

MSC NASTRAN İLE MODAL ANALİZLERDE MUMPS ÇÖZÜCÜSÜ

HAZIRLAYAN
Betül ABLAY <i>Yapısal Analiz Mühendisi</i>

Yayın Tarihi: 16.04.2024

Günümüzde sonlu eleman modellerinin karmaşıklığı nedeniyle analizlerde uzun çözüm süreleri ile karşılaşılabilir. Kullanıcılar daha kısa analiz süreleriyle analiz sonucu elde etmek ister. Bu doğrultuda yüksek performanslı donanım bileşenlerine ihtiyaç duyulsa da bu bileşenler ancak belirli parametrelerin ayarlanmasıyla en verimli şekilde kullanılabilir. Bu yazı kapsamında MSC Nastran Modal (SOL 103) analizlerinde “MUMPS” çözücü ayarlarının kullanımı ve hız/performans üzerine etkileri incelenmektedir.

MUMPS (Multifrontal Massively Parallel Direct Solver)

MUMPS çözücü, doğrusal denklem sistemleri için son teknoloji ürünü, yüksek düzeyde ölçeklenebilir bir çözüm sağlamaktadır. Bu çözücü READ modülündeki Lanczos özdeğer çözümüne entegre edilmektedir. READ modülünde Lanczos yöntemini kullanan tüm çözüm dizileri için kullanılabilir. MUMPS çözücüsü tüm verileri çekirdekte depolamaktadır.

Kullanıcılar, MUMPS çözücüsünü kullanarak modal analiz çözüm sürelerini hızlandırabilir. “SPARSE Solver” yönetici anahtar sözcüğü kullanılarak bdf içerisine eklenebilir:

“SPARSE Solver READ (FACTMETH=MUMPS)”

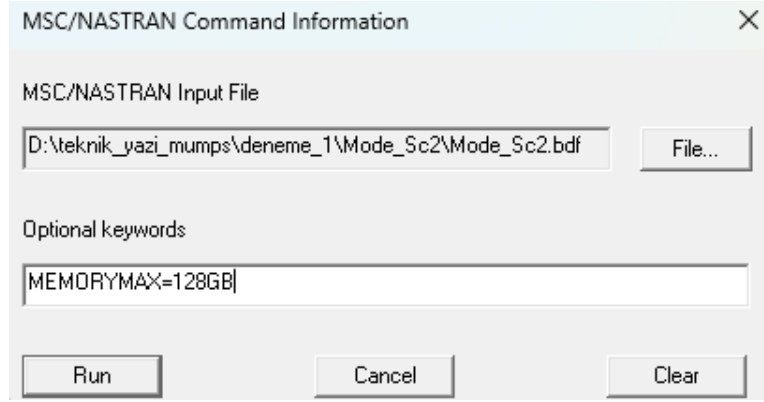
```
SPARSE Solver READ (FACTMETH=MUMPS)
```

```
SOL 103  
CEND  
METHOD = 10
```

Figür 1 – “SPARSE Solver READ (FACTMETH=MUMPS)” Kartının .bdf’e Eklenmesi

Kořturulacak analizde kullanılması istenilen performans parametreleri, Nastran arayüz penceresi içerisinde yer alan “Optional Keywords” sekmesi altında aralarında birer boşluk bırakılarak girilebilir. Çözüm parametrelerinin Nastran arayüz penceresine her seferinde tekrar tekrar girilmesi yerine, Nastran dosya konumu/sürümü/yılı/conf içerisinde bulunan RCF (Runtime Configuration File) dosyası üzerinden düzenlemeler yapılabilir.

Örnek dosya yolu = “C:\Program Files\MSC.Software\MSC_Nastran\2023.4\conf\NAST20234.rcf”



Figür 2 – “Optional Keywords” Sekmesi

Modal analizde kullanılacak MUMPS parametresini bdf’e ekleyip koştururken aşağıda yer alan “Fatal Message 11366 (FACDRVI)” hatası alınabilir:

```
*** SYSTEM FATAL MESSAGE 11366 (FACDRVI)
Insufficient memory for the Mumps Solver.
USER INFORMATION:
MUMPS indicates there is not enough memory to perform in-core decomposition.
Only in-core is supported for Mumps solver.
USER ACTION:
Try searching .F04 file for 'MUMPS' for 'REQUIRED INCORE MEMORY'.
Use the reported values to increase memory using 'memorymax=' on the submittal line
to use Mumps solver.
```

Figür 3 – “System Fatal Message 11366 (FACDRVI)” F06 Dosyası

Bu durumla karşılaştığımızda ya da bu hatayı önlemek için Nastran arayüz penceresinde “Optional Keywords” sekmesine ya da RCF dosyasına “MEMORYMAX=XXGB” yazmak gerekir. Fiziksel belleğin %50 sinden fazlasının Nastran çözümlerinde kullanılması “MEMORYMAX=XXGB” komutu ile sağlanabilir.

Ayrıca, analiz geniş bir frekans aralığı içeriyorsa DMP kullanmak faydalı olabilir. Bu seçenek, “DOMAINSOLVER” executive girişi ile birlikte DMP=NDMP komut satırı seçeneği kullanılarak belirtilebilir:

“ DOMAINSOLVER MODES (PARTOPT=FREQ, NCLUST=NDMP) “

Etki alanı ayrıştırma yöntemlerinin (GDMODES, MDMODES) hiçbiri MUMPS ile desteklenmez. Burkulma Analizleri için hiçbir DMP seçeneği mevcut değildir. Ayrıca MUMPS çözücüsü Karmaşık Lanczos'ta (Complex Lanczos) mevcut değildir.

MUMPS çözücü tüm faktör veri yapılarını bellekte saklamaktadır. Yetersiz bellek varsa, f06 dosyasında önerilen ek bellek miktarıyla birlikte “FATAL MESSAGE 6136” görülebilir:

```
*** SYSTEM FATAL MESSAGE 6136 (FACDRV)
INSUFFICIENT CORE FOR NUMERIC PHASE OF SPARSE DECOMPOSITION.
USER ACTION: INCREASE CORE BY AN ESTIMATED 2026320 K WORDS BUT NOTE THAT IT IS ONLY AN
ESTIMATE AND THE ACTUAL CORE SIZE NEEDED MAY BE HIGHER.
```

Figür 4 – “System Fatal Message 6136 (FACDRV)” F06 Dosyası

MUMPS ÖRNEKLERİ:

Aşağıda verilen tabloda yaklaşık 35M dof içeren bir modelin Nastran 2023.4'te modal analiz süresinin MUMPS çözücü ile elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Analiz smp=16 ve memorymax=400GB ile gerçekleştirilmiştir.

Version	Total Elapsed Time (seconds)	Overall Speedup	READ Module Elapsed Time (Seconds)	READ Module Speedup
2023.3	5774	N/A	5370	N/A
2023.4 using MUMPS	2221	2.6 X faster	1774	3.0 X faster

Figür 5 – Nastran 2023.4 MUMPS Çözücüsü ve 2023.3 Versiyon Modal Analiz Süresi

Bu analiz yapılırken kullanılan bilgisayarın özellikleri:

Architecture:	linux64i8
Platform:	Intel Linux 4.18.0-477.15.1.el8_8.x86_64
Model:	Intel(R) Xeon(R) Gold 6226R CPU @ 2.90GHz
CPU:	GenuineIntel
Clock Frequency:	2900 MHz
Number of CPUs:	32
Executable:	standard
Raw model ID:	8664
Configuration number:	1546774 MB

Bir başka modal analiz örneğinde MUMPS çözücüsü “SPARSE SOLVER READ (FACTMETH=MUMPS)” ile memorymax=128GB kullanılarak koşturulan analiz süresi ve MUMPS çözücüsü eklenmeden koşturulan analiz süresi kıyaslanılmıştır.

```
=====
Time Summary          CPU      Wall   ( Time in Seconds )
Input File             9.5      9
Stiffness Generation  82.3     82
Eigenvalue            3941.7   4598
Miscellaneous         116.1    151
-----
Total:                 4149.6   4840
=====
```

Figür 6 – SOL103 MUMPS Çözücüsü Eklenmeden Koşturulduğundaki Çözüm Süresi

```
=====
Time Summary          CPU      Wall   ( Time in Seconds )
Input File             9.7      11
Stiffness Generation  83.8     84
Eigenvalue            2804.6   2807
Miscellaneous         99.8     99
-----
Total:                 2997.9   3001
=====
```

Figür 7 – SOL103 MUMPS Çözücüsü “SPARSE SOLVER READ (FACTMETH=MUMPS)” ile Koşurulduğundaki Çözüm Süresi

İki analiz sonucunda MUMPS çözücü eklenerek yapılan analiz 50 dakika sürerken, MUMPS çözücü eklenmeden yapılan analizin 1 saat 34 dakika sürdüğünü gözlemlenmektedir. Bu durumda SOL103 Modal Analiz yaparken “SPARSE SOLVER READ (FACTMETH=MUMPS)” ile koşturmak büyük modellerde zaman açısından avantaj sağlayabilir.

REFERANS

- I. MSC Nastran 2023.4 Release Guide
- II. MSC Nastran 2023.4 Quick Reference Guide