

プログラムのページ

担当 和 田 英 一

6902 LISP による Newton Raphson 法

和 田 英 一, 前 野 年 紀, 笈 捷 彦
(東京大学工学部計数工学科)

プログラムのなか味は Newton Raphson 法であるが LISP 1.5 でかいてあるところが味噌。最近プログラムのページへの投稿がすくないので、東大大型計算機センターライブラリに登録してある LISP 1.5¹⁾ のお披露めをかねて、特殊な言語であるにもかかわらず実行時の出力もふくめて紹介する。LISP 1.5 をつかってみたいと希望しているむきの参考になればよい。

プログラムは newton [init; coef; eps], deriv [coef], poly [x; coef], abs [x] のよっつの (パラメータはすべて数か、数を値としてもつ変数か、数からなるリストをあたいてもつ変数である) LISP のファンクションよりなる。このうち abs [x] は x の絶対値をとるもの、poly [x; coef] は coef が多項式の係数のリストで、x のあたいを多項式の変数に代入したときの多項式のあたいをもとめる。係数は昇冪の順にならんでいるとする。つぎに deriv は多項式の係数のリストをもらって、その多項式を微分したときの係数のリストをかえす、プログラムフィーチャーのプログラムである。

メタ言語によるプログラム

```
abs[x]def[x < 0 → -x; T → x]
poly[x; coef]def[null[coef] → 0; T → car[coef] + x · poly[x; cdr
[coef]]]
deriv[coef].lef prog[[u; v; w]:
    u: = 1, 0;
    w: = cdr[coef];
    A[null[w] → return[v]];
    v: = append[v; list[u · car[w]]];
    w: = cdr[w];
    u: = u + 1;
    go[A]]
newton[init; coef; eps]def prog[[delta; max]:
    max: = 20;
    A[[max = 0 → return[NG]];
    delta: = -(poly[init; coef] /
    poly[init; deriv[coef]]);
    init: = init + delta;
    [abs[delta] < eps → return[init]];
    max: = max - 1;
    go[A]]
```

最後が目的の newton でこれにはみっつのパラメ

ータがある。init, coef, eps で、init は newton 法の出発値、coef が係数のリスト、eps は収束を判定する常数である。newton もプログラムフィーチャーでかかれていて、delta, max がローカル変数、まず VALUE OF FUNCTION ARGUMENT と印刷する。つぎに反復回数として max に 20 をセットする。うまく収束しないでこれが段々へって 0 になれば、NG というシンボルが newton のあたいとなる。ところでつぎに delta つまり修正値 $-f(\text{init})/f'(\text{init})$ を計算するのだが、ここは $f(\text{init})$ と init を印刷させたいため、 $f(\text{init})$ を poly [init; coef] でもとめ、それに init をうしろにつけてリストにし、一旦それを印刷してから car をとって $f(\text{init})$ すなわち分子をつくる。つづいて分母 $f'(\text{init})$ が必要で、これは poly [init; deriv [coef]] でもとめられる。これらから $\text{minus}[\text{quotient}[f(\text{init}); f'(\text{init})]]$ として delta をつくり、 init を修正する。|delta| < eps なら収束したものとして init を newton のあたいとしてかえる。収束してないときは max から 1 をひいて A へもどる。

別掲が実行の出力である。出力からチェック用のメモリーのダンプをとりのぞいた。最初の SIZE と TEST の行はオーバーロードカード (LISP の制御カード) で、SIZE のパラメータは、順にバイナリープログラムスペース、プッシュダウンリストのながさ、フルワードスペース、フリーストレイジの 4 つのエリアのわりつけかきめるものである。(ここではフリーストレイジを 4096 語と制限してテストしてみた。) TEST によってユーザープログラムの解釈、実行がはじめられる。

実行にはいと、まず TIME を印刷している。ひだりから現在の時刻 (15 時 37 分 35.649 秒 (LISP 1.5 は絶対時間 (CPU 使用時間ではない) のミリ秒クロックをもっている)) のほか、LISP 1.5 のプログラムが実行にはいつてから (SYST), 直前の evalquote から (EVQT), 直前の time 1 から (TIM1), 直前の time から (TIM) の時間である。まだ evalquote にはいらぬから EUQT などは SYST とおなじであ

```

SIZE 512,2048,2048,4096
TEST NEWTON RAPHSON METHOD

TIME 153735.649 SYST 000.584 EVOT 000.584 TIM1 000.584 TIM 000.584

EVALQUOTE OPERATOR AS OF JUNE 1968.
INPUT LISTS NOW BEING READ.

FUNCTION EVALQUOTE HAS BEEN ENTERED, ARGUMENTS..
DEFINE
((ABS (LAMBDA (X) (COND ((MINUSP X) (MINUS X)) (T X)))) (POLY (LAMBDA (X COEF) (COND ((NULL COEF)
0) (T (PLUS (CAR COEF) (TIMES X (POLY X (CDR COEF)))))) (DERIV (LAMBDA (COEF) (PROG (
U V W) (SETQ U (.1000000E+01) (SETQ W (CDR COEF)) A (COND ((NULL W) (RETURN V))) (SETQ V (APPEND V
(LIST (TIMES U (CAR W)))) (SETQ W (CDR W)) (SETQ U (ADD1 U)) (GO A)))) (NEWTON (LAMBDA (INITI COEF
EPS) (PROG (DELTA MAX) (PRINT (QUOTE (VALUE OF FUNCTION ARGUMENT))) (SETQ MAX
(ZEROP MAX) (RETURN (QUOTE NG)))) (SETQ DELTA (MINUS (QUOTIENT (CAR (PRINT (LIST (POLY (INITI) COEF)
INITI))) (POLY (INITI) (DERIV COEF)))) (SETQ INITI (PLUS INITI DELTA)) (COND ((LESSP (ABS DELTA) EPS)
(RETURN (INITI))) (SETQ MAX (SUB1 MAX)) (GO A))))))

END OF EVALQUOTE, VALUE IS..
(ABS POLY DERIV NEWTON)

FUNCTION EVALQUOTE HAS BEEN ENTERED, ARGUMENTS..
NEWTON
( -.4999999 ( .3000000E+01 -.2600000E+02 0 .1260000E+03 .1000000E+04)
(VALUE OF FUNCTION ARGUMENT)
( .2500003 -.4999999 )
( -.2923461E-02 -.5036496 )
( -.7320267E-05 -.5036136 )
END OF EVALQUOTE, VALUE IS..
-.5036136

FUNCTION EVALQUOTE HAS BEEN ENTERED, ARGUMENTS..
NEWTON
( .4900000 ( .3000000E+01 -.2600000E+02 0 .1260000E+03 .1000000E+04)
(VALUE OF FUNCTION ARGUMENT)
( .6640019 -.4000000 )
( .5517275E-01 .3807424 )
( .9296697E-03 .3780264 )
( -.6847492E-06 .3788078 )
END OF EVALQUOTE, VALUE IS..
.3788078

FUNCTION EVALQUOTE HAS BEEN ENTERED, ARGUMENTS..
NEWTON
( .1000000 ( .3000000E+01 -.2600000E+02 0 .1260000E+03 .1000000E+04)
(VALUE OF FUNCTION ARGUMENT)
( .5268003 .1000000 )
( .5265992E-01 .1269724 )
TIME 153737.343 SYST 002.278 EVOT 000.187 TIM1 000.187 TIM 000.187
GARBAGE COLLECTOR ENTERED AT 15909 (DEC). FULL WORDS 1628 FREE 2242 PUSH DOWN DEPTH 1919
TIME 153737.628 SYST 002.563 EVOT 000.472 TIM1 000.472 TIM 000.472
( .6831877E-04 .1248027 )
END OF EVALQUOTE, VALUE IS..
.1248027

FUNCTION EVALQUOTE HAS BEEN ENTERED, ARGUMENTS..
NEWTON
( -.4000000E+01 9 0 .1000000E+01 .1000000E-07)
(VALUE OF FUNCTION ARGUMENT)
( -.4000000E+01 )
ZERO-DIV 16100
( .1200000E+02 .4000000E+01)
( -.2250000E-01 .2000000E-03)
( .2024991 .2050000E+01)
( .2438254E-02 .2000000E+01)
( -.4768372E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
TIME 153739.221 SYST 004.156 EVOT 001.343 TIM1 001.343 TIM 001.343
GARBAGE COLLECTOR ENTERED AT 15909 (DEC). FULL WORDS 1632 FREE 2249 PUSH DOWN DEPTH 1832
TIME 153739.512 SYST 004.447 EVOT 001.634 TIM1 001.634 TIM 001.634
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
( -.4768371E-06 .2000000E+01)
END OF EVALQUOTE, VALUE IS..
NB

```

る。最初の evalquote (解釈ルーチン) の第一パラメータのファンクションは define で, abs, poly, deriv, newton を定義している。evalquote のあたいはこのよっからなるリストである。そのあと evalquote は newton をいくつかテストしている。収束の様子は印刷の通りである。

3 回目の newton 実行中にガーベージコレクターがはたらいた。その時刻や回収された塵芥の量が印刷されている。

なおこの LISP 1.5 の機能を一部縮少し、東大大型センターでテスト中のタイムシェアリングシステムのサブシステムとして、コンソールタイプライターで利用できるバージョンも作成中である。

参考文献

- 1) 東大大型計算機センターライブラリ登録番号 225 L4/TC/LISP (昭和 43 年 11 月 4 日受付)