

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ-ΓΕΝΙΚΑ

- Εμπειρική μέθοδος, δεν στηρίζεται στη θεωρία πιθανοτήτων
- Πρωτοεισήχθησαν στο MYCIN (Shortliffe and Buchanan, 1975)
- Συντελεστής βεβαιότητας cf (certainty factor) είναι ένας αριθμός ($-1 \leq cf \leq 1$) που παριστάνει το βαθμό βεβαιότητας του εμπειρογνώμονα σε μια υπόθεση h δεδομένου ενός στοιχείου/γεγονότος e :

```
if <στοιχείο>  
then <υπόθεση> (cf)
```

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ- ΟΡΙΣΜΟΣ (1)

Κάθε συντελεστής βεβαιότητας βασίζεται σε δύο μεγέθη/συναρτήσεις:

Μέτρο βεβαιότητας (measure of belief):

$$MB(h, e) = \begin{cases} 1 & \text{αν } p(h) = 1 \\ \max\left\{0, \frac{p(h/e) - p(h)}{1 - p(h)}\right\} & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

Μέτρο αβεβαιότητας (measure of disbelief):

$$MD(h, e) = \begin{cases} 1 & \text{αν } p(h) = 0 \\ \max\left\{0, \frac{p(h) - p(h/e)}{p(h)}\right\} & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

Είναι $0 \leq MB(h, e), MD(h, e) \leq 1$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ-ΟΡΙΣΜΟΣ (2)

$$cf(h, e) = \frac{MB(h, e) - MD(h, e)}{1 - \min\{MB(h, e), MD(h, e)\}}$$

Είναι $-1 \leq cf(h, e) \leq 1$

if e
then h (cf)

e $\xrightarrow{cf(h, e)}$ h

Σε πραγματικές εφαρμογές ο cf δίνεται απ' ευθείας από τον εμπειρογνώμονα.

ΑΒΕΒΑΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ (1)

Κανόνας με ένα απλό στοιχείο

```
if e (cfe)
then h (cfh)
```

$$cf = cfe * cfh$$

Κανόνας με σύνθετο στοιχείο

```
if e1(cf1)
and e2(cf2)
then h (cfh)
```

$$cfe = \min\{cf1, cf2\}$$
$$cf = cfe * cfh$$

```
if e1(cf1)
or e2(cf2)
then h (cfh)
```

$$cfe = \max\{cf1, cf2\}$$
$$cf = cfe * cfh$$

ΑΒΕΒΑΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ (2)

```
if sky is clear  
and forecast is sunny(0.8)  
then action is 'leave-umbrella' (0.8)
```

$$cf_1=1.0, cf_2=0.8, cf_h=0.8$$

$$cf_e = \min\{1.0, 0.8\} = 0.8$$

$$cf = cf_e * cf_h = 0.8 * 0.8 = 0.64$$

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΚΑΝΟΝΩΝ (1)

Κανόνες με ίδιο συμπέρασμα

```
if e1  
then h (cfh1)
```

```
if e2  
then h (cfh2)
```

$$cf = \begin{cases} cfh1 + cfh2 * (1 - cfh1) & \text{αν } cfh1, cfh2 > 0 \\ cfh1 + cfh2 * (1 + cfh1) & \text{αν } cfh1, cfh2 < 0 \\ (cfh1 + cfh2) / (1 - \min\{|cfh1|, |cfh2|\}) & \text{αν } cfh1 * cfh2 < 0 \end{cases}$$

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΚΑΝΟΝΩΝ (2)

Διαδοχικοί κανόνες

```
if e1  
then e2 (cf1)
```

```
if e2  
then h (cf2)
```

$$cfe = \max\{0, cf1\}$$
$$cf = cfe * cf2$$

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΚΑΝΟΝΩΝ (3)

```
if today is rain  
then tomorrow is rain (0.5)
```

```
if today is rain  
and temperature is high  
then tomorrow is rain (0.7)
```

Επειδή $cfh1, cfh2 > 0$ είναι

$$cf = cfh1 + cfh2 * (1 - cfh1) =$$

$$0.5 + 0.7 * (1 - 0.5) = 0.85$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

```
R1
if today is rain
then tomorrow is rain (0.5)

R2
if today is dry
then tomorrow is dry (0.5)

R3
if today is rain
and rainfall is low
then tomorrow is dry (0.6)

R4
if today is rain
and rainfall is low
and temperature is low
then tomorrow is dry (0.7)

R5
if today is dry
and temperature is high
then tomorrow is rain (0.65)
```

```
What is the weather today?
rain
ME= {tomorrow is rain (0.5)}
```

```
What is the rainfall today?
low
To what degree you believe the
rainfall is low?
```

```
0.85
[R3:  $cfR3 = \min(cfel1, cfe2) * cfh =$ 
 $\min(1.0, 0.85) * 0.6 = 0.51$ 
ME= {tomorrow is rain (0.5)
tomorrow is dry (0.51)}]
```

```
What is the temperature today?
low
To what degree you believe the
temperature is low?
```

```
0.95
[R4:  $cfR4 = \min(cfel1, cfe2, cf3) *$ 
 $cfh = \min(1.0, 0.85, 0.95) * 0.7 = 0.595$ 
 $cfR34 = cfR3 + cfR4 * (1 - cfR3) =$ 
 $= 0.51 + 0.595 * (1 - 0.51) = 0.8$ 
ME= {tomorrow is rain (0.5)
tomorrow is dry (0.8)}]
```

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Απλότητα υπολογιστικού μοντέλου
- Επιτρέπουν τη χρήση κανόνων παραγωγής ταυτόχρονα με την ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας
- Επιτρέπουν την παραγωγή επεξηγήσεων (μέσω των κανόνων παραγωγής)
- Ο προσδιορισμός των συντελεστών βεβαιότητας είναι σχετικά ευκολότερος από αυτόν των πιθανοτήτων

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Όχι σημαντική συμβολή στο διαγνωστικό αποτέλεσμα
- Δεν έχουν αυστηρή θεωρητική θεμελίωση
- Η ενημέρωση της βάσης γνώσης με νέα γνώση οδηγεί σε αλλαγή των τιμών των συντελεστών βεβαιότητας
- Υπάρχει δυσκολία στην έκφραση γνώσης σε ορισμένες περιπτώσεις (μεγάλος αριθμός στοιχείων, ειδικές εξαρτήσεις μεταξύ αβέβαιων πεποιθήσεων)