

Langemack
Technische Universität
Braunschweig

"Software für einen
Digital - Plotter"

Software für einen Digital-Plotter

Das Institut für Regelungstechnik hatte schon vor der Installation des Prozeßrechners Siemens 305 am Hochschulrechenzentrum Erfahrungen mit Digitalrechnern gesammelt. U.a. stellte sich heraus, daß für die Auswertung, Veröffentlichung und Diskussion von Rechenergebnissen eine graphische Darstellung der Ausgabedaten in fast allen Fällen unerläßlich ist. Daher wurde für die 305 als zusätzliches Externgerät ein Digital-Plotter vorgesehen. Es handelt sich hierbei um einen Trommelplotter der Firma Benson-France.

Der Plotter hat 4 steuerbare Schrittrichtungen, durch Kombination sind Schritte unter 45° möglich, so daß insgesamt 8 Richtungen zur Verfügung stehen (Bild 1)

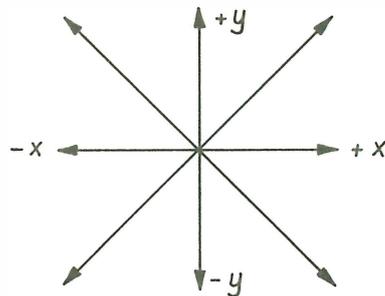


Bild 1

Die Schrittweite beträgt $1/10$ mm; es sind 700 Schritt/sec möglich.

Der Plotter ist über ein Interface am Lochstreifenausgabekanal angeschlossen; es kann also jeweils nur der Plotter oder der Lochstreifenstanzer angesprochen werden. Die Lochstreifensteuerung begrenzt die Zeichengeschwindigkeit auf 300 Schritte/sec.

Für die Ansteuerung stehen 6 Befehle zur Verfügung, 4 Befehle für die Schreibrichtungen und 2 für das Heben und Senken des Zeichenstiftes. Die 6 Befehle sind den 6 bit eines Teilwortes zugeordnet; ein Wort kann also 4 Befehle enthalten. Die Ausgabe der Befehle erfolgt im Modus "Binäre Lochstreifenabgabe".

Jede zu zeichnende Kurve muß in 1/10 mm Schritte aufgelöst werden. Hierfür sind Unterprogramme entworfen worden. Die wesentlichen Unterprogramme seien hier kurz erläutert.⁺)

Wichtig ist zunächst die geradlinige Verbindung von Kurvenpunkten. Bild 2 zeigt die Auflösung einer Geraden in die einzelnen Schritte. Der maximale Fehler ist hierbei die Hälfte der Schrittweite.

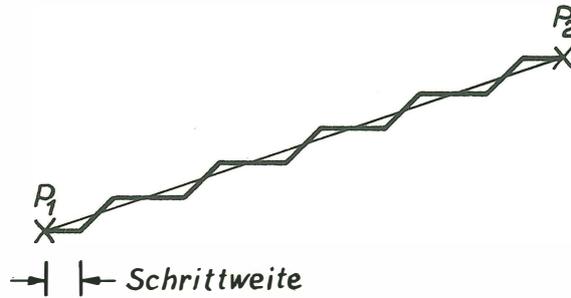


Bild 2:

Eine weitere Variante ist die krummlinige Verbindung von Kurvenpunkten. Durch die Punkte (P_0, P_1, P_2) wird ein Kurvenzug 3. Ordnung gelegt, der sich mit dem Parameter t als $\varrho = \alpha_0 + b_0 \cdot t + c_0 \cdot t^2 + d_0 \cdot t^3$ schreiben läßt (Bild 3).

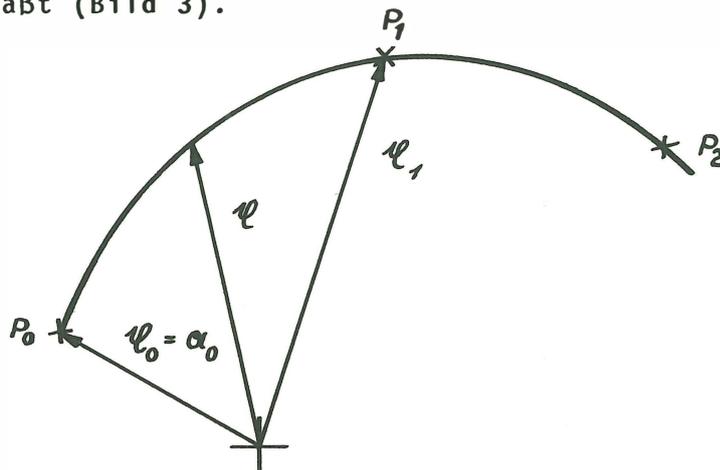


Bild 3:

⁺) Die Programme wurden zum Teil von Studenten erstellt.

Für $t=0$ ist $\varphi = \varphi_0$, für $t=1$ ist $\varphi = \varphi_1$. Mit den Punkten P_0, P_1, P_2 und der Bedingung gleicher Tangenten in P_0 lassen sich für den Bereich P_0-P_1 die Koeffizienten α_0, b_0, c_0, d_0 bestimmen.

Letztlich wird der Kurvenzug durch Geradenstücke angenähert. Dabei werden über den Parameter t Stützstellen gerade so ausgewählt, daß eine Abweichung ε nicht überschritten wird. Das bedeutet, daß im Bereich geringer Krümmung nur wenige, im Bereich starker Krümmung dagegen mehr Stützstellen berechnet werden (Bild 4).

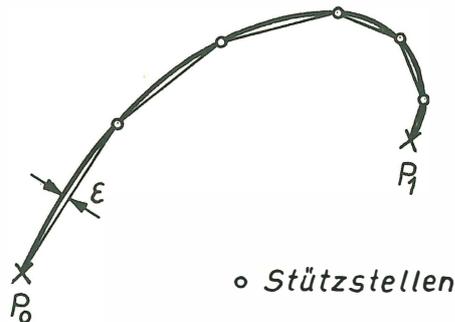


Bild 4:

Ein weiter erwähnenswertes Unterprogramm ist das zum Beschriften von Diagrammen. Die Schriftzeichen sind der DIN-Norm entsprechend festgelegt. Die charakteristischen Koordinaten jedes Schriftzeichens sind abgespeichert. Sie werden krumm- oder geradlinig verbunden. Beliebige Schriftgrößen sind möglich, die Schreibrichtungen entsprechen den 4 Schrittrichtungen des Plotters.

Da die meisten Benutzer ihre Probleme in ALGOL programmieren, sind die Zeichenunterprogramme in der Form von Code-Prozeduren abgefaßt. Dem Anhang ist eine genauere Ausführung der Prozeduren und der erforderliche Speicherbedarf zu entnehmen. Das anschließende Beispiel verwendet sämtliche Plotteraufrufe.

2.3 Code - P r o z e d u r e n

Code-Prozeduren sind Prozeduren, deren Rumpf bereits in übersetzter Form vorliegt. Im Algol-Programm erscheint anstelle des Prozedurrumpfes das Wort 'CODE'.

Z.B.:

```
'PROCEDURE' SINH (A);  
'VALUE' A; 'REAL' A; 'CODE';
```

Während der Übersetzung des Algol-Programmes erfolgt die Meldung:

GIB CODE:

Sie ist zu beantworten mit

CODELS;

Der Code-Lochstreifen wird in Schalterstellung 1 eingelesen.

Enthält das Programm mehrere Code-Prozeduren, so wiederholt sich die Meldung entsprechend oft. Die Reihenfolge, in der die Code-Prozeduren eingelesen werden, ist belanglos.

2.3.1. P l o t t e r - P r o z e d u r

Die Plotter-Prozedur PLOT hat 3 Parameter:

```
'PROCEDURE' PLOT (K, X, Y);
```

Es dürfen für K nur Variable, Konstante oder Ausdrücke vom Typ 'INTEGER' eingesetzt werden.

Für $0 \leq K \leq 11$ sind X und Y in der Prozedur als 'VALUE' X, Y; 'REAL' X, Y; spezifiziert.

Für $12 \leq K \leq 15$ und $20 \leq K \leq 29$, $K \neq 25$ sind X und Y als 'VALUE' X, Y; 'INTEGER' X, Y; spezifiziert.

Für $K = 25$ ist X als 'VALUE' X; 'INTEGER' X; , Y als 'STRING' Y; spezifiziert.

Im ALGOL-Programm genügt folgende Vereinbarung:

```
'PROCEDURE' PLOT;
```

```
'CODE';
```

Abhängig vom Parameter K führt die Prozedur folgende Funktionen aus:

PLOT (0,X,Y); Festlegung der Maßstabsfaktoren.

Der Zahlenwert 1.0 wird in X bzw. Y mm dargestellt.

PLOT (1,0,0); Beginn des Plotterbetriebes. Dieser Aufruf ist auf jeden Fall vor Zeichenbeginn zu geben.

Das Programm stoppt und meldet sich mit:

```
PLOTTER: UM-AUTO-PLON:
```

Nach dem Umschalten von Lochstreifenstanzer auf Plotter, Einstellen auf Schalterstellung 2, Festlegen des Nullpunktes und Einschalten der Automatik wird mit

```
PLON;
```

quittiert. Hierauf wird weitergerechnet.

Eine Quittierung mit

```
PEND;
```

beendet das ALGOL-Programm.

PLOT(2,X,Y); Geradliniges Fahren zum Kurvenpunkt (X,Y).

PLOT (3,X,Y); Krummliniges Fahren zum Kurvenpunkt (X,Y).

Der gleiche Kurvenpunkt sollte nicht direkt nacheinander aufgerufen werden.

PLOT (4,0,0); Krummliniges Fahren zum letzten Kurvenpunkt.

Dieser Aufruf muß unbedingt am Ende des krummlinigen Zeichnens gegeben werden. Dieser Aufruf darf erst erfolgen, wenn vorher mindestens zwei Aufrufe PLOT (3,X,Y) gegeben worden sind.

PLOT (5,0,0);	Zeichenstift heben.
PLOT (6,0,0);	Zeichenstift senken.
PLOT (7,0,0);	Dieser Aufruf bewirkt die Ausgabe der Pufferbereiche für die Plotterbefehle. Der Zeichenstift wird gehoben. Der Aufruf sollte am Ende des Programms stehen.
PLOT (8,0,0);	Zwischenstop. Die Pufferbereiche werden ausgegeben. Der Zeichenstift bleibt gehoben. Das Programm stoppt und meldet sich mit STOP: PLON: Nach Quittierung mit PLON; wird weitergerechnet. Eine Quittierung mit PEND; beendet das ALGOL-Programm.
PLOT (9,X,Y);	Änderung des Koordinatensystems. Dem Standort des Zeichenstiftes werden die Koordinaten (X,Y) zugeordnet.
PLOT (10,X,Y);	Zeichnen von Markierungsquadraten. Der Stift wird gehoben, fährt zum Punkt X,Y und zeichnet um den Punkt ein Quadrat von 1 mm Seitenlänge. Der Stift bleibt gehoben.
PLOT (11,X,Y);	Zeichnen von Markierungskreuzen. Entspricht PLOT (10,X,Y);
PLOT (12,X,Y);	Zeichnen von gestricheltpunktieren Linien für die Aufrufe K = 2,3,(4). Die Anzahl der Striche wird durch X bestimmt ($ X \geq 1$), die Anzahl der Punkte durch Y . Bei X = 0 wird eine ununterbrochene Linie gezeichnet. Der Zeichenstift wird gesenkt. Während des Strich-Punktieren Zeichnens behalten die Aufrufe Zeichenstift-Heben und - Senken ihre Wirkung.

- PLOT (13,0,0); Beenden des Strich-Punktierten Zeichnens.
Der Zeichenstift wird gehoben.
- PLOT (14,X,0); Zeichnen eines Rechtecks im Format DIN A 4.
Das Rechteck wird in +x und +y-Richtung
gezeichnet, d.h. Bezugspunkt ist die linke
untere Ecke.
X = 1 Längsformat,
X = 0 Hochformat.
Senken und Heben des Zeichenstiftes erfolgt
selbsttätig.
- PLOT (15,X,Y); Zeichnen eines Pfeiles von 6 mm Länge.
Bezugspunkt ist die Pfeilspitze. Senken
und Heben des Zeichenstiftes erfolgt
selbsttätig.
Angabe der Pfeilrichtung:
X = 1; Y = 0: X-Richtung
X = -1; Y = 0: -X-Richtung
X = 0; Y = 1: Y-Richtung
X = 0; Y = -1: -Y-Richtung
- PLOT (20,X,Y); Bestimmung der Normschrift.
X = 0: Gerade Normschrift
X = 1: Schräge Normschrift
Y = 0: Normalschrift (Mittelschrift)
Y = 1: Engschrift
Y = 2: Breitschrift
- PLOT (21,X,Y); Angabe der Schreibrichtung:
X = 1; Y = 0: X-Richtung
X = -1; Y = 0: -X-Richtung
X = 0; Y = 1: Y-Richtung
X = 0; Y = -1: -Y-Richtung
- PLOT (22,X,0); Festlegung der Schrifthöhe. X gibt die
Höhe der Zeichen (Großbuchstaben) in
mm an.

Für die folgenden Aufrufe sind die Aufrufe K = 20,21,22 Voraussetzung. Fehlende Aufrufe werden durch die Meldung "Aufruf K fehlt" ausgeschrieben. Es erfolgt dann eine willkürliche Festlegung auf: Gerade Normschrift, bzw. X-Richtung, bzw. 10 mm.

- PLOT (23,0,0); Einstellen einer neuen Zeile.
Der neue Zeilenanfangspunkt liegt senkrecht unter dem Anfangspunkt der letzten Eingabe.
(Zeilenabstand: 1.7 x Schrifthöhe)
- PLOT (24,X,0); Einstellen einer neuen Zeilenhöhe. Es wird ein Zeilensprung von $X/10$ x Schrifthöhe ausgeführt.
- PLOT (25,X,"Y"); Eingabe der zu zeichnenden Schriftzeichen.
Dabei haben die Zeichen [,] , 10 folgende Bedeutung:
[- Umschaltung von Klein- auf Großbuchstaben
] - Umschaltung von Groß- auf Kleinbuchstaben
 10 - Zwischenraum (entspricht einer Buchstabenbreite)
- Einschränkung: Die Zeichen [,] , 10 können nicht mitgezeichnet werden.
X = 0 : Zeichnen der Zeichenfolge "Y" normal.
X = 1 : Zeichnen der Zeichenfolge "Y" als Indices.
- PLOT (26,X,Y); Zeichnen des Wertes einer Variablen.
Der Wert der Zahl Y ('INTEGER') wird gezeichnet.
X = 0 : Zeichnen von Y normal.
X = 1 : Zeichnen von Y als Index.
- PLOT (27,0,0); Die Zeichenfolge der letzten Eingabe wird einmal unterstrichen.
Dieser Aufruf darf nur nach einem vorherigen Aufruf PLOT (25,X,"Y"); erfolgen.
Standpunkt nach dem Aufruf:Anfang der Zeichenfolge auf der Höhe des Striches.

PLOT (28,0,0); Die Koordinaten des Standortes der Feder werden zwischengespeichert. (Anwendung beim Zeichnen eines Bruchstriches, s. PLOT (29,0,0);).

PLOT (29,0,0); In der Höhe des durch den Aufruf PLOT (28,0,0); zwischengespeicherten Koordinatenpunktes wird vom Standort der Feder bis zum gemerkten Punkte eine Gerade gezogen (Anwendung beim Zeichnen eines Bruchstriches).

Die Plotter-Prozedur liegt folgenden Versionen vor:

1. Code Plot

Alle Aufrufe

Diese Prozedur umfaßt alle beschriebenen Aufrufe. Länge: 3006 FW

2. Code Plot

Krummlinig

Diese Prozedur umfaßt die Aufrufe K = 0 bis 15
Aufrufe K > 15 werden übersprungen.
Länge: 1327 FW

3. Code Plot

Geradlinige Schrift

Die Aufrufe K = 3,4 fehlen.
Die Aufrufe für Schriftzeichen werden geradlinig ausgeführt.
Aufrufe K = 3,4 werden wie K = 2 interpretiert. Beim ersten Aufruf K = 3 erfolgt die Meldung K = 3,4 NV.
Länge: 2350 FW

4. Code Plot

Geradlinig.

Wie 3., jedoch ohne Schriftzeichen.
Länge: 661 FW

5. Code Plot

Mini Plot

Diese Prozedur enthält nur die Aufrufe $K = 0,1,2,5,6,7$. Aufrufe mit anderen K-Werten führen zur Zerstörung des Programms. Es erfolgt beim Aufruf `PLOT(1,0,0)`; keine Blattschreibermeldung; d.h. der Plotter muß vor dem Programmstart zeichenbereit sein.
Länge: 277 FW

Etwa 10 bis 15 Minuten vor Zeichenbeginn sollte der Plotter eingeschaltet werden, damit das Getriebeöl der Schrittmotoren auf Betriebstemperatur erwärmt wird.

BEGIN

COMMENT PLOTTERBEISPIEL 15.9.77;

REAL X;
INTEGER I;

PROCEDURE PLOT;
CODE;

START:

PLOT(1,0,0); PLOT(22,4,0); PLOT(21,1,0);
COMMENT HIER FEHLT AUFRUF PLOT(20,X,Y), NOETIG FUER K=25,27,23;
PLOT(25,0,'[R]EISPIEL:'); PLOT(27,0,0);
PLOT(23,0,0); PLOT(20,0,0); PLOT(25,0,'[G]ERAEDE_[M]ITTELSCHRIFT');
PLOT(23,0,0); PLOT(20,1,0); PLOT(25,0,'[S]CHRAEGE_[M]ITTELSCHRIFT');
PLOT(23,0,0); PLOT(20,0,1); PLOT(25,0,'[G]ERAEDE_[E]INGESCHRIFT');
PLOT(23,0,0); PLOT(20,1,1); PLOT(25,0,'[S]CHRAEGE_[E]INGESCHRIFT');
PLOT(23,0,0); PLOT(20,0,2); PLOT(25,0,'[G]ERAEDE_[R]EITSCHRIFT');
PLOT(23,0,0); PLOT(20,1,2); PLOT(25,0,'[S]CHRAEGE_[R]EITSCHRIFT');
PLOT(23,0,0); PLOT(0,0,0); PLOT(20,1,0); PLOT(22,6,0); PLOT(23,0,0);

PLOT(25,0,'[A]BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'); PLOT(23,0,0);
PLOT(25,0,'[a]bcdefghijklmnopqrstuvwxyz'); PLOT(23,0,0);
PLOT(25,0,'[01234567890] + - / * , . : ='); PLOT(23,0,0); PLOT(23,0,0);

PLOT(25,0,'[F]'); PLOT(25,1,'R'); PLOT(25,0,'='); PLOT(24,3,0); PLOT(20,0,0); PLOT(24,4,0)
PLOT(25,0,'[V]'); PLOT(25,1,'R'); PLOT(25,0,'[01234567890]'); PLOT(20,0,0);
PLOT(24,-12,0); PLOT(25,0,'[T]'); PLOT(25,1,'1'); PLOT(25,0,'[P+1]'); PLOT(25,1,'2');
PLOT(25,1,'2'); PLOT(25,0,'[P+1]'); PLOT(0,100,100); PLOT(0,0,3,1,2);

FOR I:=0 *STEP* 1 *UNTIL* 10 *DO* PLOT(10,0,I-0.1);
PLOT(6,0,0); PLOT(2,0,25,1); PLOT(15,1,0); PLOT(0,-0.25,0); PLOT(12,1,2);
FOR X:=0.5 *STEP* 0.5 *UNTIL* 3.1 *DO* PLOT(3,-COS(X)/4,-SIN(X)/4);
PLOT(3,0,25,0); PLOT(4,0,0); PLOT(13,0,0); PLOT(0,0,75,1); PLOT(15,-1,0); PLOT(6,0,0); PLOT(2,1,1);
FOR I:=10 *STEP* -1 *UNTIL* 0 *DO* PLOT(11,1,I-0.1);
PLOT(6,0,0); PLOT(2,0,0); PLOT(5,0,0); PLOT(22,3,0);
FOR I:=0 *STEP* 1 *UNTIL* 10 *DO*

BEGIN
PLOT(2,-0.1,I-0.1); PLOT(26,0,-1);
END;
PLOT(2,0,5,0,4); PLOT(0,0,0);

PLOT(21,1,0); PLOT(25,0,'[R]ICHTUNG_[X]'); PLOT(2,0,0);
PLOT(21,0,1); PLOT(25,0,'[R]ICHTUNG_[Y]'); PLOT(2,0,0);
PLOT(21,-1,0); PLOT(25,0,'[R]ICHTUNG_-[X]'); PLOT(2,0,0);
PLOT(21,0,-1); PLOT(25,0,'[R]ICHTUNG_-[Y]'); PLOT(2,-0.5,-0.5); PLOT(0,0,0);

PLOT(12,-3,3); PLOT(2,0,4,0); PLOT(5,0,0); PLOT(2,0,7,0); PLOT(6,0,0);
PLOT(2,1,0); PLOT(13,0,0); PLOT(2,-0.7,-0.2); PLOT(14,0,0);
PLOT(7,0,0);

END

Beispiel:

Gerade Mittelschrift

Schraege Mittelschrift

Gerade Engschrift

Schraege Engschrift

Gerade Breitschrift

Schraege Breitschrift

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890()+x/','.-:=;

$$F_R = \frac{V_R}{(T_1 p + 1) \times (T_2 p + 1)}$$

