

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 ペットブラッコ ワスワット

Wasuwat Petprakob 君は、災害発生後に被災した道路ネットワークを前提とし、ネットワークの復旧の状況も考慮しながら、広域の自動車交通を管理するために交通状況の準最適解を数日間で見つけるシステムを開発するために、高性能計算（High Performance Computing, (HPC)）を適用する必要性が高いことを指摘している。文献調査から、現時点でのシステムは、準最適解を見つけるには数か月かかることが推測されている。現状のシステムの性能と必要とされるシステムの性能の差は、HPC を利用するプログラム開発の必要性を端的に示している。数日で準最適解を見つけるシステムとすることが主要目標である。さらに、ミクロ交通のシミュレーションを改善するために、エージェントを利用した交通シミュレータを前提に、信号制御のない交差点での交通流を計算可能とする計算負荷の小さいより適切なモデル化も必要としている。

主要目的を達成するために、Wasuwat Petprakob 君は、交通シミュレータ FastDUE に MPI に基づく分散メモリ並列化の拡張を施した。FastDUE は神戸大学井料教授が開発した、交通利用者の均衡を基に交通状況の準最適解をシリアル計算で見つけるプログラムである。具体的な拡張として、グラフを使って道路ネットワークを分割し、複数の MPI プロセッサにロードバランスを取った計算を割り振り、FastDUE のアルゴリズムを改良して MPI を使う並列処理が容易となるようにし、通信過程は計算過程に隠ぺいすることで、計算性能の向上を阻害する要因を除いた。さらに、道路ネットワークの新しいリンク更新の手順を考案し、FastDUE で必要とされる繰り返し計算の回数を大幅に削減することに成功した。この結果、計算時間は 40%程度、短縮された。このリンク更新手順は、任意のグラフに適用可能で、リンク通信の同期に必要な時間を削減することができる。並列計算となった FastDUE では時刻同期を取ることが計算性能の阻害要因となる。このため、時間ステップ駆動型の時刻同期アルゴリズムを考案し、計算性能とスケーラビリティを向上することで、所与の計算環境での計算時間の予測がより正確になった。

Wasuwat Petprakob 君はミクロ交通のシミュレーションの改善も実施した。津波発生時のミクロ交通シミュレーションを念頭に、信号制御のない交差点での自動車の動きのモデル化を行った。自動車を模擬したエージェントを使い、交差点のエンバイロメントのより適切なモデル構築を行い、計算負荷の小さい動きのモデル化を行った。このモデル化は、実際に観察された自動車の軌跡と速度変化を再現することが確認され、この結果、信号制御のない交差点での自動車間の相互干渉を考慮したミクロ交通

シミュレーションが可能となった。さらに、自動車と歩行者の相互干渉の考慮もできるよう、拡張を施した。

審査状況

審査委員は全員、Petprakob Wasuwat 君の博士論文が、実用上、十分な意義を持つことを了解した。HPC の利用に向けた各種モジュールの開発と実装も評価され、開発された交通シミュレータは十分なレベルにあることも結論された。審査に際しての主要なコメントと意見は下記の通りである。

HPC を利用できる FastDUE の潜在的利用者は地方自治体の復旧担当者と考えられる。災害時に広域の交通制御を行う際、適切な予測に基づく最適解を短時間で提供する FastDUE は重要なツールである。この実用性を示すような実証的研究を行う必要があることが指摘された。FastDUE の改良も重要であり、適切な並列計算の導入により、計算時間を劇的に短縮したことは高く評価されるべきである。特に、交通シミュレーションの中で、FastDUE の計算性能は世界的にもトップレベルと考えられる。

計算時間の短縮に関する性能向上に関しては、より効果的な比較をする必要があることが指摘された。設定された問題に応じて計算時間の短縮が異なる可能性があるためである。一方、「京」コンピュータのような大型並列計算機を利用する場合（本論文では実際に「京」コンピュータが利用されている）、メモリの制限があるため、設定される問題は大規模にならざるを得ないことも指摘された。計算時間の短縮は大規模問題になるほど、顕著であることも指摘された。

ミクロ交通シミュレーションに関しては、より効果的な交差点での交通モデルとするため、交通流速度履歴も使うとより滑らかな交通流になるという指摘がされた。この点は合意され、将来のプログラム改良点の候補とされた。また、Dijkstra のアルゴリズムの代わりに A*アルゴリズムを使う改良点も指摘された。これも将来のプログラム改良点の候補とされた。一方、アルゴリズムの改良に関して、計算時間の算定ができるスケーラビリティの確保が重要であることが説明された。時刻同期に関して行われた時間ステップ駆動型のアルゴリズムはその好例であることが指摘された。

Petprakob Wasuwat 君の博士論文は、計算工学・交通工学の点から十分高いレベルにあることが確認された。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。