

## Aufgabe A-69 Ziffernerkennung mit Hilfe von Merkmalen

Die Thematik der Ziffernerkennung gehört in die Sparte der Bildanalyse. Das Erkennen von Zeichen anhand von Merkmalen im speziellen wird auch Feature-Match genannt.

Der Vorteil bei diesem Ansatz besteht darin, dass man beim Feature-Match nicht wie beim herkömmlichen Pattern-Match ein Originalmuster eines Zeichens besitzt, welches durch vergleichen gesucht wird, sondern die Beschreibung wie sich ein Zeichen zusammensetzt. Dies ermöglicht eine etwas abstraktere Betrachtung und dadurch eine globalere Erkennung. So muss zum Beispiel dass zu erkennende Sourcematerial nicht unbedingt zuerst den Anforderungen des Originalmusters angepasst werden, sprich die Grösse skaliert oder allfällige Auflösungsunterschiede korrigiert werden

Bei den Formoptimierten Ziffern<sup>1</sup> die wir in der Vorlesung kennen gelernt haben, könnten als Merkmale z.B. „horizontale Linien“, „vertikale Linien“, „diagonale Linien“, „Serifen“ oder „halbe Linien“ gewählt werden. Unter Einbezug von Erkennungsverfahren die auch Bézierkurven oder B-Splines unterstützten können natürlich auch Kurvenbeschreibungen als Merkmale gelten.

Bei den Formoptimierten Ziffern könnte eine abstrakte Beschreibung demzufolge, dann etwa vollgundermasen aussehen

Ziffern	Merkmal 1 ganze Horizontallinien	Merkmal 2 ganze Vertikallinien	Merkmal 3 Diagonallinien vorhanden	Merkmal 4 halbe Horizontallinien
0	Ja, Oben und Unten	Ja, Links und Rechts	Nein	Nein
1	Ja, Unten	Ja, Mitte	Nein	Ja
2	Ja, Oben, Mitte und Unten	Nein	Nein	Nein
3	Ja, Oben und Unten	Ja, Rechts	Nein	Nein
4	Ja, unterer Viertel	Nein	Ja	Nein
5	Ja, Oben und Unten	Nein	Ja	Nein
6	Ja, Mitte und Unten	Ja, Links	Nein	Ja
7	Ja, Oben	Nein	Ja	Nein
8	Ja, Mitte und Unten	Nein	Nein	Ja, Oben Mitte
9	Ja, Oben und Mitte	Ja, Rechts	Ja	Ja

Aus dem Beispiel geht hervor, dass auch das nicht Vorhandensein eines Merkmals als differenzierend angesehen werden kann, so gibt es zum Beispiel bei den Ziffern 2,4,5,7 und 8 keine ganze Vertikallinie. Daraus kann man ableiten, dass ein ideales Merkmal, möglichst binär heterogen sein sollte und die Zeichenmenge in zwei möglichst gleichgrosse Teilgruppen halbieren sollte. Zudem sollten die verschiedenen Merkmale untereinander natürlich möglichst nicht korrelierend sein, damit man anhand möglichst weniger Merkmale die Ziffern eindeutig unterscheiden kann. Das heisst also das die 10 Ziffern im Idealfall mit 4 Merkmalen ( $2^4$  binäre Antworten = 16 unterscheidbare Zeichen) eindeutig bestimmbar wären.

<sup>1</sup> Graphik im Skript SS2002 Nr.8 Einführung in die Bild- und Klangerkennung

Betreffend der Wahl der Merkmale in meinem oben genannten Beispiel, kann man daher einige Anmerkungen machen.

So ist die Wahl von *Merkmale 1* mit „ganze Horizontallinien“ sicher zu wenig genau spezifiziert, da sie für allen Ziffern mit Ja beantwortet werden kann. Hingegen sehen wir auch, dass es da noch weitere Unterkategorien gibt. So würden die Merkmale „ganze Horizontallinie am oberen Rand“ oder „ganze Horizontallinie am unteren Rand“ die Ziffern schon wesentlich besser unterscheiden und daher auch ein besseres Merkmal ausgeben.

*Merkmale 2* scheint die Grundmenge bereits ziemlich gut zu halbieren. Obwohl man es mit „ganze Vertikallinie am linken Rand“ noch genauer spezifizieren könnte würde dies dazu führen, dass die Menge zu genau spezifiziert und die Gesamtmenge dadurch schlechter geteilt würde.

Die *Merkmale 3 und 4* teilen die Menge zwar auch bereits ziemlich gut, jedoch nicht in zwei gleiche Hälften. Sie sind daher als einzelne Merkmale nicht optimal. Bedenkt man aber, dass wir unter verschiedenen optimalen Merkmalen auch Korrelationen haben könnten, oder die zu erkennende Zeichenmenge nicht eine zweier Potenz, könnte es durchaus sein, dass durch ein Merkmal wie 3 und 4 trotzdem eine bessere Unterscheidung erreicht werden kann.

Zu *Merkmale 4* gibt es noch anzufügen dass bei Ziffer 8 ein Interpretationsspielraum besteht ob der oberer Querstrich als „halbe Horizontallinien“ angesehen werden sollte oder nicht.

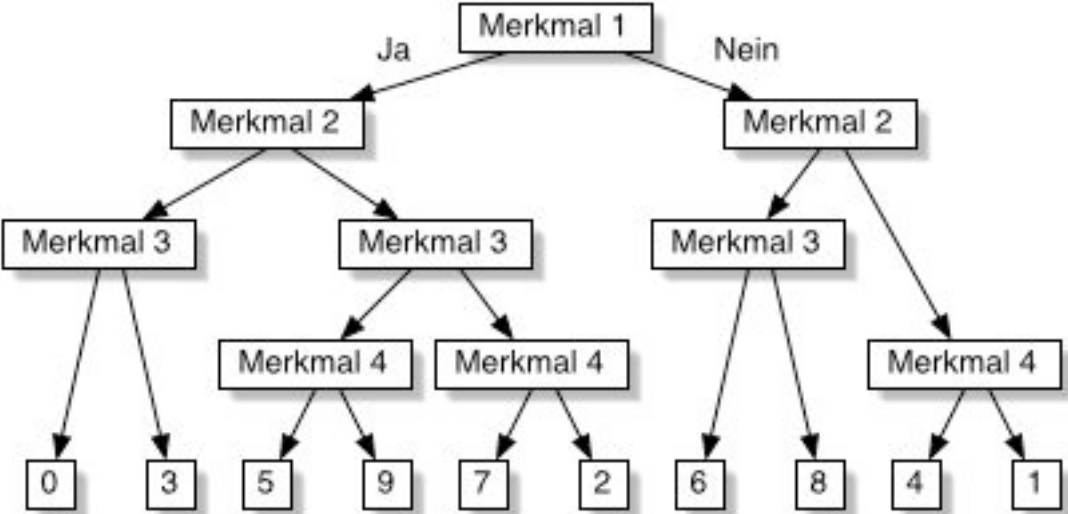
Diese Tatsache gibt uns zwar Differenzierungsmöglichkeiten, könnte aber bei einer Implementierung zu Schwierigkeiten führen. Ev. Sollte das Merkmal daher noch genauer spezifiziert werden.

## Entwerfen Sie vier eigene Merkmale

Unter der Annahme, dass wir Formoptimierten Ziffern erkennen sollen, könnte man eine eindeutige Erkennung mit folgende Merkmale erreichen.

Ziffern	Merkmal 1 ganze Horizontallinie am oberen Rand	Merkmal 2 5 * 5 Ecke unten rechts	Merkmal 3 Kleine 3 * 3 Ecke links oben	Merkmal 4 Diagonallinie vorhanden
0	Ja	Ja	Ja	Nein
1	Nein	Nein	Nein	Nein
2	Ja	Nein	Nein	Nein
3	Ja	Ja	Nein	Nein
4	Nein	Nein	Nein	Ja
5	Ja	Nein	Ja	Ja
6	Nein	Ja	Ja	Nein
7	Ja	Nein	Nein	Ja
8	Nein	Ja	Nein	Nein
9	Ja	Nein	Ja	Nein

Der Entscheidungs- / Erkennungsbaum würde dann etwa so aussehen



©2002 by Sandro Boccuzzo