

**زیربرنامه Interpolation2D**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| توسعه دهنده: | نام و مقطع تحصیلی  محمد هاشمی اباتری، ارشد | رشته | مهندسی مکانیک | C:\Users\Mohammad\Desktop\University_of_Tehran_logo.svg.png |
| گرایش | تبدیل انرژی |
| حوزه تخصصی پروژه | آیرودینامیک |
| نرم افزار/ زبان برنامه نویسی استفاده شده | Fortran 90 |
| استاد راهنما دکتر/ همکار .................. | | | C:\Users\Mohammad\Desktop\University_of_Tehran_logo.svg.png |
| تهیه کننده مستند: | محمد هاشمی اباتری | | | |
| تاریخ تنظیم سند: | 9 **/** 10 **/**1395 | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Interpolation2D(Dim,WNP1,RES,Error,NOL,FTC)** | | | |
| **Dimension** | **Type** | **Description** | **Intent** |
|  |  |  | **Input** |
|  | Integer | Maximum Dimension of Arrays | Dim |
|  | Integer | **N**umber **o**f **L**evel | NOL |
|  | Integer | **F**ine **t**o **C**oarse | FTC |
|  |  |  | **Input/Output** |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values at (N+1)th Time Step | WNP1 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | **Res**idual | RES |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | Error | Error |

* 1. **وظایف**

در این زیربرنامه اطلاعات دو شبکه از طریق دو فایل Mesh1.txt و Mesh2.txt از کاربر گرفته شده، تا درون‌یابی داده‌ها بین آن دو انجام گیرد.

* 1. **توضیحات و تئوری‌ها**

در زیر مراحل صورت گرفته در زیربرنامه Interpolation2D توضیح داده شده است. درون‌یابی مورد استفاده در این قسمت Inverse Distance Weighting یا IDW می‌باشد. در این درون­یابی مقادیر جریان در یک نقطه دلخواه بر مبنای عکس فاصله این نقطه با نقاطی که مقادیر جریان در آن­ها مشخص است، محاسبه می‌شود. رابطه‌ای که روش IDW عمل انتقال (درون­یابی) را انجام می‌دهد، به صورت زیر می‌باشد:

|  |  |
| --- | --- |
| (1) |  |

که در این رابطه می‌باشد. در این روابط مقدار متغیر در گره­ شبکه مجهول و مقدار متغیر در گره­های شبکه معلوم و فاصله گره مجهول تا گره‌های معلوم و تعداد سلول­های شبکه معلوم و پارامتر توان می‌باشد که مقداری بزرگ‌تر یا مساوی 1 دارد که با توجه به نوع داده­ها مقادیر مختلف را می‌پذیرد. برای مثال در صورتی که گرادیان مقادیر جریان زیاد باشد افزایش مقدار توان باعث افزایش دقت در انتقال داده­ها خواهد شد.

* 1. **بخش‌های زیربرنامه**

**در این مستند شبکه معلوم، شبکه 1 و شبکه مجهول، شبکه 2 نام‌گذاری شده است. همچنین منظور از لفظ گره­های معلوم و گره­های مجهول، گره­هایی هستند که مقادیر جریان در آن‌ها ذخیره می‌شود که در این پروژه مراکز سلول­ها مکان ذخیره مقادیر جریان هستند.**

1. صفر کردن مقادیر ماتریس­ها

ماتریس‌هایی که برای انتقال مقادیر WNP1، RES و Error مورد استفاده قرار می‌گیرند، مقدار صفر در آن‌ها ذخیره می‌شود. این کار زمانی که چند مرتبه زیربرنامه فراخوانی شود، باید انجام گیرد.

1. انتخاب شبکه معلوم

در این قسمت شبکه معلوم با استفاده از مقدار NMF و با توجه به اینکه درون­یابی از شبکه ریز به درشت (Restriction) انجام می­شود و یا برعکس (Prolongation)، انتخاب می­شود. (در روش مالتی گرید می‌توان از چند شبکه متوالی استفاده کرد که در این قسمت با استفاده از متغیر NOL برنامه متوجه خواهد شد که انتقال بین کدام‌یک از دو شبکه متوالی صورت خواهد گرفت. برای مثال اگر NOL=1 باشد بدان معناست که انتقال داده‌ها بین شبکه 1 و2 انجام می‌پذیرد. ذخیره عدد 2 در این متغیر به معنی انتقال بین شبکه‌های 2 و 3 می‌باشد. همچنین متغیر NMF در این قسمت نشانگر این است که کدام شبکه قرار است فراخوانی شود برای مثال NMF=1 نشان دهنده فراخوانی شبکه ذخیره شده در فایل Mesh1.txt می‌باشد. متغیر استفاده شده دیگر در این قسمت FTC می‌باشد که اگر مقدار آن یک باشد به معنی انتقال داده‌ها از شبکه ریز به درشت و در صورت صفر بودن به معنی انتقال داده‌ها از شبکه درشت به ریز است.)

1. فراخوانی شبکه 1

در این قسمت شبکه­ای که مقادیر میدان روی آن معلوم است فراخوانی می‌شود. به دلیل اینکه تعداد سلول­های این شبکه در ادامه مورد استفاده قرار می­گیرد، در یک پارامتر محلی ذخیره می­شوند.

1. شماره‌گذاری مجدد اضلاع برای اعمال شرایط مرزی

با فراخوانی زیربرنامه MeshBC اضلاع غیر مرزی به ابتدای آرایه مربوط به ذخیره اطلاعات اضلاع تشکیل دهنده شبکه منتقل شده و همچنین سایر نواحی شبکه متناسب با شرایط مرزی مربوطه شماره‌گذاری مجدد می‌گردد.

1. محاسبه مساحت سلول‌ها و مختصات مرکز آن‌ها

با فراخوانی زیربرنامه GeoCal2Dمساحت، بردارهای عمود با بعد، طول اضلاع و مختصات مرکز هر کدام از سلول‌های شبکه محاسبه شده و در آرایه‌های مربوطه ذخیره می­شود.

1. **ذخیره مقادیر جریان در یک ماتریس جهت انتقال به شبکه 2**

در این قسمت مقادیری که قرار است از شبکه 1 به شبکه 2 منتقل شوند در آرایه‌های FUNC ذخیره می‌شوند.

1. **ذخیره مقادیر جریان در یک ماتریس جهت درون‌یابی به صورت تزریق مستقیم**

ممکن است بعضی از سلول­های دو شبکه مورد نظر در درون­یابی، دقیقاً رو هم قرار گیرند. در نتیجه در این سلول­ها مقادیر جریان به طور مستقیم به شبکه 2 منتقل می‌شوند. به همین منظور به دلیل تغییر مقادیر آرایه FUNC در طول برنامه، ذخیره مقادیر جریان در یک آرایه جداگانه مورد نیاز است.

1. **ذخیره مراکز سلول­ها**

با توجه به اینکه مختصات مراکز سلول­های شبکه 1 در ادامه مورد نیاز است و این مقادیر دچار تغییر می‌شود در آرایه­هایی جداگانه ذخیره می‌شوند.

1. انتخاب شبکه مجهول

در این قسمت شبکه مجهول با استفاده از مقدار NMF و با توجه به اینکه درون­یابی از شبکه ریز به درشت (Restriction) انجام می­شود و یا برعکس (Prolongation)، انتخاب می­شود.

1. فراخوانی شبکه پذیرنده مقادیر میدان

در اینجا با توجه به مقدار NMF در قسمت قبل شبکه­ای که قرار است درون­یابی روی آن انجام شود و مقادیر را از شبکه قبلی دریافت کند فراخوانی خواهد شد. در این قسمت نیز مقادیر مربوط به تعداد سلول­ها در پارامتر محلی ذخیره می‌شود.

1. شماره‌گذاری مجدد اضلاع برای اعمال شرایط مرزی

با فراخوانی زیربرنامه MeshBC اضلاع غیر مرزی به ابتدای آرایه مربوط به ذخیره اطلاعات اضلاع تشکیل دهنده شبکه منتقل شده و همچنین سایر نواحی شبکه متناسب با شرایط مرزی مربوطه شماره‌گذاری مجدد می‌گردد.

1. محاسبه مساحت سلول‌ها و مختصات مرکز آن‌ها

با فراخوانی زیربرنامه GeoCal2Dمساحت، بردارهای عمود با بعد، طول اضلاع و مختصات مرکز هر کدام از سلول‌های شبکه محاسبه شده و در آرایه‌های مربوطه ذخیره می­شود.

1. **ذخیره مراکز سلول­ها**

در این قسمت مختصات مراکز سلول­ها از شبکه 2 در آرایه­هایی جداگانه ذخیره می‌شوند.

1. **انتقال مقادیر از شبکه 1 به شبکه 2**

در این قسمت در یک حلقه برای تمامی گره­هایی که مقادیر جریان در آن­ها مجهول است، فاصله هر یک تا تمام گره­های معلوم محاسبه شده، و سپس با استفاده از رابطه (1) مقادیر جریان در گره مورد نظر محاسبه می‌شود. (ذکر این نکته حائز اهمیت است که طبق رابطه (1) تأثیر گره­های نزدیک بر مقادیر جریان محاسبه شده در گره مجهول بیشتر می‌باشد، در نتیجه می‌توان به جای در نظر گرفتن تمام گره­های معلوم جهت محاسبه مقدار جریان در گره مجهول، تنها تعدادی محدود که از لحاظ فاصله به گره مجهول نزدیک‌تر هستند را در نظر گرفت. این امر در الگوریتم مالتی گرید که بارها از درون‌یابی استفاده می‌کند باعث کاهش محاسبات و در نتیجه زمان همگرایی می‌گردد.)

1. **محاسبه فاصله مرکز سلول­های شبکه 2 از مرکز سلول­های شبکه 1**

به دلیل اینکه در این برنامه مقادیر جریان در مراکز سلول‌ها ذخیره می‌شود بنابراین گره­های معلوم که در فوق به آن­ها اشاره شد مراکز سلول‌های شبکه 1 و گره‌های مجهول مراکز سلول­های شبکه 2 می‌باشد که در این قسمت فاصله هر گره مجهول از گره معلوم محاسبه می‌شود.

1. **محاسبه تأثیر هر گره معلوم بر مقدار جریان در گره مجهول**

در این قسمت بعد از محاسبه فاصله هر گره مجهول از گره­های معلوم در شبکه 1، طبق رابطه (1) ابتدا این فاصله به توان P می‌رسد و سپس معکوس آن در مقدار جریان از گره معلوم ضرب می‌شود. این امر برای تمامی گره­های معلوم انجام شده و مجموع آن بر مجموع عکس فاصله‌ها تقسیم می‌شود. سپس این محاسبات برای گره دیگری از شبکه 2 انجام می­گردد.

1. **ذخیره مقادیر جریان در شبکه 2 در آرایه FUNC**

در این قسمت مقادیر جریان حاصل از روش IDW در آرایه­های FUNC ذخیره می‌گردد.

1. **استفاده از روش تزریق مستقیم در درون‌یابی**

در این قسمت سلول‌های دو شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرند در صورتی که مراکز دو سلول کاملاً روی هم قرار گرفته باشند مقدار میدان در سلول معلوم عیناً در سلول مجهول قرار می‌گیرد. در این قسمت برای پی بردن به اینکه دو سلول کاملاً روی هم قرار دارند مختصات مراکز آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در صورتی که شرط برقرار باشد با مقداردهی غیر صفر به شمارنده 9 مشخص می‌شود.

1. **قرار دادن نتایج به دست آمده در آرایه‌های مربوطه**

در این قسمت مقادیر FUNC1، FUNC2 و FUNC3 به ترتیب در آرایه‌های مربوط به مقادیر جریان، باقی‌مانده‌ها و خطاها قرار داده می‌شوند تا در الگوریتم مالتی گرید مورد استفاده قرار گیرند.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Interpolation2D** | | | |
| **Dimension** | **Type** | **Description** | **Parameters** |
| (1:Dim) | Real(8) | Coordinate of Element’s Center | Xc,Yc |
| (1:Dim) | Real(8) | Coordinate of Element’s Center in Known Mesh | Xc1,Yc1 |
| (1:Dim) | Real(8) | Coordinate of Element’s Center in Unknown Mesh | Xc2,Yc2 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | Number of nodes in a cell | Corn |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | The array will be interpolated | FUNC1 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | The array will be interpolated | FUNC2 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | The array will be interpolated | FUNC3 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | The value of FUNC1 before interpolation | PFUNC1 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | The value of FUNC2 before interpolation | PFUNC2 |
| (1:4,1:Dim) | Real(8) | The value of FUNC3 before interpolation | PFUNC3 |