

情報社会における問題解決 —計画問題を中心として—

安部 恵介
Keisuke ABE

九州産業大学 情報科学部 社会情報システム学科
Faculty of Information Science, Kyushu Sangyo University
abe@is.kyusan-u.ac.jp, <http://www.is.kyusan-u.ac.jp/~abe/>

1. はじめに

計算機を中心とした情報技術の進展はめざましく、社会や産業の様々な分野で多大な発展をもたらしました。自動化により生産性が飛躍的に向上するとともに、より高度な機能をもった製品を生み出し、我々の生活をますます豊かに、便利にしてきました。

一方このような情報化の進展により、社会や産業の構造はますます大規模・複雑化してきており、これを適切に管理・運用していくことが重要な課題となってきています。また産業分野では、多様化する価値観の中、企業は従来のような大量生産ではなく、高付加価値の製品の多品種少量生産を要求され、しかも激しい国際競争の中、これらの製品を低価格でタイムリーに提供することが求められています。

すなわち、これまで機械化・自動化により人間の労働を支援することにより、生産性を飛躍的に向上してきましたが、今後の情報社会では、多様な要求に適切に対応する問題解決の能力が重要となってきています。これは人間の知的能力に対応するものであり、これまでそれぞれの分野で経験や勘に基づいて対応されてきました。しかし、情報化の進展に伴い、ますます大規模・複雑化する問題に適切に対応することは、すでに人間の能力の限界を超えてきており、計算機を中心とした情報技術によりこれらの問題解決においても人間を有効に支援することが望まれています。

問題解決といっても計算機自体には物を考える能力がないことは言うまでもありません。計算機はそれ自体単なる機械ですから、人間によって(具体的にはプログラミングによって)知的能力を実現する必要があります。機械に知的能力あるいは知能を持たせることは人類の永遠の夢であり、人工知能として長年研究されてきましたが、その実現は容易ではありません。

中でも計画問題は最も困難な問題の一つであり、実用的にも重要な問題です。そこで、本稿では計画問題を中心として、情報社会における問題解決の一端について紹介したいと思います。現実の問題には万能の解法が存在

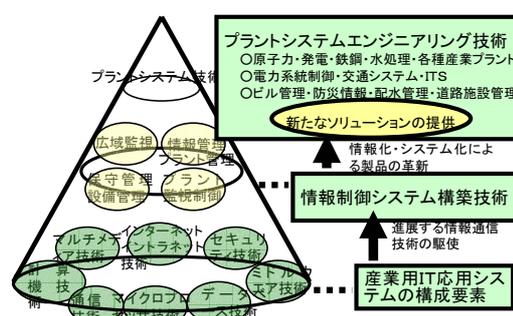


図1 情報技術の産業応用

する訳ではなく、個々の問題に応じて様々な工夫により対応されているのが実情です。

まず、情報社会における問題解決の概要を述べ、これらの基礎となる計画手法について解説し、最後に具体的な適用事例を紹介したいと思います。

2. 問題解決

情報技術は多岐に亘り、したがって情報社会における問題解決といっても、その概念は広い。図1は産業分野における情報技術の応用について示したものです[1]。計算機・通信・インターネット、マルチメディア、セキュリティといった高度な情報技術を用いて情報システム製品を革新するとともに、これらを種々の産業分野に応用していきます。

ここでいう問題解決とは図1のシステムエンジニアリング技術に対応したものであり、交通、電力、生産、物流といった産業分野における種々のニーズに対応するものです。

中でもシステムを最適に設計・計画・運用する問題は最も困難かつ重要な問題であり、情報技術による解決が求められています。情報化の進展に伴い、社会や産業の様々な分野で情報の統合化、リアルタイム化が進んでいます。これにより、従来複数の部門に分割されていた業務が統合され、全体としての最適化が求められるように

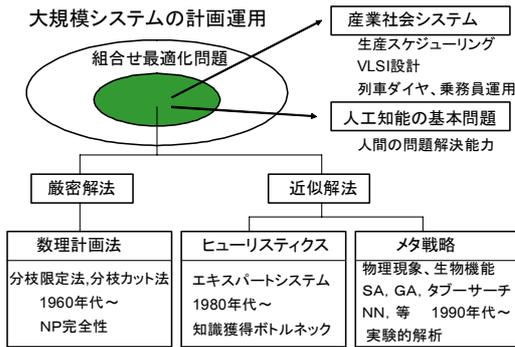


図2 大規模組合せ最適化問題の解法

なっています。さらには異なる企業や組織にまたがる、より大規模で複雑な問題にも対処していく必要があります。

このように大量で複雑な情報を短時間あるいはリアルタイムに処理することはもはや人間の能力の限界を超えており、情報技術による有効な問題解決が望まれています。そのための基盤となる技術が最適化あるいはより広い意味での計画手法です。そこで、以下では大規模複雑システムの計画手法の概要について説明します。

3. 計画手法

産業・社会分野における実問題は一般に大規模複雑システムになります。大規模複雑システムの計画問題に対するアプローチとして、主として以下のようなものがあげられます。

- (1) 数理計画法
- (2) ヒューリスティック手法
- (3) メタ戦略
- (4) シミュレーション

図2に基本となる大規模組合せ最適化問題の解法を示します。数理計画法は一般の計画問題に対する最もポピュラーで強力な手法ですが、大規模組合せ問題への適用は、計算時間が多大となり実用上困難な場合が多い。そのためヒューリスティックアプローチが適用されるが、有効な知識獲得の困難性、問題領域に依存し体系的構成が困難なため、整合性や探索の完全性の問題があります。

近年、メタ戦略とよばれる新しいヒューリスティックアプローチが提案され、解空間の効率的探索における有効性が期待されています。一方、大規模複雑システムでは対象のモデル化が重要となります。一般に解の生成・評価に相当な計算量を要する場合が多く、これらの効率化が重要です。

シミュレーションは大規模複雑システムの計画問題を支援する最も実用的でポピュラーなツールですが、シミュレーションそのものには計画作成機能はなく、したがって、解空間の探索過程においていかにシミュレーションを利用するかが重要となります。

これまでも、これらの手法を組み合わせているような問題に適用してきましたが、最近ではメタ戦略(メタヒューリスティクスともいいます)を中心として、実問題に対する効率的な手法を開発しています。この場合も個々の問題の特徴や構造を取り入れて解法を工夫することが重要です。

メタヒューリスティクスの一般的枠組は基本的に以下の要因で構成されます。

- (1) 近傍の構成 (2) 解の移動 (3) 解の評価

メタヒューリスティクスは一般に近傍探索を基本とし、問題構造に応じて近傍を適切に設計することが重要です。また解の移動方法により種々のメタヒューリスティクス(タブーサーチ、遺伝アルゴリズム、アニーリング等)が構成されます。さらに解の評価により、計算の簡略化、制約条件の緩和、解空間の探索制御が実現され、これらは解法を効率化する上で本質的に重要な要因となります。

上記の要因を問題の特徴や構造に応じて適切に設計することにより効率的な解法が可能となります。そのためには実問題での検討が必要であり、種々の問題に適用・評価することにより、実用的な解法を構成するとともに、これらを一般化することにより、効率的な組合せ最適化手法を構築していきたいと思ます。

4. 適用事例

産業システムにおける組合せ問題は図3に示すように3段階に分けて考えることができます[2]。

市場・環境の要請に対応してシステムを新たに構築する設計問題、需要に対応したシステムの効率的な運用を行うための計画問題、計画に基づき種々変動する状況の中で実際にシステムを稼働させる運用問題です。

例えば、新たに鉄道の路線や発電所あるいは工場等を建設する設計問題は、以降のシステムの基本的な能力を規定する最も重要な問題ですが、種々の多様な要因を総合的に判断する必要があり、最も難しい問題とも言えます。これは基本的には人間の判断に委ねることになり、計算機は主としてシミュレーションにより意思決定を支援します。

これらのシステムを需要に応じて適切かつ効率的に計画・運用する問題は一般に最適化問題となり、種々の計

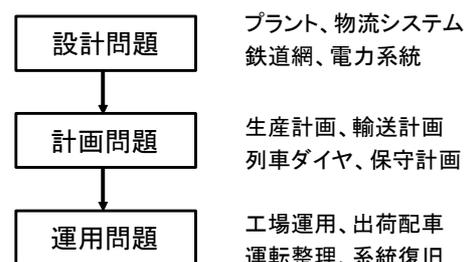


図3 産業システムにおける組合せ問題

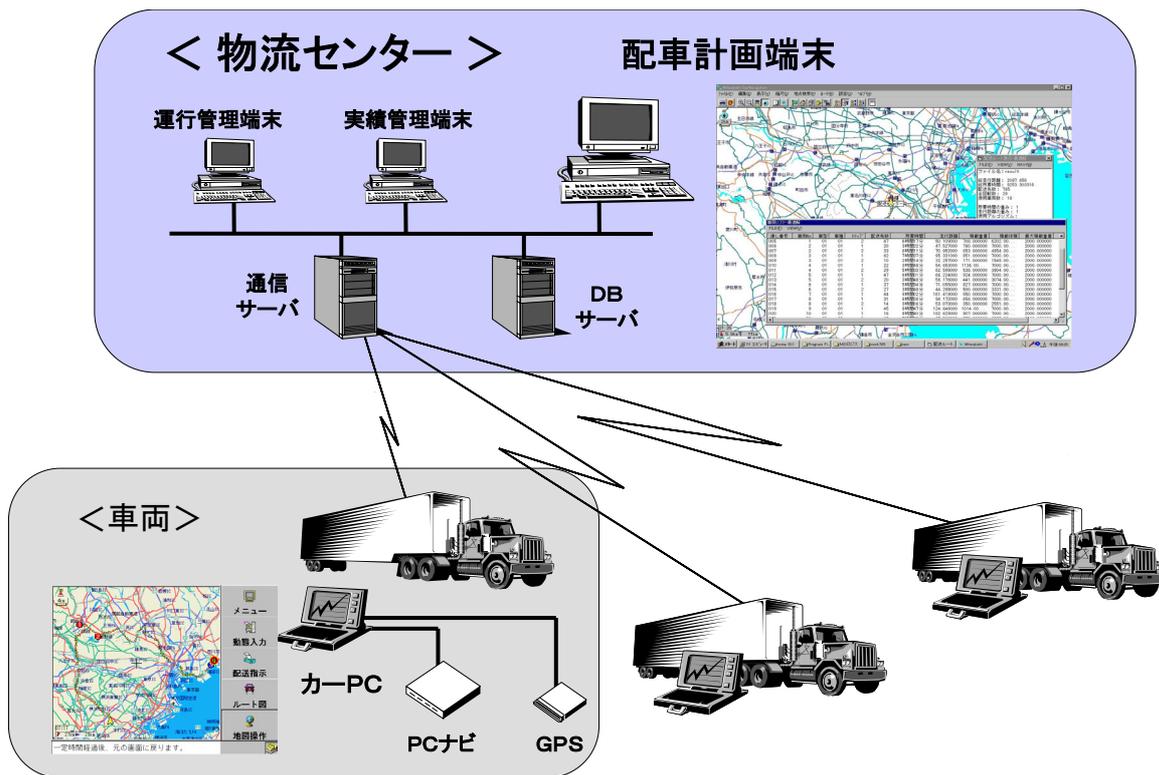


図4 物流情報システムの構成

画手法を適用することが出来ます。図3に示すように、これまでに鉄道、生産、物流等様々な情報システムに関わってきましたが、最近では、物流情報システムにおける配送計画システムの開発を行っています。

近年、GPS、地図情報システム、ナビゲーションシステム等の発達により、車両の運行状況の正確な把握、車両への適切な配送情報の提供等、車両運行管理システム開発が進められています。これに伴い、輸送コストの削減、配送の効率化を実現する配送計画システムが重要となってきました。運行管理側で収集された実績に基づき、正確な走行・作業時間データを用いた計画の作成が可能となり、また経験の浅い運転手にもナビゲーション機能による経路誘導が可能となり、効率的な配送計画の実現による実用的効果が期待されています(図4)。

配送計画はその部分問題として巡回セールスマン問題を含んでいます。巡回セールスマン問題自体がNP完全と呼ばれる難しい問題(最適解を求めるためには、本質的に指数オーダーの計算量を必要とするとされる)であり、これを含む配送計画問題はさらに複雑な組合せ問題となります。

そこで、メタヒューリスティクス的一种であるタブーサーチを用いた効率的な配送計画システムを開発しました。現在、種々の実際の物流システムへの適用を検討しています。本問題は対象システムにより、特徴や条件が異なり、これらに適切に対応することが重要となります。またアルゴリズム自体も改良することにより、一層の効率化を図ることも重要な課題です。

5. おわりに

情報社会における問題解決として、計画問題を中心に説明しました。与えられた問題を解決することは勿論重要ですが、実際には何が問題であるかを考えることの方がさらに難しく重要であるともいえます。進展する情報技術を我々の社会や生活にいかに関与させるかが最も重要な問題といえます。このような視点に立ち、今後さらに新たな問題の設定とその解決に取り組んでいきたいと思えます。

◇ 参考文献 ◇

- [1] 産業用インフォメーションテクノロジー応用システムの現状と展望. 三菱電機技報, Vol.74, No.2 (2000).
- [2] 安部、他. 産業システムにおける組合せ最適化技術の現状と課題. 第10回 RAMP 数理計画法シンポジウム論文集 (1998).