1996年　2月　27日

専攻	システム情報工学	学籍番号	893731	指導教官氏名	増山 繁
					中川 聖一
申請者氏名	中山 慎一				

論　文　要　旨

論文題目	並列グラフアルゴリズムに関する研究

（要旨 和文 1,200 字程度）　　（1）

計算機科学，および，その応用のあらゆる分野で並列計算機は急速に利用されつつある．解こうとする問題をより小さい部分問題に分割し，各部分問題は同時に異なるプロセッサで解くことにより，問題を解く時間を格段に短くすることができる．ところが，並列計算機を活用するには，従来の逐次型のアルゴリズムとは異なる発想に基づく並列アルゴリズムを開発する必要がある．大規模かつ複雑な構造をもち，そのため，解くのに多量の計算時間を必要とするものが多いグラフ理論，及び，オペレーションズ・リサーチの分野においても，効率の良い並列アルゴリズムの研究の重要性が高まってきている．

そこで，本論文ではアルゴリズム設計において実用上重要ではあるが，一般のグラフに対しNP 完全な問題 (具体的には最長経路問題，施設配置問題に関連したセンタリング問題，最小重み連結支配集合問題)，又は，今までに知られている並列アルゴリズムでは非常に多くのプロセッサ数を必要とする問題 (具体的には最短経路問題，平面グラフ上での最大流量問題) に対し，グラフを外平面グラフや台形グラフ，および，2重連結グラフにそれぞれ制限し，その上での効率の良い並列アルゴリズムを開発した．また，いくつかの問題に対しては，グラフのクラスを制限することによりクラス NC (効率の良い並列アルゴリズムが存在する，すなわち，多項式個のプロセッサを用いて log の多項式時間で解ける問題のクラス) に属するということを明らかにした．本論文の概要をまとめると以下の通りである．

第2章から第4章にかけて，平面グラフの部分クラスである外平面グラフに注目し，代表的なグラフ・ネットワーク問題 (最短経路問題，最長経路問題，最大流量問題) を解く効率の良い並列アルゴリズムについて述べている．

まず第2章では，外平面グラフ上において，最短経路問題 (始点，終点間の単純な路でその上の辺の距離の総和が最小のものを求める問題) を並列計算機モデル CRCW PRAM 上で，$O(n \log\log n / \log n)$ 個のプロセッサを用いて $O(\log n)$ 時間で解く並列アルゴリズムについ

申請者氏名	中山 慎一

て述べている．

第 3 章では, 外平面グラフ上において, 最長経路問題 (始点, 終点間の単純な路でその上の辺の距離の総和が最大のものを求める問題) を並列計算機モデル CREW PRAM 上で, $O(M(n))$ 個のプロセッサを用いて $O(\log^2 n)$ 時間で解く並列アルゴリズムについて述べている．(ただし, n はグラフ G の節点の個数, $M(n)$ は 2 つの $n \times n$ 行列の積を $O(\log n)$ 時間で実行するのに必要なプロセッサ数で, $M(n) = O(n^{2.376})$ でできることが知られている．)

第 4 章では, 外平面グラフ上において, 最大流量問題 (始点から終点へ「もの」を流すとき, 始点, 終点間の流れの中でその流量の値が最大のものを求める問題) を CRCW PRAM 上で, $O(n^2/\log n)$ 個のプロセッサを用いて $O(\log n)$ 時間で解く並列アルゴリズムについて述べている．

第 5 章と第 6 章に関しては, 施設配置に関する問題を解く並列アルゴリズムについて述べている．

第 5 章では, 台形グラフ上における最小重み連結支配集合を CREW PRAM 上で, $O(n^3)$ 個のプロセッサを用いて $O(\log^2 n)$ 時間で求める並列アルゴリズムについて述べている．(最小重み連結支配集合とは, 以下のように定義される．節点集合 V, 辺集合 E からなるグラフ $G = (V, E)$ 上で部分節点集合を D とすると, 全ての節点 $u \in V - D$ において, 他方の端点が $v \in D$ である辺 $(u, v) \in E$ が存在し, かつ, D の節点集合により誘導された部分グラフが連結部分グラフの場合, D を連結支配集合という．全ての連結支配集合において, 節点に付された重みの総和が最小の連結支配集合を最小重み連結支配集合という．)

第 6 章では, 分散システムにおけるある種のサービス施設の配置問題などに適用できる, "2 連結グラフ上の与えられた節点を中心とする全域木を構成する問題" に対し, CREW PRAM 上で, $O(M(n))$ 個のプロセッサを用いて $O(\log^2 n)$ 時間で解く並列アルゴリズムについて述べている．

なお, 第 7 章では, 本研究の結論と今後の展望について述べている．