Universität Stuttgart
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Haotian Jin

Computerorientierte Umsetzung des Kraftgrößenverfahrens

Motivation und Zielsetzung

Im Gegensatz zu Verschiebungsgrößenverfahren wird Kraftgrößenverfahren wegen seines einfachen Vorgangs bevorzugt. Es ist gerade umgekehrt, wenn es unter computerorientiertem Aspekt betrachtet wird. Es gibt unbedingt die Möglichkeit, das Kraftgrößenverfahren im automatischen Ablauf anwenden zu können.

Das Ziel der Arbeit, das der Autor erreichen möchtet, ist eine computerorientierte Formulierung des Kraftgrößenverfahrens zu schaffen und programmtechnische umzusetzen. Weitergehend beschäftigt er sich mit der Möglichkeit, Weg für Wahl des statisch bestimmten Hauptsystems zu verbreiten.

Matrizielles Kraftgrößenverfahren

Gleichgewichtsgleichung:

$$[A][s] = [P]$$

Werkstoffgleichung:

$$[f][s] = [v]$$

Kinematiksgleichung:

$$[A]^T[V] = [v]$$

Zusammenfassung:

$$[V] = ([A][f]^{-1}[A]^T)^{-1}[P]$$

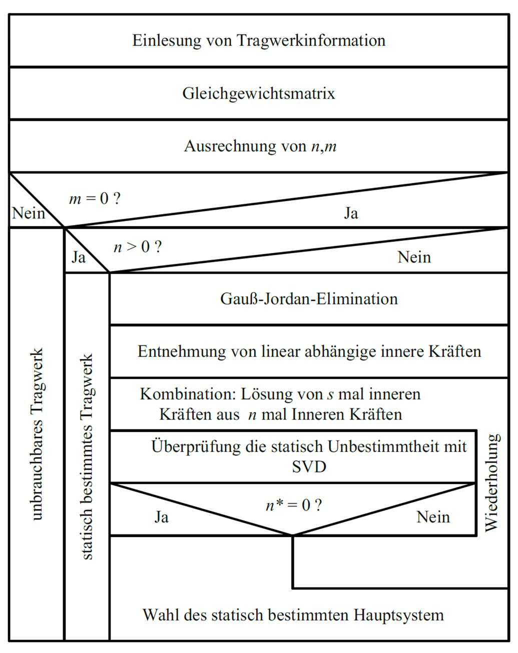
Unter stat. unbestimmtem System ist Gleichgewichtsmatrix nicht regulär und quadratisch. Die unbekannten gelösten inneren Kräfte werden durch Randbedingungen mittels obergenannter Gleichung ausgerechnet. Möglichkeit ist angeboten, Matrix des stat. best. Hauptsystems auszufinden.

SVD-Methode

Mit Hilfen von der Arbeit von Felippa (1987) und Pellegrino (1986) bietet die Singulärwertzerlegung die Möglichkeit an, statische Unbestimmtheit sowie Brauchbarkeit der Struktur in mathematische Weise zu analysieren.

$$\boldsymbol{A} = \boldsymbol{UVW^T}$$

Mit Kombination von den unbekannten gelösten innere Kräfte wird die neu Matrix ausgefunden und durch SVD überprüft.



Computerorientierter Algorithmus

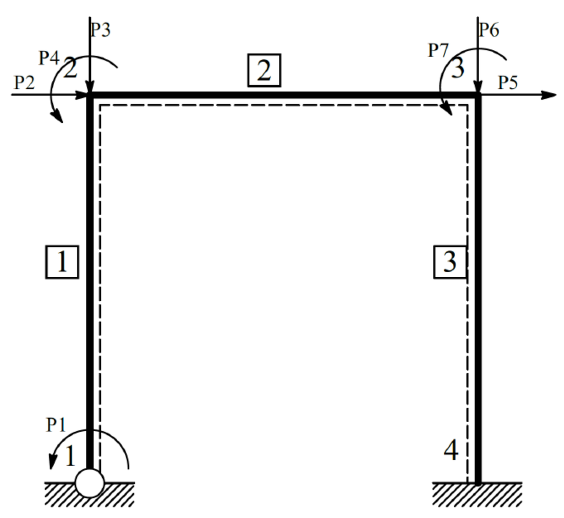


Abbildung 1

GTW-Methode

Tragwerk kann durch Grundtragwerk zerlegt werden.

Die Grundtragwerke sind Kragarm, Dreigelenktragwerk sowie Balken mit zwei Auflager. Jeder nicht an den Grundtragwerke teilnehmende Stab wird gelöst.

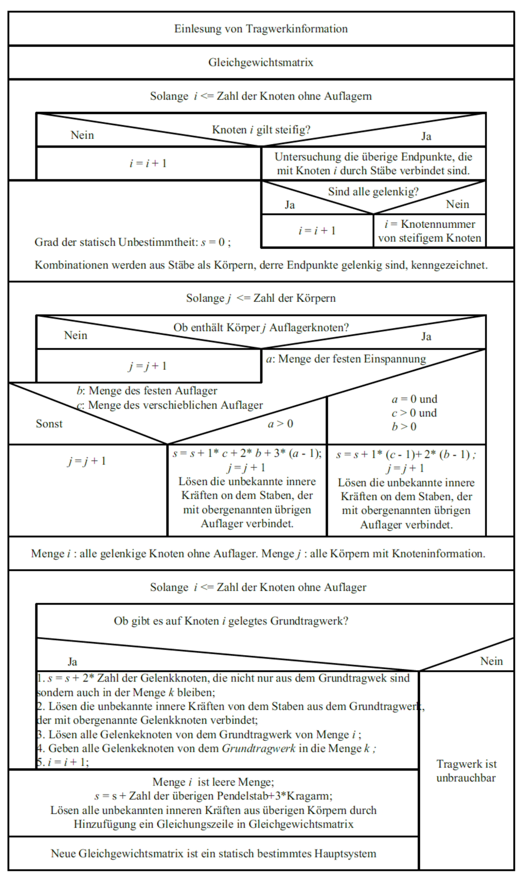
Grundprinzip:

•Identifizierung;

•Lösung des überflüssigen Auflagers;

•Tragwerkzerlegung durch Grundtragwerk;

•Lösung der übrigen Stäbe;



Computerorientierter Algorithmus

Numerisches Beispiel

Annahme: alle äußeren Lasten in Abbildung 1 gleich 1 sind.

$$\text{Knotenkoordination} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 2 \\ 2 & 2 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} \text{Knotenfreiheit} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \text{Element} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} N_r^1 \\ M_l^1 \\ M_r^1 \\ N_r^2 \\ M_l^2 \\ M_r^2 \\ N_r^3 \\ M_l^3 \\ M_r^3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Tragwerkerstellung

Um ein Tragwerk zu erstellen, wird die Knotenfreiheit, Element sowie Länge von den Stäbe durch Gleichgewichtsmatrix ausgelesen. Knotenkoordinaten wird ausgerechnet.

$$x_r = \frac{N_l^e}{||N_l^e||} \cdot L^e + x_l$$

Literatur

Krätzig, Wilfried B.; Harte, Reinhard; Meskouris, Konstantin; Wittek, Udo: *Tragwerke 2: Theorie und Berechnungsmethoden statisch unbestimmter Stabtragwerke*.

Pellegrino, S.: Structural Computations with the Singular Value Decomposition of the Equilibrium Matrix. In: *International Journal of Solids and Structures* 30 (1993), Januar

Felippa, C. A.: Will the Force Method Come Back? In: *Journal of Applied Mechanics* 54 (1987), September

Betreuer: Jan Gade, M. Sc.