

HSBI Bielefeld
University of Applied Sciences
Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik
Studiengang Optimierung und Simulation

Lösen von nichtlinearen Gleichungssystemen mit einem Reinforcement-Learning-Agent

Bericht

Vorgelegt von: Nicolas Schneider
Matrikelnummer: 1208960
Studiengang: Optimierung und Simulation
Abgabedatum: 07.04.2024
Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Bachmann

Abstract

Nichtlineare Gleichungssysteme (NGS) spielen eine zentrale Rolle in vielen Bereichen der Wissenschaft und Technik, da sie zur Modellierung und Lösung komplexer Probleme in Physik, Chemie, Ingenieurwesen und anderen Disziplinen eingesetzt werden. Trotz ihrer Bedeutung stellt die Lösung von NGS aufgrund ihrer inhärenten Nichtlinearität und des Fehlens geschlossener analytischer Lösungen eine große Herausforderung dar. Traditionelle numerische Verfahren wie das Newton-Raphson-Verfahren oder Optimierungsansätze stoßen oft an ihre Grenzen, insbesondere bei hochdimensionalen Problemen, chaotischem Verhalten oder starker Abhängigkeit von Anfangsbedingungen.

In jüngster Zeit hat der Bereich des Reinforcement Learnings (RL) zunehmend an Bedeutung gewonnen und vielversprechende Ergebnisse bei der Lösung komplexer Probleme geliefert. RL-Agenten lernen durch Interaktion mit einer Umgebung und Belohnungssignale, optimale Strategien zu entwickeln, ohne explizite Programmierung. Dieser Ansatz hat sich in verschiedenen Anwendungsfeldern wie Robotik, Spielen und Optimierungsproblemen als erfolgreich erwiesen.

In dieser Arbeit werden die beiden Ansätze der nichtlinearen Gleichungssysteme kombiniert, wobei ein Fokus auf die Integration von Reinforcement Learning (RL) liegt, um Lösungen zu generieren. Ein RL-Agent wird in einer maßgeschneiderten Umgebung trainiert, die die Struktur des gegebenen nichtlinearen Gleichungssystems widerspiegelt. Durch die Formulierung von Belohnungen für Aktionen, die den Agenten näher an eine Lösung führen, wird dieser befähigt, iterative Strategien zur effizienten Lösungsfindung zu erlernen.

Die vorliegende Arbeit präsentiert einen initiiierenden Ansatz und analysiert seine Leistung hinsichtlich Schnelligkeit und Genauigkeit bei der Lösungsfindung von nichtlinearen Gleichungssystemen. Dabei wird eine eingehende Untersuchung durchgeführt, um die Effektivität dieses Ansatzes im Vergleich zu etablierten Methoden wie dem Newton-Raphson-Verfahren zu bewerten. Besonderes Augenmerk wird auf die Identifizierung und Analyse der limitierenden Faktoren dieses Ansatzes gelegt, um potenzielle Schwächen aufzudecken und zu verstehen, inwiefern dieser Ansatz für praktische Anwendungen geeignet ist.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
2	Grundlagen nichtlinearer Gleichungssysteme	3
3	Grundlagen Reinforcement Learning	3
4	Anwendung eines RL-Agents auf nichtlineare Gleichungssysteme	3
5	Umsetzung	3
6	Ergebnisse	3
7	Fazit	3

- 1 Grundlagen nichtlinearer Gleichungssysteme
- 2 Grundlagen Reinforcement Learning
- 3 Anwendung eines RL-Agents auf nichtlineare Gleichungssysteme
- 4 Umsetzung
- 5 Ergebnisse
- 6 Fazit