

Statik2d\KMat-Paket für den TI89/92(+)

Datum: 1999-12-19
Autor: Moritz Beck, moritz@moritz-beck.de
Zweck: Generierung von beliebigen Stabsteifigkeitsmatrizen (Deformationsmethode) für ebene Systeme
Lizenz und Copyright: Diese Software ist Freeware, d.h. sie darf frei kopiert und nur unverändert in Originalform weitergegeben werden (Weitergabe erwünscht), Änderungen dürfen nur für den eigenen Gebrauch gemacht werden.

Installationshinweise	1
Vorwort	1
Technische Grundlagen	1
Anleitung	2
Funktion kmat	2
Bekannte Fehler (buglist)	3
Bisherige Versionen	3
Danksagung	3

Installationshinweise

Mit Hilfe beispielsweise der TI-GRAPHLINK-Software wird die Gruppendatei kmat.89g auf den Taschenrechner überspielt. Wichtig ist, dass die Software in einem Ordner (Folder) namens „statik2d“ landet (Bei GRAPHLINK Ordner beibehalten/ Retain folder angeklickt lassen) und fertig.

Ursprünglich geschrieben ist diese Software auf dem TI89, ist aber auch auf dem TI92 meiner Freundin erfolgreich getestet. Auf dem TI92+ sollte das Paket funktionieren.

Vorwort

Beim Erlernen der Deformationsmethode (Weggrößenmethode/ displacement method) während meines Studiums stieß ich auf die Notwendigkeit, nicht nur die Stabsteifigkeitsmatrizen für Stäbe ohne Unstetigkeiten an den Stabrändern zu verwenden (Stäbe fest an den Knoten eingespannt), sondern auf Stäbe mit einer oder mehr Unstetigkeiten, auch an beiden Stabrändern, zu verwenden. So sollen sich u.a. Steifigkeitsmatrizen für Stäbe mit einem oder zwei Momentengelenken (z.B. Fachwerk) sowie mit beliebigen Kombinationen von Quer- und Normalkraftnullfeldern erzeugen und für die Berechnung verwenden lassen.

Während meines Studiums waren mehrere Rechenbelege zur Deformationsmethode anzufertigen, und da ich faul bin, stand mein Sinn nach einem einfach zu benutzenden Werkzeug, soll doch meine Rechenknecht arbeiten!

Technische Grundlagen

Kenntnisse über die Deformationsmethode setze ich im Folgenden voraus. Ich beziehe mich auf die Vorlesung von Prof. Möller, Lehrstuhl für Statik (<http://rcswww.urz.tu-dresden.de/~statik>) an der TU-Dresden (<http://www.tu-dresden.de>) und auf die von diesem Lehrstuhl herausgegebenen Lehrbriefe, insbesondere Nr. 4-6.

Verwendete Zeichen und Indizes:

i,k Knoten am Stabanfang (i) bzw. Stabende (k)

ik, ki	Stabrand am Anfang (ik) bzw. Ende des Stabes (ki)
$\underline{K(ik, ki)}$	Steifigkeitsmatrix am Stabanfang (ik) verursacht durch eine Verschiebung des Stabendes (ki)
$\underline{K(ik, i)}$	wie zuvor, aber durch eine Verschiebung des Knotens am Stabanfang (i)
$\underline{v(i)}$	Verschiebung des Knotens am Stabende (i)
$\underline{P(k)}$	Knotenlasten am Knoten k
$\underline{F(ki)}$	Randschnittkräfte am Stabende ki
$\underline{F_0(ki)}$	Randschnittkräfte am Stabende ki, verursacht durch äußere Belastung, gegenfalls mit Kraftgrößenmethode oder durch Nachschlagen in entsprechenden Tabellenwerken (Schneider, Wendehorst usw.) zu ermitteln.
$x_1 \ x_2 \ x_3$	lokale Koordinaten
\tilde{x}	Vektoren in globalen Koordinaten sind mit einer überstellten Tilde gekennzeichnet
\underline{T}	Transformationsmatrix zur Umwandlung lokalen Koordinaten in globale Koordinaten

Ein beliebiges System wird mittels der Deformationsmethode gelöst, indem dieses lineare Gleichungssystem gelöst wird:

$$\underline{\tilde{K}} * \underline{\tilde{v}} = \underline{\tilde{P}} - \underline{\tilde{F}_0}$$

Anleitung

Ziel des KMat-Paketes ist die Generierung von Stabsteifigkeitsmatrizen für ebene Systeme mit beliebigen Unstetigkeiten an den Stabändern. Es können bekanntlich am Stabrand ein Normalkraft-, Querkraft- und Momentennullfeld (Gelenk) auftreten. So stehen rechnerisch $8^2=64$ Kombinationen von Unstetigkeiten am Stabanfang und -ende zur Verfügung. Einige dieser Kombinationen sind freilich sinnlos; Normalkraftnullfelder an beiden Stabenden in Richtung des Stabes führen zu Kinematik und sind durch den Benutzer auszuschließen – eine derartige Überprüfung nimmt das Programm aus technischen Gründen (erforderliche Rechenzeit) nicht vor.

Funktion kmat

$\text{kmatrix}(\text{stabrand, verschobener-knoten, unstetigkeit-am-stabanfang, winkel-am-stabanfang, unstetigkeit-am-stabende, winkel-am-stabende})$

Diese Funktion berechnet die Steifigkeitsmatrix, z.B. $\underline{K(ik, i)}$ aus den geg. Unstetigkeiten.

kmatrix – Parameter

stabrand

An welchem Stabrand? $ik=0, ki=1$

verschobener-knoten

Welcher Knoten wird verschoben? $i=0, k=1$

unstetigkeit-am-stabanfang

Unstetigkeiten sind als Oktalzahl kodiert, d.h. eine Summe der folgenden Nummern ergibt eine Kombination der entspr. Unstetigkeiten:

1=Normalkraft, 2=Querkraft, 3=Moment

d.h. 0=Keine Unstetigkeit

winkel-am-stabanfang

Unter welchem Winkel befindet sich das Koordinatensystem der auftretenden Anschlüsse

(Unstetigkeiten) zum lokalen KS des Stabes?

Normalfall: 0, aber möglich ist z.B. bei einem schräg angeschlossenen verschieblichen Stab ein Winkel ungleich 0

unstetigkeit-am-stabende
winkel-am-stabende

wie ~am-stabanfang
wie ~am-stabende

Beispiel für kmat

km_{mat}(0,0,0,0,0,0) berechnet eine $K(i_k, i)$ -Steifigkeitsmatrix eines an den Knoten fest eingespannten Stabes, d.h. Betrachtung und Verschiebung des Stabanfangs, keine Unstetigkeiten.

km_{mat}(0,1,0,0,7,0) ist die Steifigkeitsmatrix $K(i_k, k)$ eines am Stabende freien Stabes, Stabanfang ist fest eingespannt. Folglich ist dieser Stab ein Kragarm, dessen Steifigkeit infolge Knotenverschiebung gleich 0 (Null) ist.

km_{mat}(0,0,4,0,4,0) => $K(i_k, i)$ eines Fachwerkstabes

Bekannte Fehler (buglist)

Bisher ist mir folgendes aufgefallen: Die Funktion ist sehr langsam, d.h. der Taschenrechner hat unter Umständen bis zu 10 Sekunden zu arbeiten bis ein Ergebnis vorliegt.

Bisherige Versionen

Die vorliegende Version ist die erste veröffentlichte, alle vorhergehenden waren so fehlerhaft, dass eine Aufzählung an dieser Stelle dem geneigten Leser erspart wird.

Danksagung

Dank an meine Freundin Kerstin, meine Kommilitonen und Freunde Matthias, Tobi, Olaf, Sylvia die mich dazu „inspirieren“, derartige Software zu entwickeln.