



زیربرنامه **Calculate\_eigMatrixMeanFlow**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان:** | **حجت دهقان‌درست، فرزین چایچی‌زاده و**  **مرتضی نامور** | E:\desktop mordad\battery code\Thesis\thesis 21 aban 96 Saeed\Figures\Other\TehUni-HQ.png |
| **تهیه کننده مستند:** | **حجت دهقان‌درست و فرزین چایچی‌زاده** | |
| **تاریخ تنظیم سند:** | **09 / 02 /97** | |
| **تایید کنندگان:** |  | |
| **شماره سند:** | **MC2F024F1** | |
| **زبان برنامه نویسی:** | **Fortran 90** | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Calculate\_eigMatrixMeanFlow(Dim,NF2,NF,IDS,NX,NY,NZ,DA,GM,WNP1,WB,P,Face,eigenMatrix)** | | | |
| **Dimension** | **Variable Type** | **Description** | **Intent** |
|  |  |  | **Input** |
|  | Integer | Maximum **Dim**ension of Arrays | Dim |
|  | Integer | Index of Last Non-Boundary **F**aces | NF2 |
|  | Integer | Index of Last Boundary **F**aces | NF |
| (1:6,1:Dim) | Integer | **I**nformation of Grid **D**ata **S**tructure | IDS |
| (1:Dim) | Real(8) | Normal Vectors of each Face | NX,NY,NZ |
| (1:Dim) | Real(8) | Length of each Face | DA |
|  | Real(8) | **G**ama Constant (Specific Heat Ratio) | GM |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values at (N+1)th Time Step | WNP1 |
| (1:6,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values and Pressure at **B**oundary Faces | WB |
| (1:Dim) | Real(8) | **P**ressure | P |
|  | Integer | j-th face | face |
|  |  |  | **Output** |
| (1:5, 1:5) | Real(8) | Eigen Matrix | eigenMatrix |

* 1. وظایف

در این زیربرنامه ماتریس مقادیر ویژه مربوط به حلگر سیالاتی روی یک وجه خاص از شبکه محاسبه می‌گردد.

* 1. توضیحات و تئوری­ها

در روش رو شار از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد[1] .

1. 

که در آن (ماتریس مقادیر ویژهبه صورت ذیل تعریف می‌شود:

1. 

که در آن  به ترتیب ماتریس مقدار ویژه چپ، ماتریس قطری مقادیر ویژه و ماتریس مقادیر ویژه راست هستند. ماتریس  در حقیقت همان ژاکوبین بخش غیرلزج معادلات حاکم می‌باشد. این ماتریس با مشتق گیری بردار شار بر حسب متغیرهای بقایی به صورت ذیل بدست می‌آید.



که در آن از تعریف ذیل استفاده شده است.

1. 

حال برای بدست آوردن  کافی است با استفاده از تعاریف ساده ذیل ماتریس مقدار ویژه، ماتریس مقادیر ویژه راست و چپ را محاسبه نمود. که ماتریس مقدار ویژه از رابطه (2) بدست می‌آید. ماتریس مقادیر ویژه یعنی  از رابطه زیر بدست می‌آید.

1. 

که بعد از حل دستگاه جبری بالا قطر اصلی ماتریس قطری  بصورت رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

1. 

بعد از محاسبه ماتریس قطری مقدار ویژه، ماتریس بردار ویژه راست از روابط زیر بدست می‌آید.

1. 
2. 

و ماتریس بردار ویژه چپ از روابط زیر بدست می‌آید.

1. 
2. 

مقادیر را می‌توان در مرجع [1,2] یافت. حال با توجه به اینکه ا توجه به بردار نرمال وجه می‌تواند در راستای یکی از محورهای مختصات باشد، سه ماتریس‌ برای ماتریس بردار ویژه چپ و همچنین ماتریس بردار ویژه راست برای سه حالت زیر خواهیم داشت.

1. Nx مخالف با صفر
2. Ny مخالف با صفر
3. Nz مخالف با صفر

روابط مربوط به مقادیر ویژه چپ و راست متناظر برای این سه حالت در مرجع [2] آورده شده است.

* 1. بخش­های زیربرنامه

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

1. ذخیره شماره وجه در متغیر محلی

بدون توضیح.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی در پارمترهای محلی

دو سلول متناظر با ضلع مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. ذخیره اطلاعات بردارهای نرمال و طول ضلع مورد بررسی در پارمترهای محلی

بردارهای نرمال و طول متناظر با ضلع مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می گردد

1. شرط برای وجوه مرزی

بدون توضیح

1. ذخیره سرعت، فشار و آنتالپی ضلع مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

بدون توضیح

|  |  |
| --- | --- |
| 1. شرط برای وجوه غیرمرزی   بدون توضیح |  |

1. ذخیره سرعت سلول همسایه مرتبط با وجه غیر‌مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

سرعت‌های سلول همسایه مربوط به ضلع غیر مرزی مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. ذخیره سرعت سلول اصلی مرتبط با وجه غیر‌مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

سرعت‌های سلول اصلی مربوط به ضلع غیر مرزی مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. ذخیره فشار سلول‌های اصلی و همسایه مرتبط با وجه غیر‌مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

فشار سلول‌های اصلی و همسایه مربوط به ضلع غیر مرزی مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. ذخیره آنتالپی سلول‌های اصلی و همسایه مرتبط با وجه غیر‌مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

آنتالپی سلول‌های اصلی و همسایه مربوط به ضلع غیر مرزی مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. ذخیره سرعت صوت سلول‌های اصلی و همسایه مرتبط با وجه غیر‌مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

سرعت صوت سلول‌های اصلی و همسایه مربوط به ضلع غیر مرزی مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. ذخیره نسبت هندسی چگالی‌ راست به چپ مرتبط با ضلع مورد بررسی در پارمترهای محلی

در این بخش نسبت هندسی چگالی‌ راست به چپ مرتبط با ضلع مورد بررسی محاسبه گردیده و در پارمترهای محلی ذخیره می‌گردد. تا در محاسبه خواص رو به کار گرفته شود.

1. ذخیره چگالی، سرعت و آنتالپی رو مرتبط با وجه غیر‌مرزی مورد بررسی در پارمترهای محلی

چگالی، سرعت و آنتالپی رو مربوط به ضلع غیر مرزی مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می‌گردد.

1. محاسبه انرژی جنبشی مخصوص، دبی، سرعت صوت و انتالپی

بدون توضیح.

1. صفر کردن ماتریس درایه‌های مقذار ویژه

بدون توضیح

1. محاسبه درایه ‌های قطر اصلی ماتریس قطری مقادیر ویژه برای ضلع مرزی

بدون توضیح

1. محاسبه درایه ‌های قطر اصلی ماتریس قطری مقادیر ویژه برای ضلع غیرمرزی

بدون توضیح

1. محاسبه اندازه درایه ‌های قطر اصلی ماتریس قطری مقادیر ویژه برای ضلع مرزی

بدون توضیح

1. شرط برای حالتی که مولفه Nx بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

بدون توضیح.

1. ذخیره ماتریس بردارهای ویژه راست برای حالتی که مولفه Nx بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

روابط پیاده شده در این بخش از مرجع [2] گرفته شده است.

1. ذخیره ماتریس بردارهای ویژه چپ برای حالتی که مولفه Nx بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

روابط پیاده شده در این بخش از مرجع [2] گرفته شده است.

1. شرط برای حالتی که مولفه Ny بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

بدون توضیح.

1. ذخیره ماتریس بردارهای ویژه راست برای حالتی که مولفه Ny بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

روابط پیاده شده در این بخش از مرجع [2] گرفته شده است.

1. ذخیره ماتریس بردارهای ویژه چپ برای حالتی که مولفه Ny بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

روابط پیاده شده در این بخش از مرجع [2] گرفته شده است.

1. شرط برای حالتی که مولفه Nz بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

بدون توضیح.

1. ذخیره ماتریس بردارهای ویژه راست برای حالتی که مولفه Nz بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

روابط پیاده شده در این بخش از مرجع [2] گرفته شده است.

1. ذخیره ماتریس بردارهای ویژه چپ برای حالتی که مولفه Nz بردار نرمال بر ضلع مورد بررسی مخالف صفر باشد.

روابط پیاده شده در این بخش از مرجع [2] گرفته شده است.

1. محاسبه حاصلضرب اندازه ماتریس قطری مقدار ویژه در ماتریس بردارهای ویژه راست

برای محاسبه ماتریس مقدار ویژه کلی رابطه (2) ابتدا ماتریس بردارهای ویژه راست را در اندازه ماتریس قطری مقدار ویژه ضرب می‌کنیم.

1. محاسبه ماتریس مقدار ویژه

با حاصلضرب ماتریس بدست آمده از بخش 28 در ماتریس بردارهای ویژه چپ نهایتا به رابطه (2) می‌رسیم که ماتریس مقدار ویژه می‌باشد.

**مراجع**

[1] Amir Nejat “A higher-order accurate unstructured finite-volume Newton-Krylow algorithm for inviscid compressible flows” PhD thesis University of British Columbia 2007

[2] Axel Rohde, “Eigenvalues and eigenvectors of the Euler equations in general geometries”, J. AIAA 2001-2609