**7.1. Bizonytalansági következtetés szabályalapú eljárásokkal:**

A szabályalapú rendszerek a logikai következtés gyakorlati és szemléletes rendszerein való korai munkákból alakultak ki. A logikai rendszerek általában, és a logikai szabályalapú rendszerek speciálisan, rendelkeznek az alábbi három tulajdonsággal:

* **Lokalitás (locality)**: logikai rendszerekben, ha van A ⇒ B formájú szabály, akkor a B kikövetkeztethető, ha az A bizonyíték adott, bármely más szabályra való tekintet nélkül.
* **Leválasztás** (**detachment**): ha egyszer találtunk egy logikai bizonyítást *B* állítás kikövetkeztetéséhez, az állítást tetszés szerint felhasználhatjuk, a származtatásától függetlenül. Vagyis **leválasztható** (**detached**) a megokolásaitól.
* **Igazságfüggvény** (**truth-functionality**): a logikában az összetett kifejezések igazságértéke kiszámítható az alkotóinak igazságértékéből.

**7.2. Az ismerethiány reprezentálása: a Dempster–Shafer-elmélet:**

Azzal a céllal hozták létre, hogy megkülönböztethetővé váljon a bizonytalanság (uncertainty) és az ismerethiány (ignorance). Ez az elmélet egy állításnak nem a valószínűségét számítja ki, hanem helyette azt, hogy mennyi annak a valószínűsége, hogy a bizonyíték támogatja az állítást.

PÉLDA:

Most visszatérünk a pénzérmés példánkhoz, a bizonyosságfüggvény bemutatásához. Tételezzük fel, hogy egy rossz kinézetű alak odamegy önhöz és felajánlja, hogy fogadjon 1000 forintba, hogy a következő esetben fej lesz az eredmény. Mivel az érme lehet szabályos, de lehet szabálytalan is, milyen bizonyosságot kell ahhoz az eseményhez rendelni, hogy a következő eredmény fej lesz? A Dempster–Shafer-elmélet szerint mivel nincs bizonyíték egyik esetre sem, így azt kell mondani, hogy a bizonyosság Bel(Fej) = 0 és Bel(¬Fej) = 0. Ez szkeptikussá teszi a Dempster–Shafer-elméletet használó következtető rendszereket, aminek van egy intuitív vonzereje. Most tegyük fel, hogy rendelkezésre áll egy szakértő, aki 90%-os bizonyossággal tanúsítja, hogy az érme szabályos (azaz 90%-ban biztos, hogy P(Fej) = 0,5). Ekkor a Dempster–Shafer-elmélet azt adja, hogy Bel(Fej) = 0,9 × 0,5 = 0,45, és hasonlóan Bel(¬Fej) = 0,9 × 0,5 = 0,45. Ekkor még mindig 10% az a „hiány”, amit a tényeink nem fednek le. „Dempster szabálya” (Dempster, 1968) megmutatja, hogy hogyan kombináljunk tényeket, hogy új Bel értéket kapjunk, Shafer munkája pedig ezt egy teljes számítási modellként fogalmazta meg.

**7.3. A meghatározatlanság reprezentálása: fuzzy halmazok és logikák:**

A fuzzy halmazok elmélete (fuzzy set theory) egy eszköz annak specifikálására, hogy egy objektum milyen mértékben illeszkedik egy bizonytalan leíráshoz. Például fontoljuk meg azt az állítást, hogy „Nóri magas”. Igaz ez akkor, ha Nóri 175 cm magas? A legtöbb ember vonakodna „igent” vagy „nemet” mondani, és inkább azt választaná, hogy „olyasmi”. Látható, hogy ez nem egy külső világra vonatkozó bizonytalanság – mi biztosak vagyunk Nóri magasságában. A probléma az, hogy a „magas” nyelvi kifejezés nem az objektumok éles kettéosztását jelenti – a magasságnak fokozatai vannak. Ezért a legtöbb szerző szerint a fuzzy halmazelmélet egyáltalán nem használható bizonytalansági következtetésekre. Ehelyett a fuzzy halmazelmélet a MagasSzemély-t egy fuzzy predikátumnak tekinti, aminek az igazságértéke inkább egy 0 és 1 közötti érték, mint hogy igaz vagy hamis lenne. A „fuzzy halmaz” név a predikátum értelmezéséből származik, ahogyan implicite definiálja a halmaz tagjait – egy halmazt, aminek nincsenek éles határai.

A fuzzy logika (fuzzy logic) egy eljárás olyan logikai kifejezésekkel való következtetésre, amelyek fuzzy halmazbeli tagsági állításokat írnak le. Például annak az összetett kifejezésnek, hogy MagasSzemély(Nóri) ∨ Nehéz(Nóri) van fuzzy igazságértéke, ami a kifejezésben lévő komponensek igazságértékeinek a függvénye.

Egy összetett kifejezés T fuzzy igazságértékének a kiértékelésére a következő alapvető szabályok szolgálnak:

T(A ∧ B) = min(T(A), T(B))

T(A ∨ B) = max(T(A), T(B))

T(¬A) = 1 – T(A)

A fuzzy szabályozás (fuzzy control) egy metodológia olyan szabályozási rendszerek alkotására, amelyekben a valós értékű bemenetek leképezését a kimeneti paraméterekre fuzzy szabályok reprezentálják. A fuzzy szabályozás nagyon sikeresnek bizonyult olyan kereskedelmi termékekben, mint az automatikus sebességváltók, a videokamerák és a villanyborotvák.