

XIII Konferencja PLOUG
Kościelisko
Październik 2007

ORACLE Database 11g Database Replay – Real Application Testing Efektywna migracja w systemach informatycznych opartych na Oracle DB

Janusz Jarząbkowski, Jacek Sapiński
OPITZ CONSULTING GmbH

janusz.jarzabkowski@opitz-consulting.de, jacek.sapinski@opitz-consulting.de

Abstrakt: Referat ma na celu przedstawienie kluczowych zagadnień dotyczących bazy danych Oracle 11g, do których należą przede wszystkim: administracja, zabezpieczenia jak również tolerancja błędów przez samą bazę danych. W referacie będzie przedstawiona nowa opcja **“Database Replay”**. Pokazane będą zarówno teoretycznie jak i praktyczne możliwości tej szczególnie interesującej technologii. Zajmiemy się również jej możliwościami zastosowań w projektach i różnych testach obciążeniowych.

1. Wprowadzenie

Szybki rozwój technologiczny sprzętu i oprogramowania powoduje konieczność dokonywania częstych i regularnych zmian w cyklu życia systemu informatycznego. Wachlarz zmian ma bardzo szeroki zakres. Od stosunkowo prostych i mało niebezpiecznych (np. dodanie procesorów, rozszerzenie pamięci, drobne zmiany w aplikacji, itp.) po skomplikowane, i o dużym ryzyku (np. upgrade lub zmiana systemu operacyjnego, zmiany sprzętu lub jego konfiguracji, upgrade oprogramowania baz danych, zmiana parametrów bazy danych). Każda zmiana w systemie może wpłynąć na sposób działania całego systemu jak i każdej z jego części. Dlatego też kluczową sprawą jest przeprowadzenie testów przed zaimplementowaniem zmian na systemach produkcyjnych, aby być pewnym, że nie będzie to miało negatywnego wpływu na funkcjonowanie systemu.

Obecnie stosowane metody testowania są bardzo czasochłonne, a przez to kosztowne. Wynika to po części z faktu, że dostępne na rynku rozwiązania oferują możliwość generacji obciążenia na poziomie aplikacji. Powoduje to konieczność testowania systemu jako całości, zbudowania pełnej infrastruktury (np. serwer webowy, serwer aplikacji, serwer baz danych) oraz zaangażowania dużej grupy osób. Dlatego też przedsiębiorstwa uważają wszelkie zmiany w infrastrukturze jako bardzo kosztowne. Powoduje to niechęć kadry menedżerskiej do wykorzystywania nowych technologii. Taki rodzaj testów jest bardzo przydatny i niezbędny w końcowej fazie przygotowania zmian. Jednakże, ze względu na swoją inercję, nie sprawdza się na wstępnym etapie planowania zmian. Często okazuje się bowiem, że test musi być powtórzony ze względu na problemy w jednym z komponentów systemu.

Możliwość niezależnego testowania poszczególnych elementów składowych systemu jest bardzo użyteczna w początkowej fazie przygotowania do wprowadzenia zmian w systemie. Z punktu widzenia administracji przeprowadzanie testów umożliwi oszacowanie wpływu wprowadzanych zmian na zachowanie samej bazy danych. Takie testy charakteryzują się dużą elastycznością i łatwością powtórzeń, pozwalają na równoległą pracę różnych grup pracowników.

Kluczowym problemem przy wszelkich testach jest generowanie reprezentatywnego obciążenia systemu. Obecnie robi się to przez tworzenie mechanizmów symulujących działanie aplikacji. Jednak często takie testy nie są reprezentatywne, ponieważ symulowane obciążenie systemu nie odpowiada rzeczywistemu obciążeniu na systemie produkcyjnym. Najlepszym rozwiązaniem jest użycie w tym celu rzeczywistych danych przechwyconych i zarejestrowanych na systemie produkcyjnym.

2. Database Replay

Database Replay jest narzędziem dającym administratorom baz danych i administratorom systemów możliwość dokładnego i realistycznego odtworzenia obciążenia systemu produkcyjnego na systemie testowym. Przy pomocy kompletnego zapisu wszystkich operacji wykonywanych na systemie produkcyjnym, z uwzględnieniem wszelkich zależności czasowych pomiędzy transakcjami, Database Replay pozwala na przeprowadzenie rzetelnych testów, poprzez odtworzenie wszystkich operacji na systemie testowym. Przy pomocy tego narzędzia administratorzy mogą przetestować:

- zmiany wersji bazy danych lub systemu operacyjnego, instalacje poprawek, zmiany parametrów, zmiany schematów baz danych, itp.
- zmiany konfiguracji, takie jak konwersja do RAC czy ASM
- zmiany w konfiguracji infrastruktury dyskowej, zmiana połączenia interconnect

3. Obniżenie kosztów środowisk testowych

Administratorzy baz danych mają teraz do dyspozycji środowisko testowe bez konieczności budowania kompletnej infrastruktury aplikacji. Database Replay nie wymaga istnienia warstwy pośredniej czy serwera webowego. Dzięki temu administratorzy baz danych i systemów mogą dokonywać zmian w infrastrukturze mając pewność, że zmiany te zostały dogłębnie przetestowane i sprawdzone.

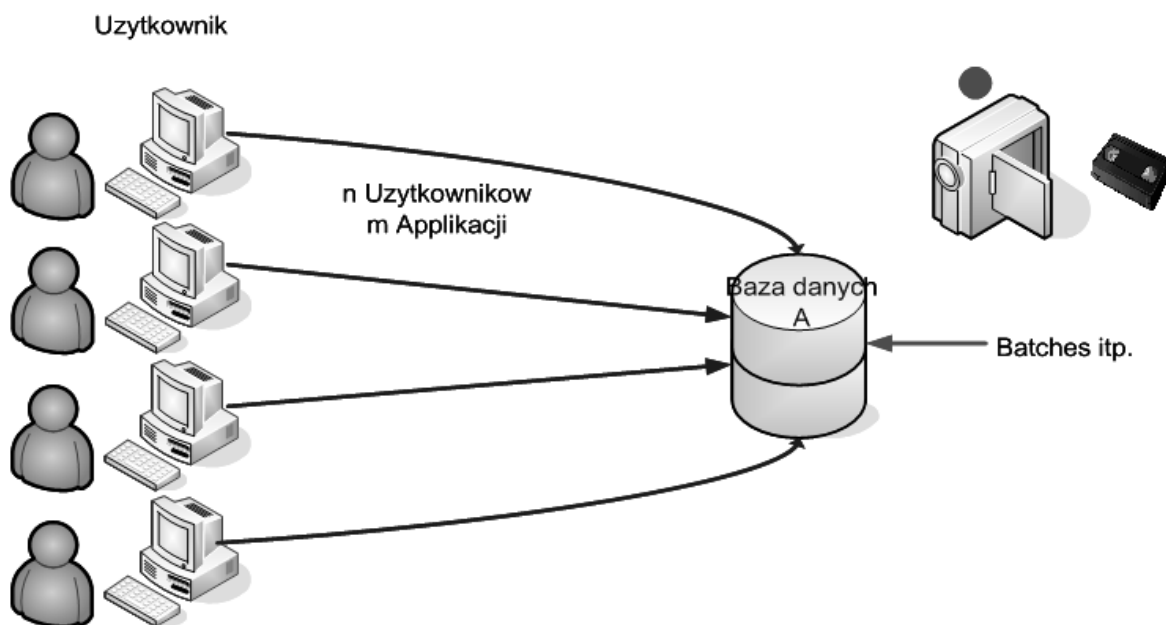
4. Szybsza implementacja

Kolejną zaletą Database Replay jest to, że nie wymaga się od administratora inwestowania czasu na poznanie funkcjonowania aplikacji i przygotowania skryptów symulujących jej działanie. Administrator może teraz, przy użyciu prostego interfejsu graficznego, zarejestrować operacje wykonywane na systemie produkcyjnym i natychmiast odtworzyć je na systemie testowym. Powoduje to skrócenie czasu trwania testów z miesięcy do tygodni, a co za tym idzie obniżenie kosztów i zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Koncepcja rozwiązania Database Replay składa się z czterech następujących etapów:

a) Rejestracja operacji

W trybie rejestracji operacji, wszystkie operacje klientów wykonywane na bazie danych są śledzone i zapisywane w plikach binarnych. Użytkownik decyduje o lokalizacji tych plików, jak również o momencie rozpoczęcia i zakończenia procesu przechwytywania operacji.



Rys. 1. Rejestracja operacji

b) Przetwarzanie plików operacji

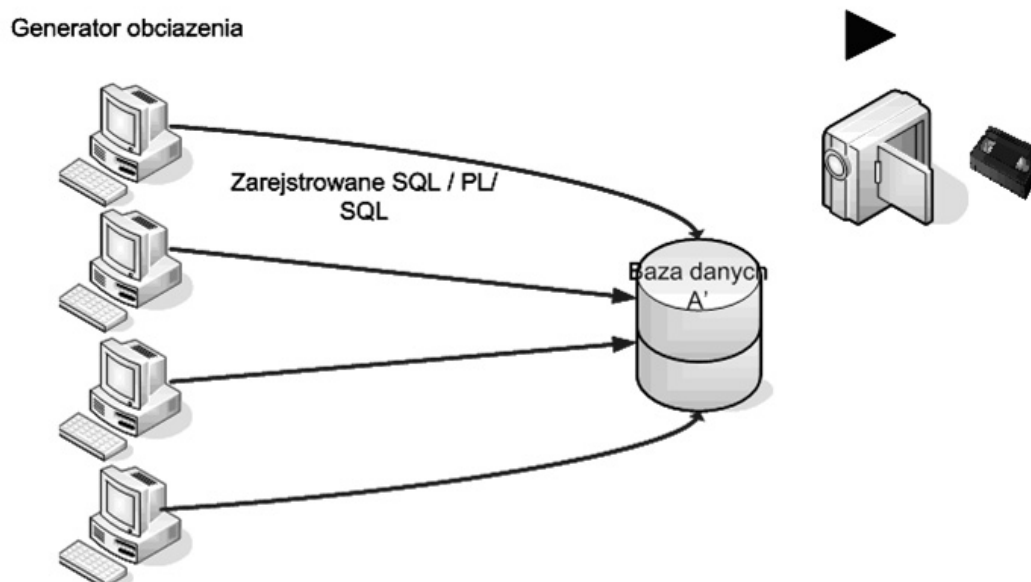
Po zakończeniu zapisywania informacji, pliki wynikowe muszą być przetworzone. Przetwarzanie to polega na przekształceniu plików z zapisanymi operacjami (capture files) do postaci, która będzie użyta do generacji obciążenia (replay files) na innym systemie. Pliki

wynikowe zawierają kompletne informacje potrzebne do generacji obciążenia. Mogą być one wykorzystywane wielokrotnie i na wielu systemach.

Zwykle kopiuje się pliki z operacjami przed konwersją do systemu, na którym będą odtwarzane. Konwersja ta jest procesem długotrwałym i wymagającym dużych zasobów, zaleca się więc dokonywanie jej na systemie innym niż system produkcyjny.

c) Odtworzenie operacji na innym systemie

Po zakończeniu konwersji, pliki są gotowe do użycia w celu generacji obciążenia. Program Replay Client wczytuje te pliki i przesyła zapytania do bazy danych z zachowaniem zależności czasowych i współbieżności, jakie miały miejsce w czasie zapisu operacji. W zależności od poziomu obciążenia może być niezbędne uruchomienie kilku instancji programu Replay Client, aby wiernie odwzorować obciążenie produkcyjne. Liczbę instancji można oszacować przy użyciu dodatkowego programu kalibracyjnego. Baza danych, na której odtwarzane są transakcje, powinna być zbliżona pod względem zawartości (tabele, zawartość tabel) do bazy, na której dokonano zapisu operacji. Najlepiej, gdy jest to kopia produkcyjnej bazy, odtworzona do momentu, w którym rozpoczęto rejestrowanie transakcji.



Rys. 2. Odtwarzanie operacji

d) Analiza wyników i raportowanie

Database Replay umożliwia dogłębną analizę całego procesu zapisu i odtworzenia operacji. Wszystkie błędy, które miały miejsce podczas odtwarzania operacji, są raportowane. Użytkownik jest również informowany o różnicach w liczbie wierszy zwracanych przez zapytania SQL oraz przetwarzanych przez operacje DML. Dostępne są również podstawowe porównania wydajności na systemie produkcyjnym i testowym. Natomiast dogłębne analizy porównania wydajności mogą być przeprowadzone przy pomocy AWR (Automatic Workload Repository).

5. Przykładowe zastosowania

Zmiana parametrów bazy danych – Zmiana parametrów może mieć poważny wpływ na zmianę zachowania bazy danych. Wpływ ten może być pozytywny, jak i negatywny. Database Replay może być bardzo użytecznym narzędziem w takiej sytuacji. Administrator może z łatwością i w krótkim czasie przetestować wiele kombinacji parametrów. Wystarczy przygotować bazę testową i odtworzyć transakcje. Dzięki wykorzystaniu opcji flashback powtórzenie testów jest bardzo proste.

Zmiana platformy sprzętowej lub systemu operacyjnego – jeżeli planowana jest zmiana systemu operacyjnego (np. z HP-UX na SUN Solaris) nasuwa się pytanie: jak będzie się zachowywała baza na nowej platformie? Dzięki Database Replay można przeprowadzić miarodajne testy już na wstępnym etapie planowania migracji. Wystarczy zarejestrować transakcje na systemie produkcyjnym HP i odtworzyć na Solarisie.

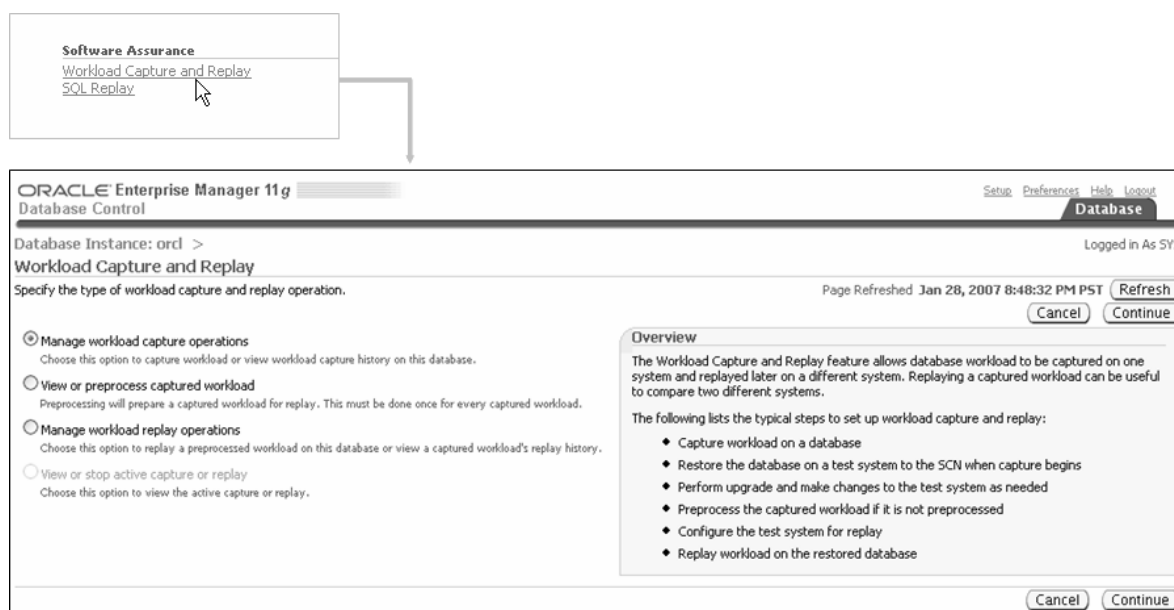
Instalacja poprawek Oracle – nastąpiła potrzeba zainstalowania poprawki do oprogramowania Oracle w celu usunięcia błędu. W jaki sposób wpłynie to na wydajność zapytań SQL? Database Replay pozwoli szybko i pewnie dać odpowiedź na to pytanie.

Zmiana struktury schematu bazy – zachodzi potrzeba dodania indeksów lub zmiany indeksu z b-tree na bitmapowy. W jaki sposób odbije się to na operacjach INSERT? Nie ma już potrzeby spekulacji. Wystarczy zaimplementowanie zmiany na serwerze testowym i odtworzenia na nim operacji zarejestrowanych na serwerze produkcyjnym.

6. Sterowanie Database Replay przy użyciu EM Grid Control

Database Replay jest w pełni zintegrowane z EM Grid Control. Wszystkie funkcje dostępne są z zakładki „Software and Support” w sekcji „Database Control”. Z poziomu tej strony można:

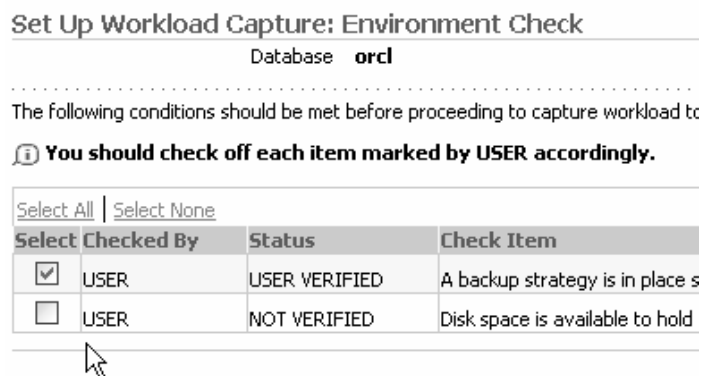
- Sterować operacjami zapisu (Capture)
- Przeglądać już istniejące pliki z zapisanymi operacjami
- Sterować operacjami odtworzenia (Replay)
- Przerwać bieżącą operację zapisu lub odtworzenia



Rys. 3. EM: Strona główna Database Replay

EM prowadzi użytkownika przez kompletny proces konfiguracji zapisu operacji.

Początkowo prosi go o potwierdzenie, że została utworzona kopia zapasowa bazy oraz, że przygotowano wystarczającą ilość miejsca na pliki operacji zapisu.



Rys. 4. EM: Sprawdzenie środowiska

Później daje możliwość ustawienia filtrów zapisu operacji. Ponieważ EM jest zwykle używany do monitorowania i administracji instancji, standardowo operacje generowane przez EM są odfiltrowywane. Użytkownik może zdefiniować własne filtry.

Istnieje również możliwość zdefiniowania, kiedy ma nastąpić rejestracja danych. Istotnym jest wybranie reprezentatywnego okna czasowego, np. peak time, okres, kiedy wykonywane jest przetwarzanie danych, itp. W takim wypadku zaleta się zdefiniowanie z Automatic Workload Repository (AWR) lub Active Session History (ASH) odpowiedniego okna.

Użytkownik może również zdecydować czy baza danych zostanie restartowana przed rozpoczęciem zapisu operacji. Oracle zaleca restart bazy w celu uzyskania spójnego zapisu operacji.

Set Up Workload Capture: Options

Database **orcl**

Workload Filters

Workload filters are used to customize what workload will be captured or replayed.

Include All Except


Select	Name
<input checked="" type="radio"/>	Oracle Management Service (DEFAULT)
<input type="radio"/>	Oracle Management Agent (DEFAULT)

TIP You may use % for wildcard in a filter value.

Database Restart Options

A database restart prior to workload capture is normally required to ensure a complete capture.

Restart the database prior to capture (RECOMMENDED)
Restarting the database will reduce the chance of having problems during replay.

Do not restart the database prior to capture
 Workload captured without a database restart may cause problems during replay. Refer to the Oracle documentation for more information.

Rys. 5. EM: Definicja filtrów

Następnie należy wybrać katalog, w którym będą składowane pliki operacji, ważnym jest aby zapewnić wystarczającą ilość miejsca w tym katalogu. W przypadku zapełnienia operacja zapisu zostanie przerwana, jednakże dane zapisane do tego momentu będą nadal dostępne do użycia. Dla baz danych działających jako RAC zaleca się użycie katalogu, do którego dostęp mają wszystkie instancje (clustered filesystem).

Ostatni ekran zawiera podsumowanie oraz pozwala uruchomić operację zapisu. Ponieważ przechwytywanie operacji wykonuje się zwykle w chwilach maksymalnego obciążenia bazy danych, zaleca się monitorowanie bazy podczas wykonywania tej czynności.

Set Up Workload Capture: Review

Database **orcl**

Step 5 of 5

Summary

Job Name **CAPTURE-ORCL-20070130165456**
 Capture Name **CAPTURE-orcl-20070130165456**
 Capture Directory **DATA_PUMP_DIR**
 Start Date **Immediately**
 End Date **Not Specified**

Database Restart

Restart Database **false**

Workload Filters

Include All Except

Name	Type	Attribute	Value
Oracle Management Service (DEFAULT)	EXCLUDED	PROGRAM	OMS
Oracle Management Agent (DEFAULT)	EXCLUDED	PROGRAM	emagent%

Step 5 of 5

Rys. 6. EM: Podsumowanie definicji zapisu operacji

Konwersja plików z operacjami

Na tym etapie pliki operacji są przekształcane do formatu, który jest niezbędny dla odtworzenia operacji. Powinno być to wykonane na systemie innym niż produkcyjny, jako że jest to proces wymagający dużej ilości zasobów.

The screenshot displays two sequential screens in the Oracle Enterprise Manager (EM) interface for workload preprocessing.

Top Screen: Preprocess Workload: Database Version

- Progress indicator: Database Version (selected), Schedule, Review.
- Database: orcl
- Capture Name: CAPTURE-orcl-20070130165456
- Preprocessed Version: 11.1.0.3.0
- Buttons: Cancel, Step 1 of 3, Next.
- Warning: Preprocessing should be performed on a database of the same version as the intended replay database. The current database version is 11.1.0.3.0. Continue only if you intend to replay the captured workload on a database of the same version.
- Buttons: Cancel, Step 1 of 3, Next.
- Footer: Database | Setup | Preferences | Help | Logout.

Bottom Screen: Preprocess Workload: Schedule

- Database: orcl
- Capture Name: CAPTURE-orcl-20070130165456
- Preprocessed Version: 11.1.0.3.0
- Buttons: Cancel, Back, Step 2 of 3, Next.
- Instruction: Specify a name and description for the preprocessing job. Specify a time to start the job.
- Section: Job Parameters
 - * Job Name: PREPROCESS-ORCL-20070130172557
 - Description: [Empty field]
- Section: Start
 - Radio buttons: Immediately, Later
 - Date: Jan 30, 2007 (with calendar icon)
 - Time: 5:25:00 AM (with AM/PM radio buttons)
- Section: Host Credentials
 - * Username: oracle

Rys. 7. EM: Konwersja plików

Odtworzenie operacji

EM oferuje również możliwość konfiguracji i sterowania procesem odtwarzania operacji

Odtworzenie operacji może być przeprowadzone wielokrotnie, na wielu różnych systemach. Poniższy ekran oferuje możliwość sterowania wszystkimi krokami:

- Odtworzenia bazy
- Dokonania zmian na systemie docelowym (zmiana konfiguracji, parametrów, itp.)
- Pozwala na poprawienie odniesień do systemów zewnętrznych, np. innych baz danych. Odtworzenie transakcji bez zmiany tych odnośników może wpłynąć na działanie systemów produkcyjnych.
- Konfiguracji programów klienckich, które będą odtwarzały transakcje. Zaleca się umiejscowienie ich na serwerach innych niż serwer bazy danych. Każdy z klientów musi mieć dostęp do przekonwertowanych plików operacji

Database Instance: orcl > Workload Replay > Logged in As SYS

Set Up Workload Replay: Prerequisites

The following items should be completed before setting up a replay: Cancel Continue

Restore database
The replay database must be restored from the capture database to the SCN when capture begins. This Start SCN is available when you view the details of the captured workload.

Perform system changes
You should make any desired changes to the replay system, including any database or system upgrade, prior to replay.

Resolve references to external interaction
A captured workload may contain references to external interaction that may only be meaningful in the capture environment. You should fix all the references prior to replay and make sure replaying a workload will not cause any harm to your production environment.

Replaying workload with unresolved references to external interaction may affect your production environment. See possible references to resolve.

Set up replay clients
Workload is replayed using replay clients connected to the replay database. You should install these replay clients preferably on systems other than the database host. In addition, each replay client must be able to access the replay directory. Refer to system documentation on replay client setup.

Cancel Continue

[Database](#) | [Setup](#) | [Preferences](#) | [Help](#) | [Logout](#)

Rys. 8. EM: Przygotowanie do odtworzenia operacji

Po skonfigurowaniu wszystkich niezbędnych parametrów można rozpocząć odtwarzanie operacji. EM oferuje możliwość monitorowania tego procesu udostępniając następujące informacje:

- Różnice w wynikach zapytań
- Operacje które zwróciły błędy
- Prędkość odtwarzania operacji
- Informacje o błędach
- Bieżący czas, różnicę czasu i planowany czas zakończenia

View Data Real Time: 60 Second Refresh

View Workload Replay Page Refreshed Jan 30, 2007 10:48:41 PM PST Refresh

Stop Replay OK

Replay Summary

Capture Name	CAPTURE-orcl-20070130165456	Database Name	ORCL
Replay Name	REPLAY-orcl-20070130223639	DBID	1140520785
Status	IN PROGRESS	Directory	DATA_PUMP_DIR
Start Date	Jan 30, 2007 10:39:58 PM (UTC-08:00)	Prepare Date	Jan 30, 2007 10:38:33 PM (UTC-08:00)
End Date	Unavailable	Error Code	Unavailable
Duration (hh:mm:ss)	00:08:42	Error Message	None

Statistics | **Connections** | **Replay Parameters** | **Report**

Clients	1	Network Time (hh:mm:ss)	00:00:00
Clients Finished	0	Think Time (hh:mm:ss)	00:00:00

Comparison

	Replay	Capture	Percentage of Capture
Duration (hh:mm:ss)	00:08:42	00:17:57	48.47
Database Time (hh:mm:ss)	00:00:20	00:04:30	7.41
Average Active Sessions	0.04	0.25	15.28
User Calls	520	4,337	11.99

Divergence

Elapsed Time Difference	Unavailable
New Errors	0
Mutated Errors	0

TIP Statistics are collected every 60 seconds.

Rys. 9. EM: Podsumowanie definicji odtworzenia operacji

Odtwarzanie może zostać przerwane w dowolnym momencie. Po zakończeniu odtwarzania zostanie wyświetlona informacja o dokładnym momencie jego zakończenia. Może ona zostać użyta do generacji statystyk na etapie analizowania wyników.

7. Podsumowanie, ocena praktycznej przydatności

Database Replay jest nową funkcjonalnością wspomagającą migracje i zmiany konfiguracji systemów baz danych Oracle. Dzięki całkowitej integracji z EM Grid Control jest to bardzo efektywne i łatwe w użyciu narzędzie. Umożliwia administratorom szybkie przeprowadzenie testów zmian konfiguracji systemów.

Database Replay jest częścią opcji „Real Application Testing”, która jest dostępna tylko w wersji Enterprise Edition.

Bibliografia

[Real Application Testing] <http://www.oracle.com/database/real-application-testing.html>

[Database Replay]

<http://www.oracle.com/technology/pub/articles/oracle-database-11g-top-features/11g-replay.html>

[RAC] <http://www.oracle.com/technology/products/database/clustering/index.html>

[AWR] http://www.oracle.com/technology/obe/obe10gdb_vmware/manage/addm/addm.htm