

Texturbasierte Segmentierung von frühen Hautläsionen in Epilumineszenz-Aufnahmen

Timm B. Busshaus¹, Jürgen Kreusch², Siegfried J. Pöpl¹

¹Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck

²Dermatologische Praxis, Lübeck

E-Mail: busshaus@imi.uni-luebeck.de

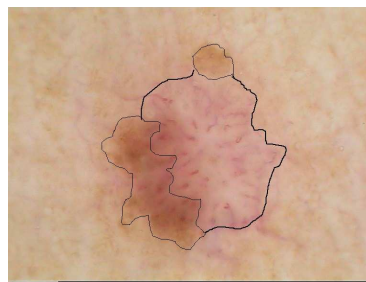
Zusammenfassung. Es wird ein Algorithmus zur Segmentierung sehr früher, teilweise unpigmentierter Hautläsionen in Epilumineszenz(ELM)-Aufnahmen beschrieben. Solche Läsionen werden mit farbbasierten Segmentierungsverfahren nicht vollständig erfasst. Gerade die Eigenschaften der unpigmentierten, nicht erfassten Bereiche sind aber für die klinische Diagnose relevant. Das vorgestellte Verfahren basiert auf der Berechnung von Textureigenschaften der lokalen Umgebungen einzelner Pixel unabhängig von Farbwertinformationen und wird ergänzend zu diesen zur Segmentierung eingesetzt. Dadurch werden Läsionsbereiche zum Segment hinzugefügt, welche in diesem frühen Stadium noch keine ausreichende Farbänderung aufweisen, aber bereits eine charakteristische Struktur durch die Veränderung auf Zellebene aufweisen. Diese erweiterte Segmentierung ist ein wesentlicher Schritt zur Vorbereitung der Klassifikation der frühen Hautläsionen.

1 Einleitung

Für die Klassifikation von Hautläsionen ist die vollständige Segmentierung des Läsionsbereiches von großer Bedeutung. Gerade bei sehr jungen Läsionen sind die Farbveränderungen noch sehr gering und unregelmäßig. Durch die Veränderung der Zellen innerhalb der Basalschicht ist aber eine Strukturänderung in



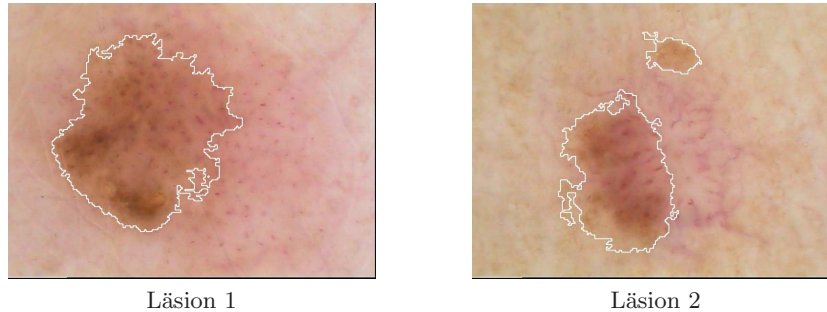
Läsion 1



Läsion 2

Abb. 1. Referenzsegmentierung: pigmentierte und unpigmentierte Bereiche wurden von einem Dermatologen getrennt segmentiert

Abb. 2. Farbbasierte Segmentierung: stabile Ergebnisse sind nur für die pigmentierten Bereiche erreichbar, ebenfalls zur Läsion gehörige rötlichen Areale werden nicht erkannt



den ELM-Aufnahmen sichtbar. Die unpigmentierten Bereiche der Läsion spielen bei der visuellen Diagnose durch den Experten eine wichtige Rolle [1]. In den Beispielbildern sind Blutgefäße als kleine rote Punkte (pinpoint vessels) zu erkennen, welche ein sehr sicheres Zeichen für maligne Melanome sind (Abb.1). Im vorgestellten Verfahren wird deshalb zusätzlich zur Farbe die Texturinformation für die Segmentierung verwendet.

2 Stand der Forschung und Fortschritt durch den Beitrag

Zur vorliegenden Fragestellung wurden einige Verfahren zur Segmentierung von Hautläsionen implementiert und auf ihre Anwendbarkeit auf sehr frühe Läsionen getestet, z.B. die Segmentierung nach Leischner [2], Schmid [3] und Ganster [4]. Dabei stellte sich heraus, dass alle Verfahren der Läsion einen zu kleinen Bereich zuordnen und auch das Anpassen verschiedener Parameter nicht zu befriedigenden Ergebnissen führt (Abb. 2). All diese Algorithmen arbeiten nur mit Farbinformationen, was die Vermutung bestätigt, dass die Farbänderungen der frühen Läsionen für eine gute Segmentierung noch nicht ausreichend sind. Diese Fehlsegmentierung ist nicht tolerabel, da Strukturen zur Unterscheidung von Nävuszellnävi und Melanomen [1], wie pinpoint vessels oder Pseudopodien [5], gerade im Läsionsrandgebiet zu finden sind. Im neuen Verfahren werden zusätzlich Texturinformationen verwendet. Dadurch wird der Läsion ein Bereich zugeordnet, in welchem sich bereits Hautveränderung zeigen, ohne dass schon eine Farbänderung auftritt.

3 Methoden

Für die Lösung des Problems werden Texturinformationen für die Segmentierung eingesetzt, welche normalerweise zur Klassifikation der Segmente berechnet werden [6, 7]. Im V-Kanal des Bildes im HSV-Farbraum wird die Textur in der Umgebung jedes Pixels analysiert und die Texturparameter dem jeweiligen Pixel zugeordnet. Es entstehen multispektrale Texturkarten des Helligkeitskanals. In der

Testphase wurden Haraliksche Texturparameter und Laws Texturenergien berechnet [8, 9, 10]. Dabei ergaben sich für die ELM-Aufnahmen der Haut sehr interessante Ergebnisse, vor allem die Laws-Energie E3-E3 zeigte Ergebnisse, welche nach Schwellwertbinarisierung bereits nahezu vollständige Segmentierungen der Hautläsionen darstellten. Im vorliegenden Algorithmus wird Farbsättigung und Laws-Textur E3-E3 auf V verwendet. Zuerst werden pixelweise die Laws-Texturwerte berechnet und in einem Grauwertbild als Intensitäten gespeichert. Die Klassifikation der Pixel erfolgt mit dem Fuzzy C-Means Algorithmus [3]. Die Klassenanzahl wird manuell festgelegt, meist liefert der Algorithmus für 2 Klassen gute Ergebnisse, in Einzelfällen sind 3 Klassen notwendig. Eine automatische Bestimmung der Klassenanzahl ist denkbar durch morphologische Analyse der Cluster im Bildraum. Alle Zusammenhangskomponenten (ZHK) mit weniger als 10% der Fläche der größten ZHK werden gelöscht. Durch morphologische Operatoren wird das Ergebnis bereinigt und geglättet. Der Algorithmus wurde in JAVA implementiert und auf digitale Bilder aus dem MicroDerm-System [11] und der Danaos-Studie [12] sowie eingescannte analoge Aufnahmen angewendet.

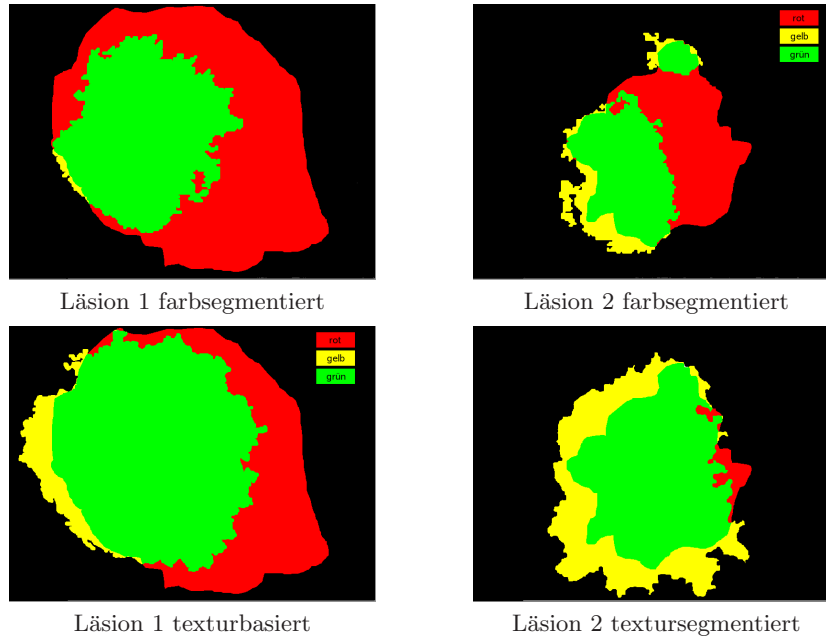
4 Ergebnisse

Läsionsgebiete werden bei teilweise unpigmentierten Läsionen meist vollständig erfasst, ohne dass zu viel angrenzende gesunde Haut mit segmentiert wird. Die unterschiedliche Farbe der Bilder hatte keinen Einfluss auf das Segmentierungsergebnis. Die Ergebnisse der Segmentierung wurden an Beispieldaten validiert. Der Datensatz enthielt 144 Läsionen, davon 74 maligne Melanome, davon 7 mit teilweise unpigmentiertem Läsionsgebiet. Geprüft wurde die Zuordnung aller Pixel zum Läsionsgebiet (positiv) oder zur umgebenden Haut (negativ) (Abb. 4). Für jedes Bild wurden die Sensitivität und Spezifität berechnet (Tab. 1). Für die vorliegende Fragestellung wird eine hohe Sensitivität angestrebt, bei Inkaufnahme einer geringeren Spezifität. Die besten Ergebnisse lieferte die Kombination von Farbsättigung und Laws-Textur E3-E3 (Abb. 3). Die Ergebnisse für die



Abb. 3. Ergebnisse der Verfahren: pigmentierte Regionen farbbasiert segmentiert (weiß), unpigmentierte Bereiche texturbasiert segmentiert (schwarz); vergleiche Referenzsegmentierung (Abb. 1)

Abb. 4. Segmentierungsfehler (grün = richtig positiv, gelb = falsch positiv, rot = falsch negativ, schwarz = richtig negativ): Die Größe der falsch negativen Bereiche (rot) soll minimiert werden, falsch positive Bereiche (gelb) sind weniger kritisch



Läsionen 1 und 2 sind in Tabelle 1 dargestellt. Bei beiden Bildern lieferte die texturbasierte Segmentierung eine höhere Sensitivität als die rein farbbasierte. Die Unterteilung in Läsionszentrum und -randgebiet wurde hier nicht beachtet. Eine Validierung der Ergebnisse der Klassifikation der Bilddaten nach klinischer Diagnose bzw. histologischem Befund wurde noch nicht durchgeführt. Die Merkmalsextraktion und Klassifikation dieser sehr frühen Läsionen ist zur Zeit Gegenstand unserer Forschung. Verfahren, welche auf der ABCD(E)-Regel [13] oder den ELM-7-Merkmalen [1] basieren, liefern voraussichtlich keine befriedigende Arbeitshypothese, da laut Aussage der Dermatologen die diesen Verfahren zugrundeliegenden Merkmale so früh noch nicht ausgebildet sind.

5 Diskussion

Das Verfahren ist geeignet, die beschriebenen, teilweise unpigmentierten Hautläsionen zu segmentieren. Da das Gesamtsystem zur Analyse von Hautläsionen später in Echtzeit Ergebnisse liefern soll, spielt die Laufzeit der Algorithmen eine Rolle. Der vorgestellte Segmentierungsalgorithmus ist mit weniger als einer Sekunde Laufzeit unter JAVA auf einem Pentium 4 mit 2 GHz sehr schnell. Für eine optimale Unterteilung der Läsionen in Zentrum und Läsionsrandgebiet ist eine Kombination von textur- und farbbasierter Segmentierung denkbar (Abb. 3). Dies ist zur Zeit Gegenstand unserer Forschung.

Tabelle 1. Automatische Segmentierungen im Vergleich zur manuellen Referenz; prozentualer Anteil der Regionen**Läsion 1 farbsegmentiert:**

auto\ref	Läsion	Umgebung	
segmentiert	23	2	25
nicht segm.	30	45	75
Summe	53	47	[%]

Sensitivität: 43%

Spezifität: 96%

Läsion 1 textursegmentiert:

auto\ref	Läsion	Umgebung	
segmentiert	37	4	41
nicht segm.	17	42	59
Summe	54	46	[%]

Sensitivität: 68% ($\Delta_{\text{sens}} = +25\%$)

Spezifität: 91%

Läsion 2 farbsegmentiert:

auto\ref	Läsion	Umgebung	
segmentiert	12	3	15
nicht segm.	11	74	85
Summe	23	77	[%]

Sensitivität: 52%

Spezifität: 96%

Läsion 2 textursegmentiert:

auto\ref	Läsion	Umgebung	
segmentiert	21	12	33
nicht segm.	2	65	67
Summe	23	77	[%]

Sensitivität: 91% ($\Delta_{\text{sens}} = +39\%$)

Spezifität: 84%

Literaturverzeichnis

1. Blum Andreas, Kreusch Juergen, Bauer Juergen, Garbe Claus. Dermatoskopie von Hauttumoren. Darmstadt: Steinkopf; 2003.
2. Leischner Carsten. Bildanalytische Methoden zur Charakterisierung pigmentierter Hautläsionen. Universität zu Lübeck; 2002.
3. Schmid P. Segmentation of Digitized Dermatoscopic Images by Two-Dimensional Color Clustering. IEEE Trans Med Imaging 1999;18(2).
4. Ganster H, Gelautz M, Prinz A. Initial Results of Automated Melanoma Recognition. TU Graz, Inst. f. Computer Graphics; 1995.
5. Kreusch Juergen, Koch Frauke. Auflichtmikroskopische Charakterisierung von Gefäßmustern in Hauttumoren. Der Hautarzt 1996;47(4):264–272.
6. Brock C, Flach B, Kask E, Osterland R. Objektsegmentierung durch Textur- und Randextraktion. TU Dresden Institut für KI; 1996.
7. Dhawan AtamP, Sicsu Anne. Segmentation of Images of Skin Lesions using Color and Textur Information of Surface Pigmentation. Comp Med Imag Graph 1992;16(3):163–177.
8. Haralick RM, Shanmugam K, Dinstein I. Textural Features for Image Classification. IEEE Trans Syst Man Cybern 1973;3(6):610–621.
9. Laws KI. Rapid Texture Identification. Procs SPIE 1980; 376–380.
10. Handels Heinz. Medizinische Bildverarbeitung. Teubner, Stuttgart; 2000.
11. Visiomed AG Bochum. microDERM; 2000. [Http://www.visiomed.ag](http://www.visiomed.ag).
12. Hoffmann K, Gambichler T, Rick A, et al. Diagnostic and neural analysis of skin cancer (DANAOS). Br J Dermatol 2003;149(4):801–809.
13. Kreusch Juergen, Rassner Gernot. Auflichtmikroskopie pigmentierter Hauttumoren: Ein Bildatlas. Stuttgart: Thieme; 1991.