Kojima, M., Megiddo, N. and Mizuno, S. (1991c). A conjugate direction method for approximating the analytic center of a polytope, Research Report, RJ 8540, IBM Research Division, San Jose, California.

水野眞治 (1992). 線形計画問題の主双対内点法, 統計数理, **40**, 27-44.

Mizuno, S. and Nagasawa, A. (1991). Strict monotonicity in Todd's low complexity algorithm for linear programming, *Oper. Res. Lett.* (to appear).

Mizuno, S. and Nagasawa, A. (1992). A primal-dual affine scaling potential reduction algorithm for linear programming, Research Memo., No. 427, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo.

Long-Step Affine Scaling 法の大域的収束性について

土谷　隆

次のような線形計画問題〈D〉を考えよう：

$$\text{minimize } c^t x, \quad \text{subject to } x \in P,$$
$$P = \{x \in R^n \mid A^t x - b \geq 0\},$$
$$A = [a_1, \ldots, a_m] \in R^{n \times m}, \quad c \in R^n, \quad b \in R^m.$$

ここで, $Rank(A) = n$, 〈D〉は内点可能解および最適解を持つものと仮定する.

この問題を解くために, I.I. Dikin によって 1967 年に提案されたアフィンスケーリング法 (Dikin (1967)) は, 世界で最初の内点法で, 簡単で性能も良く, AT & T の KORBX システムなどに使用されている. その反復は〈D〉の内点 x において次のように定義される：

$$x^+ = x - \lambda \frac{B(x)^{-1}c}{\sigma([A^t x - b]^{-1} A^t B(x)^{-1} c)} \,. \tag{1}$$

ここで, $[v]$ は, ベクトル v を対角要素とする対角行列, $\sigma(v)$ は v の最大要素を表し, $B(x) = A[A^t x - b]^{-2} A^t$ と定義する. x^+ は次の近似解, λ はステップ幅で, この値が 1 だと丁度 x^+ は制約領域の境界にくる.

$$y(x) = [A^t x - b]^{-2} A^t B(x)^{-1} c$$

は,〈D〉の双対問題の線形制約を満たし, 単体法のシャドウプライスに対応する量で "双対推定" と呼ばれる.

このアルゴリズムに関しては, 次の 2 つの点が理論的に大きな問題となってきた.

(I) 通常の実装では, $\lambda = 0.9 \sim 0.99$ が使われているが, 理論的に最適解への収束が保証される λ の値は分かっていなかった.

(II) 最適値の値を推定するための有効な方法が存在しなかったため, 明快な停止条件が設定できなかった.

我々は, Tsuchiya (1991, 1992) で提案された大域的収束性の証明を元に, Dikin (1992) によって示された興味深い結果を拡張し, 次の結果を得た. これは, 上の 2 つの問題点を一挙に解決したものと考えられる：

定理 (Tsuchiya and Muramatsu (1992)). 上述の仮定の下で, $\lambda = 2/3$ とすると, 反復 (1) で生成される点列 $\{x^{(\nu)}\}$ は〈D〉の最適解集合の相対的内点に収束し, 同時に双対推定の点列 $y(x^{(\nu)})$ は〈D〉の双対問題の最適解集合の相対的内点に収束する. その際, 目的関数値は漸近的に収束率 1/3 の一次収束をする.

参考文献

Dikin, I.I. (1967). Iterative solution of problems of linear and quadratic programming, *Soviet Math. Dokl.*, 8, 674-675.

Dikin, I.I. (1992). Determination of the interior point of one system of linear inequalities, *Kibernetika and System Analysis* (to appear).

Tsuchiya, T. (1991). Global convergence of the affine scaling methods for degenerate linear programming problems, *Math. Programming*, **52**, 377-404.

Tsuchiya, T. (1992). Global convergence property of the affine scaling methods for primal degenerate linear programming problems, *Math. Oper. Res.*, **17**, 527-557.

Tsuchiya, T. and Muramatsu, M. (1992). Global convergence of a long-step affine scaling algorithm for degenerate linear programming problems, Research Memo., No. 423, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo.

時系列解析とコンピュータとプロッター

荒 畑 恵美子

図形処理をするとき，科学計算，事務処理等いろいろあります．ここでは科学計算をするときの図形処理について述べます．プロッターには，ドラム形プロッターとフラット形プロッターがあります．プロッター上でのペンの動きは，4種類の基本的な動きからなっています．X 軸の＋－方向と Y 軸の＋－方向です．又，それらの基本動作を組合せた8方向に動かせます．プロッターの1ステップ当りの距離は 0.1～0.02 mm 位ですから，かなりきめの細かい図を描くことが出来ます．また，プロッターにはオフライン方式とオンライン方式のものがあります．オフライン方式のは，ホスト・コンピュータで計算したものをプロッター用データとして磁気テープにとり，それをオフライン磁気テープ装置にかけ，プロッターで描かせるものです．そして，この部分の処理はホスト・コンピュータの CPU とは関係なしに行えます．また，オンライン方式のものはホスト・コンピュータで計算し，それをインターフェースを通してプロッターで描かせるものです．磁気テープにとったり，かけたりしなくてすみます．

これ迄に，この研究所で作られた時系列解析に関係のあるプログラムやプロッターのプログラムには主に次の様なものがあります．

・TIMSAC-72（「ダイナミックシステムの統計的解析と制御」，サイエンス社，赤池弘次，中川東一郎，(1972)）

・Computer Science Monographs
No. 5 (1975), TIMSAC-74 (1)
No. 6 (1976), TIMSAC-74 (2)
No. 9 (1978), GALTHY
No. 11 (1979), TIMSAC-78
No. 18 (1982), A Program Package for Drawing Graphs with an X-Y Plotter
No. 22 (1985), TIMSAC-84 (1)
No. 23 (1985), TIMSAC-84 (2)

しかし，Computer Science Monographs No. 18 のものは，必ずしも，時系列解析のものだけではなく，いろいろの場合のものに役立つプロッターの為のサブルーチンやプログラムを含んでいます．また，オフライン用に作られていたものを，オンラインでも使えるようにしました．

ここでは，とりあえず統計的解析と制御の本にある TIMSAC-72 の為の図と，Computer Science Monographs No. 6, No. 18 にある時系列解析に関係のあるものの改良したものについて述べました．