

حاشیہ
الکرمین

۱۳۸۰ / ۱۲ / ۲۸



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی عمران

از اطلاعات در این کتاب
توسط

روشهای گراف تئوریک جبری برای ترتیب گرهی
مدلهای اجزای محدود

016555

رسول رحمانی زرنق

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی عمران-سازه

۳۹۸۸۳

استاد راهنما:

دکتر علی کاوه

پاییز ۱۳۸۰

۳۹۸۸۳

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

خواهران و برادرانم

چکیده

کاربرد روش اجزا محدود در بسیاری از مسائل تحلیل و طراحی مهندسی و تحقیقاتی، رو به گسترش است و انتظار می‌رود در سالهای آینده نیز مورد استفاده بسیاری از مهندسان و محققان قرار گیرد. روش اجزا محدود برای تحلیل سازه‌ها، یک یک روش عددی قدرتمندی است که برای تحلیل مسایل پیچیده سازه‌ای مانند شبکه‌های نامنظم با بازشوهای داخلی و گوشه‌های نامنظم مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای حصول به نتایج بهتر و دقیق‌تر مدل اجزا محدود با تعداد گره‌ها و المانهای زیاد اختیار می‌گردد و امروزه اجزایی با اضلاع متعدد و گره‌های میانی زیاد بطور گسترده‌ای مورد استفاده می‌گردد. سازه‌های فضا کار نیز که کاربرد گسترده‌ای در سطح جهانی برای پوشش دهانه‌های بزرگ و پوشش سطوح با معماری خاص دارند، دارای تعداد المانها و گره‌های زیادی می‌باشند.

برای سازه‌های علمی بزرگ بین سی تا پنجاه درصد زمان اجرای رایانه‌ای برای حل دستگاه معادلات مربوط به تحلیل صرف می‌شود. در حل مسایل بهینه یابی سازه‌ای و دینامیکی و مسایل غیر خطی این میزان به شدت افزایش می‌یابد بنابراین طبیعی است که کوشش شود تا هزینه یک محاسبه رایانه‌ای که تابعی از زمان اجرا و حافظه اطلاعات رایانه‌ای است کاهش یابد.

مشخصه‌های بهینگی ماتریسهای اتصالی عبارت است از عرض نوار ماتریس و یا پروفیل آن که به توجه به توضیحات بالا در مورد اجزا محدود و سازه‌های فضا کار پر عضو تغییرات قابل توجهی در عرض نوار تک تک ردیف‌ها صورت می‌گیرد و در نتیجه طبیعی است که دنبال روشهایی بود که هم در محاسبات و هم در نحوه ذخیره سازی آنها بتوان این تغییرات را منعکس کرد.

در این پایان نامه پس از معرفی روش تغییر مکانها (سختی) در تحلیل اجزا محدود و سازه‌ها تبدیلات توپولوژیکی مدل‌های اجزا محدود که توسط دکتر کاوه تعریف شده‌اند برای استفاده در شماره گذاری بهینه معرفی می‌شوند. هدف اصلی ترتیب گرهی در اجزا محدود پر عضو است که این کار با استفاده از روشهای گراف تئوریک جبری انجام می‌شود.

نحوه قرارگیری درایه‌های غیر صفر ماتریس سختی و پراکنندگی آنها در ماتریسهای اتصالی یا به عبارت دیگر الگوی ماتریس سختی، زمان اجرای برنامه، عرض نوار و پروفیل ماتریس سختی برای مثالها ارائه شده‌اند. قابل ذکر است که در مراحل مختلف پایان نامه برنامه‌های رایانه‌ای موثری نوشته شده‌اند مانند استخراج توپولوژی سازه از فایل ترسیم در نرم‌افزار Auto Cad 14 و آماده سازی آن برای تحلیل، مدل کردن سازه توسط تبدیلات توپولوژیکی معرفی شده توسط دکتر کاوه، ترتیب گرهی با استفاده از ماتریس لابلاسین مکمل LC گراف در هرکدام از مدلها انجام شده است.

تقدیر و تشکر:

از استاد محترم جناب آقای دکتر علی کاوه که با ارائه راهنماییهای مدبرانه و دلسوزانه خود نظارت و سرپرستی این پروژه را بر عهده داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از اعضای هیأت داوری آقایان دکتر وفایی و دکتر برخورداری به خاطر حضور در جلسه دفاعیه و فراهم نمودن امکان ارائه پربار آن صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از دوستان عزیز آقایان مهندس محمود ظفری و مهندس محمد جمالزاده که در تهیه و تدوین این پایان نامه نقش داشته‌اند بسیار متشکرم، همچنین از دوستانی که در جلسه دفاعیه حضور داشتند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

عنوان	صفحه
فصل اول - مقدمه	
۱- مقدمه	۲
فصل دوم - مقدمه‌ای به تئوری گراف و گراف تئوری جبری	
۱-۲- مقدمه	۷
۲-۲- مفاهیم محض	۷
۳-۲- مفاهیم نمایشی	۸
۴-۲- تعاریف اساسی	۹
۵-۲- عملیات بر روی گراف	۱۰
۶-۲- ماتریسهای وابسته به یک گراف	۱۱
۱-۶-۲- ماتریس همسایگی	۱۲
۲-۶-۲- ماتریس تطبیقی عضو-گروه	۱۳
۳-۶-۲- ماتریس فهرست اعضا	۱۴
۴-۶-۲- فهرست همسایگی	۱۵
۵-۶-۲- فهرست همسایگی فشرده	۱۵
۶-۶-۲- ماتریس لاپلاسین	۱۶
۷-۲- طیف ماتریس همسایگی گرهی	۱۷
۸-۲- طیف ماتریس لاپلاسین	۱۸
فصل سوم - تبدیلات توپولوژیکی	
۱-۳- مقدمه	۲۱
۲-۳- تبدیلات توپولوژیکی	۲۱
۱-۲-۳- روش گراف عضو-کامل (ECGM)	۲۱

عنوان	صفحه
۲-۲-۳- روش گراف اسکلتی (SGM)	۲۲
۳-۲-۳- روش گراف عضو-ستاره‌ای (ESGM)	۲۲
۴-۲-۳- روش گراف عضو-چرخه‌ای (EWGM)	۲۳
۵-۲-۳- روش گراف مثلثی نسبی (PTGM)	۲۴
۶-۲-۳- روش گراف مثلثی (TGM)	۲۵
۷-۲-۳- روش گراف وابسته طبیعی (NAGM)	۲۶
۸-۲-۳- روش گراف انطباقی (IGM)	۲۶
۹-۲-۳- روش گراف شاخص (RGM)	۲۷
۱۰-۲-۳- روش گراف شاخص کامل (CRGM)	۲۸

فصل چهارم - ترتیب گرهی در اجزای محدود با استفاده از روش گراف-تئوریک جبری

۱-۴- مقدمه	۳۰
۲-۴- روشهای حل دستگاه معادلات سازه‌ای	۳۰
۳-۴- روشهای حل دستگاه معادلات تنک	۳۲
۱-۳-۴- ساختار نواری	۳۲
۲-۳-۴- ساختار پروفیل	۳۵
۳-۳-۴- ساختار جبهه‌ای	۳۶
۴-۴- ساختار کلی ترتیب گرهی در اجزاء محدود	۳۸
۵-۴- تاشه‌پردازی شبکه اجزاء محدود	۳۹
۶-۴- تبدیلات توپولوژیکی مدل‌های اجزاء محدود	۴۰
۷-۴- روش‌های گراف-تئوریک جبری (طیف) برای ترتیب گرهی	۴۱

صفحه	عنوان
۴۱	۴-۷-۱- استفاده از ماتریس لاپلاسین گراف.....
۴۴	۴-۷-۲- علت مناسب بودن روش طیفی.....
۴۸	۴-۷-۳- استفاده از ماتریس لاپلاسین مکمل گراف.....

فصل پنجم - معرفی و حل مثالها

۵۳	۵-۱- مقدمه.....
۵۳	۵-۲- معرفی برنامه کامپیوتری Todxf و Arrange
۵۴	۵-۳- معرفی مثالها و نتایج.....

فصل ششم - نتیجه گیری

۱۰۷	۶-۱- نتیجه گیری.....
۱۰۸	۶-۲- پیشنهاد کارهای آتی.....

پیوست اول - متن برنامه های کامپیوتری

۱۱۰	پ-۱-۱- مقدمه.....
۱۱۰	پ-۱-۲- معرفی برنامه FETP
۱۱۰	پ-۱-۳- معرفی برنامه ARRANGE
۱۱۱	پ-۱-۴- معرفی برنامه TODXF
۱۱۱	پ-۱-۵- معرفی برنامه MATIN
۱۳۱	مراجع.....

صفحه	فهرست اشکال	عنوان
۱۲	شکل (۱-۲) عناصر گره‌های گراف
۱۲	شکل (۲-۲) ماتریس همسایگی گرهی
۱۴	شکل (۳-۲) ماتریس تطبیقی عضو-گره
۱۴	شکل (۴-۲) ماتریس فهرست اعضا
۱۵	شکل (۵-۲) فهرست همسایگی
۱۵	شکل (۶-۲) فهرست همسایگی فشرده
۱۷	شکل (۷-۲) ماتریس لاپلاسین گراف
۱۷	شکل (۸-۲) ماتریس لاپلاسین مکمل گراف
۲۲	شکل (۱-۳) مدل اجزای محدود و گراف عضو-کامل آن
۲۲	شکل (۲-۳) گراف اسکلتی مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۳	شکل (۳-۳) گراف عضو-ستاره‌ای مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۳	شکل (۴-۳) گراف عضو-چرخه‌ای مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۴	شکل (۵-۳) گراف اسکلتی و SRT_n و گراف مثلثی نسبی مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a) ..
۲۵	شکل (۶-۳) گراف مثلثی مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۶	شکل (۷-۳) گراف وابسته طبیعی مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۷	شکل (۸-۳) گراف انطباقی مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۸	شکل (۹-۳) گراف شاخص مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۲۸	شکل (۱۰-۳) گراف شاخص کامل مدل اجزای محدود در شکل (۳-۱-a)
۳۴	شکل (۱-۴) یک گراف و تعاریف ساختارهای آن
۳۷	شکل (۲-۴) مراحل روش جبهه‌ای

صفحه	عنوان
۴۳	شکل (۳-۴) مدل المان محدود و شماره گذاری آن
۵۷	شکل (۱-۵) مثال شماره ۱
۵۷	شکل (۲-۵) مثال شماره ۲
۵۸	شکل (۳-۵) مثال شماره ۳
۵۸	شکل (۴-۵) مثال شماره ۴
۵۹	شکل (۵-۵) مثال شماره ۵
۵۹	شکل (۶-۵) مثال شماره ۶
۶۰	شکل (۷-۵) مثال شماره ۷
۶۰	شکل (۸-۵) مثال شماره ۸
۶۱	شکل (۹-۵) گرافهای مربوط به مثال شماره ۷
۶۲	شکل (۱۰-۵) مثال شماره ۹
۶۲	شکل (۱۱-۵) مثال شماره ۱۰
۶۳	شکل (۱۲-۵) گرافهای مربوط به مثال شماره ۹
۶۴	شکل (۱۳-۵) مثال شماره ۱۱
۶۴	شکل (۱۴-۵) مثال شماره ۱۲
۶۵	شکل (۱۵-۵) مثال شماره ۱۳
۶۵	شکل (۱۶-۵) مثال شماره ۱۴
۶۶	شکل (۱۷-۵) گرافهای مربوط به مثال شماره ۱۳
۶۷	شکل (۱۸-۵) مثال شماره ۱۵
۶۷	شکل (۱۹-۵) مثال شماره ۱۶

صفحه	فهرست اشکال	عنوان
۶۸	شکل (۵ - ۲۰) گرافهای مربوط به مثال شماره ۱۵	
۶۹	شکل (۵ - ۲۱) مثال شماره ۱۷	
۶۹	شکل (۵ - ۲۲) مثال شماره ۱۸	
۷۴	شکل (۵ - ۲۳) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱	
۷۵	شکل (۵ - ۲۴) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲	
۷۶	شکل (۵ - ۲۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۳	
۷۷	شکل (۵ - ۲۶) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۴	
۷۸	شکل (۵ - ۲۷) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۵	
۷۹	شکل (۵ - ۲۸) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۶	
۸۰	شکل (۵ - ۲۹) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۷	
۸۱	شکل (۵ - ۳۰) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۸	
۸۲	شکل (۵ - ۳۱) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۹	
۸۳	شکل (۵ - ۳۲) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۰	
۸۴	شکل (۵ - ۳۳) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۱	
۸۵	شکل (۵ - ۳۴) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۲	
۸۶	شکل (۵ - ۳۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۳	
۸۷	شکل (۵ - ۳۶) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۴	
۸۸	شکل (۵ - ۳۷) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۵	
۸۹	شکل (۵ - ۳۸) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۶	
۹۰	شکل (۵ - ۳۹) الگوی ماتریس‌های سختی برای مثال شماره ۱	

صفحه	فهرست اشکال	عنوان
۹۱	شماره ۵	شکل (۴۰ - ۵) الگوی ماتریس‌های سختی برای مثال شماره ۵
۹۲	شماره ۶	شکل (۴۱ - ۵) الگوی ماتریس‌های سختی برای مثال شماره ۶
۹۳	شماره ۷	شکل (۴۲ - ۵) الگوی ماتریس‌های سختی برای مثال شماره ۷
۹۴	شماره ۱۹ و ۲۰	شکل (۴۳ - ۵) مثال شماره ۱۹ و ۲۰
۹۴	شماره ۲۱	شکل (۴۴ - ۵) مثال شماره ۲۱
۹۵	شماره ۲۲	شکل (۴۵ - ۵) مثال شماره ۲۲
۹۵	شماره ۲۳	شکل (۴۶ - ۵) مثال شماره ۲۳
۹۶	شماره ۲۴	شکل (۴۷ - ۵) مثال شماره ۲۴
۹۶	شماره ۲۵	شکل (۴۸ - ۵) مثال شماره ۲۵
۹۹	شماره ۱۹	شکل (۴۹ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۱۹
۱۰۰	شماره ۲۰	شکل (۵۰ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲۰
۱۰۱	شماره ۲۱	شکل (۵۱ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲۱
۱۰۲	شماره ۲۲	شکل (۵۲ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲۲
۱۰۳	شماره ۲۳	شکل (۵۳ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲۳
۱۰۴	شماره ۲۴	شکل (۵۴ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲۴
۱۰۵	شماره ۲۵	شکل (۵۵ - ۵) نمودار مربوط به نتایج مثال شماره ۲۵

صفحه	فهرست جداول	عنوان
۷۰	جدول (۵-۱) نتایج مثال شماره ۱	
۷۰	جدول (۵-۲) نتایج مثال شماره ۲	
۷۰	جدول (۵-۳) نتایج مثال شماره ۳	
۷۰	جدول (۵-۴) نتایج مثال شماره ۴	
۷۱	جدول (۵-۵) نتایج مثال شماره ۵	
۷۱	جدول (۵-۶) نتایج مثال شماره ۶	
۷۱	جدول (۵-۷) نتایج مثال شماره ۷	
۷۱	جدول (۵-۸) نتایج مثال شماره ۸	
۷۲	جدول (۵-۹) نتایج مثال شماره ۹	
۷۲	جدول (۵-۱۰) نتایج مثال شماره ۱۰	
۷۲	جدول (۵-۱۱) نتایج مثال شماره ۱۱	
۷۲	جدول (۵-۱۲) نتایج مثال شماره ۱۲	
۷۳	جدول (۵-۱۳) نتایج مثال شماره ۱۳	
۷۳	جدول (۵-۱۴) نتایج مثال شماره ۱۴	
۷۳	جدول (۵-۱۵) نتایج مثال شماره ۱۵	
۷۳	جدول (۵-۱۶) نتایج مثال شماره ۱۶	
۹۷	جدول (۵-۱۷) نتایج مثال شماره ۱۹	
۹۷	جدول (۵-۱۸) نتایج مثال شماره ۲۰	
۹۷	جدول (۵-۱۹) نتایج مثال شماره ۲۱	

صفحه	فهرست جداول	عنوان
۹۷	جدول (۵ - ۲۰) نتایج مثال شماره ۲۲	جدول (۵ - ۲۰) نتایج مثال شماره ۲۲
۹۸	جدول (۵ - ۲۱) نتایج مثال شماره ۲۳	جدول (۵ - ۲۱) نتایج مثال شماره ۲۳
۹۸	جدول (۵ - ۲۲) نتایج مثال شماره ۲۴	جدول (۵ - ۲۲) نتایج مثال شماره ۲۴
۹۸	جدول (۵ - ۲۳) نتایج مثال شماره ۲۵	جدول (۵ - ۲۳) نتایج مثال شماره ۲۵

فصل اول

مقدمه