

Inverses Pendel als Demonstrator

Mechatronik / Betreuer: Prof. Daniel Debrunner

Experte: Prof. Bruno Käser

Projektpartner: Dr. Silvano Balemi, Zumbach Electronic AG, Orpund

Die ODAC Geräte der Firma Zumbach messen den Durchmesser und die Position von Objekten in ihrem Messfeld. Sie werden eingesetzt um On-line-Messungen von Kabeln, Rohren und Profilen durchzuführen. Um die Geschwindigkeit und Genauigkeit dieser Geräte zu demonstrieren, soll ein inverses Pendel geregelt werden. Dabei misst das Messgerät die Abweichung des Pendels zur stabilen Position und ein Schlitten korrigiert diesen Fehler so, dass das Pendel stehen bleibt.

Einleitung

Erinnern Sie sich, einen Besen auf der flachen Hand balanciert zu haben? Sie mussten ständig die Position der Hand verändern, um den Besen aufrecht zu halten. Genau gleich verhält sich das inverse Pendel.

Das inverse Pendel ist von Natur aus ein instabiles System, das auf Grund der Schwerkraft immer zum Umfallen neigt. Dieses Umfallen soll durch ständiges Bewegen einer Plattform, auf dem das inverse Pendel steht, verhindert werden.

Eine gutes Beispiel für das inverse Pendel ist der Segway, welcher ständig geregelt wird, um nicht umzufallen.

Vorgehen

Das Pendel wird auf eine Linearachse fixiert. Dabei kann sich das Pendel nur in einer Achse bewegen. Entlang dieser Achse misst das Messgerät ODAC der Firma Zumbach Electronics AG den Abstand des Mittelpunktes des Pendels zu dem Mittelpunkt des Messfeldes. So kann der Winkel des Pendels bestimmt werden. Zudem wird die Position des Schlittens mit einem Heidenhain Messsystem gemessen. Die Nullpunkte der beiden Messungen müssen exakt senkrecht übereinander liegen.

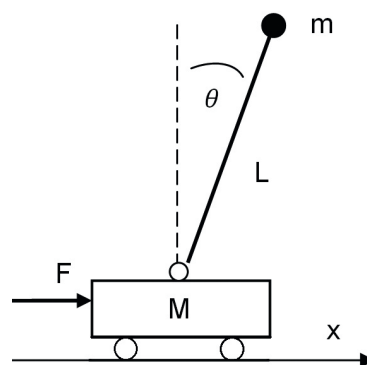
Die Messdaten werden via RS-232 Schnittstelle an einen Rechner geschickt, auf welchem eine Konsolenapplikation, geschrieben in C, läuft. Dieses Programm regelt das System mit einem State-Space Regler. Dabei kontrolliert der Regler zwei Variablen, die Position des Wagens und den Winkel des Pendels. Sind diese beiden Messwerte Null, bleibt das Pendel an Ort stehen.

Fazit

In der Theorie funktioniert die Regelung des Pendels einwandfrei. Die Umsetzung zur Realität wirft jedoch einige zusätzliche Probleme auf. Die Programmlaufzeit ist deutlich über den Erwartungen. Dadurch wird das System instabil und das Pendel fällt um. Zudem können Störeinflüsse, die die Stabilität des Pendels negativ beeinflussen, schlecht simuliert werden. Mit schnelleren Datenverbindungen und durch Optimieren des Programmablaufs könnte nach der Theorie ein stabiles System erreicht werden.



Thomas Küffer



Schema eines inversen Pendels