

Messen Steuern Regeln
Leistungstest von Prozeßbrechensystemen
Zeitmessungen
 Testfunktion: Matrix-Inversion

DIN
19 242
 Teil 5

Measurement and control; performance tests on process computer systems, time measurement; function tested: matrix inversion

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	5.1 Belegungszeit des Zentralprozessors (t_{ZP})	2
2 Allgemeines	1	5.2 Verweilzeit	2
3 Testfunktion	1	5.3 Genauigkeit	2
4 Testvorgang	1	6 Testumgebung	2
4.1 Vorbereitung	1	7 Testprotokoll	2
4.2 Genauigkeit	2	Anhang A	3
4.3 Durchführung	2	Zitierte Normen	16
5 Testergebnisse	2	Erläuterungen	16

1 Anwendungsbereich und Zweck

Mit dieser Testfunktion soll die Bearbeitungszeit für die Durchführung einer Matrix-Inversion nach dem Testverfahren DIN 19 242 Teil 1 gemessen werden.

Um die Programmierung der Testfunktionen zu erleichtern, ist im Anhang A ein Programmierbeispiel in FORTRAN beigefügt, das mit geringfügigen Änderungen auf allen Rechnern ablaufen kann. Dieses Beispiel ist auch beim Beuth Verlag auf Datenträger (z. B. Magnetband) erhältlich.

2 Allgemeines

Voraussetzung der Invertierbarkeit ist eine reguläre Matrix. Die benötigten reellen Koeffizienten werden im Vorlauf über einen Zufallszahlengenerator so erzeugt, daß keine Sonderformen (z. B. symmetrische Matrizen) entstehen können.

Die Genauigkeit der Inversion (siehe Abschnitt 4.2) sollte ermittelt und bei der Diskussion der Testergebnisse berücksichtigt werden, da sie die Bearbeitungszeit beeinflussen kann.

3 Testfunktion

Die Inversion einer regulären (n, n) -Matrix A wird k -mal wiederholt. Operanden und Ergebnisse stehen im Hauptspeicher (Beispiele siehe Anhänge).

4 Testvorgang

4.1 Vorbereitung

Im Vorlauf des Testprogrammes werden im Hauptspeicher die benötigten Datenfelder eingerichtet, Elemente der

Ausgangsmatrix generiert und der Wiederholungsfaktor so festgelegt, daß die Testdauer im Minutenbereich (mindestens 1 bis 10 Minuten) liegt.

Wiederholungsfaktor k k -fache Wiederholung der Inversion

Matrix A n Zeilen bzw. Spalten (n sollte etwa 20 sein). Die Ausführungszeit des Testprogrammes steigt proportional mit k und überproportional mit n .

Koeffizienten a_{im} Gleitkommazahlen (z. B. einfacher Genauigkeit)

Um sicherzustellen, daß A regulär und gut konditioniert ist, werden die a_{im} wie folgt erzeugt:

a) Generierung der Nichtdiagonalelemente a_{im} ($i \neq m$) über einen Zufallsgenerator mit Abbildung auf das Intervall $[-1, 1]$

b) Generierung der Diagonalelemente a_{jj} nach der Formel

$$a_{jj} = 1 + 2 \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq j}}^n a_{jm}$$

Anmerkung: Das Zeilensummenkriterium garantiert dabei die Konvergenz des Einzel- bzw. Gesamtschrittverfahrens und damit die Regularität von A . Aufgrund des starken Überwiegens der Diagonalelemente ist auch eine gute Matrixkondition gesichert.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

4.2 Genauigkeit

Im Nachlauf soll die Genauigkeit der Matrixinversion ermittelt werden. Dazu wird folgendes Verfahren angewendet:

- a) Sei X_0 die zu A ermittelte fehlerbehaftete Kehrmatrix, $A \cdot X_0 - E = R_0$ die sich ergebende Restmatrix, dann werden für X_0 zwei Korrekturschritte durchgeführt (nach G. Schulze/Zurmühl):

$$X_1 = X_0 - X_0 \cdot R_0$$

$$R_1 = A \cdot X_1 - E \quad E = \text{Einheitsmatrix}$$

$$X_2 = X_1 - X_1 \cdot R_1$$

Unter der Annahme, daß das Spektrum von R_0 kleiner als 1 ist, konvergiert das Korrekturverfahren quadratisch. X_2 kann damit als Kehrmatrix betrachtet werden.

- b) Die Genauigkeitsangabe σ erfolgt mit ausreichender Genauigkeit mit Hilfe der Matrixzeilennorm:

$$\sigma X = 100 \frac{|X_2 - X_0|}{|X_2|} \text{ in \%}$$

mit

$$|X| = \max_i \sum_j |x_{ij}| \text{ (Zeilennorm)}$$

4.3 Durchführung

Um den Zeitbedarf für Vorlauf und Nachlauf des Testprogrammes zu ermitteln, muß der Meßvorgang in zwei Schritten durchgeführt werden:

Schritt 1: Testlauf mit einer einmaligen Matrixinversion

Schritt 2: Testlauf mit $(k + 1)$ Wiederholungen der Matrixinversionen.

Die einmalige Matrixinversion ist erforderlich, um im Nachlauf die Genauigkeitsbestimmung durchführen zu können.

5 Testergebnisse

k Wiederholungsfaktor

andere Formelzeichen: siehe DIN 19 242 Teil 1

5.1 Belegungszeit des Zentralprozessors (t_{ZP})

$$t_{ZP} = [(t_{EH2} - t_{AH2}) - (t_{EH1} - t_{AH1})] / k$$

5.2 Verweilzeit

$$t_{VW} = [(t_{EV2} - t_{AV2}) - (t_{EV1} - t_{AV1})] / k$$

Bei der Ausführung der Matrixinversion in einem anderen Prozessor als dem Zentralprozessor ist die gesuchte Bearbeitungszeit gleich der Verweilzeit der Matrixinversion.

5.3 Genauigkeit

Die Genauigkeit (σX) sollte bei der Beurteilung des Meßergebnisses berücksichtigt werden.

6 Testumgebung

Grundkonfiguration nach DIN 19 242 Teil 1/01.87, Abschnitt 7.

7 Testprotokoll

Zum Testergebnis muß die Testumgebung (siehe DIN 19 242 Teil 1) im Protokoll hinreichend genau beschrieben werden, damit der Test reproduzier- und vergleichbar wird.

Insbesondere sind das zur Inversion verwendete Verfahren (z. B. Gauß-Jordan, LR-Zerlegung), die gewählten Parameter, die Eingabedaten und die Genauigkeit anzugeben.

Anhang A

FORTRAN-Programm

```

C*****
C****
C**** PROGRAMMIER-SPRACHE:...FORTRAN IV
C****
C****
C****
C****
C****
C****
C****
C*****
C****
C**** DER TESTRAHMEN BESTEHT NACH DIN 19242 TEIL 1 AUS DEN
C**** PROGRAMMABSCHNITTEN:
C****
C****      1). VORSPANN (EINLESEN VON PARAMETERN, INITIALISIEREN,
C****              STARTEN)
C****      2). BEREICH FUER TESTFUNKTION BZW. TESTHILFSFUNKTION
C****              (FUNKTION, FUNKTIONSFOLGE, ANWENDERPROFIL)
C****      3). NACHSPANN (BEENDEN, AUSWERTEN, PROTOKOLLIEREN)
C****
C**** DER TESTRAHMEN KANN VOM ANWENDER ERWEITERT WERDEN,
C**** MUSS ABER FUER EINE TESTSERIE UNVERAENDERT BLEIBEN.
C****
C*****
C****      == SYSTEM - R O U T I N E N ==
C*****
C****
C****      TIME:   TAGESZEIT (STUNDEN:MINUTEN:SEKUNDEN)
C****      SECNDS: AUSFUEHRUNGSZEIT (SEKUNDEN)
C****
C*****

```

```

C*****
C****      === D A T E N - D E K L A R A T I O N E N ===      ****
C*****
C****      ****
C**** PN = PROGRAMM-IDENTIFIKATIONS-NUMMER (01 ... 99)      ****
C****      FESTE ZUORDNUNG ZU JEDEM TESTPROGRAMM (KONSTANTE)      ****
C**** PI = PROGRAMM-INDEX ZUR STEUERUNG VON PROGRAMMABSCHNITTEN      ****
C****      (PI = -1: PROGRAMM-ABBRUCH)      ****
C****      (PI = 0: OHNE FUNKTIONSTEST)      ****
C****      (PI = 1: MIT FUNKTIONSTEST)      ****
C**** NA = ANZ. AEUSSERE SCHLEIFE (1 ... 32760)      ****
C**** EIN = LOG.-NR.-EINGABE-GERAET (TERMINAL)      ****
C**** AUS = LOG.-NR.-AUSGABE-GERAET (TERMINAL)      ****
C**** PRINT = LOG.-NR.-PROTOKOLL-GERAET (DRUCKER/FERNSCHREIBER)      ****
C**** TA = ZEIT-ANFANG (STD:MIN:SEK)      ****
C**** TE = ZEIT-ENDE (STD:MIN:SEK)      ****
C**** TD = ZEIT-DIFFERENZ (SEK)      ****
C**** N = MATRIXDIMENSION (2 ... 20)      ****
C**** A(20,20); B(20,20); R(20,20); X0(20,20); X1(20,20) =      ****
C****      HILFSGROESSEN FUER DIE MATRIX-BERECHNUNG      ****
C**** IR; JR = HILFSGROESSEN (PARAMETER FUER FUNCTION 'RAN')      ****
C**** DUMMY = HILFSGROESSE      ****
C****      ****
C*****
C****      ****
      INTEGER PN,PI,NI,NA,EIN,AUS,PRINT
      INTEGER TA(4),TE(4)
      INTEGER DUMMY
      REAL TD
      INTEGER SX, IR, JR
      REAL A(20,20),B(20,20),R(20,20),X0(20,20),X1(20,20)
      DATA IR/0/,JR/0/
      DATA EIN/5/,AUS/6/,PRINT/8/
      DATA PN/5/
C****      ****
C*****

```

```

C*****
C**** ABSCHNITT 1: == V O R S P A N N == ****
C*****
C**** ****
C****      EINLESEN DER PARAMETER ****
C**** ****

100 WRITE(AUS,101) PN
101 FORMAT(' PN=',I2,' GIB PARAMETER:',
1      /,' =====',
2      /,' PI = -1: PROGRAMM-ABBRUCH',
3      /,'      0: OHNE FUNKTIONSTEST',
4      /,'      1: MIT FUNKTIONSTEST',
5      /,' NA = ANZAHL AEUSSERE SCHLEIFE (1 ... 32760)',
6      /,' N  = MATRIX-DIMENSION (2 ... 20)',
7      /,' =====',
8      /,' PI      NA  N',
9      /,' II IIII II')
      READ(EIN,102) PI,NA,NI,N
102 FORMAT(I2,X,I5,X,I5,X,I2)
C**** ****
C****      PRUEFEN DER PARAMETER ****
C**** ****

      IF (PI .EQ. -1)      GOTO 90000
      IF (PI .LT. 0)      GOTO 100
      IF (PI .GT. 1)      GOTO 100
      IF (NA .LT. 1)      GOTO 100
      IF (NA .GT. 32760) GOTO 100
      IF (N .LT. 2)      GOTO 100
      IF (N .GT. 20)      GOTO 100

C**** ****
C****      PROTOKOLLIEREN DER PARAMETER ****
C**** ****

      WRITE(AUS,103) PN,PI,NA,NI,N
      WRITE(PRINT,103) PN,PI,NA,NI,N
103 FORMAT(' PN=',I2,' PI=',I2,' NA=',I5,' N=',I2)
C**** ****
C****      AUFBAU DER MATRIX A ****
C**** ****

      DO 140 I = 1,N
      DO 130 J = 1,N
      A ( I , J ) = 2.*RAN(IR,JR) - 1.
130 CONTINUE
      A ( I , I ) = 1.
      DO 150 J = 1,N
      IF ( J .EQ. I ) GOTO 150
      ZW = ABS ( A ( I , J ) )
      A ( I , I ) = A ( I , I ) + ZW + ZW
150 CONTINUE
140 CONTINUE

C**** ****
C****      START FUNKTIONS-TEST ****
C**** ****

      WRITE(AUS,190) PN
      WRITE(PRINT,190) PN
190 FORMAT(' PN=',I2,' *** START ***')
C**** ****
C****      ABFRAGE DER STARTZEIT ****
C**** ****

      CALL TIME (TA)
      TD = SECNDS(0.0)
C*****

```