Analyse von dermatologischen Farben in der computergestützten Hautkrebsdiagnose

Thomas Erkes, Thorsten Grünendick, Maik Anschütz, Andreas Rick, Martin Kreutz

ZN Vision Technologies AG, Bochum
Email: erkes@zn-ag.de

Zusammenfassung. Unter den malignen Neoplasien der Haut stellt insbesondere das maligne Melanom, einerseits aufgrund seiner weltweit steigenden Inzidenz und seiner hohen Mortalität, andererseits aufgrund der guten Heilungsaussichten bei dessen frühzeitiger operativer Entfernung, eine Herausforderung an die Medizin hinsichtlich einer optimalen Früherkennung dar. Um die Diagnosegüte computergestützter Systeme zu verbessern, werden klassische Kohonenkarten zur Klassifikation von Farbverteilungen untersucht.

1 Einleitung

Die konventionelle klinische Diagnose von Melanomen basiert häufig auf der ABCD-Regel, die die **A**symmetrie, **B**egrenzungslinie, Farbe (engl. **C**olour) und die **D**imension einer Hautläsion bewertet. Zur Erhöhung der Diagnosegüte sowie der Standardisierung und Reproduzierbarkeit von Diagnosen existieren verschiedene Ansätze, die Kriterien der ABCD-Regel in einem computergestützten System mit Hilfe von Methoden aus der Kameratechnik, Bildverarbeitung, Statistik u.a. in quantifizierbare, automatisch berechenbare Größen übertragen. Für die automatisierte Diagnose basierend auf den ermittelten Merkmalen haben künstliche neuronale Netze in den letzten Jahren stark an Interesse gewonnen [1, 3, 4]. Bei den diagnostischen Merkmalen kommt insbesondere der Farbe eine große Bedeutung zu [3]. Die Variation der Farbgebung innerhalb einer Hautläsion ist ein wichtiges Indiz für dessen Malignität. Außerdem ist die Farbe eines der Kriterien für die Segmentierung von Läsion und umgebender Haut. Für die Analyse von Farbe ist allerdings die Wahl eines geeigneten Farbraums entscheidend.
Der vorliegende Beitrag behandelt eingehend die Problematik der Farbanalyse in Hautläsionen und diskutiert die Einsatzfähigkeit der Verfahren im Rahmen eines Klassifikationssystems basierend auf einer speziellen Architektur von künstlichen neuronalen Netzen — Mixture-of-Experts [4].

2 Material und Methoden

Zum einen werden verschiedene Farbräume, z.B. das Lab-System, hinsichtlich ihrer Diskriminierungsfähigkeit der relevanten dermatologischen Farben untersucht. Diese bestehen aus einer sphärischen Transformation in eine Farbebene, die auf die Intensität normalisierte Farbkomponenten enthält, zu der senkrecht die Helligkeit

aufgetragen wird [3]. Dazu wird ebenfalls die relative Chromatizität in Hinsicht auf ihre Robustheit gegen ethnische und individuelle Hautfarbenunterschiede untersucht.
Zum anderen werden Verfahren der topologieerhaltenden Karten auf ihre Eignung untersucht, Cluster von dermatologischen Farben zu detektieren und zu klassifizieren. In der Literatur werden 12 Hautfarben unterschieden, die Aufschluss über die Läsion geben [6]. Ziel ist es, diese Farben im gewählten Farbraum zu identifizieren und Bilder von Hautläsionen auf das Auftreten dieser Farben zu prüfen. Das Training der topologieerhaltenden Karten sowie die Auswertung der entwickelten Verfahren basiert auf einer umfangreichen Datensammlung von sowohl klinischen Aufnahmen als auch ELM-Aufnahmen [2] von Hautläsionen (DANAOS-Studie [5]).

3 Topologieerhaltende Vektorkarten - Das Modell von Kohonen

Kohonens Modell beschreibt ein n-dimensionales Netz von Vektoren (Kohonenkarte), welches einen Ereignisraum ausfüllt [7]. Kohonenkarten zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, komplexe Strukturen in mehrdimensionalen Ereignisräumen abzubilden. Diese Eigenschaft wird benutzt um die Signifikanz der Farbwerte bezüglich der Malignität pigmentierter Läsionen zu bewerten. Im vorliegenden Fall wird ein vierdimensionaler Ereignisraum definiert, der als Eingangsgröße drei Farbwerte und als Ergebnisgröße die Diagnose, basierend auf einer histologischen Untersuchung, darstellt. Dabei wird die Histologie der Male als Goldstandard angenommen. In Abhängigkeit von der stochastischen Verteilung verschieben sich die in der Lernphase diskreten Diagnosen derart, dass sie bei der Bewertung einen Skalar ergeben, der eine Wahrscheinlichkeit der Malignität reflektiert.

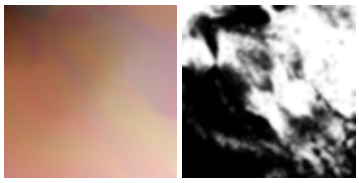

Abb.1: Karte - 90x90 Neuronen

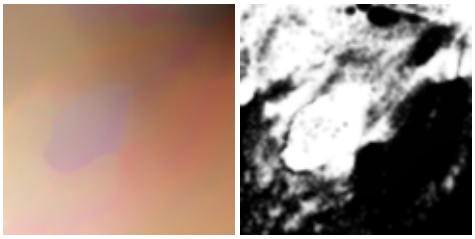

Abb.2: Karte - 120x120 Neuronen.

Abb.1 und 2 zeigen zwei Kohonenkarten verschiedener Größe nach vollendeter Lernphase. Die linke Abbildung stellt dabei jeweils die Farbwerte der einzelnen Neuronen dar, die rechte Abbildung die korrespondierenden Diagnosewerte. Es ist erkennbar, dass sich in der Diagnose-

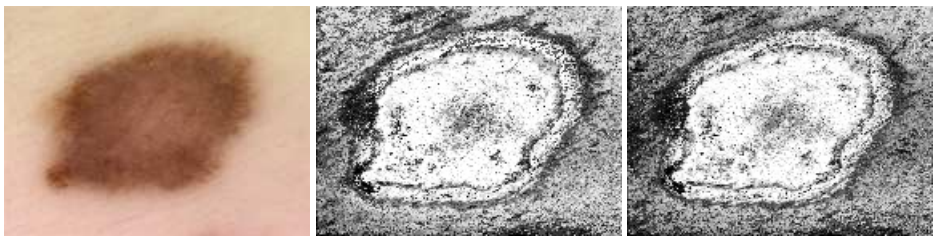

Abb.3: Benigne Läsion und korrespondierende Diagnosewerte (90x90 / 120x120 Neuronen).

ebene homogene Bereiche maligner wie benigner Diagnose ausgebildet haben. Es ist zu erwarten, dass in diesen Bereichen die Diagnose eindeutig ausfällt. In den Grenzbereichen hingegen gibt es Neuronen mit enger Nachbarschaft, die konträre Diagnosewerte liefern, so dass eine eindeutige Diagnose hier unwahrscheinlich erscheint.
Die Größe der Kohonenkarte hat starken Einfluss auf die Diagnosequalität. Wählt man eine zu geringe Zahl von Neuronen, so muss jedes Neuron einen großen Ereignisraum abdecken. Ein Ergebnisvektor wird somit auf einen großen Eingangswertebereich abgebildet, wodurch wichtige Details verloren gehen können.

4 Ergebnisse der Berechnung

Im vorliegenden RGB-Farbsystem können ca. 16,8 Mio. Farbwerte (24 Bit Farbtiefe) unterschieden werden. Von dem gesamten Farbraum werden jedoch nur ca. 25% von den Läsionsaufnahmen benutzt. Dies sind vor allem braune, schwarze und rote Farbtöne. Da die RGB-Farbwerte eindeutig einem RGB-Lab-Farbwert zugeordnet werden, liegt hier dieselbe Zahl an unterschiedlichen Farbwerten vor. In ersten Versuchsreihen wurden Kohonenkarten in vier verschiedenen Größen eingesetzt. Es handelt sich dabei um zweidimensionale, quadratische Karten mit einer Kantenlänge von 30, 60, 90 und 120 Neuronen und vier nächsten Nachbarn. Für die Trainings- und Verifikationsphase wurden die vorhandenen Daten im Verhältnis 1:2 geteilt. Zur Verifkation liefert die Kohonenkarte für

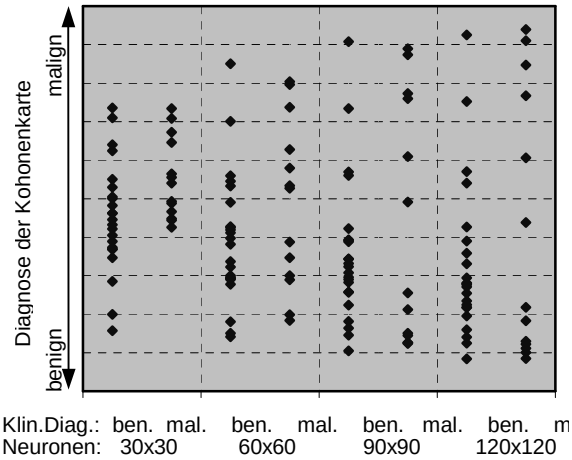

Abb.4: Diagnose der Läsion im RGB-System

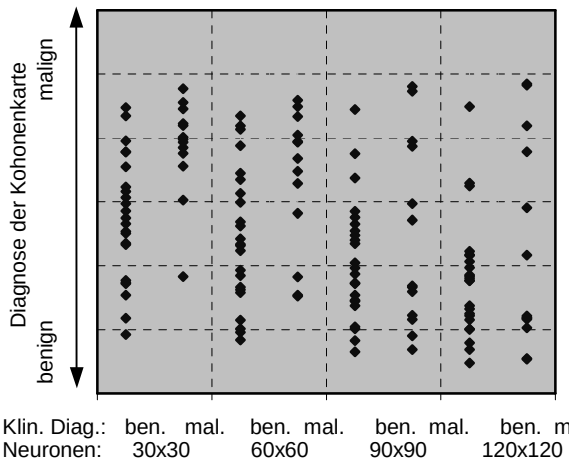

Abb.5: Diagnose der ROI im RGB-System

jeden Bildpunkt einen Diagnosewert. Diese Werte werden durch Mittelung zu einer Gesamtdiagnose für die Läsion zusammengefügt. Die einzelnen Klassifikationsergebnisse für Mittelung über die gesamte ELM-Aufnahme sind in Abb.4 und für eine ROI, die im wesentlichen nur die Läsion enthält, in Abb.5 dargestellt. Die Klassifikation wurde jeweils mit den vier Netzgrößen wiederholt. Die Trainings- und Validierungsphasen wurden sowohl für ELM- als auch für klinische Aufnahmen durchgeführt. Die Klassifikation anhand von ELM-Aufnahmen erzeugte eine deutlich niedrigere Fehlerrate. Der Einfluss des verwendeten Farbsystems scheint hingegen vernachlässigbar gering. Vor allem die erwartete Verbesserung der Diagnosequalität durch die Verwendung der relativen Chromatizität konnte nicht erfüllt werden.

5 Diskussion

Die Kohhonenkarten modellieren den Farbraum der verschiedenen Farbklassen und liefern damit Parameter die auf eine Bösartigkeit des Males hinweisen. Die einfache Mittelung der ausgegebenen Klassifikationswerte über das Bild führte alleine nicht zu zufriedenstellenden Klassifikationsergebnissen. Für eine komplettes Klassifikationssystem für Hautmale müssen Farbwerte mit anderen, z.B. geometrischen und morphologischen Parametern, kombiniert werden. Netzstrukturen wie etwa *Mixture of Experts* [4] sind dazu geeignet, da diese in der Lage sind unterschiedliche Parameter intelligent zu kombinieren. In diesem Zusammenhand verspricht auch eine weitere Anpassung der Netztopologie bzw. der Vorverarbeitung der Trainingsdaten eine Verbesserung der Klassifikationsergebnisse.

6 Literatur

1. M. Binder, H. Kittler, A. Seeber A. Steiner H. Pehamberger & K. Wolff (1998). Epiluminescence microscopy-based classification of pigmented skin lesions using computerized image analysis and an artificial neural network. Melanoma Research 8(3):261-266.
2. M. Binder, H. Kittler, A. Steiner, M. David, H. Pehamberger & K. Wolff (1999). Reevaluation of the ABCD rule for epiluminescence microscopy. Journal of the American Academy of Dermatology 40(2):171-176.
3. F. Ercal, A. Chawla, W. V. Stoecker, H.-C. Lee & R. H. Moss (1994). Neural Network Diagnosis of Malignant Melanoma From Color Images. IEEE Trans. Biomed. Eng. 41:837-845.
4. M. Kreutz, M. Anschütz, S. Gehlen, T. Grünendick & K. Hoffmann (2001). Automated Diagnosis of Skin Cancer Using Digital Image Processing and Mixture-of-Experts. In Bildverarbeitung für die Medizin -- Algorithmen, Systeme, Anwendungen, Informatik aktuell. H. Handels, A. Horsch, T. Lehmann & H.-P. Meinzer Eds. pp 357-361. Springer.
5. Commisson of the European Communities: “Danaos: Diagnostic and neural analysis of skin cancer”, IN 104831, Zentrum für Neuroinformatik GmbH, Bochum, 1997-2000
6. F. Erkal, W. Stoecker, V. William, A. Chawla, H.-C. Lee, R. Moss (1994). Neural Network Diagnosis Of Malignant Melanoma From Color Images. IEEE Transaction In Biomedical Engineering, Vol. 41, No. 9, September 1994.
7. T. Kohonen (1982). Self-organized Formation Of Topologicaly Correct Feature Maps. Biological Cybernetics