

ΠΛΗ31

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΓΝΩΣΗ

Μάθημα 2.5: Συντελεστές Βεβαιότητας

Δημήτρης Ψούνης



www.psounis.gr



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. Σκοπός του Μαθήματος

B. Θεωρία

1. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Κανόνες με Συντελεστές
2. Μαρτυρίες
3. Ισχυρισμοί
4. Δίκτυο Συλλογισμού

Γ. Ασκήσεις



A. Σκοπός του Μαθήματος

Οι στόχοι του μαθήματος είναι:

Επίπεδο Α

- Συστήματα Παραγωγής με Συντελεστές Βεβαιότητας

Επίπεδο Β

- (-)

Επίπεδο Γ

- (-)



B. Θεωρία

4. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων πραγματικών δεδομένων σχετίζουμε κάθε κανόνα με έναν αριθμό από το -1 έως το $+1$ που συμβολίζει την βεβαιότητα εξαγωγής του συμπεράσματος με βάση έναν κανόνα παραγωγής:

- Συγκεκριμένα:
 - Αριθμητική τιμή -1 θα συμβολίζει απόλυτη βεβαιότητα ότι ΔΕΝ ισχύει το συμπέρασμα του κανόνα.
 - Αριθμητική τιμή $+1$ θα συμβολίζει απόλυτη βεβαιότητα ότι ΙΣΧΥΕΙ το συμπέρασμα του κανόνα.
- Το συντακτικό των κανόνων τροποποιείται ως:

IF συνθήκες THEN συμπεράσματα (**ΣΒ**)

 - Όπου ΣΒ είναι ο συντελεστής βεβαιότητας του συγκεκριμένου κανόνα.



B. Θεωρία

1. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Δίνεται η παρακάτω βάση κανόνων:

R1:

if shape is round
then fruit is orange (0.5)

R2:

if shape is round
then fruit is apricot (0.3)

R3:

if shape is round
and surface is weasand
then fruit is orange (0.85)

R4:

if shape is round
and color is yellow
then fruit is apricot (0.6)

R5:

if shape is round
and color is yellow
and size is small
then fruit is apricot (0.8)



Β. Θεωρία

1.Συντελεστές Βεβαιότητας

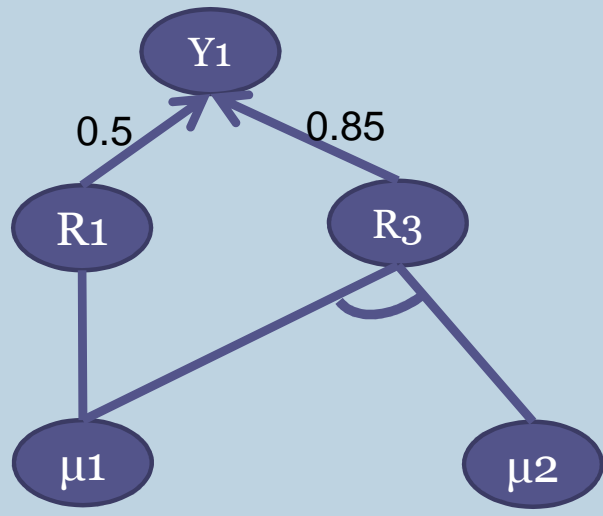
1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Το δίκτυο συλλογισμού ενός συστήματος κανόνων παραγωγής είναι σύνολο από δένδρα όπου:

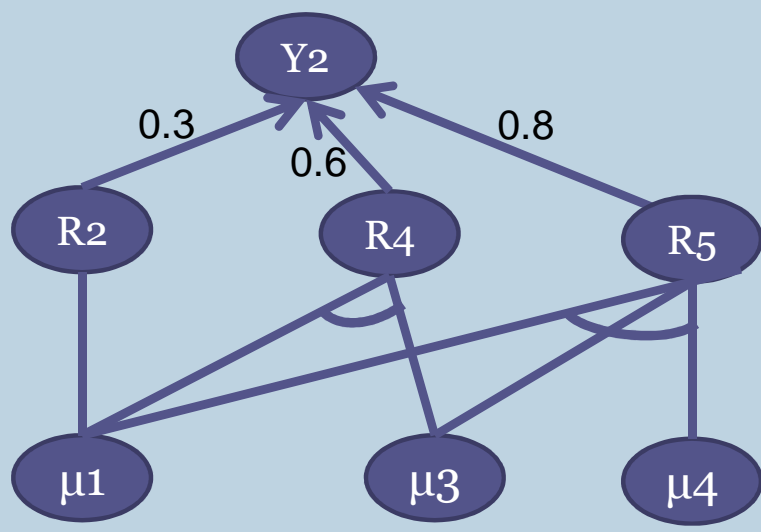
- Για ρίζα έχουμε τα συμπεράσματα των κανόνων.
- Παιδιά είναι οι κανόνες από τους οποίους έπονται τα συμπεράσματα.
- Εγγόνια είναι οι υποθέσεις των αντίστοιχων κανόνων.

Παράδειγμα: Δίκτυο Συλλογισμού των κανόνων αν

Y1: fruit is orange



Y2: fruit is apricot





Β. Θεωρία

1. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

- Αν υπάρχουν **μαρτυρίες** δηλαδή συγκεκριμένα δεδομένα των συνθηκών των κανόνων σχετιζόμενα με αριθμητικές τιμές από το -1 στο +1, γράφουμε:
IF συνθήκες (μ) THEN συμπεράσματα (ΣΒ)
- Όπου μ είναι αριθμός που δίνει πόσο ισχύουν οι συνθήκες του κανόνα
- Αυτές οι αριθμητικές τιμές συνήθως λαμβάνονται ρητά από τον χρήστη μέσω ερωταπαντήσεων με το σύστημα.
- Αν έχουμε μαρτυρίες για τους κανόνες, τότε η τελική τιμή του ΣΒ του κανόνα δίνεται από τον τύπο:

$$\Sigma B[R] = \mu \times \Sigma B$$

- Αν έχουμε AND στις συνθήκες των κανόνων επιλέγουμε την ελάχιστη από τις μαρτυρίες ως το τελικό μ.
- Αν έχουμε OR στις συνθήκες των κανόνων επιλέγουμε την μέγιστη από τις μαρτυρίες ως το τελικό μ.



B. Θεωρία

1. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (...συνέχεια):

Ο χρήστης αλληλεπιδρώντας με το σύστημα δίνει τις εξής βεβαιότητες για τα αντίστοιχα γεγονότα:

Ερώτηση: «shape is round»

Απάντηση: 0.9

Ερώτηση: «color is yellow»

Απάντηση: 0.75

Ερώτηση: «size is small»

Απάντηση: 0.65

Ερώτηση: «surface is weasand»

Απάντηση: 0.70



Β. Θεωρία

1. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (...συνέχεια):

Συνδυάζοντας τις Μαρτυρίες με τους Συντελεστές Βεβαιότητας των κανόνων έχουμε:

Ερώτηση: «shape is round» Απάντηση: 0.9

Ερώτηση: «surface is weasand» Απάντηση: 0.70

Ερώτηση: «color is yellow» Απάντηση: 0.75

Ερώτηση: «size is small» Απάντηση: 0.65

Έχουμε:

$$\Sigma B[R1] = 0.9 \times 0.5 = 0.450$$

$$\Sigma B[R2] = 0.9 \times 0.3 = 0.270$$

$$\Sigma B[R3] = 0.7 \times 0.85 = 0.595$$

$$\Sigma B[R4] = 0.75 \times 0.6 = 0.450$$

$$\Sigma B[R5] = 0.65 \times 0.8 = 0.580$$

R1:

if shape is round

then fruit is orange (0.5)

R2:

if shape is round

then fruit is apricot (0.3)

R3:

if shape is round

and surface is weasand

then fruit is orange (0.85)

R4:

if shape is round

and color is yellow

then fruit is apricot (0.6)

R5:

if shape is round

and color is yellow

and size is small

then fruit is apricot (0.8)



Β. Θεωρία

1. Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

- Για να χρησιμοποιηθεί μια μαρτυρία (ή ένα σύνολο μαρτυριών) πρέπει ο ΣΒ τους να είναι τουλάχιστον 0.2
- Αν δύο μαρτυρίες ενεργοποιούν διαφορετικούς κανόνες (έστω R1 και R2) που συνάγουν το ίδιο συμπέρασμα Υ, τότε ο τελικός συντελεστής βεβαιότητας του συμπεράσματος Υ συνάγεται από τον τύπο:

$$\Sigma B[Y] = \begin{cases} \Sigma B[R1] + \Sigma B[R2] - \Sigma B[R1] \times \Sigma B[R2] & , \Sigma B[R1] > 0, \Sigma B[R2] > 0 \\ \Sigma B[R1] + \Sigma B[R2] + \Sigma B[R1] \times \Sigma B[R2] & \Sigma B[R1] < 0, \Sigma B[R2] < 0 \\ \frac{\Sigma B[R1] + \Sigma B[R2]}{1 - \min\{|\Sigma B[R1]|, |\Sigma B[R2]|\}} & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

- Αν υπάρχουν περισσότεροι κανόνες (π.χ. 3), τότε εξάγουμε ένα ενδιάμεσο αποτέλεσμα από τους δύο πρώτους κανόνες (έστω ΣΒ[Υ']) το οποίο συνδυάζουμε με τον ΣΒ του 3^{ου} κανόνα κ.ο.κ.
- **Τελικά επικρατεί ο ισχυρισμός που έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή βεβαιότητας.**

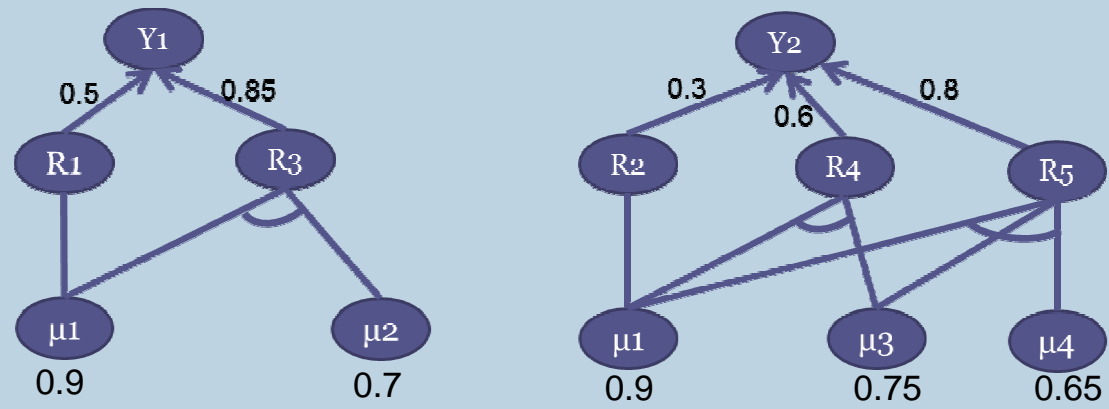


Β. Θεωρία

1.Συντελεστές Βεβαιότητας

1. Χρήση Συντελεστών Βεβαιότητας για Εξαγωγή Συμπερασμάτων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (...συνέχεια):



Έχουμε:

$\Sigma B[R1]$	$= 0.9 \times 0.5$	$= 0.450$
$\Sigma B[R2]$	$= 0.9 \times 0.3$	$= 0.270$
$\Sigma B[R3]$	$= 0.7 \times 0.85$	$= 0.595$
$\Sigma B[R4]$	$= 0.75 \times 0.6$	$= 0.450$
$\Sigma B[R5]$	$= 0.65 \times 0.8$	$= 0.580$

Για τον ισχυρισμό 1 «fruit is orange» έχω
 $\Sigma B[Y1] = \Sigma B[R1] + \Sigma B[R3] - \Sigma B[R1] \times \Sigma B[R3] =$
 $= 0.450 + 0.595 - 0.450 \times 0.595 = 0.778$

Για τον ισχυρισμό 2 «fruit is apricot» έχω
 $\Sigma B[Y'] = \Sigma B[R2] + \Sigma B[R4] - \Sigma B[R2] \times \Sigma B[R4] =$
 $= 0.270 + 0.450 - 0.270 \times 0.450 = 0.599$
 $\Sigma B[Y2] = \Sigma B[Y'] + \Sigma B[R5] - \Sigma B[Y'] \times \Sigma B[R5] =$
 $= 0.599 + 0.580 - 0.599 \times 0.580 = 0.831$

Συνεπώς επικρατεί ο ισχυρισμός ότι «fruit is apricot»



Γ.Ασκήσεις

Εφαρμογή 1

Δίδεται η παρακάτω βάση κανόνων.

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 dry
and temperature is high
then tomorrow is rain (0.65)

R4

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

R5

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



Και ο παρακάτω διάλογος (U=χρήστης, S=Σύστημα).

S: What is the weather today?

U: rain

S: To what degree you believe that today is rain?

U: 0.9

S: What is the rainfall today?

U: low

S: To what degree you believe the rainfall is low?

U: 0.85

S: What is the temperature today?

U: low

S: To what degree you believe the temperature is low?

U: 0.95



(α) Να σχεδιαστεί το δίκτυο συλλογισμού των κανόνων που θα φαίνονται και οι συντελεστές βεβαιότητας με βάση τον παραπάνω διάλογο.



(β) Υπολογίστε τους συντελεστές βεβαιότητας των υποθέσεων και αποφανθείτε ποια είναι η βεβαιότερη εκδοχή.



Γ.Ασκήσεις

Εφαρμογή 2

Δίδεται η παρακάτω βάση κανόνων.

R1

IF weather is overcast
THEN playtennis is no (0.4)

R2

IF weather is overcast
AND wind is weak
THEN playtennis is yes (0.6)

R3

IF weather is overcast
AND wind is weak
AND temperature is medium
THEN playtennis is yes (0.75)

R4

IF weather is overcast
AND wind is weak
AND humidity is high
THEN playtennis is no (0.6)

R5

IF weather is overcast
AND wind is weak
AND temperature is medium
AND humidity is normal
THEN playtennis is yes (0.9)



Και ο παρακάτω διάλογος (U=χρήστης, S=Σύστημα).

S: What is the weather?

U: overcast

S: To what degree do you believe that weather is overcast?

U: 0.7

S: What is the wind?

U: weak

S: To what degree do you believe that wind is weak?

U: 0.8

S: What is the temperature?

U: medium

S: To what degree do you believe that temperature is medium?

U: 0.7

S: What is the humidity?

U: normal

S: To what degree do you believe that humidity is normal?

U: 0.6



(α) Να σχεδιαστεί το δίκτυο συλλογισμού των κανόνων που θα φαίνονται και οι συντελεστές βεβαιότητας.



(β) Υπολογίστε τους συντελεστές βεβαιότητας των υποθέσεων και αποφανθείτε ποια είναι η βεβαιότερη εκδοχή με βάση την σειρά των απαντήσεων του χρήστη.