

Sistemas de Bancos de Dados

Prof. Jorge Soares

jsoares@uerj.br

Tema

Transações em Bancos de Dados

Agenda

- Definição
- Propriedades ACID
- Diagrama de transição de estados de uma transação
- Serialização
- Fenômenos em transações

Agenda

- Níveis de isolamento
- Conflito de operações de transações
- Teste de serialização: construção do *grafo de precedências*
- Questões de concursos sobre o tema! 😊

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

3

Definição

- ✓ *Unidade lógica de trabalho, constituída de um conjunto de operações, cujo objetivo é transformar um BD de um estado consistente para outro estado consistente, mesmo que nos passos intermediários o sistema permaneça temporariamente inconsistente.*

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

4

Características

- Formada por um conjunto de *operações*
- Escopo delimitado por marcas de início (**BEGIN TRANSACTION**) e fim (**END TRANSACTION**)
- Transações que só lêem
 ☞ *Read Only*
- Ações em diferentes granularidades

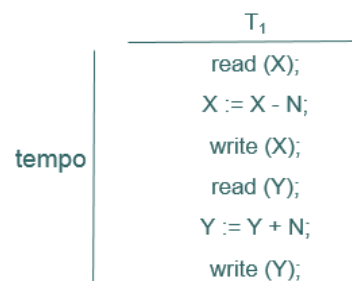
Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

5

Modelo simplificado

- Operações básicas
 - Leitura de um item: **read_item(x)**
 - Escrita de um item: **write_item(x)**

- Exemplo:

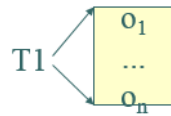


Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

6

Propriedades ACID

- **Atomicidade**



- **Consistência**



- **Isolamento**



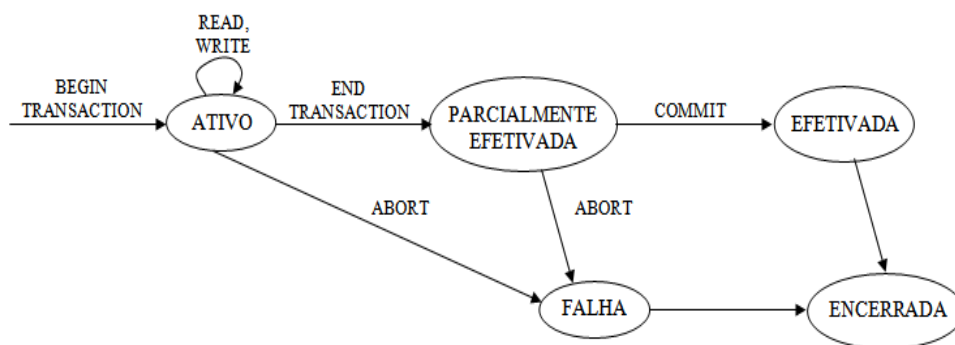
- **Durabilidade**



Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

7

Estados de uma transação



Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

8

Escalas

- Execução *concorrente* de transações
- Representação compacta

$S: r_1(x); r_2(x); w_1(x); r_1(y); w_2(x); c_2; w_1(y); c_1$

Notação simplificada: $r_i(\mathbf{X})$, $w_i(\mathbf{X})$, c_i , a_i
para as operações principais

Escalas

- Tipos
 - ↳ *Seriais*
 - ↳ *Concorrentes*

- Exemplo

$T1(r(X),w(X),r(Y),w(Y),c)$ e $T2(r(X),w(X),c)$

$S_1: r_1(X); r_2(X); w_1(X); r_1(Y); w_2(X); c_2; w_1(Y); c_1$

$S_2: r_1(X); r_2(X); w_1(X); w_2(X); r_1(Y); c_2; w_1(Y); c_1$

Serialização

- Escala concorrente serializável
 - ☞ Sua execução equivale a alguma execução serial
- *Exemplo:* transações **T1** e **T2**

T ₁	T ₂
read (X);	read (X);
X:=X-N;	X := X*0,9;
write (X);	write (X);
read (Y);	
Y:=Y+N;	
write (Y);	

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

11

Exemplo: Execução Serial T1 → T2

T ₁	T ₂
read (X);	
X:=X-N;	
write (X);	
read (Y);	
Y:=Y+N;	
write (Y);	
	read (X);
	X := X*0,9;
	write (X);

Entradas:

X = 90

Y = 90

N = 3

Saídas:

X = 78,3

Y = 93

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

12

Exemplo: Execução Serial T2 → T1

T ₁	T ₂	
	read (X);	Entradas: X = 90 Y = 90 N = 3
	X := X * 0,9;	
	write (X);	Saídas: X = 78 Y = 93
read (X);		
X := X - N;		
write (X);		
read (Y);		
Y := Y + N;		
write (Y);		

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

13

Exemplo: Execução Concorrente (I)

T ₁	T ₂	
read (X);		Entradas: X = 90 Y = 90 N = 3
X := X - N;		
write (X);		Saídas: X = 78,3 Y = 93
	read (X);	
	X := X * 0,9;	
	write (X);	
read (Y);		
Y := Y + N;		
write (Y);		

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

14

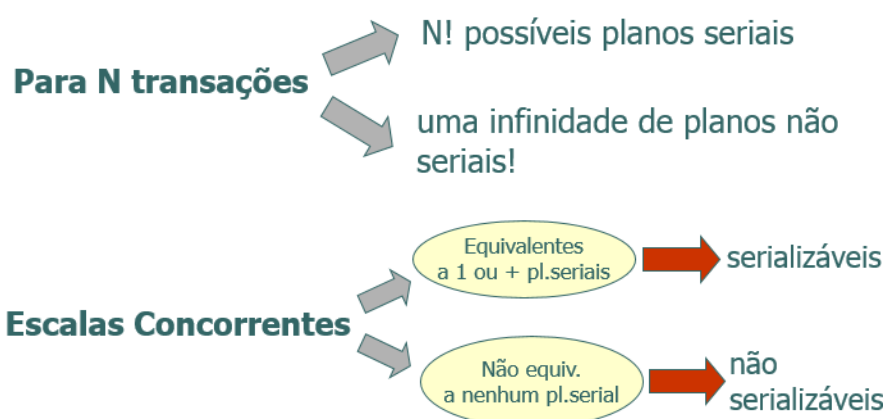
Exemplo: Execução Concorrente (II)

T ₁	T ₂	
read (X); X:=X-N;		<div>Entradas:</div> <div>X = 90</div> <div>Y = 90</div> <div>N = 3</div> <div>????</div>
	read (X); X := X*0,9;	
write (X); read (Y);		
	write (X);	
Y:=Y+N; write (Y);		<div>Saídas:</div> <div>X = 81</div> <div>Y = 93</div>

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

15

Equivalência entre planos



Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

16

Fenômenos

- *Atualização Perdida*
- *Leitura Suja*
- *Sumário Incorreto*
- *Leitura Não Repetível*
- *Fenômeno Fantasma*

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

17

Fenômenos

Atualização Perdida

T ₁	T ₂
read (X); X:=X-N;	read (X); X := X*0,9;
write (X); read (Y);	
Y:=Y+N; write (Y);	write (X);

o item X tem um valor incorreto porque a sua atualização feita por T₁ foi perdida

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

18

Fenômenos *Leitura Suja*

T ₁	T ₂
read (X);	
X := X - N;	
write (X);	
	read (X);
	X := X + M;
	write (X);
read (Y);	

T₁ falha e tem que voltar o valor de X ao seu valor anterior. A esta altura, T₂ já leu o valor temporário incorreto de X

(T₁ falha)

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

19

Fenômenos *Sumário Incorreto*

T ₁	T ₂
	soma := 0;
	read (A);
	soma := soma + A;
read (X);	
X := X - N;	
write (X);	
	read (X);
	soma := soma + X;
	read (Y);
	soma := soma + Y;
read (Y);	
Y := Y + N;	
write (Y);	

T₂ lê X depois que N foi subtraído, e lê Y antes que ele seja somado de N; assim a soma resultante está errada (de menos N)

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

20

Fenômenos

Leitura Não Repetível


Nome	Idade	Departamento	Salário	Telefone
Alberto da Silva	25	Vendas	R\$ 1.850,00	555-1902
Antônio dos Santos	32	Administração	R\$ 2.200,00	555-1117
Fabiana Rossi	40	Administração	R\$ 3.000,00	555-8929
Horácio Almeida	31	Recursos Humanos	R\$ 2.350,00	555-8907
João Pereira	35	Vendas	R\$ 2.500,00	555-7814
Márcia Souza	26	Vendas	R\$ 2.600,00	555-9800
Maria José Costa	22	Vendas	R\$ 2.600,00	555-6629
Roberto Albuquerque	29	Administração	R\$ 5.200,00	555-8273
Sílvia Pires	23	Vendas	R\$ 1.600,00	555-8664

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

21

Fenômenos

Fenômeno Fantasma



Nome	Idade	Departamento	Salário	Telefone
Alberto da Silva	25	Vendas	R\$ 1.850,00	555-1902
Antônio dos Santos	32	Administração	R\$ 2.200,00	555-1117
Fabiana Rossi	40	Administração	R\$ 3.000,00	555-8929
Horácio Almeida	31	Recursos Humanos	R\$ 2.350,00	555-8907
João Pereira	35	Vendas	R\$ 2.500,00	555-7814
Márcia Souza	26	Vendas	R\$ 2.600,00	555-9800
Maria José Costa	22	Vendas	R\$ 2.600,00	555-6629
Roberto Albuquerque	29	Administração	R\$ 4.200,00	555-8273
Sílvia Pires	23	Vendas	R\$ 1.600,00	555-8664

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

22

Fenômenos

Fenômeno Fantasma

Nome	Idade	Departamento	Salário	Telefone	Nome	Idade	Departamento	Salário	Telefone
Antônio dos Santos	32	Administração	R\$ 1.200,00		Alberto da Silva	25	Vendas	R\$ 1.850,00	555-1902
Fabiana Rossi	40	Administração	R\$ 2.000,00	555-8929	Antônio dos Santos	32	Administração	R\$ 2.200,00	555-1117
Horácio Almeida	31	Recursos Humanos	R\$ 1.350,00	555-8907	Fabiana Rossi	40	Administração	R\$ 3.000,00	555-8929
João Pereira	35	Vendas	R\$ 1.500,00	555-7814	Horácio Almeida	31	Recursos Humanos	R\$ 2.350,00	555-8907
Márcia Souza	26	Vendas	R\$ 1.600,00	555-9800	João Pereira	35	Vendas	R\$ 2.500,00	555-7814
Maria José Costa	22	Vendas	R\$ 1.600,00	555-6629	Márcia Souza	26	Vendas	R\$ 2.600,00	555-9800
Mário Oliveira	54	Diretoria	R\$ 4.500,00	555-1237	Maria José Costa	22	Vendas	R\$ 2.600,00	555-6629
Roberto Albuquerque	29	Administração	R\$ 3.200,00	555-8273	Roberto Albuquerque	29	Administração	R\$ 4.200,00	555-8273
					Sílvia Pires	23	Vendas	R\$ 1.600,00	555-8664

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

23

Níveis de Isolamento das Transações

- **READ UNCOMMITTED**
- **READ COMMITTED**
- **REPEATABLE READ**
- **SERIALIZABLE**

☞ *SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL <nível>*

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

24

Transações em SQL

SET TRANSACTION

- **ISOLATION LEVEL** <level>
 READ UNCOMMITTED, READ COMMITTED, REPEATABLE READ,
SERIALIZABLE (default)
- **ACCESS MODE** <level>
 READ ONLY / **READ WRITE** (default)
- **DIAGNOSTIC AREA SIZE** <n>
 número de condições que podem ser especificadas simultaneamente
 nessa área (errors/exceptions)

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

Slide 25/51

Transações em SQL

Exemplo

```

Exec SQL whenever SQLERROR GOTO undo;
Exec SQL set transaction
    read write
    diagnostics size 5
    isolation level serializable;
Exec sql insert into Emp(nome,cpf, n0dep, sal) values ('Maria', 12345,9, 2000);
Exec sql update Emp
    set sal= sal*1.1 where n0dep=4;
Exec sql commit;
GOTO fim;
undo: exec sql rollback;
fim: ....

```

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

Slide 26/51

Conflito de Operações

$r_2(X); w_1(X)$ $w_1(Y); r_2(Y)$ $w_1(X); w_2(X)$	} estão em conflito !!!
--	-------------------------

$r_1(X); w_2(Y)$ $w_1(X); r_1(X)$	} NÃO estão em conflito !!!
--------------------------------------	-----------------------------

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

27

Equivalência entre planos

☞ *Equivalência por conflito*

$r_1(X), w_2(X)$ $w_1(X), r_2(X)$

Conflitos **EQUIVALENTES**

$r_1(X), w_2(X)$ $w_2(X), r_1(X)$

Conflitos **NÃO EQUIVALENTES**

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

28

Conflitos de Operações em Escalas

Escala Concorrente (I)

T ₁	T ₂
read(X); X:=X-N; write(X);	
	read(X); X := X + M; write(X);
read(Y); Y:=Y+N; write(Y);	

Escala Concorrente (II)

T ₁	T ₂
read(X); X:=X-N;	
	read(X); X := X + M;
write(X); read(Y);	
Y:=Y+N; write(Y);	write(X);

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

29

Teste de Serialização

1. Para cada transação T_i participante do esquema S criar um nó T_i no grafo de precedência;
2. Para cada operação em S onde T_j executa um **read(X)** após um **write(X)** executado por T_i, criar um arco T_i → T_j no grafo
3. Para cada operação em S onde T_j executa um **write(X)** após um **read(X)** executado por T_i, criar um arco T_i → T_j no grafo
4. Para cada operação em S onde T_j executa um **write_item(X)** após um **write(X)** executado por T_i, criar um arco T_i → T_j no grafo
5. Um esquema S é serializável se e somente se o grafo de precedência não contiver ciclos

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

30

Teste de Serialização

Exemplo 1

T1	T2	T3
	read Z read Y write Y	
read X write X		read Y read Z
	read X	write Y write Z
read Y write Y	write X	

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

31

Teste de Serialização

Exemplo 2

T1	T2	T3
		read Y read Z
read X write X		write Y write Z
	read Z	
read Y write Y	read Y write Y read X write X	

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

32

Equivalência de Visões

- Condições:

- O mesmo conjunto de transações participa de S e S1, onde estes incluem as mesmas operações
- Para qualquer operação $r_i(X)$ de T_i em S, se o valor de X lido por uma operação tiver sido gravado por uma operação $w_j(X)$ de T_j , a mesma condição deve valer para o valor de X lido por $r_i(X)$ de T_i em S1
- Se a operação $w_k(Y)$ de T_k é a última operação que grava o item Y em S, então $w_k(Y)$ de T_k deve ser também a última operação que grava Y em S1

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

33

Equivalência de Visões

- Exemplo:

S₁: T1: r1(x); w1(x); T2: w2(x); T3:w3(x)

S₂: r1(x); w2(x);w1(x);w3(x); c1;c2;c3

write cego

- é serializável por conflito?
- e por visão?

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

34

Equivalência de Visões

- Condições:

- O mesmo conjunto de transações participa de S e S1, onde estes incluem as mesmas operações
- Para qualquer operação $r_i(X)$ de T_i em S, se o valor de X lido por uma operação tiver sido gravado por uma operação $w_j(X)$ de T_j , a mesma condição deve valer para o valor de X lido por $r_i(X)$ de T_i em S1
- Se a operação $w_k(Y)$ de T_k é a última operação que grava o item Y em S, então $w_k(Y)$ de T_k deve ser também a última operação que grava Y em S1

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

35

Equivalência de Visões

- Exemplo:

S_1 : T_1 : $r_1(x)$; $w_1(x)$; T_2 : $w_2(x)$; T_3 : $w_3(x)$

S_2 : $r_1(x)$; $w_2(x)$; $w_1(x)$; $w_3(x)$; c_1 ; c_2 ; c_3

write cego

- é serializável por conflito?
- e por visão?

Banco de Dados – Prof. Jorge Soares

36