

Computergestütztes Ausrichten optischer Fasern

Physik / Betreuer: Dr. Valerio Romano, Dr. Andreas Burn
Experte: Peter Knobel

Die Montage von Mikrolinsen in optischen Geräten oder das Justieren von Bauteilen in fasergekoppelten Diodenlasern erfordert ein hohes Mass an Präzision. Zudem werden zur Untersuchung von Laserlicht und optischen Fasern in Labors Versuche jeglicher Art durchgeführt. Bei all diesen Vorgängen müssen Optimierungsprobleme gelöst werden. In der Industrie ist es wünschenswert, solche Vorgänge so schnell wie möglich mit jeweils gleicher Genauigkeit durchzuführen.

Ausgangslage

Das manuelle Einkoppeln eines Laserstrahls in eine optische Faser ist zeitaufwendig. Will man eine hohe Einkoppeleffizienz erreichen, so ist es unumgänglich die optischen Komponenten, optimal auf die Glasfaser anzupassen. Dazu sind meistens mehrere Anläufe nötig. Durch die Automatisierung der Einkopplung kann viel Zeit eingespart werden.

Vorgehen

Ein mittels Schrittmotoren gesteuertes Positioniergerät, übernimmt das Ausrichten der optischen Faser. Die am Ausgang der Faser gemessene Leistung des Lichts gilt als zu optimierende Grösse, sie soll einen maximal möglichen Wert erreichen. In der Entwicklungsumgebung LabVIEW wurden vier verschiedene Optimierungsverfahren programmiert und anhand diverser Versuche de-

ren Leistungsfähigkeit untersucht. Die biologische Evolution diente als Vorbild für den ersten Algorithmus, der sogenannten Evolutionsstrategie. Durch Mechanismen wie Duplikation, Mutation, Selektion und Rekombination wird aus zufällig erzeugten Positionen über Generationen hinweg ein Optimum erzeugt. Weiter wurden zwei Gradientenverfahren mit jeweils unterschiedlicher Schrittweitensteuerung implementiert. Die Gradientenverfahren führen entlang des positiven Gradienten in Richtung Optimum, die Schrittweitensteuerung sorgt dabei für die Konvergenz im Optimum. Der letzte realisierte Algorithmus ist die sogenannte Simplexmethode nach Nelder, Mead. Sie ist eine direkte Suchmethode und kann mehrdimensionale Optimierungsprobleme lösen.

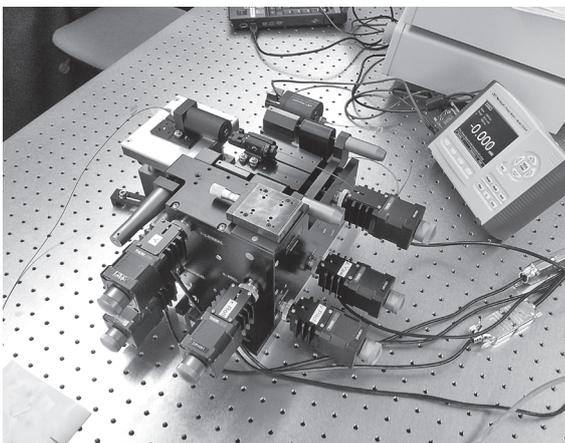
Ergebnis

Die Evolutionsstrategie löst das Problem ohne Mühe, ist aber durch ihr Funktionsprinzip in der Geschwindigkeit begrenzt und für weitaus komplexere Optimierungsprobleme gedacht. Die Gradientenverfahren mit jeweils unterschiedlicher Schrittweitensteuerung unterscheiden sich grundlegend. Ein Verfahren konvergiert schnell, erreicht aber eine geringe Qualität. Das andere Verfahren erreicht dagegen eine hohe Qualität, konvergiert aber langsam. Die Simplexmethode nach Nelder, Mead, besitzt beide positive Eigenschaften der Gradientenverfahren und ist deshalb der optimale Algorithmus für das computergestützte Ausrichten optischer Fasern. Das Ausrichten dauert bei kleinen Faserkern-durchmessern (4 bis 9 μ m) 1 bis 2 Minuten. Bei grösseren Kerndurchmessern (25 μ m) kann das Problem in unter einer Minute gelöst werden.

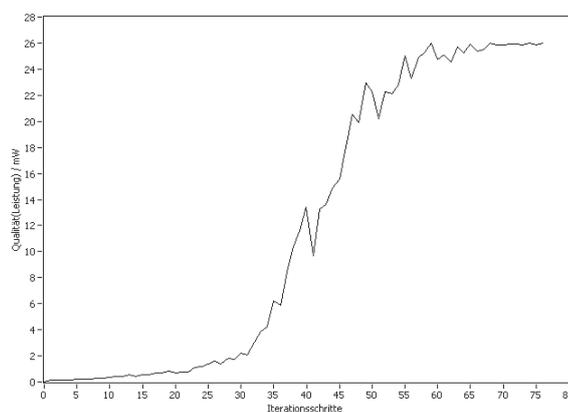


Beat Zulauf

beat.zulauf@besonet.ch



Laboraufbau mit Positioniergerät



Verlauf einer Evolutionsstrategie