerint az emberi pszichikum nincs felkészülve a kockázat kezelésére a feedback hiányában. Egy másik irányzat szerint, azonban többek közt biológiai megfontolások is indokolják a kételkedést a fentiekben. A leírt kísérletek alapján (Engländer et al. [T.1999]) feltételezhető egy belső kontrollrendszer, amely az ítéletek megbízhatóságát biztosítja. A különböző következtetési mechanizmusok szimultán működése, interaktív dinamizmusai, az analóg és digitális folyamatok, eltérő módon működő heurisztikák kölcsönösen ellenőrzik, ellensúlyozzák egymást. A valószínűségi problémamegoldás egységes rendszere, az eltérő mechanizmusok nagyfokú együttműködéséből, és a műveletek megfelelő hierarchikus szerveződéséből származik.

A fentiekkel ellentétben, az extrém stressz kutatások eredményei arra utalnak, hogy létezik feedback a környezet és az egyén között. Az extrém kockázatú szituációkban azonnali reflexes reakciók indulnak a veszélyeztető tényezők kiküszöbölésére. Ezzel párhuzamosan a kognitív apparátus értékeli a feedback információkat, és módja van a kockázatbecslési mechanizmusok alkalmazására (minél pontosabb képet rajzolnak az információk, és minél több idő áll rendelkezésre az ítéletalkotáshoz, annál inkább toódik át a bizonytalanságrevizíó során a gondolkodás a heurisztikák alkalmazásáról más, pontosabb kockázatbecslési mechanizmusokra). Továbbá szélsőséges szituációkban is elraktározódhat tapasztalat, főleg az erős érzelmi kontextussal rendelkező negatív tapasztalások esetén. Ez utóbbiak vésődnek be a legerősebben (persze ehhez túl kell élni a tévedést). Természetesen a más tapasztalatából való okulás, mint információ nagyon fontos, sőt alapja lehet, mint attitűd a fejezet elején taglalt kockázatbecslési torzításoknak akkor, ha valóban nem vesszük figyelembe a mintanagyságot. A számunkra fontos emberek, csoportok tapasztalata nagyobb befolyással hat adott esetben, mint egy jóval nagyobb populáció kockázatbecslési ítélete. A kockázatbecslés folyamatában nagy erővel hatnak a korábbi negatív tapasztalatok (sikertelen, vagy kevésbé sikeres ítéletek következményei). Hasonló szituációkban befolyásolja, torzíthatja a kockázatbecslésünket még akkor is, ha az adott szituáció számos paramétere más mint a korábbié (minden olyan helyzetben nagyobbak fogjuk érzékelni a kockázat

nagyságát, amely nagy vonalakban hasonlít egy korábbi, kudarcot eredményezett valószínűségi ítéletalkotásunkhoz). Ugyanakkor a rulett kísérletek során felismert torzítások is megjelennek a mindennapi gyakorlatban: azaz, ha tudottan 50 – 50%-os valószínűségi döntési helyzetben többször egyféleképpen döntünk sikertelenül, ragaszkodhatunk hozzá azzal, hogy az n -edik próbálkozásnál már nagyobb a valószínűsége annak, hogy igazunk lesz.

1.8. A torzítások hatása és azok kezelése

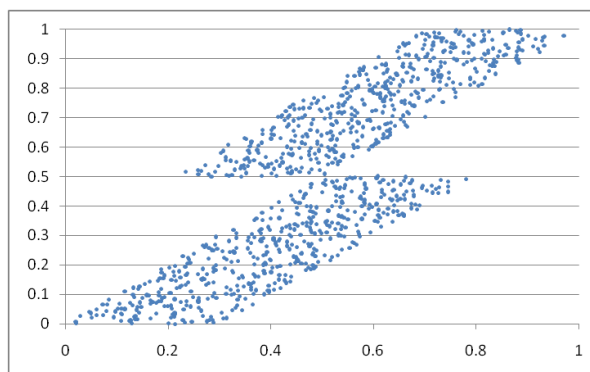
A valószínűségi következtetés és modellezés szempontjából a paraméterek meghatározását illetően alapvetően kétféle következménye lehet a eddigiek folyamán ismerttetett jelenségeknek, torzításoknak: túlzott magabiztosság (overconfidence) vagy a magabiztosság hiánya (underconfidence) alulbecslés. A túlzott magabiztosság (lásd ?? ábra) a valószínűségi skála szélsőségei felé való eltolódást jelenti (azaz 0.5 alatt 0 felé, 0.5 felett 1 felé).



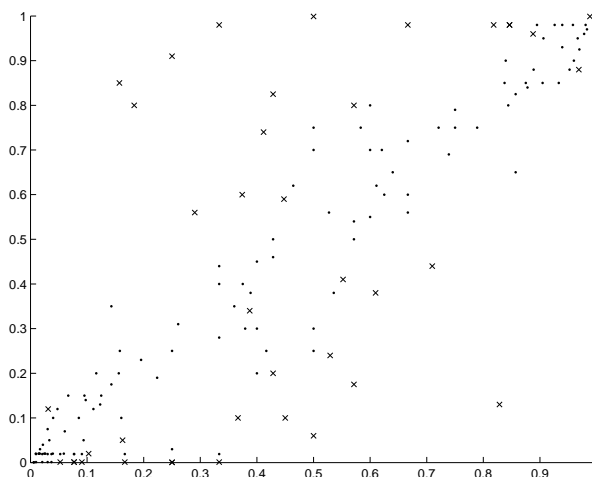
1.1. ábra. A túlzott magabiztosság (overconfidence) hatása valószínűségi következtető rendszereknél. A vízszintes tengely a túlzott magabiztosságot mutató becslést, a függőleges tengely a az adat alapján számolt relatív frakvenciákat jelöli.

A magabiztosság hiánya (lásd ?? ábra) az előbbivel ellentétes tendenciát, azaz mindkét irányban 0.5 felé való eltolódást mutat.

A heurisztikák miatt fellépő torzítások következtében a túlzott magabiztosság jellemző, amit célszerű figyelembe venni a valószínűségi modellezés folyamán. Ha a túlzott magabiztosságot az ideális becsléshez viszonyított szórásával (σ) jellemezzük, akkor megállapítható, hogy kismértékű szórás esetén ($\sigma < 0.2$) hatása a modell teljesítményére még minimális, azonban ezen érték felett jelentős romlás tapasztalható [Druzdzel and Onisko2008]. A magabiztosság hiánya ennél nagyobb romlást eredményez, azonban nem ez a jellemző a szakértői becslésekre. Mindemellett Onisko és Druzdzel [Onisko and Druzdzel2011] vizsgálták a becslések pontatlanságának (kerekítésének) hatását egy valószínűségi következtető rendszerben. Ennek során kimutatták, hogy a becsült valószínűségek 0-ra való kerekítése okoz nagymértékű teljesítményromlást. A túlzott magabiztosság kezelése „kalibráció” segítségével lehetséges [Lichtenstein et al.1982].



1.2. ábra. A magabiztosság hiányának (underconfidence) hatása valószínűségi következtető rendszereknél. A vízszintes tengely a magabiztosság hányát mutató becslést, a függőleges tengely a az adat alapján számolt relatív frakvenciákat jelöli.



1.3. ábra. Kalibráció. A vízszintes tengely a szakértő becsléseit, a függőleges tengely a az adat alapján számolt relatív frekvenciákat jelöli. A ponttal jelölt szakértői becslések az adat alapján számított valószínűség konfidenciaintervallumán belül találhatóak, az 'X'-szel jelölt becslések pedig a konfidenciaintervallumon kívül.

Ennek folyamán az szakértőt felkérjük adott valószínűségű események megbecslésére, majd a rendelkezésre álló adat alapján kiszámított relatív frekvenciákkal ezeket összevetjük. Ily módon átfogó képet kaphatunk arról, hogy az adott szakértő becslése mennyire szór az adatból számított értékekhez képest (lásd ?? ábra).

Tudásmérnöki szempontból egy további következménye az ismertetett torzításoknak és heurisztikáknak, hogy a szakértő rendszerint elfogult lesz az adott problémához kapcsolódó konkrét információk súlyozásánál [Kahneman and Tversky1982a]. Ez azt jelenti, hogyha rendelkezésre áll a problémához kapcsolódó általános információ és egyedi információ, akkor az utóbbi kap nagy hangsúlyt, míg az előbbit rendszerint elhanyagolja. Tekintsünk példaként egy építési projektet. Ekkor mivel vélhetően számos hasonló vállalkozás

lezajlott már, így elérhető nagymennyiségű információ az ilyen típusú projektek eredményességéről, kritikus szakaszairól, a tervezett és a valós kivitelezési időről. Másképpen szólva eloszlás jellegű információhalmaz áll rendelkezésre. Ezzel állnak szemben a konkrét építési projekt egyedi információi, mint például a kivitelező vagy a helyszín paraméterei. A szakértő hajlamos a projekt tervezése folyamán az intuitív becslések meghozatalakor figyelmen kívül hagyni az eloszlásból származó információkat, és felülértékelni az egyedi információkat. Ennek oka többértű lehet, többek közt szerepet játszik az egyedi információk időbeli közelsége, a szakértő személyes érzelmi érintettsége a korábbi kudarcok vagy sikerek kapcsán, valamint a jellemző túlzott magabiztosság. Elvileg lehetséges egy korrekciós metódus kialakítása az intuitív becslések javítására. Ennek lépései: (1) referencia osztály meghatározása, (2) referenciaosztály paraméterei eloszlásának meghatározása, (3) intuitív becslés, (4) jóslhatóság becslése, (5) intuitív becslés korrekciója a jóslhatóság figyelembevételével. A gyakorlatban azonban ez többnyire nem megvalósítható, hiszen a legtöbb esetben egyfelől a referencia osztály (amihez hasonlítjuk az adott problémát), másfelől a jóslhatóság (mennyire lehet pontos a becslés) meghatározása akadályokba ütközik. Emiatt inkább a torzítások lehetséges jelenlétének tudatosítása, és ebből kifolyólag az adott feladat több szempontú megközelítése nyújthat segítséget.

1.9. Összegzés

A matematikai szabályszerűségek, szigorúan meghatározott számítási elvek és módszerek szemszögéből, az emberi gondolkodásban, ítéletalkotásban, kockázatbecslésben, különösen a bizonytalan helyzetekben megmutatkozó, gyakran és szabályszerűen jelentkező elégtelenségek, torzulások, hibák ellenére, a valószínűségi ítéletalkotás kognitív mechanizmusai a környezeti alkalmazkodás folyamataiban kellő hatékonysággal működnek. Olyan szituációkban, ahol precíz valószínűségi számítások elvégzésére az időkeret szűkössége nem ad lehetőséget, a becsléses ítéletalkotás sok esetben elnagyoltabb, durvább módszerei a biológiai túlélést jobban szolgálják. Az ember ilyen típusú kognitív működéseinek hét, az alkalmazkodást segítő különböző funkciója figyelhető meg (melyek matematikai nézőpontból gyakran minősülnek tévedésnek vagy hibának):

1. A cselekvőképesség biztosítása - lerövidíti a döntéselőkészítés időtartamát azáltal, hogy strukturálja, értelmezhetővé teszi a másképpen nem kezelhető bemeneti adatokat, azaz megkülönböztethetővé tesz matematikai oldalról egyenértékű opciókat.

2. Olyan műveleti eljárásokat alkalmaz (mint például a kockázati perspektíva hatás), amelyek az emberi becslésben azon algoritmusokat érzékeltetik esélyesebbnek (a túlélés szempontjából), melyek alapján a legnagyobb veszélyt hordozó események bekövetkezése a legkésőbbre várható.

3. Az emberi cselekvés természetes jellemzőihez adaptált következtetéseket, prognózist képez, vagyis a tartósan konstans paraméterekkel rendelkező szituációkat veszélytelenebbnek minősíti, mint a változó paraméterekkel bírókat.

4. Egyaránt biztosítanak nagy pontosságú digitális és nagy megbízhatóságú analóg műveleteket a szituáció realisztikus szemléletét lehetővé téve. Az analóg kognitív műve-

letek során az aktuális feltételek és körülmények, valamint a korábbi tapasztalatok (az ítéletalkotás általuk befolyásolt egyedi mechanizmusai) összevetése tereli az ítéletalkotást. A digitális műveletek során a kognitív mechanizmusok is az alapvető aritmetikai műveletekhez hasonlóan működnek.

5. Kreatív megoldásokat tesznek lehetővé, melyek normatív következtetések révén nem, csupán új összefüggések felismerésével és alkalmazásával vezethetnek eredményre. Például: adott helyzetben a rendelkezésre álló adatokból pusztán hagyományos matematikai számításokkal nem található megoldás, ugyanakkor más nézőpontból szemlélve az adathalmazt, új kapcsolatok és összefüggések felismerésével (esetleg már korábban sikeresen megoldott feladatokban alkalmazott módszer adaptálásával) megoldhatóvá válik a feladat.

6. A diagnosztikus következtetésekben mutatkozó konzervativizmus jelenség egyfajta kiegyensúlyozó hatással bír bizonytalanságrevizíó során, szemben az ok-okozati következtetések lehatárolt mechanizmusával.

7. A kockázatnagyság értékelésében, a becsléses és a kvázi matematikai gondolkodási folyamatok közötti párhuzamos együttműködést és kontrolltevékenységet biztosítja. A mechanizmus működésének lényege hasonlatos ahhoz a biológiai folyamathoz, amikor egy komplex érzékelési folyamatban az egyes érzékszervek által begyűjtött információk egymást pontosítva, korrigálva eléggé megbízható összképet alakítanak ki. (Pl.: egy közeledő tárgy, jelenség veszélyességének megítélése során) Az emberi kockázati becslések során nyilván fordulnak elő tényleges hibák is, ezért az emberi ítéletalkotást, mint teljesítményt csak a fentiekben leírt folyamatok interaktív együttműködése teheti teljes értékűvé.

Irodalomjegyzék

- [Druzdzel and Onisko2008] M. J. Druzdzel and A. Onisko. 2008. The impact of overconfidence bias on practical accuracy of bayesian network models: An empirical study. In *In Working Notes of the 2008 Bayesian Modelling Applications Workshop, Special Theme: How Biased Are Our Numbers? Part of the Annual Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-2008)*.
- [Kahneman and Tversky1982a] D Kahneman and A. Tversky. 1982a. Intuitive prediction: Biases and corrective procedures. In D. Kahneman, P. Slovic, and A. Tversky, editors, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, pages 414–421. Cambridge University Press, New York, NY.
- [Kahneman and Tversky1982b] D Kahneman and A. Tversky. 1982b. Subjective probability: A judgement of representativeness.
- [Kelley1973] Harold H Kelley. 1973. The processes of causal attribution. *American Psychologist*, 28(2):107–128.
- [Lichtenstein et al.1982] S. Lichtenstein, B. Fischhoff, and L. D. Phillips. 1982. Calibration of probabilities. In D. Kahneman, P. Slovic, and A. Tversky, editors, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, pages 306–334. Cambridge University Press, New York, NY.
- [McArthur1972] Leslie A McArthur. 1972. The how and what of why: Some determinants and consequences of causal attribution. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22(2):171–193.
- [Onisko and Druzdzel2011] A. Onisko and M. J. Druzdzel. 2011. Impact of quality of bayesian network parameters on accuracy of medical diagnostic systems. In *AIME'11 Workshop on Probabilistic Problem Solving in Biomedicine (ProBioMed-11)*.
- [T.1999] Englander T. 1999. *Viaskodás a bizonytalannal: A valószínűségi ítéletalkotás egyes pszichológiai problémái*. Akadémiai kiadó, Budapest.
- [Tversky and Kahneman1982a] A. Tversky and D. Kahneman. 1982a. Belief in the law of small numbers. In D. Kahneman, P. Slovic, and A. Tversky, editors, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, pages 23–31. Cambridge University Press, New York, NY.

[Tversky and Kahneman1982b] A. Tversky and D. Kahneman. 1982b. Causal schemas in judgements under uncertainty. In D. Kahneman, P. Slovic, and A. Tversky, editors, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, pages 117–128. Cambridge University Press, New York, NY.