

Master thesis: Machine learning and symbolic regression of viscoelastic properties of complex fluids

Background and methods

Fluids such as oil and lubricants are widely used in industrial processes and they exhibit complex, non-Newtonian behavior. As a state-owned research institute, RISE has the expertise and instrumentation for constructing large databases from experimental measurements of most of the most complex fluids on the market. It is of interest to obtain constitutive models describing the fluid viscoelastic behavior under different operating conditions. Traditional digitization approach relies on human experience and case-by-case fitting of experimental data, such methods often yield non-satisfactory models being case-dependent and having a limited range of applicability, those models are non-interpretable and can hardly be generalized.

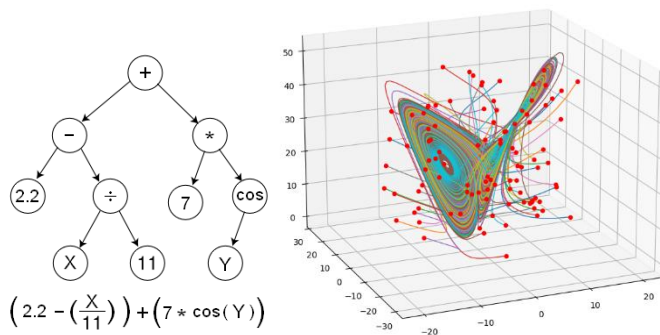
The recent advancements in the field of **machine learning** (ML), particularly in symbolic regression, have demonstrated great potential in uncovering constitute governing equations from vast amounts of measurement data. Symbolic regression is a type of analysis that identifies the best mathematical model for a given dataset by searching through mathematical expressions, prioritizing both accuracy and simplicity. The method mimics the natural selection process by using a genetic algorithm and recombining mathematical components such as operators, functions, constants, and variables. Driven by a fitness function, the symbolic models generated are not only accurate but also simple and interpretable by humans.

Project description

In this work, symbolic regression will be used to learn improved viscoelastic-laws for complex fluids using the RISE experimental database. Your tasks are:

- Evaluate different symbolic regression methods for the given task
- Build on/improve the existing algorithm for the specific fluid
- Apply the appropriate regression method to the RISE experimental data.

Qualifications: Python/matlab programming and machine learning, linear algebra, and basic fluid mechanics. If you have a genuine interest in the interdisciplinary exploration of applying state-of-art AI technology to solve physical problems of industrial interest, do not hesitate to talk to us.



Contacts:

Erdzan Hodzic
erdzan.hodzic@rise.se

Rixin Yu
rixin.yu@energy.lth.se
Associate professor in Fluid mechanics



RISE is Sweden's research institute and innovation partner. Through our international collaboration programs with industry, academia, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 3000 employees engage in and support all types of innovation processes. RISE is an independent, State-owned research institute, which offers unique expertise and over 100 testbeds and demonstration environments for future-proof technologies, products and services.



LUND
UNIVERSITY

Examensarbete: Maskininlärning och symbolisk regression av viskoelastiska egenskaper hos komplexa vätskor

Bakgrund och metoder:

Vätskor som olja och smörjmedel används i stor utsträckning inom industriella processer och uppvisar komplex, icke-Newtoniskt beteende. RISE, som är ett statligt ägt forskningsinstitut, har expertis och instrument för att konstruera stora databaser från experimentella mätningar av de flesta av de mest komplexa vätskorna på marknaden. Målet är att erhålla konstitutiva modeller som beskriver det viskoelastiska beteendet under olika driftsförhållanden. Den traditionella digitaliseringsmetoden bygger ofta på erfarenhet och fall till fall anpassning av experimentella data. Sådana metoder leder ofta till icke-tillfredsställande modeller som är fallberoende och har en begränsad tillämpningsomfattning. Dessa modeller är oftast svårtolkade och kan knappt generaliseras.

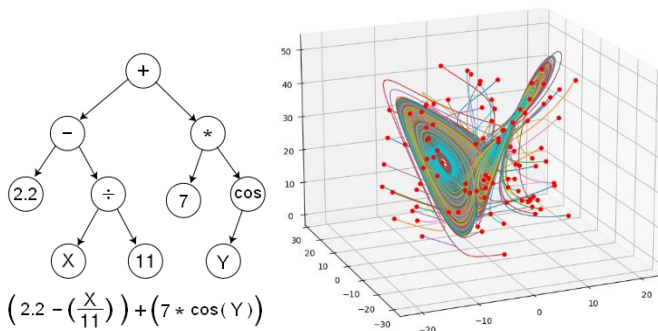
De senaste framstegen inom **maskininlärning** (ML), i synnerhet inom symbolisk regression, har visat stor potential att identifiera de konstitutiva ekvationerna från stora mängder mätningsdata. Symbolisk regression är en typ av analys som identifierar den bästa matematiska modellen för en given dataset genom att söka igenom matematiska uttryck och prioritera både noggrannhet och enkelhet. Genom att använda en genetisk algoritm och återkomponera matematiska komponenter som operatörer, funktioner, konstanter och variabler, imiterar metoden processen med naturligt urval. Då de är drivna av en form-funktion, blir de symboliska modeller som genereras inte bara noggranna men också också enkla och tolkningsbara.

Projektbeskrivning:

I detta arbete kommer symbolisk regression att användas för att undersöka och förbättra de viskoelastiska lagarna för komplexa vätskor med hjälp av RISE:s experimentella databas. Dina uppgifter är:

- Utvärdera olika symboliska regressionsmetoder för den givna uppgiften
- Bygga på / förbättra befintliga algoritmer för den specifika fluiden
- Tillämpa lämplig regressionsmetod på RISE:s experimentella data.

Kvalifikationer: Python / Matlab-programmering och maskininlärning, linjär algebra och grundläggande fluidmekanik. Om du har ett genuint intresse av tvärvetenskaplig utforskning av tillämpning av state-of-art AI teknik för att lösa fysikaliska problem av industriellt intresse, tveka inte att kontakta oss.



Contacts:

Erdzan Hodzic
erdzan.hodzic@rise.se

Rixin Yu
rixin.yu@energy.lth.se
Associate professor in Fluid mechanics



Research Institutes of Sweden (RISE): RISE är Sveriges forskningsinstitut och innovationspartner. I internationell samverkan med företag, akademi och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. Våra 3000 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. RISE är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis och ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidsäkra teknologier, produkter och tjänster.



LUND
UNIVERSITY

