

氏名(国籍)	う 鳥	うん 云(中国)
学位の種類	博士(工学)	
学位記番号	博甲第3690号	
学位授与年月日	平成17年3月25日	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当	
審査研究科	システム情報工学研究科	
学位論文題目	ルール変化型セルオートマトンにおける状態遷移ルールの進化的設計方式	

主査	筑波大学教授	工学博士	西原清一
副査	筑波大学教授	理学博士	北川博之
副査	筑波大学教授	博士(工学)	安永守利
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	山本幹雄
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	狩野均

論文の内容の要旨

セルオートマトンをベースとした超並列コンピュータ(セルコンピュータ)は、①個々のCPUユニットが単純である、②従来にない膨大なCPU数の超並列計算が可能である、③CPU間の結合が局所的であり、通信のオーバーヘッドが無視できる、という特徴があり、充足可能性問題、画像処理などへの応用が検討されている。しかし、要求されたタスクを実行するためのセルオートマトンの状態遷移規則の設計が困難であるため、セルオートマトンの応用が大きく制限されている。

このため、Sipper等は、1組のルールを用いたセルコンピュータに関して詳細に報告しているが、プログラミング方法に関しては提案していない。Mitchell等は、1次元セルオートマトンのルールを遺伝的アルゴリズムにより進化的に獲得させるという研究を詳細に行っているが、多数組みのルールについては検討していない。Capcarrere等は、最小規模のセルオートマトンに対して、2組のルールを組み合わせることで処理能力が向上することを示した。以上のように多数の研究が行われているが、複数のルールを用いたセルオートマトンの検討は行われていない。

本研究では遺伝的アルゴリズムを用いてセルオートマトンの状態遷移ルールを自動設計するための基礎検討を実施した。従来のセルオートマトンでは、目的の問題を解くために1組の状態遷移ルールが適用されている。これに対して本研究では、問題を多数の部分問題に自動分割してそれぞれの部分問題ごとに1セットのルールを自動設計する方式を提案した。本手法の有効性を確認するため、密度分類問題、同期問題、人工社会の生成問題に本手法を適用した。その結果、従来のセルオートマトンと比べ、本手法の方が問題解決能力に優れていることを実験により確認した。また、実際に獲得した状態遷移ルールを詳細に分析した結果、複数の単純なルールが協力することによって複雑な問題を解いていることを確認した。また、人工社会の生成問題では、従来手法では困難であったルールの獲得が可能になり、応用上重要な社会現象が解析できるようになった。

審査の結果の要旨

最近の情報化社会の到来に伴い、複雑なシステムを設計する手法として、セルコンピュータ上の創発計算が注目されている。しかし、従来のセルコンピュータは処理能力が低く、応用分野が限られていた。本論文では、この原因が複雑な単一の状態遷移ルールを用いているところにあることに着目し、簡単な複数のルールを組み合わせる枠組みと、それらのルールを自動獲得するためのアルゴリズムを提案した。これにより、セルオートマトンの処理能力が向上し、現状では手に負えない複雑なシステムの自動設計が可能になる見通しが得られたことに意義がある。また、基本問題に対して詳細な解析を行った後に、人工社会の生成問題という具体的な応用例を提示し、本手法の有効性を実験的に示したことは高く評価できる。本手法は、通常コンピュータ上でプログラムされている。今後は、ハードウェア化によるセルコンピュータの実現と、画像認識分野への応用が期待される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。