Implementacja solwera frontalnego zrównoleglonego w wielowęzłowym heterogenicznym środowisku sprzętowym

Paweł J. Wal
Opiekun pracy: dr inż. Łukasz Rauch

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

7 maja 2015

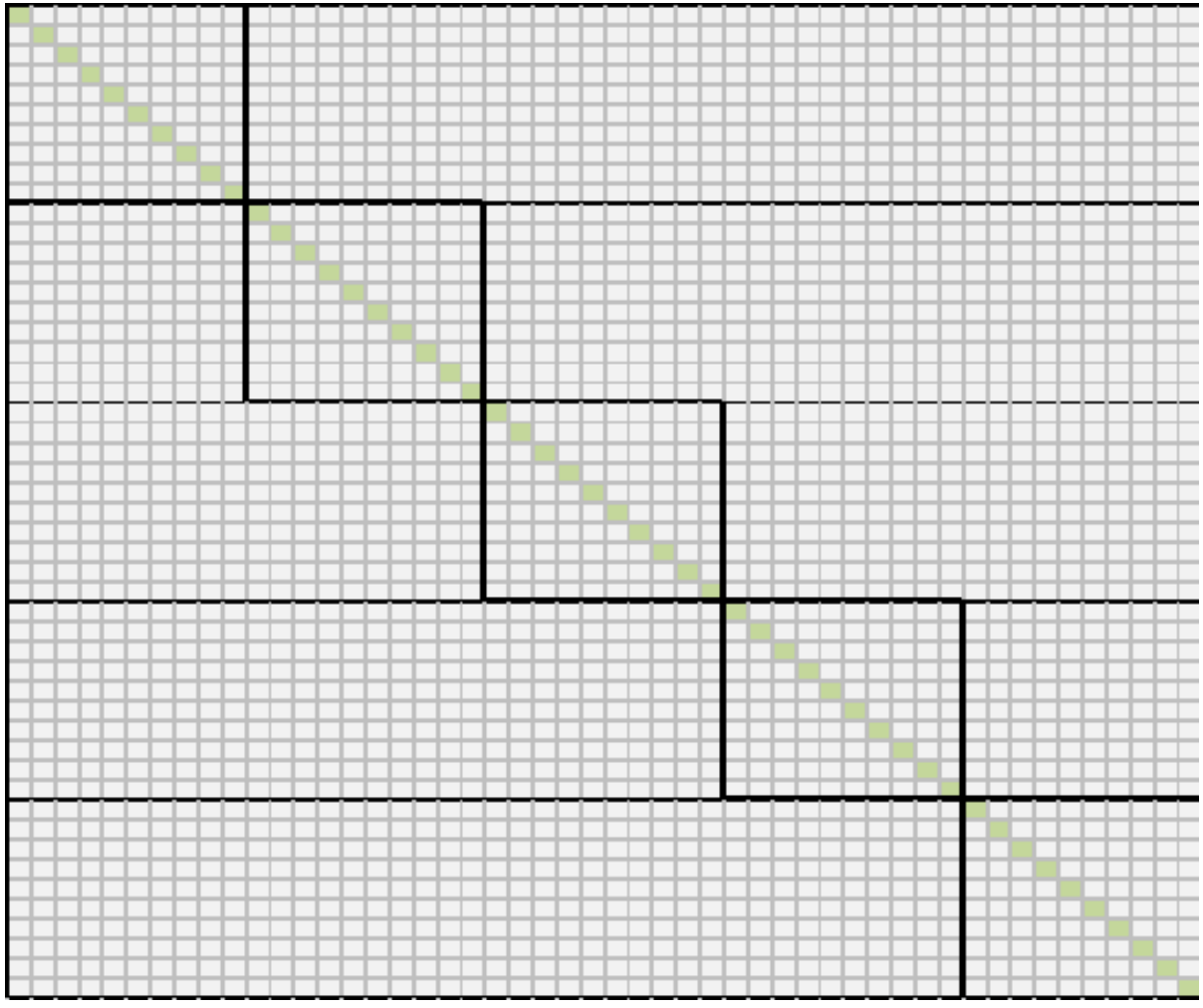
metalsoft
metalsoft.agh.edu.pl

Oryginalny pomysł - solwer multifrontalny na GPU

- Wykorzystany OpenCL
- Masowo równoległe przetwarzanie na GPU

- Wydzielenie frontów rozwiązania
  - Podział macierzy na części (dekompozycja)
  - Wydzielenie z macierzy rzadkiej gęstych fragmentów
- Przetworzenie frontów rozwiązania
  - Przetwarzanie części niezależnie od siebie
  - Rozwiązanie zależności - na koniec

Oryginalny pomysł - dekompozycja



Wady oryginalnego podejścia

- Użycie tylko jednego z dostępnych urządzeń
- Uwarunkowania pamięciowe
  - Ładowanie stosunkowo dużych fragmentów macierzy do pamięci
  - Dodatkowa pamięć potrzebna na specyficzne struktury danych używane przez solwer (mapowanie wierszy)
- Niewielka odporność na zdarzenia katastrofalne (np. awarię zasilania)

Nowy kierunek

- Użycie wszystkich dostępnych urządzeń
- Wykorzystanie możliwości maszyn z wieloma GPU?
  - Wiele GPU = specjalne płyty główne i obudowy = koszt
  - Wiele GPU = specjalne systemy operacyjne i konfiguracje = maszyna o wąskim zastosowaniu
  - Potęga GPU = moc urządzeń klasy konsumenckiej
- Myśl przewodnia: realne zastosowanie w przemyśle i nauce

Założenia projektu

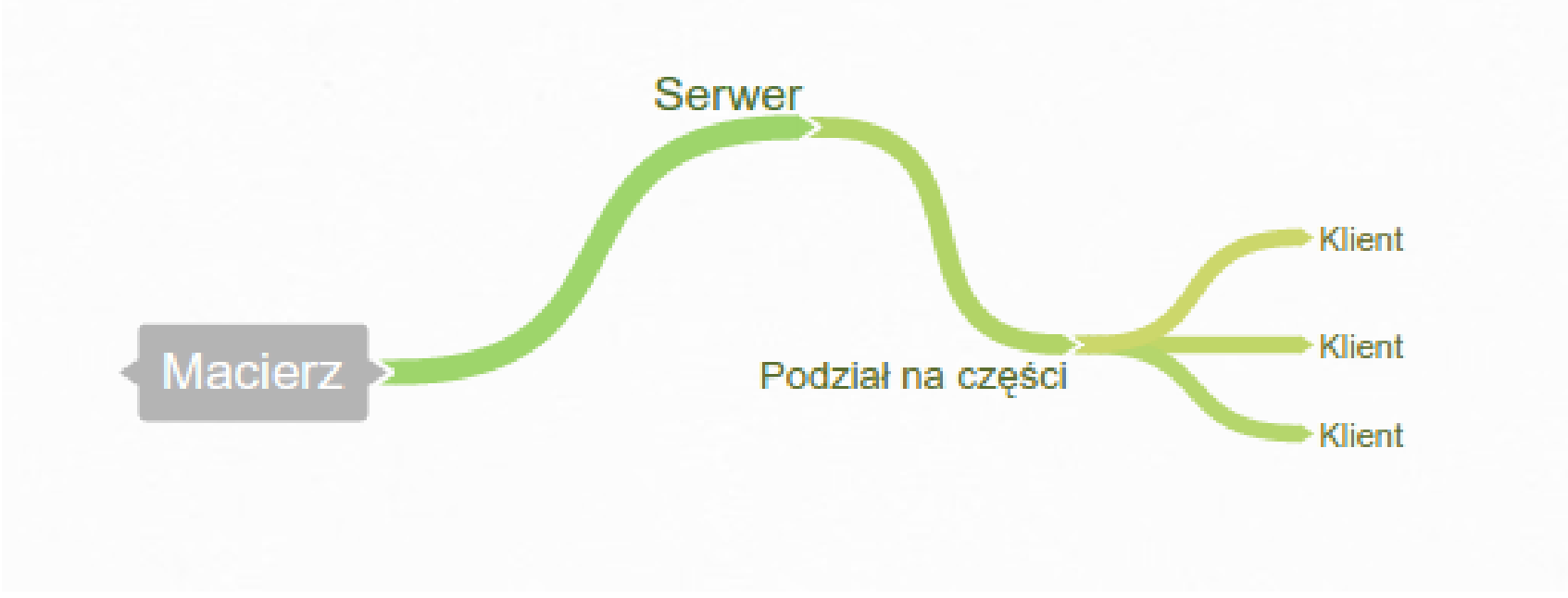
- Możliwość wykorzystania dziesiątek, setek, ... urządzeń dowolnej klasy - przez OpenCL
- Dowolna lokalizacja urządzeń
- Dowolne dopuszczalne obciążenie urządzeń
- Brak nierealistycznych lub wygórowanych założeń (najlepiej: brak założeń w ogóle):
  - Ilość urządzeń w maszynie
  - Moc obliczeniowa urządzeń
  - Rodzaj i jakość połączenia (filtrowane, komórkowe)
  - Czas i wydajność pracy

Założenia projektu

- Rozwiązywanie wielu problemów na raz
- Rozwiązywanie problemów uprzednio praktycznie nierozwiązalnych
- Odporność na błędy - od drobnych do katastrofalnych

Inspiracja

Schemat rozwiązania



Przewaga rozwiązania

- Wykorzystanie ukrytego (marnowanego) potencjału urządzeń
- Niewielkie wymagania własne
  - Pracuje z dostępnymi technologiami i popularnymi urządzeniami
  - Nie wymaga inwestycji
  - Nie wymaga specjalistycznej wiedzy by być skutecznie użytkowanym
- Pozwala na rozwiązywanie problemów niepraktycznych lub niemożliwych do rozwiązania

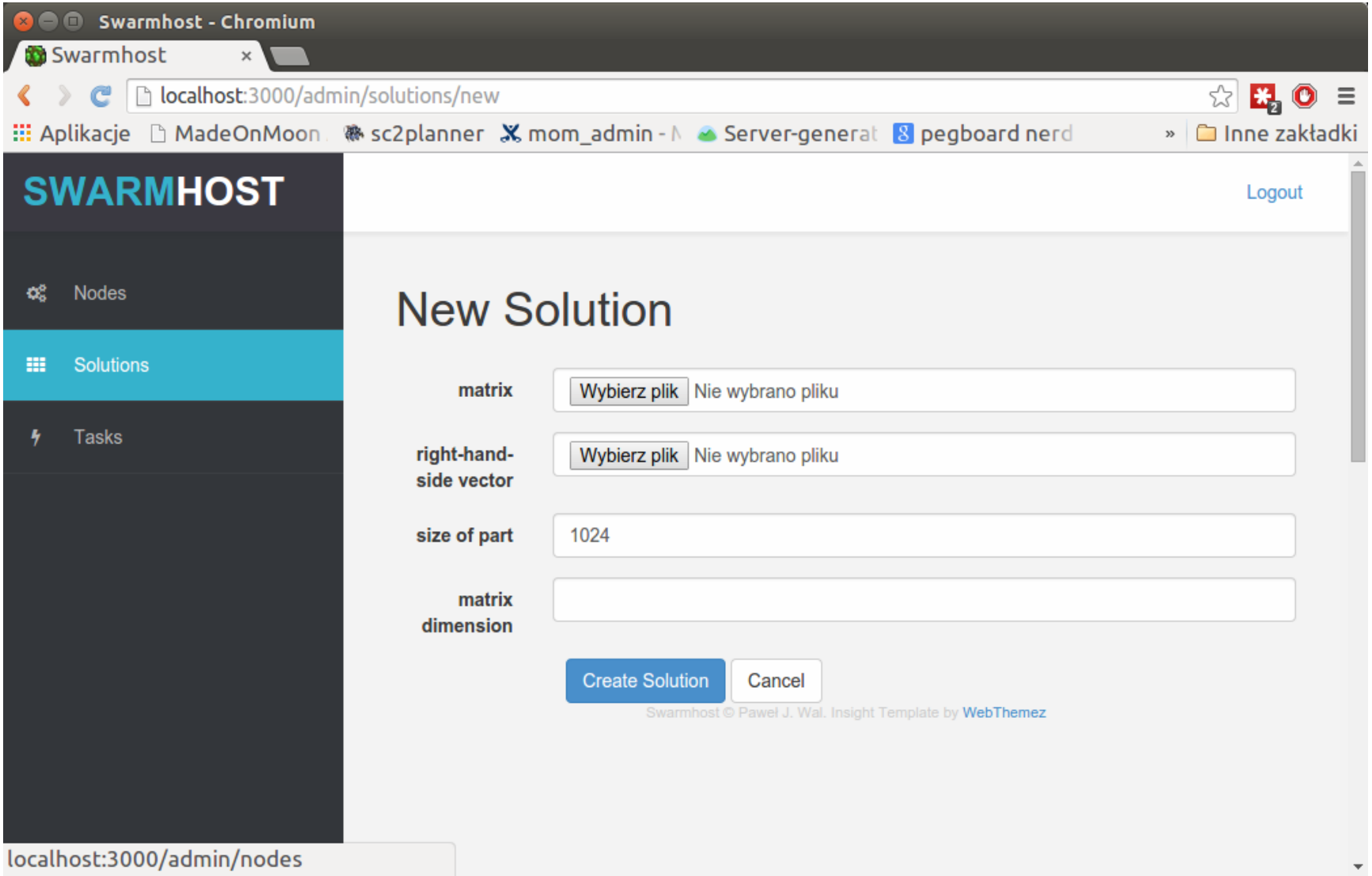
Architektura

- Klient-serwer
- Dlaczego nie MPI?
  - Rozłączne LANy
  - Pojedyncze maszyny w różnych lokalizacjach
  - Gorsze połączenia
- Ostateczna decyzja? Protokół HTTP!
  - Popularność
  - Typowość - raczej nie jest blokowany

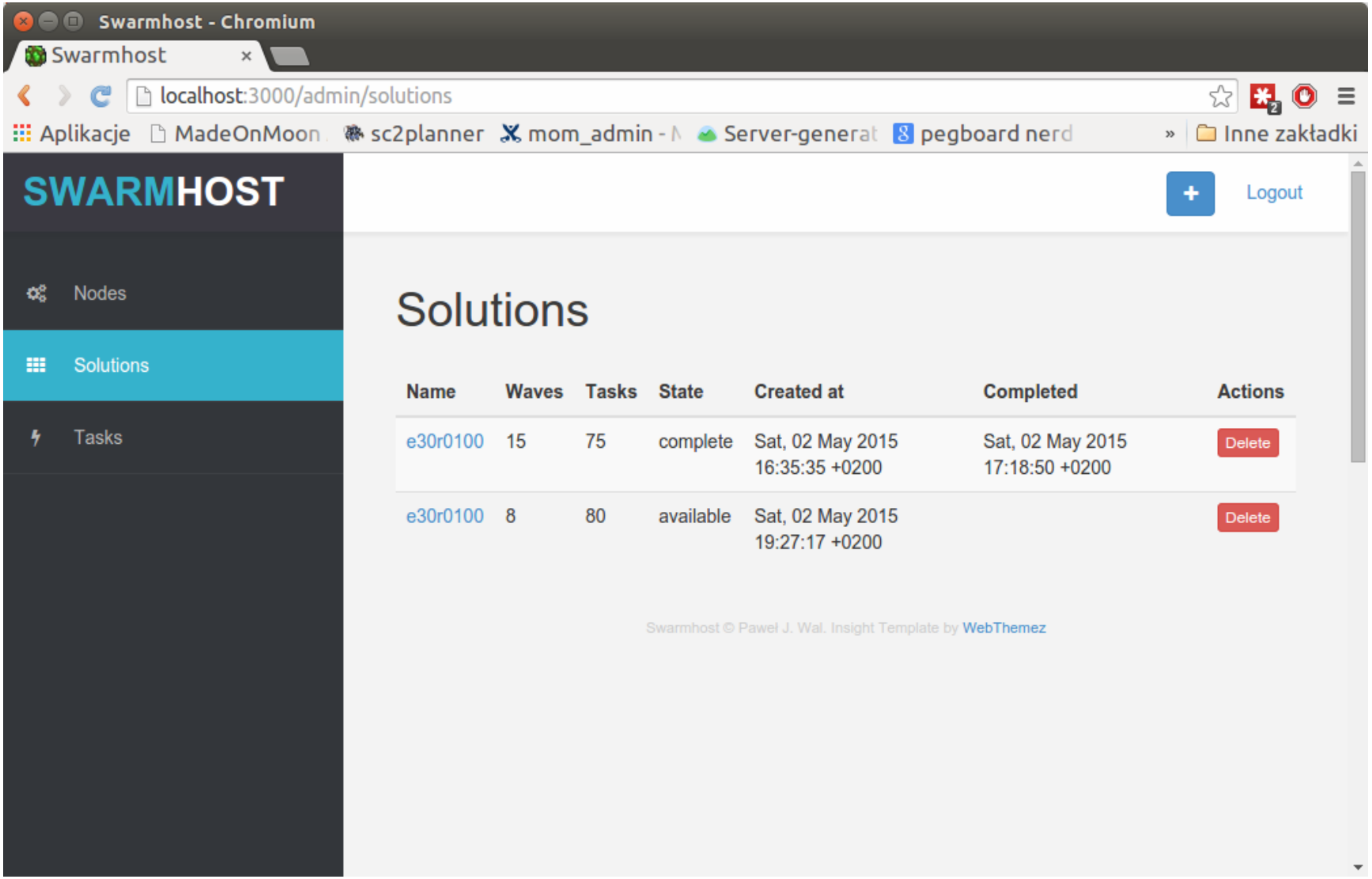
Serwer

- Ruby on Rails
  - Jednolite, standardowe API (REST)
  - Bezstanowość
    - Rozwiązanie wielu problemów na raz
    - Odporność na awarie nagle zatrzymujące serwer
  - Ta sama usługa dostarcza punkt wejścia dla klientów i dla użytkowników (interfejs graficzny)
- Interfejs użytkownika
  - Nowoczesne technologie webowe
  - Łatwość obsługi - nawet dla laika
  - W praktyce: kolejna redukcja kosztów (specjaliści, szkolenia, ...)

Serwer - interfejs użytkownika



Serwer - interfejs użytkownika



Klient

- Ruby
  - Łatwość prototypowania
  - Dynamiczny rozwój oprogramowania
- Usługa rezydentna
  - Pracuje tylko wtedy kiedy serwer podaje zadania
  - Niewielki narzut ze strony samego klienta
- Pełna asynchroniczność

Elementy obliczeniowe

- Trudno przebić C/C++
  - Szybkość
  - Obsługa pamięci
  - Dostępność bibliotek numerycznych (np. Boost C++ uBLAS)
- Rozwiązanie:
  Ruby Native Extensions
  - Uruchomienie kodu natywnego w kontekście Ruby
  - Rozwiązanie hybrydowe

Zysk z użytych technologii

- Łatwość rozszerzania serwera - prosty język, jasna struktura danych
- Łatwość modyfikacji klienta
- Łatwość stworzenia zupełnie nowego klienta
- Cały dynamizm Ruby, cała szybkość C++, cała moc OpenCL i GPU
- Łatwość dostosowania do aktualnie postawionego celu przez specjalistę
- Łatwość użycia jako gotowego rozwiązania przez specjalistę w innej dziedzinie

Dalszy rozwój

- Rozwiązanie jest nadal w rozwoju
- Aktualnie badane obszary:
  - Usprawnienie komunikacji po HTTP
  - Obniżenie obciążenia serwera
  - Zwiększenie asynchroniczności kluczowych elementów
  - Badanie wpływu parametrów podziału macierzy na prędkość uzyskiwania wyników
  - Badanie wpływu parametrów uruchomieniowych OpenCL na szybkość uzyskiwania rozwiązań na kliencie
  - I inne.