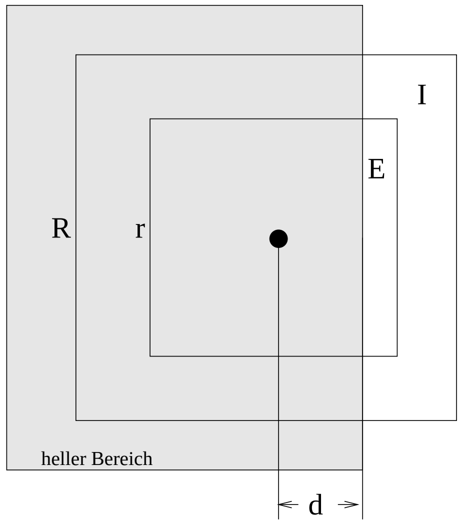
Prof. Dr. Stefan Posch **Universität Halle**
Denis Williams **Institut für Informatik**

Übungen Neuronale Netze
Wintersemester 2001/02
Blatt 2

Aufgabe 2.1

Betrachten Sie ein Modellneuron, dessen Eingabesignale von Lichtrezeptoren aus einem quadratischen Bereich stammen. Diese rezeptive Feld ist in einen inneren exzitatorischen Bereich E mit erregenden Lichtrezeptoren (d.h. mit Gewichten $w_j > 0$) und einen inhibitorischen Bereich I mit $w_j < 0$ aufgeteilt. Die Seitenlängen sind mit r und R gegeben.



Die Gewichte für die Verbindungen zu Lichtrezeptoren aus exzitorischem und inhibitorischen Bereich haben jeweils die gleiche Größe:

$$
\begin{aligned}
w_j &= w_E > 0 \quad \text{für } j \in E \\
w_j &= w_I < 0 \quad \text{für } j \in I
\end{aligned}
$$

Zur Vereinfachung nehmen wir an, daß die Lichtrezeptoren nur hell und dunkel unterscheiden und für diese zwei Zustände als Eingabesignal x_j für das betrachtete Neuron 1 bzw. 0 liefern.

(a) Über dieses rezeptive Feld bewegt sich nun eine senkrechte Heligkeitskante mit Abstand d zum Zentrum des rezeptiven Feldes.

Bestimmen Sie das Ergebnis $h(d)$ der synaptischen Summation des Modellneurons in Abhängigkeit von d.

(b) Als Aktivierungsfunktion sei die Schwellwertfunktion mit den Schwellwert 0 gegeben, d.h.

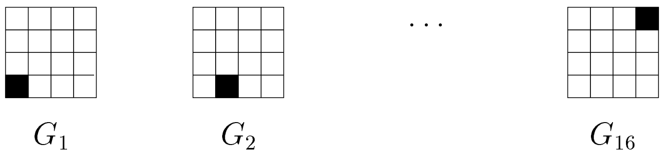
$$
f(h) = \begin{cases} 1 & \text{für } h > 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}
$$

Diskutieren Sie den Einfluß von w_E, w_I, r und R auf die Ausgabe des Modellneurons in Abhängigkeit von d.

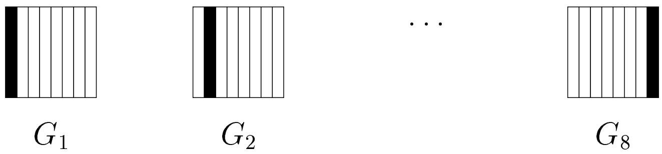
Aufgabe 2.2

Auf einer quadratischen Retina $\mathbf{R}$ soll der Ort (x, y) eines (einzelnen) Lichtpunktes durch das Aktivitätsmuster von 16 Neuronen möglichst genau kodiert werden. Jedem Neuron $i = 1...16$ ist ein Teilgebiet $G_i \subset \mathbf{R}$ zugeordnet, mit dessen Rezeptoren es exzitatorisch verschaltet ist. Diese Verschaltung ist so eingerichtet, daß die Anwesenheit des Lichtpunktes in G_i zum Feuern von Neuron i führt. Ist $(x, y) \notin G_i$, so ist Neuron i inaktiv. Die Form und die Lage der 16 rezeptiven Felder G_i bestimmen, wie die Lage (x, y) des Lichtpunktes im (binären) Aktivitätsmuster der 16 Neuronen kodiert ist, und mit welcher Genauigkeit sich die Ortsinformation (x, y) daraus rekonstruieren läßt. Diskutieren Sie die folgenden vier Möglichkeiten für die Wahl der 16 rezeptiven Felder (Gebiete G_i sind schwarz markiert):

(a)

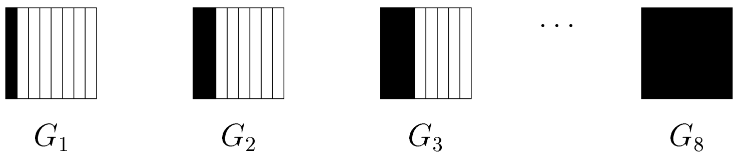


(b)



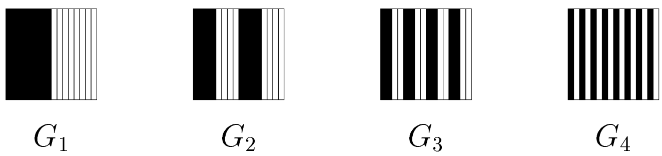
($G_9...G_{16}$ aus $G_1...G_8$ durch Drehung um 90 Grad)

(c)



($G_9...G_{16}$ aus $G_1...G_8$ durch Drehung um 90 Grad)

(d)



($G_5...G_8$ durch Vertauschen von Schwarz und Weiß, $G_9...G_{16}$ aus $G_1...G_8$ durch Drehung um 90 Grad)

Diskutieren Sie besonders die folgenden Aspekte:
Wie genau repräsentiert das gesamte Aktivitätsmuster den Ort (x, y) ?
Wieviel Information steckt in der Aktivität eines einzelnen Neurons ?
Inwieweit ist die Aktivität der Neuronen voneinander abhängig / unabhängig ?
Wie groß ist die Aktivität der Neuronen im Mittel ?
Was passiert bei den einzelnen Möglichkeiten, wenn gleichzeitig zwei oder mehrere Lichtpunkte anwesend sind?