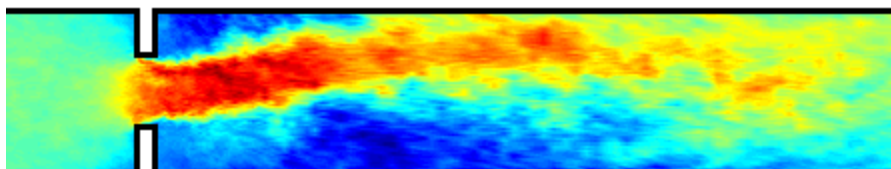


Stochastic Noise Generation and Radiation (SNGR) - program pro stochastické generování a vizualizaci turbulentních složek rychlosti



Apollo ID: 27419

Datum: 5. 11. 2013

Typ projektu: R – software

Autoři: NIEDOBA, P.; JÍCHA, M.; ČERMÁK, L.

Popis funkce

Program *Stochastic Noise Generation and Radiation* (SNGR) je určen pro stochastické generování a vizualizaci turbulentního rychlostního pole na základě dat obdržených ze stacionární RANS (z angl. Reynolds Averaged Navier-Stokes) numerické simulace. Jedná se o data turbulentních veličin, tj. turbulentní kinetická energie a turbulentní míra disipace. Znalost turbulentního rychlostního pole je nezbytná pro výpočet akustického zdrojového členu a s tím související lokalizaci kritických míst z hlediska hluku.

Metoda, na které je založeno jádro tohoto programu, vytváří turbulentní rychlostní pole na základě syntézy konečné sumy náhodných Fourierových módů [1], [2]. Výpočet jednotlivých Fourierových módů vychází za známého energetického spektra turbulentního proudění a již zmíněných turbulentních veličin obdržených pomocí RANS simulace. Dále výpočet vyžaduje nastavení určitých parametrů, které jsou popsány níže a jejich defaultní hodnoty jsou přednastaveny.

Uvedená metoda generuje prostorově korelované veličiny. Pro fyzikálně „korektní“ výsledky bylo nutné zavést i korelaci v čase pomocí asymetrického časového filtru definovaného v [3].

Do programu bylo zakomponováno zadávání dvou typů vstupních dat. Zprv se jedná o matlabovské .mat soubory, a zadruhé je možnost zadání vstupních dat přímo z výsledků obdržených pomocí open source simulačního nástroje OpenFOAM.

Popis programu

Program *Stochastic Noise Generation and Radiation* (*main_SNGR.exe*) je koncipován do jednoho uživatelského okna, viz obr. 1, z důvodu zvýšené přehlednosti grafického uživatelského prostředí (GUI), které bylo naprogramováno v jazyce C# (ve vývojovém prostředí MS Visual Studio 2013 Express) pro .NET Framework verze 3.5. Při spuštění výpočtu a volbě OpenFOAM vstupních dat se nejprve spustí aplikace *OF_read.exe*, která převede vstupní data do matlabovských vstupních, která jsou již vstupem další aplikace *SNGR.exe*, která obsahuje výpočetní jádro programu a navíc slouží k vykreslování grafů jednotlivých proměnných. Při volbě matlabovských vstupních dat se ihned spustí *SNGR.exe*. Obě zmíněné aplikace byly vytvořeny pomocí softwaru MATLAB verze 7.9.0 (R2009b).

Technické a programové požadavky

Program je samostatně spustitelná aplikace. K provedení výpočtů a vykreslení grafů je zapotřebí provést instalaci Matlab Compiler Runtime v7.11, kterou lze provést pomocí souboru *MCRInstaller* umístěném v kořenovém adresáři programu *Stochastic Noise Generation and Radiation*.

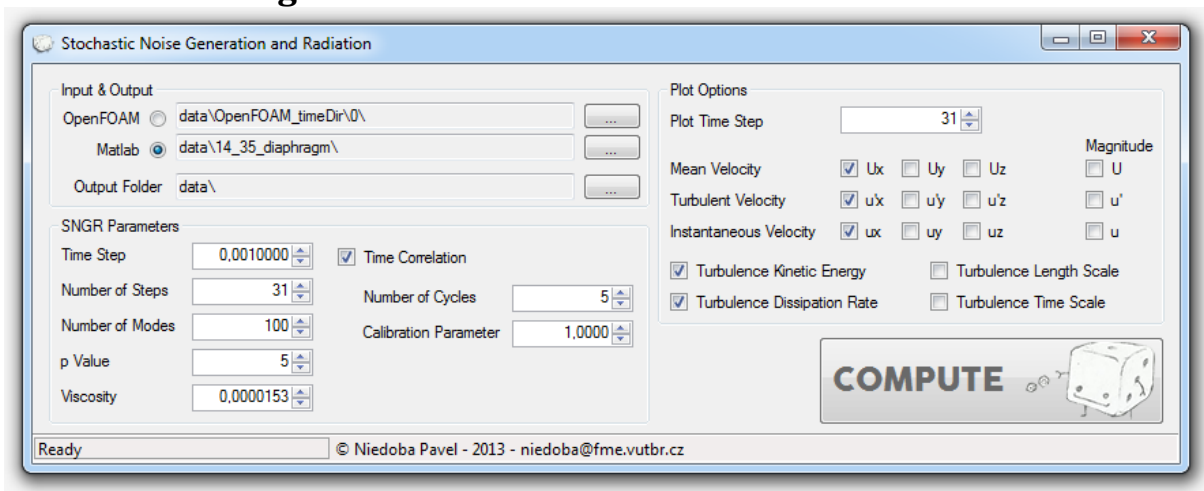
Popis použití

Po spuštění programu *Stochastic Noise Generation and Radiation* se zobrazí uživatelské rozhraní (obr. 1). V části *Input & Output* se definuje typ vstupních dat (OpenFOAM, Matlab) a zadává se cesta k adresáři obsahující příslušná vstupní data. OpenFOAM vstupní složka musí obsahovat následující soubory: *U*, *k*, *epsilon*, *ccx*, *ccy* a *ccz*. Matlab vstupní složka musí obsahovat soubory: *U.mat*, *tke.mat*, *tdr.mat* a *positions.mat*. Dále se zde uvádí cesta k výstupnímu adresáři, do kterého bude uložen výstupní soubor *u_prime.mat* obsahující stochasticky generované turbulentní rychlostní pole. Výstupní soubor je generován na základě vstupních dat a parametrů uvedených níže.

Část *SNGR Parameters* slouží k zadání parametrů stochastické metody. Defaultní hodnoty jsou přednastaveny. První položka *Time Step* značí časový krok, se kterým se mají generovat turbulentní rychlostní pole, a *Number of Steps* udává počet časových kroků. Dále *Number of Modes*, nebo-li počet Fourierových módů vyjadřuje jemnost diskretizace energetického spektra. Uvedená hodnota *p – Value* značí poměr mezi vlnovým číslem vírů obsahujících nejvíce energie (ve spektrálním prostoru) a nejmenším vlnovým číslem. Parametr *Viscosity* udává kinematickou viskozitu tekutiny. Dále je v této části uvedeno, zda-li se bude, či nebude, provádět časová korelace pomocí checkboxu *Time Correlation*. V případě, že časovou korelaci požadujeme, je zde navíc k dispozici parametr *Number of Cycles*, který provede daný počet cyklů časové korelace. Tento parametr napomáhá generovat "opticky" náhodnější turbulentní rychlostní pole, což ale nemá vliv na statistické momenty, které jsou zachovány. Dále má uživatel možnost kalibrovat časovou korelaci pomocí položky *Calibration Parameter* [3].

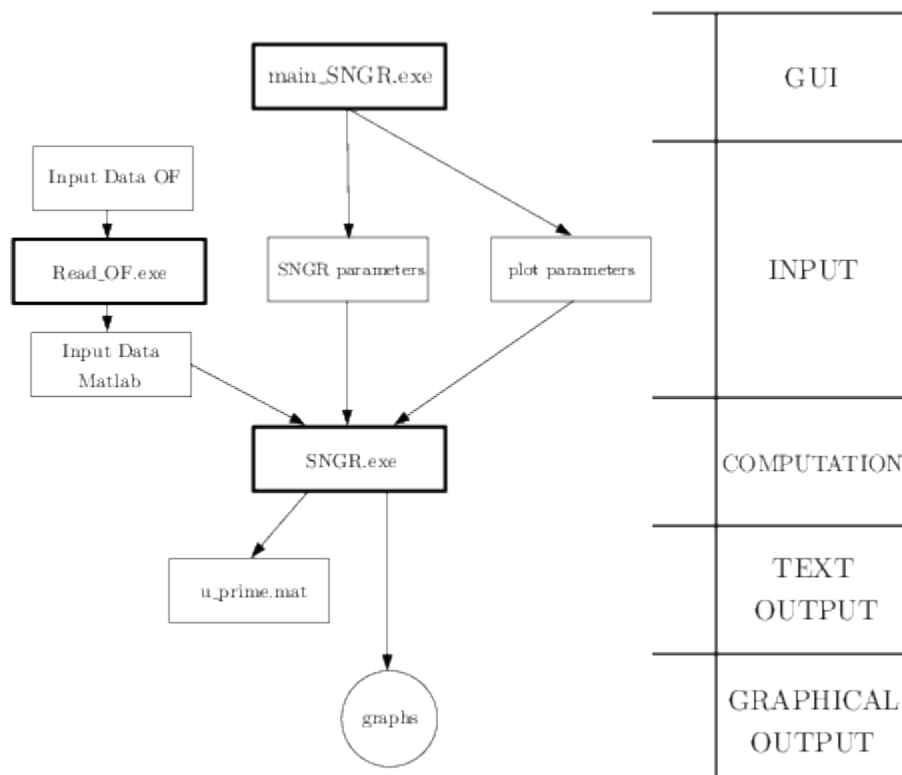
Část *Plot options* nabízí možnost vykreslení některých vstupních veličin, veličin použitých během výpočtu a výstupních veličin. Nejprve je uživatel nucen zvolit časový krok pomocí *Plot Time Step*, pro který mají být zvolené veličiny vykresleny. Program nabízí vykreslení průměrné (mean) rychlosti, turbulentní (turbulent) složky rychlosti a okamžité (instantaneous) složky rychlosti ve všech souřadnicových směrech (x,y,z) a jejich velikosti (magnitude). Dále je umožněno vykreslení turbulentní kinetické energie, turbulentní míry disipace a turbulentního délkového a časového měřítko.

Dokumentace grafického uživatelského rozhraní



Obr. 1: Grafické uživatelské prostředí (GUI) programu Stochastic Noise Generation and Radiation.

Vývojové schéma



Obr. 2: Vývojové schéma programu Stochastic Noise Generation and Radiation.

Stažení a používání software

Program *Stochastic Noise Generation and Radiation* je možné stáhnout na:
<http://www.energetickeforum.cz/fsi-vut-v-brne/vysledky-vyzkumu>

Vazba na projekt

Výzkumné centrum Netme ED0002/01/01 „NETME Centre – Nové technologie pro strojírenství“ a FSI-J-13-2042 "Výzkum konstrukčních parametrů ovlivňujících proudění z automobilových výústek".

Licenční podmínky

K použití software jiným subjektem není zapotřebí uzavření licenční smlouvy.

Kontaktní osoba

Ing. Pavel Niedoba, Technická 2896/2, 61669 Brno, tel.: +420541143287, e-mail:
niedoba@fme.vutbr.cz

Literatura

- [1] W. Béchara, Ch. Bailly, P. Lafon, *Stochastic Approach to Noise Modeling for Free Turbulent Flows*, AIAA Journal **32(3)**, 455-463, 1994.
- [2] C. Bailly, D. Juvé, *A stochastic approach to compute subsonic noise using Linearized Euler's Equations*, AIAA paper **99-1872**, 1999.
- [3] M. Billson, L.-E. Eriksson, L. Davidson, *Jet noise prediction using stochastic turbulence modeling*, AIAA paper **2003-3282**, 2003.

Prohlašuji, že popsany výsledek naplňuje definici uvedenou v Příloze č. 1 Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje v roce 2008 a že jsem si vědom důsledků plynoucích z porušení § 14 zákona č. 130/2002 Sb. (ve znění platném od 1. července 2009). Prohlašuji rovněž, že na požádání předložím technickou dokumentaci výsledku.

Ing. Pavel Niedoba