

Zgłoszenie tematu pracy dyplomowej na studiach II stopnia (magisterskiej)
na rok akademicki 2012/2013

Temat: „Implementacja algorytmów hydrodynamiki relatywistycznej z wykorzystaniem procesorów kart graficznych w środowisku CUDA i zastosowanie modelu hydrodynamicznego w eksperymencie NA61/SHINE.”

Opiekun: **Marcin Słodkowski**, dr inż. Zakład VII, Wydział Fizyki, PW,
Marcin.Slodkowski@if.pw.edu.pl, 0 22 234 75 44

Praca dyplomowa związana jest ze specjalnością: **Fizyka i technika jądrowa**

Opis pracy:

Algorytmy rozwiązań hydrodynamiki relatywistycznej znajdują zastosowanie w modelowaniu różnorodnych zjawisk fizycznych, np. w fizyce jądrowej wysokich energii (badanie plazmy kwarkowo-gluonowej – QGP czyli stan “uwolnionych” kwarków i gluonów), astrofizyce czy też symulacjach plazmy związanych z kontrolowaną fuzją termojądrową. Podstawowym problemem w tego typu obliczeniach jest ich wysoka czasochłonność, zwłaszcza w przypadku realistycznych, trójwymiarowych symulacji.

Jednym ze sposobów zwiększenia wydajności jest zastosowanie obliczeń równoległych, zwykle z wykorzystaniem klastrów obliczeniowych. Od niedawna istnieje również możliwość wykorzystania procesorów kart graficznych (Graphics Processing Unit - GPU), które są zaprojektowane do równoległego przetwarzania informacji.

Celem pracy jest napisanie programu dla modelu hydrodynamicznego w architekturze obliczeń równoległych z wykorzystaniem procesorów kart graficznych, bazującego na istniejącym oprogramowaniu rozwianym na Wydziale Fizyki PW. Projekt obejmuje implementację wybranych algorytmów do rozwiązywania równań hydrodynamiki w środowisku CUDA (Compute Unified Device Architecture).

Wdrożony model hydrodynamiczny może pomóc w badaniach anizotropii i rozkładów pędowych produkowanych cząstek w relatywistycznych zderzeniach jąder atomowych. Eksperymenty NA61/SHINE przy akceleratorze SPS oraz ALICE, ATLAS przy akceleratorze w CERN i STAR, PHENIX przy akceleratorze RHIC w BNL mogą potwierdzić kolektywne zachowanie materii jądrowej podczas zderzenia ciężkich jonów przy różnych energiach zderzenia. Tego typu badania są związane z modelowaniem teoretycznym, niezbędnym w porównaniu mierzonych eksperymentalnie obserwacji, takich jak przepływy eliptyczne.

W ramach proponowanej pracy dyplomowej jest planowane opracowanie projektu nowego programu i implementacja wybranych algorytmów do rozwiązywania równań hydrodynamiki relatywistycznej oraz algorytmów wymrażania cząstek (freeze-out) z wykorzystaniem środowiska CUDA. W pracy zostaną wykonane testy wydajnościowe zastosowanych algorytmów dla obliczeń z wykorzystaniem procesorów kart graficznych GPU.

Efektym finalnym zaimplementowanego modelu hydrodynamicznego będą rozkłady pędowe wyprodukowanych cząstek na hiperpowierzchni wymrażania.

Nowy program wraz z modelem kwantowej dynamiki molekularnej – UrQMD (Ultra relativistic Quantum Molecular Dynamics) może posłużyć jako generator cząstek w symulacjach Monte-Carlo wykonywanych w ramach eksperymentu NA61/SHINE.

Nowy generator zdarzeń będzie podłączony do oprogramowania symulacyjnego MC eksperymentu NA61/SHINE. Oprogramowanie eksperymentu będzie przystosowane do nowego generatora zdarzeń. Otrzymane wyniki będą jedną z wielu ilustracji zastosowań nowo powstałego programu.

Osoba realizująca temat będzie miała możliwość (w zależności od postępów pracy) wyjazdów na spotkania międzynarodowych grup badawczych w celu konsultacji naukowych oraz weryfikacji używanych metod. Możliwa będzie również kontynuacja pracy w ramach studiów doktoranckich.

Do wykonania pracy potrzebna jest znajomość podstaw fizyki jądrowej i cząstek elementarnych. Wymagana jest bardzo dobra umiejętność programowania w językach C, C++, CUDA oraz znajomość języków skryptowych na systemach typu UNIX (Linux). W analizach będzie wykorzystywane środowisko do analizy danych i wizualizacji wyników ROOT, Gnuplot oraz środowiska dedykowane dla eksperymentu SHINE Offline Framework. Praca ma charakter informatyczny.

Zakres zadań do wykonania dla dyplomanta: modelowanie komputerowe, programowanie, metody numeryczne, symulacje

(praca doświadczalna, teoretyczna, modelowanie komputerowe, oprogramowanie eksperymentu, etc.):

Czy przewidywana jest publikacja związana z pracą dyplomową? Tak.

Bibliografia:

1. *Eleuterio F. Toro: "Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics: A Practical Introduction"*
2. *CUDA: http://www.nvidia.com/object/cuda_home_new.html*