

A FuzzyCLIPS alapjai

A CLIPS rendszer bővítése a bizonytalan információk hatékony kezelése céljából.

Kétféle bizonytalanság támogatása:

- Pontosan nem megfogalmazható elemek leírása: fuzzy technika
- Állítások határozottsága: bizonyossági faktor (CF) hozzárendelése a tényekhez és szabályokhoz

Fuzzy változók definiálása: tagsági függvény megadással. A FuzzyCLIPS szinte minden szokásos diszkrét és folytonos tagsági függvény definiálását lehetővé teszi.

Fuzzy változók definiálása

A fuzzy változókat sablonoko segítségével adhatjuk meg, amelyekben meg kell határozni a változó értéktartományát és tagsági függvényét:

(deftemplate fuzzy-változónév

min max egység

((nyelvi-érték (érték tagsági-függvény-érték) ...)

Vagy

(nyelvi-érték (primitív függvény))

)

Fuzzy változók definiálása

(deftemplate age ; Az 'age' fuzzy változó definiálása

0 120 years

((young (25 1) (50 0))

(old (50 0) (65 1))

)

)

(def facts fuzzy-fact

(age young) ; egy fuzzy tény

)

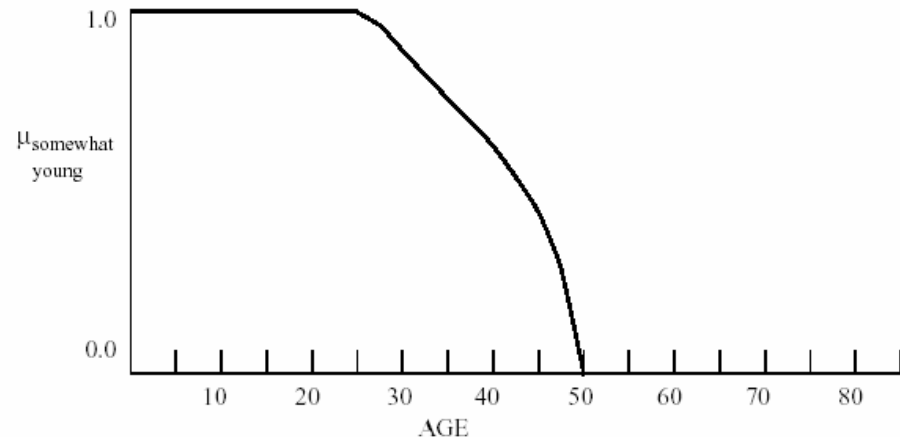
(defrule one ; fuzzy szabály

(Speed_error big)

=>

(assert (Throttle_change small))

)



Fuzzy következtetési eljárások

Ha	A akkor C	CF_r	A – szabály feltétel része
	<u>A`</u>	CF_A	A` - illeszkedo tény
	<u> </u>		
	C`	CF_C	C – szabály következmény része
	<u> </u>		C` - létrehozott következmény
			CF – bizonyossági faktorok

Megkülönböztethető következtetési lépések:

- Éles – fuzzy szabály (éles feltétel, fuzzy következmény rész)
- Fuzzy – éles szabály
- Fuzzy – fuzzy szabály

Éles – fuzzy szabály alkalmazása

Mivel éles a feltétel rész (egyértelmű a kiértékelés), ezért a következmény állítás beíródik a tények közé.

A kikövetkeztetett tény bizonyossági faktorát a következőképpen számolja a rendszer:

$$CF_C = CF_R * CF_A$$

Éles – fuzzy szabály alkalmazása

Adott egy szabály

(defrule crisp-simple-rule

(declare (CF 0.7))

(light_switch off)

=>

(assert (illumination_level dark)))

Ismert tény:

(light_switch off) CF 0.8

Következtetés eredménye:

(illumination_level dark) CF 0.56

Fuzzy – éles szabály alkalmazása

A bizonytalanságot tartalmazó feltétel rész miatt a következtetés bizonyosságát befolyásolja az illesztés erőssége : hasonlósági faktor (S).

A hasonlósági faktor az illesztett tény tagsági függvényének és a szabály feltétel részében szereplo változó tagsági függvényének illeszkedésére ad mértéket

A kikövetkeztetett tény bizonyossági faktorát a következőképpen számolja a rendszer:

$$CF_C = CF_R * CF_A * S$$

Fuzzy – éles szabály alkalmazása

S számítása:

$$S = P(F_\alpha \mid F_\alpha') \quad \text{if } N(F_\alpha \mid F_\alpha') > 0.5$$

$$S = (N(F_\alpha \mid F_\alpha') + 0.5) * P(F_\alpha \mid F_\alpha')$$

ahol:

$$P(F_\alpha \mid F_\alpha') = \max(\min(\mu_{F_\alpha}(u), \mu_{F_\alpha'}(u))), \quad \forall u \in U$$

$$N(F_\alpha \mid F_\alpha') = 1 - P(\bar{F}_\alpha \mid F_\alpha')$$

$$\mu_{\bar{F}_\alpha}(u) = 1 - \mu_{F_\alpha}(u), \quad \forall (u \in U)$$

Fuzzy – éles szabály alkalmazása

Szabály:

(defrule simple-fuzzy-crisp-rule

(declare (CF 0.7)) ;rule has a certainty factor of 0.7

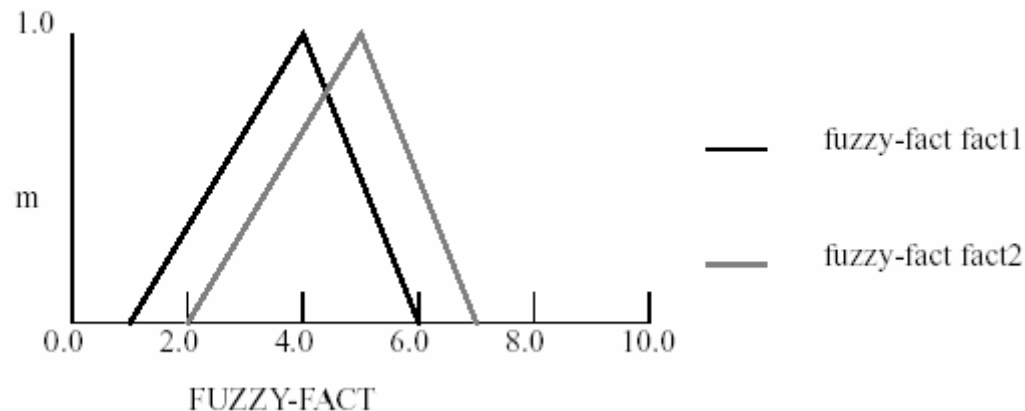
(fuzzy-fact fact2) ;fuzzy antecedent

=>

(assert (crisp-fact fact3)))

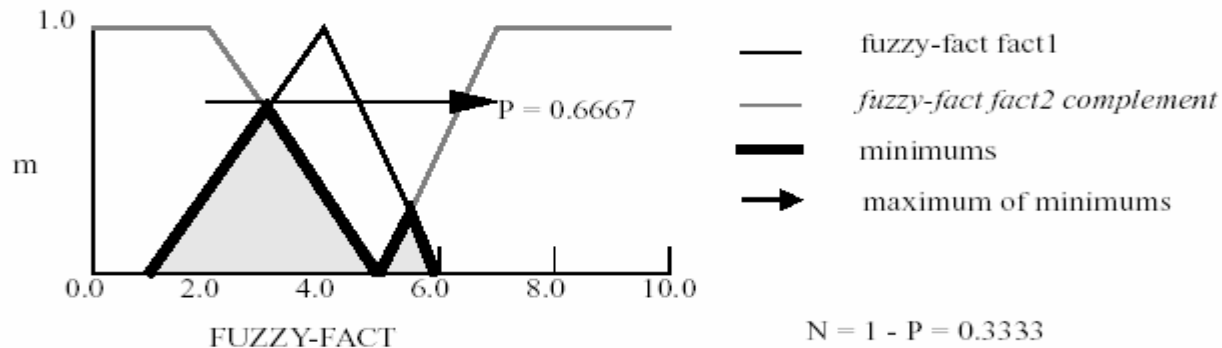
Ismert tény:

(fuzzy-fact fact1) CF 0.8

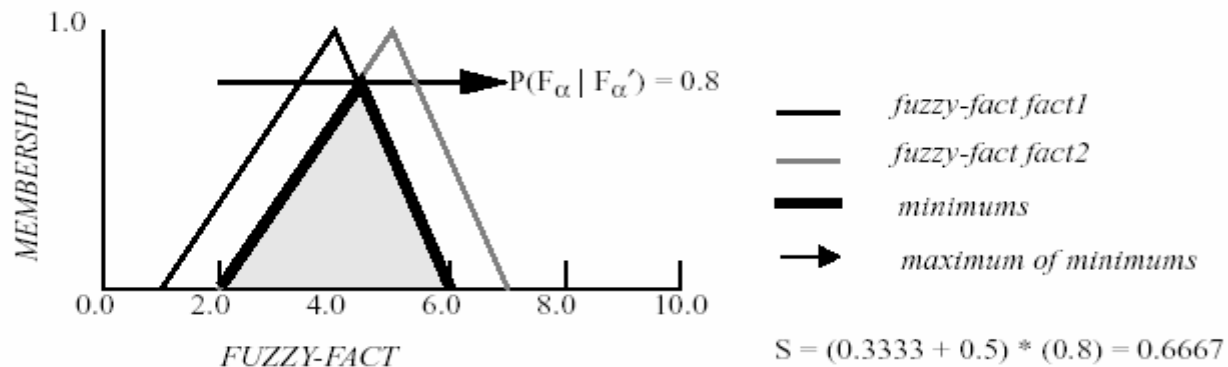


Fuzzy – éles szabály alkalmazása

N számítása:



S számítása:



$$\text{CFc} = (0.7) * (0.8) * (0.6667) = 0.3733$$

Fuzzy – fuzzy szabály alkalmazása

A bizonytalanságot tartalmazó feltétel rész miatt a következtetésben található fuzzy kifejezés tagsági függvényét számolni kell.

A következmény tagsági függvényének számítását a szabály és az illeszkedo tény relációja alapján végezzük (kompozíciós szabály). A FuzzyCLIPS által támogatott következtetés algoritmusok:

max-min

max-prod

A kikövetkeztetett tény bizonyossági faktorát a fuzzy-éles szabályoknál látott módon számolja a rendszer:

$$CF_C = CF_R * CF_A * S$$

Fuzzy – fuzzy szabály alkalmazása

Az illesztendo fuzzy tény és a fuzzy következmény relációban vannak: $R = F_{\alpha} * F_c$

A reláció tagsági függvénye:

$$\mu_R(u, v) = \min(\mu_{F_{\alpha}}(u), \mu_{F_c}(v)), \quad \forall (u, v) \in U \times V$$

A következmény kalkulálása a reláció alapján:

$$F_c' = F_{\alpha}' \circ R$$

$$\mu_{F_c'}(v) = \max_{u \in U} (\min(\mu_{F_{\alpha}'}(u), \mu_R(u, v)))$$

Fuzzy – fuzzy szabály alkalmazása

A következmény tagásgi függvényének számítása átalakítható: $F_c' = F_\alpha' \circ R$

$$\mu_{F_c'}(v) = \max_{u \in U} (\min(\mu_{F_\alpha'}(u), \mu_R(u, v)))$$



$$\mu_{F_c'}(v) = \min(z, \mu_{F_c'}(v))$$

$$z = \max \left(\min \left(\mu_{F_\alpha'}(u), \mu_{F_\alpha'}(u) \right) \right)$$

Fuzzy – fuzzy szabály alkalmazása

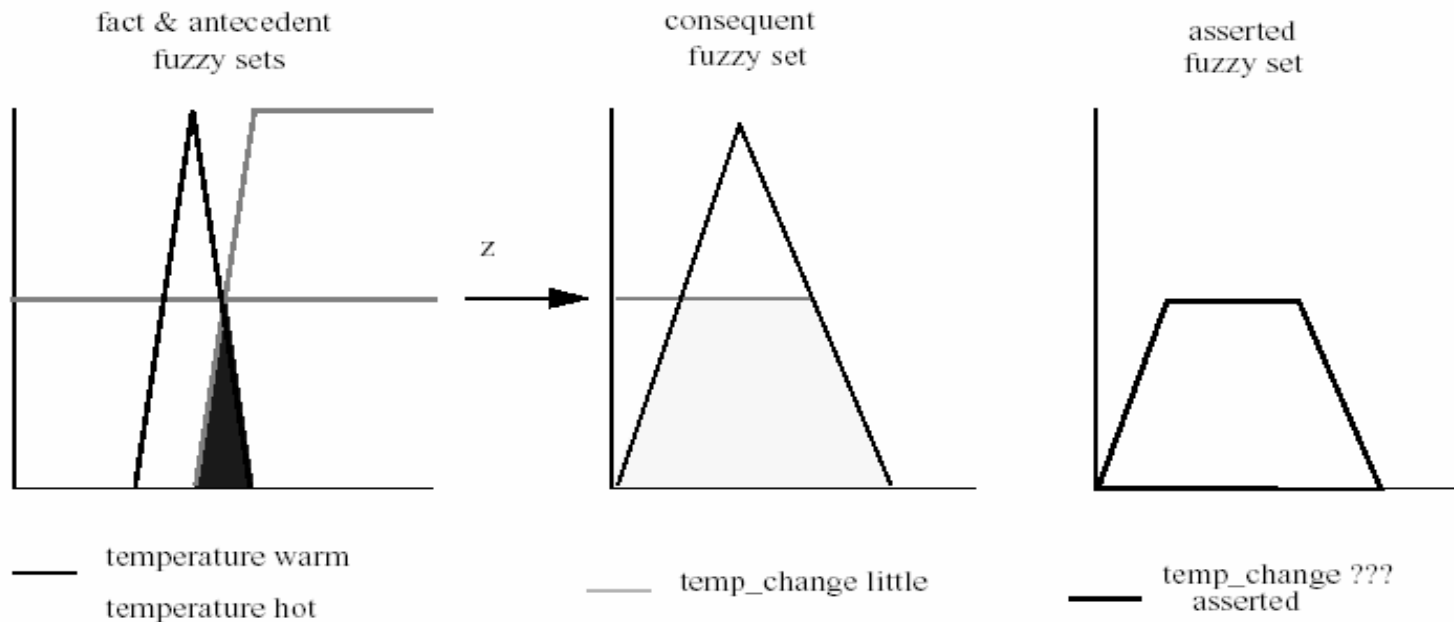
(defrule fuzzy-fuzzy-rule

(temperature hot)

=>

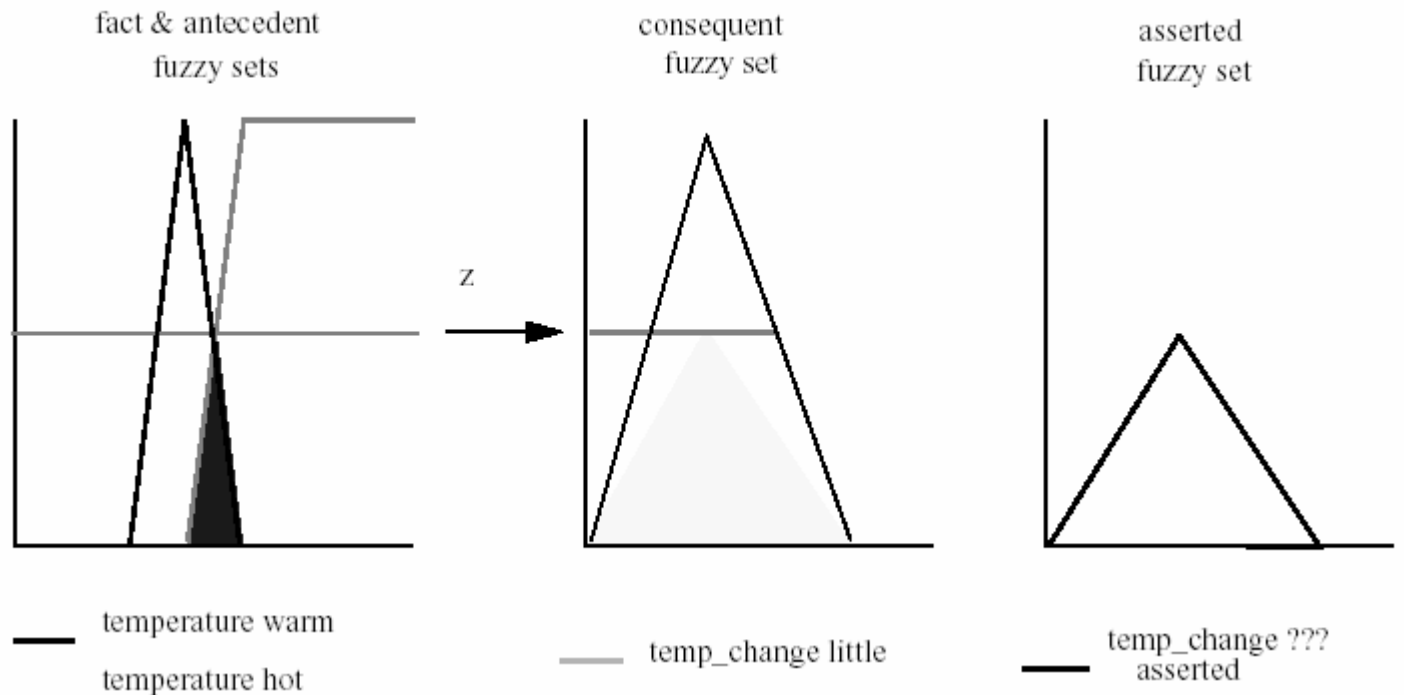
(assert (temp_change little)))

(temperature warm); tény a munkamemóriában



Fuzzy – fuzzy szabály alkalmazása

(Ha a max-min módszer helyett a max-prod módszert
válasszuk:



Összetett szabály alkalmazása

Több feltétel esete:

if A then C1 and C2 and ... and Cn

Széttagolható:

if A then C1

if A then C2

...

if A then Cn

Összetett szabály alkalmazása

Több következmény esete:

Ha A_1 és A_2 akkor C CF_r

A_1 CF_A

A_2 CF_A

C CF_C

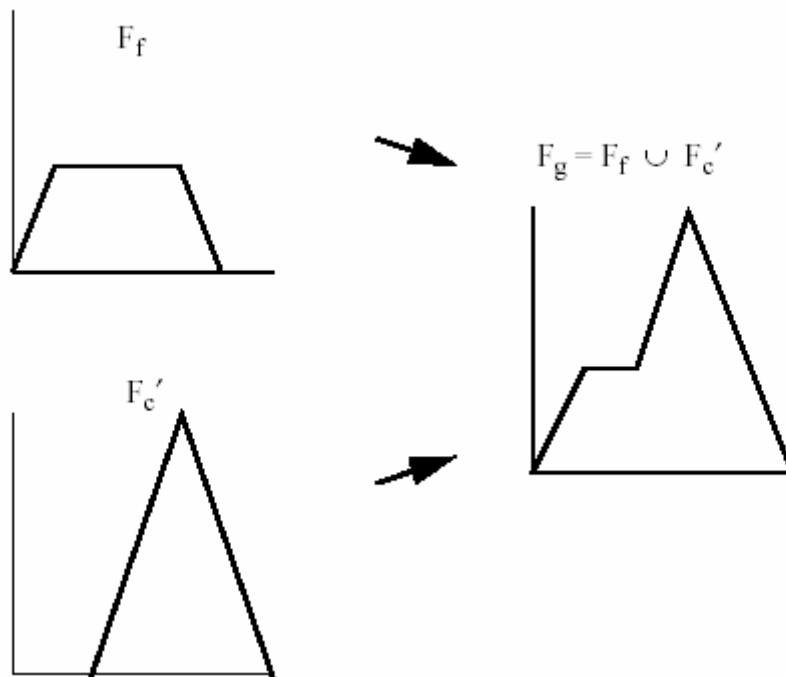
$$F_c' = F_{c1}' \cap F_{c2}'$$

$$CF_c = \min(CF_{f1}', CF_{f2}') * CF_r$$

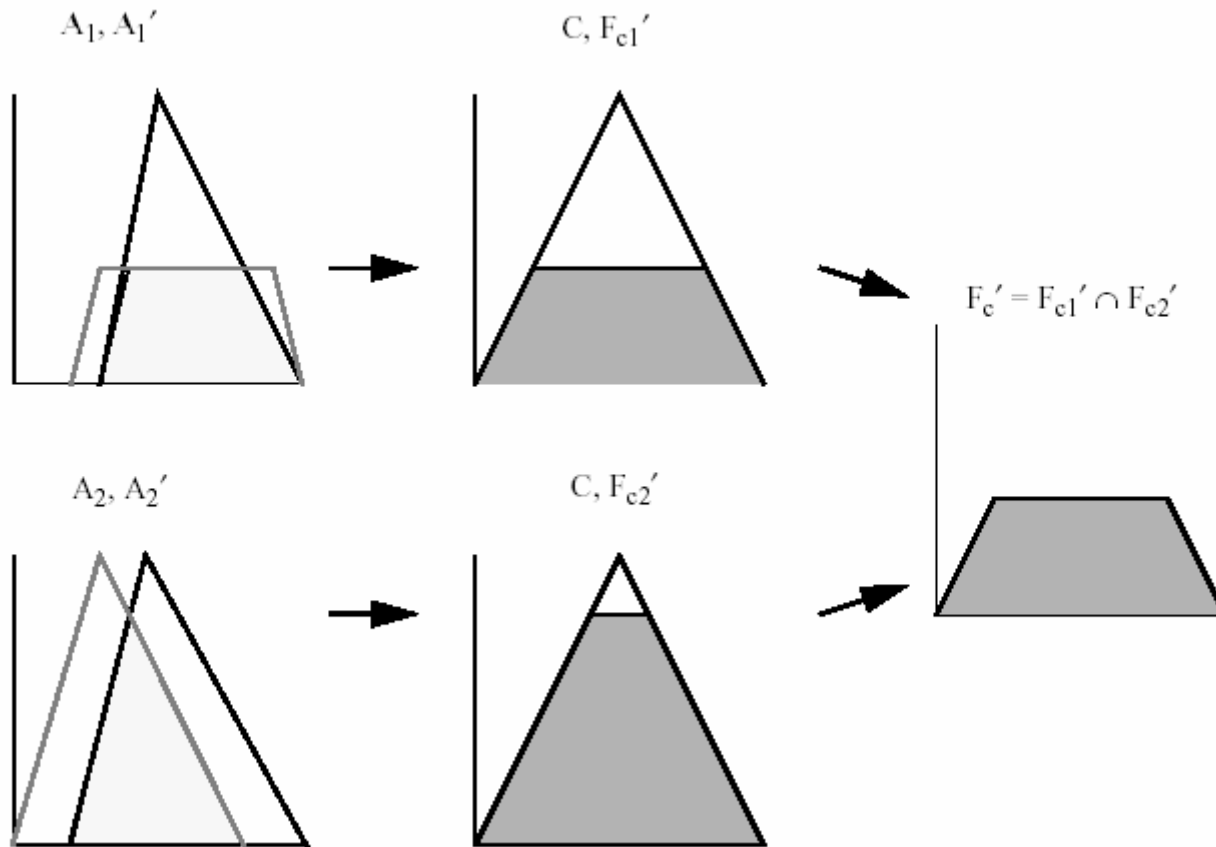
Fuzzy tény hozzáadása

Ha létezik már tény a fuzzy változóról:

$$F_g = F_f \cup F_c'$$



Összetett szabály alkalmazása



Defuzifikáció

A fuzzy következtetés végén gyakran szükség van a fuzzy következmény éles értéké történő transzformálására (pl. szabályozási feladatoknál a beavatkozás számítása). Ezt defuzifikációnak nevezzük.

A FuzzyCLIPS a következő defuzifikációs eljárásokat támogatja:

- Tömegközéppont algoritmus
- Maximumok átlaga algoritmus

Defuzifikáció

- Tömegközéppont algoritmus

$$x^* = \frac{\int_{(x \in U)} (x \cdot f(x)) dx}{\int_{(x \in U)} f(x) dx}$$

