

ATZ extra



INTERIEUR | HMI

Automotive-Health-Funktionen

itk
ENGINEERING



© Motortion Films | Shutterstock

Gesundheitsfunktionen im softwaredefinierten Fahrzeug

Gesundheit und Komfort werden im Alltag immer wichtiger – auch während einer Autofahrt. Intelligente Software sowie Sensorik im Fahrzeug können Gesundheitsparameter der Insassen ständig überwachen. ITK Engineering zeigt Möglichkeiten auf, wie sich krankheitsbedingte Unfälle künftig vermeiden lassen.

■ Es ist ein schöner Sommermorgen. Ein Ehepaar fährt mit dem Automobil auf einer Landstraße. Plötzlich erleidet die Fahrerin einen starken Blutdruckabfall. Der Beifahrer kann gerade noch eingreifen und das Fahrzeug sicher zum Stehen bringen. Solche Situationen sind im Straßenverkehr keine Seltenheit. Künftig könnte das softwaredefinierte Fahrzeug dazu beitragen, sie sicher zu bewältigen und Personen- und Sachschäden zu reduzieren.

HERZ-KREISLAUF-ERKRANKUNGEN ALS AKUTE GEFAHR AUF DER STRASSE

Laut Weltgesundheitsorganisation leiden weltweit schätzungsweise 1,2 Milliarden Menschen an Bluthochdruck (Hypertonie), also rund jeder dritte Erwachsene – Tendenz steigend [1]. Niedriger Blutdruck (Hypotonie) betrifft schätzungs-

weise 5 bis 10 % der Bevölkerung. Studien zufolge ist eine plötzliche krankheitsbedingte Fahrunfähigkeit für 3,4 % aller Unfälle verantwortlich. Die häufigsten medizinischen Ursachen dafür sind Herz-Kreislauf- und neurologische Erkrankungen sowie Epilepsie, Schlaganfall oder Diabetes [2]. Eine Lösung könnten Gesundheitsdienstleistungen im Pkw darstellen, sogenannte Automotive-Health-Funktionen. Sie erfassen die Gesundheit der Insassen während der Fahrt und können präventive Maßnahmen einleiten.

AUTOMOTIVE-HEALTH-FUNKTIONEN REDUZIEREN UNFÄLLE

Für Fahrzeughersteller haben Gesundheitssysteme viele Vorteile: Sie ermöglichen eine optimale Positionierung im Markt durch eine bessere Differenzierung zu den Wettbewerbern. Auch kön-

nen dank ihnen höhere Deckungsbeiträge generiert werden. Komponenten und Baugruppen im Fahrzeug lassen sich effizienter und effektiver mit niedrigem zusätzlichen Entwicklungskosteneinsatz betreiben. Nicht zuletzt sind neue digitale Geschäftsmodelle möglich, zum Beispiel Funktionen auf Abruf (Function on Demand). Entscheidend dafür ist, dass Automotive-Health-Funktionen auf intelligenter Software basieren. Sie spielt eine zentrale Rolle, um gesundheitsbedingte Gefahrensituationen im Fahrzeug zu erkennen, abzuwenden und das Wohlbefinden zu erhöhen. Denkbar ist auch, bestehende Krankheiten während der Fahrzeit zu therapieren.

Gesundheitsparameter permanent zu überwachen, scheint heutzutage dank Smartphone und Smartwatch nichts Besonderes zu sein. Solche Geräte sind aber kein Ersatz für Ge-



BILD 1 Sensortypen im Fahrzeuginnenraum (© cono0430 | Shutterstock | ITK Engineering)



Dr. Stefan Held
ist Lead Engineer bei
ITK Engineering in
Holzkirchen
bei München.



Roland Prügel
ist Business Developer
Automobilindustrie bei
ITK Engineering
in Holzkirchen
bei München.

sundheitsfunktionen im Fahrzeug. Warum? Sie lassen sich nur eingeschränkt mit dem Mobilitätsökosystem rund um das Fahrzeug verbinden und in dieses integrieren. Auch die Datenübertragung in Situationen, in denen sie zuverlässig und in Echtzeit funktionieren muss, ist kein Selbstläufer.

SENSOREN IM FAHRZEUGINNENRAUM

Optimal ist es, Vitalparameter der Insassen über Sensoren zu erfassen, die im Innenraum des Fahrzeugs verbaut sind. Sie können die Grundlage für unterschiedliche Automotive-Health-Funktionen sein. Die Breite an Sensortypen ist groß – im Folgenden stehen Innenraumkameras im Vordergrund, **BILD 1**.

Die Idee, zusätzliche Daten im Fahrzeug zu sammeln, um den Zustand des Fahrenden besser beurteilen zu können, führt zur Emotionserkennung, die auf der Analyse der Gesichtsausdrücke der Insassen basiert. Dies ist naheliegend, da der Gesichtsausdruck bereits zur Erkennung der Aufmerksamkeit des Fahrers genutzt wird.

HERAUSFORDERUNGEN BEI DER EMOTIONSERKENNUNG

Doch wie steht es um Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Emotionserken-

nung? Die Psychologie-Professorin Lisa Feldman Barrett liefert folgende Einschätzung: „Wenn wir die besten heute am Markt verfügbaren Softwareprogramme zur Erkennung von Gesichtsbewegungen einsetzen, können wir unter idealen Bedingungen erfassen, welche Bewegungen das Gesicht vollzieht. Es gibt derzeit keine Möglichkeit, aus den Gesichtsbewegungen auf die Gefühle einer Person zu schließen oder darauf, was sie als nächstes tun wird“ [3]. Eine Emotionserkennung basierend auf Gesichtszügen ermöglicht also keine Vorhersage menschlicher Aktionen, mit Einschränkungen aber die Erkennung emotionaler Reaktion auf Stimuli. Eine Emotionserkennung im Fahrzeug birgt die Gefahr, dass Insassen sie als Eingriff in ihre Privatsphäre empfinden könnten.

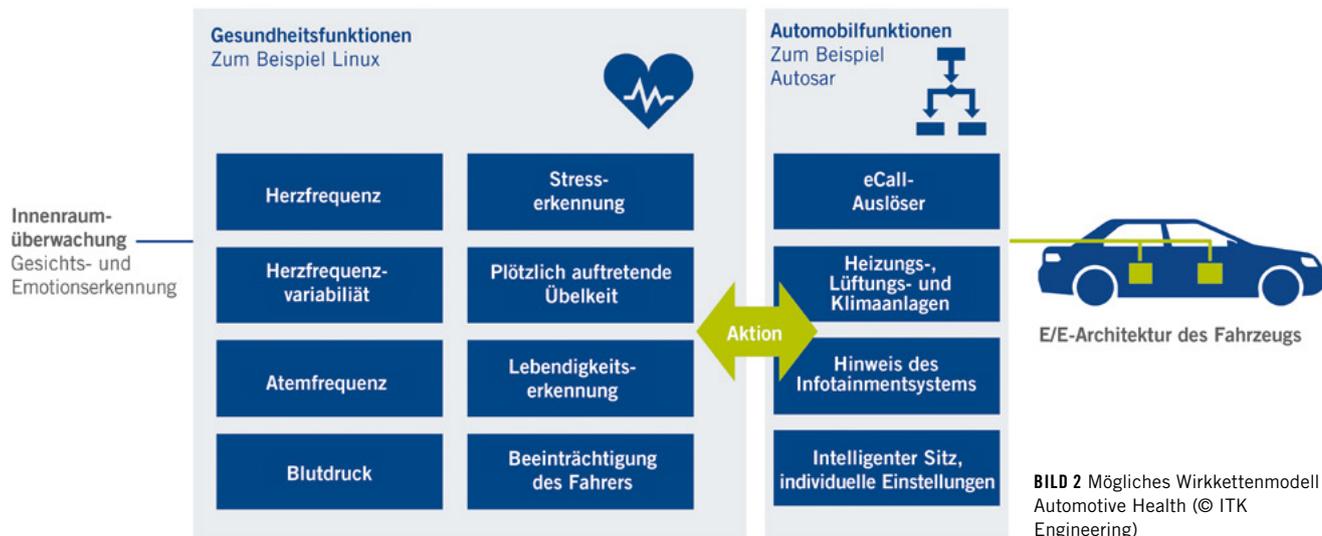
WERTVOLLE MESSWERTE VON PULS UND BLUTDRUCK

Puls und Blutdruck eignen sich ideal für die Zustandserkennung der Insassen, nicht zuletzt, weil die Pulsüberwachung bereits im Alltag von vielen Menschen durch ihre Smartwatch sehr populär ist. Beides sind Werte, die valide Aussagen über den gesundheitlichen Status und über Müdigkeit erlauben. Untersuchungen zeigen, dass die Herzfrequenzvariabilität auf Müdigkeit und die Analyse der Frequenzanteile sogar auf eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Fahrfehlern

rückschließen lässt [4]. Auch für Übelkeit sind Herzfrequenzvariabilität und Puls gute Indikatoren [5].

Der Blutdruck dagegen kann medizinische Notfälle indizieren, beispielsweise eine hypertensive Krise, also einen plötzlichen Anstieg des Blutdrucks, der oft mit Bewusstseinsverlusten, Herzversagen oder Schlaganfall verbunden ist. Eine Hypotonie dagegen, also ein zu niedriger Blutdruck, kann zu Symptomen wie Augenflimmern, Schwindel und Kollapsneigung führen, die die Verkehrstüchtigkeit beeinträchtigen [6]. Kombiniert man Herzfrequenzvariabilität und Blutdruck, so ließe sich auch auf Emotionen schließen [7], was natürlich mit den genannten Problemen Akzeptanz und Datenkennzeichnung einhergeht.

In **BILD 2** ist links die erste Funktionsstufe abgebildet, nämlich die physikalische Erfassung von Mimik, Emotionen, Temperatur und weiteren physikalischen Größen. Diese Daten werden in die Bündelsammlung der Gesundheitsfunktionen gegeben. Mithilfe von Algorithmen, unter anderem künstlicher Intelligenz, wird eine Interpretation vorgenommen und Abweichungen festgestellt. Abweichungen können dem Umfeld dann über grafische Darstellung, Infotainment oder eine akustische Warnung mitgeteilt werden. Künftig sind Automotive-Health-Funktionen denkbar, die in akuten Gefahrensituationen einen aktiven Eingriff einleiten.



KAMERABASIERTE BLUTDRUCKMESSUNG

Puls und Blutdruck können sowohl mit Farb(RGB)-Kameras als auch mit Nahinfrarot(NIR)-Kameras gemessen werden.

den. Die Bestimmung des Blutdrucks basiert auf denselben Daten wie die Pulsbestimmung. Man kann sowohl Videoaufnahmen einer RGB-Kamera als auch Bilder einer NIR-Kamera nutzen, um den Puls zu ermitteln. Die Vor- und

Nachteile der Technologien zeigt **BILD 3**.

Beide Verfahren benötigen eine gleichmäßige Ausleuchtung, um zuverlässig den Puls zu ermitteln. Da eine sichtbare Beleuchtung die Insassen irritieren könnte und eine NIR-Kamera mit unsichtbarer gleichmäßiger Infrarotbeleuchtung ohnehin in vielen Fahrzeugen für die Müdigkeits- und Aufmerksamkeitserkennung verbaut ist, bietet sich eine Pulsermittlung mittels NIR-Kamera an. Der Fokus des Fahrennden auf den vor ihm liegenden Verkehr kommt der NIR-Methodik zugute, da über einen langen Zeitraum nur mit geringen Bewegungen des Kopfs zu rechnen ist [8, 9, 10].

NIR-Kamera

Eine NIR(Nahinfrarot)-Kamera arbeitet im Bereich des kurzwelligigen nahen Infrarotlichts (760 bis 2500 nm), dem direkt an den Bereich des sichtbaren Lichts anschließenden Bereich des infraroten Spektrums. Sie weist eine hohe Empfindlichkeit und Kontrast selbst bei schlechter Beleuchtung auf. Eine NIR-Kamera ist nicht zu verwechseln mit einer Wärmebildkamera, die im Bereich des mittleren und langwelligigen Infrarotlichts arbeitet (3,5 bis 15 µm).

Vorteile:

- Robust in den meisten Beleuchtungssituationen
- Funktioniert gut bei schwachem Licht
- Geeignet für wechselnde Lichtverhältnisse
- Zuverlässig in kontrollierten Lichtumgebungen
- Bewältigt kleine Bewegungen effektiv

Nachteile:

- Nicht robust bei großen Bewegungen

RGB-Kamera

Eine RGB(Rot-Grün-Blau)-Kamera nimmt Bilder im Bereich des sichtbaren Lichts (400 bis 700 nm) in den drei Primärfarben – Rot, Grün und Blau – auf. Sie liefert somit farbige Bilder.

Vorteile:

- Robust gegenüber Bewegungen
- Funktioniert gut bei kleinen Bewegungen
- Funktioniert auch bei großen Bewegungen
- Robust in kontrolliertem Licht

Nachteile:

- Versagt bei unkontrollierter Umgebungsbeleuchtung
- Funktioniert schlecht bei schwachem Licht
- Ungeeignet für wechselnde Lichtverhältnisse

PULSBERECHNUNG BEI NIR-KAMERAS

Da Stirn und Wangen durchblutet sind, verändert sich die Hämoglobinkonzentration im Laufe der Zeit. Dies führt zu einer veränderten Menge und Farbe des von der Haut absorbierten Lichts. Die NIR-Kamera erfasst diese geringfügige Intensitätsschwankung, die als bildgebende Photoplethysmographie (Imaging Photoplethysmography, iPPG) bezeichnet wird, und nutzt sie zur Puls- extraktion [10], **BILD 4**. Zur Berechnung des iPPG-Signals sind Vorverarbeitungsschritte notwendig. So müssen die relevanten Gesichtspartien erkannt werden. Sensitivität und Monochromatik der NIR-Kamera führen dazu, dass das Signal stärker verrauscht ist als bei einer RGB-Kamera. Es ist notwendig, das Signal zu entrauschen. Die Robustheit des iPPG-Signals lässt sich steigern, indem man

BILD 3 Vergleich von NIR- und RGB-Kameras zur Pulsermittlung (© ITK Engineering)

mehrere Gesichtspartien zur Ermittlung heranzieht.

BLUTDRUCK MIT NIR-KAMERAS ERMITTELN

Die Schätzung des diastolischen und systolischen Blutdrucks mithilfe des iPPG-Signals basiert auf Veränderungen der Gesichtshautfarbe, die auf Veränderungen des Blutvolumens hinweisen. Für die Blutdruckerkenung werden im normalisierten iPPG-Signal Ausschläge, also lokale Maxima, erkannt. Aus deren Amplituden lässt sich mit Regression oder künstlicher Intelligenz der Blutdruck ermitteln. Bisher wurde diese Methode noch nicht in Fahrsituationen eingesetzt [11], **BILD 5**.

SCHUTZ DER DATEN

Für diese Methoden sind Datenkampagnen notwendig, um die Verfahren zu implementieren, zu kalibrieren und zum Teil zu trainieren. Es werden auch gesundheitliche Daten erhoben. Sind diese personenbezogen, so ist ein erhöhter Datenschutz nötig. Es ist nicht entscheidend, personenbezogene Daten zu speichern, um die notwendigen Entwicklungsdaten zu erheben, vielmehr genügt es, die vorverarbeiteten Gesichtsaus-

schnitte oder die iPPG-Signale zu erheben und den Gesundheitsdaten zuzuordnen. So erfordert das Vorgehen deutlich geringere Anforderungen an den Datenschutz und niedrigere Entwicklungskosten und Verwaltungsaufwände.

AUSBLICK

Automotive-Health-Funktionen bieten OEMs und Endkunden vielerlei Mehrwert. Äußerst lukrativ ist es, bestehende Systeme wie Innenraumkameras für neue Funktionen zu nutzen. Das Ziel aller Akteure im automotiven Produktentstehungsprozess muss es sein, die Zeit im Fahrzeug so angenehm wie möglich zu gestalten. Gesundheitsfunktionen sind dafür essenziell. Neben der video-basierten Puls- und Blutdruckmessung können auch weitere, bereits vorhandene Sensoren wie Innenraum-Radarsensoren für Automotive-Health-Funktionen, zum Beispiel zur Atemfrequenzmessung, genutzt werden. Zusammen bilden sie ein multivariates Sensorsystem, das zu einer noch exakteren Gesundheitsbewertung der Insassen führt. Die intelligente Verbindung zu smarten Aktuatoren (Smart Seat, Smart Glas, Ambientebeleuchtung oder Beduftungssysteme) bietet großes Potenzial im Automotive-Health-System der Zukunft. Auch virtu-

elle Umgebungen für die Entwicklungsumfänge in Form von Fahrerüberwachungssystemen sind essenziell, beispielsweise das ITK-System iVESH (Individual Virtual Environment and Sensor Simulation, Individuelle virtuelle Umgebungs- und Sensorsimulation).

LITERATURHINWEISE

- [1] Bernard, E.: Bluthochdruck grassiert weltweit. Online: <https://www.wissenschaft.de/gesundheitsmedizin/bluthochdruck-grassiert-weltweit/>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [2] Deutsche Gesellschaft für Kardiologie: Kreislaufversagen im Straßenverkehr: Unterschätzte Gefahr. Online: <https://dggk.org/pressemitteilungen/2017-jahrestagung/2017-jt-aktuelle-pm/2017-jt-aktuelle-pm-tag2/kreislaufversagen-im-strassenverkehr-unterschaetzte-gefahr/>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [3] Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: Emotionserkennung mittels künstlicher Intelligenz – Perspektiven und Grenzen von Technologien zur Analyse von Gesichtsbewegungen. Online: <https://www.bundestag.de/resource/blob/848996/b0a0e4dc737c35ee2626cdf2ffc8d31d/Themenkurzprofil-048-data.pdf>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [4] Clark, E. et al.: The Facial Action Coding System for Characterization of Human Affective Response to Consumer Product-Based Stimuli: A Systematic Review. Online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7264164/>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [5] Holmes, S. et al.: Correlation Between Heart Rate and the Severity of Motion Sickness Caused by Optokinetic Stimulation. Online: <https://econtent.hogrefe.com/doi/10.1027//0269-8803.15.1.35>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [6] Kretschmer, C.: Hypotonie. Online: <https://www.gelbe-liste.de/krankheiten/hypotonie>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [7] Schwartz, G. E. et al.: Cardiovascular differentiation of happiness, sadness, anger, and fear following imagery and exercise. Online: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7280162/>, aufgerufen: 10. Juni 2024
- [8] Wang, W. et al.: Algorithmic Principles of Remote PPG. In: IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Jg. 64, Nr. 7, S. 1479-1491, Juli 2017
- [9] Wang, W. et al.: Exploiting Spatial Redundancy of Image Sensor for Motion Robust rPPG. In: IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Jg. 62, Nr. 2, S. 415-425, Februar 2015
- [10] Nowara, E. M. et al.: Near-Infrared Imaging Photoplethysmography During Driving. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Jg. 23, Nr. 4, S. 3589-3600, April 2022
- [11] Goudarzi, R. H. et al.: Using imaging Photoplethysmography (iPPG) Signal for Blood Pressure Estimation. In: 2020 International Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP), Iran, 2020, S. 1-6



BILD 4 Algorithmisches Vorgehen bei der Pulsbestimmung aus NIR-Kameradaten (© ITK Engineering)



BILD 5 Algorithmisches Vorgehen bei der Blutdruckbestimmung aus RGB-Kameradaten (© ITK Engineering)

IMPRESSUM

Sonderausgabe 2024 in Kooperation mit ITK Engineering GmbH, Bergfeldstraße 2, 83607 Holzkirchen; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden, Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE81148419

GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabusch

TITELBILD: © shutterstock.com | metamorworks



ITK Engineering

Seit der Firmengründung 1994 stehen wir für Stabilität, Sicherheit und Methodenexpertise. Damals wie heute bildet branchenübergreifendes Spezialwissen insbesondere im Bereich der Regelungstechnik und der modellbasierten Entwicklung die Basis, um unsere Kunden von der Idee bis zur Serienproduktion durchgängig und partnerschaftlich zu begleiten.

Unsere Kompetenzen umfassen u.a.:

- Softwareentwicklung
- Hardwareentwicklung
- Elektrik/Elektronik
- Systemintegration
- Software als Produkt
- Komplettlösungen
- Auftragsentwicklung
- Technische Beratung
- Schulungen
- Qualitätssicherung

Die Zufriedenheit all unserer Partner und ein respektvolles Miteinander prägen unsere Unternehmensphilosophie, in der vier Werte fest verankert sind: Lesen Sie gerne mehr darüber im Web.



V.1.0.0_d_2021



ITK Engineering GmbH
Hauptsitz Rülzheim
Im Speyerer Tal 6
76761 Rülzheim
Tel.: + 49 (0)7272 7703-0
Fax: + 49 (0)7272 7703-100
info@itk-engineering.de

Gegründet 1994 –
heute hat ITK deutschlandweit Niederlassungen und ist international vertreten.



www.itk-engineering.de

Folgen Sie uns auch auf:

