

コマンド名

spline - Cline のアルゴリズムによるスプライン補間を行う

起動方法

spline [*options*][*files*]

解説

spline コマンドは標準入力、あるいは一つまたは複数のファイルからデータセットを読み込み、それらの点を通る滑らかな曲線（スプライン曲線）をあてはめる。各データセットに含まれている点を含む、あてはめにより得られる滑らかな曲線の取る座標値を、標準出力に書き出す。

-a または **-A** オプション（後述）が指定されない場合は、入力されるデータセットは、関数値としてベクトルを取る一変数関数の、独立変数（スカラー）と従属変数（ベクトル）からなる数列である。各データセットはデータ点を並べたものであり、*t* と *y* が交互に並ぶことになる。*t* がスカラーの独立変数、*y* が従属変数でベクトルである。*y* の次元は **-d** オプションで指定する（デフォルトでは 1）。各データ点からその次のデータ点を見たとき、*t* の値は増えていなければならない。

入力ファイル中には複数のデータセットがあってもよい。入力ファイルがテキストファイルのとき（これがデフォルト）、空行が各データセットの区切りを表す。データセット中のデータ点 *t* と *y* は空白文字で区切られていれば任意の形式でよい。データファイル中で # で始まる行はコメントとして扱われ、何行あってもよい。コメント行は無視される。コメント行が空白文字として扱われることはなく、これによりデータセットの読み込みが妨げられることはない。

オプションとファイル名は、コマンドライン上でどのような順番で指定してもよいが、ファイル名が読み込まれる前にすべてのオプションが解釈される。-- が指定されたところより後ろにあるオプションは無視される。ファイル名が指定されない、または - が指定された場合は、データは標準入力から読み込まれる。

起動オプション

補間法に関するオプション

-f

--filter

局所的補間アルゴリズム（三次ベッセル法）を使う。これにより **spline** をフィルターコマンドとして使うことができる。各データ点での補間曲線の勾配は、その点とその両隣の点にあてはめて作られる二次関数から得られる。**-f** が指定されているときは、**-t** オプションも指定しなければならない。また **-k**、**-p**、**-T** オプションは指定してはならない。

-f オプションが指定されていないときは、デフォルトの大域補間が行われる。

-k k

--boundary-condition k

作り出されたそれぞれのスプライン曲線に対して、境界条件のパラメータを *k* にする（デフォルトでは 1.0）。各スプライン曲線は、境界条件として $y''[0] = ky''[1]$ および $y''[n] = ky''[n-1]$ を満たす。ここで $y[0]$ および $y[1]$ は、あるスプライン曲線に対して、与えられるデータセットの最初の 2 点での従属変数（=関数値の）ベクトル *y* であり、 $y[n]$ と $y[n-1]$ は最後の 2 点である。*k* を 0 にすると与えられるデータの両端で傾きが 0 になり、自然スプライン（natural spline）となる。**-f** または **-p** オプションが指定されているときは、**-k** オプションは使用しない。

-n *n*

--number-of-intervals *n*

補間を行う区間を *n* 個に分割する。出力するデータ点の個数が計算され、*n* + 1 個の点を出力する。デフォルトでは 100 である。

-p

--periodic

周期的スプライン補間を行う。このオプションを指定するときは、各データセットにおいて、入力されるデータ点の最初と最後は同じ値でなければならない。**-p** オプションを指定するときは、**-f** または **-k** オプションは指定しない。

-T *tension*

--tension *tension*

各補間曲線をテンション付きで計算する。このオプションでそのテンションの強さを指定する（デフォルトは 0.0）。

tension が 0.0 の場合は、補間曲線は小区間ごとに三次スプラインとして計算される。*tension* を 0 から大きくしていくと曲線は「きつく」なり、偽変曲点での尤度が下がっていく。これは各スプライン曲線において、与えられるデータ中の連続する 2 点間での 4 階の微分方程式が $y^{(4)} = \text{sgn}(tension)(tension^2)y''$ を満たすからである。*tension* が正の無限大に発散するとき、2 点間の補間曲線は直線になる。**-T** オプションは **-f** が指定されるときには使わない。

-t *tmin tmax [tspacing]*

--t-spacing *tmin tmax [tspacing]*

各データセットについて、補間する区間を *tmin* と *tmax* にはさまれる区間とする。*tspacing* が指定されていない場合は、指定された区間を **-n** で指定される個数に分割して補間する。

-t オプションが指定されないときは、入力されるデータセット中の独立変数の取る範囲内を補間する。**-f** オプションを使って spline コマンドをフィルターとして使うときには、**-t** を使わなければならない。

入出力の形式に関するオプション

-d *dimension*

--y-dimension *dimension*

入力および出力における従属変数 *y* の次元を *dimension* として指定する。デフォルトは 1。

-I *data-format*

--input-format *data-format*

入力ファイル中のデータの形式を、以下の中から *data-format* で指定する。

- a** テキストファイル形式 (ascii format) 。これがデフォルトである。ファイル中では浮動小数点実数が並んでおり、*t* と *y* が交互に連続しているものと解釈される。*y* が *d* 次元のとき、データの各点は *d*+1 個の数値で表される。各点の *t* と *y* は必ずしも同じ行に書かれている必要はなく、また各点を違う行に書く必要もない。しかし空行（2 個連続する改行文字）があればデータセットの終端と見なされ、別のデータセットが以降に続くとして解釈される。
- f** 単精度実数バイナリ形式。ファイル中では浮動小数点実数が並んでおり、*t* と *y* が交互に連続しているものと解釈される。*y* が *d* 次元のとき、データの各点は *d*+1 個の数値で表される。データファイル中に FLT_MAX（単精度実数で表現できる最大値）に相

当する数値があれば、それがデータセットの区切りであると解釈される。これは 3.4×10^{38} 程度であることが多い。

- d** 倍精度実数バイナリ形式。ファイル中では倍精度浮動小数点実数が並んでおり、*t* と *y* が交互に連続しているものと解釈される。*y* が *d* 次元のとき、データの各点は *d*+1 個の数値で表される。データファイル中に `DBL_MAX`（倍精度実数で表現できる最大値）に相当する数値があれば、それがデータセットの区切りであると解釈される。これは 1.8×10^{308} 程度であることが多い。
- i** 整数バイナリ形式。ファイル中では整数が並んでおり、*t* と *y* が交互に連続しているものと解釈される。*y* が *d* 次元のとき、データの各点は *d*+1 個の数値で表される。データファイル中に `INT_MAX`（整数で表現できる最大値）に相当する数値があれば、それがデータセットの区切りであると解釈される。これは $2^{31} - 1$ であることが多い。

-a [*step_size* [*lower_limit*]]

--auto-abcissa [*step_size* [*lower_limit*]]

独立変数 *t* の値を自動で決定する（デフォルトでは *step_size* と *lower_limit* はそれぞれ 1.0 と 0.0 である）。

データの形式 (**a**、**f**、**d**、**i** オプションで指定される) とは関係なく、このオプションを指定すると、入力ファイル中には *t* の値はないものとして扱われ、入力されるデータはすべて従属変数 *y* である、と解釈される。したがって *y* の次元が *d* のとき、各点には *d* 個の数値があればよい。*t* の各点から次の点までの増分は *step_size* で、*t* の最小値（初期値）は *lower_limit* で指定される。このオプションは、補間したい曲線が関数ではないような場合に有用である。

-A

--auto-dist-abcissa

独立変数 *t* の値を自動で決定する。**-a** オプションにおいて、*t* の連続する 2 点での増分をその 2 点の *y* 間の *d* 次元空間での距離と同じになるように、また *t* の最小値を 0.0 に指定したのと同じであり、*t* は “polygonal arclength” になる。このオプションも、補間したい曲線が関数ではないような場合に有用である。

-O *data-format*

--output-format *data-format*

出力するデータの形式を *data-format* で指定する。指定できるものとその意味は **-I** オプションと同じである。デフォルトは ‘a’、テキスト形式である。

-P *significant-digits*

--precision *significant-digits*

t と *y* を出力するときの精度を *significant-digits* 桁にする。出力形式が ‘a’、テキスト形式の場合にのみ有効である。*significant-digits* は正の整数でなければならない（デフォルトは 6）。

-s

--suppress-abcissa

独立変数 *t* の値を出力せず、各点において *y* の値のみを出力する。*y* が *d* 次元のとき、各点で *d*+1 個ではなく、*d* 個の数値が出力される。このオプションは、補間したい曲線が関数ではないような場合に有用である。

その他のオプション

--help

コマンドラインオプションのリストを表示して終了する。

--version

spline コマンドとその GNU plotting utilities のバージョンを表示して終了する。

例

コマンドラインで

```
echo 0 0 1 1 2 0 | spline
```

と入力すると、101個の点からなるデータセットを標準出力に書き出す。プロットすると補間曲線が二次曲線であることが分かる。

関数の補間ではなく、d 次元空間に任意に並んだ点を補間して曲線を得ることが有用なこともある。それには **-a** および **-s** オプションを使う。たとえば、

```
echo 0 0 1 0 1 1 0 1 | spline -d 2 -a -s
```

とすると、二次元空間上の4点 (0,0)、(1,0)、(1,1)、(0,1) をこの順番に結んだ曲線上の点が101個出力される。**-d** オプションは従属変数 y が二次元空間にあることを指定し、**-a** オプションは入力データ中に t の値はなく、それを自動で生成するよう指定する。**-s** オプションは、生成した t の値を出力しないように指定する。

作者

spline は Rich Murphey (rich@freebsd.org) が作り始めたものを元に、Robert S. Maier (rsm@math.arizona.edu) が作成した。テンション付きスプライン曲線を生成するアルゴリズムは FITPACK ライブラリで使われているものと同様であり、元をたどれば Alan K. Cline (cline@cs.utexas.edu) のアルゴリズムによっている。

参照

“The GNU Plotting Utilities Manual”

バグ報告

bug-gnu-util@gnu.org で、E-mail にて受け付けている。

日本語訳について

この日本語訳は、富永大介 (<http://www.cbrc.jp/~tominaga/>、tominaga@cbrc.jp) が、平成18年10月17日に行った。ライセンスは GPL version 2 とする。

以上