

Lineare Finite-Elemente Analyse einer Balkenstruktur

COPYRIGHT Prof. Dr. Oskar Wallrapp, Fachhochschule Muenchen. Juni 2003

Problemstellung: Eigenwert-Analyse (freie Struktur)

Loese das Eigenwertproblem der ungedaempften DGL: $M\ddot{y} + K y = 0$.
Die Abschnitte 1 und 2 muessen bereits durchgerechnet sein!

Aufgaben:

- 4.1 Bestimmung der Minimalkoordinaten y_F
Reduzierung auf Minimalform der lin. DGL: $M\ddot{y} + K y = 0$
- 4.2 Berechne die Eigenfrequenzen f_{ev} in Hz und die Eigenvektoren z_{Fev}
Stelle die Eigenvektoren grafisch dar.

FEName

Elast. Winkel mit 3 Elementen

Festlegung der Parameter

- Setzen von Lagerbedingungen: **Lager** = {{Nr. Knoten mit Lager, Key-u1, Key-u2, Key-theta3}},
Key: 0=frei, 1=fest der drei Bewegungen u1, u2, theta3

Lager = {{1, 0,0,0}}

{{1, 0, 0, 0}}

- Setzen von Berechnungsschluesseln

keyPrint = 1; (* 0 = kein Print von System-Matrizen, 1 = Print *)

Loesung: 4 Eigenwert-Analyse

- 4.1 Bestimmung der Minimalkoordinaten y_F und der Mininal-Systemmatrizen

■ 4.2 Eigenfrequenzen und Eigenvektoren

- $\text{Mat} = \text{MF}^{-1} \cdot \text{KF}$; $\text{vals} = \omega^2$; $\text{vecs} = \text{Eigenvektoren (kleinster Wert am Ende)}$, Zeilenweise gespeichert. Es liegen $nM=nF_y$ Werte vor.

```
Mat = Inverse[MFy].KFy; {vals, vecs} = Chop[Eigensystem[Mat], 0.000001];
fev = Reverse[N[ $\frac{\sqrt{\text{vals}}}{2\pi}$ ]];
Print["Eigenwert j | Freq f (Hz) | omega (rad/s) |"];
Print["-----"];
Do[Print[" ", j, " | ", fev[[j]], " | ", fev[[j]]*2*Pi, " | "], {j, nM}];

Eigenwert j | Freq f (Hz) | omega (rad/s) |
-----

1 | 0. | 0. |
2 | 0. | 0. |
3 | 0. | 0. |
4 | 7.5266 | 47.291 |
5 | 18.1603 | 114.105 |
6 | 40.2463 | 252.875 |
7 | 105.906 | 665.427 |
8 | 173.935 | 1092.87 |
9 | 563.217 | 3538.8 |
10 | 1153.95 | 7250.46 |
11 | 2406.39 | 15119.8 |
12 | 6450.29 | 40528.4 |

vecs[[nM]] (* Eigenvektor zur untersten Frequenz *)
{0.00191761, -0.657268, 0.333861, 0.00191761, -0.323407,
 0.333861, 0.00191761, 0.0104539, 0.333861, -0.131627, 0.0104539, 0.333861}
```

■ Darstellung der Eigenformen

```

nevgraf = 2;          (* Zahl der darzustellenden Eigenformen *)
nevnicht = 3;         (* Zahl der ersten nicht darzustellenden Eigenformen *)

plotev = Table[0, {nevgraf}, {nE}];
Ne3 = Join[Ne, {Table[0, {nFe}]}]; (* Nullzeile anhaengen *)
Do[ ev = vecs[[nM-nevnicht+1-kk]];
  If [nR > 0, Do [ev = Insert[ev, 0, Indr[[j]] ], {j, nR}]];
  Ue = Table[0, {nE}, {3}];
  Do [
    Ue[[e]] = Transpose[Gammae[[e]].Ne3.Transpose[TeT[[e]]].(ev+ZF)/.{le->Edata[[e,5]]};
    plotev[[kk,e]] = ParametricPlot[{Ue[[e,1]],Ue[[e,2]]},{xi,0,1},
      DisplayFunction->Identity,PlotStyle->{RGBColor[kk/nevgraf,0,0]}}];
    , {e, nE}];
    , {kk, nevgraf}];
Show[PlStructure1, PlStructure2, PlStructure3, PlStructure4, plotev,
  DisplayFunction->$DisplayFunction, PlotRange->All,
  PlotLabel->{nevgraf, "Eigenwerte:", FEName, "mit Lager im Knoten 1"}];

{2, Eigenwerte:, Elast. Winkel mit 3 Elementen, mit Lager im Knoten 1}

```

