

Przetwarzanie transakcyjne

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

1

Transakcje – właściwości ACID

- ❑ **Atomicity** - niepodzielność - transakcja musi funkcjonować na zasadzie *wszystko albo nic*. Skutki są niepodzielne nawet w przypadku awarii serwera.
- ❑ **Consistency** - spójność - transakcja przeprowadza system z jednego stanu spójnego do innego stanu spójnego.
- ❑ **Isolation** - izolacja - każda transakcja musi być wykonana w sposób nie kolidujący z innymi transakcjami. Pośrednie skutki transakcji nie są widoczne dla innych transakcji.
- ❑ **Durability** - trwałość - po pomyślnym zakończeniu transakcji wszystkie jej wyniki są przechowywane w pamięci trwałej. Przetrwają awarię serwera.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

2

Transakcje

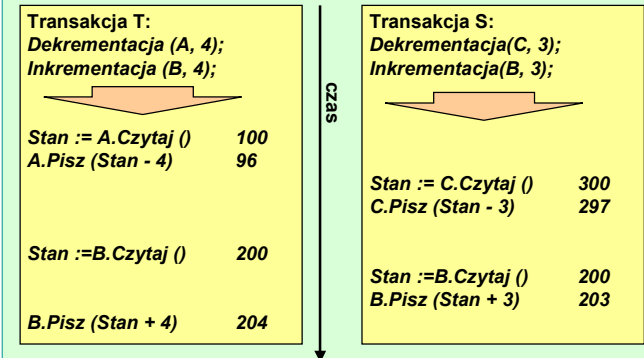
- ❑ Rekonstruowalność obiektów danych
- ❑ Szeregowa równoważność transakcji
- ❑ Usługi transakcyjne
 - Zatwierdzanie transakcji
 - Zaniechanie transakcji

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

3

Problem utraconej aktualizacji

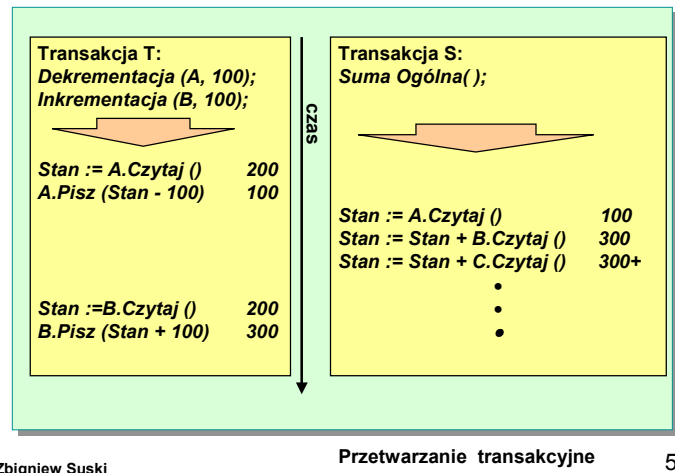


Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

4

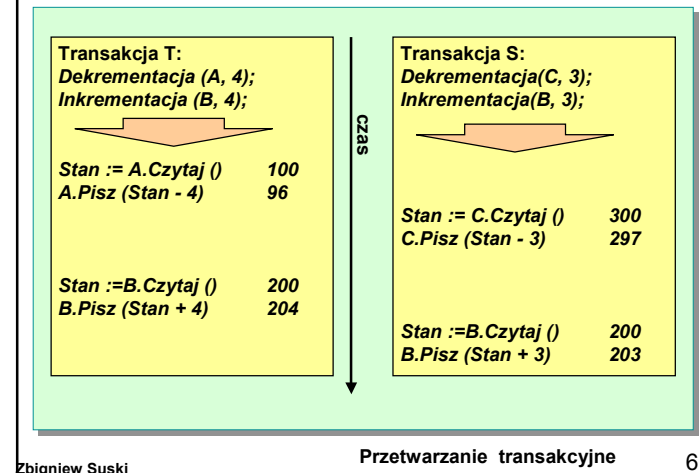
Problem niespójnego odzyskiwania



Zbigniew Suski

5

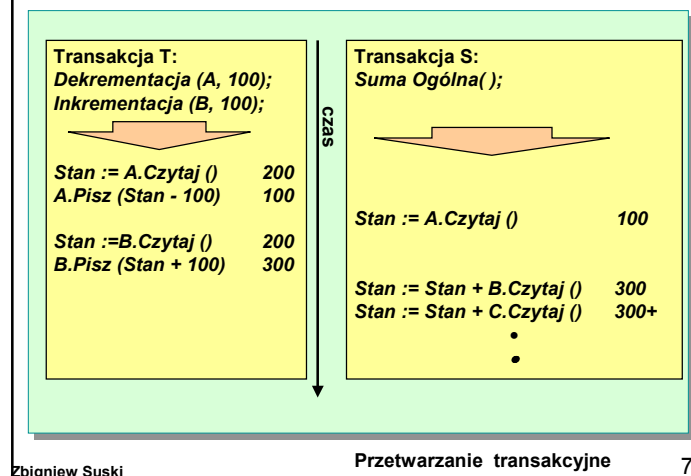
Utracona aktualizacja – równoważność szeregową



Zbigniew Suski

6

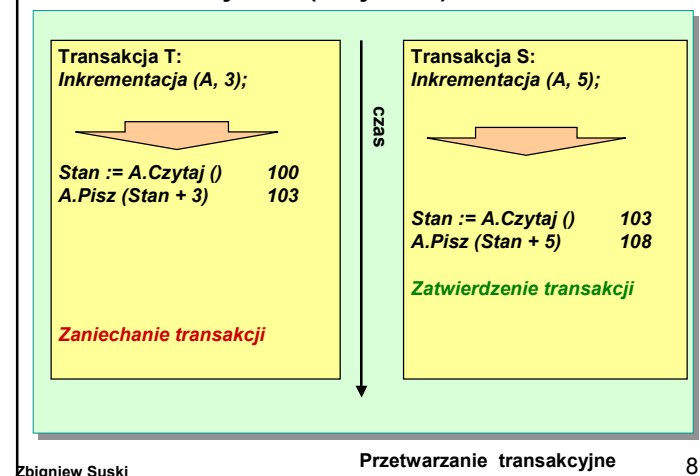
Niespójne odzyskiwanie – równoważność szeregową



Zbigniew Suski

7

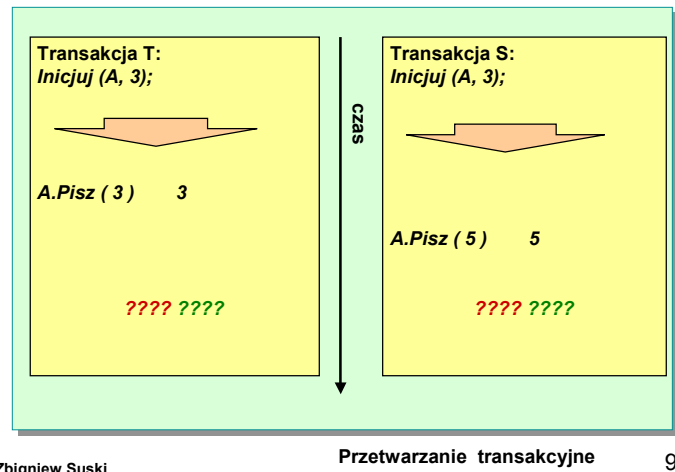
Zabrudzone czytanie (dirty read)



Zbigniew Suski

8

Przedwczesne zapisywanie



Zbigniew Suski

Konflikty pisania i czytania

Operacje		Konflikt	Przyczyna
Czytaj	Czytaj	nie	skutki nie zależą od kolejności wykonania
Czytaj	Pisz	tak	skutki zależą od kolejności wykonania
Pisz	Pisz	tak	skutki zależą od kolejności wykonania

Przetwarzanie transakcyjne 10

Zbigniew Suski

Konflikty pisania i czytania

1. Jeżeli transakcja wykonała już operację czytania obiektu, to transakcja współbieżna nie może zapisywać tego obiektu, dopóki pierwsza transakcja nie zostanie zatwierdzona lub zaniechana.
 2. Jeżeli transakcja wykonała już operację zapisania obiektu, to transakcja współbieżna nie może czytać ani zapisywać tego obiektu, dopóki pierwsza transakcja nie zostanie zatwierdzona lub zaniechana.
- Przetwarzanie transakcyjne 11

Zbigniew Suski

Blokowanie – zgodność blokad

Istniejąca blokada	Zlecone blokowanie	
	do czytania	do pisania
brak	możliwe	możliwe
do czytania	możliwe	czekanie
do pisania	czekanie	czekanie

Przetwarzanie transakcyjne 12

Zbigniew Suski

Zasady zakładania blokad

1. Jeżeli operacja w transakcji sięga po obiekt danych, to:
 - A. Jeżeli obiekt danych nie jest jeszcze zablokowany, to zostaje zablokowany i operacja jest kontynuowana.
 - B. Jeżeli obiekt jest zablokowany przez inną transakcję w sposób mogący spowodować konflikt, to dana transakcja musi poczekać na jego zwolnienie.
 - C. Jeżeli inna transakcja zablokowała obiekt danych w sposób nie prowadzący do konfliktu, to blokada taka podlega dzieleniu i operacja jest kontynuowana.
 - D. Jeżeli obiekt danych został już zablokowany w tej samej transakcji i nie zachodzi pkt. B, to blokada zostaje rozszerzona i operacja jest kontynuowana.
2. Gdy dochodzi do zatwierdzenia lub zaniechania transakcji, wówczas zwalniane są wszystkie obiekty danych zajmowane przez tą transakcję.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

13

Optymistyczne sterowanie współbieżnością

Konflikty sprawdzane podczas legalizacji ($i < k$)

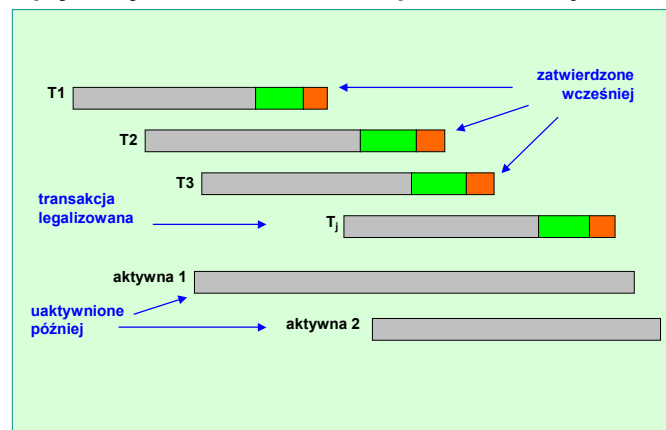
Lp	T_i	T_k	Reguła
1	Czytanie	Pisanie	T_i nie wolno czytać obiektów zapisywanych przez T_k
2	Pisanie	Czytanie	T_k nie wolno czytać obiektów zapisywanych przez T_i
3	Pisanie	Pisanie	T_i nie wolno zapisywać obiektów zapisywanych przez T_k a T_k nie wolno zapisywać obiektów zapisywanych przez T_i

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

14

Optymistyczne sterowanie współbieżnością



Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

15

Porządkowanie według znaczników czasowych

- ❑ Każda transakcja w momencie jej zainicjowania otrzymuje unikalny znacznik czasu.
- ❑ Z każdym obiektem danych kojarzony jest znacznik czasu pisania oraz zbiór wersji tymczasowych.
- ❑ Każda wersja tymczasowa ma swój znacznik czasu pisania i zbiór znaczników czasu czytania.
- ❑ Znacznik czasu pisania obiektu zatwierdzonego jest wcześniejszy od znacznika jego dowolnej wersji tymczasowej.
- ❑ Zbiór znaczników czasu czytania może być reprezentowany przez element maksymalny.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

16

Porządkowanie według znaczników czasowych

- Przy akceptacji operacji pisania, tworzona jest nowa tymczasowa wersja obiektu ze znacznikiem czasu pisania równym znacznikowi czasu transakcji.
- Operacja czytania odnosi się zawsze do wersji o największym znaczniku czasu pisania, lecz mniejszym niż znacznik czasu transakcji.
- Przy akceptacji operacji czytania, znacznik czasu transakcji realizującej operację dołączany jest do zbioru znaczników czasu czytania danego obiektu.
- Przy zatwierdzaniu transakcji, wartości wersji tymczasowych stają się wartościami obiektów a znaczniki czasu wersji tymczasowych stają się znacznikami czasu odpowiednich obiektów danych.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

17

Porządkowanie według znaczników czasowych

Konflikty legalizowanej transakcji T_j z transakcjami późniejszymi ($j < k$)

	T_j	Reguła
1	Pisanie	T_j nie wolno zapisywać obiektu czytanego przez transakcję T_k . Znacznik czasu transakcji T_j nie może być mniejszy od maksymalnego znacznika czytania obiektu.
2	Pisanie	T_j nie wolno zapisywać obiektu zapisanego przez T_k . Znacznik czasu T_j nie może być mniejszy od maksymalnego znacznika pisania zatwierdzonego obiektu.
3	Czytanie	T_j nie wolno czytać obiektu zapisanego przez T_k . T_j nie może czytać, jeżeli jej znacznik jest mniejszy niż znacznik pisania zatwierdzonej wersji obiektu

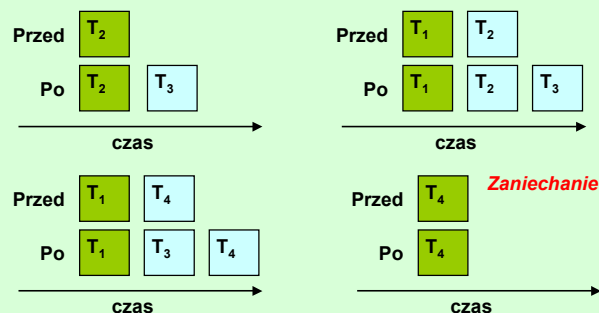
Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

18

Porządkowanie według znaczników czasowych

Zatwierdzanie operacji pisania w transakcji T_3



Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

19

Porządkowanie według znaczników czasowych

Reguła czytania

- Jeżeli transakcja T_j zapisała już własną wersję obiektu danych, to zostanie on użyty.
- Operacja czytania nadchodząca za wcześniej oczekuje na zakończenie wcześniejszych transakcji. Po zatwierdzeniu transakcji wcześniejszej, T_j będzie mogła czytać. W przypadku zaniechania, transakcja T_j powtórzy czytanie.
- Operacja czytania nadchodząca za późno zostaje zaniechana, gdyż obiekt został już zapisany przez transakcję późniejszą.

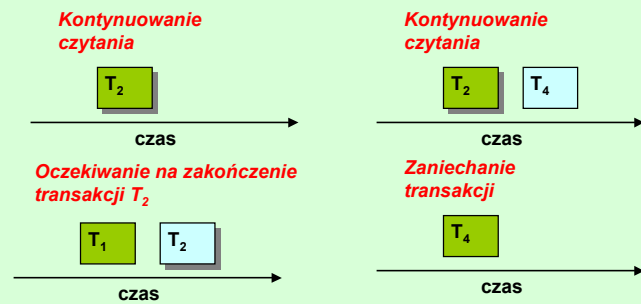
Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

20

Porządkowanie według znaczników czasowych

Zatwierdzanie operacji czytania w transakcji T_3

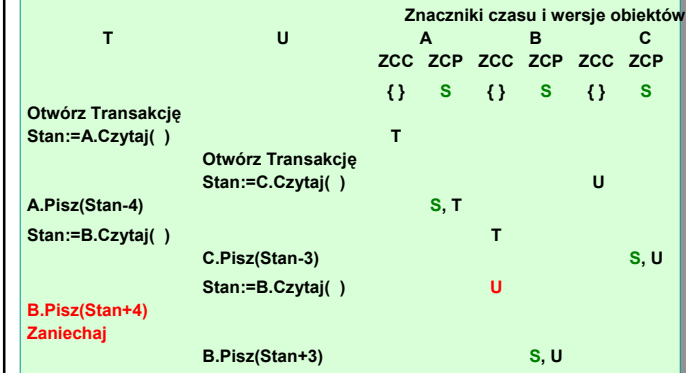


Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

21

Porządkowanie według znaczników czasowych

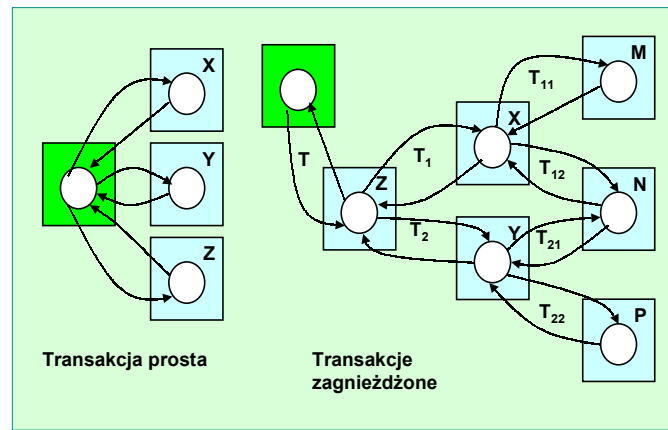


Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

22

Transakcje rozproszone

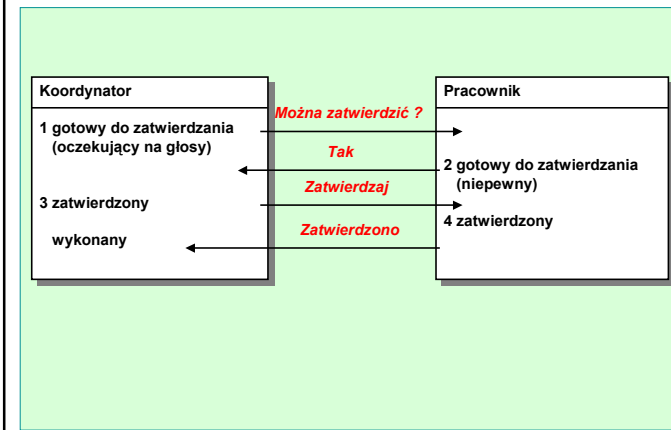


Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

23

Protokół zatwierdzania dwufazowego



Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

24

Współbieżność transakcji rozproszonych

Każdy serwer odpowiada za sterowanie współbieżnością w odniesieniu do jego obiektów danych. Wszystkie serwery są wspólnie odpowiedzialne za zapewnienie, aby ich sposób działania był równoważny szeregowo.

Blokady

Każdy serwer nadzoruje blokowanie własnych obiektów danych. Nie może zwolnić blokady, dopóki nie dowie się, że transakcja została zatwierdzona lub zaniechana na wszystkich serwerach zaangażowanych w jej wykonanie.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

25

Współbieżność transakcji rozproszonych

Porządkowanie według znaczników czasu

Każdy serwer jest zdolny do wydawania globalnie jednoznacznych znaczników czasu. Znacznik czasu transakcji jest wydawany klientowi podczas pierwszego dostępu transakcji do serwera. Jest on przekazywany każdemu serwerowi, który wykonuje działania w ramach transakcji.

Optymistyczne sterowanie współbieżnością

Transakcja rozproszona jest legalizowana przez zbiór niezależnych serwerów. Każdy z nich legalizuje transakcje mające dostęp do jego obiektów danych.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

26

Współbieżność transakcji rozproszonych

Transakcja T		Transakcja U	
Czytaj (A)	w serwerze X	Czytaj (B)	w serwerze Y
Pisz (A)		Pisz (B)	
Czytaj (B)	w serwerze Y	Czytaj (A)	w serwerze X
Pisz (B)		Pisz (A)	

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

27

Transakcje ze zwielokrotnionymi danymi

Zwielokrotnianie obiektów danych ma głównie na celu zwiększenie dostępności, a przez to i wydajności.

Zwielokrotnione usługi transakcyjne (*replicated transactional service*)

to usługi transakcyjne, w których fizyczne kopie każdego z logicznych obiektów danych są zwielokrotnione w grupie serwerów. Serwery te nazywamy zarządcami kopii. Mechanizm zwielokrotniania musi być przezroczysty dla klientów.

Seregowalność na zasadzie jednej kopii (*one copy serializability*)

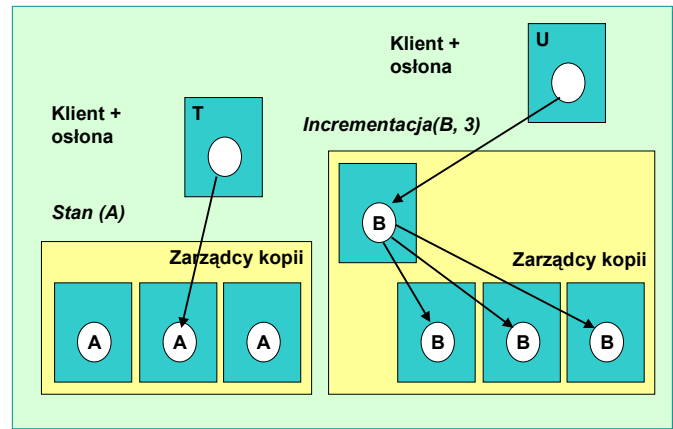
skutki transakcji wykonywanych przez różnych klientów na zwielokrotnionych obiektach danych będą takie same, jak gdyby wykonano je po kolei (pojedynczo) na pojedynczych obiektach danych.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

28

Transakcje ze zwielokrotnionymi danymi



Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

29

Schematy transakcji ze zwielokrotnionymi danymi

Czytaj jedna - zapisuj wszystkie

Każda operacja czytania może być wykonywana przez jednego zarządcę kopii, a operacje pisania muszą być wykonywane przez wszystkich zarządców. Każdy z nich blokuje obiekt potrzebny w operacji do pisania lub do czytania.

Koordinator transakcji komunikuje się z pracownikami. Jeśli jest on zarządcą kopii, to będzie się kontaktował z innymi zarządcami, którym przekazał zamówienie w trakcie realizacji transakcji.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

30

Schematy transakcji ze zwielokrotnionymi danymi

Zwielokrotnianie kopii dostępnych

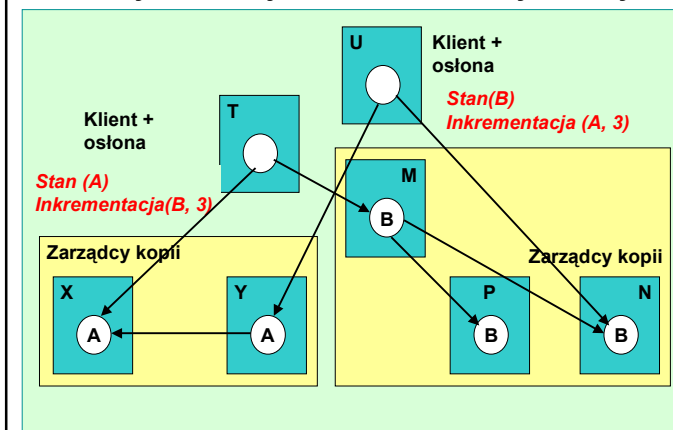
Zamówione przez klienta czytanie obiektu logicznego może być wykonane przez dowolnego dostępnego zarządcę, natomiast aktualizacja musi się odbyć u wszystkich dostępnych zarządców kopii w grupie rozporządzających kopią danego obiektu. Sterowanie współbieżnością przez każdego zarządcę dotyczy działań wykonywanych lokalnie.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

31

Schematy transakcji ze zwielokrotnionymi danymi



Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

32

Podziały sieci

Podział sieci (np. w wyniku awarii) powoduje rozdzielenie grupy zarządców kopii na podgrupy, których członkowie mogą się komunikować pomiędzy sobą, lecz nie mogą wymieniać informacji z członkami innych podgrup.

Kopie dostępne z legalizowanie

Stosuje się w każdej strefie podziału. Po usunięciu podziału, transakcje pozostające w ewentualnych konfliktach podlegają legalizacji. Jeśli legalizowanie się nie powiedzie, to należy podjąć kroki w celu zlikwidowania niespójności.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

33

Podziały sieci

Zasada uzyskania kworum

Przyjmuje się regułę, że operacje mogą być wykonywane tylko w jednej ze stref. Ponieważ zarządcy kopii z różnych stref nie mogą się pomiędzy sobą porozumiewać, więc podgrupy w obrębie każdej strefy muszą być w stanie niezależnie zadecydować, czy wolno im wykonywać operacje. Przez kworum rozumie się podgrupę zarządców kopii, której wielkość uprawomocnia ją do wykonywania operacji.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

34

Podziały sieci

Algorytm strefy wirtualnej

Algorytm ten łączy osiągnięcie porozumienia na zasadzie kworum z algorytmem kopii dostępnych. Jeżeli liczba zarządców w strefie wystarcza do uzyskania kworum czytania oraz kworum pisania, to w strefie wirtualnej mogą działać transakcje. Korzystają one wtedy z algorytmu kopii dostępnych.

Gdy członek strefy wirtualnej wykryje, że nie ma dostępu do któregoś z innych członków strefy, to próbuje utworzyć nową strefę wirtualną. Musi ona zapewniać kworum czytania oraz kworum pisania.

Zbigniew Suski

Przetwarzanie transakcyjne

35