



**زیربرنامه:**

DefineBoundaryLayerIndexes3D

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 اطلاعات کلی شبکه و همچنین متریک فیلد مربوط به گره‌های شبکه را به عنوان ورودی دریافت کرده و نواحی ناهمسانگرد آن را لایه‌بندی میکند، به صورتی که هر لایه با یک عدد مشخص شده باشد.

1. توضیحات و تئوری

در فرآیند درشت‌سازی شبکه‌های لایه‌مرزی، برای اینکه شکل کلی ناحیه‌ی ناهمسانگرد لایه‌مرزی حفظ شود، لازم است ناحیه‌ی ناهمسانگرد و لایه‌مرزی تشخیص داده شود و لایه‌بندی شود. هر لایه باید با یک عدد صحیح مشخص شود. نواحی‌ای که باید لایه‌بندی شوند عبارتد از ناحیه‌ی لایه مرزی اطراف ایرفویل و همچنین ناحیه‌ی wake. در آرایه خروجی گره‌های خارج از ناحیه‌ی ناهمسانگرد لایه مرزی، با عدد -100000 مشخص میشوند. همچنین گره‌هایی که المان‌های شبکه در اطراف آنها المان‌های کشیده‌ای هستند اما بنا به دلایلی همچون گسستگی از نواحی ناهمسانگرد نمیتوانند لایه‌بندی شوند با شماره لایه‌ی صفر مشخص خواهند شد.

اساس کار به این شکل است که ابتدا نقاط کشیده(ناهمسانگرد) شبکه تشخیص داده میشوند. سپس نقاط seed اولیه محاسبه میشوند و اندیس آنها ذخیره میشود. سپس لایه بندی اولیه انجام شده و نقاطی که به صورت نامعتبر و گسسته لایه‌بندی شده اند از لایه‌بندی انجام شده حذف میشوند.

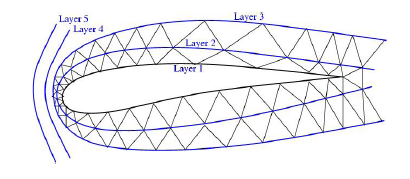
در ادامه بخش لایه‌مرزی اصلاح میشود، به این صورت که نقاطی که حتی ناهمسانگرد نیستند ولی در لایه‌ای قرار دارند که بخشی از آن لایه شامل نقاط ناهمسانگرد است، به لایه‌بندی اضافه میشوند.

در انتها نقاط seed جدید برای شروع لایه‌بندی ناحیه‌ی wake تشخیص داده شده و ناحیه‌ی Wake نیز لایه بندی میشود و در آخر نقاطی از ناحیه‌ی wake که به صورت گسسته و نامعتبر لایه‌بندی شده اند از لایه‌بندی حذف میشوند.

به طور کلی برای لایه بندی گره های لایه مرزی میتوانیم از الگوریتم زیر استفاده کنیم:

برای هر گره ی i، یک اندیس L(i) تعریف کنیم. که این اندیس مشخص کننده ی شماره لایه‌ایست که هرکدام از گره های لایه مرزی به آن لایه متعلق هستند.

به عنوان مثال در شکل زیر، یک لایه بندی ساده بر روی گره های یک شبکه مشخص شده است.



1. یک نمونه از لایه‌بندی ناحیه لایه مرزی شبکه

برای لایه بندی رئوس یک شبکه، میتوانیم از اتصال بین نقاط استفاده کنیم. به این صورت که ابتدا از یک لایه برای شروع کار استفاده میکنیم که مطمئن هستیم منطقا متعلق به یک لایه هستند. برای اینکار میتوانیم از گره های داخلی مرزی بر روی یک airfoil استفاده کنیم و تمامی آنها را در شروع کار متعلق به یک لایه در نظر بگیریم. سپس با توجه به لایه ی شروع انتخاب شده، سایر نقاط باقیمانده را نیز لایه بندی کنیم.

در کدی که نوشته ایم برای تشخیص نقاط اولیه‌ی seed، کشیده ترین نقاط مرزی را در نظر میگیریم و تمامی نقاط مرزی که به آن نقاط متصلند را به عنوان seed در نظر میگیریم. این نقاط لایه ی شماره 1 را تشکیل میدهند.

1. بخش‌های زیربرنامه

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

1. مقداردهی متغیر خروجی و تشخیص نقاط کشیده‌ی شبکه

لایه بندی تنها بایستی در ناحیه‌ی ناهمسانگرد و کشیده‌ی شبکه انجام شود. بنابراین بایستی ابتدا کشیده یا غیرکشیده بودن متریک مربوط به نقاط مختلف شبکه مشخص شود. اینکار با بررسی نتیجه‌ی تقسیم بیشترین میزان کشیدگی هر متریک بر روی کمترین میزان کشیدگی هر متریک انجام میشود. اینکار توسط فراخوانی یک زیربرنامه انجام میگیرد. گره‌های کشیده‌ی شبکه با مقدار True و گره های غیرکشیده ی شبکه با مقدار False مشخص میشوند.

همچنین در این بخش، متغیر خروجی مقداردهی اولیه میشود و اطلاعات مربوط به Faceهای متصل به هر نقطه با استفاده از فراخوانی یک زیربرنامه دریافت میشوند.

1. تعین شماره لایه‌ی نقاط غیرکشیده‌ی شبکه

در ابتدای کار شماره لایه‌ی مربوط به تمامی نقاط غیرکشیده‌ی شبکه را برابر با یک مقدار مشخص و ثابت مقداردهی میکنیم. بدین صورت که این شماره لایه نشان دهنده‌ی گره‌هایی است که متعلق به ناحیه‌ی همسانگرد شبکه هستند و لایه بندی نمیشوند. لازم به ذکر است که گره‌های متعلق به ناحیه‌ی ناهمسانگرد و لایه مرزی دارای شماره لایه‌ی بزرگتر از صفر هستند.

1. تشخیص نقاط seed

طبق الگوریتم کلی لایه بندی بایستی از یکسری از نقاط seed شروع شود. برای اینکار نقاط کشیده ی شبکه که مرزی هستند را به عنوان seed انتخاب میکنیم. اینکار را با فراخوانی یک زیربرنامه انجام میدهیم.

1. انجام لایه بندی اولیه

طبق الگوریتم کلی لایه بندی شبکه که در زیر آمده است، از نقاط seed شروع میکنیم و بر روی گره های کشیده ی شبکه لایه بندی را انجام میدهیم:

برای تمامی گره های اولیه‌ی i، قرار میدهیم: L(i)=1

برای تمامی گره های اولیه‌ی i، قرار میدهیم: L(i)=1

قرار میدهیم: l=1

تا زمانی که گره ای با این شرایط وجود دارد(L(j)=0) تکرار کن:

* L=l+1
* تمامی گره هایی را پیدا کن که شرایط آنها L(j)=0 باشد و همینطور برای هرکدام از این گره های(j)، یک گره ی i در همسایگی j وجود داشته باشد که:

L(i)<l and L(i)>0

برای تمامی گره های مطابق با شرایط مرحله ی 2، قرار میدهیم: L(j)=l

1. حذف شماره لایه‎‌ی نقاطی که به صورت نامعتبر و گسسته لایه بندی شده اند

در لایه‌بندی‌ای که در مرحله‌ی قبل انجام میشود. دو مشکل ممکن است به وجود آمده باشد.

یکی لایه بندی نقاطیست که هیچ نقطه ای با شماره لایه ی برابر با آن در مجاورتش وجود ندارد. این حالت بیشتر در ناحیه‌ی Wake ممکن است رخ دهد. در این بخش، شماره لایه ی این نقاط برابر با صفر قرار میگیرد.

مشکل دیگر، لایه‌هایی هستند که هیچ اتصالی با دیگر لایه های شبکه و لایه های قبلی خود ندارند. این مشکل در نواحی ای از ناحیه ی همسانگرد که چندین المان کشیده وجود دارد ممکن است رخ دهد. این لایه ها نیز معتبر نبوده و باید شماره لایه ی آنها حذف شود.

حذف این شماره لایه های نامعتبر را در این بخش با فراخوانی یک زیربرنامه انجام میدهیم.

1. لایه بندی مجدد لایه‌هایی که به صورت ناقص لایه بندی شده اند

در یک لایه‌ی لایه مرزی ممکن است متریک فیلد یکسری از نقاط مربوط به یک لایه حالت کشیده داشته باشند و به طور صحیح لایه بندی شده باشند. اما یکسری دیگر از نقاط مربوط به همان لایه حالت کشیده نداشته باشند و لایه بندی بر روی آنها انجام نگرفته باشد. در این بخش این نقاط تشخیص داده شده و به آنها شماره لایه‌ی مناسب تخصیص داده میشود.

1. تشخیص نقاط seed مربوط به ناحیه‌ی wake

در مراحل قبل، شماره لایه‌ی نقاط مربوط به ناحیه wake را برابر با صفر قرار دادیم. در این بخش نقاط seed مربوط به این ناحیه را تشخیص میدهیم.

برای اینکار، ابتدا گره های لایه های لایه مرزی که قبلا لایه بندی کرده ایم را به ترتیب پیمایش میکنیم. در صورتی که در هرکدام از لایه ها بتوانیم گره ای به نام i پیدا کنیم که یک گره با شماره لایه‌ی صفر با اندیس j در همسایگی آن وجود داشته باشد، همچنین آن گره(j) در جهت بیشترین میزان کشیدگی گره ی i قرار داشته باشد، گره ی j را به عنوان گره ی شروع و شماره لایه‌ای که گره‌ی i دارد را به عنوان شماره لایه‌ی seed جدید در نظر میگیریم.

پس از تشخیص نقطه ی اولیه، از آن نقطه شروع کرده و به ترتیب نقاط همسایه‌ای که دارای شماره لایه‌ی صفر هستند و در جهت بیشترین میزان کشیدگی گره‌ی قبلی هستند را به مجموعه نقاط seed جدید اضافه میکنیم. شماره لایه‌ی نقاط مربوط به seed جدید را برابر با شماره لایه‌ی نقطه‌ی i قرار میدهیم.

در شبکه‌های 3بعدی این نکته مهم است که این عملیات در هر سطح شبکه به صورت جداگانه انجام گیرد. به این معنی که اتصال هر نقطه به گره‌هایی با شماره لایه‌ی برابر، تنها بر روی گره‌های هم‌سطح مورد بررسی قرار گیرد.

1. انجام لایه بندی بر روی ناحیه‌ی wake

پس از تشخیص نقاط seed ناحیه‌ی wake، طبق الگوریتم قبلی لایه بندی، نقاط جدید را لایه بندی میکنیم.

1. حذف مجدد شماره لایه‎‌ی نقاطی که به صورت نامعتبر و گسسته لایه بندی شده اند

پس از انجام لایه بندی مجددا ممکن است نقاطی به صورت گسسته و نامعتبر لایه بندی شده باشند. در این بخش این نقاط و لایه هارا تشخیص داده و شماره لایه ی آنها را حذف میکنیم.