

# SLN *SOFTIC LAW NEWS*

(財)ソフトウェア情報センター

発行 専務理事 金井 二郎  
編集 調査研究室長 石原 壽夫

No. 6 1988-8-15

○線形計画法における新解法, AT&Tが特許化 ..... 1

**SOFTIC**

(財)ソフトウェア情報センター

〒105 東京都港区虎ノ門5-1-4 東都ビル  
TEL(03)437-3071 FAX(03)437-3398

©(財)ソフトウェア情報センター  
1988  
本誌記事の無断転載を禁じます。

この出版物は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて作成したものである。

## 線形計画法における新解法, A T & T が特許化

本号は前号までと趣きを異にし著作権法の視点から離れるが、問題の重大さの故にここで御紹介するだけの価値と必要性とを認めたので取り急ぎ概要を以下に述べる。

内容が全く数字の話であるため詳細についてはS O F T I C調査研究室では理解不十分であるが、事実関係は次のとおりである。

1985年から86年にかけてA T & Tは次の3件の特許を出願した。

(1) 出願日 1985年4月19日

発明の名称

「効率的資源割り当てのための方法及び装置」

(2) 出願日 1986年4月11日

発明の名称……上の(1)と同じ

(3) 出願日 1986年8月22日

発明の名称

「システム運用上の各種変数を最適化するための方法及び装置」

これら3件の発明の内容を以下、順に紹介する。

現代代数学の一分野に「線形計画法 (Linear Programming, 略称LP)」という学問領域がある。この線形計画法の研究内容は次のような形で表現できる。

「 $n$ 個の正の変数 :

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

があって、これらが一般に次の $m$ 個の式 :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \cdots + a_{in}x_n \geq b_i$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

を満たすような条件の下で、次式で与えられる値：kの最小値を求めよ。

$$k = C_1x_1 + C_2x_2 + \cdots + C_nx_n$$

これは次のように行列で書き表す方が分かり易いかも知れない

$$\vec{X} = (x_1, x_2, \cdots, x_n)$$

$$\vec{B} = (b_1, b_2, \cdots, b_m)$$

$$\vec{C} = (C_1, C_2, \cdots, C_n)$$

$$A = A(m, n)$$

において

$$x_i \geq 0$$

$$A \cdot \vec{X} \geq \vec{B}$$

の条件下における次式の値：kの最小値を求めよ

$$k = \vec{C} \cdot \vec{X}$$

これはn次元空間における一種の境界値問題であり、nの値が比較的小さい範囲では強引にプログラムを作って解くことも可能であろう。事実、n=2の場合の問題は我々が中学か高校時代の数学でよく直面した。例えば次のような例が、この線形計画法の最も初歩的な問題である。

$$x, y \geq 0$$

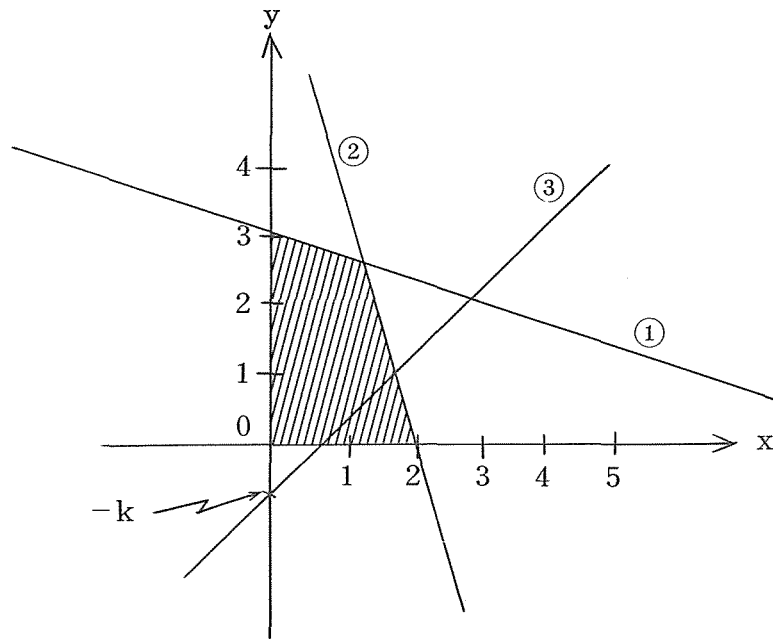
$$x + 3y \leq 9 \quad \text{——— ①}$$

$$4x + y \leq 8 \quad \text{——— ②}$$

この場合の次の値(k)の最小値を求めよ。

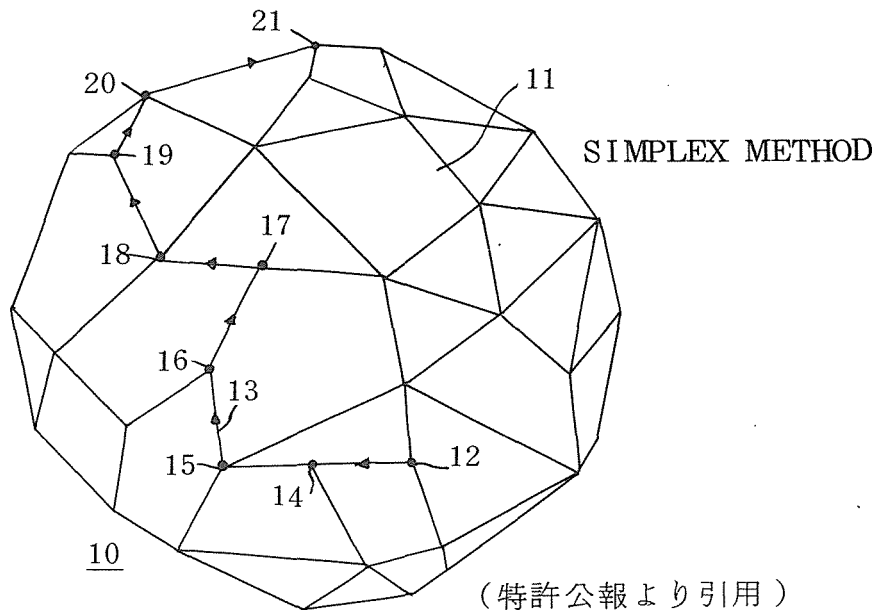
$$k = x - y \quad \text{——— ③}$$

この問題は次のグラフを描くことによって容易に解くことができた。



2次元, 3次元の場合, 即ち  $n = 2, 3$  の場合は上図のように視覚的に問題状況を理解できた。しかし,  $n \geq 4$  の場合にはもはや視覚に頼ることができず抽象代数学の世界に入る。しかも  $n$  の値が1万, 10万のオーダーになると, 一般的な解法に頼ってはい実用にならないことは明白である。そこで線形計画法特有のアルゴリズムの発見が求められていた。

そのようなアルゴリズムの1つに従来「単体法 (Simplex method)」があった。これは, 次図のように  $n$  次元空間上に所定の条件を満足する閉空間を仮想し, この閉空間内で所与の式の最小値を与える点を探索する方法に関するアルゴリズムである。その核心は, 「最小値を与える点は閉空間の表面にあるから, 空間表面を順になぞっていくことによって, 必ず所期の点に到達する」という点にある。その様子は次図から推察されることと思う。



上図のアルゴリズムは、人工知能における知識表現の問題等にも共通の側面を有していると思われるが、いづれにせよこの方法では時間がかかる。実際、問題状況によっては解を得るまでの時間が変数の数や式の数に対して指数関数的に増大するとの指摘もある。

このような状況の中でインドの数学者ナレンドラ・カーマカ（AT&Tベル研）が画期的なアルゴリズムを発見した。前図の例えで言えば「閉空間の表面をなぞって進むのではなく、閉空間の内部を進む」ことによって早く正解に到達するというアルゴリズムである（その詳細は、内容が高度な数学であるためSOFTICでは理解不能である）。AT&Tはこのアルゴリズムを「資源配分問題の基本特許」と位置づけ、頭書の出願を行うとともに先進各国にも同じ内容を出願した。日本でも頭書記載の出願の内(1)を1986年3月28日に出願（優先権主張日1985年4月19日）し、これは1987年10月1日、出願公表されている。残り(2)、(3)の出願の日本における状況についてSOFTICでは現時点で何らの情報も入手していない。

米国においては、本年（1988年）5月10日、前示(1)、(2)及び(3)のすべての出願が同時に特許付与された。SOFTICは、本件特許のもつ意義などをコメ

ントする立場にないので、以上の事実を単なる情報として提供すると同時に、参考までに日本における公表特許公報（特表昭62-502580）から、本件「カーマーカー特許」の特許請求の範囲の初めの部分を別紙に添付する。

## 別紙

### 請求の範囲

1. 特定の時間においてサービスを要求する電話加入者の間で使用可能な電気通信伝送設備を該伝送設備の動作の総コストが最小化されるように割り当てるための方法において、該方法が：

該使用可能な電気通信伝送設備を個々の再割り当て時における総コストが削減されるような方法で仮説手的及び反復的に再割り当てするステップ、

該個々の再割り当て値を該割り当ての制約に関して前の割り当て値を正規化することによって決定するステップ、

該コストが最小化されたとき該反復割り当てステップを終端するステップ、及び

該伝送設備を最小コスト割り当て値に基づいて割り当てるステップを含むことを特徴とする方法。

2. 電気通信伝送システムにおいて、該システムが

第2の複数の電気通信交換ノードと相互接続する第1の複数のリンク、及び

該ノードの個々の所で発生する通信量を該通信量を運ぶコストを最小化するような方法で割り当てるための装置を含み、該割り当て装置が

該最小コスト割り当ての推測値を、個々の反復的選択が該割り当ての物理的制約を表わす多次元凸面解空間の内側の割り当て値を選択するような方法にて、反復的に選択するための装置を含むことを特徴とする装置。

3. 複数のユーザの間で使用可能なユーザ設備を該設備を提供するためのコストが最小となるような方法にて割り当てるための方法にて、該方法が

該設備を複数のユーザの間で該個々の再割り当て時においてコストが最小となるように仮説的及び反復的に再割り当てするステップ、

該反復的再割り当て値を該割り当ての制約に関して前の割り当て値を中央化することによって決定するステップ、

コストが最小となったところで該反復再割り当てステップを終端するステップ、及び

該使用できるユーザ設備をユーザの間で最終反復割り当て値に従って割り当てるステップを含むことを特徴とする方法。

4. 請求の範囲第3項に記載の方法において、該設備が電気通信伝送設備から成り、該ユーザが電話加入者から成ることを特徴とする方法。

5. 請求の範囲第3項に記載の方法において、該設備が情報処理設備から成ることを特徴とする方法。

6. 請求の範囲第3項に記載の方法において、該設備がデータ処理設備から成ることを特徴とする方法。

7. 請求の範囲第3項に記載の方法において、該設備が製造設備から成ることを特徴とする方法。

8. 最適資源割り当てシステムにおいて、該システムが使用可能な第1の複数の物理資源、

該物理資源を使用する第2の複数の資源ユーザ、及び

該資源ユーザを該物理資源に該資源を提供するためのコストが最小となるように割り当てるための装置を含み、該割り当て装置が

該割り当て値の実現可能な1つを個々の反復において該可能な個々の割り当て値が正規化多次元凸面実現可能解空間の内側に中心化されるように反復的及び仮説的に選択するための装置、及び

該仮説的割り当て値の最後の1つに従って該物理資源を割り当てるための装置を含むことを特徴とする資源割り当てシステム。

9. 請求の範囲第8項に記載の資源割り当てシステムにおいて、該物理資源



が

電気通信設備から成り、該ユーザが電話加入者から成ることを特徴とする割り当てシステム。

10. 請求の範囲第8項に記載の資源割り当てシステムにおいて、該物理資源が情報処理設備から成ることを特徴とする割り当てシステム。

11. 請求の範囲第8項に記載の割り当てシステムにおいて、該物理資源がデータ処理設備から成ることを特徴とする割り当てシステム。

12. 請求の範囲第8項に記載の割り当てシステムにおいて、該物理設備が製造設備から成ることを特徴とする割り当てシステム。

13. 最適化基準に従って被制御プロセスの性能を最適化するためのシステムにおいて、該システムが

該プロセスをセットの制御信号に応答して制御するための制御デバイス、  
該プロセスの動作に影響を与える可変状態の変化を感知するの複数のセンサ、

該プロセスの動作に影響を与える状態を指定するための複数のデータ入力デバイス、及び

該センサ及び該入力デバイスに応答して該プロセス制御デバイスにセットの最適制御信号を加えるための線形計画法コントローラを含み、

該コントローラが一連の仮説的実行可能なセットの制御信号を反復的に同定し、個々の次のセットの仮説的制御信号を該最適化基準の正規化バージョンの最降下傾斜の方向に選択するための装置を含むことを特徴とするシステム。

14. 被制御システムの動作を最適化するためのコントローラにおいて、該コントローラが：

該システムの動作の物理的制約及び制約限界を決定するための手段、

該制約及び制約限界を確実に満足させる動作制御値の仮説的セットを連続的に同定するための手段,

(以下, 省略)