

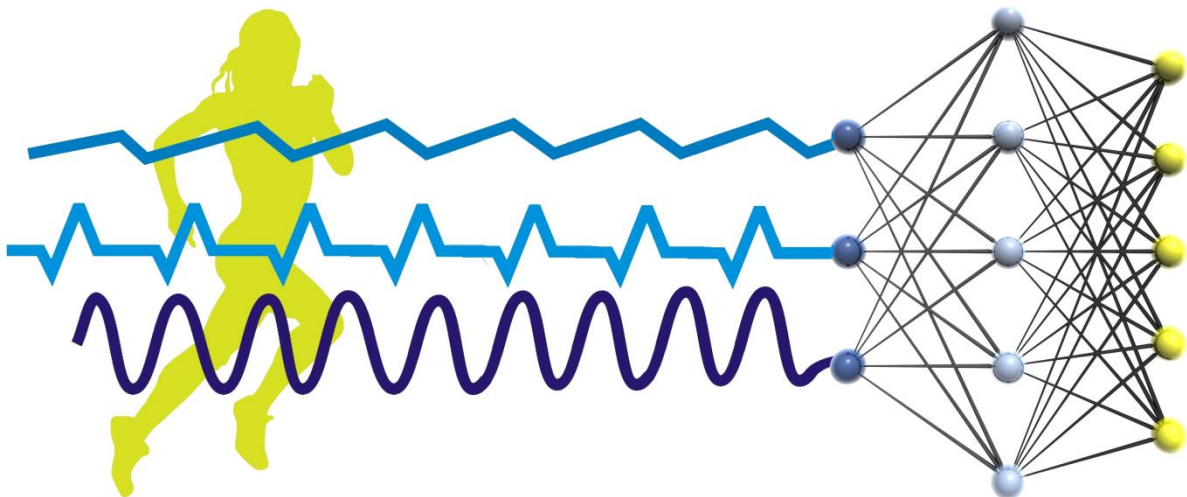
Erfassung von Vitalitätsparametern und Klassifizierung des kognitiven Zustands durch maschinelles Lernen - VitaB

Allgemein

Akronym	Vita ^B
Eigentümer	TROUT GmbH, Parkstraße 28, 34119 Kassel
Web	http://www.trout-gmbh.de
Author	Martin Bussas, m.bussas@trout-gmbh.de

Projekt

Die Fähigkeit Vitalparameter zu erfassen und in der Folge den kognitiven Zustand zu klassifizieren, öffnet Türen zu neuen Technologien in verschiedenen Gebieten wie Medizintechnik, Automatisierung, Luft- und Raumfahrt sowie im Bereich von Fitness und Wellness. TROUT hat bei Entwicklungen für die Automobil- und Medizintechnik, die auf maschinellem Lernen und den Einsatz von KI (Künstliche Intelligenz) basieren, weitreichende Kenntnisse in der biometrischen Datenverarbeitung erworben.



Durch Variationen im Herzschlag kann der Organismus optimal auf wechselnde endogene und exogene Einflüsse reagieren und so die aktuellen Bedürfnisse der Blutversorgung regulieren. Die Herzratenvariabilität (HRV) liefert nicht nur Informationen über den Belastungsgrad des kardiovaskulären Systems, sondern auch über die Qualität seiner Regulation. Die zur Bestimmung der HRV notwendige Datenerfassung hat sich in den letzten Jahren durch immer kleinere Messinstrumente bei niedrigeren Kosten etabliert. Ebenso ist es hier gelungen, die Auswerteeinheit in einem Embedded Rechnersystem unterzubringen.

Werden nun im Weiteren auch Informationen über die Aktivitäten des Individuums berücksichtigt, die mit seinen Vitaldaten korrelieren, und beide Datenströme mit einer Kombination aus einem physiologischen Modell und verschiedenen Machine-Learning-Verfahren verarbeitet, so können sehr

gute Ergebnisse im Hinblick auf den kognitiven Zustand des Individuums wie Stressniveau und Müdigkeit erzielt werden.

In einer fortlaufenden Studie wird der Proband einer Fahrsimulation unterzogen. Sie beginnt mit einer Entspannungsübung, die dem Probanden für die Erreichung seines Ruhepulses dient. Dann führt die Simulation über eine Landstraße, bevor sie in den Berufsverkehr einer Großstadt eintritt. Es warten Herausforderungen wie Autos auf der falschen Straßenseite oder Kinder, die hinter parkenden Autos herauslaufen. Zur Erhöhung des Stresslevels wird nach einigen Minuten ein mathematischer Test gestartet. Falsche Antworten werden protokolliert und ein Summersignal aktiviert.

Der erste Verarbeitungsschritt besteht darin, Merkmale mit Hilfe eines gleitenden Fensters (eng. Sliding Windows) aus den RR-Intervallen (Abständen zweier Herzschläge) zu extrahieren. Dabei werden die RR-Intervalle innerhalb eines solchen Fensters dazu verwendet, um mehrere Merkmale zu berechnen. Sliding Windows sind durch zwei Parameter charakterisiert, 1. die Länge des Sliding Windows sowie 2. der Verschiebung des Sliding Windows. Der erste Parameter bestimmt die Anzahl an Werten bzw. RR-Intervallen, die bei der Berechnung eines Merkmals berücksichtigt werden, der zweite Parameter bestimmt, nach wie vielen Werten bzw. RR-Intervallen eine erneute Merkmalsberechnung erfolgt. Für jedes der zuvor beschriebenen Sliding Windows werden nun folgende Merkmale berechnet:

1. die Herzrate in Schläge pro Sekunde (HR),
2. das Minimum der Herzraten Variabilität (HRV_{min}),
3. das Maximum der Herzraten Variabilität (HRV_{max}),
4. die Standardabweichung der Herzraten Variabilität (HRV_{SD}),
5. die Quadratwurzel der mittleren quadratischen Abstände aufeinanderfolgender RR-Intervalle (eng. root-mean square differences of successive RR-intervals (HRV_{RMSSD}),
6. das Verhältnis von kürzer werdenden zu länger werdenden RR-Intervallen (HRV_{DI}) sowie
7. der Stressindex (SI), ein in der Weltraummedizin etablierter HRV-Parameter von Baevskii¹.

Des Weiteren wurde eine Fouriertransformation auf den Werten des Sliding Windows berechnet, so dass die Fourier-Koeffizienten als Grundlage der folgenden Merkmale dienen:

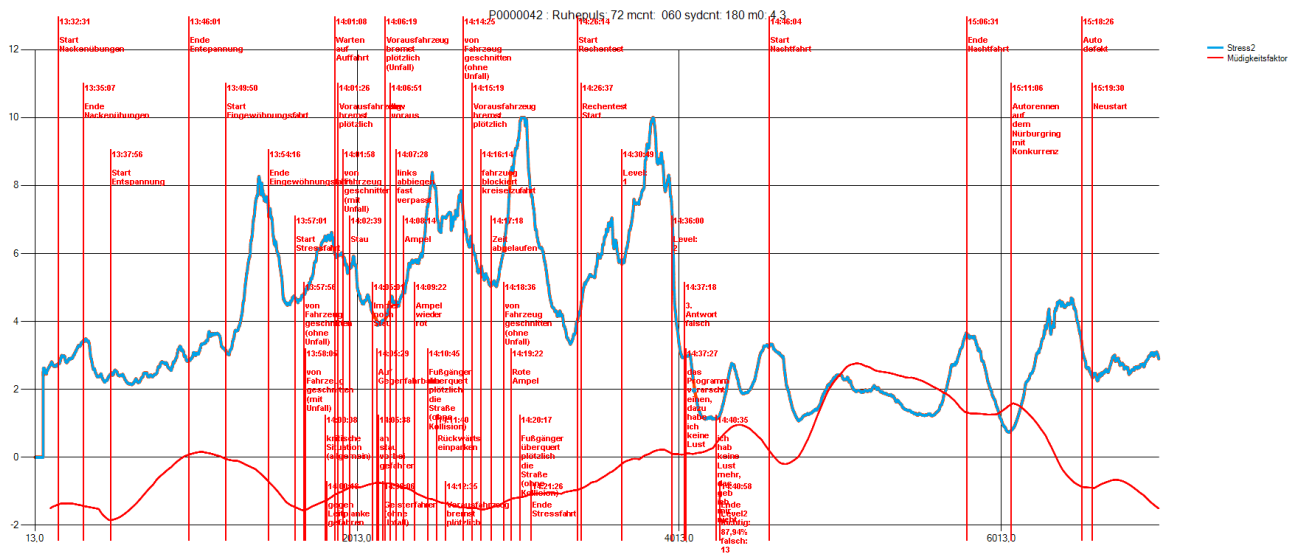
8. die Energie der Fouriertransformation (fft_{en}),
9. die Informationsentropie der Fourierkoeffizienten ($fft_{inf-Entr}$) und
10. das Verhältnis von 33% der Koeffizienten der niedrigsten Frequenzen zu den 33% der Koeffizienten der höchsten Frequenzen ($L3rd-H3rd_{ratio}$).

Die extrahierten Merkmale wurden anschließend standardisiert, d.h. auf Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 umgerechnet.

Nach der Merkmalsextraktion erfolgte eine automatische Merkmalsselektion. Zur Merkmalsselektion können prinzipiell Filter- oder Wrapper-Ansätze verwendet werden. Filteransätze bewerten Merkmale ausschließlich anhand von Kenngrößen, die sich aus den Daten berechnen lassen. Wrapper-Ansätze verwenden einen Klassifikationsalgorithmus (oft den Zielalgorithmus, der auch in der endgültigen Applikation zur Anwendung kommt) und bewerten Merkmale nach ihrem Beitrag zu dessen Performance. Erstgenannte Ansätze haben den Vorteil, dass sie einfach zu berechnen sind, während letztgenannte den Vorteil haben, dass sie sehr problemspezifische Resultate geben. Ein

¹ Baevskii, R.M.: Analysis of heart rate variability in space medicine. Human Physiology 28(2), 202-213 (2002)

Nachteil ist jedoch die längere Laufzeit solcher Algorithmen. Als Filter-Ansatz wurde Relief gewöhlt, ein Algorithmus, der sehr oft erfolgreich zur Rangberechnung von Merkmalen verwendet wird. Als Wrapper-Ansatz wurde ein KNN-Klassifikator, ein SVM-Klassifikator sowie ein MLP-Klassifikator gewählt.



Exemplarische Stress- und Müdigkeitskurve über die gesamte Studiendauer

Referent:

Martin Bussas ist geschäftsführender Gesellschafter der TROUT GmbH, ein mehrfach ausgezeichnetes Forschungs- und Entwicklungsunternehmen mit Sitz in Kassel. Martin Bussas schloss 1992 sein Studium der Physik an der TU München mit Diplom ab und war im Folgenden unter anderem für die Rheinmetall AG, die Fiducia IT AG und die T-Systems International GmbH tätig.

In dieser Zeit leitete Martin Bussas verschiedene Projekte und verantwortete komplexe Systeme mit hohem Softwareanteil.

Bei T-Systems sammelte er als Führungskraft umfangreiches Wissen und Know-how in Management und Geschäftsentwicklung.

2004 gründete er die TROUT GmbH gemeinsam mit einem Partner. Seitdem ist er auch auf dem Gebiet der Medizintechnik tätig, einschließlich der Entwicklung eines Systems zur non-invasiven Erfassung von Blutzuckerwerten sowie der Vitalitätsdatenanalyse.