

Generatives Filterdesign

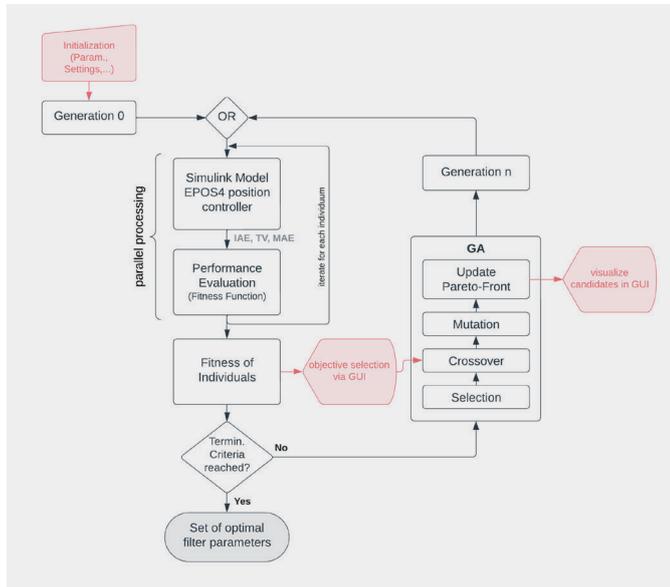


Abb. 1: Ablaufdiagramm des genetischen Algorithmus (GA)

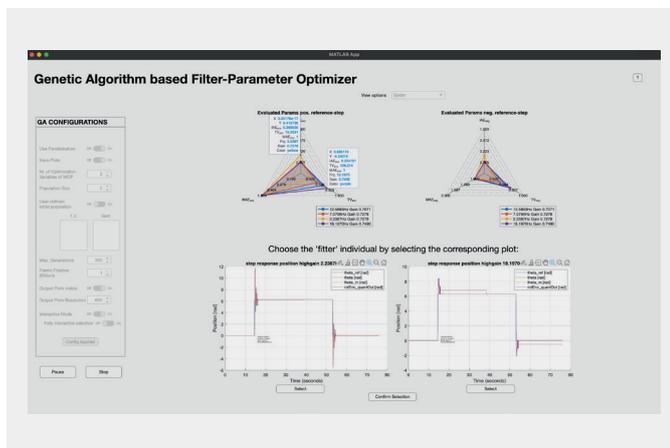


Abb. 2: GUI des genetischen Algorithmus (GA) zum interaktiven Lösen des MOP

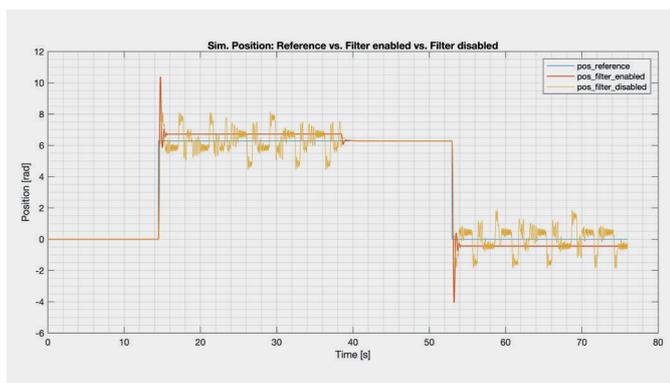


Abb. 3: Sprungantwort des Controllers ohne vs. mit Filter

Problemstellung

Der im «EPOS4» Motion Control System eingesetzte Encoder führt bei hoher Reglerdynamik zu Oszillationen in der Positionsregelung eines Maxon EC Motors. Diese Oszillation soll durch ein optimal parametrisiertes adaptives Tiefpassfilter im Regelkreis verhindert werden. Die Identifikation der optimalen Filterparameter ist ein Mehrgrößen-Optimierungsproblem (MOP), welches ein Kompromiss zwischen Reglerdynamik und Stabilität darstellt. Um ein effizientes Lösen dieses MOPs zu ermöglichen, wird ein genetischer Algorithmus (GA) konzipiert und implementiert. Dabei wird untersucht, wie effizient dieser Algorithmus das MOP löst, und inwiefern ein solches System den Regelungstechnikingenieur bei der Filterparametrisierung unterstützen kann.

Lösungskonzept

Auf Basis des «gamultiobj» Solvers in MATLAB wird ein GA implementiert, der ein autonomes und interaktives Lösen des bestehenden MOPs ermöglicht. Ein solcher GA ist eine Optimierungsmethode, welche die Prinzipien der biologischen Evolution anwendet. Eine bestimmte Anzahl an zufällig gewählten Filterparameter (Population genannt) durchlaufen dabei eine Evolution, indem die besten Parameter durch Selektion identifiziert, durch Rekombination neue Parameter «kreiert» und durch Mutation zusätzliche Parameter mitberücksichtigt werden (Abb. 1). Somit entwickeln sich die Parameter in Richtung des Pareto-Optimums.

Realisierung

Zunächst wurde der GA implementiert und anschliessend mit einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) ergänzt (Abb. 2), welche die Konfiguration des Algorithmus und ein interaktives Lösen des MOP ermöglicht. Der Benutzer kann dabei durch das GUI direkt Einfluss in den Ablauf des Algorithmus nehmen. Dies geschieht, indem der Benutzer in jeder Iteration des Algorithmus interaktiv die besten Parameter selektiert und somit Einfluss in die Konvergenz des Algorithmus nehmen kann. Anhand einer entsprechenden Sprungantwort des Reglers kann so der Benutzer den Algorithmus nach seiner Präferenz «lenken».

Ergebnisse

Mit dem implementierten GA-System ist es sowohl für Regelungstechnik-Experten wie auch für Nicht-Experten möglich, effizient optimale Filterparameter zu identifizieren, welche die Regler-Oszillation minimieren (Abb. 3). Es konnte gezeigt werden, dass der Einsatz eines GAs eine vielversprechende Methode zum Lösen des MOP ist, aber eine Hyperparameter-Tuning des Algorithmus notwendig ist, um optimale Resultate erhalten zu können.



Diplomand
Stocker Dario

Dozent
Prof. Dr. A. Paice

Themengebiet
Energie- und Antriebssysteme,
Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
maxon motor AG

