

Σχεσιακή Άλγεβρα: Τελεστές και παραδείγματα

**Βάσεις Δεδομένων
Τμήμα ΗΜΜΥ
Πολυτεχνείο Κρήτης**

Ανασκόπηση σχεσιακών τελεστών (1/4)

Τελεστής	Περιγραφή	Συμβολισμός
UNION	Παραγωγή μιας σχέσης που περιλαμβάνει όλες τις πλειάδες των R1 και R2. Οι σχέσεις R1,R2 πρέπει να είναι συμβατές (να έχουν ίδιο τύπο πλειάδων -> ίδιο αριθμό πεδίων και τα αντίστοιχα πεδία, από αριστερά προς τα δεξιά, έχουν ίδιο όνομα και κοινό πεδίο ορισμού).	$R_1 \cup R_2$
INTERSECTION	Παραγωγή μιας σχέσης που περιλαμβάνει τις κοινές πλειάδες των R1, R2. Οι σχέσεις R1,R2 πρέπει να είναι συμβατές ως προς την ένωση. Ισοδύναμο με $R1 - (R1 - R2)$.	$R_1 \cap R_2$
DIFFERENCE	Παραγωγή μιας σχέσης που περιλαμβάνει όλες τις πλειάδες στην R1 που δεν υπάρχουν στην R2. Οι σχέσεις R1,R2 πρέπει να είναι συμβατές ως προς την ένωση.	$R_1 - R_2$
CARTESIAN PRODUCT	Παραγωγή μιας σχέσης που έχει όλες τις παραμέτρους των R1, R2 και περιλαμβάνει σαν πλειάδες όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των πλειάδων των σχέσεων R1,R2.	$R_1 \times R_2$

Ανασκόπηση σχεσιακών τελεστών (2/4)

Τελεστής	Περιγραφή	Συμβολισμός
SELECT	Επιλογή όλων των πλειάδων (tuples) που ικανοποιούν μια συνθήκη στην σχέση R.	$\sigma_{\langle \text{selection condition} \rangle}(R)$
PROJECT	Παραγωγή μιας νέας σχέσης με μερικά μόνο attributes από αυτά της αρχικής σχέσης.	$\pi_{\langle \text{attributeList} \rangle}(R)$
GENERALIZED PROJECTION	Γενίκευση του τελεστή προβολής ώστε να επιτρέπονται εκτός από attributes και αριθμητικές συναρτήσεις πάνω σε attributes. Τέτοιες συναρτήσεις μπορεί να είναι οι τέσσερις πράξεις της αριθμητικής ή συνηθισμένες συναρτήσεις, όπως cos, sin, sqrt, exp, log κτλ.	$\pi_{\langle \text{expressionList} \rangle}(R)$
THETA JOIN	Παραγωγή όλων των συνδυασμών των πλειάδων από τις R1, R2 που ικανοποιούν την συνθήκη της σύνδεσης ($\sigma_{\langle \text{join condition} \rangle}(R1 \times R2)$).	$R_1 \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2$
EQUI JOIN	Παραγωγή όλων των συνδυασμών των πλειάδων από τις R1, R2 που ικανοποιούν την συνθήκη της σύνδεσης που αποτελείται μόνο από ισότητες (συνδυασμένες με τον τελεστή $\wedge$).	$R_1 \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2, \text{ or } R_1 \bowtie_{(\langle \text{join attributes 1} \rangle, \langle \text{join attributes 2} \rangle)} R_2$
NATURAL JOIN	Η ίδια λειτουργία σαν την EQUI JOIN με την διαφορά ότι οι παράμετροι σύνδεσης δεν περιλαμβάνονται στην σχέση-αποτέλεσμα. Αν οι παράμετροι αυτοί έχουν το ίδιο όνομα δεν χρειάζεται να αναφερθούν καθόλου.	$R_1^*_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2, \text{ or } R_1^*_{(\langle \text{join attributes 1} \rangle, \langle \text{join attributes 2} \rangle)} R_2, \text{ or } R_1^* R_2 \text{ ή } R_1 \bowtie R_2$

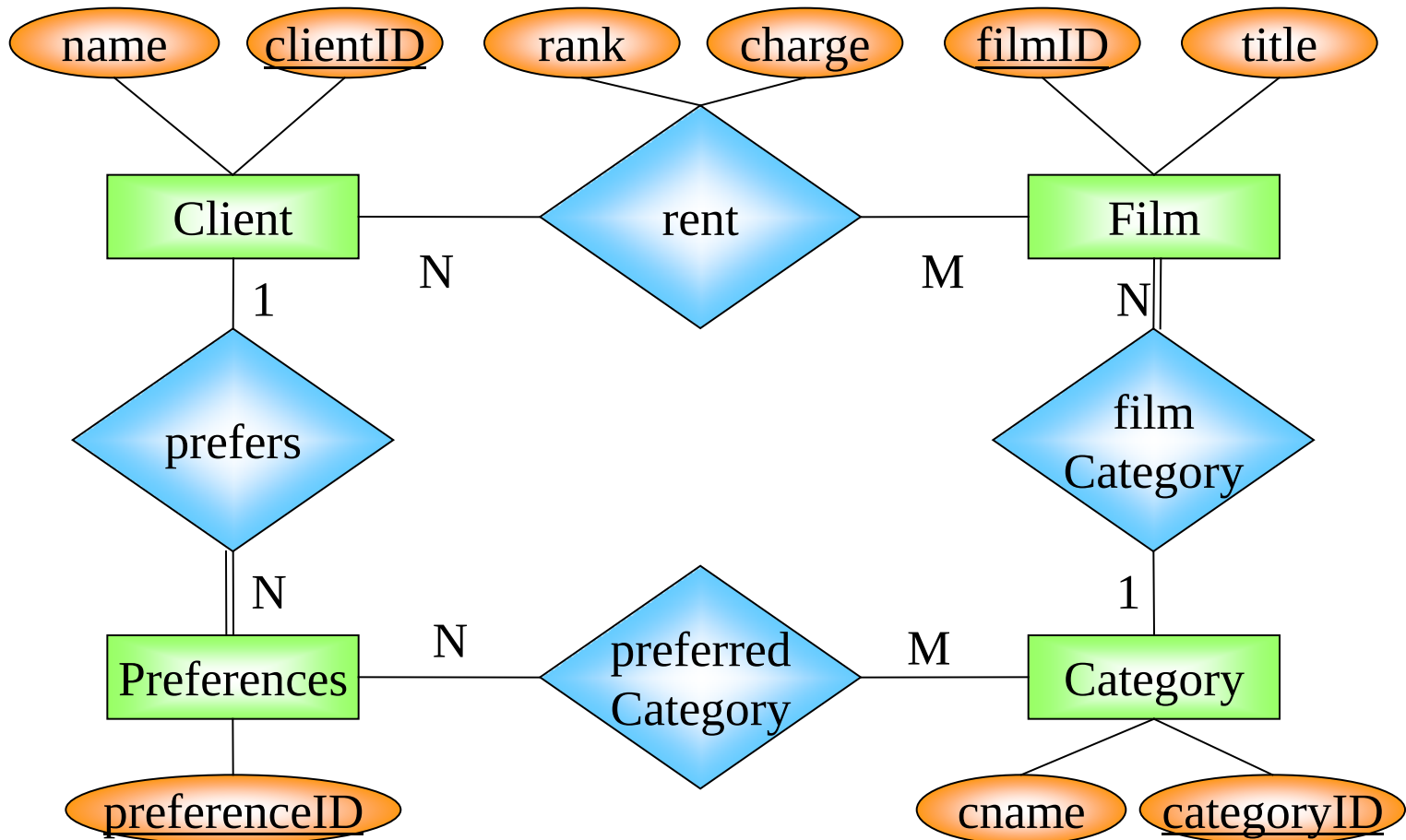
Ανασκόπηση σχεσιακών τελεστών (3/4)

Τελεστής	Περιγραφή	Συμβολισμός
DIVISION	Έστω μια σχέση $R_2(A_2)$ που ορίζεται σε ένα υποσύνολο των attributes μιας άλλης σχέσης $R_1(A_1)$, δηλαδή $A_2 \subset A_1$. Η διαίρεση R_1/R_2 μας δίνει μια νέα σχέση $R(A_1-A_2)$ η οποία περιέχει όλους τους συνδυασμούς των attributes του συνόλου A_1-A_2 οι οποίοι εμφανίζονται στη σχέση R_1 συνδυασμένοι με όλες τις πλειάδες της σχέσης R_2 (για καθεμία πλειάδα A_2 της R_2 υπάρχει η αντίστοιχη πλειάδα $\langle A_1, A_2 \rangle$ στο R_1).	$R_1 \div R_2$
RENAME	Ο τελεστής μετονομασίας της σχεσιακής άλγεβρας διευκολύνει την κατασκευή σύνθετων ερωτήσεων δίνοντας τη δυνατότητα τμηματικής κατασκευής τους. Το πρώτο όρισμα είναι το όνομα R μιας σχέσης και μια λίστα μετονομασίας F, ενώ το δεύτερο όρισμα είναι μια έκφραση E της σχεσιακής άλγεβρας. Η λίστα μετονομασίας F περιέχει όρους του τύπου: αρχικό όνομα $\rightarrow$ νέο όνομα ή θέση $\rightarrow$ νέο όνομα Το αποτέλεσμα του τελεστή είναι μια σχέση R, η οποία έχει τα ίδια πεδία με το αποτέλεσμα της έκφρασης E, μόνο που τα πεδία, τα οποία περιέχονται στη λίστα F, έχουν μετονομαστεί κατάλληλα.	$\rho(R(F), E)$

Ανασκόπηση σχεσιακών τελεστών (4/4)

Τελεστής	Περιγραφή	Συμβολισμός
AGGREGATION FUNCTIONS	Οι συναρτήσεις συνάθροισης παίρνουν ένα σύνολο από τιμές και επιστρέφουν μια τιμή σαν αποτέλεσμα. Με την προσθήκη του – distinct μετά το όνομα της συνάρτησης επιβάλουμε την εφαρμογή της συνάρτησης μόνο στις διακριτές τιμές της παραμέτρου (δεν έχει νόημα για min, max).	$G_{\text{sum}(A)}(R),$ $G_{\text{avg}(A)}(R),$ $G_{\text{max}(A)}(R),$ $G_{\text{min}(A)}(R),$ $G_{\text{count}(A)}(R)$ $G_{\text{count-distinct}(A)}(R)$
AGGREGATION OPERATION G	Παραγωγή μιας σχέσης με πλειάδες $(g_1, \dots, g_n, a_1, \dots, a_n)$ όπου $a_1, \dots, a_n$ είναι τα αποτελέσματα των συναρτήσεων συνάθροισης στις τιμές των $A_1, \dots, A_n$ για την ομάδα $(g_1, \dots, g_n)$. E είναι μια οποιαδήποτε αλγεβρική παράσταση. $G_1, \dots, G_n$ είναι μια λίστα από attributes της E που χρησιμοποιούνται για την ομαδοποίηση. Καθένα από τα $F_1, \dots, F_n$ είναι μια συνάρτηση συνάθροισης (sum, avg..) που εφαρμόζεται (αντίστοιχα) στο attribute $A_1, \dots, A_n$ της E. Av δεν υπάρχουν attributes G δεν γίνεται ομαδοποίηση (θεωρείται μια μόνο μεγάλη ομάδα, δεσ συναρτήσεις συνάθροισης).	$G_1, G_2, \dots, G_n G_{F_1(A_1), F_2(A_2), \dots, F_m(A_m)}(E)$

Παράδειγμα Εννοιολογικού Σχήματος



Μετατροπή σε σχεσιακό σχήμα

Client (clientID, name)

Film (filmID, title, **categoryID**)

Preferences (preferenceID, **clientID**)

Category (categoryID, cname)

Rent (**clientID**, **filmID**, rank, charge)

PreferredCategory (**preferenceID**, **categoryID**)

Χρήση Relax (<http://dbis-uibk.github.io/relax/calc/local/uibk/local/3>)

Παράδειγμα σχεσιακής βάσης

Client

clientID	name
1	Nick
2	Fotis
3	Nektarios

Category

categoryID	cname
1	Adventure
2	Comedies
3	Sc. Fiction

Film

filmID	title	categoryID
1	Platoon	1
2	Blues Brothers	2
3	Confetti	2
4	Krull	3
5	Taken	3

Rent

clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2

Preferences

preferenceID	clientID
1	1
2	1
3	2

PreferredCategory

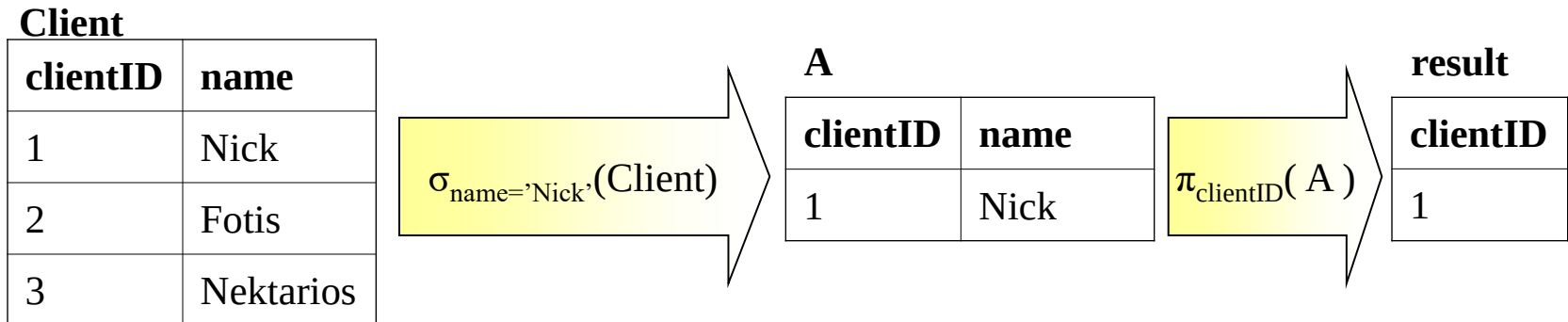
preferenceID	categoryID
1	1
1	2
2	3
3	2

Ερωτήσεις

- Ποιος είναι ο κωδικός του πελάτη με το όνομα «Nick»;
- Ποιοι είναι οι κωδικοί και οι χρεώσεις πελατών που έχουν ενοικιάσει ταινίες;
- Ποιοι είναι οι τίτλοι των ταινιών που ανήκουν στην κατηγορία «Comedies» ή στην κατηγορία «Sc. Fiction»;
- Ποιοι είναι οι τίτλοι των ταινιών που έχουν κάποια βαθμολογία >3 και ανήκουν στην κατηγορία 'Comedies';
- Ποιοι είναι οι κωδικοί των ταινιών που ικανοποιούν κάποιες από τις προτιμήσεις του πελάτη με το όνομα «Nick»;
- Βρείτε τα ζεύγη κωδικός πελάτη, κωδικός ταινίας, ώστε η ταινία να ικανοποιεί κάποιες από τις προτιμήσεις του πελάτη;
- Πόση είναι η συνολική χρέωση των ταινιών που έχει ενοικιάσει ο πελάτης με το όνομα «Nick»;
- Πόσοι πελάτες έχουν ενοικιάσει την ταινία «Platoon»;
- Για όλες τις ταινίες που έχουν ενοικιαστεί, βρείτε των κωδικό τους και τη συνολική χρέωση των ενοικιάσεων που έχουν γίνει.
- Για όλες τις ταινίες που έχουν ενοικιαστεί, βρείτε των κωδικό τους και το μέσο όρο των βαθμολογιών που έδωσαν οι πελάτες που την ενοικίασαν.
- Ποιοι είναι οι κωδικοί των πελατών που έχουν ενοικιάσει ταινίες από όλες τις δυνατές κατηγορίες ταινιών;
- Ποια είναι οι κωδικοί των πελατών που έχουν ενοικιάσει όλες τις ταινίες της κατηγορίας 'Comedies';

Ποιος είναι ο κωδικός του πελάτη με
το όνομα «Nick»;

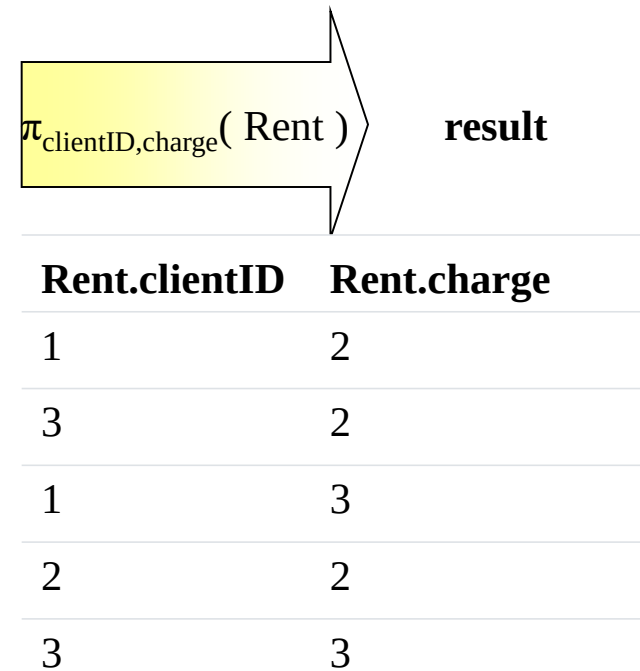
$\pi_{\text{clientID}} (\sigma_{\text{name}='Nick'} (\text{Client}))$



Ποιοι είναι οι κωδικοί και οι χρεώσεις πελατών που έχουν ενοικιάσει ταινίες;

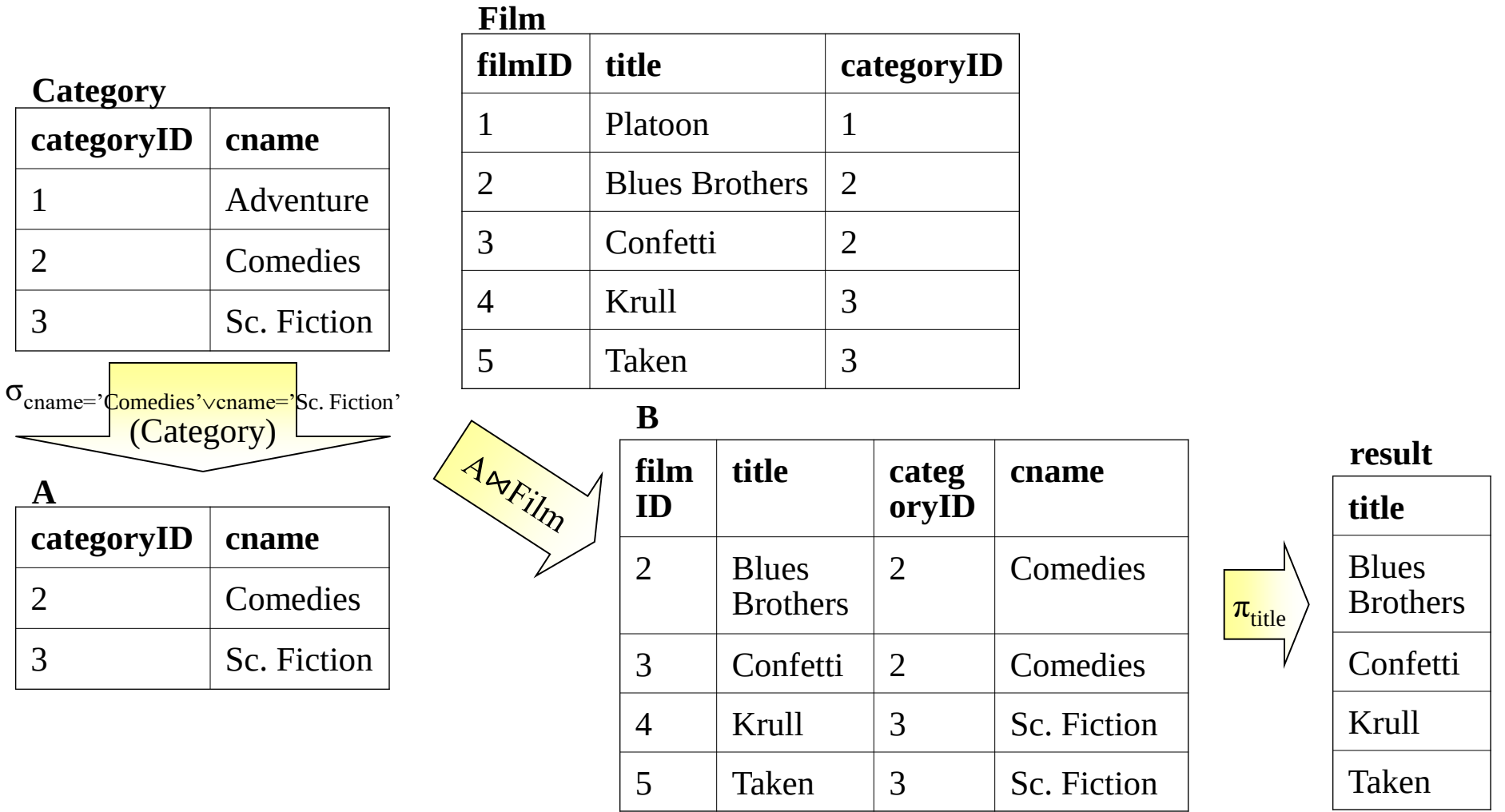
π clientID, charge(Rent)

Rent.clientID	Rent.filmID	Rent.rank	Rent.charge
1	1	3	2
3	4	3	2
1	2	2	3
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
1	3	5	2
3	3	2	3

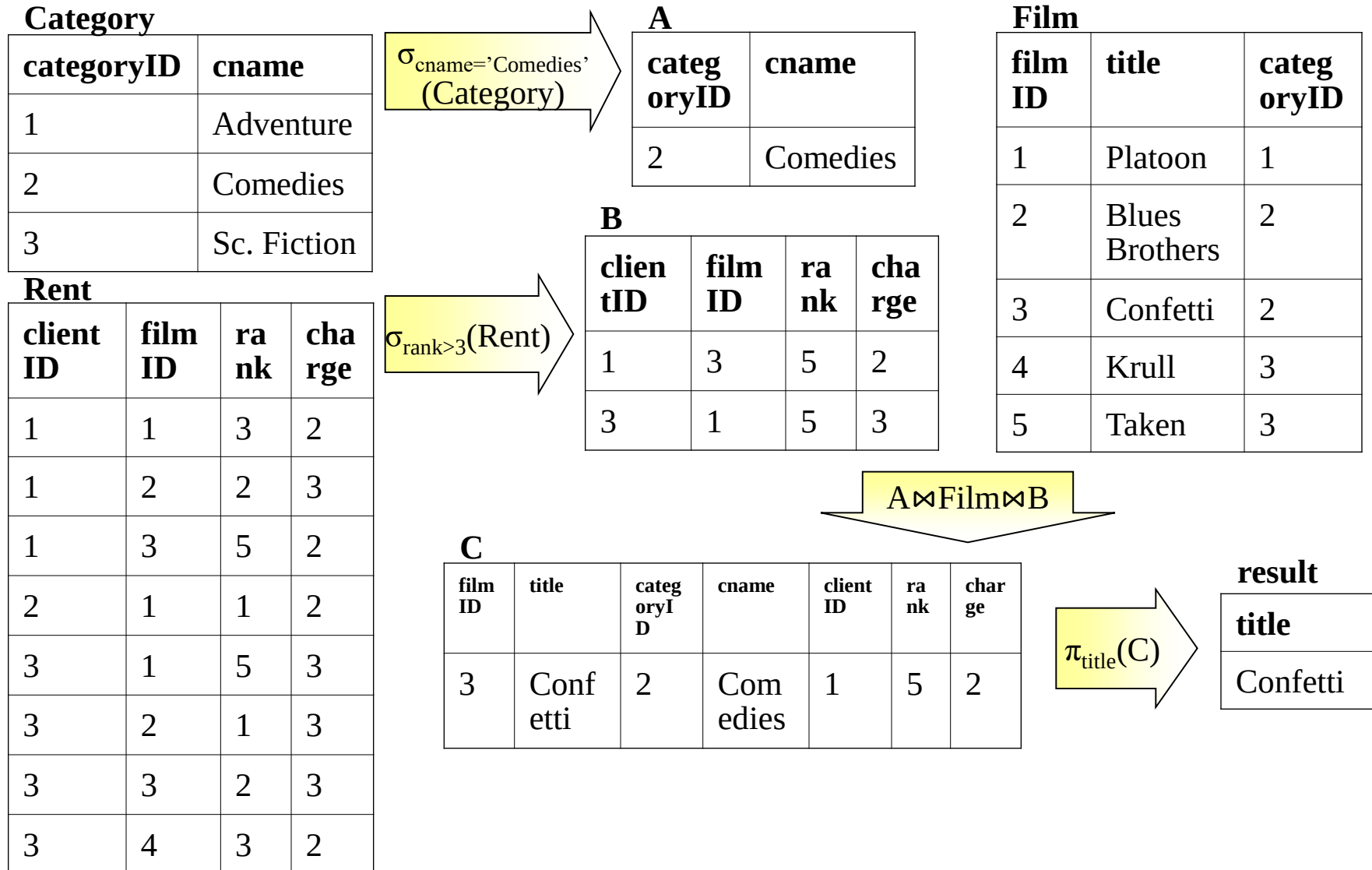


Ποιοι είναι οι τίτλοι των ταινιών που ανήκουν στην κατηγορία «Comedies» ή στην κατηγορία «Sc. Fiction»;

$\pi_{\text{title}} (\sigma_{\text{cname}=\text{'Comedies'} \vee \text{cname}=\text{'Sc. Fiction'}} (\text{Category}) \bowtie \text{Film})$



Ποιοι είναι οι τίτλοι των ταινιών που έχουν κάποια βαθμολογία >3 και ανήκουν στην κατηγορία 'Comedies;
 $\pi_{\text{title}} (\sigma_{\text{cname}='Comedies'} (\text{Category}) \bowtie \text{Film} \bowtie \sigma_{\text{rank}>3} (\text{Rent}))$

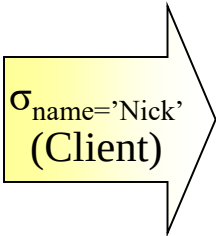


Ποιοι είναι οι κωδικοί των ταινιών που ικανοποιούν κάποιες από τις προτιμήσεις του πελάτη με το όνομα «Nick»;

$\pi_{\text{filmID}} (\sigma_{\text{name}='Nick'} (\text{Client}) \bowtie \text{Preferences} \bowtie \text{PreferredCategory} \bowtie \text{Film})$

Client

clientID	name
1	Nick
2	Fotis
3	Nektarios



A

clientID	name
1	Nick

Film

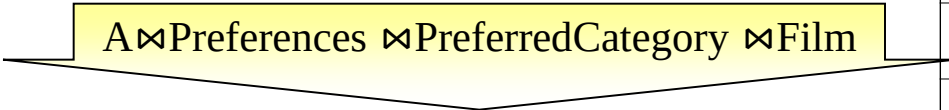
filmID	title	categoryID
1	Platoon	1
2	Blues Brothers	2
3	Confetti	2
4	Krull	3
5	Taken	3

Preferences

preferenceID	clientID
1	1
2	1
3	2

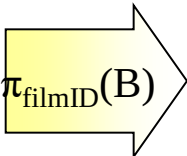
PreferredCategory

preferenceID	categoryID
1	1
1	2
2	3
3	2



B

clientID	name	preferenceID	categoryID	filmID	title
1	Nick	1	1	1	Platoon
1	Nick	1	2	2	Blues Brothers
1	Nick	1	2	3	Confetti
1	Nick	2	3	4	Krull
1	Nick	2	3	5	Taken



result

filmID
1
2
3
4
5

Βρείτε τα ζεύγη κωδικός πελάτη, κωδικός ταινίας, ώστε η ταινία να ικανοποιεί κάποιες από τις προτιμήσεις του πελάτη;

$\pi_{\text{clientID}, \text{filmID}} (\text{Preferences} \bowtie \text{PreferredCategory} \bowtie \text{Film})$

Preferences		PreferredCategory		Film		
preferenceID	clientID	preferenceID	categoryID	filmID	title	categoryID
1	1	1	1	1	Platoon	1
2	1	1	2	2	Blues Brothers	2
3	2	2	3	3	Confetti	2
		3	2	4	Krull	3
				5	Taken	3

A

preferenceID	clientID	categoryID	filmID	title
1	1	1	1	Platoon
1	1	2	2	Blues Brothers
1	1	2	3	Confetti
2	1	3	4	Krull
2	1	3	5	Taken
3	2	2	2	Blues Brothers
3	2	2	3	Confetti

result

clientID	filmID
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
2	2
2	3

Πόση είναι η συνολική χρέωση των ταινιών που έχει
ενοικιάσει ο πελάτης με το όνομα «Nick»;

$G_{\text{sum}(\text{charge})}(\sigma_{\text{name}='Nick'}(\text{Client}) \bowtie \text{Rent})$

$\gamma \text{ sum}(\text{charge}) \rightarrow \text{total} (\sigma_{\text{name}='Nick'}(\text{Client}) \bowtie \text{Rent})$

Client

clientID	name
1	Nick
2	Fotis
3	Nektarios

$\sigma_{\text{name}='Nick'}(\text{Client})$

A

clientID	name
1	Nick

Rent

clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2

$A \bowtie \text{Rent}$

B

clientID	name	filmID	rank	charge
1	Nick	1	3	2
1	Nick	2	2	3
1	Nick	3	5	2

$\text{sum}_{\text{charge}}(\text{B})$

result

total

7

Πόσοι πελάτες έχουν ενοικιάσει την ταινία «Platoon»;

G_{count(ClientID)}(Rent ⋈ σ_{title='Platoon'}(Film))

γ count(clientID) → total (Rent ⋈ σ_{title='Platoon'}(Film))

Film

film ID	title	categoryID
1	Platoon	1
2	Blues Brothers	2
3	Confetti	2
4	Krull	3
5	Taken	3

σ_{title='Platoon'}
(Film)

A

film ID	title	categoryID
1	Platoon	1

Rent

clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2

Rent ⋈ A

B

clientID	filmID	rank	charge	title	categoryID
1	1	3	2	Platoon	1
2	1	1	2	Platoon	1
3	1	5	3	Platoon	1

count-distinct_{clientID}(B)

result

total

3

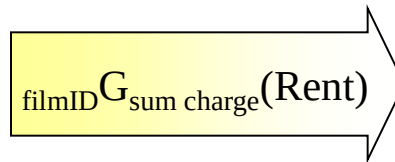
Για όλες τις ταινίες που έχουν ενοικιαστεί, βρείτε των κωδικό τους και τη συνολική χρέωση των ενοικιάσεων που έχουν γίνει.

filmID $G_{\text{sum}(\text{charge})}(\text{Rent})$

$\gamma \text{ filmID;sum}(\text{charge}) \rightarrow \text{sum}(\text{Rent})$

Rent

clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2



result

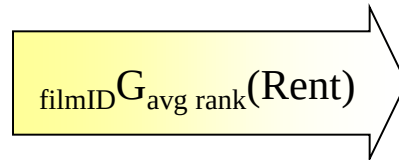
filmID	sum
1	7
2	6
3	5
4	2

Για όλες τις ταινίες που έχουν ενοικιαστεί, βρείτε των κωδικό τους και το μέσο όρο των βαθμολογιών που έδωσαν οι πελάτες που την ενοικίασαν.

filmID $G_{avg(rank)}$ (**Rent**)

γ filmID; avg(rank) $\rightarrow$ rank (Rent)

Rent			
clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2



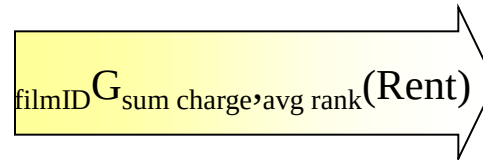
result	
filmID	avg
1	3
2	1,5
3	3,5
4	3

Για όλες τις ταινίες που έχουν ενοικιαστεί, βρείτε των κωδικό τους, τη συνολική χρέωση των ενοικιάσεων που έχουν γίνει και το μέσο όρο των βαθμολογιών που έδωσαν οι πελάτες που την ενοικίασαν.

filmID $G_{\text{sum}(\text{charge}), \text{avg}(\text{rank})}(\text{Rent})$

$\gamma \text{ filmID}; \text{sum}(\text{charge}) \rightarrow \text{total}, \text{avg}(\text{rank}) \rightarrow \text{rank} (\text{Rent})$

Rent			
clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2



result		
filmID	total	rank
1	7	3
2	6	1,5
3	5	3,5
4	2	3

Ποιοι είναι οι κωδικοί των πελατών που έχουν ενοικιάσει ταινίες από όλες τις δυνατές κατηγορίες ταινιών;

$$\pi_{\text{clientID}, \text{categoryID}}(\text{Rent} \bowtie \text{Film}) \div \pi_{\text{categoryID}}(\text{Category})$$

Film

filmID	title	categoryID
1	Platoon	1
2	Blues Brothers	2
3	Confetti	2
4	Krull	3
5	Taken	3

Rent

clientID	filmID	rank	charge
1	1	3	2
1	2	2	3
1	3	5	2
2	1	1	2
3	1	5	3
3	2	1	3
3	3	2	3
3	4	3	2

Rent ⋈ **Film**

A

clientID	filmID	rank	charge	title	categoryID
1	1	3	2	Platoon	1
1	2	2	3	Blues Brothers	2
1	3	5	2	Confetti	2
2	1	1	2	Platoon	1
3	1	5	3	Platoon	1
3	2	1	3	Blues Brothers	2
3	3	2	3	Confetti	2
3	4	3	2	Krull	3

$\pi_{\text{clientID}, \text{categoryID}}(A)$

B

clientID	categoryID
1	1
1	2
2	1
3	1
3	2
3	3

Category

categoryID	cname
1	Adventure
2	Comedies
3	Sc. Fiction

$\pi_{\text{categoryID}}(\text{Category})$

C

categoryID
1
2
3

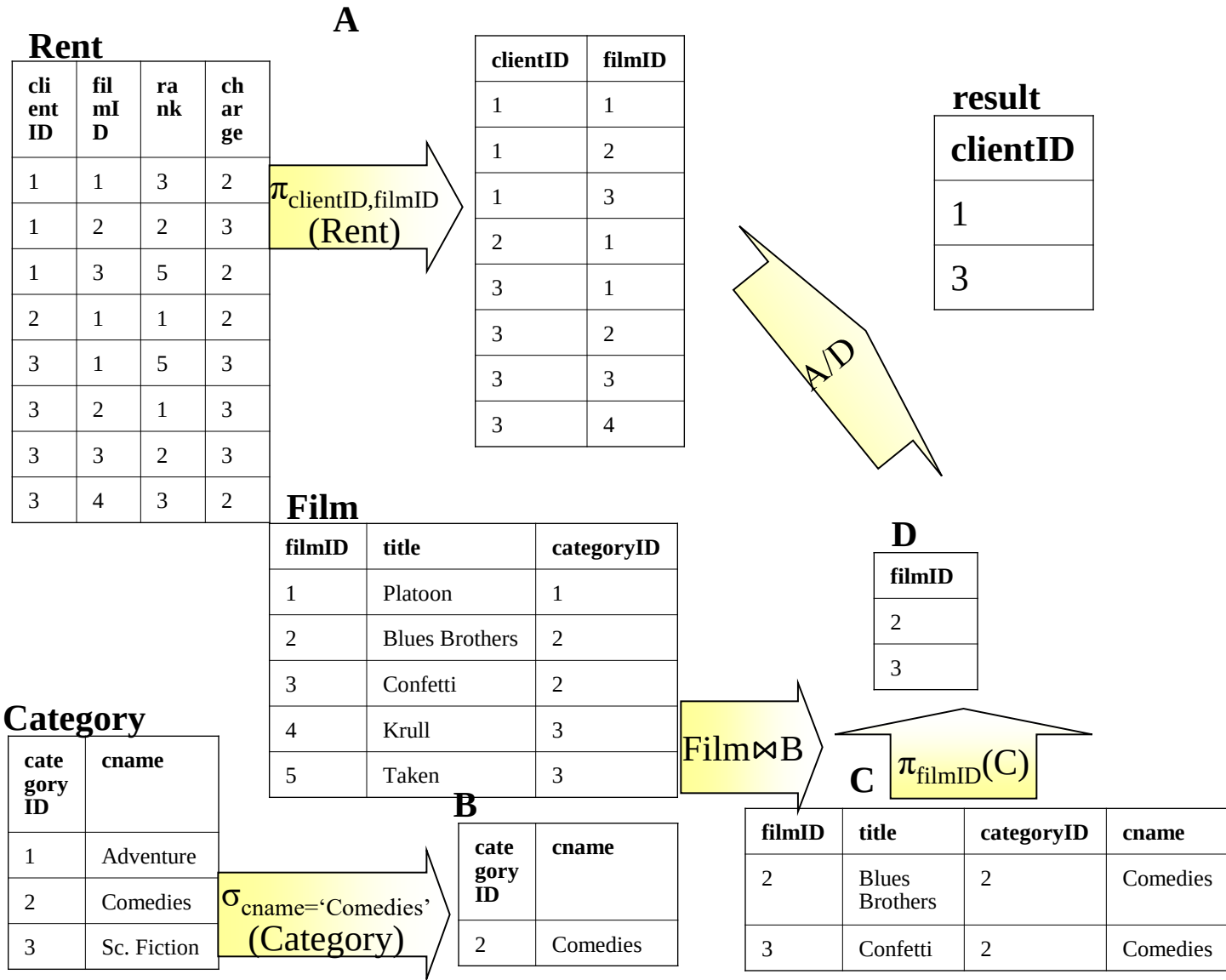
B/C

result

clientID
3

Ποιοι είναι οι κωδικοί των πελατών που έχουν ενοικιάσει όλες τις ταινίες της κατηγορίας ‘Comedies’;

$\pi_{clientID, filmID}(Rent) \div \pi_{filmID}(Film \bowtie \sigma_{cname='Comedies'}(Category))$



Ποια είναι τα ονόματα των πελατών που έχουν ενοικιάσει
όλες τις ταινίες της κατηγορίας 'Comedies';

$\pi_{\text{name, filmID}} (\text{Client} \bowtie \text{Rent}) \div \pi_{\text{filmID}} (\text{Film} \bowtie \sigma_{\text{cname} = \text{'Comedies'}} (\text{Category}))$

Ποια είναι τα ονόματα των πελατών που προτιμούν ταινίες και
από την κατηγορία 'Comedies' και από την κατηγορία
'Adventure';

$\text{tempcom} = (\pi_{\text{preferenceID}} ((\sigma_{\text{cname} = \text{'Comedies'}} (\text{Category})) \bowtie (\text{PreferredCategory})))$
 $\text{tempadv} = (\pi_{\text{preferenceID}} ((\sigma_{\text{cname} = \text{'Adventure'}} (\text{Category})) \bowtie (\text{PreferredCategory})))$
 $\pi_{\text{name}} (\text{Client} \bowtie \text{Preferences} \bowtie (\text{tempcom} \cap \text{tempadv}))$