

Virtual Grid Resource Management System with Virtualization Technology

System zarządzania zasobami wirtualnego Gridu
z wykorzystaniem technik wirtualizacji

Joanna Kosińska Jacek Kosiński Krzysztof Zieliński

Department of Computer Science
University of Science and Technology AGH-UST
Al. Mickiewicza 30,
30-059 Kraków, Poland

Konferencja Użytkowników Komputerów Dużej Mocy,
Zakopane, 12–13 marca 2009r.

Agenda

- 1 Wprowadzenie
 - Zastosowanie technik wirtualizacji
 - Motywacja i wymagania dla systemów RMS
- 2 Środowisko zarządzania wirtualnymi zasobami
 - Model zarządzania zasobami
 - Warstwowa architektura systemu
- 3 Implementacja systemu VGRMS
 - Warstwa wirtualizacji i ekspozycji
 - Warstwa zarządzania
 - Warstwa prezentacji

Wprowadzenie

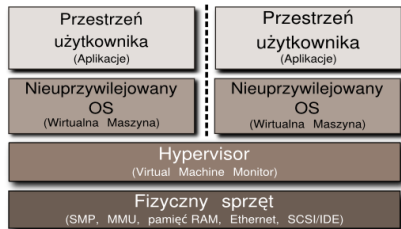
Zastosowanie technik wirtualizacji

- Techniki wirtualizacji sprzętu komputerowego umożliwiają uproszczenie mechanizmów wykorzystywanych do zarządzania zasobami.
- Budując środowiska obliczeniowe z wykorzystaniem wirtualizacji uzyskuje się dostęp do mechanizmów, które pozwalają na precyzyjne sterowanie dostępem oraz konsumpcją zasobów.
- Dzięki wirtualizacji możliwy jest dodatkowy poziom abstrakcji, który uzyskuje się poprzez przykrycie złożoności metod dostępu, rozproszenia i heterogeniczności zasobów, zestawem serwisów udostępniających usługi skoordynowanego i zunifikowanego dostępu do zasobów wirtualnych.

Techniki wirtualizacji

Wirtualizacja sprzętu komputerowego

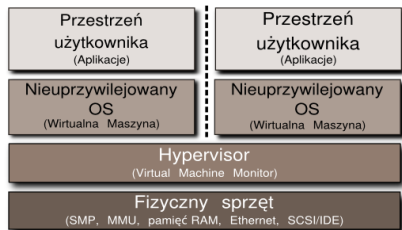
- Pełna wirtualizacja lub wirtualizacja lekka (parawirtualizacja) — uniwersalność czy wydajność rozwiązania.
- Parawirtualizację realizuje się przez implementację specjalnego API, które używane jest przez *zmodyfikowane* systemy operacyjne uruchomione w wirtualnych maszynach.



Techniki wirtualizacji

Wirtualizacja sprzętu komputerowego

- Poprzez ten interfejs system operacyjny ma dostęp do zasobów fizycznych, jednak wywołania te są weryfikowane przez element nadzorczy (ang. *hypervisor*), którego celem jest zapewnienie izolacji VM.
- Parawirtualizacja pozwala na przeniesienie wykonania VM pomiędzy fizycznymi hostami, bez zatrzymywania pracy maszyny wirtualnej.



Techniki wirtualizacji

Wirtualizacja sieci komputerowej

- Wirtualna sieć komputerowa stanowi dopełnienie możliwości zarządzania zasobami obliczeniowymi o możliwości wpływania na kształt i parametry topologii komunikacyjnej.
- Techniki wirtualizacji sieci dla środowisk Grid mają za zadanie dostarczenie aplikacji jej natywnego środowiska sieciowego, bez względu na kształt i stopień skomplikowania topologii fizycznej.
- Zastosowanie wirtualizacji sieci pozwala na eliminację konieczności stosowania mechanizmów obchodzenia niedogodności technik NAT/Firewall.
- Możliwe jest stosowanie protokołów, dla których wsparcie w istniejącej sieci Internet jest znikome.

Koncepcja Wirtualnego Gridu

Wirtualne środowisko wykonawcze dla aplikacji

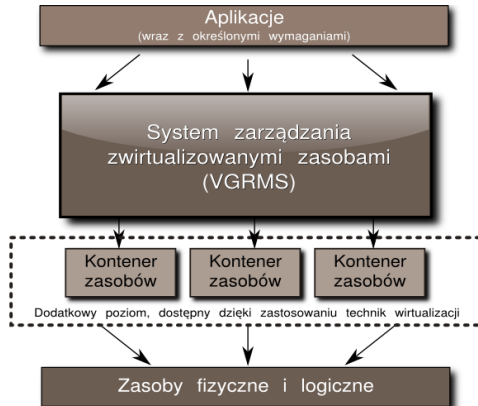
Wirtualny Grid

Wirtualny Grid jest rezultatem tworzenia wyidealizowanej infrastruktury przetwarzania tzw. *środowiska wykonawczego* na podstawie specyfikacji określonej dla konkretnej aplikacji.

- Konfiguracja wirtualnego Gridu zawiera zarówno specyfikację zasobów obliczeniowych jak i komunikacyjnych.
- Odwzorowanie zasobów wirtualnego Gridu do zasobów fizycznych może być zmieniane w czasie wykonania aplikacji.

Koncepcja Wirtualnego Gridu

Wirtualne środowisko wykonawcze dla aplikacji



Przyjęte koncepcje zastosowania wirtualizacji

Wykonanie aplikacji w wirtualnym otoczeniu

- Dwuetapowe odwzorowanie zasobów — pierwsze powiązanie jest realizowane między zasobami fizycznymi a zasobami wirtualnymi, drugie powiązanie to przydzielenie zasobów wirtualnych dla aplikacji:
 - Dzięki temu znacznie upraszcza się alokację zasobów do aplikacji, gdyż operując na zasobach wirtualnych a nie na fizycznych, specyfikacja wymogów aplikacji może być konstruowana na znacznie wyższym poziomie abstrakcji.
 - Rozwiązanie to umożliwia rozdzielenie podstawowej funkcjonalności (biznesowej) aplikacji od zarządzania zasobami co ułatwia konstrukcję, utrzymanie, a także dostosowanie mechanizmów zarządzania zasobami do zmian stanu aplikacji i faz jej wykonania.

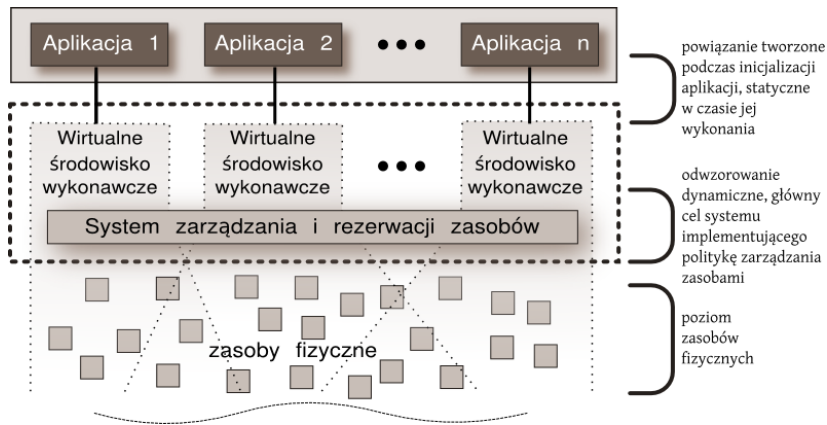
Model zarządzania zasobami

Hierarchiczna koncepcja zarządzania

- System zarządzania zasobami RMS pełni rolę pośrednika pomiędzy aplikacją a zasobami infrastruktury i jest odpowiedzialny za powiązanie obu komponentów.
- Zastosowanie technik wirtualizacji pozwala na elastyczne zarządzanie zasobami w trakcie działania aplikacji, co jest trudne w realizacji w klasycznych systemach RMS.
- Najczęściej wykorzystywaną koncepcją budowy RMS w środowiskach Grid jest podejście hierarchiczne:
 - koncepcja hierarchiczna zakłada podział domeny działania systemu RMS na obszary,
 - do obsługi danego obszaru zostaje stworzony odpowiedni lokalny zarządca,
 - zarządca ten nie jest autonomiczny, gdyż jego działanie podlega kontroli na poziomie globalnego zarządcy zasobów.

Model zarządzania zasobami

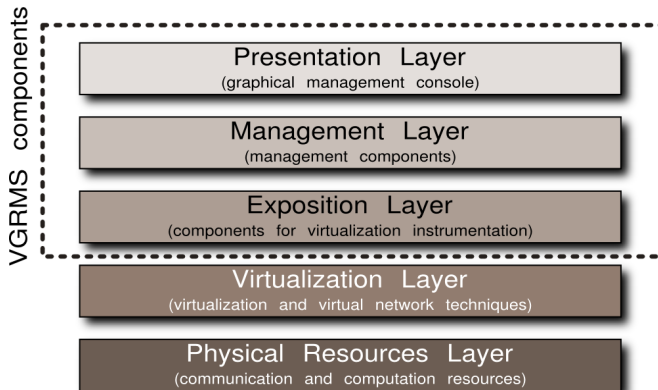
Hierarchiczna koncepcja zarządzania



Virtual Grid Resource Management System

- Dzięki temu, iż wykorzystywane są techniki wirtualizacji możliwe będzie łatwe dostarczenie funkcjonalności, która w oparciu o reguły działania stworzone na podstawie zadanej polityki VO będzie dokonywała dynamicznej modyfikacji powiązania pomiędzy zasobami fizycznymi a wirtualnymi.
- System zarządzania wirtualnymi zasobami — VGRMS, który poprzez zapewnienie elastycznych mechanizmów alokacji zasobów oraz możliwości określenia polityki ich rozdziału umożliwi zwiększenie szeroko rozumianej wydajności działania dla wybranych aplikacji rozproszonych.

Architektura systemu VGRMS



Implementacja komponentów systemu VGRMS

Założenia ogólne

- System VGRMS jest systemem rozproszonym, komponenty tego systemu komunikują się za pomocą sieci komputerowej.
- Funkcjonalność systemu została zrealizowana w postaci zestawu obiektów Java zarządzanych z wykorzystaniem technologii JMX.
- Wyszukiwanie obiektów MBean JMX zostało zrealizowane z wykorzystaniem technologii Jini.
- Fizyczny host, którego zasoby będą używane musi posiadać uruchomiony MBeanServer z zarejestrowanymi w nim obiektami reprezentującymi zasoby.
- W MBeanServer rejestrowane są również komponenty pomocnicze dedykowane do obsługi zdarzeń technologii JMX.

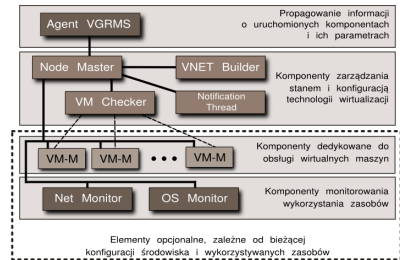
Implementacja warstwy wirtualizacji

- W skład warstwy wirtualizacji wchodzi oprogramowanie obsługi wirtualizacji sprzętu komputerowego oraz sieci komputerowej.
- Obsługa wirtualizacji zasobów obliczeniowych została oparta o projekt Xen:
 - obsługa migracji bez zatrzymywania pracy VM,
 - zdalny interfejs zarządzania (XML-RPC z obsługą notyfikacji),
 - niskie narzuty na wykonanie aplikacji w odniesieniu do środowiska natywnego,
 - bogate możliwości regulacji przydziału zasobów dla VM,
- Wirtualna sieć tworzona jest z wykorzystaniem oprogramowania do tunelowania komunikacji Ethernet za pomocą protokołów TCP/UDP (projekt Virtual Distributed Ethernet).

Implementacja warstwy ekspozycji

Komponenty fizycznego hosta

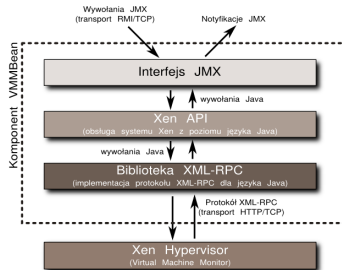
- Reprezentacja informacji o stanie i konfiguracji pozostałych komponentów oraz danych z monitorowania do postaci faktów dla silników regułowych z warstwy zarządzania.
- Wyszukiwanie i zarządzanie cyklem życia pozostałych komponentów systemu.



Implementacja warstwy ekspozycji

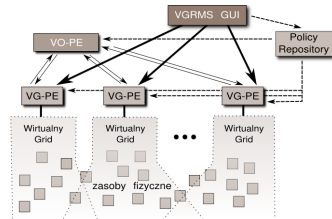
Komponenty zarządzania wirtualizacją

- Tłumaczenie wywołań JMX na akcje specyficzne dla danej implementacji wirtualizacji zasobów.
- Propagacja zdarzeń z warstwy wirtualizacji do pozostałych warstw systemu.



Implementacja warstwy zarządzania

- Reprezentacja polityki przydziału zasobów jest konstruowana z wykorzystaniem konfiguracji silników regułowych,
- Dane z systemu monitorowania poziomu wykorzystania zasobów oraz informacje o stanie i konfiguracji komponentów systemu reprezentowane są do postaci faktów,
- Hierarchiczna koncepcja zarządzania odwzorowana jest do hierarchii silników regułowych.
- Repozytorium reguł pozwala na współdzielenie złożonych konfiguracji na różnych poziomach zarządzania.



Implementacja warstwy prezentacji

Graficzna konsola zarządzania

- Konsola graficzna powstała celem uproszczenia zarządzania systemem VGRMS z poziomu administratora infrastruktury.
- Konsola ta umożliwia:
 - zarządzanie cyklem życia oraz konfiguracją wirtualnych maszyn, wirtualnych topologii sieciowych oraz wirtualnych Gridów,
 - śledzenie procesu wykonania aplikacji,
 - dostęp do danych z monitorowania poziomu wykorzystania zasobów.
 - konfigurację polityk przydziału zasobów dla aplikacji.
- Konsola graficzna pozwala także na grupowanie wirtualnych Gridów oraz zarządzanie polityką przydziału zasobów na poziomie tak określonej wirtualnej organizacji.

Konsola graficzna systemu VGRMS

Zarządzanie i monitorowanie poszczególnych instancji wirtualnego Gridu

The screenshot displays the VGRMS graphical user interface with several key components and annotations:

- Zestaw narzędzi zarządzania VG**: A toolbar at the top left of the main window containing icons for various management actions.
- Monitorowanie stanu VG**: A circular gauge chart on the right side, showing the status of the virtual grid with different colored segments.
- Definicja topologii sieciowej VG**: A network topology diagram in the bottom right, showing interconnected nodes and links.
- Konfiguracja polityki podziału zasobów**: A configuration window in the center, showing a table of resource allocation rules. A red box highlights a specific rule:

rule1=weight=100	Test = CPU	operator	rule1=weight=100	Test = CPU	operator
------------------	------------	----------	------------------	------------	----------
- Modyfikacja reguł określających podział zasobów**: A dialog box at the bottom, used for editing the resource allocation rules.

Podsumowanie

- Praktyczna implementacja architektury systemu oraz jego ewaluacja demonstruje właściwości opracowanego modelu zarządzania zasobami.
- Poprzez uzupełnienie dostępnych technologii wirtualizacji o dodatkowe komponenty została wykonana działająca implementacja środowiska zarządzania zasobami dla aplikacji rozproszonych.
- Właściwości, działanie systemu, jego stabilność oraz posiadane funkcjonalności zostały wstępnie przetestowane za pomocą dedykowanej infrastruktury laboratoryjnej.
- Wstępne wyniki tych prac pozwoliły przekonać o słuszności zaproponowanej koncepcji zastosowania wirtualizacji jako metody pozwalającej na autonomiczne sterowanie przydziałem zasobów w środowiskach Grid.

Innowacyjność przedstawionego rozwiązania

- 1 Środowisko wykonawcze w postaci wirtualnego Gridu grupuje zarówno zasoby obliczeniowe jak i komunikacyjne.
- 2 Wirtualny Grid jest tworzony na żądanie na podstawie specyfikacji dostarczonej wraz z aplikacją.
- 3 Wirtualny Grid może być modyfikowany w trakcie wykonania aplikacji w celu osiągnięcia przez optymalnego poziomu wykonania.
- 4 Zarządzanie zasobami VG może odbywać się autonomicznie za pomocą reguł określonych przez administratora.
- 5 Tworzenie i zarządzanie VG jest niezależne od oprogramowania warstwy middleware środowisk typu Grid.

Dalsze prace

- 1 Opracowanie metodologii badań i przedstawienie wyników pozwalających na praktyczną ocenę właściwościami systemu, działającego zarówno w laboratoryjnej jak i produkcyjnej infrastrukturze.
- 2 Opracowanie narzędzi udostępniających funkcjonalność zarządzania stanem VG dla użytkowników końcowych.
- 3 ...

Dziękuję za uwagę,

Q & A