



**زیربرنامه:**

DetectRemovableEdges3D

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور |  |
| کامیار صفری |  |
| **تهیه کنندگان مستند** | مرتضی نامور، کامیار صفری | |
| **تاییدکنندگان** | مرتضی نامور | |
| **تاریخ تنظیم سند** | 24/10/1396 | |
| **شناسه سند** |  | |
| **زبان برنامه‌نویسی** | **Fortran 90** | |

1. وظایف

این زیربرنامه، بدنه‌ی اصلی برنامه‌ی تشخیص نقاط و اضلاع قابل حذف شبکه می‌باشد. اطلاعات شبکه را به عنوان ورودی دریافت کرده و با بررسی فواصل و میزان کشیدگی المان‌ها و فاکتورهای دیگری، نقاط و قابل حذف آن را تشخیص داده و در یک آرایه ذخیره میکند.

1. توضیحات و تئوری

در این زیربرنامه، در ابتدا، داده‌های مورد نیاز برای بررسی و تشخیص نقاط قابل حذف شبکه، از طریق فراخوانی زیربرنامه های مربوطه، محاسبه میشوند و سپس داده های محاسبه شده برای بررسی به یک زیربرنامه ی دیگر فرستاده میشوند و در انتها زیربرنامه، لیست اضلاع قابل حذف شبکه را برمیگرداند. داده های مورد نیاز برای تشخیص نقاط قابل حذف شبکه که در ابتدای اجرای زیربرنامه محاسبه میشوند، عبارتند از داده هایی همچون تعداد و اندیس نقاط هر سلول، سلولهای متصل به هر نقطه، اضلاع متصل به هر نقطه، متریکهای مربوط به سلولها و رئوس جهت تشخیص کشیدگی های شبکه، میانگین متریک گره ها در هر سلول، آرایه ی مربوط به رئوس مرزی، فاصله ی نزدیکترین همسایه به هر راس، تعداد و اندیس نقاط نوک تیز شبکه و تابع مشخص کننده ی شماره لایه‌ی مربوط به هر راس.

در ادامه بر اساس این داده های به دست آمده، گره های مورد نظر مرتبسازی شده و به ترتیب به یک زیربرنامه ی دیگر برای بررسی اینکه آیا میتوانند از شبکه حذف شوند یا نه، ارسال میشوند.

در این زیربرنامه برای نگهداری وضعیت گره ها، از یک آرایه استفاده میشود که هرکدام از درایه های آن وضعیت یکی از رئوس شبکه را نگهداری میکند. به این صورت که درایه ی مربوط به گره هایی که در شبکه باقی میمانند برابر با عدد 1 و درایه ی مربوط به گره هایی که از شبکه حذف میشوند برابر با عدد 2 و گره هایی که بررسی نشده اند، برابر با عدد صفر قرار میگیرد.

با تشخیص شماره لایه‌ی مربوط به تمامی رئوس شبکه، تنها رئوسی به زیربرنامه ی بررسی رئوس قابل حذف ارسال میشوند که دارای علامت منفی باشند. همچنین گره هایی که اگر در مراحل قبل وضعیت آنها به حذف شده یا باقیمانده تغییر پیدا کرده باشد، دیگر به زیربرنامه‌ی تشخیص نقاط ارسال نخواهند شد.

1. بخش‌های زیربرنامه

در این قسمت، توضیح تمامی بخش‌های زیربرنامه، مطابق شماره‌گذاری انجام شده در متن برنامه کامپیوتری ارائه شده است.

1. تشخیص اضلاع متصل به هر نقطه

در طول انجام عملیات درشت‌سازی، به اطلاعات مربوط به تعداد و اندیس نقاط متصل به هر نقطه نیاز خواهیم داشت. در این بخش این اطلاعات را با فراخوانی یک زیربرنامه دریافت میکنیم.

1. تعریف متریک فیلد بر روی سلولها و رئوس شبکه

در این بخش، با فراخوانی یک زیربرنامه، بر روی سلولها و رئوس شبکه، متریک فیلدهای مورد نیاز تعریف میکنیم.این متریکها، ماتریسهای مربعی‌ای هستند که جهت و میزان کشیدگی المانها و رئوس شبکه را مشخص میکنند. خود این زیربرنامه خود از زیربرنامه های مختلفی تشکیل شده است.

در زیربرنامه فراخوانی شده، ابتدا بر روی سلولهای شبکه متریک فیلدهایی که نشان‌دهنده ی میزان کشیدگی هر سلول هستند تعریف میشوند. سپس متریک فیلدهای تعریف شده بر روی گره ها درونیابی شده و در انتها برای درشت‌سازی بهتر نواحی‌ای از لایه‌مرزی که درجه ناهمسانگردی آنها زیاد است، متریک فیلد اصلاح میشود. متریک تعریف شده، تنها به وسیله ی جهت و میزان کشیدگی المانهای مجاور هر نقطه محاسبه شده اند. در نتیجه تنها جهت و میزان کشیدگی را به صورت محلی تعین میکنند. برای محاسبه ی دقیقتر، بهتر است مقادیر ویژه ی متریک هر گره را با مقادیر ویژه ی متریک گره های متصل به آن میانگین گیری کنیم. در این صورت متریک تخمین بهترین از جهت و میزان کشیدگی شبکه خواهد داشت.

1. تشخیص نقاط مربوط به لایه مرزی و لایه‌بندی آن نواحی

درشت‌سازی شبکه‌های لایه‌مرزی به دو روش انجام میشود. بنابراین بایستی بخش لایه‌مرزی و به طور کل نواحی ناهمسانگرد شبکه را لایه‌بندی کنیم تا بتوانیم از تغییر شکل لایه‌ها در طول فرآیند درشت‌سازی جلوگیری کنیم.

در این بخش اینکار را با فراخوانی یک زیربرنامه انجام می‌دهیم. در این زیربرنامه ابتدا ناحیه لایه‌مرزی و سپس ناحیه wake لایه‌بندی می‌شوند و در انتها نواحی‌ای که به طور اشتباه لایه‌بندیی شده‌اند تشخیص داده شده و از لایه‌بندی حذف میشوند.

1. افزودن نقاط لایه مرزی به یک آرایه کمکی

در فرایند انتخاب نقاط قابل حذف شبکه، بایستی ابتدا نقاط متعلف به ناحیه لایه مرزی شبکه بررسی شوند. برای اینکار در یک حلقه، نقاطی که شماره لایه ی آنها بزرگتر از صفر است را به یک آرایه ی کمکی دیگر اضافه میکنیم.

1. مرتب‌سازی نقاط مربوط به لایه‌مرزی بر اساس شماره لایه به صورت صعودی

در فرآیند درشت سازی ناحیه‌ی لایه مرزی، لایه ها به ترتیب از کوچک به بزرگ باید پردازش شوند. در نتیجه در این بخش، نقاط لایه مرزی را طبق شماره لایه‌ی آنها به صورت صعودی مرتب سازی میکنیم.

1. افزودن نقاط مربوط به ناحیه همسانگرد به آرایه کمکی

پس از افزودن نقاط مربوط به لایه مرزی و مرتب سازی آنها، در ادامه سایر نقاط را بدون ترتیب خاصی به آرایه ی کمکی اضافه میکنیم. اینکار را با اجرای یک حلقه انجام میدهیم.

1. محاسبه‌ی معیار مورد نیاز برای درشت‌سازی نواحی همسانگرد

درشت سازی شبکه در ناحیه‌ی همسانگرد شبکه بر اساس تابع اندازه ای انجام میشود که برای هر گره‌ی شبکه، مشخص کننده‌ی فاصله‌ی اقلیدسی نزدیکترین همسایه به آن گره می باشد. مشخص کردن این تابع اندازه را با فراخوانی یک زیربرنامه انجام میدهیم.

1. درشت‌سازی متریک تعریف شده بر روی گره‌ها

متریک فیلدها در ناحیه‌ی غیرهمسانگرد به طور پیشفرض تداخلی با گره های دیگر ندارند. برای اینکه بتوانیم درشت سازی صحیحی بر روی گره‌های این ناحیه انجام دهیم، بایستی متریک فیلد را در جهت کمترین میزان کشیدگی درشت کنیم. اینکار را با فراخوانی یک زیربرنامه انجام میدهیم.

در این بخش، بر حسب فاکتور درشت سازی ورودی، متریک فیلدهای تولید شده بر روی گره‌های شبکه درشت سازی میشوند. با درشت سازی متریک فیلدها بر روی گره‌ها، در اصل میتوان گفت منطقا فاصله‌ی بین گره‌ها کمتر شده و گره‌هایی که بر حسب متریک فیلد به اندازه‌ی کافی فاصله‌دار نباشند، در طول پروسه‌ی انتخاب اضلاع قابل حذف شبکه، میتوانند به عنوان نقاط و اضلاع قابل حذف انتخاب شوند.

1. اصلاح H-Shock

برای اینکه درشت سازی در نواحی مرزی بین ناحیه‌ی همسانگرد و غیرهمسانگرد، زمانی که تغییرات شدید رخ میدهد، به درستی انجام شود، بایستی مقادیر ویژه ی مربوط به گره‌های مرزی بین این دو ناحیه اصلاح شوند. در این بخش، این نوع اصلاح انجام میشود.

متریک فیلدهای تعریف شده بر روی گره‌ها شبکه، در نواحی معمولی درشت سازی را به شکل درست انجام میدهند. اما مشکل در ناحیه‌ای رخ میدهد که به آن H-Shock گفته میشود. در صورتی که در ناحیه ای شبکه از حالت کاملا غیرایزوتروپیک به یک حالت ایزوتروپیک در حال تبدیل شدن باشد، به آن ناحیه H-Shock گفته میشود. متریک فیلد تعریف شده بر روی گره‌های شبکه، در چنین ناحیه‌ای نمیتواند به شکل درست درشت سازی را انجام دهد. در این بخش، با فراخوانی یک زیربرنامه، چنین نواحی‌ای تشخیص داده شده و متریک فیلدها برای درشت سازی صحیح این نواحی اصلاح میشوند.

1. کاهش اندازه‌ی متریک فیلد به نصف

در این بخش، متریک فیلد مربوط به تمامی گره های شبکه به یک زیربرنامه ارسال شده و سایز متریک فیلد در تمامی جهات به کاهش پیدا میکند.

1. تشخیص نقاط نوک‌تیز شبکه و علامتگذاری آنها

تغییر نقاط نوک‌تیز شبکه باعث تغییر شکل کلی شبکه میشوند. در طول فرآیند درشت‌سازی شبکه، بایستی از تغییر نواحی نوک‌تیز شبکه خودداری کنیم. به همین دلیل در این بخش ابتدا با فراخوانی یک زیربرنامه این نقاط را تشخیص داده و سپس وضعیت آن نقاط را به نحوی تغییر میدهیم که در شبکه‌ی درشت‌سازی شده‌ی نهایی باقی بمانند.

عملیات تشخیص نقاط نوک‌تیز شبکه تنها بر روی نقاط مرزی انجام میشود. برای تشخیص نقاط نوک تیز شبکه در سه بعد، میتوانیم زاویه ی بین بردارهای نرمال مربوط به Faceهای متصل به هر نقطه ی مرزی را بررسی کنیم. در صورتی که زاویه ی محاسبه شده از یک حد مشخصی بیشتر باشد، به این معنیست که نقطه ی مورد نظر یک نقطه ی نوک تیز(apex) می باشد.

1. پیمایش آرایه‌ی کمکی از نقاط ذخیره شده

در این بخش، آرایه‌ی نقاط ذخیره و مرتب‌سازی شده در مراحل قبل را به ترتیب پیمایش میکنیم. در هربار تکرار یکی از نقاط آرایه را انتخاب کرده و به عنوان نقطه‌ای که در شبکه باقی می‌ماند علامتگذاری میکنیم.

1. بررسی قابلیت حذف رئوس انتخاب شده

در این بخش، رئوس طبق ترتیب بندی انجام شده به ترتیب پیمایش شده و به یک زیربرنامه ی دیگر ارسال میشوند. نقاط مجاور هر راس انتخاب شده بررسی میشوند، در صورتی که قابلیت حذف داشته باشند، به آرایه‌ی اضلاع قابل حذف شبکه اضافه میشوند.

بوسیله ی یک شرط وجود نقطه در شبکه را بررسی میکنیم. به این معنی که اگر وضعیت نقطه ای Excluded نباشد، به این معنیست که نقطه در شبکه وجود دارد و قبلا برای حذف انتخاب نشده است. همچنین در صورتی که نقطه در لایه‌مرزی باشد، آن را با Included علامت میزنیم.