

一维 Riemann 解（解析解）计算程序 Riemann_exact_lixl_v1.0.f90

使用说明

李新亮

中国科学院力学研究所 LHD 实验室, lixl@imech.ac.cn

版权所有: 李新亮, 中国科学院力学研究所 LHD 实验室, lixl@imech.ac.cn

欢迎使用和传播本程序。若在科研中使用本程序, 请在论文(报告)中进行标注(可引用作者的文献或致谢)。

参考文献: 傅德薰、马延文 《计算流体力学》 P29-34

李新亮, 《计算流体力学》课件(PPT) 第2讲

1. 问题描述

该程序利用经典解析方法计算 Riemann 解(实际上也并非完全解析, 仍需要使用 Newton 方法计算中心区压力值)。最终将计算结果输出到文件 Riemann.dat。

问题描述如下:

控制方程为一维 Euler 方程, 计算域为 $x \in [-1, 1]$ 。初始时刻($t=0$)物理量的分布为:

$$(\rho, u, p) = \begin{cases} (\rho^L, u^L, p^L) & x < 0 \\ (\rho^R, u^R, p^R) & x \geq 0 \end{cases}$$

需要计算 $t=t_0$ 时刻物理量的分布。

2. 程序的输入

程序编译、运行后, 需要输入如下参数:

1) nx: 输出结果的网格点数。计算需要以离散点值的方式输出 $x \in [-1, 1]$ 区间的 ρ, u, p 分布, 输出网格点的数目为 nx 个。

2) r_L, u_L, p_L, r_R, u_R, p_R: 初始时刻左右两侧的密度、速度及压力。即:

$$\rho^L, u^L, p^L, \rho^R, u^R, p^R$$

3) t: 输出物理量的时刻 t_0 。

3. 程序的输出

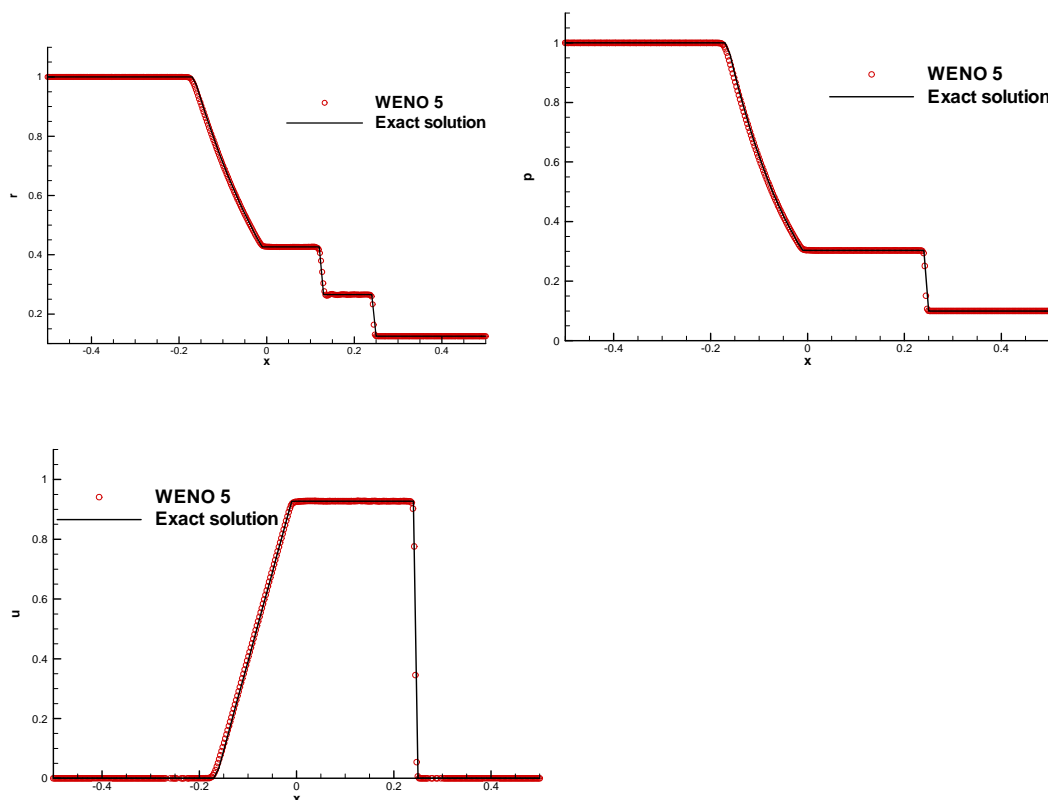
以 tecplot 格式输出到 Riemann.dat 文件中。其中四列数据分别为 x, ρ, u, p

4. 算例

```
C:\ "D:\lx1\Book-Lecture\CFD-lecture\programs\Riemann\Debug\Riemann_exact...
-----Exact Riemann Solver, ver 1.0-----
Copyright by Li Xinliang , Institute of Mechanics, CAS
please input nx <grid number> for plot, e.g. 201
201
please input r_L, u_L, p_L, r_R, u_R, p_R
density, velocity and pressure in the left and right side
example: 1, 0, 1, 0.125, 0, 0.1
1,0,1,0.125,0,0.1
please input time t, example: t=0.14
0.14
-----
Exact Riemann Solver .....
Copyright by Li Xinliang , LHD, Institute of Mechanics, CAS
p_star= 0.303130178050647 abs(p_star_new-p_star)= 0.000000000000000E+000
OK, the flow data are written to 'Riemann.dat' as a tecplot file
Press any key to continue_
```

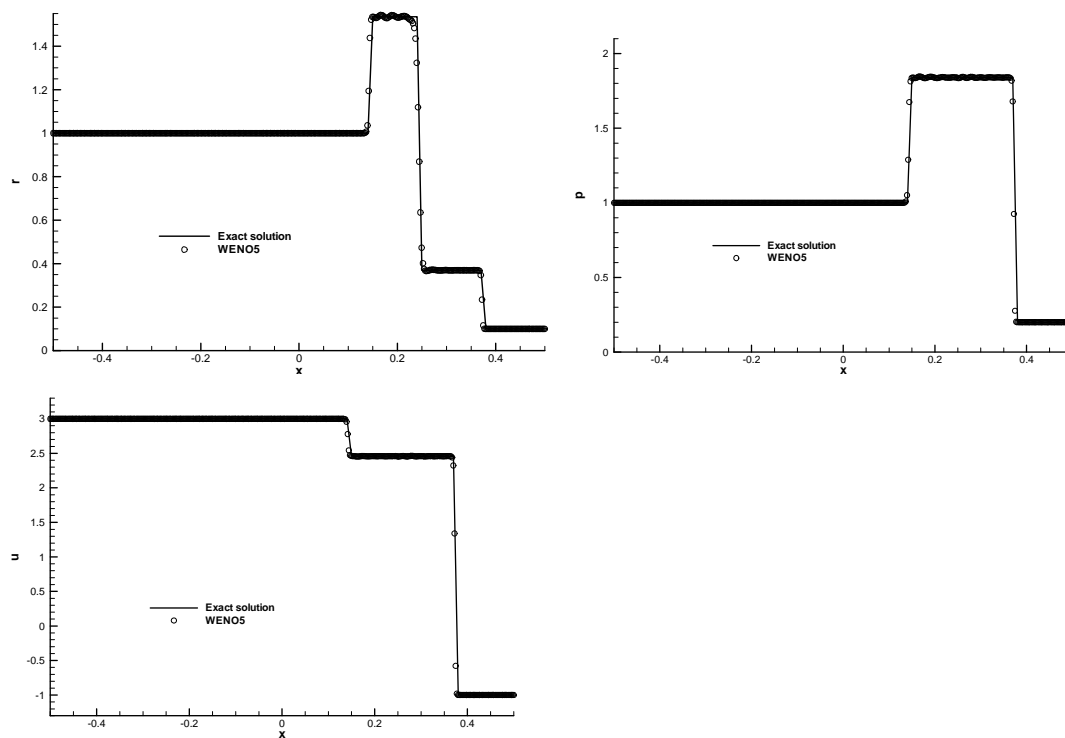
测试： 与数值解的比较（数值解采用 Steger-Warming FVS + WENO5）

Test 1: Sod problem: $r_1=1, u_1=0, p_1=1, r_2=0.125, u_2=0, p_2=0.1$ （Case 2）



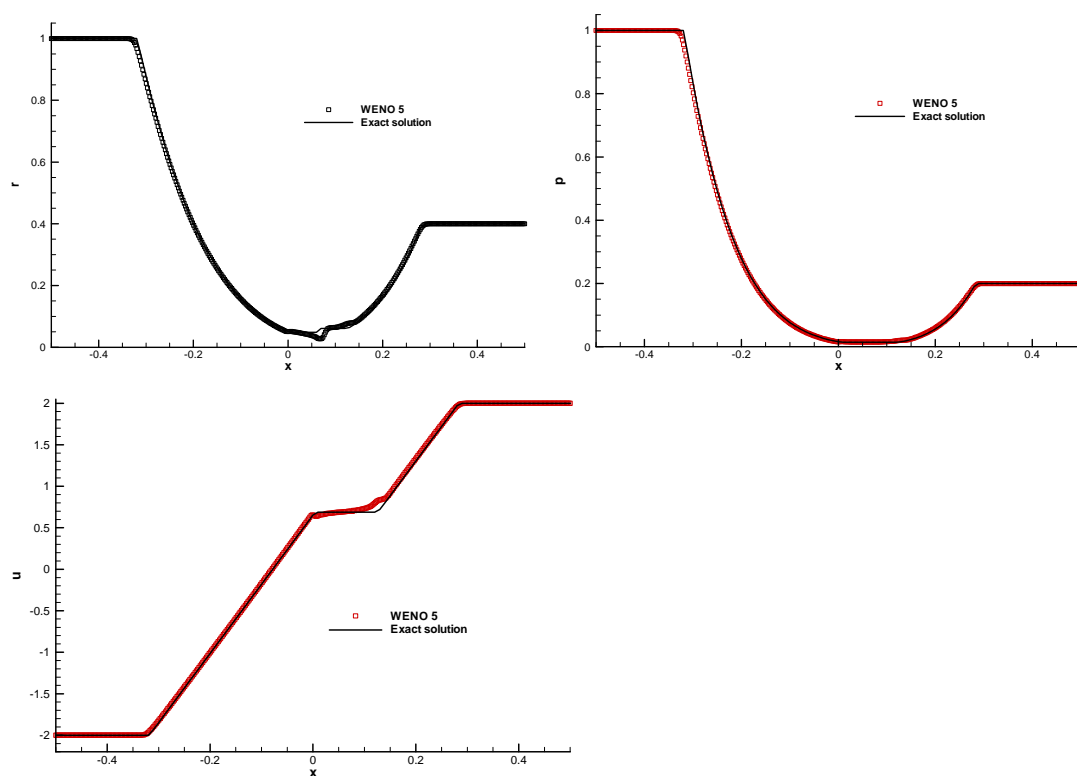
标准 Sod 问题的解 （密度、压力及速度分布）

test 2: $r_1=1, u_1=3, p_1=1; r_2=0.1, u_2=-1, p_2=0.2$ (case 1)



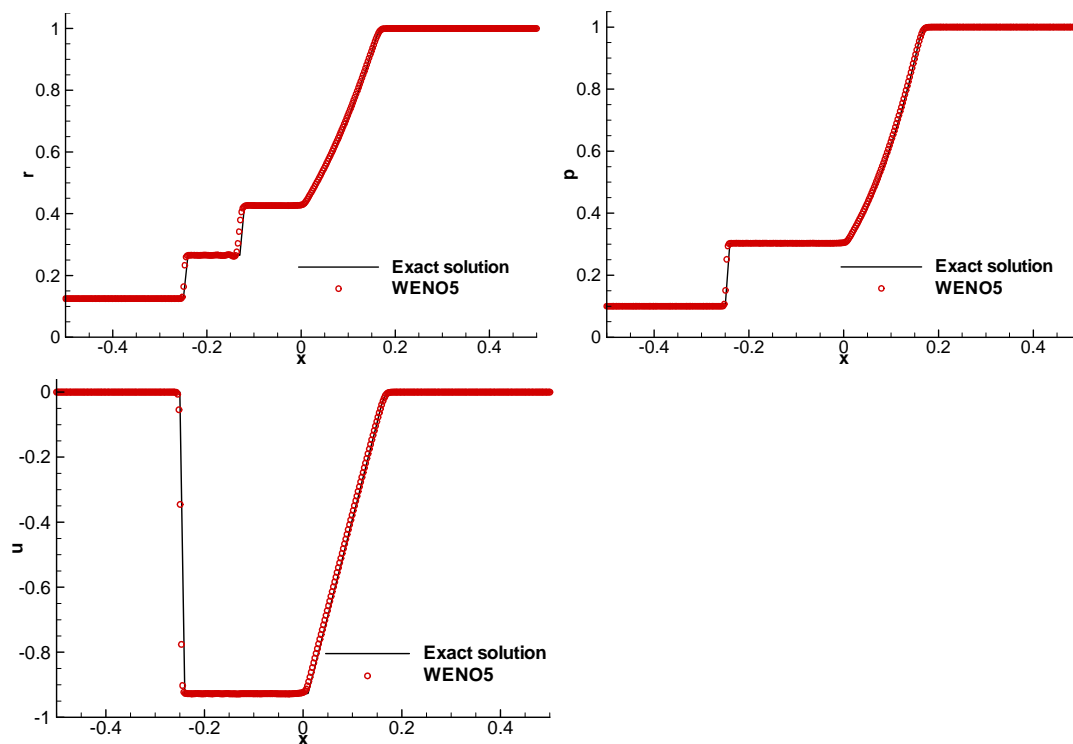
$t=0.1$ 时刻的密度、压力及速度分布

Test 3: $r_1=1, u_1=-2, p_1=1, r_2=0.4, u_2=2, p_2=0.2$ (case 4)



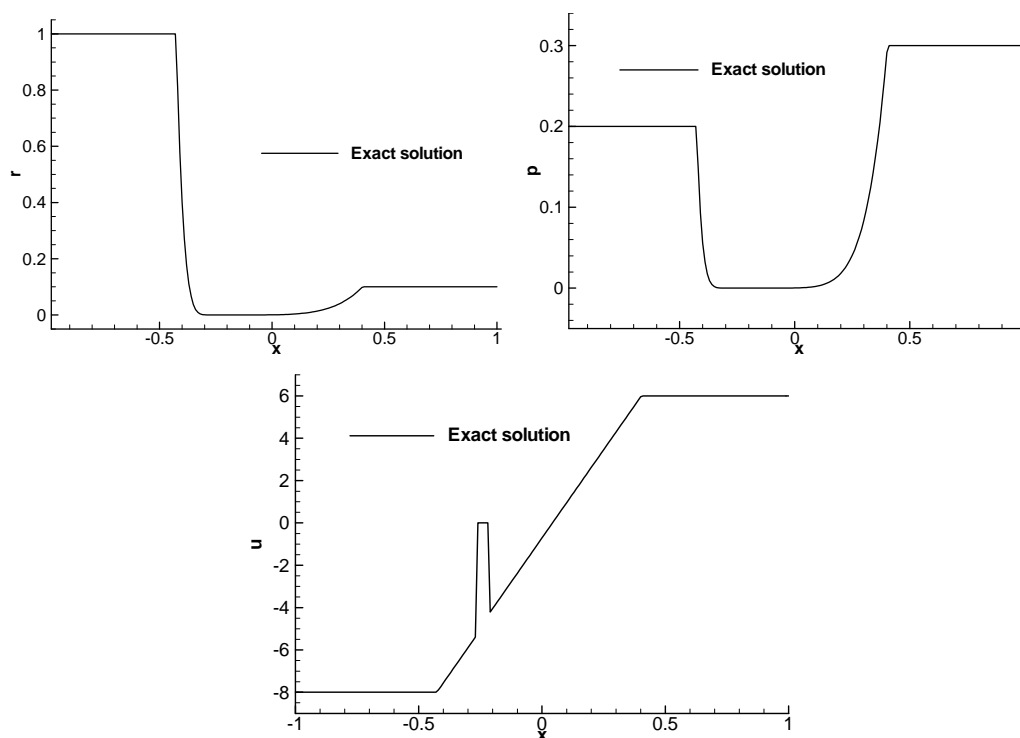
$t=0.1$ 时刻的密度、压力及速度分布

Test 4 : $r_1=0.125, u_1=0, p_1=0.1, r_2=1, u_2=0, p_2=1$ (case 3)



$t=0.14$ 时刻密度、压力及速度分布

Test 5: $r_1=1, u_1=-8, p_1=0.2, r_2=0.1, u_2=6, p_2=0.3$ (case 5)



$t=0.05$ 时刻的密度、压力及速度分布 (数值解发散, 中心区出现真空, 因此速度无意义, 程序中设为 0)