

Das Isingtron: ein neuartiges Klassifikations-Werkzeug



Dr. Thomas Ott,
Dozent Mathematik,
thomas.ott@zhaw.ch



Prof. Dr. Urs Mürset,
Dozent Mathematik,
urs.muerset@zhaw.ch

Das am Institut für Angewandte Simulation (IAS) entwickelte Isingtron ist einer von mehreren am IAS entwickelten Algorithmen mit der Fähigkeit, in hoch dimensionalen Daten, wie beispielsweise Spektren oder anderen Messkurven, unterscheidbare Klassen zu definieren und diese Daten dann entsprechend zu sortieren. Dank dieses Klassifikations-Werkzeugs erreicht man sein Ziel mit minimaler Benutzer-Interaktion und geringem Rechenaufwand.

Fragestellung

Nervenzellen kommunizieren mittels Spannungspulsen. Der obere Teil der Abbildung stellt einige hundert zeitliche Verläufe solcher Pulse dar, wie sie *in vivo* mit einer Elektrode gemessen wurden. Schon von Auge erkennt man, dass zwei verschiedene Pulsmuster vorkommen, weil sie von zwei verschiedenen Zellen stammen. Nun stellt sich aber für die weitere Analyse das Problem, die vielen Kurven den beiden Klassen zuzuordnen – und dies natürlich am liebsten mit möglichst wenig Handarbeit und durch einen zuverlässigen, einfachen und schnellen Algorithmus. Die Lösung heisst Isingtron. Von Hand muss man unter den Kurven nur je einen oder einige wenige Vertreter der beiden Klassen identifizieren, den Rest besorgt der Computer. Schon mit verhältnismässig geringem Rechenaufwand werden die Pulse sortiert (siehe unteren Teil der Abbildung).

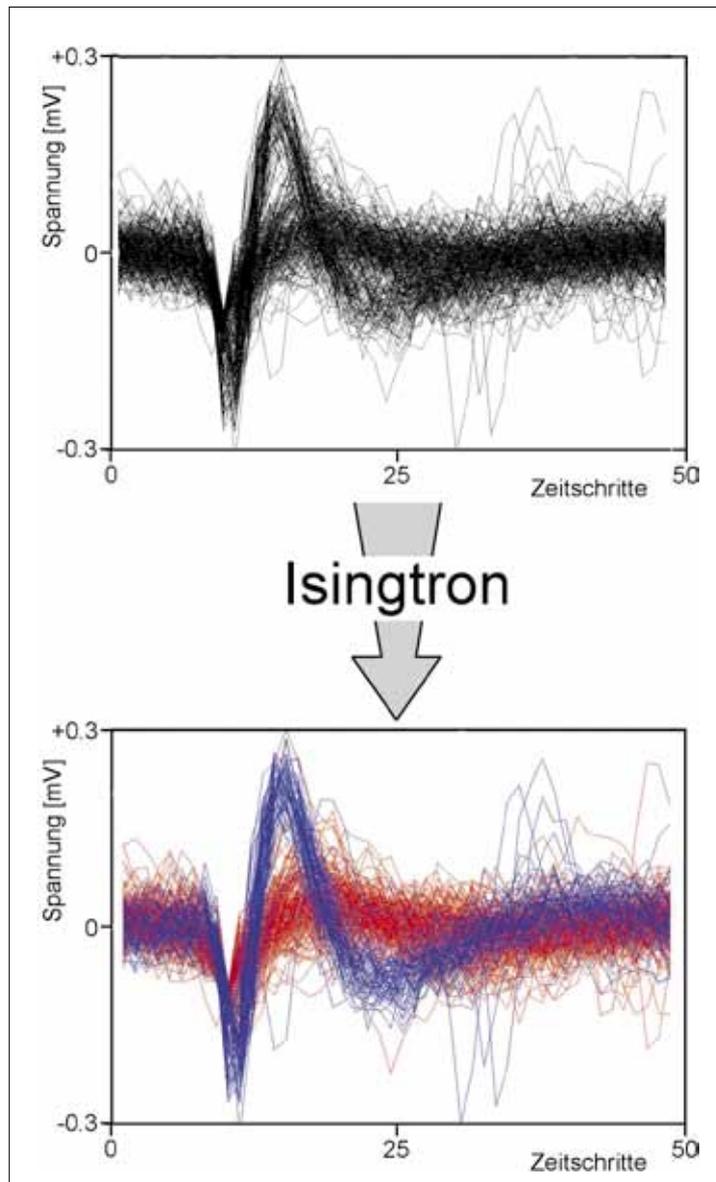
Der Algorithmus

Die Mustererkennung muss sich der Algorithmus quasi selber antrainieren. Auf die richtige Trainingsmethode führt eine Analogie mit der magnetischen Ausrichtung der Atome eines Festkörpers in einem magnetischen Feld. Der Isingtron-Algorithmus simuliert nun die Justierung des Magnetfeldes: Über einen Rückkopplungsmechanismus wird das Feld so eingestellt, dass sich zwei Gruppen mit Atomen verschiedener Ausrichtung bilden. Vielleicht ist die Analogie zwischen Magnetfeldern und dem ursprünglich geschilderten Problem nicht so offensichtlich? Die Atome entsprechen den einzelnen Kurven, ihre Ausrichtung entspricht der Zugehörigkeit zu einer der beiden Klassen,

und die Koordinaten eines Atoms sind das Pendant zu den Messpunkten, aus denen die Kurven aufgebaut sind. Auch die Temperatur des Körpers spielt eine Rolle. Ausgehend von einer hohen Temperatur senkt das Isingtron die Temperatur allmählich ab, wodurch eine scharfe Trennfläche zwischen Domänen verschiedener Magnetisierung auskristallisiert. So entsteht eine klare Trennregel für die beiden Klassen.

Ausblick

Das Isingtron kann auch auf Spektren und Chromatogramme aller Art, Gen-Expressionsprofile (Microarrays) oder allgemein auf Objekte, die mit vielen verschiedenen Parametern beschrieben werden, angesetzt werden. Es gibt also in den Life Sciences einen ganzen Strauss von Anwendungsmöglichkeiten.



Das Isingtron erkennt die verschiedenen Pulsprofile und sortiert sie.