



**زیربرنامه:**

VelTemp\_GradFace3D

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور |  |
| **تهیه کنندگان مستند** | مرتضی نامور | |
| **تاییدکنندگان** |  | |
| **تاریخ تنظیم سند** | 22 / 02 /94 | |
| **شناسه سند** | **MC2F023F1** | |
| **زبان برنامه‌نویسی** | **Fortran 90** | |

1. وظایف

در این زیربرنامه مشتقات مرتبه اول سرعت و دما در میانه اضلاع تشکیل دهنده شبکه محاسبه می شود. ذکر این نکته مهم است که در این زیربرنامه، مراحل متوسط­گیری برای محاسبه سرعت و دما بر روی نقاط انجام شده و این مقادیر برای محاسبه گرادیان­ بروی وجوه­ها به صورت یک تابع به زیر برنامه GradFace3D منتقل می­شود.

1. توضیحات و تئوری­ها

با توجه به معادلات اصلی حاکم بر جریان سیال، لازم است مقدار مشتق مرتبه اول در میانه اضلاع حجم کنترل محاسبه گردد. در اینجا محاسبه گرادیان با استفاده از قضیه Green-Gause انجام می­شود. برای اینکار، ابتدا همانند ‏شکل (1) یک حجم کنترل فرضی در اطراف هر کدام از اضلاع حجم کنترل در نظر گرفته می شود.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| نمونه سلول دوبعدی | نمونه سلول سه بعدی |

1. یک حجم کنترل فرضی در اطراف یک ضلع

طبق این روش باید مقادیر سرعت و دما بر روی نقاط سلول مجازی مشخص شود (طبق ‏شکل (1) برای سلول دو بعدی، مقادیر بر روی نقاطP1 و P2 و برای سلول سه بعدی مقادیر بر روی نقاط P1، P2، P3 و P4 باید تعیین شود). زیرا تمامی متغیرهای سرعت، فشار و دما در مرکز سلوها مشخص شده و نیازمند تعیین این مقادیر بر روی نقاط تشکیل دهنده اضلاع هستیم. برای تعیین مقایر اسکالر بر روی هر یک از نقاط ذکر شده، از یک متوسط گیری ساده استفاده شده است. طبق این مدل (‏شکل (2)) مقدار هر پارامتر اسکالر U بر روی نقاط از میانگین گیری همان مقدار بر روی اضلاع متصل به آن حاصل می­شود.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| اضلاع متصل به یک نقطه در شبکه دو بعدی |  |
| اضلاع متصل به یک نقطه در شبکه سه بعدی |  |

1. نحوه محاسبه سرعت نقاط در هر نقطه با میانگین­گیری سرعت اضلاع متصل به آن نقطه

در این زیربرنامه ابتدا مقادیر سرعت و دما در نقاط شبکه با یک میانگین گیری تعیین و سپس در زیر برنامه ای جداگانه ای مشتقات برای آنها تعیین می گردد. ذکر این نکته بسیار ضروری است که در اضلاع مربوط به مرز دوردست مقدار مشتقات تقریبا برابر صفر است و به این دلیل از محاسبه آنها صرفنظر شده است.

اما باز هم مقدار این متغیرها بر روی وجوه مشخص نیست. بازهم، برای بدست آوردن این مقادیر در مراکز وجوه، از یک میانگین گیری ساده استفاده شده است. به عبارت دیگر، مقدار این متغیرها در مراکز وجوه، از متوسط این مقادیر در مرکز سلول اصلی و همسایه بدست می­آید.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1. بخش­های زیربرنامه

در این قسمت تمام بخش های زیربرنامه مطابق با شماره گذاری موجود در برنامه کامپیوتری ارائه شده است.

1. محاسبه مقدار دما

دما در هر کدام از سلول های شبکه محاسبه می گردد.

1. مقداردهی اولیه به برخی آرایه ها

سرعت و دمای نقاط شبکه و آرایه مربوط به تعداد نقاط مرتبط با یک نقطه از جمع همین مقادیر بر روی اضلاع متصل به آن نقطه محاسبه می­شود، بنابراین با یک پروسه اضافه کردن مقادیر به مقادیر قبلی مواجه هستیم. به این دلیل باید آرایه مربوط به اینکار در ابتدای زیربرنامه برابر صفر قرار داده شود.

1. محاسبه مجموع سرعت و دمای نقاط غیر مرزی

در این بخش مجموع مقدار سرعت و دمای نقاط غیر مرزی در یک حلقه تکرار تعیین می گردد. برای اینکار ابتدا یک متوسط گیری با استفاده از مقادیر سلول های مجاور هر ضلع انجام می شود و سپس در مرحله بعد مقادیر مربوط به هر نقطه با استفاده از اضلاع متصل به آن نقطه انجام تعیین می گیرد.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی در پارمترهای محلی

در این قسمت شماره سلول اصلی وهمسایه در پارامتر محلی ذخیره می­گردد.

1. محاسبه دما و مولفه های سرعت در راستای محورهای مختصات

مقدار دما و مولفه های سرعت در جهت محورهای مختصات با استفاده از یک میانگین گیری از مقادیر دو سلول اصلی و همسایه طبق رابطه ‏(2) محاسبه شده و در پارامترهای محلی ذخیره می گردد.

1. محاسبه مقادیر سرعت و دما در همه نقاط هر وجه غیر مرزی

سرعت و دمای هر کدام از نقاط شبکه در آرایه مخصوص ذخیره می گردد. در این قسمت مقادیر میانگین محاسبه شده در مرحله 5 به تمام نقاط آن وجه اضافه می گردد. همچنین از آنجا که به تعداد وجوه متصل به هر نقطه در مراحل بعدی نیاز است، بنابراین یک واحد به تعداد وجوه متصل به هر کدام از نقاط اضافه می گردد.

1. محاسبه مجموع سرعت و دمای نقاط موجود بر روی مرزها

برای محاسبه مقدار سرعت و دمای نقاط مرزی روی، همانند روند نقاط غیر مرزی عمل کرده با این تفاوت که از مقادیر بقایی موجود بر روی وجود مرزی استفاده می­کنیم. واضح است که مقادیر سرعت و دما در میانه وجوه، همان مقادیر بقایی بر روی این وجوه هستند. بنابراین همانند وجوه غیر مرزی، نیازی به میانگین گیری نداریم.

1. محاسبه مقادیر سرعت و دما در همه نقاط هروجه مرزی

سرعت و دمای هر کدام از نقاط شبکه در آرایه مخصوص ذخیره می گردد. در این قسمت مقادیر میانگین محاسبه شده در مرحله 7 به تمام نقاط آن وجه اضافه می گردد. همچنین از آنجا که به تعداد وجوه متصل به هر نقطه در مراحل بعدی نیاز است، بنابراین یک واحد به تعداد وجوه متصل به هر کدام از نقاط اضافه می گردد.

1. تعیین مقدار سرعت و دما طبق رابطه ‏(1)

در این قسمت، برای هر نقطه مرزی و غیر مرزی، مقادیر محاسبه در مراحل 6 و 8 را بر تعداد وجوه متصل به آن نقطه تقسیم کرده و بنابرین مقدار سرعت و دما در هریک از نقاط طبق رابطه ‏(1) محاسبه می­شود.

1. اصلاح مقادیر سرعت و دمای نقاط موجود بر روی مرزهای دیوار

مقدار سرعت نقاط موجود بر روی مرزهای دیواره برابر صفر قرار داده می شود. از آنجا که از شرایط آدیاباتیک برای مرزهای دیوار استفاده شده، بنابراین شار حرارتی در مرزهای دیوار برابر صفر است اما نباید فراموش کرد که مقدار دما در نقاط واقع بر روی مرزهای دیوار لزوما صفر نیست.

1. مقدار دهی تعداد معادلات بقایی

در اینجا تعداد معادلات بقایی یا به عبارت دیگر تعداد متغیرهایی که محاسبه گرادیان آنها مد نظر است تعیین می­گردد.

1. تعیین ابعاد آرایه ورودی و خروجی زیر برنامه محاسبه گرادیان (GradFace3D)

سرعت و دمای نقاط شبکه و مراکز شبکه بترتیب در قالب تابع Func و PrimFuncبه عنوان ورودی به زیر برنامه محاسبه گرادیان (GradFace3D) معرفی می­شود. همینطور تابع Dfunc به عنوان خروجی این زیربرنامه است که یقینا گرادیان­های متغیرهای ورودی می­باشد. بنابراین این توابع باید بعد گذاری شوند. تعداد بعد توابع ورودی و خروجی زیر برنامه محاسبه گرادیان (GradFace3D) بستگی به تعداد متغیری دارد که قصد محاسبه گرادیان آنها را داریم. لذا بعد آن در زیر برنامه­های مختلف متفاوت است که به همین دلیل از دستور Allocate جهت تعریف بعد این آرایه استفاده شده است.

1. ذخیره سرعت و دمای نقاط در آرایه جدید

سرعت و دمای هریک از نقاط در آرایه جدید ذخیره شده تا در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرد. علت این موضوع این هست که مقادیر سرعت و دما برای محاسبه گرادیان به زیر برنامه ی GradFace3D منتقل می­شوند. در این زیر برنامه متغیرهای ورودی نقاط با نام Func می­باشند که در اینجا سرعت و دما هستند. (در مدل توربولانسی Func برابر مقادیر توربولانسی k و w هستند).

1. ذخیره سرعت و دمای مرکز سلول در آرایه جدید

سرعت و دمای هریک ازمراکز سلول­ها در آرایه جدید ذخیره شده تا در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرد. همانند حالت قبل علت این موضوع این هست که مقادیر سرعت و دما برای محاسبه گرادیان به زیر برنامه ی GradFace3D منتقل می­شوند. در این زیر برنامه متغیرهای ورودی مراکز سلول­ها با نام PrimFunc­ می­باشند که در اینجا سرعت و دما هستند.

1. فراخوانی زیربرنامه GradFace3D برای محاسبه گرادیان­های سرعت و دما

در این زیر برنامه، با استفاده از سرعت و دمای میانیابی شده بر روی نقاط تشکیل دهنده سلو­های محاسباتی و با استفاده از رابطه ‏(2) گرادیان­های سرعت و دما محاسبه می­شود که توضیحات مربوط به این زیر برنامه موجود می­باشد.

1. ذخیره کردن گرادیان­های محاسبه شده در مرحله قبل در آرایه­های جدید

در این قسمت، گرادیان­های سرعت و دما در سه راستای اصلی در آرایه مربوط به گرادیان­های سرعت و دما جدید ذخیره می­شود. علت این موضوع نیز این است که خروجی زیر برنامه در حالت کلی به شکل DFunc می باشد که در اینجا برابر گرادیان های سرعت و دما می­باشند (در مدل توربولانسی DFunc برابر گرادیان مقادیر توربولانسی k و w هستند).

1. صفر نمودن گرادیان­های سرعت و دمای عمود بر مرزهای تقارن

همانطور که واضح است، تمامی گرادیان­های عمود بر مرز باید در مرزهای تقارن صفر شوند. بدین منظور با توجه به بردارهای عمود بر مرز، مشتقات صفر می­شوند. به طور مثال اگر صفحه (مرز) مورد نظر عمود بر محور x بود تمام گرادیان­ها در این راستا صفر می­شوند.

1. بی بعد کردن آرایه ورودی و خروجی زیر برنامه (GradFace3D)

همانطور که قبلا گفته شد تابع ورودی و خروجی به زیر برنامه محاسبه گرادیان در زیر برنامه­های مختلف ممکن است دارای بعدهای مختلف باشد. بنابراین این توابع را که در مرحله 12 بعد دار کردیم در این قسمت جهت استفاده در زیر برنامه­های دیگر (تعیین گرادیان های متغیرهای دیگر) با دستور Deallocat بی­بعد می­کنیم.