

課題名 (タイトル) :

昆虫脳シミュレーションのための NEURON simulator による並列化の実装試行

利用者氏名 : ○石井 信, 加沢 知毅, 宮本 大輔

理研での所属研究室名 :

社会知創成事業 次世代計算科学研究開発プログラム

次世代生命体統合シミュレーション研究推進グループ 脳神経系研究開発チーム

報告内容

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

カイコガの細胞においてはその形態、生理応答はよく知られており、細胞の物性においてはやや知見が乏しい。昆虫は比較的少ない神経細胞をもち、カイコガではフェロモン情報から行動までの情報処理経路はかなり調べられている。その中で我々はフェロモン受容から行動からの実時間シミュレーションを目指しており、現在は行動指令中枢である LAL-VPC 領域の神経回路のシミュレーションを目標とする。これは次世代計算科学研究開発プログラム 脳神経系研究開発チームの仕事として行われる。

2. 具体的な利用内容、計算方法

「京」における昆虫嗅覚運動系全脳シミュレーションプロジェクトのための、開発用環境として用いた。そのために、第一には、神経回路シミュレーションプラットフォームである NEURON (<http://www.neuron.yale.edu/neuron/>) の富士通環境への移植や並列性能測定を行った。また、カイコガ触角葉の試験的なモデルを構築し、シミュレーションを行った。第二には、神経細胞モデル構築の際に必要なパラメータを推定するために、新たに NEURON を用いた Real Coded Genetic Algorithm によるパラメータ推定プログラムを開発し、そのテスト及び並列性能測定を行った。

3. 結果

NEURON の性能測定のため、カイコガ LAL 領域の両側性ニューロン (約 4000 コンパートメント) を約 2 万個並べ、1 ニューロン辺り 1 つのシナプスで接続したベンチマーク用回路を作成した。この回路による、ストロングスケーリングの結果を図 1 に示す。パラメータ推定プログラムでは、事前に作成したシミュレーション結果など、試験的な条件

において、目的とするパラメータを推定できることを確認した。また、その際のストロングスケーリング結果を図 2 に示す。

4. まとめ

NEURON の並列化は、8192 コアまで比較的スケールしており、現状では問題無い。パラメータ推定については、実データへの適用が今後の課題である。

5. 今後の計画・展望

1) カイコガ脳 LAL 領域のシミュレーションをより実験にあつたものに精密・適応させていく。2) 触角葉を対象としたシミュレーションを行う。3) 実験データに対するパラメータ推定を行う

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況 (どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか) や、継続して利用する際に行う具体的な内容
並列性能など実装面では、ほぼ完了したが、モデルの構築がまだ不十分である。今後、パラメータ推定プログラムを活用することで、これらの問題を解決できればと考えている。

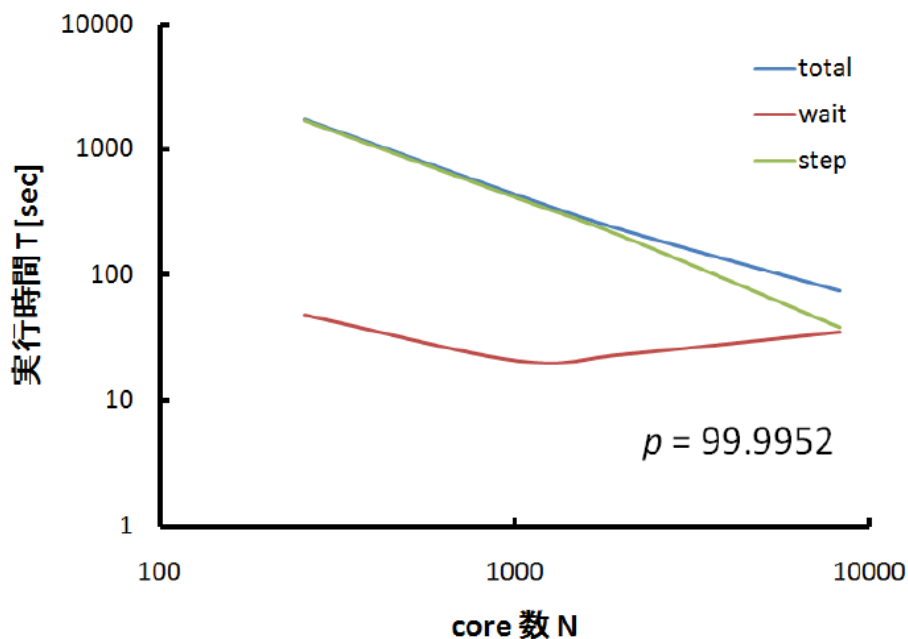


図 1 ベンチマーク回路でのストロングスケーリング

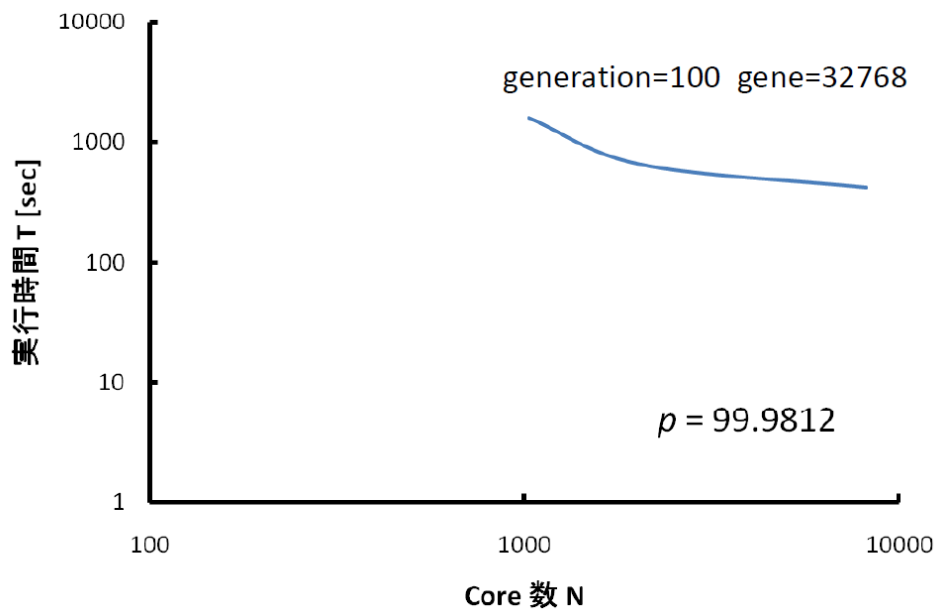


図 2 RGGA によるシミュレーションを用いたパラメータ推定プログラムのストロングスケーリング

平成 23 年度 RICC 利用研究成果リスト

【国際会議などの予稿集、proceeding】

Miyamoto D, Kazawa T, Haupt SS, Sato H, Tabuchi M, Nakatani K, Kanzaki R (2011) “Automatic estimation of neural properties for Hodgkin-Huxley type models” AMAM2011 (Hyogo, Japan; Oct11-14 2011).

Kazawa T, Miyamoto D, Sato Y, Haupt SS, Namiki S, Takashima A, Ikeno H, Nishikawa I, Kanzaki R (2011) “Towards the Whole Brain Simulation of the Insect Olfactory System” ICCPB201 (Nagoya Japan May 31 - June 5, 2011)

【国際会議、学会などでの口頭発表】

加沢知毅 「Insect Olfactory Sytem SIMulation 昆虫嗅覚系全脳シミュレーションに向けて~フェロモン受容から行動まで~」 バイオスーパーコンピューティングサマースクール 2011 (兵庫、9月26-27日)

宮本大輔 加沢知毅 神崎亮平 (2011) 「昆虫全脳リアルタイムシミュレーションに向けたペタフロップスコンピュータでの超並列計算の高速化」電気通信学会 (岡山、2012年3月20~23日)

宮本大輔、佐藤陽平、加沢知毅、Haupt Stephan 周一、並木重宏、神崎亮平、百田直也、池野英利、小林亮太、西川郁子 (2012) IOSSIM (Insect Olfactory System SIMulator) の開発」、文部科学省「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI) の構築」次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発 (ナノ) 次世代生命体統合シミュレーションソフトウェアの研究開発 (ライフ) 公開シンポジウム (神戸、2012年3月4-5日)

加沢知毅、Haupt Stephan 周一、並木重宏、神崎亮平、宮本大輔、田淵理史、百田直也、池野英利、五十嵐吉輝、山岸嘉彦、小野島隆之、小杉展弘、西川郁子(2012) 「IOSSIM によるカイコガ LAL-VPC シミュレーションモデルの作成試行」、文部科学省「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI) の構築」次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発 (ナノ) 次世代生命体統合シミュレーションソフトウェアの研究開発 (ライフ) 公開シンポジウム (神戸、2012年3月4-5日)