



Edmund Golis, Damian Ewasiak  
*Akademia im. Jana Długosza*

## TESTY WYDAJNOŚCI KLASTRA OBLICZENIOWEGO MOSIX

### Streszczenie

W pracy przedstawiono podstawowe zagadnienia dotyczące budowy i testowania wydajności klastra obliczeniowego opartego o system MOSIX, będącego rozszerzeniem systemu operacyjnego Linux. Wykonane testy wydajnościowe wykazują znaczne skrócenie czasu wykonywania złożonych operacji obliczeniowych i potwierdzają, że MOSIX jest odpowiednim środowiskiem do działania aplikacji wieloprocessowych.

*Słowa kluczowe:* Klaster obliczeniowy, MOSIX, test wydajności

### Wprowadzenie

System MOSIX jest rozszerzeniem systemu operacyjnego Linux do wydajnego zarządzania oraz budowy systemów klastrowych, multiklastrowych oraz „chmur” (clouds). MOSIX ma na celu zarządzanie obliczeniami wysokiej wydajności. Główne narzędzie MOSIX-a ma za zadanie umożliwić migrację procesów w sieci klastrowej, co w praktyce oznacza, że proces może zostać uruchomiony na jednym z węzłów, a następnie może w sposób płynny migrować pomiędzy węzłami pozostającymi w sieci. Proces migracji odbywa się automatycznie i przejrzysto w zależności od dostępnych zasobów. Cały mechanizm skonstruowany jest tak aby w miarę możliwości wykorzystać w odpowiedni sposób zasoby każdego węzła.

System MOSIX wymaga do pracy dowolnej kombinacji komputerów wyposażonych w procesory 32 i 64 bit w architekturze x86, zarówno z procesorami firmy AMD jak i INTEL. Komputer wieloprocessorowe (quad-core, dual-

core, SMP, itp.) są również wspierane ale jednocześnie wprowadzono tu pewne niedogodne rozwiązanie – procesor każdego węzła musi być taktowany z tą samą częstotliwością. Wszystkie węzły w klastrze muszą być ze sobą połączone siecią TCP/IP i UDP/IP oraz powinny posiadać unikatowe adresy IP z zakresu 0.1.0.0 – 255.255.254.255 gdyż to właśnie poprzez adres IP każdy z węzłów będzie mógł się wzajemnie rozpoznać (uwierzytelnić). MOSIX może być instalowany na dowolnym systemie z rodziny UNIX [3].

## Projekt klastra opartego o system MOSIX

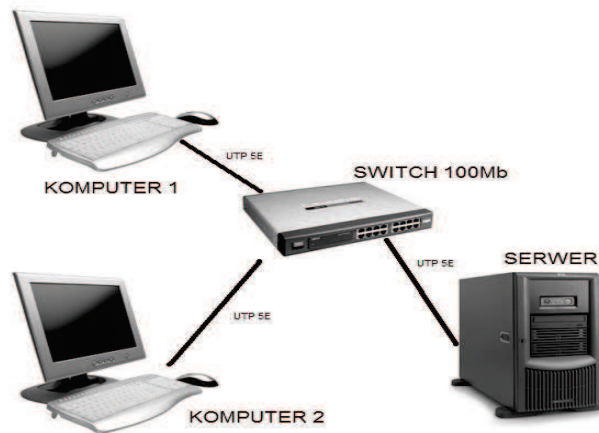
W projekcie wykorzystano darmową wersję produktu, która dostępna jest na stronie producenta [www.mosix.org](http://www.mosix.org). Oznaczona jest ona jako Evaluate ale nie posiada ona ograniczeń czasowych związanych z funkcjonalnością oprogramowania. Jedynym jej ograniczeniem jest to, że do budowy klastra możemy użyć maksymalnie sześć komputerów będących w klastrze.

Do budowy klastra użyto komputerów dostępnych w Wydziałowej Pracowni Komputerowej, ze względu na dostępność sporej ilości maszyn, które są w jednej sieci. Poniżej przedstawiono ogólną charakterystykę węzłów użytych do budowy klastra.

Tabela 1. Parametry komputerów użytych do projektu.

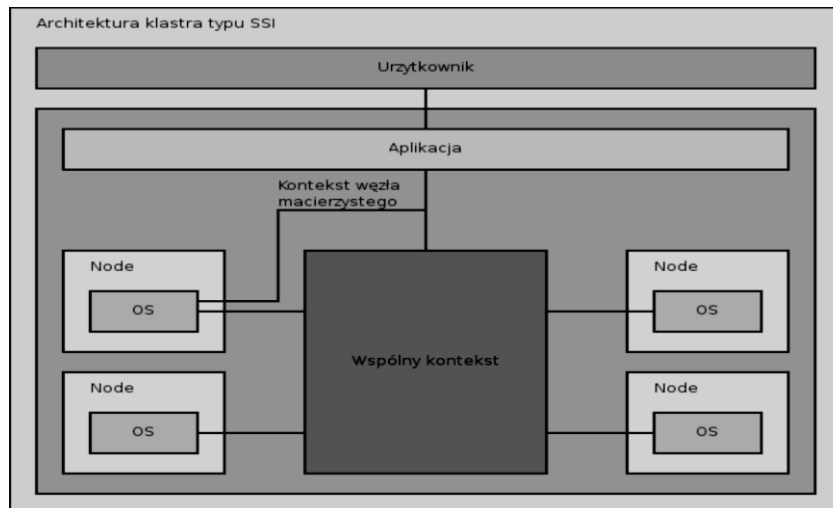
Nazwa: damianX*	
Architektura	x86_64
Procesor	INTEL Pentium E5300 2,6GHz 64bit
Zainstalowana pamięć	2GB DDRam II
Karta sieciowa	NForce 690i 1Gbit Ethernet
Karta graficzna	GeForce 7100GS
Dysk	500GB WD Caviar 8MB Cache

Aby węzły w klastrze były widoczne każdy z nich musi posiadać adres sieciowy w postaci numeru IP. Za odpowiednie przydzielenie adresów odpowiedzialny był serwer DHCP, który uruchomiony jest na głównym serwerze pracowni. Architekturę sieci przedstawiono na rysunku 1.



Rys.1. Architektura sieci

Architektura klastra MOSIX oparta jest o założenia SSI (Single System Image), co skutkuje tym, że użytkownik systemu klastrowego widzi węzły jako jedną maszynę wieloprocesorową. Klaster MOSIX to klaster równoważący obciążenie (Load Balancing Cluster), co w praktyce oznacza, że system stara się automatycznie wyszukać w sieci najmniej obciążoną maszynę i tam uruchomić konkretny proces. Schemat architektury klastra MOSIX przedstawiono na rysunku 2.



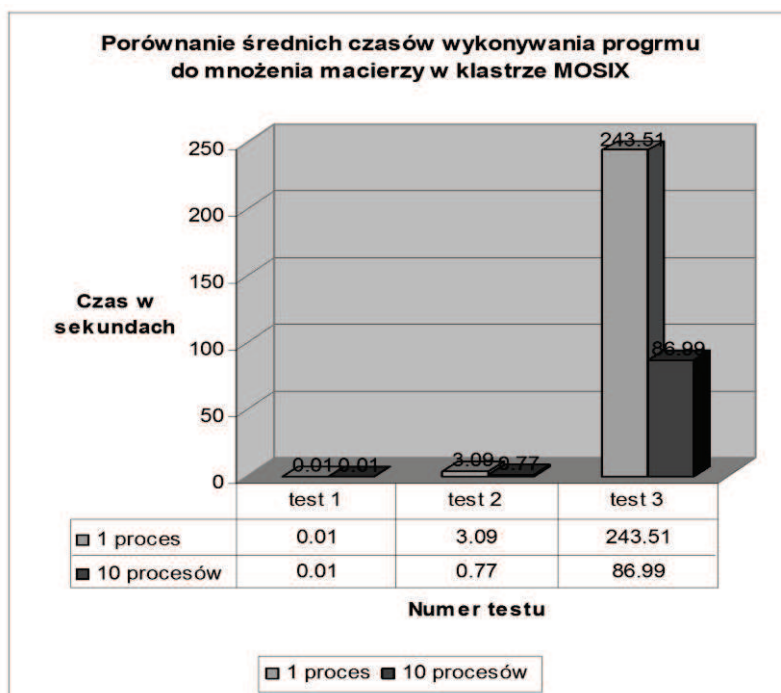
Rys. 2. Architektura klastra typu SSI

## Test wydajności klastra

Do testowania klastra użyto programu, którego zadaniem było mnożenie macierzy przez macierz, której wymiary podaje użytkownik. Aplikacja automatycznie generuje macierz kwadratową A oraz B, a następnie mnoży je przez siebie. Po dokonaniu obliczeń program podaje czasy, jakie były potrzebne na wykonanie zadania. W szczególności podaje czasy mnożenia równoległego macierzy przez wszystkie procesy (workerów), czas łączny oraz czas rzeczywisty pracy programu.

Wykonano trzy testy, odpowiednio dla rozmiarów macierzy 10x10, 100x100 i 500x500, każdy w dwóch wariantach. Pierwszy to mnożenie z powołaniem jednego workera, drugi z powołaniem 10 workerów.

Wyniki poszczególnych testów przedstawiono na wykresie rys. 3.



Rys. 3. Porównanie wydajności klastra w oparciu o przeprowadzone testy

## Wnioski

Jak wykazały przeprowadzone testy klastr MOSIX jest odpowiednim środowiskiem dla działania aplikacji wieloprocesowych. W wynikach każdego testu widać wzrost wydajności obliczeniowej, co potwierdza założenia związane z projektem. W teście numer 3 widać zdecydowaną różnicę między użyciem jednozadaniowym a wielozadaniowym programu. Wykonując operację mnożenia macierzy 500x500 uzyskano prawie 300% większą wydajność, co świadczy o tym, że klastr działa poprawnie i spełnia swoje zadanie. Dla bardziej zaawansowanych obliczeń niezbędnym będzie rozbudowa klastra poprzez podłączenie większej ilości komputerów.

## Literatura

- [1] Rzymianowicz L., Waack M., Brüning U., Fischer M., Kluge J., Schulz P., *Clustering SMP Nodes with the ATOLL Network: A Look into the Future of System Area Networks*, Proc. HPCN 2000, Springer-Verlag, 2000.
- [2] Szczerbiński Z., *Klastry komputerów jako platforma dla obliczeń wysokiej wydajności*, Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN, Gliwice, 2006.
- [3] *MOSIX2 Guide User's and Administrator's Guides and Manuals, Revised for MOSIX-2.27.1.0*, Nov. 2009.
- [4] [www.mosix.org](http://www.mosix.org)

Edmund Golis, Damian Ewasiak  
*Akademia im. Jana Długosza*

## CAPACITY TESTS OF MOSIX CLUSTER

### Summary

In this work authors show how clusters reduce time, needed to simultaneous computing, in example of MOSIX project. This cluster was tested with program multiplication matrix n-size.

*Keywords:* cluster, MOSIX, capacity tests