

Bestimmungshilfe für Mollusken und Eulenfalter mittels digitaler Bildanalyse

Fabian Fritzer

Universität Koblenz-Landau

Zusammenfassung. Zur Bestimmung von Tier- und Pflanzenarten arbeitet das Unternehmen science4you derzeit an digitalen Bestimmungshilfen, die in Form von Bestimmungs-CDs oder als Internetanwendungen zur Verfügung stehen sollen. Die Merkmale der Tiere sollen anhand von mehreren tausend bereits vorhandenen Farbbildern automatisch ermittelt und zunächst als Rohdaten in einen xml-Reader, dann in eine Datenbank geschrieben werden. Dieser Artikel befasst sich mit einigen Algorithmen, die bei der Bildvorverarbeitung und der Merkmalsextraktion zum Einsatz kommen.

1 Motivation

Der Begriff „Mollusken“ bezeichnet Weichtiere, d. h. alle Schnecken und Muscheln und unter „Eulenfalter“ versteht man eine Nachtfalterfamilie. Viele auf den ersten Blick ähnliche Arten (456 Eulenfalter allein in Baden-Württemberg) sind festzustellen mit einem Blick allein ist eine Erkennung nicht möglich. Item Beobachtungen von Tieren und Pflanzen sind ohne Bestimmung für den Wissenschaftler nicht verwertbar und für den Anfänger weniger interessant. Daher ergibt sich der Bedarf einer automatischen Bestimmungshilfe.

Bislang verwenden Biologen Bestimmungsbücher bzw. neuerdings Bestimmungsforen im Internet.¹ Das funktioniert gut und die Foren sind sehr beliebt; aber es gibt auch Nachteile (die an dieser Stelle nicht näher erläutert werden).

Abbildung 1 zeigt ein Architekturdiagramm der Bestimmungshilfe, wie sie im Rahmen einer Studienarbeit am Institut für Computervisualistik der Universität Koblenz-Landau entstand. Aufgabe war das Extrahieren der Daten aus den Bilddateien. Die restlichen Aufgaben werden vom Unternehmen science4you übernommen. Zur Programmierung wurde das PUMA-Framework (Programmierungsumgebung für die Musteranalyse) der Uni Koblenz eingesetzt. Ein Vorteil der computergestützten Bestimmung ist, dass gleichzeitig auf die ökologischen Merkmale (u.a. Höhenverbreitung, Flugzeit) und die Aussehensmerkmale zugegriffen werden kann.

Die Eingabebilder sind bezüglich mancher Eigenschaften bereits normiert, haben aber ihre „Tücken“: Z.B. bei den Mollusken Blitzlichtartefakte, die in Abbildung 2 zur Verdeutlichung schwarz dargestellt wurden.

Die Falterbilder haben einen Farbstich, der Hintergrund ist nicht exakt einfarbig, und die Bereiche (Vorderflügel, Hinterflügel, Körper) sind natürlich nicht eingezeichnet.

¹ www.schmetterling-raupe.de, www.nafoku.de, www.s2you.com

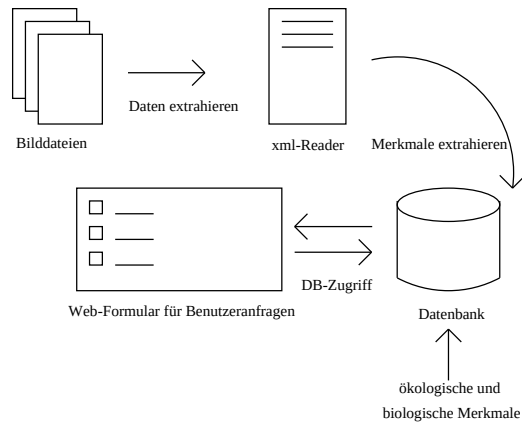


Abb. 1. Gesamtarchitektur der Bestimmungshilfe

Abb. 2. Beispielbild einer Schnecke



Abb. 3. Beispielbild eines Eulenfalters

2 Vorverarbeitung

Die folgenden Schritte werden zur Vorverarbeitung der Bilder durchgeführt:

1. Blitzlichtartefakte (Mollusken)
2. Hintergrund vom Vordergrund trennen (v.a. Eulenfalter), da der Hintergrund nicht exakt einfarbig ist
3. Farbkorrektur
4. Bounding Box ermitteln

5. Bildbereiche erkennen (Eulenfalter): Ein Merkmal ist ohne Zuordnung zu den Vorder- bzw. Hinterflügeln nur halbsoviel wert
6. Downsampling
7. Histogramme erstellen

Von diesen Vorverarbeitungsschritten wird im Folgenden die Trennung von Hintergrund und Vordergrund vorgestellt.

2.1 Trennung von Hintergrund und Vordergrund



Abb. 4. ohne Flooding

Fast der gesamte Hintergrund der Eulenfalterbilder hat exakt die gleiche Hintergrundfarbe (RGB-Wert 96,129,196). Die Hintergrundpixel an der Grenze zum Objekt weichen von diesem Farbwert jedoch leicht ab, siehe Abbildung 4 (die exakt hintergrundfarbenen Pixel sind zur Verdeutlichung schwarz gemacht). Würde man bei der Histogrammerstellung also nur den exakten Farbwert 96,129,196 aussparen, dann würden viele Hintergrundpixel mit ins Histogramm aufgenommen. Ein einfacher Ansatz zur Lösung dieses Problems wäre es, einen ganzen Farbbereich als Hintergrund zu werten, d.h. bei der Histogrammerstellung zu ignorieren. Dadurch würden jedoch auch Pixel innerhalb des Flügels verlorengehen. Deshalb wurde der „Floodfill-Algorithmus“ eingesetzt, der ansonsten z.B. auch zur Wegsuche verwendet wird. Dieser Algorithmus „frisst sich von aussen ran“.

Die Variable „stapel“ in Abbildung 5 wurde mit den Koordinaten sämtlicher Nachbarpixel von fast exakt hintergrundfarbenen Pixeln initialisiert. „allowediff“ ist der Parameter, mit dem reguliert werden kann, wie groß der Farbabstand zur Hintergrundfarbe maximal sein darf, damit ein geflutetes Pixel noch als Hintergrundpixel zählt. „coldiffeuklidforflood“ ist ein einfaches Farbabstandsmaß. „isforeground“ ist eine zweidimensionale bool-Matrix von der Größe des Bilds. Zu jeder Pixelposition wird hier eingetragen, ob das dort befindliche Pixel zum Vordergrund zu rechnen ist oder nicht. Dadurch müssen die Farbwerte nicht manipuliert werden, was diesen ansonsten ziemlich aufwendigen Algorithmus stark beschleunigt.

WHILE stapel.size > 0	
y = stapel.pop_back()	
x = stapel.pop_back()	
IF	$x \geq xsize \vee x < 0 \vee y \geq ysize \vee y < 0$
THEN	continue
IF	!isforeground[x][y]
THEN	continue
IF	coldiffeuklidforflood(x,y) <= alloweddiff
THEN	isforeground[x][y] = false stapel.push_back(x+1) stapel.push_back(y) stapel.push_back(x-1) stapel.push_back(y) stapel.push_back(x) stapel.push_back(y+1) stapel.push_back(x); stapel.push_back(y-1);

Abb. 5. Floodfill-Algorithmus

Das Ergebnis ist in fast allen Fällen zufriedenstellend, siehe Abbildung 6.



Abb. 6. nach Flooding

Anmerkung: Auch das Problem der Blitzlichtartefakte auf den Molluskenbildern wird auf ähnliche Art und Weise gelöst. Dort wird ausgehend von den rein weißen Pixeln (RGB-Wert 255,255,255) geflutet.

3 Bildauswertung und Dokumentation

Die folgenden Schritte sind zur Auswertung erforderlich:

1. Grundfarben, vorhandene Farben, ähnliche Farben
2. Kontrast ermitteln
3. Form ermitteln
4. Durchschnittsfarbe
5. Transparenz (nur Eulenfalter)

Bei den Eulenfaltern werden diese Schritte für Vorder- und Hinterflügel separat durchgeführt. Verwendet wurden RGB-Histogramme mit 8 Abschnitten pro Farbachse. Insgesamt werden also 512 Farben unterschieden. Im Folgenden wird das Ermitteln der Grundfarben und der vorhandenen Farben vorgestellt.

3.1 Grundfarben ermitteln

Ein Problem stellt es dar, eine mathematische Definition für „Grundfarbe“ zu finden. Eine Lösung besteht darin, eine Farbe (d. h. ein Bin im Histogramm) genau dann Grundfarbe zu bezeichnen, wenn sie mindestens 30 % der Pixelanzahl der häufigsten Farbe (d. h. der Bin mit der höchsten Pixelanzahl) hat.



Abb. 7. einfarbige Muschel *Unio crassus*

Bei mehr oder weniger einfarbigen Objekten verteilen sich die Pixel auf nur wenige Bins im Histogramm. Die Bin mit der höchsten Pixelanzahl ist stets hoch gefüllt; der resultierende Schwellwert (30 % dieser Pixelanzahl) ist also ebenfalls relativ hoch. Daraus folgt, dass einfarbige Objekte nur wenige Einträge für „Grundfarbe“ haben, z. B. die oben abgebildete Muschel *Unio crassus*. Das zugehörige Ergebnis im xml-Reader sieht folgendermaßen aus:

```
<maxcolor anteil="41">303030</maxcolor>
```

```
<basecolors count="3">
  <color anteil="17">101010</color>
  <color anteil="41">303030</color>
  <color anteil="11">505050</color>
</basecolors>
```

Bei bunten Objekten hingegen verteilen sich die vorhandenen Farben weiter über das Histogramm. Die Bin mit der höchsten Pixelanzahl ist niedrig gefüllt; der resultierende Schwellwert (30 % dieser Pixelanzahl) ist also ebenfalls relativ niedrig. Daraus folgt, dass bunte Objekte mehr Einträge für „Grundfarbe“ haben, z.B. die Muschel *Charonia tritonis* in Abbildung 8.

```
<maxcolor anteil="11">705030</maxcolor>
<basecolors count="13">
  <color anteil="4">503010</color>
  <color anteil="6">503030</color>
  <color anteil="3">505030</color>
  <color anteil="11">705030</color>
  <color anteil="5">705050</color>
  <color anteil="4">707050</color>
  <color anteil="8">907050</color>
  <color anteil="6">907070</color>
  <color anteil="4">909070</color>
  <color anteil="4">909090</color>
  <color anteil="4">B09070</color>
  <color anteil="3">B09090</color>
  <color anteil="3">B0B0B0</color>
</basecolors>
```

Bei Untersuchung der Farbwerte sieht man, dass Weiss, Rotbraun und Blauschwarz vertreten sind. Dies ist wichtig, denn diejenige Farbe, die später vom Benutzer der Bestimmungshilfe als Grundfarbe angegeben wird, muss auf jeden Fall auch als Grundfarbe im Reader und in der Datenbank stehen. Es gilt grundsätzlich, dass zu weit gefasste Kriterien besser sind als zu enge. Bei zu weit gefassten Kriterien hat man später im Ergebnis einer Benutzeranfrage zu viele in Frage kommende Arten, aber die gesuchte Art ist dabei. Bei zu eng gefassten Kriterien hingegen kann es passieren, dass die vom Benutzer gesuchte Art aus der Ergebnismenge eliminiert wird!

3.2 Vorhandene Farben ermitteln

Als Schwellwert für einen Eintrag bei den „vorhandenen Farben“ wurde nach empirischen Tests 0.4 % der Gesamtanzahl der im Histogramm erfassten Pixel gewählt. Bei einem höheren Schwellwert wäre der Farbwert D09050 (orange) in Bild 9 nicht in die vorhandenen Farben aufgenommen worden. Dieser niedrige Schwellwert erklärt sich daraus, dass kleine Farbbereiche mit abweichender Farbe dem menschlichen Betrachter stark auffallen, tatsächlich aber nur wenige Pixel einnehmen. Hinzu kommt, dass

sich diese Pixel oftmals auf mehrere Bins im Histogramm verteilen, da sie etwas unterschiedliche Farben haben. Da es nur sehr wenige Arten mit beispielsweise orangeroten Flecken im Vorderflügel gibt, ist dieses Merkmal ein guter Filter, der nur wenige der 456 Eulenfalter durchlässt. In einem Bestimmungsbuch die etwa vier Arten mit diesem Merkmal zu finden, bedeutet hingegen viel Hin- und Herblättern.



Abb. 8. Bunte Muschel *Charonia tritonis*



Abb. 9. Sehr wenige Arten haben für die Vorderflügel den Farbeintrag $\langle hascolor \rangle$ D09050 (orange). Darunter auch die Steineule.

Literatur

1. Srikanth Bandi and Daniel Thalmann. The use of space discretization for autonomous virtual humans. pages 336–337, 1998.
2. G. Buchsbaum. A spatial processor model for object colour perception. *Journal of the Franklin Institute*, 310:1–26, 1980.
3. M.P. Wand. Data-based choice of histogram bin width. *The American Statistician*, 51:59–64, 1997.