

ニューラルネットワークシミュレータの並列化について

3K-7

梶崎 浩嗣, 黒川 恭一

防衛大学校 情報工学教室

1. はじめに

組合せ最適化問題の解法としてニューラルネットワークを用いた並列解法が多数提案されている。ニューラルネットワークの持つ並列性を生かすためには、ハードウェア化が必要である。しかし、ハードウェア化する前の動作検証にソフトウェアシミュレータは、必要不可欠である。我々は、このソフトウェアシミュレータの高速化及び並列化のために、仮想並列計算機 (Parallel Virtual Machine) [1] によるマスタスレーブモデル並列シミュレータを提案した [2]。現在までに、 6×6 兵器割当て問題用並列シミュレータを試作し、その動作を確認するとともに評価を進めている。評価項目としては、

1. シミュレーションの実行時間
 - (a) 計算実行時間
 - (b) メッセージ通信時間
2. 問題規模の拡張性
- ⋮

等について行っている。

本稿では、提案したモデルのメッセージ通信の特徴とその評価方法について述べる。提案した並列シミュレータのマスタとスレーブ間のメッセージ送受信には、可変長送信バッファを用いる。ニューラルネットワークが収束するに従って、状態変化するニューロン数が減少するというニューラルネットワークの特性を利用して、状態の変化したニューロンの情報のみをマスタとスレーブ間で送受信するという通信方式を実現させる可変長送信バッファの採用により、マスタとスレーブ間のメッセージ長の軽減を図り、メッセージパッシング方式にて最もボトルネックとなる、ホスト及びプロセス間の通信時間の短縮を目的としている。

2. ニューラル表現と並列アルゴリズム

バイナリニューラルネットワークを用いた兵器割当て問題の解法では、図 1 に示す 2 次元状に配置したバイナリニューロンを用いる。図中の各マスがニューロンを表し、発火している状態を黒マスで示している。各ニューロンの動作及びニューロン間のシナプス結合は、動作式により表現されている [3]。

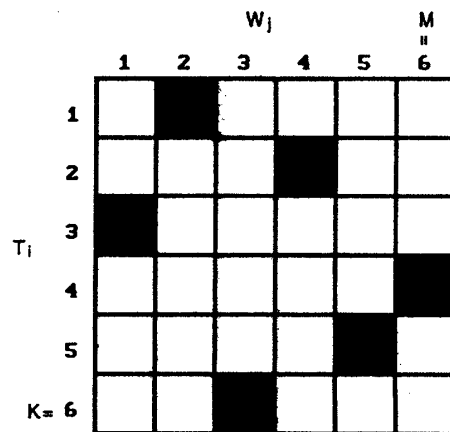


図 1: 兵器割当て問題のニューラル表現
これらのニューラルネットワーク用の並列アルゴリズムを以下に示す。

- [step 0] $t = 0$
 - [step 1] ニューロンの内部状態 $U_{ij}(t)$ と出力 $V_{ij}(t)$ を初期化
 - [step 2] 動作式により $\Delta U_{ij}(t)$ を計算
 - [step 3] $U_{ij}(t+1) = U_{ij}(t) + \Delta U_{ij}(t)$
 - [step 4] ニューロンの出力 $V_{ij}(t)$ を決定
 - [step 5] t を 1 増す。停止条件を満たせば終了。
- そうでなければ [step 2] へ

この並列アルゴリズムの中で、並列動作する部分は [step 1,2,3,4] である。

3. マスタスレーブモデル

文献 [2] にて提案したマスタスレーブモデルを図 2 に示す。提案したモデルでは、各ニューロンの内部状態変化量の計算を図 3 に示すように、各スレーブに分割する。各スレーブは担当するニューロンのみの内部

状態の計算とニューロン出力の計算を行う。計算結果は、出力が変化したニューロンのニューロン番号のみをマスタへ送信する。

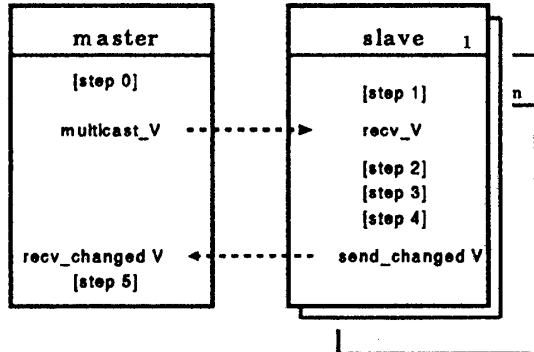


図 2: マスタスレーブモデル

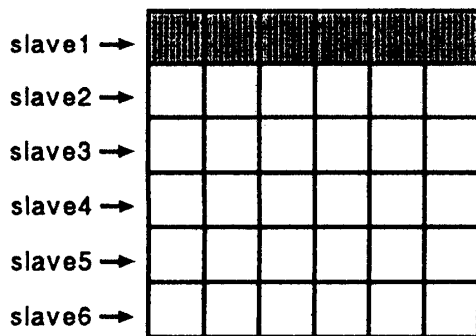


図 3: 分割方法

4. 可変長送信バッファ

マスタとスレーブ間の送受信に用いるメッセージフォーマットを図 4 に示す。図中 send_num は、それ以降に送信するニューロン番号 (図中 ID) の個数を示している。slave_num は、各スレーブの番号を表し、デバッグ時にマスタがどのスレーブから送信されたメッセージかを識別する時に用いる。

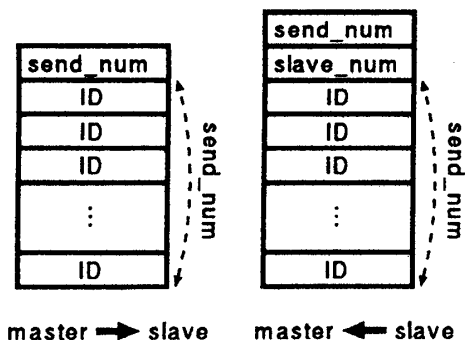


図 4: メッセージフォーマット

この可変長送信バッファの評価では、バッファ長を固定した時と可変にした時のシミュレーション時間の測定を行う。比較した結果を表 1 に示す。

表 1: 時間測定結果

	User time [msec]	System time [msec]
並列シミュレータ		
固定長バッファ	40.028	101.654
可変長バッファ	37.589	100.103
逐次シミュレータ		
固定長バッファ	8.622	0.000

並列シミュレータ及び逐次シミュレータの処理時間は、1000 試行シミュレーションを行った結果の平均値である。最適解を得るまでの平均繰り返し数は、45 イタレーションであった。バッファ長を可変にした場合、バッファ長を固定した場合に比較して、シミュレーション時間を短縮することができた。しかし、今回時間測定した 6×6 兵器割当て問題においては、逐次シミュレータより高速化が図れなかった。これは、計算時間に比較して通信時間の方がはるかに長かったためと考えられる。今後、更に問題規模を拡大した場合の評価を進める必要がある。

5. まとめ

本稿では、すでに提案した並列シミュレータのマスタスレーブ間のメッセージ送受信に用いた可変長送信バッファの概要を述べ、その評価を示した。

参考文献

- [1] GEIST, G. A., BEGUELIN, A. L., DONGARRA, J. J., JIANG, W., MANCHEK, R. J. and SUNDERAM, V. S. : *PVM: Parallel Virtual Machine — A Users Guide and Tutorial for Network Parallel Computing.*, MIT Press (1994).
- [2] 梶崎浩嗣, 黒川恭一: ニューラルネットワークの並列シミュレータについて, 情報マルチメディア通信と分散処理研究会, 95-DPS-71-1, pp.1-5 (July 1995).
- [3] 土村, 黒川, 趙, 武藤: ニューラルネットワークによる兵器割当て問題の並列解法, 信学論 (D-I), J75-D-I, pp.410-418 (July 1992).