به نام خدا

Market Code

شبیه‌سازی جریان با روش مرتبه بالا روی ناحیه‌های چندبلوکی

توسعه دهنده (گان):	ساسان رستگار: مهندسی مکانیک، کارشناسی ارشد	
تهیه کننده مستند:	ساسان رستگار	
تاریخ تنظیم سند:	۲۷ / ۱۱/ ۹۳	

فهرست مطالب

فصل ۱: راهنمای کاربری ۶

نمونه اجرا ۱۰

فصل ۲: متن اصلی Main ۱۹

فصل ۳: روش چندبلوکی ۳۲

۳-۱. ملاحظات برنامه‌نویسی ۳۲

۳-۲ روش ارضای معادلات بقا رو مرزها ۳۳

۳-۳. روش همپوشانی مرزها ۳۵

۳-۴. روش تعداد بلوکهای متغیر ۳۶

۳-۵. روش جابجایی مرزهای بین بلوکی ۳۸

فصل ۴: توابع ۴۰

۴-۱. تابع Geometry ۴۰

۴-۱ تابع Block_Interface ۴۲

۴-۲. تابع Matrix_Computation ۴۳

۴-۳. تابع Initial_Condition ۴۳

۴-۴. تابع timeStep ۴۴

۴-۵. تابع compactderivative_Xi ۴۵

۴-۶. تابع compactderivative_Eta ۴۶

۴-۷. تابع compactderivative ۴۷

Market Code

۴-۸. تابع boundaryCond4th ۴۸
۴-۹. تابع thoMas3DBx ۴۹
۴-۱۰ تابع thoMas3DBy ۵۰
۴-۱۱. تابع DiffEta ۵۰
۴-۱۲ تابع DiffXi ۵۱
۴-۱۳ تابع inverse ۵۲
۴-۱۴ تابع multiply41 ..... ۵۳
۴-۱۵ تابع multiply44 ..... ۵۴
۴-۱۶ تابع thoMas3D ۵۴

فصل ۵: مراجع **۵۵**

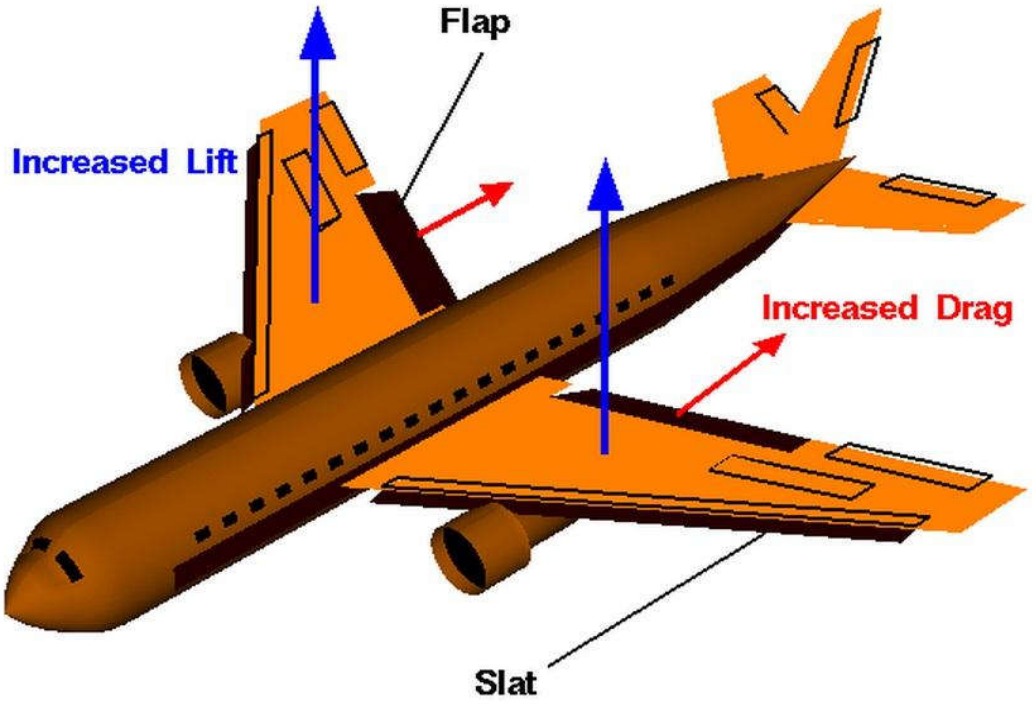
Market Code

چکیده

یکی از مهمترین راهکارهای حل جریان در هندسه‌های پیچیده استفاده از استراتژی چندبوکی است. از طرف دیگر امروزه توجه بسیاری از محققان علم دینامیک سیالات محاسباتی معطوف به استفاده از روش‌های مرتبه بالا شده‌است. این روش‌ها امکان پیش‌بینی خواص جریان در مقیاس‌های کوچک با دقت بالا را درعین استفاده از حافظه کم فراهم می‌آورند. هندسه‌های پیجیده در جریانهای حول اجسام پرنده نظیر موشک، ایرفویل سه المانه (پهپاد) و مقاطع بال پرنده های نظامی و غیر نظامی یافت می‌شوند. این برنامه شبیه‌سازی عددی جریان دوبعدی را با استفاده از روش فشرده در یک ناحیه چندبلوکی انجام می‌دهد. . برای پیشروی زمانی، روش خطی‌سازی بیم-وارمینگ به‌همراه روش ADI به‌کار گرفته می‌شوند. روش‌های چندبلوکی مختلف رو مرزهای بین بلوکی اعمال می‌شوند. نتایج نشان از پایداری و همگرایی مناسب روشهای چندبلوکی در جریان‌های مختلف دارد.

کلمات کلیدی: هندسه‌های پیچیده، چندبلوکی، جریان تراکم‌پذیر، بیم-وارمینگ، پایداری

Market Code



کاربرد یک ایرفویل سه المانه در یک جسم پرنده

Mark

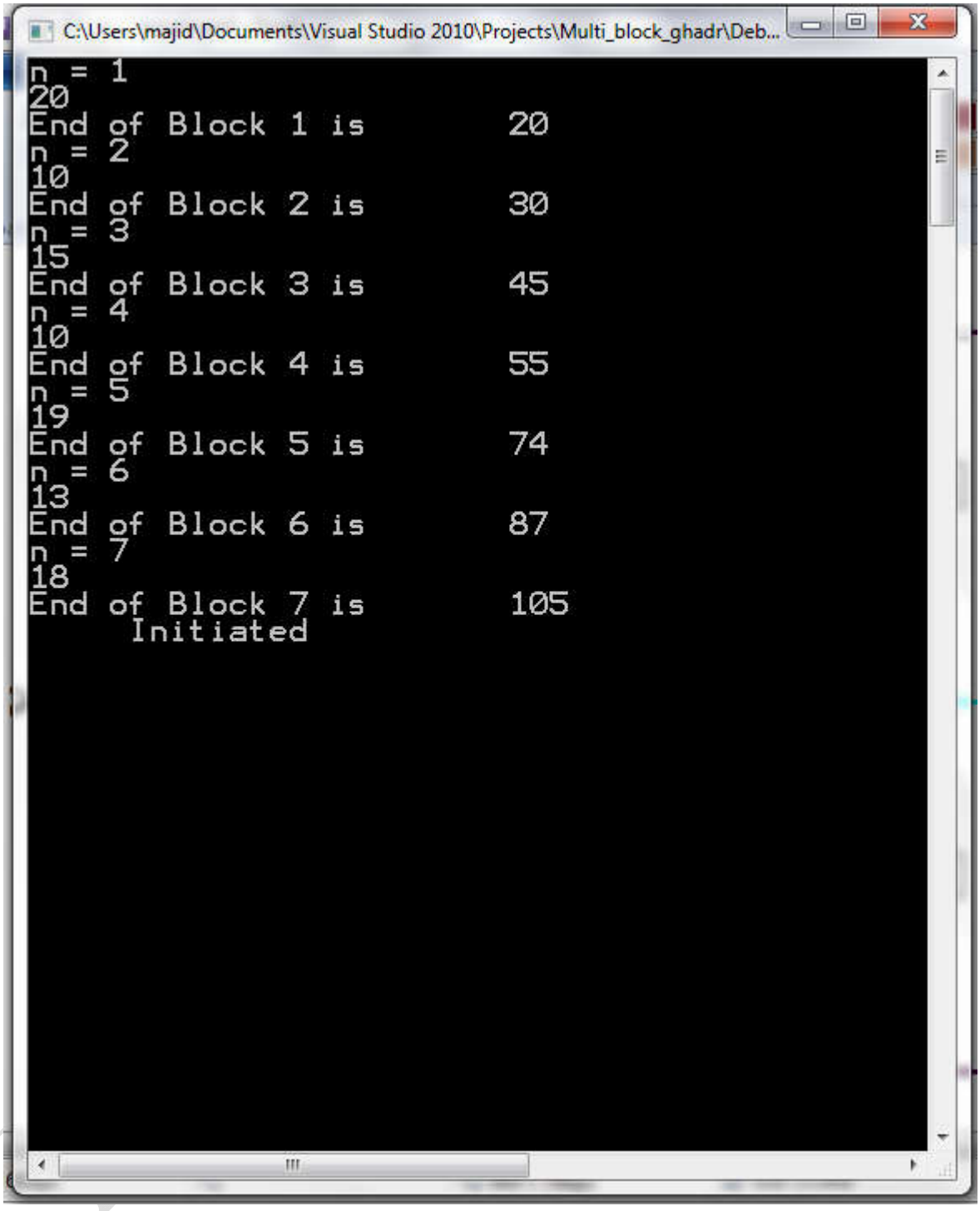
فصل ۱: راهنمای کاربری

جهت اجرای برنامه لازم است تا برخی تنظیمات اولیه برای کد انجام گیرد. لذا در این بخش به طور خلاصه به این موارد اشاره خواهد شد. لازم به ذکر است این قسمت مخصوص کاربرانی است که فقط می‌خواهند نرم‌افزار را اجرا نموده و استفاده نمایند.

قبل از هرچیز به نحوه توزیع بلوک‌ها وتعداد آنها می‌پردازیم. برنامه حاضر به‌گونه‌ای تنظیم شده‌است که تعداد بلوکها و سایز هر کدام از آنها توسط کاربر انتخاب می‌شود. یعنی برنامه نسبت به تعداد بلوک‌ها و سایز آنها عمومیت دارد.

در شکل ۱-۱ نمایی از برنامه و نحوه مقداردهی برای سایز هربلوک نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که چگونه کاربر می‌توان سایز بلوک ها را برای ناحیه حل ۸ بلوکی به طور دلخواه تعیین کند. البته در این جا باید ملاحظاتی هم درنظر گرفته شود. از جمله اینکه سایز بلوکها به اندازه‌ای بزرگ نباشد که انتهای بلوک ماقبل آخر از مقدار بیشینه نقاط ناحیه حل (iMax) بیشتر باشد.

Market Code



برنامه به گونه‌ای طراحی شده است که کاربر می‌تواند تنظیمات اصلی را در فایل (Constant.h) تغییر دهد. در ابتدای این بخش (Physical value) مقادیر فیزیکی تعیین می‌گردد. این مقادیر در جدول جدو۱-۱ تعریف شده است.

جدو۱-۱: تعریف متغیرهای فیزیکی ورودی به برنامه

متغیر داخل برنامه	تعریف متغیر	واحد
Re	عدد رینولدز جریان Re	بی‌بعد
gama	نسبت ثابت گازها γ	بی‌بعد
mu	ضریب لزجت μ	Kg/(m sec)
Ma	ماخ ورودی سیال	بی‌بعد
Pr	عدد پرانتل	بی‌بعد
ViscousTerm	تعیین کننده لزج و یا غیرلزج بودن جریان	بی‌بعد
Supersonic	تعیین کننده فراصوت یا فروصوت بودن جریان	بی‌بعد

لازم به ذکر است که کمیت ViscousTerm فقط مقادیر ۱ برای جریان لزج و مقدار صفر برای جریان غیرلزج را می‌پذیرد. همچنین کمیت Supersonic تنها مقادیر ۱ برای جریان فراصوت و مقدار صفر برای جریان فروصوت را می‌پذیرد. دقت شود که زمانی که عدد Ma مقدار بزرگتر از یک می‌گیرد جریان فراصوت محسوب می‌شود و درغیراینصورت فروصوت.

در بخش بعدی (Geometry Value) مقادیر مربوط به هندسه و تولید شبکه مطابق جدول تنظیم می‌گردد. در فایل (Constant.h) همه موارد مربوط به هندسه وجود دارد.

Market Code

جدول۱-۲: تعریف متغیرهای هندسی ورودی به برنامه

متغیر داخل برنامه	تعریف متغیر	واحد
iMax	تعداد نقاط در جهت x	عدد طبیعی
jMax	تعداد نقاط در جهت محور y	عدد طبیعی
N	تعداد بلوکها	عدد طبیعی
CaseStudy	نام فایل هندسه ورودی به برنامه	-

در قسمت بعدی (Convergence Value) پارامترهای مربوط به فرآیند همگرایی برنامه و تعداد تکرار محاسبات طبق جدول ۱-۳ تعیین می‌گردد. در برنامه دو شرط برای توقف درنظر گرفته شده است. اگر تعداد تکرار حلقه محاسبات اصلی از Loop_Max_Iteration بزرگتر شود، برنامه متوقف می‌شود. همچنین اگر باقیمانده (Residual) محاسبه شده از پارامتر Tlorance کوچکتر شود برنامه متوقف می‌شود. البته در حالت Default توقف برمبنای تعداد تکرار فعال است. برای فعال کردن حالت دوم باید در بدنه کد تغییر موردنظر را انجام داد. همچنین در هر Loop_Counter_Autosave تکرار، نتایج ذخیره میشوند و مقدار خطا و تعداد تکرار در صفحه نمایش چاپ می‌شوند. متغیر CFL نیز پارامتری جهت کنترل بر روی گام زمانی (Time-Step) می‌باشد.

جدول۱-۳: تعریف متغیرهای مربوط به همگرایی برنامه

متغیر داخل برنامه	تعریف متغیر	واحد

Market Code

Loop_Max_Iteration	حداکثر تکرار محاسبات	عدد طبیعی
CFL	Courant number	عدد حقیقی مثبت
Tlorance	باقیمانده مورد نیاز جهت توقف حل	عدد حقیقی
Loop_Counter_Auto save	تعداد تکرار لازم برای هربار ذخیره نتایج و نمایش خطا و تکرار	عدد طبیعی

بهتر است اگر برای تکرار ۱۰۰۰ بار را درنظر دارید عدد ۱۰۰۰۱ برای متغیر Loop_Max_Iteration در نظر گرفته‌شود. همچنین برای توقف برنامه بر مبنای باقیمانده، باید دربدنه کد و در قسمت While این گزینه را فعال کرد.

در صورتی که تمامی موارد فوق به صورت صحیح تنظیم شده باشد اکنون برنامه آماده اجرا می‌باشد. پس از اجرا و همگرایی برنامه چندین فایل خروجی تشکیل می‌گردد. فایل مربوط به هندسه و همه متریکهای متناظر هر نقطه و فایل مربوط به نتایج حل (فشار، چگالی، عدد ماخ و ...) در هرنقطه .

نمونه اجرا

در این بخش به منظور تمرین عملی موارد بالا به یک مثال اشاره می‌شود. این نمونه شامل حل جریان لزج فروصوت حول ایرفویل می‌باشد . مقادیر ورودی به صورت زیر وارد می‌گردد. مرزهای میدان توسط فایل ورودی وارد برنامه می‌گردد و شبکه 121×35 می‌باشد.

```
#define iMax                    121//243
#define jMax                    35//101
```

Market Code