



**زیربرنامه:**

EdgeContraction3D

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور |  |
| امیر همتی زاده | نتیجه تصویری برای دانشگاه تبریز |
| کامیار صفری |  |
| **تهیه کنندگان مستند** | مرتضی نامور، امیر همتی­زاده، کامیار صفری | |
| **تاییدکنندگان** | مرتضی نامور | |
| **تاریخ تنظیم سند** | 28/5/1396 | |
| **شناسه سند** | **MC2F110F13** | |
| **زبان برنامه‌نویسی** | **Fortran 90** | |

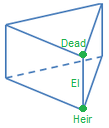
1. وظایف

این زیربرنامه عملیات حذف (انقباض) یک ضلع را به طور کامل انجام داده و المانهای تغییریافته را به روزرسانی کرده و در انتها ضلع موردنظر را از شبکه حذف می‌کند.

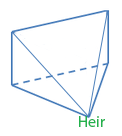
1. تئوری زیربرنامه‌ها

این زیربرنامه زمانی اجرا خواهد شد، که ضلع انتخاب‌شده برای حذف، قبلاً بررسی شده باشد و حالت‌های ناصحیح را ایجاد نکند و جهت منقبض و حذف کردن ضلع موردنظر استفاده می‌شود. سازوکار آن بدین شکل است که در ابتدا سلول‌هایی که تغییر پیداکرده‌اند، یعنی سلول‌هایی که ضلع انتخاب‌شده یکی از اضلاع آن‌ها می‌باشد، جهت اعمال تغییرات بر روی آن‌ها، پیمایش می‌شوند. بدین‌صورت که در هر بار پیمایش هر سلول، Faceهایی که تغییر پیدا می‌کنند، تعداد Face های باقیمانده در سلول، شماره Face های حذف شده، شماره Face های باقیمانده در سلول، سلول مجاور و Face مقابل تعیین مشود. سپس بررسی می‌شود درصورتی‌که تعداد اضلاع باقیمانده کمتر یا مساوی 2 باشد، سلول موردنظر با فراخوانی یک زیربرنامه حذف شده و در غیر اینصورت با فراخوانی زیربرنامه ی دیگری، با تغییر عناصر سلول، تنها شکل آن تغییر پیدا می‌کند. مثلاً درصورتی‌که سلولی دارای 5 Face باشد و یکی از اضلاع آن حذف شود و آن ضلع متعلق به 2 Face 4 ضلعی در سلول باشد، در اینصورت دو Face ذکر شده تنها به 2 Face سه‌ضلعی تبدیل شده و سلول موردنظر حذف نمی‌شود، همچنین تعداد Faceهای سلول نیز تغییر پیدا نمی‌کند.

مثلاً سلول زیر را در نظر بگیرید:

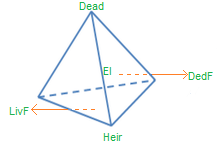


که سلول از نوع Prism بوده و قصد انقباض ضلع EI را داشته باشیم، در این صورت چون دو Face مجاور EI هر دو چهارضلعی هستند، هیچ‌کدام از Face ها حذف نشده و تعداد Face های سلول تغییری نمی‌کند. درنتیجه تنها آن دو Face به 3 ضلعی به شکل زیر تبدیل می‌گردند:



اما درصورتی‌که ضلع انتخاب‌شده متعلق به یک Face 3 ضلعی در سلول موردنظر باشد، آن Face حذف شده و درصورتی‌که تعداد Face های باقیمانده کمتر از 2 نباشد، تعداد Faceهای سلول یک واحد کاهش پیدا می‌کند. ولی درصورتی‌که تعداد Faceهای باقیمانده کمتر از 2 باشد، سلول برای حذف انتخاب می‌شود. مثلاً در یک سلول که دارای 4 Face بوده و هر Face آن سه‌ضلعی باشد، با حذف هرکدام از اضلاع آن، دو Face حذف می‌شود و تعداد Face های سلول به 2 کاهش پیدا می‌کند. به همین دلیل سلول موردنظر حذف شده و تنها یکی از Face ها در شبکه باقی خواهد ماند. همچنین سه Face دیگر سلول برای حذف ذخیره می‌شوند.

به عنوان مثال در شکل زیر:



که سلول از نوع Tetrahedron و 4 وجهی بوده و قصد حذف ضلع EI را داشته باشیم، می‌بینیم که دو Face مجاور EI سه‌ضلعی هستند. پس هردوی آن‌ها حذف می‌شوند. با حذف این دو Face، تعداد Faceهای سلول به 2 عدد می‌رسد، که در شکل با DedF و LivF نام‌گذاری شده‌اند و هردو بر یکدیگر منطبق هستند و حجم سلول حاصل صفر است:



بنابراین سلول بایستی حذف شود. از دو Face باقیمانده نیز تنها یکی از Faceها در شبکه می‌تواند باقی بماند. بنابراین در کل سلول را حذف کرده، دو فیس مجاور EI را به لیست فیسهایی که باید حذف شوند اضافه کرده، سپس محل سلول حذف‌شده در IDS مربوط به فیس LivF را برابر با سلول غیرمشترک فیس DedF قرار داده و در آخر DedF را نیز به لیست Face های قابل‌حذف اضافه می‌کنیم.

پس از انجام پیمایش سلول‌های تغییریافته، تمامی Faceهای مربوط به سلول‌های همجوار نقطه‌ی Dead پیمایش شده و درصورتی‌که در هرکدام از آن‌ها نقطه‌ی Dead موجود باشد، آن نقطه به Heir تبدیل می‌شود. در هر قسمت سلول‌هایی که تغییر پیدا می‌کنند، برای به‌روزرسانی اطلاعات مربوطه که در آخر زیربرنامه انجام می‌شود، ذخیره می‌شوند. سپس Face ها و سلول‌هایی که قبلاً برای حذف انتخاب‌شده بودند حذف‌شده و اطلاعات شبکه به‌روزرسانی می‌شود و درآخر اطلاعات موردنیاز مربوط به سلول‌هایی که تغییریافته‌اند، مجدداً محاسبه می‌شود.

1. بخشهای زیربرنامه
2. صفر کردن متغیرهای مورد استفاده

متغیرهایی که برای نگهداری شماره سلول‌های تغییریافته، تعداد Faceهایی که باید حذف شوند و تعدادی سلول‌هایی که باید حذف شوند استفاده می‌شوند، مقدار آن‌ها برابر با صفر قرار می‌گیرد.

1. پیمایش سلول‌های که ضلع موردنظر یکی از اضلاع آن‌ها است

در این قسمت در یک حلقه، تمامی سلول‌هایی که ضلع موردنظر متعلق به یکی از Faceهای آن‌ها می‌باشد، پیمایش می‌شوند. این سلول‌ها در خارج از زیربرنامه و قبل از اجرای آن شناسایی شده و به عنوان پارامتر ورودی در این زیربرنامه دریافت می‌شوند. در هر بار پیمایش هرکدام از این سلول‌ها، تعداد اضلاع باقیمانده‌ی سلول درصورتی‌که حذف ضلع انجام گیرد، محاسبه می‌شود. درصورتی‌که تعداد این اضلاع کمتر یا مساوی 2 باشد، با فراخوانی یک زیربرنامه، سلول موردنظر حذف شده و در غیر این صورت با فراخوانی زیربرنامه ای دیگر، تنها برخی از Faceهای آن حذف شده یا تغییر می‌یابد و سلول حذف نمی‌شود.

1. پیمایش سلول‌های متصل به نقطه‌ی Dead برای اعمال تغییرات موردنیاز در آن‌ها

در این بخش، تمامی سلول‌های متصل به نقطه‌ی Dead پیمایش می‌گردد. بدیهی است که تعدادی سلول طی عملیات حذف یا تغییر ساختار سلول، نسبت به وضعیت قبل از فراخوانی زیربرنامه، به نقاط متصل به Dead افزوده شده‌اند، بدین‌صورت که در ابتدای این زیربرنامه، در زیربرنامه های مربوط به حذف سلول یا تغییر سلول، سلول‌های متصل به Heir به لیست سلول‌های متصل به Dead افزوده می‌شوند. درهرصورت، در این بخش، پس از انتخاب هر سلول متصل به نقطه‌ی Dead، Face های مربوط به آن سلول مورد پردازش قرار می‌گیرند، تا در درون حلقه، تغییرات لازم بر روی آن فیس انجام شود.

1. افزودن سلول‌های مجاور و همسایه‌ی هر Face به لیست سلول‌های تغییریافته

همان‌طور که قبلاً گفته شد، لیست سلول‌هایی که طی عملیات‌های مختلف نقاط آن تغییر پیدا کرده است، یا Faceهای آن تغییر پیدا کرده است و یا کلاً حذف‌شده‌اند، جهت به‌روزرسانی اطلاعات مربوط به آن‌ها در آخر زیربرنامه، در یک آرایه ذخیره می‌گردد.

در این بخش، با پیمایش و انتخاب هر Face، سلول‌های چپ و راست آن فیس بررسی می‌گردند. درصورتی‌که سلول موردنظر در لیست سلول‌های تغییر پیدا کرده نباشد، شماره‌ی آن به آرایه اضافه می‌شود. این کار باعث می‌شود که تمامی سلول‌هایی که می‌توانند تغییر پیدا کرده باشند، جهت به‌روزرسانی اطلاعات آن‌ها در آرایه ذخیره‌شده باشند.

1. تغییر IDS مربوط به Face‌هایی که شامل نقطه‌ی Dead هستند

در این بخش، تمامی نقاط Faceی که در حال پردازش آن هستیم، بررسی می‌شوند. درصورتی‌که هرکدام از نقاط آن فیس برابر با Dead باشد، آن نقطه به Heir تبدیل می‌شود. حلقه از شماره‌ی 3 یعنی محل ذخیره‌سازی P1 در IDS شروع می‌شود و تا 2+FaceType(Face) ادامه پیدا می‌کند. یعنی اگر به فرض یک Face دارای 4 نقطه باشد، حلقه محل‌های 3و4و5و6، که محل ذخیره‌سازی نقاط P1 تا P4 می‌باشد، را در IDS فیس موردنظر پیمایش می‌کند.

1. شناسایی نقاط تکراری در IDS فیس‌های تغییریافته

درصورتی‌که یک Face، چهار ضلع داشته باشد و هم دارای نقطه‌ی Dead و هم دارای نقطه‌ی Heir باشد، طی عملیات قبلی، که نقطه‌ی Dead به Heir تبدیل می‌شود، درنتیجه دارای 2 نقطه‌ی Heir خواهد بود که یکی از آن‌ها باید حذف گردد. برای تشخیص چنین موقعیتی، تعداد نقاط Heir موجود در Face موردنظر شمارش می‌شود، همچنین مکان آخرین Heir مشاهده شده در Face، در یک متغیر نگهداری می‌گردد.

1. حذف نقاط تکراری در IDS فیس‌های تغییریافته

در مرحله‌ی قبل، تعداد نقاط Heir در یک Face شمارش شد و همچنین مکان ذخیره‌سازی آخرین Heir مشاهده شده، در یک متغیر نگهداری شد. در این قسمت بررسی می‌کنیم درصورتی‌که تعداد نقاط Heir شمارش‌شده بیشتر از یک باشد، در این صورت Heir اضافی را حذف می‌کنیم. بدین‌صورت که در یک حلقه همه‌ی نقاط را از محل دومین Heir مشاهده شده تا آخرین نقطه، به یک مکان قبل‌تر منتقل می‌کنیم. همچنین تعداد نقاط Face موردنظر را یک واحد کم می‌کنیم. یعنی مثلاً اگر نوع Face موردنظر، 4 ضلعی باشد، به سه‌ضلعی تبدیل می‌کنیم.

1. حذف سلول‌های موردنظر

در ابتدای اجرای زیربرنامه، بررسی می‌کردیم که در صورتی سلولی قابلیت حذف شدن را داشته باشد، شماره‌ی آن را به لیست سلول‌هایی که بایستی حذف شوند، اضافه می‌کردیم. در این بخش در یک حلقه تک‌تک این سلول‌ها را از شبکه حذف می‌کنیم. قبل از انجام این کار، سلول‌ها را مرتب می‌کنیم. تا بتوانیم آن‌ها را از بزرگ به کوچک حذف کنیم. دلیل انجام مرتب‌سازی این است که سلول‌های با شماره‌ی کوچک‌تر، قبل از سلول‌های با شماره‌ی بزرگ حذف نشوند. چون زمانی که سلولی حذف می‌شود، شماره‌ی تمامی سلول‌های بزرگ‌تر در IDS تغییر پیدا می‌کنند(یک واحد کاهش می‌یابند). درنتیجه شماره‌ی سلول بزرگ‌تر در IDS تغییر پیدا کرده و نمی‌توان آن را به‌درستی شناسایی و حذف کرد.

پس از انجام مرتب‌سازی، تک‌تک سلول‌ها انتخاب‌شده و با اجرای یک سابروتین، عملیات لازم برای حذف انجام می‌گیرد.

1. حذف Faceهای موردنظر

در این بخش نیز مانند بخش قبل، Faceهایی که در مراحل قبل برای حذف شدن در سلول‌های مجاور ضلع منقبض شونده، انتخاب‌شده بودند، حذف می‌شوند. در این بخش نیز بنا به دلیل گفته‌شده در بخش قبل، مرتب‌سازی انجام‌شده و تک‌تک Face ها به ترتیب از شماره‌ی بزرگ‌تر به شماره‌ی کوچک‌تر انتخاب و با استفاده از فراخوانی یک زیربرنامه حذف می‌شوند.

1. پیمایش سلول‌های تغییریافته

در بخش‌های قبل، سلول‌هایی با شرایط خاص را در آرایه‌ی مربوط به سلول‌های تغییریافته ذخیره کردیم.

این سلول‌ها، شامل سلول‌های حذف شده، که در مرحله‌ی حذف با آخرین سلول موجود در شبکه جایگزین شده است، همچنین سلول‌های تغییریافته که یک یا دو Face آن تغییر پیدا کرده ولی حذف نشده‌اند و همچنین سلول‌های متصل به نقطه‌ی Dead، که دیگر نقطه‌ی Dead در آن‌ها وجود ندارد و باید آرایه‌ی مربوط به شماره نقاط آن سلول به‌روزرسانی شود، می‌باشد.

در یک حلقه، تک‌تک این سلول‌ها را پیمایش کرده و در هر بار تکرار، یکی از سلول‌ها را انتخاب می‌کنیم.

1. بررسی معتبر بودن شماره سلول تغییریافته

ممکن است یک سلول را دریکی از مراحل به لیست سلول‌های تغییریافته اضافه کرده باشیم. با توجه به اینکه عملیات حذف سلول به این صورت است که سلول آخر شبکه به‌جای حذف شونده قرار می‌گیرد و هر بار یک واحد از تعداد سلول‌ها کم می‌شود، دیگر آن سلول وجود نداشته باشد. بنابراین درصورتی‌که شماره‌ی سلول موردنظر از تعداد سلول‌ها بزرگ‌تر باشد، از محاسبه‌ی اطلاعات مربوط به آن خودداری می‌کنیم.

برای حالت گفته‌شده یک مثال می‌آوریم. فرض کنید یک شبکه دارای 25 سلول است و طی انجام عملیات سلول 25 آن جزو سلول‌های تغییریافته شناخته می‌شود. همچنین سلول شماره 10 شبکه را حذف می‌کنیم. با حذف این سلول، سلول 25 در مکان سلول شماره 10 قرار گرفته و تعداد سلول‌ها به 24 کاهش پیدا می‌کند. با این کار طی عملیات حذف سلول شماره 10 به لیست سلول‌های تغییریافته اضافه می‌شود. بدیهی است که سلول شماره 25 که زمانی جزو سلول‌های تغییریافته بود، دیگر وجود نداشته درنتیجه از به‌روزرسانی اطلاعات آن خودداری می‌کنیم.

1. به‌روزرسانی شماره نقاط مربوط به سلول تغییریافته

در این بخش، تعداد نقاط سلول موردنظر ابتدا برابر با صفر قرار گرفته و تمامی Face های مربوط به آن پیمایش می‌شود. با پیمایش هر Face، تک‌تک نقاط آن بررسی شده و درصورتی‌که در لیست نقاط مربوط به سلول موردنظر وجود نداشته باشد، به لیست نقاط سلول اضافه می‌شود.