

**زیربرنامه Restriction2D**

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Restriction2D(Dim,WNP1,RES,NOL,Xp,Yp,Xcp,Ycp,Ap,NPp,NCp,**  **Corn,MGC,a12\_R,a13\_R,a23\_R,Surr\_R,NOI,Cell1,Cell2)** | | | |
| **Dimension** | **Type** | **Description** | **Intent** |
|  |  |  | **Input** |
|  | Integer | Maximum Dimension of Arrays | Dim |
|  | Integer | **N**umber **o**f **L**evel | NOL |
|  | Integer | **M**ulti**G**rid **C**ycle | MGC |
| (1:5) | Integer | Array of nodes number in all meshes | NPp |
| (1:5) | Integer | Array of elements number in all meshes | NCp |
| (1:4,1:Dim) | Integer | Number of nodes in a cell | Corn |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Array of Coordinate of nodes for all Meshes | Xp,Yp |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Array of Coordinate of Element’s Center for all meshes | XCp,YCp |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Array of area of Element for all meshes | Ap |
|  |  |  | **Input/Output** |
| (1:5) | Integer | Number Of injection | NOI |
| (1:4,1:Dim) | Integer | Array of cell numbers that surround the element center of unkown mesh | Surr\_R, Surr\_P |
| (1:4,1:Dim) | Integer | Elements number of known mesh whose centers have same coordinates with elements of unknown mesh | Cell1 |
| (1:4,1:Dim) | Integer | Elements number of unknown mesh whose centers have same coordinates with elements of known mesh | Cell2 |
| (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) | The areas created by the unknown mesh element center and known mesh element vertices | a12\_R, a13\_R, a23\_R  a12\_P, a13\_P, a23\_P |

* 1. **وظایف**

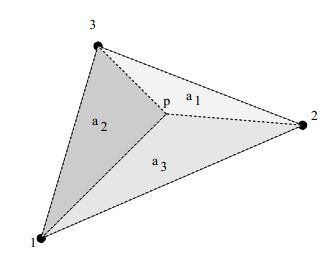
در این زیر برنامه اطلاعات دو شبکه از طریق دو فایل Mesh1.txt و Mesh2.txt از کاربر گرفته شده، تا درون‌یابی داده‌ها بین آن دو انجام گیرد. این زیر برنامه همانند زیر برنامه Interpolation2D می‌باشد با این تفاوت که به دلیل استفاده در الگوریتم مالتی گرید بارها فراخوانی می‌شود. به همین منظور به گونه‌ای نوشته شده که برخی از دستورهای استفاده شده تنها در تکرار اول حلقه مالتی گرید اجرا شود و در سایر تکرارها از نتایج ثابت تکرار اول استفاده می‌شود.

* 1. **توضیحات و تئوری‌ها**

در زیر مراحل صورت گرفته در زیر برنامه Restriction2D توضیح داده شده است که برای زیر برنامه Prolongation2D نیز بکار می‌رود. درون‌یابی مورد استفاده در این قسمت Piecewise linear interpolation می‌باشد. ابتدا در شبکه معلوم با توجه به اینکه مقادیر جریان در مراکز سلول­ها ذخیره شده است، می‌بایست مقادیر به رئوس سلول­ها منتقل شود. سپس مکان مرکز تمامی سلول­های شبکه مجهول در سلول­های شبکه معلوم جستجو شده و با توجه به شکل (1) و با استفاده از رابطه زیر عمل انتقال انجام می‌شود:

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

مقدار متغیر در گره احاطه شده یعنی گره شبکه مجهول و همچنین متغیرهای مقادیر مربوط به گره‌های شبکه معلوم می‌باشد. مساحت مربوط به مثلث معلوم که مرکز سلول شبکه مجهول در آن قرار دارد، و مساحت مربوط به مثلث‌های نشان داده شده در شکل زیر می‌باشد:

**

شکل (1) مرکز سلول شبکه مجهول احاطه شده توسط سلول شبکه معلوم

* 1. **بخش‌های زیر برنامه**

**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. اندیس­های R** و**P به ترتیب مربوط به حالت Restriction و Prolongation می باشد.**

1. **مشخص نمودن پارامترهای مورد نیاز درون‌یابی برای شبکه 1 و 2**

در این قسمت تعداد سلول­ها، تعداد گره­ها و مختصات مراکز سلول­ها برای شبکه 1 و 2 که پارامترهای مورد نیاز برای درون‌یابی می‌باشد، مشخص می‌شود. دو شبکه برای درون‌یابی، قبل از ورود به زیر برنامه مشخص شده و این پارامترهای مورد نیاز وارد زیر برنامه می‌شوند. از آنجایی که دو شبکه جهت درون‌یابی با شماره 1و2 مشخص می‌شوند، پارامترهای مربوط به آن­ها نیز با اندیس­های 1 و2 ذخیره می‌شوند.

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 زیر برنامه فراخوانی شود، باید انجام گیرد.

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. **انتقال مقادیر جریان به رئوس سلول­ها**

در این قسمت مقادیر جریان در مراکز سلول­های شبکه 1 به رئوس آن منتقل می‌شود. به این صورت که برای هر گره، مجموع حاصل‌ضرب مقادیر جریان سلول­های متصل به گره در مساحت سلول، محاسبه شده و بر مجموع مساحت سلول‌های متصل به گره تقسیم می‌شود.

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

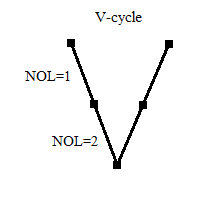
با توجه به شرط If این قسمت تنها در تکرار اول حلقه مالتی گرید اجرا خواهد شد. این امر به این خاطر است که مساحت­های نشان داده شده در شکل (1) همواره ثابت بوده و با یک بار محاسبه کردن آن­ها، می‌توان آن را برای سایر تکرارهای حلقه مالتی گرید استفاده نمود. همین موضوع برای سلول­های شبکه 1 و 2 که مراکز آن­ها از لحاظ فیزیکی رو هم قرار می‌گیرد، صادق است.

1. **مکان‌یابی مراکز سلول­های شبکه 2**

در این قسمت مقادیر F1، F2 و F3 جهت بررسی اینکه گره مورد نظر از شبکه 2 در سلول مورد بررسی از شبکه 1 قرار دارد یا خیر، محاسبه می‌شود. در صورتی که هر سه مقدار فوق بزرگ‌تر یا مساوی صفر باشد برنامه وارد شرط IF شده و به محاسبه مقادیر جریان در گره موردنظر پرداخته می‌شود. در غیر این صورت برنامه مکان گره را در سلول دیگری جستجو می‌کند.

1. **محاسبه مساحت­های نشان داده شده در شکل (1)**

در این قسمت با استفاده از مختصات رئوس سلول شبکه 1 و مختصات مرکز سلول شبکه 2، مساحت‌های نشان داده شده در شکل (1) برای هر یک از مراکز سلول شبکه 2 محاسبه می‌شود. همچنین در این قسمت شماره سلول شبکه 1 که مرکز سلول شبکه 2 در آن قرار دارد، در آرایه‌ای ذخیره می‌شود. این مقادیر با توجه به تعداد مراحل Restriction که در یک حلقه مالتی گرید صورت می‌گیرد، برای هر مرحله به طور جداگانه با توجه به مقدار NOL (که شماره مرحله در حلقه مالتی گرید را نشان می‌دهد) ذخیره می‌شود.



شکل (2) چرخه V در الگوریتم مالتی گرید

1. **مشخص نمودن سلول­های شبکه 1 و2 که مراکز آن­ها مختصات یکسانی دارد**

در این قسمت شماره سلول­های دو شبکه که مراکز آن‌ها دارای مختصاتی یکسانی هستند در آرایه­های مربوطه ذخیره می‌شود تا درون‌یابی آن­ها به صورت تزریق مستقیم صورت گیرد. (فقط در حالت Restriction انجام می‌شود و می‌توان از نتایج آن در قسمت Prolongation استفاده نمود.) این مقادیر برای هر مرحله درون­یابی با توجه به مقدار NOL به صورت جداگانه ذخیره می‌شود. در اینجا در آرایه NOI تعداد سلول‌های شبکه 1 و2 که مراکز آن­ها مختصات یکسانی دارند، ذخیره می‌شود.

1. **محاسبه مقادیر مراکز سلول‌های شبکه 2**

در این قسمت مقادیر مربوط به مراکز سلول­های شبکه ۲ طبق رابطه (1) محاسبه می‌شود.

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

در این قسمت سلول­های شبکه 2 که مراکز آن­ها روی مراکز سلول­های شبکه 1 قرار گرفته‌اند (تعیین شده در قسمت ۹) مقادیر این سلول‌ها را می‌پذیرند.

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.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Restriction2D** | | | |
| **Dimension** | **Type** | **Description** | **Parameters** |
| (1:Dim) | Real(8) | X-coordinate of nodes in Known Mesh | X1 |
| (1:Dim) | Real(8) | Y-coordinate of nodes in Known Mesh | Y1 |
| (1:Dim) | Real(8) | X-coordinate of nodes in Unknown Mesh | X2 |
| (1:Dim) | Real(8) | Y-coordinate of nodes in Unknown Mesh | Y2 |
| (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:Dim) | Real(8) | Coordinate of Element’s Center | Xc,Yc |
| (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 |