

Master-Thesis – numerisch

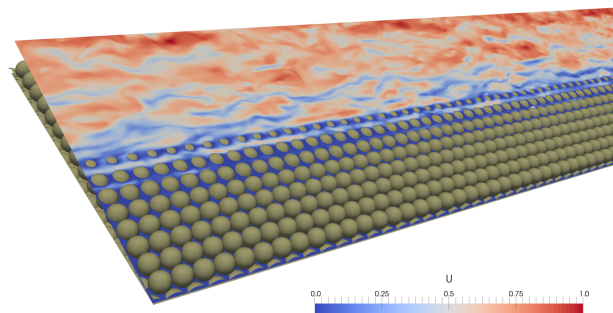
Direkte numerische Simulation von rauen Oberflächen mit „immersed body“-Methode

Motivation

Turbulente Strömungen über raue Oberflächen sind für die Industrie wichtig, da z.B. Rohrströmungen, Gasturbinen und Verbrennungsmotoren Oberflächen besitzen, die zu einem gewissen Maß rau sind. Bekanntermaßen beeinflusst Rauheit die turbulenten Strukturen einer Strömung, wodurch der Reibungsbeiwert, die Wärmeleitzahl und andere integrale Strömungsgrößen beeinflusst werden. Eine wichtige Rolle bei der Beeinflussung der Strömung durch Rauheit spielt deren Topologie. Jedoch sind detaillierte Studien der Rauheitstopologie außerhalb der Möglichkeiten von vereinfachten numerischen Ansätzen. Deshalb ist die direkte numerische Simulation (DNS) von großem Vorteil, da sie eine vollständige Auflösung der Strömung um einzelne Elemente der Rauheit an der Wand bietet. DNS, die eine „immersed boundary/body“ Methode (IBM) nutzt, ist weit in der Literatur verbreitet.

Inhalt der Arbeit

Das Simulieren von Rauheit mit IBM benötigt eine höhere Auflösung der Simulationsdomain als eine gängige DNS, weshalb diese Simulationen sehr rechenintensiv sind. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Abhängigkeit der Auflösung und der Größe des Rechengebiets für die vorhandene DNS Implementierung untersucht werden. Aufgrund der Größe der Simulation wird die Rechnung selbst auf einem HPC Cluster durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen mehrerer Validierungsfälle mit den genannten Parametern soll der beste Kompromiss zwischen dem Rechenaufwand und der Genauigkeit gefunden werden. Das Ziel der Arbeit ist die Entwicklung vereinfachten Volumenkraftmodells zur Darstellung der Effekte einer vorgeschriebenen Rauheitsgeometrie, welches anschließend in einer herkömmlichen DNS verwendet werden kann.



Voraussetzungen

Grundkenntnisse über turbulente Strömungen

Nützliche Zusatzkenntnisse

numerische Strömungsmechanik,
Linux, Fortran und Matlab

Beginn: ab sofort

Ansprechpartner:

P. Forooghi / A. Stroh

Institut für Strömungsmechanik
Kaiserstraße 10,
Gebäude 10.23, 6.OG,
Raum 607 / 601

✉ pourya.forooghi@kit.edu
✉ alexander.stroh@kit.edu

master thesis – numerical

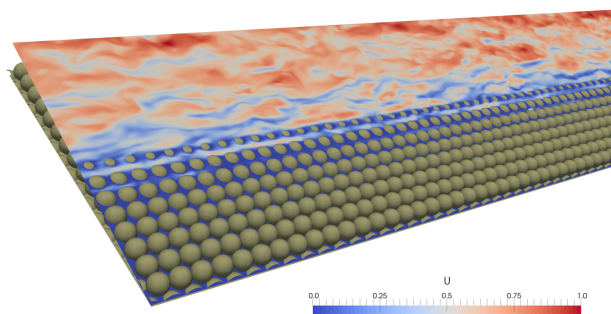
Direct numerical simulation of rough surfaces with immersed body method

Background

Turbulent flows over rough surfaces are important in the industry since almost every industrial surface is to a certain extent rough. Examples include pipe flow, gas turbines and IC engines to name a few. It is well known that roughness strongly influences the turbulence structures, which translates into change of the integral flow properties such as friction factor or heat transfer coefficient. As a matter of fact, roughness topology plays an important role in the way roughness modifies the flow. However, detailed study of roughness topology is far beyond the ability of simplified computational approaches - such as effective or sand roughness method. In this sense, direct numerical simulation (DNS) is highly beneficial since it enables full resolution of the flow around roughness elements at the wall. DNS using immersed boundary/body methods (IBM) is widely used in the literature since creating surface-following grids are extremely difficult - if possible - for general roughness.

Content of the Thesis

IBM requires DNS mesh refinement to resolve the rough surface, which translates into computationally expensive simulations. Hence, resolution dependence and domain size study has to be carried out for the available DNS implementation. Due to the large simulation size the computation will be executed on a HPC cluster in parallel mode. Based on the results the effect of resolution and domain size is to be analyzed for several validation cases in order to clarify the impact of these parameters and optimize the trade-off between computational costs and accuracy. The final aim of the thesis is to develop a simplified volume-force based model for the representation of the effects for a certain roughness geometry, which can be further used in a DNS with conventional resolution.



Requirements

basic knowledge in turbulent flows

Beneficial Skills

numerical fluid mechanics,
Linux, Fortran and Matlab

Start: immediately

Contact:

P. Forooghi / A. Stroh

Institute of Fluid Mechanics
Kaiserstraße 10,
Building 10.23, 6th floor,
Room 607 / 601

✉ pourya.forooghi@kit.edu
✉ alexander.stroh@kit.edu