Organisme(s) : EDF-R&D/SINETICS

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.5- : Méthodes de résolution
Document : U4.52.01

Procédure `IMPR_STURM`

1 But

Calculer le nombre de valeurs propres comprises dans un intervalle et l'imprimer. Cette procédure est conseillée comme vérification a priori du modèle et pour définir des intervalles de recherche contenant un nombre raisonnable de valeurs propres afin d'optimiser le temps de calcul des opérateurs `MODE_ITER_SIMULT` ou `MODE_ITER_INV`.

2 Syntaxe

```
IMPR_STURM
          (   ♦  MATR_A =  A                       /   [matr_asse_DEPL_R]
                                                   /   [matr_asse_TEMP_R]
                                                   /   [matr_asse_PRES_R]
              ♦  MATR_B =  B                       /   [matr_asse_DEPL_R]
                                                   /   [matr_asse_TEMP_R]
                                                   /   [matr_asse_PRES_R]


              ◊  TYPE_RESU=    /   'DYNAMIQUE'         [DEFAUT]
                               /   'MODE_FLAMB'

% Si TYPE_RESU = 'DYNAMIQUE'

              ◊  FREQ_MIN=     /   f_min               [R]
                               /   0.                  [DEFAUT]
              ♦  FREQ_MAX=         f_max               [R]

% Si TYPE_RESU = 'MODE_FLAMB'

              ♦  CHAR_CRIT_MIN=   λ_min                [R]
              ♦  CHAR_CRIT_MAX=   λ_max                [R]



              ◊  FREQ_SEUIL=   /   f_seuil             [R]
                               /   0.01                [DEFAUT]
              ◊  PREC_SHIFT=   /   p_shift             [R]
                               /   0.01                [DEFAUT]

              ◊  NMAX_ITER_SHIFT= /   n_shift          [I]
                                  /   5                [DEFAUT]

              ◊  FICHIER =     /   'RESULTAT'          [DEFAUT]
                               /   ficres              [K]

              ◊  NPREC_SOLVEUR  = /   ndeci            [I]
                                  /   8                [DEFAUT]

          )   ;
```

3 Opérandes

3.1 Opérandes MATR_A et MATR_B

- ♦ MATR_A : A
- ♦ MATR_B : B

A et B étant les noms des matrices assemblées, le problème généralisé aux valeurs propres étudié est :

$$(A - \lambda\, B)\, v = 0$$

Dans le cas classique de la dynamique, A est la matrice de rigidité et B la matrice de masse. La valeur propre λ est alors reliée à la fréquence propre f par la formule : $\lambda = (2\pi\, f)^2$.
Dans le cas de la théorie du flambement linéaire, A est la matrice de rigidité et B la matrice de rigidité géométrique. La valeur propre λ est appelée charge critique.

Cette procédure permet, avant d'effectuer la recherche de valeurs propres, d'en connaître le nombre dans une bande stipulée par l'utilisateur.

Méthode de calcul :

On applique la propriété des suites de STURM et le théorème de SYLVESTER (Cf. [R5.01.01 §2.5 et §2.6]). Si μ est un décalage spectral donné, le nombre de pivots négatifs apparaissant lors de la factorisation symétrique (par LDL^T) de $(A - \mu\, B)$ est égal au nombre de valeurs propres réelles inférieures à μ.

3.2 Opérande TYPE_RESU

```
◊  TYPE_RESU=   /  'DYNAMIQUE'        [DEFAUT]
                /  'MODE_FLAMB'
```

Ce mot-clé permet de définir la nature du problème modal à traiter : recherche de fréquences de vibration (cas classique de dynamique) ou recherche de charges critiques (cas de la théorie du flambement linéaire).

3.3 Opérandes FREQ_MIN et FREQ_MAX

- ◊ FREQ_MIN = $f_{\min}$
- ♦ FREQ_MAX = $f_{\max}$

Ces mot-clé doivent être utilisés si TYPE_RESU = 'DYNAMIQUE'. Ils définissent les bornes inférieure et supérieure en Hertz de la bande de fréquence dans laquelle on cherche le nombre de fréquences propres. Ces deux bornes sont des réels positifs. On recherche alors le nombre de valeurs propres dans la bande $[\lambda_{\min}\, , \lambda_{\max}]$ avec : $\lambda_* = (2\pi\, f_*)^2$

Action par défaut :

Si FREQ_MIN est absent alors on calcule le nombre de fréquences propres comprises entre 0. et $f_{\max}$.

3.4 Opérandes CHAR_CRIT_MIN et CHAR_CRIT_MAX

- ♦ CHAR_CRIT_MIN = $\lambda_{\min}$
- ♦ CHAR_CRIT_MAX = $\lambda_{\max}$

Ces mot-clé doivent être utilisés si TYPE_RESU = 'MODE_FLAMB'. Ils définissent les bornes inférieure et supérieure de la bande de charges critiques dans laquelle on cherche le nombre de charges critiques propres. Ces deux bornes sont des réels positif ou négatif. On recherche alors le nombre de valeurs propres dans la bande $\left[\lambda_{\min},\lambda_{\max}\right]$.

3.5 Opérandes PREC_SHIFT et NMAX_ITER_SHIFT

- ◊ PREC_SHIFT = p_{shift}
- ◊ NMAX_ITER_SHIFT = n_{shift}

Si $f_{\min}$ ($\lambda_{\min}$) ou $f_{\max}$ ($\lambda_{\max}$) sont détectées comme étant des valeurs propres ou étant situées à proximité de valeurs propres (perte de plus de huit décimales (ndeci) lors de la factorisation de la matrice shiftée $\left(A-\lambda\ B\right)$), elles sont alors modifiées :

- $f_{\min}^{-}=f_{\min}\times\left(1-p_{shift}\right)$ ($\lambda_{\min}^{-}=\lambda_{\min}\times\left(1-p_{shift}\right)$)
- $f_{\max}^{+}=f_{\max}\times\left(1+p_{shift}\right)$ ($\lambda_{\max}^{+}=\lambda_{\max}\times\left(1+p_{shift}\right)$)

On recherche alors le nombre de valeurs propres dans le nouvel intervalle $\left[f_{\min}^{-},f_{\max}^{+}\right]$ ($\left[\lambda_{\min}^{-},\lambda_{\max}^{+}\right]$)

On ne s'autorise pas plus de n_{shift} modifications des bornes de l'intervalle.

3.6 Opérande SEUIL_FREQ

- ◊ SEUIL_FREQ = f_{seuil}

Si $\left|f_{\min}\right|\leq f_{seuil}$ et si $f_{\min}$ est détectée comme valeur propre, alors on recherche le nombre de fréquences propres dans l'intervalle $\left[-f_{seuil},f_{\max}\right]$.

On considère alors que $f_{\min}$ est associée à un mode de corps rigide. La modification de la borne inférieure de l'intervalle permet a priori de comptabiliser tous les modes de corps rigide.

Dans le cas de la théorie du flambement linéaire, on remplace f par λ et on définit : $\lambda_{seuil}=\left(2\pi\ f_{seuil}\right)^{2}$

3.7 Opérande NPREC_SOLVEUR

◊ NPREC_SOLVEUR = ndeci

ndeci représente le nombre de décimales qu'on s'autorise à perdre lors de la factorisation de la matrice shiftée $\left(A - \lambda\, B\right)$.

3.8 Opérande FICHIER

◊ FICHIER

Nom symbolique du fichier d'écriture (se reporter à la commande DEBUT [U4.11.01] pour les noms de fichiers actifs).

4 Phases de vérification/exécution

Phase de vérification :

Pas de vérification préalable.

Phase d'exécution :

A l'exécution, la procédure vérifie que :

- le fichier déclaré est bien connecté, si ce n'est pas le cas, aucun calcul n'est effectué.
- les matrices assemblées s'appuient sur la même numérotation, si ce n'est pas le cas, une erreur fatale est émise.

L'exécution de cette procédure nécessite deux factorisations LDL^T.

Page laissée intentionnellement blanche.