

IOSB

visIT

[KI für wehrtechnische Anwendungen]

Fraunhofer

www.iosb.fraunhofer.de

ISSN 1616-8240



Fraunhofer
IOSB

Impressum

Fraunhofer
IOSB

visIT erscheint etwa vier Mal pro Jahr und informiert über ausgewählte Forschungsthemen des Fraunhofer IOSB. Für die Bestellung von Einzelheften, ein kostenloses visIT-Abo sowie für Adressänderungen und Abbestellungen schicken Sie bitte eine E-Mail an publikationen@iosb.fraunhofer.de

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer

Redaktion

Ulrich Pontes

Layout

Ellen Simon, Christine Spalek

Druck

Stork Druckerei GmbH
76646 Bruchsal

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
Fraunhoferstr. 1
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-300
Fax +49 721 6091-413
presse@iosb.fraunhofer.de

© Fraunhofer IOSB
Karlsruhe 2020

Ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der angewandten
Forschung e. V. München

21. Jahrgang
ISSN 1616-8240

Bildquellen

Seite 14 + 15 WTD 52

Alle anderen Abbildungen:
© Fraunhofer IOSB

Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vollständiger Quellenangabe und
nach Rücksprache mit der Redaktion.

Belegexemplare werden erbeten.

INHALT

Essay

- Seite 4 **Künstliche Intelligenz (KI) in der Wehrtechnik – Chancen und Risiken**
Rainer Schönbein

Themen

- Seite 6 **Intelligente Verfahren für die UAS-gestützte Aufklärung**
Norbert Heinze, Jochen Ring
- Seite 8 **Erklärbare Künstliche Intelligenz zur Unterstützung des Menschen bei der Überwachung großer Gebiete**
Mathias Anneken, Elisabeth Peinsipp-Byma
- Seite 10 **Entscheidungsunterstützung in der Aufklärung und Überwachung: Wissens- und datengetriebene Informationsfusion**
Achim Kuwertz, Dirk Mühlenberg
- Seite 12 **Intelligente Assistenz- und Ausbildungssysteme für die bildgestützte Aufklärung**
Alexander Streicher
- Seite 14 **KI in der Tarnung**
Verstehen, wie Maschinen die Welt des Tarnens begreifen
Thomas Hornke, Markus Müller

Liebe Freunde des Fraunhofer IOSB,

bekanntlich behandelt Künstliche Intelligenz (KI), als Teilgebiet der Informatik, die Mechanisierung intelligenten Verstehens und das maschinelle Lernen. In der Industrie, der Automatisierungstechnik und z. B. bei selbstfahrenden Kraftfahrzeugen sind die Methoden der KI nicht mehr wegzudenken. Selbstverständlich gibt es auch im Bereich der Wehrtechnik und der Verteidigungsforschung zahllose Anwendungsbereiche, etwa Aufklärungs-, Überwachungs-, Entscheidungs-, Führungs- und Wirksysteme.

Die regelmäßig erscheinende Themenbroschüre visIT des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB befasst sich seit vielen Jahren mit der intelligenten Verarbeitung von Daten unterschiedlichster Quellen. Das sind insbesondere Bild- und Videodaten unterschiedlicher Sensoren. Die vorliegende Ausgabe konzentriert sich dabei nun auf Entwicklungen und Ergebnisse, die vom technologischen Ansatz KI beinhalten und deren Anwendungen im Bereich der Wehrtechnik liegen.

Den Auftakt macht ein Essay zu Chancen und Risiken von KI in der Wehrtechnik, wobei das Rollenverhältnis von Mensch und Maschine besondere Beachtung findet. Es folgen Darlegungen zu echtzeitfähigen, intelligenten Videoauswerteverfahren, wie sie z. B. bei UAS-Einsätzen relevant sind. Die Aufsätze zur Situationsanalyse sowie zur Entscheidungsunterstützung in der Aufklärung und Überwachung behandeln Aspekte der Informationsfusion. Der Mensch spielt dann wieder eine wichtige Rolle bei den Assistenz- und Ausbildungssystemen. Den Abschluss bildet ein Überblick bezüglich KI in der Tarnung bzw. Tarnbewertung. Eines der Ziele dabei ist, Mensch und Material besser vor KI-basierten Aufklärungsmitteln möglicher Gegner zu schützen.

Natürlich können wir uns im Rahmen dieser Publikation nur in sehr knapper Form zu den Themen äußern. Falls Sie Fragen haben oder weitere Information wünschen, finden Sie bei jedem Aufsatz direkt die passende AnsprechpartnerInnen mit Kontaktangaben.

Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

Fraunhofer IOSB, im Oktober 2020



Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer



Dr.-Ing. Markus Müller

Editorial



Prof. Dr.-Ing. habil.
Jürgen Beyerer
Institutsleiter



Dr.-Ing.
Markus Müller

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI) IN DER WEHRTECHNIK – CHANCEN UND RISIKEN

In den letzten Jahren haben die Fähigkeiten von Systemen der Künstlichen Intelligenz (KI) signifikant zugenommen. Im militärischen Kontext wird dies zu einer neuen Generation von Aufklärungs-, Führungs- und Waffensystemen führen. Neben neuen Fähigkeiten werden dabei gleichzeitig neue Risiken geschaffen. Im besonders sensiblen Bereich der Verteidigung ist ein verantwortungsvoller Umgang mit KI-Technologie unabdingbar. Dazu gilt es zunächst ein gemeinsames gesellschaftliches Verständnis dieser Technologie sowie ihrer Fähigkeiten und Risiken zu schaffen. Insbesondere müssen KI-basierte Systeme den geltenden Gesetzen, den Einsatzregeln und den ethischen Standards entsprechen und hinsichtlich deren Einhaltung strikt qualifiziert sein. Ethische Grundsätze und gesellschaftlich akzeptierte Einsatzbedingungen gelten dabei auch für die Forschung und Entwicklung.

COMMON LANGUAGE UND DIE ROLLE DES MENSCHEN

Für Menschen, die es gewohnt sind herkömmliche Maschinen zu verstehen, sind KI-Methoden, insbesondere Methoden des maschinellen Lernens, von Natur aus nicht transparent. Um das notwendige Vertrauen in KI-Systeme zu schaffen, muss deren Verhalten auf verständliche und kohärente Weise erklärt bzw. vorhergesagt werden können. Ein vielversprechender Ansatz dazu ist die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache, die von Menschen und KI-Systemen gesprochen wird. Dies wird auch als praktikabler Ansatz angesehen, um Kontrolle über KI-Systeme auszuüben und harte Grenzen sowie genaue Ziele für ein KI-System zu setzen. Eine derartige »Common

Language« ermöglicht eine ausreichend formale Spezifikation eines KI-basierten Systems sowie eine Definition aller relevanten Begriffe. Auf der Grundlage dieser Sprache können und müssen Richtlinien, Gesetze, Vorschriften und Normen festgelegt werden.

Nur wenn das erforderliche Maß an Vertrauenswürdigkeit erreicht ist, kann die Frage der Verantwortung durch die Definition der Rolle von KI-Systemen im komplexen Militärapparat gelöst werden. Dies wird mit der notwendigen Neudefinition der menschlichen Rolle in diesem Zusammenhang einhergehen: Welches Mindestmaß an Kontrolle muss ein Mensch haben und welchen Grad an Automatisierung oder sogar autonomem Handeln können wir auf Maschinen übertragen, während wir weiterhin ethisch und rechtlich für die Konsequenzen verantwortlich sind?

DIE DOPPELTE HERAUSFORDERUNG GROSSER DATENMENGEN

Die durch verbesserte Sensorik und durchgehende Vernetzung militärischer Systeme zur Verfügung stehenden großen Datenmengen können ohne tiefgreifende maschinelle Unterstützung nicht in akzeptabler Zeit bearbeitet werden. Die zugrundeliegenden Einsatzszenarien werden in Bezug auf notwendige Assistenzfunktionen immer komplexer, damit einher gehen komplexere Situations- und Objektmodelle. KI-basierte Systeme im Allgemeinen und speziell maschinelle Lernverfahren eröffnen hier neue Chancen in der automatischen Sprachverarbeitung, der Bildanalyse und Prozesssteuerung.



Dr.-Ing. Rainer Schönbein

Interoperabilität und
Assistenzsysteme (IAS)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-248
rainer.schoenbein@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/IAS



Setzt auf maschinelles Lernen in der Echtzeitauswertung von Kamerabildern: das am Fraunhofer IOSB entwickelte modulare Drohnen-Erfassungs- und Assistenzsystem MODEAS.

Für die Entwicklung der Modelle und Regeln sowie insbesondere für den Einsatz datengetriebener maschineller Lernverfahren müssen ausreichend repräsentative, ausgewogene und realistische Daten zur Verfügung stehen. Die Erzeugung der notwendigen Daten kann durch Simulationssysteme unterstützt werden. Die Qualität eines KI-Systems hängt entscheidend von der Qualität der Trainings- und Modelldaten ab.

SICHERHEIT UND KONTROLLE ALS BASIS FÜR VERTRAUEN

Sicherheitsaspekte KI-basierter Systeme müssen schon im Design berücksichtigt werden. Insbesondere müssen mögliche gegnerische Angriffe in Bezug auf die KI-Komponente einkalkuliert werden. Dabei muss der Gesamtprozess der Entwicklung

und des Einsatzes von KI-basierten Systemen streng kontrolliert und die Vertrauenswürdigkeit eines Gesamtsystems muss sichergestellt werden.

Aufgabe der Forschung ist es, begleitend zur Entwicklung und Bewertung KI-basierter Fähigkeiten, einen Weg zu vertrauenswürdiger KI und einem verantwortungsvollen Umgang mit diesen Systemen in der Zukunft aufzuzeigen.

Themen



Dipl.-Inform. Norbert Heinze

Videoauswertesysteme (VID)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-254
norbert.heinze@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/VID



Dipl.-Inform. Jochen Ring

Videoauswertesysteme (VID)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-617
jochen.ring@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/VID

INTELLIGENTE VERFAHREN FÜR DIE UAS-GESTÜTZTE AUFKLÄRUNG



Abbildung 1: Videoauswertesystem ABUL für die luftgestützte Aufklärung.

Die Aufklärung mit Hilfe von luftgestützten optronischen Sensoren ist durch die große Variabilität der Aufnahmesituationen und Szenen gekennzeichnet, die sie beispielsweise von der industriellen Sichtprüfung mit gestaltbaren Beleuchtungs- und Aufnahmebedingungen unterscheidet. Die komplexen Aufgaben im Bereich der luftgestützten Aufklärung lassen sich nur begrenzt mit Hilfe von konventionellen Bildauswertungsverfahren lösen. Deep-Learning-basierte Ansätze sind in der Lage, sich viel flexibler an die Problemräume anzupassen und können in dieser Anwendung ihre Stärken ausspielen.

Weitere Herausforderungen der Aufgabenstellung sind die zunehmenden Fähigkeiten:

- der Sensorträger, die heute erheblich längere Flugzeiten bereitstellen und erheblich breiter verfügbar sind
- der Sensoren, die größere Flächen in höherer Auflösung abbilden.

Mit dem Videoauswertesystem ABUL und den damit zusammenhängenden Forschungsarbeiten des IOSB zur intelligenten Bildauswertung steht eine Plattform zur Verfügung, um die neu entwickelten intelligenten Bildauswertungsverfahren und ihre zugehörigen Arbeitsabläufe, sowie den interoperablen Datenempfang und die interoperable Informationsweitergabe – z. B. mittels einer CSD (Coalition Shared Database) – zu realisieren.

DETEKTION UND KLASSIFIKATION VON OBJEKTTYPEN

Eine wesentliche Aufgabe der luftgestützten Aufklärung ist die Detektion und Klassifikation von Objekten, wie Pkw, Lieferwagen, Lkw, Personen, Eisenbahnfahrzeuge, etc. Hierzu werden Deep-Learning-Verfahren mit speziell angepassten Netztopologien eingesetzt. Neben der Detektionsqualität spielt die Prozessierungszeit eine wesentliche

Rolle, da ein großer Teil der Anwendungen in der Videoauswertung in Realzeit erfolgt und damit kurze Prozessierungszeiten gefordert sind. Dies kann ebenfalls durch Verwendung spezieller Netzwerke und Topologien umgesetzt werden.

VIDEO-ÄNDERUNGSDETEKTION ZWISCHEN FLÜGEN

In der Aufklärung sind insbesondere Änderungen der Szene von Interesse. Diese in einem laufenden Video zu entdecken, ist für den Auswerter besonders schwierig, da der alte Zustand der Szene mit dem neuen Zustand verglichen werden muss und dabei häufig Beleuchtungs- und Perspektiveinflüsse den Bildeindruck dominieren. Die Lösung der Aufgabe erfordert einen komplexen Arbeitsablauf, der in ABUL realisiert wurde:

- Finden der Referenzvideodaten mit Hilfe einer speziellen Videodatenbank, die bildgenaue Videoabschnitte identifizieren kann.



Abbildung 2: Detektion und Klassifikation von Objekttypen mit Deep-Learning-Verfahren in Luftbildern.
Legende: Gebäude, Personenfahrzeug, LKW, Flugzeug, Schiff, Baustellenfahrzeug, Eisenbahn

- Registrierung der Videodaten zueinander,
- Kompensation von Beleuchtungsunterschieden und
- die Detektion von Änderungen.

Zur Unterscheidung von relevanten Änderungen und Änderungen, die z. B. durch Beleuchtungsunterschiede verursacht werden, werden Deep-Learning-Verfahren eingesetzt, um eine semantische Klassifikation für die Änderungen durchzuführen.

FAHRZEUGDETEKTION UND -TRACKING IN GROSSRÄUMIGEN VIDEODATEN

Übliche Videosensorik erfasst bisher aufgrund der begrenzten Pixelzahl nur einen kleinen Szenenbereich. So können beispielsweise nur einzelne Fahrzeuge detektiert und getrackt werden.

Die Einführung von großformatigen Bild-Sensoren mit über 100 Millionen Pixeln ermöglicht jetzt die Realisierung von neuen, sogenannten Wide Area Motion Imagery-(WAMI-)Sensoren.

Diese sind in Lage, große Areale aus der Luft (von ca. 7 bis 50 km²) kontinuierlich mit z. B. über 1000 Fahrzeugen im Erfassungsbereich aufzunehmen. Diese großen Datenmengen können nicht mehr von einem Beobachter erfasst werden. Daher werden leistungsfähige Bildauswertungsalgorithmen benötigt. Diese werden vom IOSB bereits langjährig entwickelt und ermöglichen die Erfassung und das Tracken von Fahrzeugen. Hierbei werden Deep-Learning-Verfahren insbesondere in folgenden Funktionen eingesetzt:

- CNN-basierte Bewegungsklassifikationen (CNN = convolutional neural network)
- CNN-basierte Trackingverfahren.

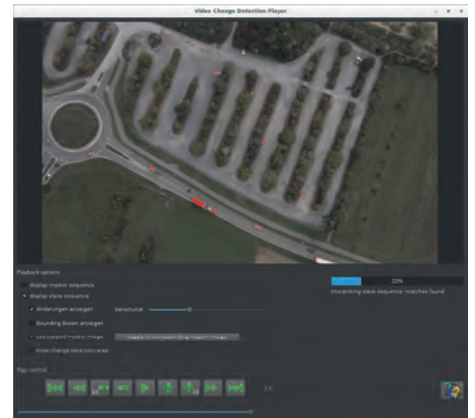


Abbildung 3: Änderungsdetektionsergebnisse der Video Change Detection.

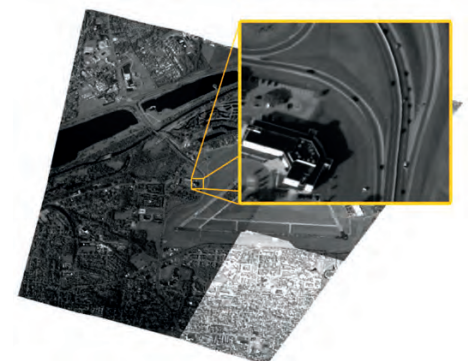


Abbildung 4: WAMI-Bild aus einer Bildfolge, mit Ausschnittsvergrößerung (WPAFP-Daten).



Abbildung 5: In WAMI-Bildfolge detektierte und getrackte Fahrzeuge.

Themen



Mathias Anneken M.Sc.

Interaktive Analyse und Diagnose
(IAD)

Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-174

mathias.anneken@iosb.fraunhofer.de

www.iosb.fraunhofer.de/IAD



Dr. rer. nat. Elisabeth Peinsipp-Byma

Interaktive Analyse und Diagnose
(IAD)

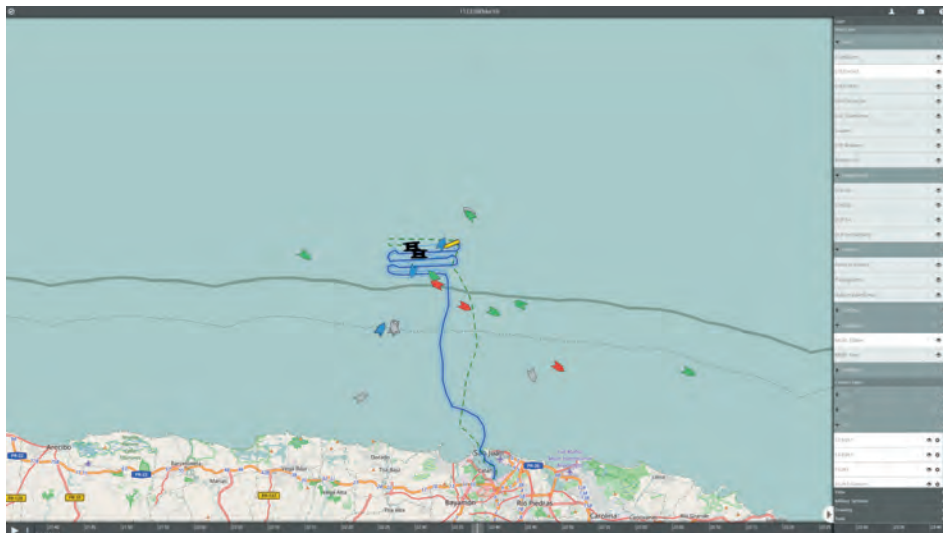
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-393

elisabeth.peinsipp-byma@iosb.fraunhofer.de

www.iosb.fraunhofer.de/IAD

ERKLÄRBARE KÜNSTLICHE INTELLI MENSCHEN BEI DER ÜBERWACHUNG



Die Überwachung großer Gebiete ist unter anderem erforderlich, um die dort geltenden Sicherheitsanforderungen und -bedarfe zu gewährleisten. Bereits heute und zukünftig in noch stärkerem Maße wird in den dazu verfügbaren Überwachungssystemen eine Vielzahl heterogener Sensorik in einem Systemverbund eingesetzt. Daraus entsteht der Bedarf, den Menschen als Entscheider zu unterstützen, da mit dem Ansteigen der verfügbaren Informationsmenge die Herausforderung einhergeht, ein für die Aufgabe ausreichend hohes Maß an Situationsbewusstsein zu gewährleisten. In heutigen Überwachungssystemen sind die Möglichkeiten zur Wahrnehmung von Objekten (z. B. Objektdetektion und -verfolgung in Videos) weitgehend vorhanden. Bedarf besteht jedoch an Methoden zur automatischen Situations- oder Intentionserkennung (Situationsanalyse), die den menschlichen Entscheider in seinem Situationsbewusstsein unterstützen können.

Wissensbasierte Verfahren dienen insbesondere dazu, spezifische Situationen von besonderem Interesse (z. B. Piraterie, illegale Fischerei) zuverlässig zu erkennen. Diese

Verfahren sollen den menschlichen Entscheidern helfen, das Augenmerk auf relevante Situationen zu lenken. Bei den Verfahren zur wissensbasierten Situationserkennung werden, basierend auf dem Wissen von Domänen-Experten, relevante Situationen in Modelle überführt. Für diesen Schritt verwendet das Fraunhofer IOSB etwa regelbasierte Algorithmen, dynamische Bayes'sche Netze oder Multiagentensysteme. Die große Herausforderung ist hier, das Domänenwissen bestmöglich abzubilden und damit die Situationen im technischen System so genau wie möglich zu beschreiben. Denn nur, wenn die zugrundeliegende Situation adäquat beschrieben wird, kann auf dieser Basis ein spezifisches und tragfähiges Modell erstellt werden, welches im Weiteren dazu dient, während der Überwachung eine zuvor spezifizierte Situation zuverlässig zu identifizieren.

Maschinelle Lernverfahren basieren auf dem Ansatz, den Computer nützliche Dinge tun zu lassen, ohne ihn ausdrücklich dafür zu programmieren. Das Computersystem entwickelt – analog wie ein Mensch – selbstständig Wissen aus Erfahrung und

GENZ ZUR UNTERSTÜTZUNG DES GROSSER GEBIETE



Bewegungsmuster eines Cargoschiffes.

kann eigenständig Lösungen für neue und unbekannte Probleme finden. Dazu sind jedoch große Mengen an Beispieldaten notwendig, die das System mit Hilfe selbst-lernender Algorithmen analysiert, um in den Daten bestimmte Muster zu erkennen (z. B. Abweichung von einem Normalverhalten). Die am Fraunhofer IOSB entwickelten Verfahren sind dabei in der Lage, Auffälligkeiten auch in großen Datenstrukturen zu identifizieren.

So kann etwa ein am IOSB entwickelter Algorithmus einzig auf Basis der Bewegungsmuster eines Schiffes mit hoher Sicherheit dessen Typ (z. B. Passagier- oder Cargoschiff) bestimmen. Die Güte der eingesetzten Verfahren wird dabei insbesondere durch

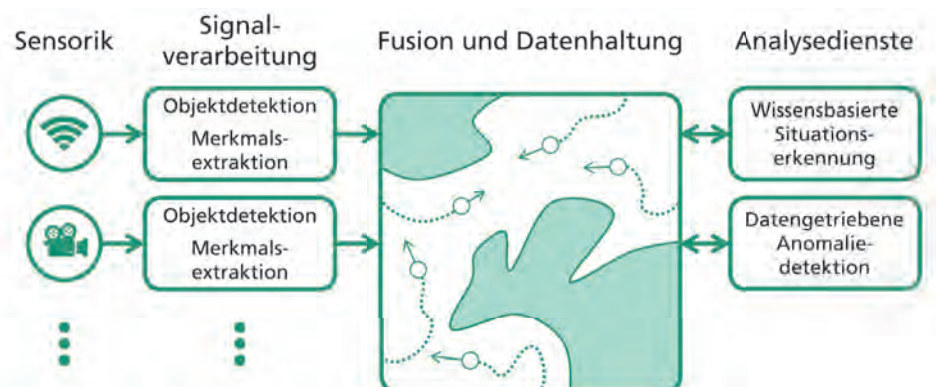
die Quantität und Qualität der vorhandenen Daten sowie der Parametrisierung der Verfahren beeinflusst.

Eine Herausforderung beim Einsatz maschineller Lernverfahren ist, dass sie für den Anwender eine sogenannte Black Box darstellen, also ihre Entscheidung nicht nachvollziehbar begründen. Die Erklärbare KI (Explainable AI) rückt mit zunehmender Anwendung der Verfahren als Forschungsgegenstand immer mehr in den Fokus. Die Entwicklung sogenannter »Erklärmodelle«, die bestehende Algorithmen ergänzen und ermitteln, welche Eingabedaten das Verfahrensergebnis ausschlaggebend beeinflusst haben, steht auch am IOSB im Fokus aktueller Arbeiten.

Basis für die Beurteilung einer Situation durch den Experten ist ein intuitiv nutzbares User Interface, welches u. a. die Einbindung und optimale Nutzung zahlreicher Informationsquellen ermöglicht. Die am IOSB entwickelte interaktive Lagedarstellung (Digitaler Lagetisch, DigLT) erfüllt diese Anforderungen und bietet eine adaptive Mensch-Maschine-Schnittstelle, die den Anwender je nach verfügbaren Daten und der zu lösenden Aufgabe individuell unterstützt. Eine sogenannte Zeitleiste ermöglicht nicht nur, das Verhalten von Objekten jederzeit auch für vorangegangene Zeitpunkte zu analysieren, sondern auch mit dem Blick in die Zukunft, indem auch die Einbindung von Simulationsverfahren zur Situationsprädiktion unterstützt wird.



Interaktive Lagevisualisierung am Digitalen Lagetisch (DigLT) des Fraunhofer IOSB.



Daten verschiedener Sensorquellen werden vorverarbeitet, fusioniert und vorgehalten. Analysedienste werten diese Informationen live aus und detektieren auffälliges Verhalten.

Themen



Dipl.-Inform. Achim Kuwertz

Interoperabilität und
Assistenzsysteme (IAS)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-231
achim.kuwertz@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/IAS



Dipl.-Phys. Dirk Mühlenberg

Interoperabilität und
Assistenzsysteme (IAS)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-252
dirk.muehlenberg@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/IAS

ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG WISSENS- UND DATENGETRIEBENE

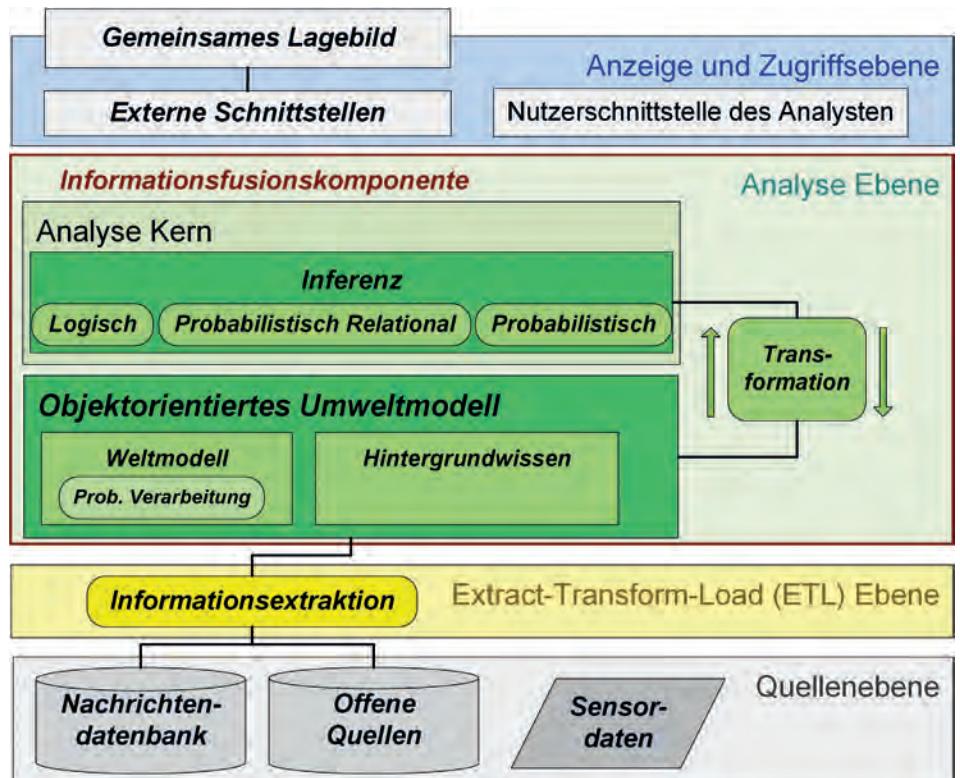


Abbildung 1: Architektur der KI-basierten Assistenzkomponente zur Entscheidungsunterstützung.

Im Bereich der Aufklärung und Überwachung müssen wichtige Entscheidungen oftmals auf Basis einer großen Menge an unterschiedlichen Informationen getroffen werden. Kommandeure und Operateure, die eine aktuelle Lage erfassen und anschließend entscheiden müssen, können hier bereits durch die schiere Menge an Informationen auf eine maschinelle Unterstützung angewiesen sein. Diese reicht bspw. vom Vorsortieren der Informationen über deren Aggregation (Fusion) bis hin zum Erstellen von Hinweisen auf sich entwickelnde Situationen, welche einer besonderen Aufmerksamkeit erfordern – z. B. Gefahrensituationen oder geplante Angriffe auf eine kritische Infrastruktur. Auf Künstlicher Intel-

ligenz (KI) basierende Assistenzsysteme bieten für solche Aufgaben ein hohes Unterstützungspotential.

Heutige geopolitische Konflikte beinhalten oftmals komplexe Sachverhalte. Um diese in der Aufklärung und Überwachung mit einem entsprechenden Assistenzsystem erfassen zu können, bietet sich der Ansatz einer hybriden KI an, d. h. die Kombination von wissensbasierten KI-Ansätzen mit datengetriebener KI. Ein wissensbasierter Ansatz setzt auf von Domänenexperten eingebrachtem Wissen auf und nutzt dieses dann in maschinell verarbeitbarer Form als Ausgangsmodell für die Interpretation, Verknüpfung und Verarbeitung von aktuell anfallenden Informationen.

IN DER AUFLÄRUNG UND ÜBERWACHUNG: INFORMATIONSFUSION

KI-Ansätze in Entscheidungsunterstützungssystemen für Aufklärung und Überwachung erfordern ein hohes Maß an Transparenz. Der Anwender muss das Vorgehen eines Systems verstehen und dessen Ergebnisse nachvollziehen können, um auf Basis dieser Unterstützung wohlüberlegte Entscheidungen zu treffen. Wo nötig, muss er darüber hinaus dessen Aufgaben bruchfrei übernehmen können. Je nach Tiefegrad der Einbindung des Menschen in die Verarbeitungsschleife wird unterschieden zwischen »Human-in-the-Loop«-Systemen (Mensch trägt in jeder Schleife bei) und »Human-on-the-Loop«-Systemen (Mensch wird z. B. nur bei Auffälligkeiten informiert und übernimmt dann).

Eine vom Fraunhofer IOSB für solche Aufgaben entwickelte Assistenzkomponente arbeitet nach dem Prinzip »Human-on-the-Loop« (Abb. 1) [1,2]: Sie informiert den Anwender in Bezug auf das Vorliegen kritischer Sachverhalte und ermöglicht ihm somit ein zielgerichtetes Eingreifen. Dabei werden wissens- und datenbasierte Ansätze kombiniert.

Das Design der Komponente folgt dem Prinzip einer Schichtenarchitektur. Zentral ist hier der Anteil zur Informationsfusion, welcher aktuelle Informationen miteinander

und mit Hintergrundwissen kombiniert. Auf Basis der derart fusionierten Informationen ist es möglich, per Inferenz weitere Schlussfolgerungen zu ziehen. Dabei können unterschiedliche Fusionsparadigmen eingebunden werden. Die Datenhaltung und -verwaltung erfolgt in einem objektorientierten Umweltmodell (Abb. 2). Es besteht aus einem Anteil zur schritthaltenden Repräsentation von beobachteten Realwelt-Objekten und Ereignissen sowie einem internen Modell aus Hintergrundwissen. Dieses Wissensmodell enthält Expertenwissen über die betrachtete Anwendungsdomäne, das z. B. die für die Domäne relevanten Objekte in Form von prototypischen Konzeptklassen darstellt. Zusätzlich kann es Regel- und Zusammenhangswissen enthalten, welches das Erkennen kritischer Situationen der Domäne ermöglicht. All dieses Hintergrundwissen kann vorab durch Methoden der Wissenserhebung und -repräsentation in das Modell eingepflegt werden. Zur Repräsentation werden dabei Technologien aus dem Bereich des Semantic Web eingesetzt.

Die unteren Schichten der Komponente dienen der Anbindung von Quellen mit aktuellen Informationen. Der Fokus liegt hier verstärkt auf durch den Menschen ausgewerteten Informationen. Daneben

können weitere Informationen, z. B. sensor-nahe Daten wie Tracks, ebenfalls eingebunden werden. Die Informationen können interoperabel aus entsprechenden Quellen bezogen werden, wie z. B. multinationalen Austauschservern für Aufklärungsprodukte (sog. Coalition Shared Data (CSD) Server, gemäß STANAG 4559), und durch eine zielgerichtete Informationsextraktion für die Weiterverarbeitung in der Fusionskomponente aufbereitet werden. Je nach Strukturierungsgrad der textuellen Berichte werden dabei auch KI-Methoden zur semantischen Verarbeitung natürlicher Sprache, sog. NLP (Natural Language Processing) Verfahren, eingesetzt [3].



Abbildung 2: Überblick über das Konzept des objektorientierten Umweltmodells (OOWM), welches das Herzstück der in Abbildung 1 dargestellten Informationsfusionskomponente bildet.

Literatur:

- [1] Kuwertz, A.; Mühlenberg, D.; Sander, J.; Müller, W.: Applying Knowledge-Based Reasoning for Information Fusion in Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance. In: Multisensor Fusion and Integration in the Wake of Big Data, Deep Learning and Cyber Physical System, LNEE, vol. 501, S. 119-139, Springer 2018.
- [2] Hoffmann, A.; Kuwertz, A.; Sander, J.: Towards Information Extraction and Semantic World Modelling to Support Information Management and Intelligence Creation in Defense Coalitions. To appear in: Proceedings of Artificial Intelligence and Machine Learning in Defense Applications, SPIE Security and Defence, 2019.
- [3] Mühlenberg, D.; Kuwertz, A.; Schenkel, P.; Müller, W.: Towards information extraction from ISR reports for decision support using a two-stage learning-based approach. In: Proceedings SPIE Volume 11015, Open Architecture/Open Business Model Net-Centric Systems and Defense Transformation 2018; 11015OP (2019).

INTELLIGENTE ASSISTENZ- UND AUSBILDUNGSSYSTEME FÜR DIE BILDGESTÜTZTE AUFLÄRUNG



Abbildung 1: Idee der Adaptivität - ein virtueller Tutor unterstützt in virtuellen Lernumgebungen.

Unser Lernen ist individuell. Auch am Arbeitsplatz lernen wir beständig, wir entwickeln uns weiter. Idealerweise helfen uns Lernenden dabei Assistenzsysteme wie adaptive Lernsysteme, die unsere Lernerfahrungen an individuellen Bedürfnissen und der jeweiligen Situation ausrichten – ähnlich wie ein persönlicher Tutor (Abb. 1). Hier kommen Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) zum Einsatz: Sie dienen dazu, Beobachtungen zu interpretieren und passende Adaptionsstrategien automatisch auszuwählen.

Auch bei der bildgestützten Aufklärung machen Assistenz- und Ausbildungssysteme von KI-Verfahren Gebrauch. Da der Erfolg einer Aufklärungsmission entscheidend von der Performanz der Bildauswerter abhängt, ist es wichtig, diese während des gesamten Aufklärungsprozesses (des sogenannten Reconnaissance Cycles) optimal zu unterstützen.

Spezialisierte Ausbildung und Training, kombiniert mit technologiegestützten Lernwerkzeugen wie etwa E-Learning-Kursen,

Computersimulatoren und digitalen Lernspielen (Serious Games), zielen auf die bestmögliche Qualifikation der Bildauswerter [1]. Für optimale Ergebnisse muss der Trainingsprozess individuell an den Wissensstand, die Fähigkeiten und die Bedürfnisse der Bildauswerter angepasst sein.

Ziel der Forschung des Fraunhofer IOSB für die abbildende Aufklärung ist die Entwicklung von Konzepten und Verfahren, um die eingesetzten Software-Werkzeuge für die Bildauswerter adaptiv zu gestalten. Dabei ist die leitende Forschungsfrage, wie sich intelligente Lernumgebungen charakterisieren und analysieren lassen, um optimale Adaptionsstrategien automatisch zu ermitteln [2].

Als Rahmenwerk wird der Adaptivitätszyklus (Abb. 3, [2]) mit den vier Phasen Erfassung, Analyse, Auswahl und Darstellung verwendet:

1. Erfassung – die möglichst unaufdringliche Erfassung der Nutzerinteraktionen und der Benutzerzustände, etwa durch Tracking der Mausklicks oder der Blickbewegungen;



Dipl.-Inf. Alexander Streicher

Interoperabilität und
Assistenzsysteme (IAS)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-277
alexander.streicher@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/IAS

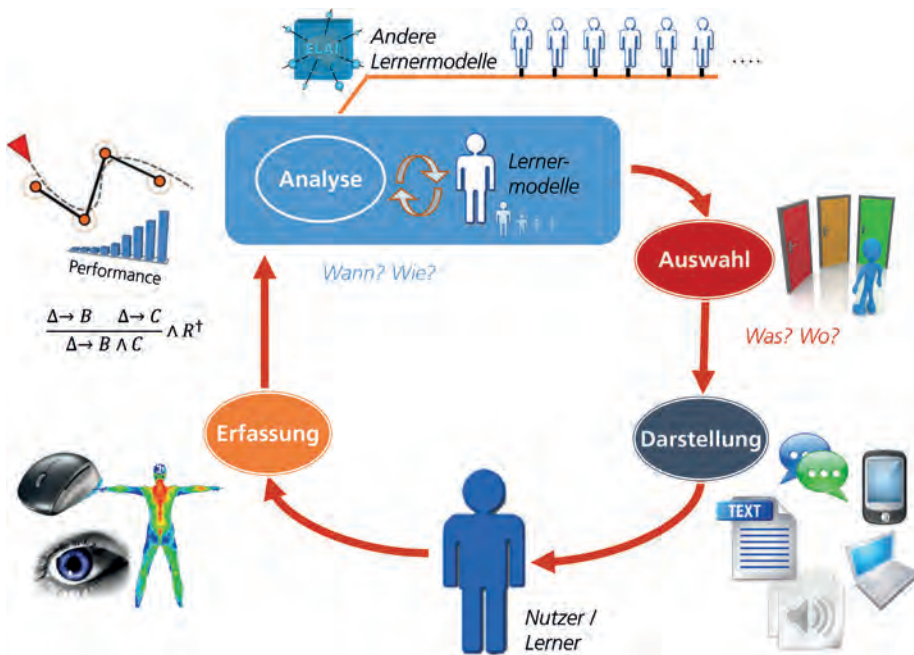


Abbildung 2: 4-phasiger Adaptivitätszyklus (© Fraunhofer IOSB).

2. Analyse – die maschinelle Interpretation der gesammelten Daten sowie die Modellbildung, um Nutzerzustände didaktisch-orientiert für eine automatische Regelung (Adaption) quantifizieren zu können;
3. Auswahl – die Auswahl oder Veränderung von passenden Lerninhalten, z. B. relevante Lernempfehlungen oder eine Anpassung der Schwierigkeit; und
4. Darstellung – die Anzeige bzw. Aufbereitung der Inhalte anhand von Nutzerprofilen und -präferenzen.

Als Lösung wurde das Framework »E-Learning A.I.« (ELAI) entwickelt, das auf etablierten Interoperabilitäts-Standards aufsetzt (Abb. 4, [3]). Die in der ELAI integrierten KI-Verfahren analysieren die Nutzerinteraktionsdaten und ordnen diese in ein Benutzermodell ein. Die KI-Technologien konzentrieren sich hierbei darauf, den Zustand der Benutzer bzw. deren Lernsituation zu charakterisieren und automatisch zu analysieren. Erst wenn ein adaptives Tutorssystem Information über den aktuellen Lernzustand der

Benutzer besitzt, können der richtige Adaptionszeitpunkt und die optimalen Adaptionsstrategien bestimmt werden [4].

Im Fokus der aktuellen Forschungsarbeiten steht der Einsatz von kognitiven Modellen, die sich flexibel auf neue Anwendungsdomänen anwenden lassen. Die Schwierigkeit hierbei ist, dass Expertenwissen typischerweise sowohl für die Anwendungsdomäne als auch für die kognitive Modellierung benötigt wird. Der Anspruch ist, generische Basismodelle zu entwickeln, die mithilfe von maschinellen Lernverfahren kosteneffektiv an neue Anwendungen angepasst (gelernt) werden können. Unsere Forschungsergebnisse zeigen, wie sich sogenannte kognitive Architekturen und hierarchische Bayes'sche Netze für adaptive Lernsysteme einsetzen lassen.

Die ELAI wurde bereits in Lernspielen eingesetzt und evaluiert. Neuere Arbeiten fokussieren sich auf »intelligente Benutzermodelle«, die z. B. Informationen über Aufmerksamkeit oder kognitive Belastung bereitstellen.

Die Arbeiten werden gefördert vom Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr.

Literatur:

- [1] Roller, W.; Berger, A. and Szentes, D.: "Technology based training for radar image interpreters", in 2013 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), 2013, no. 6, pp. 1173-1177.
- [2] Streicher, A. and Smeddinck, J. D.: "Personalized and Adaptive Serious Games", in Entertainment Computing and Serious Games: International GI-Dagstuhl Seminar 15283, Dagstuhl Castle, Germany, July 5-10, 2015, Revised Selected Papers, R. Dörner et al., Ed. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 332-377.
- [3] Streicher, A. and Roller, W.: "Adaptivity for Game Based Learning - Personalized Adaptive Learning for Military Image Interpretation", Fraunhofer IOSB Jahresbericht 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 64-65, 2017.
- [4] Streicher, A.; Leidig, S. and Roller, W.: "Eye-Tracking for User Attention Evaluation in Adaptive Serious Games", in 13th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2018, 2018, pp. 583-586.

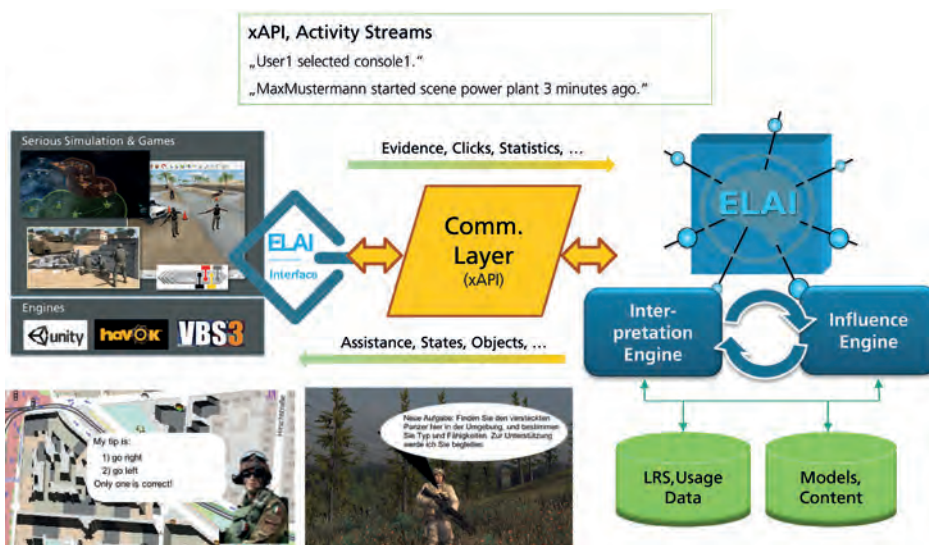


Abbildung 3: ELAI-Architektur (© Fraunhofer IOSB).

Themen



Technischer Oberregierungsrat
Thomas Honke

Wehrtechnische Dienststelle für
Schutz- und Sondertechnik - WTD 52

Oberjettenberg
83458 Schneizlreuth

www.baainbw.de/wtd52



Dr.-Ing. Markus Müller

Videoauswertesysteme (VID)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-250
markus.mueller@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de/VID

KI IN DER TARNUNG

Verstehen, wie Maschinen die Welt des Tarnens begreifen

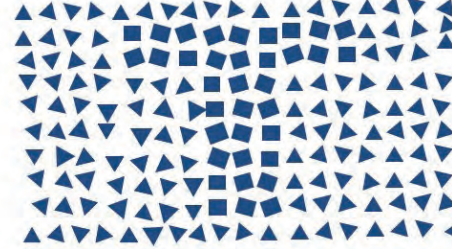
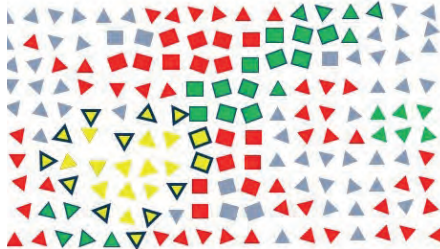


Abbildung 1: Wie intelligente Maschinen sehen.

Künstliche Intelligenz (KI) nimmt an Bedeutung zu und wird innerhalb weniger Jahre allgegenwärtig sein. Dabei wird der Begriff »KI« oft mit sogenannten neuronalen Netzwerken in Verbindung gebracht, welche die Intelligenz des Menschen in Teilen nachbilden sollen. Ein biologisches Neuron unterscheidet sich von einem künstlichen Neuron nicht grundsätzlich – in beiden Fällen sind die Elemente miteinander verschaltet. Diese bionische Ähnlichkeit zur Natur beflügelte die Entwicklung von künstlichen neuronalen Netzwerken. Heute ist es durch die rasante Technologieentwicklung auf dem Informatiksektor gelungen, tatsächlich grundlegende Fähigkeiten eines Gehirns nachzubilden: Nämlich Muster (z. B. Bildmuster) zu erfassen, ähnliche Muster wiederzuerkennen und neue Muster zu erlernen.

Dabei ist das Verstehen der Maschinen keineswegs mit dem eines Menschen gleichzusetzen, wie Abbildung 1 verdeutlicht. Ein Mensch würde durch seine Erfahrung auf der linken Seite des Bildes ein Herz und bestimmte Flecken erkennen, weil sein Gehirn durch typisch menschliche Erfahrungen geprägt ist. Maschinen sehen die Welt anders: Ihre Musterprägung erfolgt durch

Vermessen und numerische Verarbeitung. Für den Menschen ist das gelbe Herz auf der linken Seite ein Schlüsselreiz, der beispielsweise von den Formen (Dreiecke und Quadrate) ablenkt, während stattdessen die Maschine das im rechten Bild sichtbare »T« schnell erkennen würde.

Im Bereich der Tarnung wirkt sich KI auch auf feste Tarnmuster militärischer Fahrzeuge aus. Der Treiber der Tarnsystemtechnik ist bis dato die nackte Sensorik und deren spektrale Einsatzbandbreite. Gegen visuelle Aufklärung werden fest vorgegebene Tarnmuster (Fleckenpläne) angewandt – im thermischen Bereich wirken Oberflächenbehandlungen sowie Materialien mit thermischer Isolation und Konvektion, im Radarbereich werden Radarstrahlung-Absorbierende Materialien (RAM) verwendet. Ein erfolgreiches Tarnsystem wird kopiert und nachproduziert.

Die gegenwärtige Einführung von Sensorik begleitender KI erschließt jetzt neue Möglichkeiten, um Informationen schneller zu klassifizieren und Ziele zu identifizieren. KI-Methoden auf der Seite der Sensorik erfordern jedoch auch auf der Seite der Tarnung neue Technologien. Die klassische

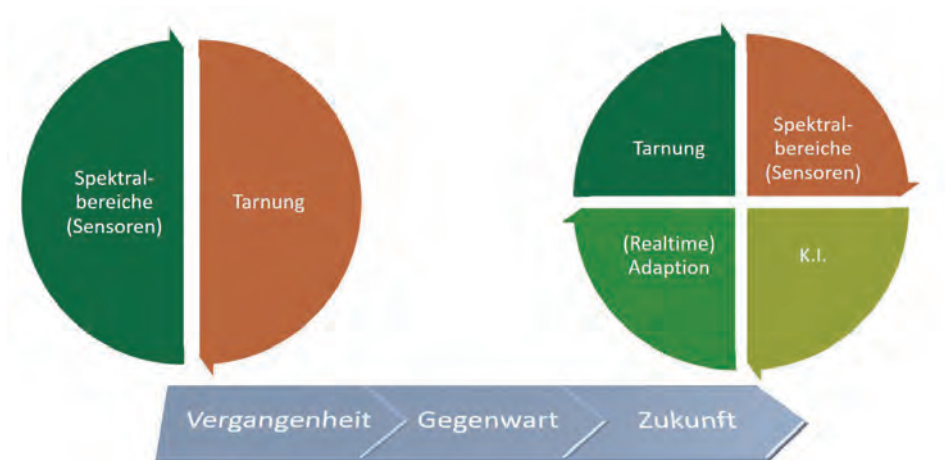


Abbildung 2: Tarnung neu verstehen.

Tarnung muss mit neuen Konzepten, wie zum Beispiel einer »intelligenten adaptiven Tarnung« erweitert werden. Dadurch sollen KI-gestützte Aufklärungssysteme durch unbekannte oder unlogische Informationen verwirrt werden, was als »Erreichen eines technischen Frustrationszustandes einer KI« bezeichnet wird. In diesem Zustand kann keine KI-Information einem erlernten Muster zugeordnet werden und muss neu trainiert werden. Um einen solchen »technischen Frustrationszustand« dauerhaft erzeugen zu können, ist es zunächst erforderlich die Schlüsselreize zu kennen nach denen ein KI-System Objekte klassifiziert.

Hierzu müssen Werkzeuge (Software) geschaffen werden, die diese Schlüsselreize visualisieren und analysieren können.

Die Grundlage für derartige Werkzeuge bilden automatisierte Tarnbewertungswerkzeuge, wie zum Beispiel das vom Fraunhofer IOSB im Auftrag der WTD 52 entwickelte CART (Camouflage Assessment in Real-Time). Hierbei handelt es sich um eine Integrationsplattform für verschiedene Algorithmen, die Merkmale von Zielen und Hintergründen identifizieren sollen. Im nächsten Schritt sollen vorgegebene KI-Methoden in die Plattform integriert

werden, um die Merkmale mit den Schlüsselreizen der jeweiligen KI-Methode zu korrelieren.

Die Analyse von Schlüsselreizen von KI-Systemen eröffnet neue Möglichkeiten in der Tarnung, welche zurzeit diskutiert werden:

- Schlüsselreizstärken von vorhandenen bzw. vorgegebenen KI-Methoden könnten als neue Bewertungsmethode die Tarnwirksamkeit in Echtzeit berechnen.
- Mit Hilfe von KI könnten digitale Tarnmuster (z. B. für adaptive Tarnungen) entwickelt werden.
- KI-basierte Augmented Reality (AR) könnte als »Stealth-Assistent« eine signaturoptimierte Positionierung und Bewegung des eigenen Fahrzeugs im Einsatz unterstützen.

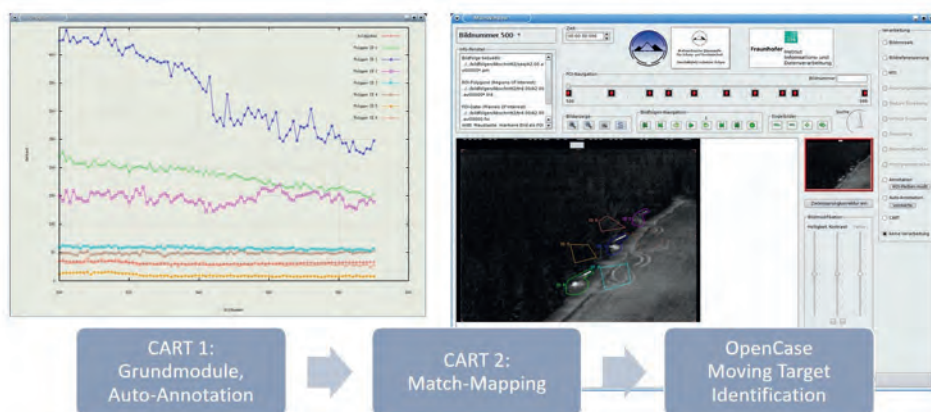


Abbildung 3 Wie Maschinen sehen - CART.

Fazit: Die Anwendung von KI in der Sensorik und Aufklärung ist bereits heute Stand der Technik – damit Tarnung auch in Zukunft wirksam bleibt, müssen KI-Methoden auch für die Tarnung erforscht und genutzt werden.



Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

info@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de

STANDORT KARLSRUHE

Fraunhoferstraße 1
76131 Karlsruhe, GERMANY
Telefon +49 721 6091-0

STANDORT ETTLINGEN

Gutleuthausstraße 1
76275 Ettlingen, GERMANY
Telefon +49 7243 992-0

KONTAKTBÜRO BEIJING

Representative for Production and
Information Technologies
Unit 0711, Landmark Tower II
8 North Dongsanhuan Road
Chaoyang District
100004 Beijing, PR CHINA
Telefon +86 10 6590 0620
muh@fraunhofer.com.cn

Institutsteil für angewandte Systemtechnik Fraunhofer IOSB-AST

www.iosb-ast.fraunhofer.de

STANDORT ILMENAU

Am Vogelherd 90
98693 Ilmenau, GERMANY
Telefon +49 3677 461-0
info@iosb-ast.fraunhofer.de

AUSSENSTELLE GÖRLITZ

Wilhelmsplatz 11
02826 Görlitz, GERMANY
Telefon +49 3581 7925354
joerg.laessig@iosb.fraunhofer.de

**FORSCHUNGSGRUPPE SMART
OCEAN TECHNOLOGIES ROSTOCK**
Alter Hafen Süd 6 – Am Grenzschlachthof 4
18069 Rostock, GERMANY
Telefon +49 3677 461-124
thomas.rauschenbach@iosb-ast.fraunhofer.de

Institutsteil für industrielle Automation Fraunhofer IOSB-INA

www.iosb-ina.fraunhofer.de

STANDORT LEMGO

Campusallee 1
32657 Lemgo
Telefon +49 5261 94290-22
juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de