

Tuple Relational Calculus: $\forall(P \Rightarrow Q)$ 의 의미

김상진

한국기술교육대학교, 인터넷미디어공학부

Tuple Relational Calculus

- 튜플 관계 해석에서 질의의 형식은 다음과 같다.

$$\{t | P(t)\}$$

즉, 조건 술어 P 를 만족하는 튜플의 집합을 말한다.

- 예) 대출 중 대출액이 1200보다 큰 모든 대출을 찾아라.

대출번호	지점명	잔액
L-102	신림점	2000
L-212	구로점	1200
L-108	사당점	1000
L-401	명동점	600
L-402	명동점	1100

loan 관계

$$\{t \mid t \in loan \wedge t[\text{대출액}] > 1200\}$$

평가 예)

대출번호	지점명	잔액	참/거짓
L-102	신림점	2000	참
L-212	구로점	1200	거짓
L-108	사당점	450	거짓
L-401	명동점	1100	거짓
L-402	명동점	400	거짓

\exists Quantifier

- \exists : 추출(projection)을 하기 위해 사용된다.
- $\exists t \in r(Q(t))$: 관계 r 에 $Q(t)$ 가 참이 되는 튜플 t 가 존재하면 참이다.
- 예) 대출 중 대출액이 1200보다 큰 모든 대출의 대출번호를 찾아라.

$$\{t \mid \exists s \in loan(t[\text{대출번호}] = s[\text{대출번호}] \wedge s[\text{대출액}] > 1200)\}$$

여기서 t 는 자유변수이므로 t 에 튜플을 하나씩 할당하면서 해석식이 참이 되는지 평가해야 한다. $\exists s \in loan(s[\text{대출액}] > 1200)$ 은 *loan* 관계에 대출액이 1200보다 큰 것이 하나라도 있으면 참이 된다.

평가 예)

t			s			참/거짓	이유
대출번호	지점명	잔액	대출번호	지점명	잔액		
L-102	신림점	2000	L-102	신림점	2000	참	$t[1] = s[1] \wedge s[3] > 1200$
L-102	신림점	2000	L-212	구로점	1200	거짓	$t[1] \neq s[1]$
L-102	신림점	2000	L-108	사당점	450	거짓	$t[1] \neq s[1]$
L-102	신림점	2000	L-401	명동점	1100	거짓	$t[1] \neq s[1]$
L-102	신림점	2000	L-402	명동점	400	거짓	$t[1] \neq s[1]$

따라서 참인 것이 있으므로 $s = ("L-102", "신림점", "2000")$ 에 대해 다음은 참이다.

$$\exists s \in loan(t[대출번호] = s[대출번호] \wedge s[대출액] > 1200)$$

이런 평가를 다섯 번을 해야 한다.

- $\neg \exists t \in r(Q(t))$: 관계 r 에 $Q(t)$ 가 참이 되는 튜플 t 가 없으면 참이다.
- 예) 대출액이 500보다 적은 대출이 없는 모든 지점의 이름을 찾아라.

$$\{t \mid \neg \exists s \in loan(t[지점명] = s[지점명] \wedge s[대출액] < 500)\}$$

참고. $\neg \exists s \in loan(s[대출액] < 500)$ 은 $loan$ 관계에 대출액이 500보다 적은 것이 없어야 참이 된다.
평가 예1)

t			s			참/거짓	이유
대출번호	지점명	잔액	대출번호	지점명	잔액		
L-102	신림점	2000	L-102	신림점	2000	거짓	$s[3] \geq 500$
L-102	신림점	2000	L-212	구로점	1200	거짓	$t[2] \neq s[2]$
L-102	신림점	2000	L-108	사당점	450	거짓	$t[2] \neq s[2]$
L-102	신림점	2000	L-401	명동점	1100	거짓	$t[2] \neq s[2]$
L-102	신림점	2000	L-402	명동점	400	거짓	$t[2] \neq s[2]$

따라서 참인 것이 하나도 없으므로 $s = ("L-102", "신림점", "2000")$ 에 대해 ' $\neg \exists s \in loan(t[지점명] = s[지점명] \wedge s[대출액] < 500)$ '은 참이다.

평가 예2)

t			s			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
L-401	명동점	1100	L-102	신림점	2000	거짓	$t[2] \neq s[2]$
L-401	명동점	1100	L-212	구로점	1200	거짓	$t[2] \neq s[2]$
L-401	명동점	1100	L-108	사당점	450	거짓	$t[2] \neq s[2]$
L-401	명동점	1100	L-401	명동점	1100	거짓	$s[3] \geq 500$
L-401	명동점	1100	L-402	명동점	400	참	$t[2] = s[2] \wedge s[3] < 500$

따라서 참인 것이 있으므로 $s = ("L-401", "명동점", "1100")$ 에 대해 다음은 거짓이다.

$$\neg \exists s \in loan(t[지점명] = s[지점명] \wedge s[대출액] < 500)$$

\forall Quantifier

- $\forall t \in r(Q(t))$: 관계 r 에 있는 모든 튜플에 대해 $Q(t)$ 가 참이어야 참이된다.
- 예) 잔액이 가장 큰 계좌의 계좌번호를 찾아라.

계좌번호	지점명	잔액
A-101	잠실점	500
A-215	서초점	400
A-102	방배점	350
A-301	강남점	500
A-302	강남점	900

$account$ 관계

$$\{t \mid \exists s \in account(t[계좌번호] = s[계좌번호] \wedge \forall w \in account(s[잔액] \geq w[잔액]))\}$$

평가 예1)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-101	잠실점	500	A-101	잠실점	500	참	$s[3] \geq w[3]$
A-101	잠실점	500	A-215	서초점	400	참	$s[3] \geq w[3]$
A-101	잠실점	500	A-102	방배점	350	참	$s[3] \geq w[3]$
A-101	잠실점	500	A-301	강남점	500	참	$s[3] \geq w[3]$
A-101	잠실점	500	A-302	강남점	900	거짓	$s[3] < w[3]$

따라서 $s = (\text{"A-101"}, \text{"잠실점"}, \text{"500"})$ 에 대해 ' $\forall w \in \text{account}(s[\text{잔액}] \geq w[\text{잔액}])$ '은 거짓이다.
평가 예2)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-302	강남점	900	A-101	잠실점	500	참	$s[3] \geq w[3]$
A-302	강남점	900	A-215	서초점	400	참	$s[3] \geq w[3]$
A-302	강남점	900	A-102	방배점	350	참	$s[3] \geq w[3]$
A-302	강남점	900	A-301	강남점	500	참	$s[3] \geq w[3]$
A-302	강남점	900	A-302	강남점	900	참	$s[3] \geq w[3]$

따라서 $s = (\text{"A-302"}, \text{"강남점"}, \text{"900"})$ 에 대해 ' $\forall w \in \text{account}(s[\text{잔액}] \geq w[\text{잔액}])$ '은 참이다.

$\forall(P \Rightarrow Q)$ 의 의미

- 예) 강남점에 개설되어 있는 모든 계좌보다 잔액이 적은 모든 계좌의 계좌번호를 찾아라.

$$\{t \mid \exists s \in \text{account}(t[\text{계좌번호}] = s[\text{계좌번호}] \wedge \forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \wedge w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}]))\}$$

평가 예1)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-101	잠실점	500	A-101	잠실점	500	거짓	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-101	잠실점	500	A-215	서초점	400	거짓	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-101	잠실점	500	A-102	방배점	350	거짓	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-101	잠실점	500	A-301	강남점	500	거짓	$w[3] \not> s[3]$
A-101	잠실점	500	A-302	강남점	900	참	$w[2] = \text{"강남점"} \wedge w[3] > s[3]$

따라서 $s = (\text{"A-101"}, \text{"잠실점"}, \text{"500"})$ 에 대해 ' $\forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \wedge w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}])$ '은 거짓이다.

평가 예2)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-215	서초점	400	A-101	잠실점	500	거짓	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-215	서초점	400	A-215	서초점	400	거짓	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-215	서초점	400	A-102	방배점	350	거짓	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-215	서초점	400	A-301	강남점	500	참	$w[2] = \text{"강남점"} \wedge w[3] > s[3]$
A-215	서초점	400	A-302	강남점	900	참	$w[2] = \text{"강남점"} \wedge w[3] > s[3]$

따라서 $s = (\text{"A-215"}, \text{"서초점"}, \text{"500"})$ 에 대해 ' $\forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \wedge w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}])$ '은 역시 거짓이다. 그러므로 이 질의는 우리가 원하는 것을 찾을 수 없다.

- $P \Rightarrow Q$ 구성을 이용하여 같은 질의를 다시 구성하여라.

P	Q	$P \Rightarrow Q$
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T

$$\{t \mid \exists s \in \text{account}(t[\text{계좌번호}] = s[\text{계좌번호}] \wedge \forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}]))\}$$

평가 예1)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-101	잠실점	500	A-101	잠실점	500	참	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-101	잠실점	500	A-215	서초점	400	참	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-101	잠실점	500	A-102	방배점	350	참	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-101	잠실점	500	A-301	강남점	500	거짓	$w[2] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[3] \not> s[3]$
A-101	잠실점	500	A-302	강남점	900	참	$w[2] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[3] > s[3]$

따라서 $s = (\text{"A-101"}, \text{"잠실점"}, \text{"500"})$ 에 대해 $\forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}])$ 은 거짓이다.

평가 예2)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-215	서초점	400	A-101	잠실점	500	참	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-215	서초점	400	A-215	서초점	400	참	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-215	서초점	400	A-102	방배점	350	참	$w[2] \neq \text{"강남점"}$
A-215	서초점	400	A-301	강남점	500	참	$w[2] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[3] > s[3]$
A-215	서초점	400	A-302	강남점	900	참	$w[2] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[3] > s[3]$

따라서 $s = (\text{"A-215"}, \text{"서초점"}, \text{"400"})$ 에 대해 $\forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \Rightarrow w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}])$ 은 참이다.

$$\{t \mid \exists s \in \text{account}(t[\text{계좌번호}] = s[\text{계좌번호}] \wedge \forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] \neq \text{"강남점"} \vee w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}]))\}$$

$$\{t \mid \exists s \in \text{account}(t[\text{계좌번호}] = s[\text{계좌번호}] \wedge \neg \exists w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"강남점"} \wedge w[\text{잔액}] \leq s[\text{잔액}]))\}$$

- 예) 천안점에 개설되어 있는 모든 계좌보다 잔액이 적은 모든 계좌의 계좌번호를 찾아라.

$$\{t \mid \exists s \in \text{account}(t[\text{계좌번호}] = s[\text{계좌번호}] \wedge \forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"천안점"} \Rightarrow w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}]))\}$$

평가 예)

s			w			참/거짓	이유
계좌번호	지점명	잔액	계좌번호	지점명	잔액		
A-101	잠실점	500	A-101	잠실점	500	참	$w[2] \neq \text{"천안점"}$
A-101	잠실점	500	A-215	서초점	400	참	$w[2] \neq \text{"천안점"}$
A-101	잠실점	500	A-102	방배점	350	참	$w[2] \neq \text{"천안점"}$
A-101	잠실점	500	A-301	강남점	500	참	$w[2] \neq \text{"천안점"}$
A-101	잠실점	500	A-302	강남점	900	참	$w[2] \neq \text{"천안점"}$

따라서 $s = (\text{"A-101"}, \text{"잠실점"}, \text{"500"})$ 에 대해 $\forall w \in \text{account}(w[\text{지점명}] = \text{"천안점"} \Rightarrow w[\text{잔액}] > s[\text{잔액}])$ 은 참이다. 이것은 다른 튜플에 대해서도 마찬가지이다. 따라서 모든 계좌가 결과 관계에 포함된다.