

Δίνονται τα παρακάτω δεδομένα από το γνωστό πρόβλημα του εστιατορίου:

#	Alt	Bar	Fri	Hun	Pat	Price	Rain	Res	Type	Est	Wait
X <sub>1</sub>	yes	no	no	yes	some	\$\$\$	no	yes	French	0-10	yes
X <sub>2</sub>	yes	no	no	yes	full	\$	no	no	Thai	30-60	no
X <sub>3</sub>	no	yes	no	no	some	\$	no	no	Burger	0-10	yes
X <sub>4</sub>	yes	no	yes	yes	full	\$	yes	no	Thai	10-30	yes
X <sub>5</sub>	yes	no	yes	no	full	\$\$\$	no	yes	French	>60	no
X <sub>6</sub>	no	yes	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Italian	0-10	yes
X <sub>7</sub>	no	yes	no	no	none	\$	yes	no	Burger	0-10	no
X <sub>8</sub>	no	no	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Thai	0-10	yes
X <sub>9</sub>	no	yes	yes	no	full	\$	yes	no	Burger	>60	no
X <sub>10</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$\$\$	no	yes	Italian	10-30	no
X <sub>11</sub>	no	no	no	no	none	\$	no	no	Thai	0-10	no
X <sub>12</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$	no	no	Burger	30-60	yes

Κατασκευάστε ένα σύνολο κανόνων κατηγοριοποίησης για την περίπτωση **Wait=no**.

### Απάντηση:

Βρίσκουμε όλες τις συνθήκες ενός στοιχείου για κανόνες της μορφής  
Εάν <συνθήκη> τότε Wait=No.

Οι υπογρήφιες συνθήκες βαθμολογούνται με βάση τι ποσοστό σωστών ταξινομήσεων παράγουν (και με δευτερεύον κριτήριο το απόλυτο πλήθος των σωστών ταξινομήσεων). Έχουμε λοιπόν:

Alt=yes	3/6	Price=\$\$\$	2/3
Alt=no	3/6	Rain=yes	2/5
Bar=yes	3/6	Rain=no	4/7
Bar=no	3/6	Res=yes	2/5
Fri=yes	3/5	Res=no	4/7
Fri=no	3/7	Type=French	1/2
Hun=yes	2/7	Type=Thai	2/4
Hun=no	4/5	Type=Burger	2/4
Pat=none	2/2	Type=Italian	1/2
Pat=some	0/4	Est=0-10	2/6
Pat=full	4/6	Est=10-30	1/2
Price=\$	4/7	Est=30-60	1/2
Price=\$\$	0/2	Est=>60	2/2

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι καλύτερες συνθήκες είναι η Pat=none με 2/2 και η Est>=60 επίσης με 2/2. Επιλέγουμε τυχαία την πρώτη και πάρα ο πρώτος μας κανόνας είναι ο:

**If Pat=none then Wait=no**

Ο παραπάνω κανόνας ταξινομεί σωστά 2 παραδείγματα με Wait=no, απομένουν ωστόσο άλλα τέσσερα. Εργαζόμαστε λοιπόν με τον παρακάτω πίνακα εναπομείναντων παραδειγμάτων:

#	Alt	Bar	Fri	Hun	Pat	Price	Rain	Res	Type	Est	Wait
X <sub>1</sub>	yes	no	no	yes	some	\$\$\$	no	yes	French	0-10	yes
X <sub>2</sub>	yes	no	no	yes	full	\$	no	no	Thai	30-60	no
X <sub>3</sub>	no	yes	no	no	some	\$	no	no	Burger	0-10	yes
X <sub>4</sub>	yes	no	yes	yes	full	\$	yes	no	Thai	10-30	yes
X <sub>5</sub>	yes	no	yes	no	full	\$\$\$	no	yes	French	>60	no
X <sub>6</sub>	no	yes	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Italian	0-10	yes
X <sub>8</sub>	no	no	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Thai	0-10	yes
X <sub>9</sub>	no	yes	yes	no	full	\$	yes	no	Burger	>60	no
X <sub>10</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$\$\$	no	yes	Italian	10-30	no
X <sub>12</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$	no	no	Burger	30-60	yes

Με βάση τον παραπάνω πίνακα υπολογίζουμε τις παρακάτω συχνότητες:

Alt=yes	3/6	Price=\$\$\$	2/3
Alt=no	1/4	Rain=yes	1/4
Bar=yes	2/5	Rain=no	3/6
Bar=no	2/5	Res=yes	2/5
Fri=yes	3/5	Res=no	2/5
Fri=no	1/5	Type=French	1/2
Hun=yes	2/7	Type=Thai	1/3
Hun=no	2/3	Type=Burger	1/3
Pat=some	0/4	Type=Italian	1/2
Pat=full	4/6	Est=0-10	0/4
Price=\$	2/5	Est=10-30	1/2
Price=\$\$	0/2	Est=30-60	1/2
		Est=>60	2/2

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι η καλύτερη συνθήκη είναι η Est>=60 με 2/2. Άρα ο δεύτερος κανόνας είναι ο:

**If Est>=60 then Wait=no**

Απομένουν ακόμη 2 παραδείγματα, εργαζόμαστε λοιπόν με τον παρακάτω πίνακα εναπομείναντων παραδειγμάτων:

#	Alt	Bar	Fri	Hun	Pat	Price	Rain	Res	Type	Est	Wait
X <sub>1</sub>	yes	no	no	yes	some	\$\$\$	no	yes	French	0-10	yes
X <sub>2</sub>	yes	no	no	yes	full	\$	no	no	Thai	30-60	no
X <sub>3</sub>	no	yes	no	no	some	\$	no	no	Burger	0-10	yes
X <sub>4</sub>	yes	no	yes	yes	full	\$	yes	no	Thai	10-30	yes
X <sub>6</sub>	no	yes	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Italian	0-10	yes

X <sub>8</sub>	no	no	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Thai	0-10	<b>yes</b>
X <sub>10</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$\$\$	no	yes	Italian	10-30	<b>no</b>
X <sub>12</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$	no	no	Burger	30-60	<b>yes</b>

Με βάση τον παραπάνω πίνακα υπολογίζουμε τις παρακάτω συχνότητες:

Alt=yes	2/5	Price=\$\$\$	1/2
Alt=no	0/3	Rain=yes	0/3
Bar=yes	1/4	Rain=no	2/5
Bar=no	1/4	Res=yes	1/4
Fri=yes	1/3	Res=no	1/4
Fri=no	1/5	Type=French	0/1
Hun=yes	2/7	Type=Thai	1/3
Hun=no	0/1	Type=Burger	0/2
Pat=some	0/4	Type=Italian	0/1
Pat=full	2/4	Est=0-10	0/4
Price=\$	1/4	Est=10-30	1/2
Price=\$\$	0/2	Est=30-60	1/2

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι καλύτερη συνθήκη είναι η Pat=full με 2/4 (σημειώνεται ότι το 2/4 θεωρείται καλύτερο από το 1/2, μιας και ταξινομεί περισσότερα παραδείγματα). Απομονώνουμε τα παραδείγματα με Pat=full, τα οποία είναι τα εξής:

#	Alt	Bar	Fri	Hun	Pat	Price	Rain	Res	Type	Est	Wait
X <sub>2</sub>	yes	no	no	yes	full	\$	no	no	Thai	30-60	<b>no</b>
X <sub>4</sub>	yes	no	yes	yes	full	\$	yes	no	Thai	10-30	<b>yes</b>
X <sub>10</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$\$\$	no	yes	Italian	10-30	<b>no</b>
X <sub>12</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$	no	no	Burger	30-60	<b>yes</b>

Προσπαθούμε να βρούμε και δεύτερη συνθήκη, για να αποκλείσουμε τα παραδείγματα με Wait=yes. Στον παρακάτω πίνακα αξιολογούμε και πάλι όλες τις συνθήκες:

Alt=yes	2/4	Price=\$\$\$	1/1
Bar=yes	1/2	Rain=yes	0/1
Bar=no	1/2	Rain=no	2/3
Fri=yes	2/3	Res=yes	1/1
Fri=no	1/3	Res=no	1/3
Hun=yes	2/4	Type=Thai	1/2
Price=\$	1/3	Type=Burger	0/1
		Type=Italian	1/1
		Est=10-30	1/2
		Est=30-60	1/2

Φαίνεται λοιπόν ότι ως δεύτερη καλύτερη συνθήκη μπορεί να θεωρηθεί είτε η Price=\$\$\$ είτε η Res=yes είτε η Type=Italian. Επιλέγουμε τυχαία την πρώτη, και έτσι ο τρίτος κανόνας είναι ο:

**If Pat=full and Price=\$\$\$ then Wait=no**

ο οποίος ταξινομεί σωστά μόνο ένα παράδειγμα, το X<sub>10</sub>. Απομένει ένα παράδειγμα προς ταξινόμηση, το X<sub>2</sub>. Ξεκινάμε λοιπόν τη διαδικασία από την αρχή, με βάση τον παρακάτω πίνακα:

#	Alt	Bar	Fri	Hun	Pat	Price	Rain	Res	Type	Est	Wait
X <sub>1</sub>	yes	no	no	yes	some	\$\$\$	no	yes	French	0-10	<b>yes</b>

X <sub>2</sub>	yes	no	no	yes	full	\$	no	no	Thai	30-60	no
X <sub>3</sub>	no	yes	no	no	some	\$	no	no	Burger	0-10	yes
X <sub>4</sub>	yes	no	yes	yes	full	\$	yes	no	Thai	10-30	yes
X <sub>6</sub>	no	yes	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Italian	0-10	yes
X <sub>8</sub>	no	no	no	yes	some	\$\$	yes	yes	Thai	0-10	yes
X <sub>12</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$	no	no	Burger	30-60	yes

Με βάση τον παραπάνω πίνακα υπολογίζουμε τις παρακάτω συχνότητες:

Alt=yes	1/4	Price=\$\$\$	0/1
Alt=no	0/3	Rain=yes	0/3
Bar=yes	0/3	Rain=no	1/4
Bar=no	1/4	Res=yes	0/3
Fri=yes	0/2	Res=no	1/4
Fri=no	1/5	Type=French	0/1
Hun=yes	1/6	Type=Thai	1/3
Hun=no	0/1	Type=Burger	0/2
Pat=some	0/4	Type=Italian	0/1
Pat=full	1/3	Est=0-10	0/4
Price=\$	1/4	Est=10-30	0/1
Price=\$\$	0/2	Est=30-60	1/2

Από τον παραπάνω πίνακα καλύτερες συνθήκες φαίνεται η Est=30-60 που έχει 1/2. Απομονώνουμε τα παραδείγματα που αυτή ταξινομεί και ψάχνουμε για δεύτερη συνθήκη στον παρακάτω πίνακα:

#	Alt	Bar	Fri	Hun	Pat	Price	Rain	Res	Type	Est	Wait
X <sub>2</sub>	yes	no	no	yes	full	\$	no	no	Thai	30-60	no
X <sub>12</sub>	yes	yes	yes	yes	full	\$	no	no	Burger	30-60	yes

Έχουμε την εξής αξιολόγηση δεύτερων συνθηκών του τέταρτου κανόνα:

Alt=yes	1/2	Rain=no	1/2
Bar=yes	0/1	Res=no	1/2
Bar=no	1/1	Type=Thai	1/1
Fri=yes	0/1	Type=Burger	0/1
Fri=no	1/1		
Hun=yes	1/2		
Pat=full	1/2		
Price=\$	1/2		

Οποιαδήποτε συνθήκη που έχει 1/1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ολοκλήρωση του τέταρτου κανόνα, π.χ. η Bar=no, οπότε ο τέταρτος κανόνας διαμορφώνεται ως εξής:

**If Est=30-60 and Bar=no then Wait=no**

Το σύνολο των κανόνων που βρέθηκαν λοιπόν είναι το εξής:

**If Pat=some then Wait=no**  
**If Est>=60 then Wait=no**  
**If Pat=full and Price=\$\$\$ then Wait=no**  
**If Est=30-60 and Bar=no then Wait=no**