

## ERFAHRUNGEN AM EINSATZ VON NEURONALEN NETZEN ZUR BEWERTUNG DER OBERFLÄCHENQUALITÄT

ALPEK, F. ; VIHAROS, ZS. J.

### Einführung

Heutzutage werden die Oberflächengeometrie durch traditionelle Methoden ( Tastschnittverfahren, standardisierte Kenngrößen ) gemessen und bewertet. Wegen der Grenzen des Verfahrens und des kleinen Informationsinhaltes der Kenngrößen sollten neue Methoden verwendet werden. Im Laufe unserer Forschungstätigkeit probierten wir zur Bewertung der Oberflächengeometrie die neuronalen Netze einzusetzen.

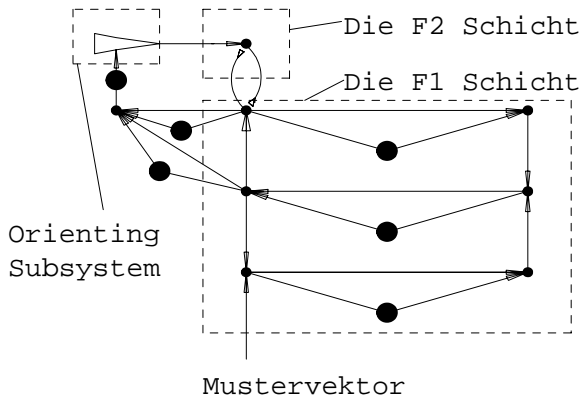
### Aufgabenstellungen

Im Laufe der Zeit wurden mehrere Typen von neuronalen Netzen entwickelt: zB. Kohonen-map, Backpropagation, ART usw. In unserer Arbeit haben wir versucht die, von Gail A. Carpenter und Stephen Grossberg entwickelte "Adaptive Resonance Theory", ( ART ) neuronales Netz, anzuwenden. Wir haben den Typ ART2 angewandt, weil unsere Daten analog sind. Wir haben zwei Ziele formuliert:

- Eine kurzfristige: Aufgrund der Informationen über die Oberflächen möchten wir auf das Bearbeitungsverfahren der Oberfläche folgern. Bis heute haben wir uns nur mit diesem Ziel beschäftigt
- Eine langfristige: Anhand von einer Kunde auf die Oberfläche vorgeschriebener Kenngrößen möchten wir die verschiedenen technologischen Daten schätzen, feststellen.

### Die kurze Beschreibung von ART2

Auch das neuronale Netz ART2 besteht aus künstlichen Neuronen aber die Verbindungen der einzelnen Neuronen sind anders, als in anderen neuronalen Netzen. Das Netz besteht aus zwei Schichten:



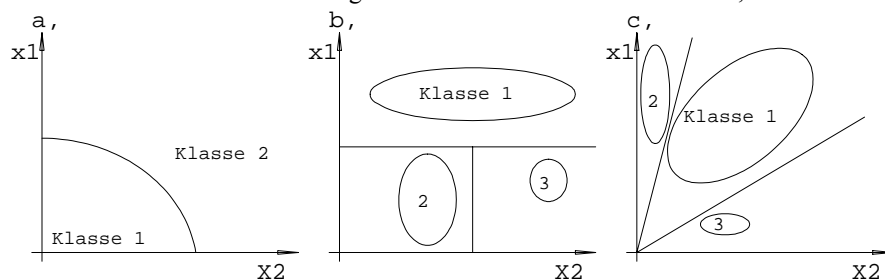
- Die sogenannte F1 Schicht: Eingabe/Vergleichsschicht
- Die sogenannte F2 Schicht: Klassifikationsschicht

Zur Steuerung der Klassifikation und des Lernens dient das sogenannte "Orienting Subsystem", welches sich zu beiden Schichten verbindet. Die Unterschiede unter verschiedenen Methoden, die wir angewandt haben, liegen im Unterschied der Eingangsvektoren, die wir der F1 Schicht eingegeben haben. Die einzelnen Schritte der ART Netzen:

1. Eingabe des Datenvektors zur F1 Schicht
2. Mögliche Transformationen
3. Klassifizieren
4. Lernen

Bild 1.

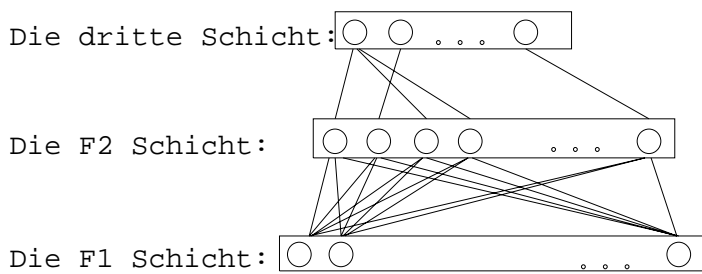
Das ART2 ist ein unbeaufsichtigtes neuronales Netz mit 6 Parameter, welche auf die Klassifizierung Einfluß haben.



Die Klassifizierungseigenschaft des ART2 Netzes ist sehr wichtig. Die Anwendungsmöglichkeiten des Netzes hängen von dieser Eigenschaft ab. In den Fällen a, b, kann das Netz schlecht, aber im Fall c, ohne Fehler klassifizieren. Bild 2.

Die Einzelheiten sind in den zitierten Literaturquellen zu lesen.

Da das ART Netz ein unbeaufsichtigtes Netz ist, kommt es von sich selbst, daß durch das Parameter  $\rho$  die Lerneigenschaften des Netzes bestimmt werden. Die Bearbeitungsverfahren der einzelnen Oberflächen waren bekannt, deshalb haben wir den Anspruch gehabt, das Netz so zu verändern, um so zu arbeiten, wie ein beaufsichtigtes Netz. Unserer Meinung nach, haben die Experten in meisten Fällen diesen Anspruch. So kann man Fachwissen mit Hilfe des Netzes erhalten. Diese Aufgabe haben wir folgender Weise gelöst:



Das Parameter  $p$  haben wir so groß gewählt, daß der Fehler der Klassifikation 0 oder sehr klein bleiben soll. So hat die Anzahl der einzelnen Klassen sehr gewachsen. Danach haben wir eine neue Neuronenschicht eingeführt, welche die einzelnen Klassen in von uns erwartete Klassen eingeordnet hat. Danach wurden die Klassen dieser dritten Schicht miteinander verglichen.

Bild 3.

### Anwendung des ART2 Netzes zur Bewertung der Oberflächengeometrie

Wir haben durch verschiedene Zerspanungsverfahren mit verschiedenen technologischen Daten Oberflächen bearbeitet, und sie wurden gemessen und bewertet. Wir haben einen Perth-O-Meter vom Typ Universal S4 BD mit Tastschnittverfahren verwendet. Unser erstes Problem ist, daß der Tasteradius 3  $\mu\text{m}$  ist, aber um die detaillierten Informationen zu kriegen, müsste dieser Radius kleiner sein. Wegen dieser Gründe haben wir als eine Vertrauensgrenze den Wert  $R_{\text{max}} = R_t / > 10 \mu\text{m}$  festgestellt. Durch moderne Hardwaren könnten wir diese Grenze überschreiten.

- Erstens haben wir die Mustervektoren von den standardisierten technischen Kenngrößen zusammengestellt. Diese Werte konnten wir direkt messen so fallen die Scannerfehler aus.
- Zweitens wurde es probiert, die Oberfläche, mit Hilfe der Fourieranalyse zu bewerten. Hier ist die Anspruch aufgetaucht, daß das von den o.g. Autoren entwickelte Netz auch mit negativen Vektorkomponenten arbeiten können soll. Diesen Anspruch haben wir erfüllt, und auch realisiert.
- Zum dritt haben wir zur Klassifizierung die Abbott-Kurve der technischen Oberflächen angewandt.

### Die mit Hilfe des ART2 neuronalen Netzes gewonnenen Informationen

*Mit der Anwendung der Fourieranalyse :*

Um die Periodizität der Oberfläche zu bewerten sollen die Fourierkoeffizienten durch eine Fourierentwicklung der Profilkordinaten des zweidimensionalen Profils bestimmt werden. Die Komponenten der klassifizierenden Mustervektoren sind die Quadratwurzeln der Quadratsummen von Fourierkoeffizienten gewesen, die bei verschiedenen Frequenzen bestimmt wurden. Die einzelnen Unterschiede unter den verschiedenen Bearbeitungen sind unter die größeren Frequenzen vorgekommen. Diese Infomation ist ähnlich dem Unterschied zwischen Welligkeit und Rauheit. Die größte Trennung ist zwischen dem Fräsen und den anderen Bearbeitungsverfahren vorgekommen. Das Spektrum des Drehens ist flach, beim Fräsen ist es spitzig und beim Bohren ist es zwischen ihnen gewesen. Das größte Intervall hat das Stirnfräsen umgefaßt, und deshalb können wir später wahrscheinlich hier die technologischen Daten gut schätzen.

*Mit Hilfe der Abbott-Kurve :*

Mit Hilfe der Abbott-Kurve konnten wir das Bohren leicht trennen, weil seine Abbott-Kurve viel gefüllter gewesen ist, als bei den anderen Bearbeitungsverfahren. Die Parameter können wir wahrscheinlich beim Stirnfräsen leicht schätzen.

*Mit der Hilfe von standardisierten Kenngrößen :*

Wir haben fünf Werte gemessen und von diesen die Mustervektor zusammengestellt  $/R_p, R_v, R_a, R_s, R_t/$ . Die besten Ergebnisse sind bei dieser Methode zu finden. Hier konnten wir auch die o.g. Vertrauensgrenze überschreiten. Schon am Beginn der Klassifizierung ist vorgekommen, daß das Drehen sich von den anderen Bearbeitungen in großer Maße getrennt ist. Den Grund dieser Trennung konnten wir mit der Hilfe des Netzes kriegen: Ähnliche Verhältnisse bei den Werten  $R_t, R_v, R_a, R_s$  ergibt sich der Wert  $R_p$  größer, als bei anderen Bearbeitungen. Die Gründe der Trennung bei dem Fräsen sind die Werte  $R_t, R_v$  gewesen. Es ist noch wichtig, daß bei den Drehen einmal Eigenschwingungen aufgetaucht sind, und das Netz hat diese sofort erkannt und getrennt. Das größte Problem ist bei der Trennung der zwei verschiedenen Fräsverfahren gewesen, diese können mit dieser Methode nicht gut getrennt werden. Unter Berücksichtigung unseres kurzfristigen Zieles haben wir aufgrund des Informationsinhaltes eine Reihenfolge von Meßgrößen zusammengestellt:

1.  $R_p$  2.  $R_v$  3-4.  $R_s, R_t$  5.  $R_a$  ergab sich.

### Schlußfolgerungen und weitere Aufgaben

Die Ziele sind die Oberfläche nicht nur zu messen, sondern anhand der Wünschen der Kunden planen zu können. Um diese Ziele zu realisieren, sollen wir noch viele Eigenschaften messen: zB. Materialeigenschaften, Werkzeugdaten, Schwingungen, usw. Wir haben schon erwähnt, es wäre gut, wenn das Netz die Eigenschaften eines beaufsichtigten Netzes hätte. Zuerst haben wir die dritte Schicht eingeleitet. Die nächste wichtige Aufgabe ist das ART2 neuronale Netz in ein krummliniges Koordinatensystem zu integrieren. Zur Zeit ist diese Richtung unter Entwicklung.

### Literatur

- [1] **J Klaus:** Entwurf und Realisierung eines neuronalen Netzwerkes nach der "Adaptive Resonance Theory" in C, Diplomarbeit an der Universität Gesamthochschule Paderborn, 1991
- [2] **Gail A. Carpenter and Stephen Grossberg:** A Massively Parallel Architecture for a Self-Organizing Neural Pattern Recognition Machine, 1986