

Particle Swarm Optimization と 情報知能産業システム

情報知能システムとその産業応用調査専門委員会編

目次		目次	
本編		その他の情報知能システム技術	
1. はじめに	3	(1) PSO の収束特性と大域的探索能力の調査	16
2. Particle Swarm Optimization (PSO) の最新動向	4	(2) メタヒューリスティック手法の理論展開	16
2.1 PSO の数値的安定解析と応用	4	(3) 社会的交渉ベースの最適化アルゴリズム	28
2.2 階層構造を考慮した PSO	10	(4) 非ネットワーク型免疫システムにおける PSO を用いた自律抗体獲得手法	28
2.3 PSO を用いた制約条件付き問題の解法	17	(5) 多点探索型最適化と行動制御知能の 効率的構成	35
2.4 PSO を用いたブロック構造 パルスニューラルネットワークの学習	23	(6) 逐次近似最適化のススメ	35
2.5 PSO に基づく群強化学習	29	(7) 環境問題に対する情報知能システムの適用	50
3. 情報知能産業システム	39	(8) NGnet を用いた強化学習による ロボットの行動獲得	50
3.1 ϵ 制約 Differential Evolution による エネルギープラント最適運用	39	(9) ハイブリッドモデルによる品質推定	62
3.2 効果的な対話活動を支援するための 情報知能システム	44		
3.3 上水道運用支援システムへの応用	51		
3.4 安定性の高い特徴量を用いたサポートベ クトルマシンの水道管漏水検知への応用	56		
4. おわりに	65		

情報知能システムとその産業応用調査専門委員会委員

委員長	飯間 等 (京都工芸繊維大学)	協力者	田村健一 (首都大学東京)
幹事	岡本 卓 (千葉大学)		木下聡子 (大阪府立大学)
	片田喜章 (摂南大学)		杉野弘和 (慶應義塾大学)
幹事補佐	元木 誠 (関東学院大学)		上野晃彦 (慶應義塾大学)
委員	相吉英太郎 (慶應義塾大学)		井口翔太 (千葉大学)
	安部恵介 (九州産業大学)		黒江康明 (京都工芸繊維大学)
	石亀篤司 (大阪府立大学)		鈴木亮平 (富士電機システムズ)
	貝原俊也 (神戸大学)		北川慎治 (富士電機システムズ)
	河野幸弘 (I H I)		永瀬孝洋 (松江工業高等専門学校)
	北山哲士 (金沢大学)		上野洋平 (三菱電機)
	小坪成一 (千葉大学)		近藤智佳子 (I H I)
	小林容子 (テプコシステムズ)		三田 彰 (慶應義塾大学)
	坂本義行 (東 芝)		仲矢 実 (横河電機)
	鈴木昌和 (東海大学)		
	染谷博司 (統計数理研究所)		
	星 義克 (東京都市大学)		
	堀内 匡 (松江工業高等専門学校)		
	増田和明 (神奈川大学)		
	松井哲郎 (富士電機ホールディングス)		
	宮崎道雄 (関東学院大学)		
	村上讓司 (横河電機)		
	森 一之 (三菱電機)		
	安田恵一郎 (首都大学東京)		

1. はじめに

システム工学は、電気はもちろんのこと、情報、機械、化学、社会、経済といったありとあらゆる分野で用いられる基盤技術である。しかし、システムの大規模化、複雑化とともに、従来の方法でシステムを最適に設計することが大変困難なものとなってきており、従来法とは全く異なる新しいシステム設計方法の開発が急務となっている。近年、進化、学習、適応、創発といった要素技術を導入することで知能的に最適大規模・複雑システムを設計しようとする方法が注目を集めている。これらの方法には、群知能、生物の進化、免疫機能などにヒントを得たメタヒューリスティクスと呼ばれる最適化法、生物の脳にヒントを得たニューラルネットワークや強化学習などの機械学習法、ファジィ、カオスなどがあり、本技術報告ではこれらのアルゴリズムを情報知能的アルゴリズムと呼ぶことにする。また、情報知能的アルゴリズムを用いて設計されるシステムを情報知能システムと呼ぶ。

これまでの情報知能システムに関する研究はアルゴリズムの開発と簡単な応用例が中心に行われており、国内外の会議などを通して多くの成果が得られている。一方、アルゴリズムの理論的解明や産業界での応用に耐えうる高次のアルゴリズムの開発に関しては、一定の成果はあるもののまだまだ研究・開発の余地が残されている。今後産業界で情報知能システムを活用していくためには、基本アルゴリズム、理論、産業応用の各段階の研究成果をさらに発展させるとともに、これらを有機的に結びつける必要がある。これより、情報知能システムの現状とその産業応用に関する系統的調査研究を行い、その成果を広く公表することは、時宜を得た重要なこととなっている。

本技術報告は「情報知能システムとその産業応用調査専門委員会」の調査研究活動を取りまとめたものである。本調査専門委員会は大学、公的研究機関、企業などに所属する研究者・技術者が一堂に会し、近年急速に発展しつつある情報知能システムの最新動向とその産業応用を重点的に調査し、その成果を広く公表することを通じて、情報知能システムの産業応用に関する今後の発展に寄与することを目的として設置された。本調査専門委員会は23名の委員から構成され、以下の調査項目を主要な検討課題としている。

(1) 情報知能的アルゴリズムの最新動向の調査

Particle Swarm Optimization (PSO)、遺伝的アルゴリズム、アントコロニー最適化法、免疫システム、タブー探索法、模擬アニーリング、強化学習、ニューラルネットワーク、カオス、ファジィなどの最適化法・機械学習法を中心とした情報知能的アルゴリズムの最新動向を調査する。

(2) 情報知能的アルゴリズムの特徴の整理

(1)の各方法は互いに関連した特徴を有している。そこで、各方法を系統的に分類・整理し、方法の特徴や適用限

界などを明らかにする。

(3) 情報知能システムの産業分野への適用事例の調査と整理

国内外における産業分野への情報知能システムの適用事例を調査し、系統的にとりまとめる。

(4) 情報知能システムの産業応用に関する今後の展望と課題

(1), (2), (3)の調査結果を踏まえて、情報知能システムの産業応用に関する今後の展望と課題をまとめる。

「情報知能システムとその産業応用調査専門委員会」は、平成21年1月から平成22年12月までの2年間におよび活動期間中に、12回の委員会を開催する中で20件の研究事例紹介を行い、2回の研究会を開催して33編の研究論文が発表され、6講演からなる全国大会シンポジウムを開催するなどの活動を行った。これらの活動を通し、情報知能システムの最新情報とその産業応用の現状を調査してきた。

本技術報告は「情報知能システムとその産業応用調査専門委員会」の2年間にわたる調査研究活動を取りまとめているが、その調査項目は多岐に渡っており、技術報告の紙幅の都合上、全ての内容を詳細にまとめることは叶わなかった。具体的には、本技術報告で比較的詳細にまとめる報告は「Particle Swarm Optimization (PSO)の最新動向」と「情報知能産業システム」に限定させていただいた。

PSOは遺伝的アルゴリズムと同様に複数の探索点を用いる多点探索最適化法で、特に近年は国内外で活発に研究が進められており、発表される研究論文の数も増加の傾向にある。しかしながら、PSOそのものやPSOの最近の成果をまとめて勉強しようと考えても、適当な文献が見あたらないのが現状である。そこで、本技術報告の第2章ではPSOの最新動向として5編の内容をまとめている。

情報知能的アルゴリズムは現実の問題を解決するために提案されているものであるが、産業界で解決したい実際の問題への適用例はあまり報告されていない。そこで、第3章では種々の情報知能的アルゴリズムを駆使した4編の産業応用例をまとめている。

すでに述べたように、比較的詳細にまとめる報告はPSOと情報知能産業システムに限定させていただいた。しかし、「情報知能システムとその産業応用調査専門委員会」ではPSOや情報知能システムに関する他の内容も幅広く調査している。そこで、節と節の間に、「その他の情報知能システム技術」として、これらの内容を簡単にまとめることとした。これらの内容の詳細は各項で示されている参考文献を参照されたい。