

**Konzeption eines Verfahrens zur ähnlichkeitsbasierten Cluster-Analyse von
Vitaldaten und dessen Validierung am Beispiel von Schmerzmittelgaben nach
herzchirurgischen Eingriffen**

Dissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

der Fakultät für Informatik und Elektrotechnik
der Universität Rostock

vorgelegt von

Fabian Schrumpf, geb. am 23. August 1985 in Gera
aus Leipzig

Rostock, 3. Mai 2019

Kurzfassung

Maschinelle Lernverfahren gewinnen in der Gesundheitsversorgung zunehmend an Bedeutung. Im diagnostischen Bereich haben solche Verfahren vor allem bei der medizinischen Bildverarbeitung bereits Einzug gehalten. Im Bereich der Patientenüberwachung nach chirurgischen Eingriffen wird jedoch meist mit einfachen schwellwertbasierten Algorithmen gearbeitet. Dieses Vorgehen ist mit einer großen Anzahl an falschen Alarmen und einer hohen Arbeitsbelastung des Krankenhauspersonals verbunden.

In dieser Arbeit wird deshalb ein neues unüberwachtes maschinelles Lernverfahren entworfen, welches Gesundheitszustände anhand von Vitalparametern erkennen kann. Jeder Gesundheitszustand zeichnet sich durch einen charakteristischen Wertbereich der Vitalparameter aus. Das Verfahren fasst mittels eines iterativen Algorithmus bestehende Zustände zu neuen Gesundheitszuständen anhand ihrer Ähnlichkeit zusammen. Dadurch entsteht eine baumartige Struktur, die eine Unterteilung eines Vitalparameterdatensatzes mit unterschiedlicher zeitlicher Granularität ermöglicht. Die Validierung der Methode wird anhand von simulierten und realen Daten durchgeführt.

Die Anwendbarkeit der Methode im klinischen Umfeld wird anhand der Detektion von Schmerzmittelgaben nach herzchirurgischen Eingriffen demonstriert. Dazu wird eine Messstudie durchgeführt, in der Patienten für 24 Stunden nach der Operation durch zusätzliche Messtechnik überwacht wurden. Ziel ist die Rekonstruktion des Zeitpunktes von protokollierten Schmerzmittelgaben anhand verschiedener Vitalparameter mit Hilfe der neuen Methode. Die gewonnenen Resultate werden mit den Ergebnissen etablierter unüberwachter Lernverfahren verglichen.

Im Ergebnis steht ein hierarchisches Cluster-Verfahren zur Verfügung, das für die Patientenüberwachung im klinischen Umfeld angewendet werden kann. Die Resultate der Messstudie zeigen, dass die Rekonstruktion von Schmerzmittelgaben mit der hier vorgestellten Methode möglich ist. Im Vergleich zu den Referenzverfahren werden vergleichbare und teilweise bessere Ergebnisse erzielt.

Abstract

Although machine learning methods become more important in clinical decision making in general, they are still rarely used in patient supervision. In fact, threshold-based algorithms that alert the clinical staff if a parameter exceeds a certain predefined range are still common practice in patient monitoring. This leads to an increased false alarm rate and, as a consequence, to an increased workload of nurses and doctors.

In this thesis, a new unsupervised machine learning method is introduced that detects health states in patients based on multiple vital parameters. Every health state is characterized by a distinctive range of vital parameters. By using an iterative algorithm, the method combines health states according to a similarity constraint into new arbitrary health states. This results in a tree-like structure that allows for a division of datasets into clusters of varying temporal granularity. Artificial and real-world datasets are used to validate this method.

To demonstrate the applicability of this method in a clinical setting, an observational study has been conducted. Various vital parameters were recorded from patients who underwent cardiac surgery. The new method has been applied in order to reconstruct the administration of analgesics based on these vital parameters. The aim was to detect a change in a patient's health state that was relatable to a recorded administration of analgesic agents. The results obtained with the new algorithm were compared to the results obtained with two established unsupervised learning methods.

The results show that this new hierarchical clustering algorithm is applicable to patient monitoring in a clinical setting. It could be demonstrated that this method is capable of detecting the administration of analgesics based on multiple vital parameters. The obtained results are similar to or better than those acquired with the help of the reference methods.