ITG news
INFORMATIONSTECHNISCHE GESELLSCHAFT IM VDE
03/2017

Neues von der ITG

Was gibt es in der ITG Neues? Die ITG-News sollen darauf regelmäßig eine Antwort geben. Natürlich kann auf dem verfügbaren Raum nur ein kleiner Ausschnitt der Aktivitäten unserer mehr als 10 000 Mitglieder dargestellt werden. Weitere Informationen über laufende Aktivitäten finden Sie auf den Seiten unseres Webauftritts. Schauen Sie doch öfters einmal unter https://www.vde.com/de/itg nach!

Sicherlich wird Ihnen aufgefallen sein, dass wir die Struktur der Fachbereiche aktualisiert und verwandte Themenbereiche zusammengeführt haben. Die Facharbeit ist nunmehr in sieben Bereiche gegliedert, deren Tätigkeit durch die Bezeichnung mit einer Abkürzung aus zwei Buchstaben und nicht mehr durch eine Zahl benannt wird. Wo aber sind in dieser Struktur Querschnittsthemen wie zum Beispiel „Sicherheit und Zuverlässigkeit“ angesiedelt? Die Antwort ist klar: Dazu brauchen wir Experten aus verschiedenen Fachbereichen, die gemeinsam Themen aufgreifen und die Ergebnisse ihrer Arbeit unter anderem in Positionspapieren dokumentieren. Diese Dokumente dürfen nur einen begrenzten Seitenumfang besitzen, um von vielen Adressaten auch wirklich gelesen zu werden. Die Erstellung kostet – gerade wegen der Notwendigkeit einer kompakten und trotzdem präzisen Darstellung – unsere freiwilligen Autoren sehr viel Zeit und Arbeit. Umso erfreulicher ist es, wenn wieder einmal zu einem aktuellen Thema eine fachlich fundierte, neutrale Dokumentation verfügbar wird, wie unten auf dieser Seite am Beispiel der Funkkommunikation für Industrie 4.0 sichtbar. Weitere Aktivitäten sind geplant. Aufrufe zur Mitwirkung in neuen Arbeitskreisen finden Sie regelmäßig in unseren ITG-News – dieses Mal auf Seite 6.

> Wir haben die Struktur der Fachbereiche aktualisiert und verwandte Themenbereiche zusammengeführt.

Bitte unterstützen und gestalten Sie auch weiterhin die Arbeit der ITG. Deren Zukunft können Sie beeinflussen, indem Sie von Ihrem Wahlrecht Gebrauch machen: Bald ist es so weit und die Wahl des ITG-Vorstands für die nächste Amtszeit 2018 bis 2020 beginnt. Die Unterlagen dazu erhalten Sie ab Anfang August 2017 per Post.

PROF. DR.-ING. RÜDIGER KAYS
ITG-Vorsitzender

ITG-POSITIONSPAPIER

„Funkkommunikation Industrie 4.0“

Die Digitalisierung der Industrie schreitet unaufhörlich voran. Das Thema „Industrie 4.0“ soll neue automatisierte Fertigungsverfahren für die Industrie in der „vierten industriellen Revolution“ ermöglichen. Der Wandel der Automatisierungsindustrie in Richtung Industrie 4.0 ist ohne den kombinierten Einsatz moderner Technologien und deren Vernetzung nicht umsetzbar. Bei der Digitalisierung und Integration der Prozesse auf verschiedenen Ebenen müssen unterschiedliche Systeme zuverlässig und effizient zusammenwirken. Durch den Einsatz von Funklösungen werden der Aufwand für die Verkabelung reduziert, flexible Kommunikationsansätze ermöglicht und es können neue Anwendungsfelder erschlossen werden.

Das Positionspapier ist online abrufbar unter https://www.vde.com/de/itg/publikationen/studien

Inhalt

Meldungen 02
Aus den Fachgremien 06
Thema
Lokalisierung 07
Nachruf/Termine 16

ABSCHIEDSKOLLOQUIUM FÜR PROF. DR.-ING. DR.-ING. HABIL. JOHANNES HUBER

Würdiger Abschied

Am 31. März 2017 wurde Prof. Johannes Huber mit einem Abschiedskolloquium und einer anschließenden Feier von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedet. Prof. J. Huber war langjähriges Mitglied des ITG-Fachausschusses 5.1 „Informations- und Systemtheorie“ und von 1999 bis 2001 auch dessen Vorsitzender.

Prof. Huber mit seinen mehr als 50 derzeitigen und ehemaligen Doktoranden

Zum Auftakt des Kolloquiums dankten Prof. Dr.-Ing. André Kaup, Sprecher des Departments Elektrotechnik-Elektronik-Informationstechnik (EEI), Prof. Dr.-Ing. Reinhard Lerch, Dekan der Technischen Fakultät, und Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger, Präsident der FAU, Prof. Huber in ihren Grußworten vor mehr als 200 Teilnehmern für seine mehr als 26 Jahre Dienst an der FAU.

Im Anschluss ließ Prof. Dr.-Ing. Robert Schober (FAU), ein ehemaliger Doktorand Prof. Hubers, dessen Karriere in seinem Vortrag „Auf den Spuren von Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Johannes Huber“ Revue passieren. Dabei erfuhren die Zuhörer nicht nur, dass Prof. Huber im Lauf seiner Karriere zahlreiche Preise, wie den ITG-Literaturpreis, IEEE Fellow, den Vodafone Innovationspreis, die Mitgliedschaft in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und „Corresponding Fellow of the Royal Society of Edinburgh“, erhalten hatte, sondern auch, dass ihm die Alpen-Adria-Universität Klagenfurt im Herbst 2017 die Ehrendoktorwürde verleihen wird.

Danach stellte Prof. Huber in seiner Abschiedsvorlesung „Bemerkungen am Rande“ zunächst die provokante Frage, ob „OFDM das Allheilmittel für Übertragung über linear dispersive Kanäle“ sei, um dann aufzuzeigen, welche Vorteile Einträgermodulationsverfahren im Vergleich zu OFDM für Anwendungen haben, die sehr kurze Latenzzeiten erfordern, wie zum Beispiel das „Internet der Dinge“.

Im dritten Vortrag des Kolloquiums mit dem Titel „Die ganzen Zahlen …“ berichtete Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Robert Fischer (Universität Ulm), ein weiterer ehemaliger Doktorand und Habilitand von Prof. Huber, von gemeinsamen Arbeiten zu Vorcodierverfahren für MIMO-Kommunikationssysteme.

Danach präsentierte Prof. Dr. Helmut Bölcskei im ersten Teil seines Vortrags neue Forschungsergebnisse zum Thema „Harmonic Analysis of Deep Convolutional Neural Networks“. Im zweiten Teil legte er sehr anschaulich dar, was Vorgesetzte zum Thema „Führungsstil“ von Dirigenten lernen können.

Anschließend illustrierte Prof. Rüdiger Urbanke (EPFL Lausanne) anhand des Beispiels „Information Combing“, welch weitreichenden Einfluss Prof. Hubers Arbeiten auf die Informationstheorie und angrenzende Fachgebiete hatten.

Im Abschlussvortrag „JH-Codes und Kunst“ stellte Prof. Gerhard Kramer (Technische Universität München) u.a. die große Bedeutung von Prof. Hubers Arbeiten auf dem Gebiet der „Continuous Phase Modulation“ (CPM) heraus.

Bei der anschließenden Feier ließen Prof. Huber und seine Gäste, darunter mehr als 50 derzeitige und ehemalige Doktoranden, den Abend ausklingen.

PROF. DR.-ING. ROBERT SCHOBER
Lehrstuhl für Digitale Übertragung,
Universität Erlangen-Nürnberg

MAKI 2017

Scientific Workshop on In-Network Processing and Network-Function Virtualization as Transition Methodologies

In the scope of the collaborative research center MAKI (SFB 1053) at the Technische Universität Darmstadt, the second phase of which started in January 2017, the fourth scientific workshop took place on April 7th.

Because one of the main guiding themes for MAKI in its second phase is "software defined communication systems", this year's workshop focused on "network function virtualization (NFV)" and "in-network processing (INP)" as two of the pillars of the softwarization of networks.

The basic idea of the workshop was the discussion of NFV/INP from the respective view of the speakers followed by answering the question what MAKI can learn from their particular views.

The workshop was conceived by Paul Müller (University of Kaiserslautern and Technische Universität Darmstadt). He provided an overview of MAKI's goals and backgrounds along with MAKI's main abstractions – "mechanisms" and "transitions". A transition is a novel approach to deal with adaptability in the large and scalability of future communication systems.

The introduction to the workshop was followed by a comprehensive overview of NFV and INP given by Wolfgang Kellerer from the University of Munich. He classified these topics into the scientific landscape addressing the questions of flexible networking. Moreover, he introduced a flexibility measure for software defined networks and substantiates the basic foundations of NVF and INP in concrete use cases. This helped the audience to understand the potential contribution of NFV and INP for flexible networking. The main conclusions from this talk can be summarized as follows: Softwarization of networks and especially NFV and INP provide an excellent basis for transitions between mechanisms where the (de-)chaining and the underlying dynamics must be carefully considered.

A special highlight was the talk of Peter Steenkiste from Carnegie Mellon University, USA. He is well known in the "Future Internet" research community and developed a new Internet architecture called "eXtensible Internet Architecture (XIA)" within the NSF program "Future Internet Architecture (FIA)". He argued that the current Internet only forwards packets based on the end-to-end principle with a lot of security and privacy concerns. These concerns are mainly caused by middle-boxes providing certain network functions (NF). To provide a certain functionality, the question arises which part of a packet does a network function has to read and write? In this context, the XIA architecture can help in making network functions visible and use them for smart forwarding observing security and correctness issues. Therefore, it is important for MAKI to identify network functions in the different subprojects and which network function can be seen as a mechanism in the sense of MAKI.

Henning Paul from the University of Bremen dived a bit deeper into the network stack and discussed INP for distributed estimation in mobile communications based on environmental monitoring. This fits to the MAKI approach in the sense that transitions take place not only in the upper layers of the network stack, but also in the physical layer for example between WLAN and LTE.

After a short lunch, the workshop continued with a presentation by Panagiotis Papadimitriou from the University of Macedonia, Greece, about virtualized NF placement for INP. He also argued with the existence of middle-boxes and their migration to "network functions as a service (NF-as-a-service)" to reduce CAPEX and OPEX for enterprise networks. In his talk, Papadimitriou addressed the questions of the right NF placement, the right service chaining and management, and discussed an exact method (mixed integer program) as well as heuristic methods. Moreover, he analyzed on-path and off-path network processing and introduced the MIDAS approach for middle-box discovery and selection for on-path flow processing. The potential for MAKI can be seen in the algorithms and protocols for distributed NF placement which can be adopted from the MIDAS approach and a model for signaling load estimation in cellular networks to trigger transitions.

An industrial point of view was given by Michael Jarschel from Nokia Bell Labs, Stuttgart. In his talk, he compared the IT industry and the telecommunications industry. Although they have many things in common and will likely converge eventually, they had and still have a fundamental different understanding of legacy support („discontinue service" vs. „full support and operation for 10+ years"), reliability („if it fails, spawn a new in-

The Speakers from left to right: Peter Steenkiste, Peter Pietzuch, Michael Jarschel, Thomas Zinner, Henning Paul, Panagiotis Papadimitriou, Wolfgang Kellerer, Paul Müller (Organizer)

stance“ vs. „it has to work 99.999 % of the time“) and workloads („focus on swift compute/storage“ vs. „Rapid I/O“). As a result, standards will play an important role for the convergence, but the evolution of the network is still going on. This means MAKI is on the right track to make the network more flexible in order to adopt to an ever-changing network world.

Benchmarking and performance evaluation of network function virtualization was addressed by Thomas Zinner from the University of Wuerzburg. He argued that performance is important to maximize the benefits of network function virtualization. Quantifying the performance benchmarking and modelling are two important topics. Moreover, he proposed to decompose the virtual network functions into functional blocks to improve scalability via finer granularity and support dynamic placement of the components. He concludes that transitions should not be seen between mechanisms only, but also hardware offloading and function placement can be discussed as state transitions.

As a last highlight, Peter Pietzuch from Imperial College London gave a presentation on application specific network services. While the current discussion about NF is focused on packet-based middle-boxes, he introduced application-specific functions in the network. To realize this concept, he discussed FLICK as a platform for creating application-specific functions. FLICK offers a runtime environment with a “domain specific language (DSL)” where the work can be broken into independently schedulable units (tasks) where the tasks can be chained by channels into task graphs. Based on these abstractions FLICK can offer an environment for an application oriented transition model in MAKI.

Overall the workshop was very successful for MAKI and gave us a lot food for thought. As a result of the workshop, the different work packages of MAKI will evaluate NFV and INP with respect to how these topics can influence the research for mechanisms and transitions. Based on the respective findings, MAKI will substantiate related models and evaluate them on an international testbed based on GENI, CloudLab and ToMaTo in the future.

In 2018 the MAKI scientific workshop will focus on machine learning in communication systems; Bernd Freisleben takes care of it.

For more details please look at http://www.maki.tu-darmstadt.de/events_1/maki_scientific_workshop/2018/agenda_1.en.jsp.

PROF. DR. PAUL MÜLLER
University Kaiserslautern/
Technische Universität Darmstadt

TEST UND ZUVERLÄSSIGKEIT 2017

Algorithmen, Hardware und Sicherheit von Systemen

Die 29. Auflage des TuZ-Workshops „Test und Zuverlässigkeit von Schaltungen und Systemen“, der Anfang März in Lübeck stattfand, deckte dieses Jahr ein breites Spektrum an Themen ab.

Die Organisatoren des TuZ-Workshops in Lübeck: Jürgen Schlöffel und Dr. Stephan Eggersglüß

Die Beiträge und Diskussionen im Rahmen des jährlich stattfindenden Zwei-Tages-Workshops reichten von Algorithmen zur Testgenerierung über neue Hardwarelösungen für den Test von mikroelektronischen Schaltungen bis hin zur Sicherheit von eingebetteten Systemen. Die gleichnamige gemeinsame Fachgruppe von GMM, ITG und der Gesellschaft für Informatik veranstaltete den 29. Workshop dieses Jahr vom 5. bis 7. März in der Hansestadt Lübeck. Die lokale Organisation lag in den Händen von Jürgen Schlöffel, Mentor Graphics Deutschland GmbH. Für das Programm zeichnete Dr. Stephan Eggersglüß, Universität Bremen und DFKI GmbH, verantwortlich.

Nach einem intensiven Reviewprozess hatte das Programmkommittee zwölf Vorträge und sechs Poster für die Veranstaltung ausgewählt. Weiterhin wurden zwei eingeladene Vorträge in das Programm aufgenommen. Ein eingeladener Vortrag wurde von Artur Jutman aus Talinn gehalten. Prof. Jutman ist Direktor des Estonia Labs und gab einen Einblick in aktuelle Problemstellungen beim Test von komplexen Leiterplatten und Systemen. Für den zweiten Vortrag reiste Professor Paul Pop von der Technical University of Denmark aus Kopenhagen an. Sein Beitrag führte in die Zertifizierung für sicherheitsrelevante Systeme ein und zeigte Beispiele für bereits realisierte autonome Fahrzeuge in Landwirtschaft und Industrie. Im regulären technischen Programm gab es für junge Wissenschaftler Gelegenheit, den Stand ihrer Arbeiten zu präsentieren und zur Diskussion zu stellen. Erfahrene Industrievertreter gaben Einblicke in aktuelle Problemstellungen und Lösungen aus der Praxis.

Den Workshop besuchten 50 interessierte Teilnehmer, die durch Diskussionsbeiträge während des fachlichen Programms und durch informelle Gespräche in Pausen zum Gelingen der Veranstaltung als Fach- und Netzwerkevent beitrugen. Erfreulicherweise gab es auch dieses Jahr wieder ein ausgewogenes Verhältnis von Teilnehmern aus Forschung und Industrie.

Für das nächste Jahr wird der Workshop von der Trave an die Dreisam nach Freiburg ziehen. Der Termin ist bereits auf den 4. bis 6. März 2018 festgelegt. Für lokale Organisation und Programmverantwortung haben sich Dr. Matthias Sauer (Uni Freiburg) und Dr. Daniel Tille (Infineon Technologies AG) zur Verfügung gestellt.

Aktuelle Informationen gibt es unter: www.tuz-workshop.de.

DR. JÜRGEN ALT
Intel Deutschland GmbH

WORKSHOP DER ITG-FACHGRUPPE 5.3.1

Fachaustausch zu photonischen Komponenten und Systemen

Am 16. und 17. Februar fand an der Technischen Universität München der jährliche Workshop der ITG-Fachgruppe 5.3.1 statt. Mit 45 Teilnehmern aus Industrie und akademischen Einrichtungen stieß das abwechslungsreiche Programm, bestehend aus 15 Beiträgen, auf großes Interesse.

Schon seit über zehn Jahren veranstaltet die Fachgruppe 5.3.1 „Modellierung photonischer Komponenten und Systeme“ regelmäßig einen Workshop zum zwanglosen fachlichen Austausch zwischen Vertretern der deutschen Industrie und den akademischen Einrichtungen. In diesem Jahr fand der Workshop am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München statt. Das anspruchsvolle und abwechslungsreiche Programm wurde vom Organisator des Workshops, Prof. Norbert Hanik, zusammengestellt.

Der Workshop begann mit einem eingeladenen Beitrag zum Thema der probabilistischen Formung von Signalkonstellationen, gehalten von Georg Böcherer, einem international anerkannten Experten auf diesem Gebiet, von der TU München. Neben den theoretischen Grundlagen wurden insbesondere auch experimentelle Ergebnisse gezeigt, die den Vorteil dieser Technologie gegenüber herkömmlichen Signalkonstellationen hinsichtlich der erzielbaren Kapazität in Glasfaserübertragungssystemen demonstrieren.

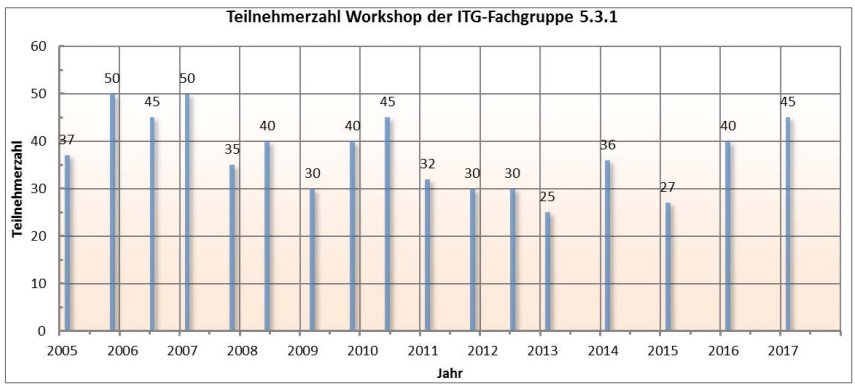
Das Thema des eingeladenen Beitrags wurde auch im ersten Vortrag der ersten regulären Sitzung wieder aufgegriffen. Tobias Fehenberger von der TU München berichtete über den Einfluss der probabilistischen Formung auf die nichtlinearen Übertragungseigenschaften von Glasfaserstrecken. Darüber hinaus stellte er ein analytisches Modell vor, welches in guter Näherung dieses Übertragungsverhalten beschreiben kann.

Um derartig komplexe Signale mit hoher Güte bei hohen Symbolraten erzeugen zu können, sind digitale Verfahren zur Vorkompensation von Komponenteneigenschaften unabdingbar. Ginni Khanna (TU München) stellte dazu in Kooperation mit der Firma Coriant R&D ein Verfahren mit reduzierter Komplexität basierend auf Gedächtnispolynom-Filtern vor. Abschließend stellte Hakan Baytekin Simulationsergebnisse zu einem Selbst-Heterodynempfänger vor.

Die folgende Sitzung beschäftigte sich mit den Zukunftstechnologien optischer Raummultiplex (SDM) und Quantenkommunikation. Es wurden Simulationen und Experimente zur Modellierung von SDM in Mehrkernfasern (Carlos Castro, CAU Kiel) sowie theoretische Betrachtungen zur Modellierung der Fasernichtlinearität in Mehrmodenfasern (Friederike Schmidt, TU Berlin) vorgestellt. Andreas Poppe von Huawei in München stellte Ergebnisse auf dem Weg zu einer kommerziellen Plattform für die Quantenschlüsselverteilung vor, die in naher Zukunft die sichere Kommunikation über kurze Distanzen ermöglichen soll.

Die nichtlinearen Eigenschaften der Glasfaser und deren Einfluss auf die Signalübertragung sind weiterhin wichtige Themen in der optischen Kommunikationstechnik. Die vorgestellten Arbeiten befassten sich sowohl mit der Modellierung und Charakterisierung der nichtlinearen Störungen in faseroptischen Übertragungssystemen als auch mit der Erzeugung geeigneter Wellenformen, die sich invariant gegenüber der Fasernichtlinearität zeigen und dadurch potenziell die bestehenden Kapazitätsgrenzen durchbrechen könnten. So stellte Stefanos Driz von VPIphotonics Simulationsergebnisse zur Charakterisierung der nichtlinearen Kreuzkanalstörungen in optischen Wellenlängenmultiplexsystemen vor und zeigte einen Ansatz zur Separation dieser Störungen in einen nichtlinearen Phasenrauschanteil und eine Reststörung, die näherungsweise gaussverteilt ist. Felix Frey von der Universität Ulm schlug ein neues analytisches Kanalmodell zur Beschreibung der Kreuzkanalstörungen vor. Alexander Geisler von der HSU Hamburg stellte experimentelle Ergebnisse zur Übertragung unter Ausnutzung der nichtlinearen Fouriertransformation (NFT) vor.

Während nichtlineare Effekte in Fasern in vielen Fällen als Störung für die Datenübertragung wahrgenommen werden, versucht ein aktueller Ansatz mithilfe der sogenannten nichtlinearen Fouriertransformation (NFT) die faktische Begrenzung der Übertragungskapazität durch Fasernichtlinearitäten zu durchbrechen. Im Workshop hat Alexander Geisler (HSU Hamburg) die Möglichkeit der Datenübertragung basierend auf den Eigenwerten der diskreten NFT vorgestellt. Bei einer Symbolrate von 1 GBaud wurde die Übertragung über bis zu 1508 km Glasfaser untersucht. Des Weiteren verglich Shi Li von der CAU Kiel zwei Methoden zur Berechnung der Koeffizienten der NFT.



Teilnehmerzahlen der Workshops der ITG-Fachgruppe 5.3.1 „Modellierung photonischer Komponenten und Systeme“ von 2005 bis 2017

Neben der optischen Nachrichtentechnik ist auch die optische Sensorik ein wichtiges Anwendungsfeld für photonische Komponenten. In zwei Beiträgen stellten Herr Köppel und Herr Werzinger von der FAU Erlangen-Nürnberg ihre Arbeiten zur Identifikation von Faserabschnitten basierend auf Rayleigh-Rückstreumessungen mittels inkohärenter optischer Frequenzbereichsreflektometrie sowie zur Anwendung von Faser-Bragg-Gittern als verteilte Fasersensoren für ortsaufgelöste Temperaturmessungen z.B. zur Überwachung von HVDC-Anlagen vor.

Auch die optische Freistrahlübertragung insbesondere für die Anwendung in der Satellitenkommunikation hat inzwischen einen festen Platz auf dem Workshop. Zifeng Wu von der Universität der Bundeswehr München gab eine umfassende Einführung in die Simulation von freistrahloptischen Übertragungssystemen, wobei er insbesondere auf die Modellierung von Turbulenzen, Nebel und Wolken einging. Amita Shreshta (DLR) stellte Ansätze für die Verwendung von variabler Datenrate für die Kommunikation mit LEO-Satelliten vor und untersuchte den Diversitätsgewinn durch mehrfaches, verzögertes Senden der Pakete in Kombination mit konstruktiver Kombination am Empfänger. Die Ergebnisse zeigten, dass dadurch die Robustheit des Systems verbessert werden konnte.

Mit vier vielfältigen Sitzungen bot das Programm einen Einblick in den Facettenreichtum der Anwendungen von photonischen Komponenten und Systemen. Der Workshop bot auch dem wissenschaftlichen Nachwuchs eine Plattform, um eigene Forschungsergebnisse vorzustellen und detaillierte Diskussionen mit Fachkollegen zu führen. Ein ganz besonderer Dank richtet sich an den Lehrstuhl für Nachrichtenübertragung der TU München, der die Räume zur Verfügung gestellt hat, und an Prof. Hanik für die vorbildliche Organisation vor Ort.

Der nächste Workshop der Fachgruppe 5.3.1 wird im Februar 2018 an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg stattfinden. Der genaue Zeitpunkt wird noch über den E-Mail-Verteiler der Fachgruppe bekannt gegeben. Interessenten können sich mit einer kurzen E-Mail an Bernhard Schmaus (bernhard.schmaus@fau.de) in die Liste aufnehmen lassen. Die Fachgruppe freut sich immer über neue Teilnehmer.

DR.-ING. JOHANNES FISCHER
Gruppenleiter Digitale Signalverarbeitung am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI

ITG-ARBEITSKREIS KT 6

„CALL FOR EXPERTS“ FÜR ITG KT 6 „INTERNET DER DINGE / INDUSTRIE 4.0“

Potenziale des Internets der Dinge für Deutschland und Europa heben

Eine Transformation hin zum Internet der Dinge wird bis spätestens 2025 in einem volkswirtschaftlich bedeutenden Umfang erwartet. Dies hat eine immer weiter voranschreitende und unausweichliche Digitalisierung aller Branchen zur Folge. Besonders für Anwendungen wie Industrie 4.0, Smart Grid, Smart Cities und IT-Sicherheit bietet sich somit die Chance, diese selbst mitzugestalten und folglich die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft voranzutreiben. Ebenso kann auf diese Weise der Gefahr des Festhaltens an klassischen Technologien, Methoden, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen seitens der deutschen Industrie entgegengewirkt und die aktuelle Position Deutschlands im internationalen Innovationswettlauf gestärkt werden.

Die größten Barrieren der digitalen Transformation liegen neben der Komplexität des Themas derzeit jedoch noch bei der IT-Sicherheit, fehlenden Normen und Standards sowie einer unzureichenden IKT-Infrastruktur. Auch gilt es Mängel hinsichtlich des Reifegrads beziehungsweise technische Hürden zu überwinden und nutzbringende Anwendungsfälle und Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Für die genannten Barrieren ebenso wie die sich ergebenden Chancen gilt es im Rahmen des neuen Arbeitskreises KT 6 „Internet der Dinge / Industrie 4.0“ einen Thinktank zu schaffen. Die Plattform soll dem Austausch von Know-how verschiedener Branchenspezialisten dienen und die Integration des Internets der Dinge in den unterschiedlichen Bereichen unterstützen. Hierbei kann unter anderem auf den großen und umfangreichen Erfahrungsschatz zurückgegriffen werden, welcher seit 2009 im Fokusprojekt „Energieinformationsnetze – Smart Grid“ angesammelt werden konnte. Diesen gilt es auf andere Bereiche anzuwenden und unterstützend sowie wegweisend zur Seite zu stehen.

Der neue Arbeitskreis dient demzufolge der Erörterung von Fragestellungen wie:

- der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Hinblick auf die Thematik Internet of Things,
- der Gestaltung der digitalen Transformation sowie
- der bestmöglichen Nutzung der sich ergebenden Potenziale.

Parallel dazu steht die Vermeidung von Risiken sowie die Konsequenzen auf die Volkswirtschaft des Landes bei der Digitalisierung im Fokus. Besonders gilt es hierbei Themen wie Sicherheit, Methodik und Implementierung genauer zu beleuchten.

Unterstützung erhoffen wir uns von den erfahrenen Arbeitskreismitgliedern des Fokusprojekts „Energieinformationsnetze – Smart Grid“, das in den neuen KT 6 überführt wird, sowie von interessierten Spezialisten verschiedener Teildisziplinen.

Das Kick-off-Meeting wird am Donnerstag, dem 14.9.2017, im VDE-Gebäude in Frankfurt/Main stattfinden. Teilnahme-Anmeldungen bitte per E-Mail an die ITG-Geschäftsstelle unter itg@vde.com.

DR.-ING. JÖRG BENZE
Leiter Fokusprojekt „Energieinformationsnetze – Smart Grid“ bzw. KT 6 „Internet der Dinge/Industrie 4.0“,
T-Systems Multimedia Solutions GmbH, Dresden

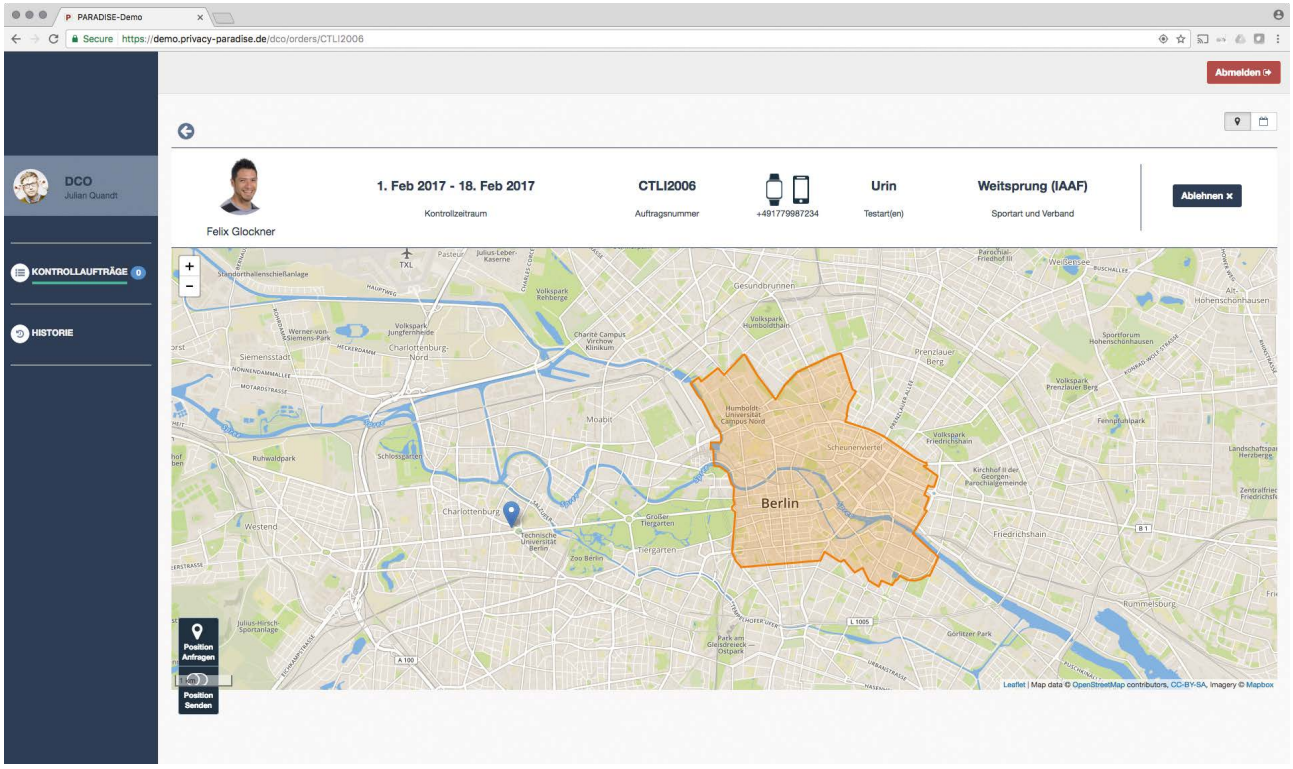


Bild 1: DCO-Ansicht einer groben Position des Athleten

LOKALISIERUNG

Mehr Datenschutz durch Privacy-Enhancing Technologies (PETs) bei reaktiven Lokationsabfragen

Im Rahmen des Projekts PARADISE werden Geofences genutzt, um die Privatsphäre von Athletinnen und Athleten bei Anfragen zu ihren Whereabouts im Fall einer Dopingkontrolle zu schützen. Mittels der Nutzung von dedizierten Geräten soll das jetzige Dopingkontrollsystem ADAMS durch ein nutzerfreundlicheres und sichereres System abgelöst werden.

Zurzeit nutzt die Nationale Anti-Doping-Agentur Deutschland (NADA) das in Kanada betriebene Anti-Doping Administration and Management System (ADAMS) der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA). Damit die nationalen Agenturen (NADOs) unangekündigte Dopingtests planen können, sind Spitzensportler, die an Wettkämpfen teilnehmen, dazu verpflichtet, ihre sogenannten Whereabouts, d.h. ihre Aufenthaltsorte mit Zeitangaben, in das Kalendersystem von ADAMS quartalsweise im Voraus einzutragen.

Projekt PARADISE: Mehr Datenschutz für Athletinnen

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt PARADISE (Privacy-enhanced And Reliable Anti-Doping Integrated Service Environment) [1] im Schwerpunkt „Selbstdatenschutz“ nimmt sich der Aufgabe an, mehr Datenschutz für Athletinnen beim Kampf gegen Doping zu schaffen.

Bei einer unangekündigten Dopingkontrolle wird ein Doping Control Officer (DCO) beauftragt, bestimmte Athletinnen in einem vorgegebenen Zeitraum zu kontrollieren, d.h. es werden Blut- bzw. Urinproben genommen. Diese Kontrollen müssen unangekündigt stattfinden, damit die Sportler keine Gelegenheit haben, Gegenmaßnahmen, z.B. durch die Einnahme von Maskierungsmitteln, einzuleiten.

In PARADISE wird geprüft, ob die Nutzung eines dedizierten Geräts – in unserem Falle „eves“ genannt [2] – Möglichkeiten bietet, das Kontrollsystem benutzer- und datenschutzfreundlicher zu machen. Das eves-Gerät gibt auf eine verschlüsselte, reaktive An-

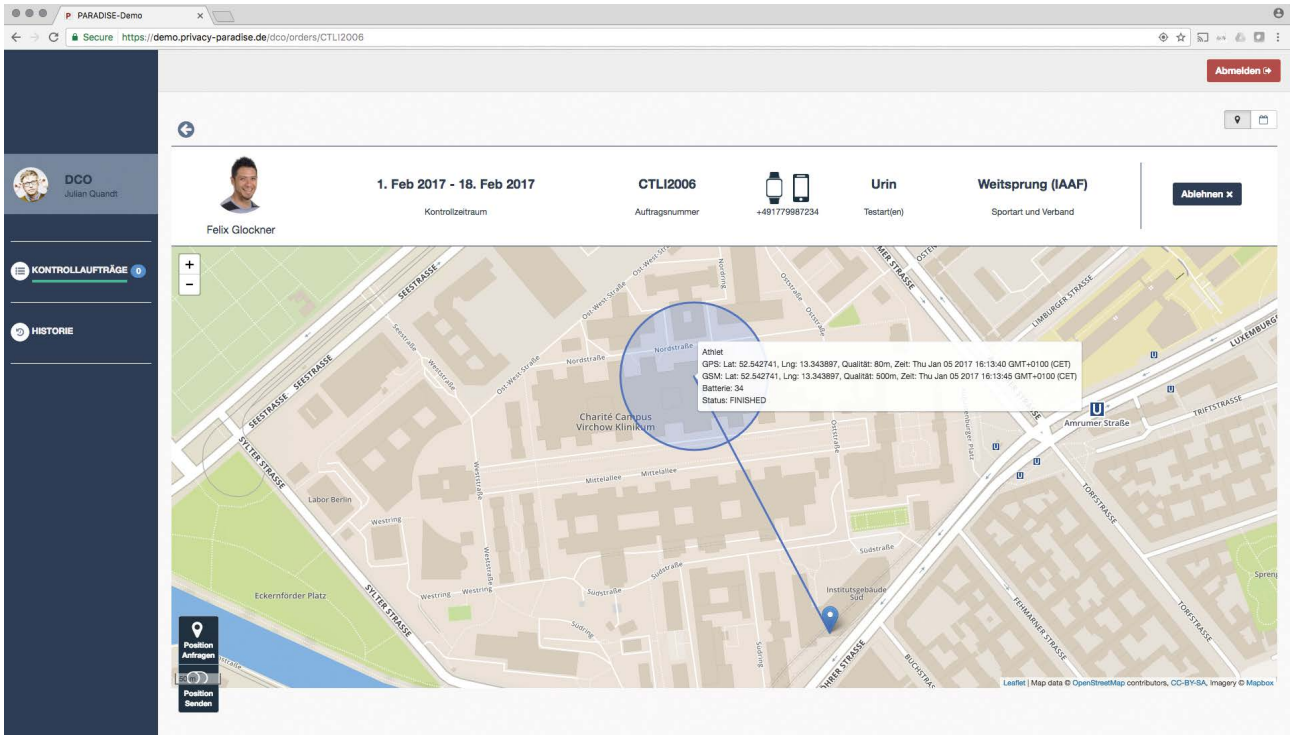


Bild 2: DCO-Ansicht einer genauen Position des Athleten

frage die Position an das PARADISE-System zurück. Es wird momentan evaluiert, ob die Angabe der GSM-Position ausreichend für den genannten Anwendungsfall ist oder ob zusätzlich eine GPS-Lokalisierung genutzt werden muss.

Beispiel der Überprüfung einer Athletin

Bei einer bevorstehenden Dopingkontrolle soll der DCO das System nutzen, um eine Lokalisierungsanfrage an das Gerät der Athletin zu initiieren. Die Antwort wird dem DCO auf einer Karte dargestellt (Bild 1 bis 3). Er hat dann die Möglichkeit, sich der Athletin zu nähern und evtl. noch eine Anfrage zu stellen, um ein Treffen einzuleiten. Wenn der DCO der Athletin sehr nahe ist, hat er die Möglichkeit, sie per Mobiltelefon zu kontaktieren. Ein Treffen muss daraufhin innerhalb einer Stunde stattfinden, um eine mögliche Gegenmaßnahme zu unterbinden. Während der Kontrolle darf der DCO die Athletin nicht unbeaufsichtigt lassen.

In PARADISE nutzen wir verschiedene Mechanismen, um die Privatsphäre der Athletin zu schützen. Die Position des DCO wird bei der Anfrage an das eves-Gerät mit einbezogen. Sollte sich herausstellen, dass die beiden aktuellen Positionen sehr weit voneinander entfernt sind und damit feststehen, dass ein unmittelbares Zusammentreffen ausgeschlossen ist, wird nicht die genaue Position der Athletin angegeben, sondern nur ein sehr viel gröberer Bereich, z.B. das Bundesland, in dem sie sich gerade aufhält (Bild 1). Der DCO kann sich diesem Bereich nähern und neue, reaktive Anfragen stellen. Im finalen System ist vorgesehen, dass die Anzahl der Anfragen limitiert wird. Zurzeit wird die genaue Position der Athletin angezeigt, wenn sich der DCO im gleichen fünfstelligen Postleitzahlengebiet befindet bzw. wenn er max. vier Kilometer entfernt ist.

Die reaktiven Positionsabfragen werden nach der Anzeige für den DCO im System gelöscht. Für mehr Transparenz hat die Athletin nach einer Übergangsfrist von zwei Wochen die Möglichkeit einzusehen, wann auf ihre Position zugegriffen wurde. Die Angabe von virtuellen geografischen Bereichen (sogenannten Geofences) als grobe Aufenthaltsorte fallen in den Bereich der Datenminimierung, weil nur in wenigen Fällen die genauen Aufenthaltsorte der Athletin an Dritte weitergegeben werden.

Nutzung von Geofences als Privatsphärengebiete

Eine weitere Maßnahme, um der Athletin Vertraulichkeit ihrer Whereabouts zu ermöglichen und ihr ein aktives Mittel der informellen Selbstbestimmung zu geben, ist die Nutzung von Geofences als Privatsphärengebiete [3]. Hierbei werden auf einer Karte Bereiche markiert, die die Athletin für sich als schützenswert und privat ansieht (Bild 4). Dies können zum Beispiel Krankenhäuser, Treffpunkte von Selbsthilfegruppen, Friedhöfe oder Kirchen sein. Hierbei besteht zwischen dem Ort und der Athletin eine schützenswerte Beziehung. Sollte sich die Athletin während einer Positionsabfrage in einem dieser Bereiche befinden, wird dem DCO das Postleitzahlen-Gebiet mit dem Hinweis angezeigt, dass sich die Athletin in einem geschützten Bereich befindet (Bild 3). Er hat nun die Möglichkeit, zu einem späteren Zeitpunkt eine erneute Anfrage zu stellen, oder die Athletin anzurufen, um ein unmittelbares Treffen zu arrangieren. Die Anzahl und Größe dieser Privatsphärengebiete, die eine Athletin für sich anlegen kann, ist limitiert.

Im PARADISE-System gibt es zwei Arten dieser Privatsphärengebiete. Es

gibt allgemeine Geofences, die für alle Athletinnen gleichermaßen gelten und die von einem PARADISE-Operator angelegt werden können. Dazu können als Beispiel alle religiösen und medizinischen Einrichtungen in Deutschland gehören. Die zweite Art der Geofences sind die persönlichen, die nur von jeder einzelnen zu überprüfenden Person angelegt und verändert werden können. Im nächsten Schritt werden diese persönlichen Geofences im System mit einem Hashverfahren abgelegt, damit die Vertraulichkeit über die privaten Orte gewahrt bleibt.

Die Bilder 1 bis 3 zeigen unterschiedliche Ansichten eines DCO im PARADISE-Prototypen. Beim ersten Fall sieht er die Umrisse von Berlin-Mitte als grobe Positionsangabe, in der sich der Beispielathlet zum Zeitpunkt der reaktiven Anfrage an das eves-Gerät aufhält. Bild 2 zeigt die DCO-Ansicht, wenn die genauste Position des eves-Geräts an das Frontend zurückgegeben wird. Im dritten Fall sieht der DCO wiederum ein größeres Gebiet in München, das farblich markiert ist und damit dem DCO anzeigt, dass sich der Beispielathlet gerade in einem Privatsphärengebiet aufhält. Dies wird auch textuell angegeben. In diesem Fall wird dem DCO keine genaue Position zurückgegeben, selbst dann nicht, wenn er dem Athlet näher als vier Kilometer ist. Bild 4 zeigt die PARADISE-Ansicht einer Athletin, die unterschiedliche Bereiche als Privatsphärengebiete markiert hat.

Das Projekt PARADISE beinhaltet noch weitere Mechanismen, um den Prozess der Dopingkontrollen datenschutzfreundlicher zu gestalten. Mit den Partnern Fraunhofer FIT, Fraunhofer AISEC, der gekko GmbH, dem ULD und Uniscon arbeitet die TU Berlin mit dem Fachgebiet Service-centric Networking (SNET) bis Ende 2017 an einer Alternative zum derzeitigen ADAMS-System. Ausgangspunkt des Projekts waren die Vorarbeiten der Athleten Jonas Plass und Dr. Denis Giffeler (beide gekko GmbH), die langjährige Erfahrungen mit dem ADAMS-System gesammelt haben.

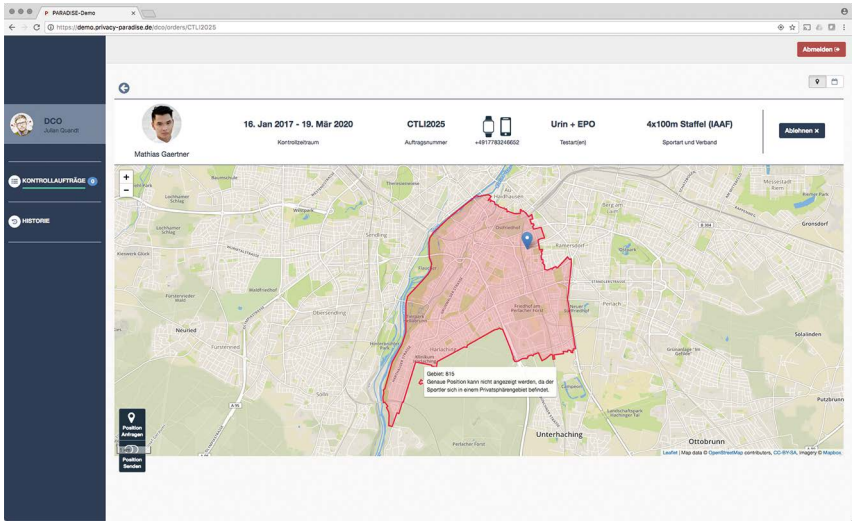


Bild 3: DCO-Ansicht eines Privatsphärengebiets eines Athleten

Fazit

Das Anwendungsgebiet Dopingkontrollen ist nur einem sehr kleinen Kreis bekannt. Dieser hat spezielle Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit. Wir prüfen im Projekt PARADISE, welche zusätzlichen Mechanismen und Maßnahmen den Athletinnen und Beteiligten helfen, ihre Privatsphäre zu wahren. Auch im Amateursport sind die aufgezeigten Mechanismen ansatzweise im Einsatz. Die Plattform Strava [4] bietet Hobbyläuferinnen, die sich mit derzeit beliebten Wearables „selbst vermessen", die rudimentäre Möglichkeit, Hidden Locations anzugeben, die bei der Auswertung der Laufstrecke (z. B. GPS-Angaben) nicht mitbeachtet werden. Damit soll ihnen ermöglicht werden, keine Angaben zu Wohnorten oder ähnlichem auf der Online-Plattform tätigen zu müssen. Die Privacy-Enhancing Technologies, die das Projekt PARADISE für die Dopingkontrollen entwickelt, werden auch in anderen Anwendungsfeldern zum Einsatz kommen. Das Projektkonsortium erarbeitet hierfür in der zweiten Projekthälfte zusätzliche Ideen.

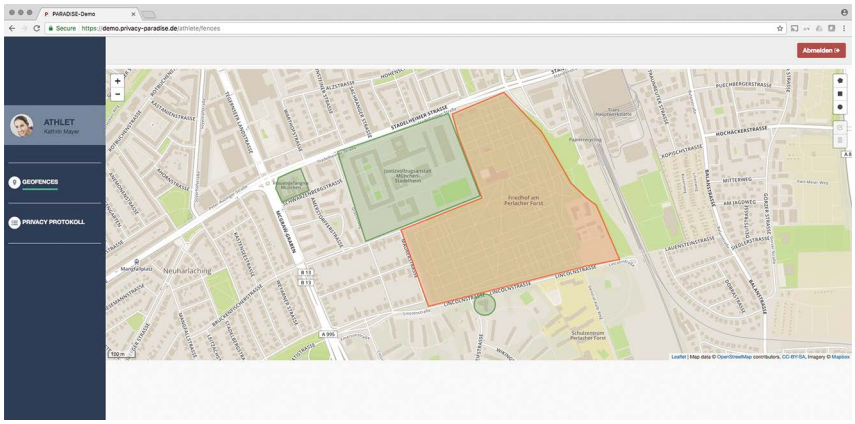


Bild 4: Athleten-Ansicht zur Erzeugung von Privatsphärengebieten (Geofences)

Referenzen

[1] https://privacy-paradise.de
[2] http://eves-sport.org
[3] Zickau, S.: privGardens – Semantic Privacy Areas in Location-based Data Protection Policies. In: Späthe, S.; Eichler, G.; Schau, V.; Roth,J. (Hrsg.): 13. GI/KuVS-Fachgespräch „Ortsbezogene Anwendungen und Dienste". Logos Verlag, Jena, 2016
[4] https://www.strava.com

DIPL.-INFORM. SEBASTIAN ZICKAU
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Service-centric Networking (SNET) der TU Berlin am An-Institut Telekom Innovation Laboratories unter der Leitung von Prof. Dr. Axel Küpper. S. Zickau forscht zum Thema Lokalisierungsdienste mit dem Fokus auf Datenschutz und Datensicherheit.

LOKALISIERUNG

Navigation und ihre Spielarten

Die Spielarten der Navigation sind vielfältig. Die Tierwelt ist uns in manchem Punkt noch voraus, aber der Mensch holt mit Riesenschritten auf und hat an so manchem Punkt schon die Nase vorn.

Navigation ist ein Thema so alt wie die Menschheit – streng genommen ist es nicht nur ein Thema für die Menschheit, sondern für alle herumwandernden Lebewesen. Die Navigationskunst in der Tierwelt ist außerordentlich facettenreich und in vielen Aspekten der Kunst des Menschen noch weit voraus – man denke nur an Fledermäuse mit ihrer Ultraschallortung in völliger Dunkelheit, an Schmetterlinge mit ihrem außerordentlichen Geruchssinn [1], an Mistkäfer, die sich an der Milchstraße orientieren [2], an Walarten, die Echolotortung oder ihren Magnetsinn nutzen [3], oder an das Zusammenspiel zwischen Blüten und Insekten, bei dem elektrische Felder von beiden Seiten genutzt werden [4]. Die Vielfalt der Spielarten ist beeindruckend, die Fähigkeiten der Lebewesen noch viel mehr – aber wir Menschen holen beständig auf.

Die Fortentwicklung der Navigationskunst des Menschen erfolgt oft in Wellen, typischerweise getrieben von wirtschaftlichen Interessen. Während der Entdeckerzeit war die Triebfeder die Gier nach Gewürzen, Gold, Reichtum und Macht. Die Bestimmung des Längengrads zur See war die größte wissenschaftliche Herausforderung dieser Epoche. Genies wie Galileo Galilei und viele andere haben sich daran die Zähne ausgebissen. Der spanische König und das britische Parlament hatten hohe Preise zur Lösung ausgelobt. Gelöst hat das Problem schließlich ein Autodidakt und heute vergessenes Genie: John Harrison, der den ersten genau laufenden Chronometer gebaut, vieles wie den Bi-Metallstreifen oder das Diamantlager dabei erfunden hat und damit die Längengradmessung zur See ermöglichte. Das Buch Längengrad von Sobel und Andrewes beschreibt diese spannende Geschichte, geschmückt mit vielen hübschen Bildern [5].

GPS und Trägheitsnavigation haben die Astronavigation abgelöst

War es zur Entdeckerzeit die Astronavigation, die es dem Menschen ermöglichte, seinen Erdball zu erkunden, so waren es im letzten Jahrhundert vor allem die Funk- sowie die Trägheitsnavigation, die ganz neue Lösungsmöglichkeiten für die uralte Aufgabe anboten. Ohne Trägheitsnavigation wären die Apollomissionen zum Mond nur schwerlich vorstellbar gewesen. Ohne Funkortungssysteme wie GPS würden wir heute viele unserer Alltagsaufgaben nur unter erschwerten Bedingungen erfüllen können. Auf der Hand liegen Anwendungen, wie die Navigation zu Lande, zu Wasser oder in der Luft. Präzisionsackerbau, die genaue Navigation von Baumaschinen und eine Lkw-Flottenüberwachung sind inzwischen Alltagsanwendungen. Die Anwendungsvielfalt erscheint unbegrenzt zu sein: Mithilfe von GPS werden Windlasten auf Brücken gemessen, die Geodäten vermessen tektonische Plattenverschiebungen oder beobachten das Abschmelzen des Eises in der Antarktis, was die Geometrie unserer Erde und damit die Erddrehung verändert [6]. Das Zugverhalten von Vögeln soll mithilfe von GPS global beobachtet werden. Das Projekt ICARUS („International Cooperation for Animal Research Using Space“) wird die ISS, die Internationale Raumstation, zum Datensammeln nutzen [7]. Der Startschuss steht 2017 bevor. Immer neue Anwendungen werden denkbar. So wollen Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Potsdam künftig GPS-Reflektometrie [8] einsetzen, um ihr Tsunami-Frühwarnsystem weiter zu verbessern. Der Fußabdruck des Navigationssystems GPS wird immer größer, die Navigationsaufgabe verschwimmt zusehends. GPS dient heute als genaue Zeitquelle für so kritische Bereiche wie unsere Kommunikationssysteme, die Börse oder unsere Energiesysteme.

Sicherheitskritische Anwendungen bedürfen selbstredend eines besonderen Schutzes. Beim Europäischen Globalen Navigationssatellitensystem Galileo wird es daher Dienste geben, die nicht jedermann zugänglich sind: Public Regulated Services. Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS trägt zur Entwicklung dieser Dienstklasse bei. Schützen muss man sich vor zwei Gefahren: GPS- bzw. Galileo-Signale sind schwach und lassen sich – gewollt oder ungewollt – leicht stören, man spricht von Jamming. Hinterhältiger ist die Täuschung – Spoofen genannt: Dem Empfänger werden eine falsche Position und Zeit vorgegaukelt – eine ernstzunehmende Gefahr im Zeitalter GPS-gestützter Mautsysteme oder gar GPS-gesteuerter Drohnen als Paketboten. Die Tüftler am Fraunhofer IIS versprechen Schutz gegen beide Gefahren: Sie wissen, wie man Galileo- bzw. GPS-Empfänger gegen Störungen härtet oder die Störer mit Gruppenantennen orten und ausblenden kann [9]. Der Täuschung begegnen sie durch kryptografisch geschützte Galileo-Signale, eine Technik, die bei GPS militärischen Anwendungen vorbehalten ist [10].

Bild:Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung/Simon Ripperger

Bild 1: Funkortung von Fledermäusen

Funkortung – quo vadis?

Die Welt der Funkortung beschränkt sich nicht auf die Globalen Navigationssatellitensysteme, kurz GNSS. Im Rahmen der DFG-Forschergruppe BATS [11] wird derzeit ein Sensornetzwerk entwickelt, mit dem das Sozial- und Jagdverhalten von Fledermäusen auf einem ca. 3 ha großen Areal studiert werden kann. Die Tiere werden hierzu mit winzigen, ultraleichten Funkknoten ausgestattet. Der Energieverbrauch der Funkknoten spielt hierbei eine entscheidende Rolle. GPS ist keine Option – Gewicht und Energieverbrauch passen einfach nicht. Die Herausforderung liegt in einer auf wenige Meter genauen Trajektorien-Schätzung der Fledermäuse bei geringstem Energieverbrauch in den fliegenden Funkknoten. Die Biologen am Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung in Berlin [12] konnten schon erste Erfahrungen mit dem System in Panama bei der Beobachtung von Fransenlippenfledermäusen, Trachops cirrhosus, sammeln. Bild 1 zeigt diese Spezies, wobei zwei der Tiere Sender tragen. So konnten die Biologen Fledermäuse einer sozialen Gruppe nicht nur im Quartier, sondern auch im Jagdhabitat beobachten.

Solche Sensornetzwerke zur Funkortung lassen sich natürlich für einen ganzen Strauß an Anwendungen einsetzen. Funkortungssysteme sprießen überhaupt allerorts aus dem Boden. Besonders viel Erfahrung hat dabei das Fraunhofer IIS, das schon seit langer Zeit Funkortungssysteme für den Sport entwickelt. Trainer sollen bei der Analyse von Fußball- oder Eishockeyspielen unterstützt und objektive Daten automatisiert erfasst werden, auch um leichter Einblicke in Spielzüge zu gewinnen. Die Herausforderungen bei einem derartigen Ortungssystem liegen in der hohen Dynamik der Bewegungen und der Vielzahl an Funkknoten, die verfolgt werden müssen.

Gute Geschäftsmodelle sind gefragt

Mit der Spezialisierung der Ortungssysteme geht ein ernstzunehmendes wirtschaftliches Problem einher: Der wirtschaftliche Erfolg hängt oft an der Stückzahl. So wie der Erfolg von Kommunikationssystemen an der Bevölkerungspenetration hängt – man denke an das Metcalfe'sche Gesetz –, so hängt der wirtschaftliche Erfolg eines Ortungssystems oft an der Anwendungsvielfalt; GPS ist hierfür ein gutes Beispiel. Für kleinere oder mittelständische Unternehmen ergeben sich hieraus Risiken, aber auch Chancen gegenüber den großen Spielern in diesem Wettbewerb. Gute Geschäftsmodelle müssen noch gefunden werden, vieles wird zu Bruch gehen, die Zeit wird dabei manches heilen. Allein schon deshalb, weil Ortungssysteme viele Gebiete befruchten können und Schlüsselanwendungen oft erst ermöglichen: Industrie 4.0 ist ohne autonome, mobile Roboter kaum denkbar; Cyber Physical Systems fallen zumindest partiell auch in diese Kategorie; das Internet of Things wird ganz neue Fähigkeiten entwickeln, wenn es mobile Knoten orten und deren Eigenschaften geschickt kombinieren kann. Das Ganze ist dann entscheidend mehr als die Summe der einzelnen Knoten und Sensoren – gelegentlich wird in diesem Zusammenhang von Emergenz gesprochen, obwohl nicht etwas Verborgenes auftaucht, sondern etwas ganz Neues geschaffen wird.

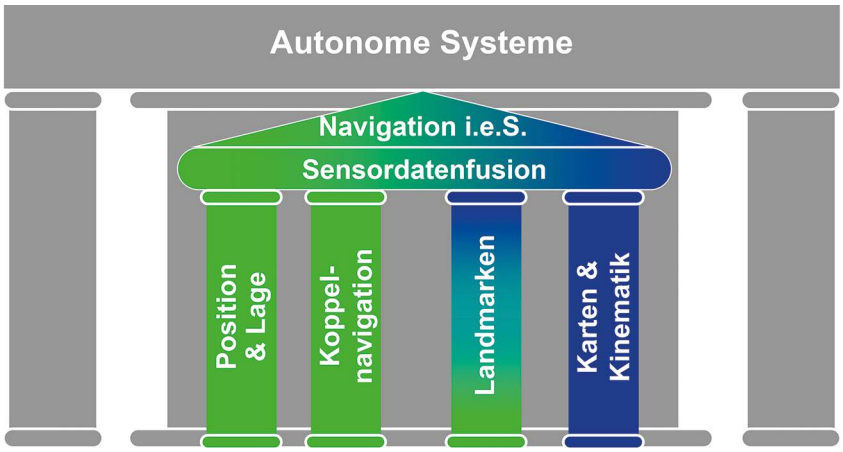


Bild 2: Navigationstempel

Navigation – was meint man damit eigentlich?

Es wird an diesem Punkt Zeit, ein bisschen Ordnung in die verwirrende Vielfalt zu bringen und zu versuchen, Navigation genauer zu fassen. Der Begriff Navigation leitet sich ab aus dem lateinischen Begriff navigare – segeln, zur See fahren – und enthält die Komponenten navis – das Schiff – sowie agere – führen. Navigation umfasst folglich das Planen einer Route, das Führen durch Kommandos, die Ortsbestimmung und letztendlich auch eine Regelungskomponente, um Kurs zu halten. All das passt auf unser Navigationsgerät im Auto, bis auf den letzten Schritt, den heute noch der Mensch übernimmt. Im engeren Sinne wird der Begriff „Navigation" heute oft als Überbegriff für all die Komponenten missbraucht, die zur Ermittlung der Trajektorien-Schätzung benötigt werden: Sensoren, Algorithmen, Koordinatensysteme etc. Ein Blick in viele Lehrbücher macht das deutlich. Betrachten wir Navigation daher zunächst aus diesem Blickwinkel. Eine Möglichkeit, ein solches Navigationssystem zu untergliedern, zeigt Bild 2.

Wir sehen einen Navigationstempel – im engeren Sinn – mit vier Informationsquellen, dargestellt als Säulen. Die erste Säule steht für Ortungssysteme wie beispielsweise GPS, mithilfe derer man die Position und Lage eines Objekts in Bezug auf ein Koordinatensystem bestimmen kann. Die zweite Säule, Koppelnavigation, erlaubt es, Position und Lage fortzuschreiben: Trägheitsnavigation ist hier das Paradebeispiel. Die dritte Säule beschreibt vielleicht am besten, wie wir Menschen navigieren. Wir orientieren uns an Landmarken. Alle Sensortypen, die Objekte erkennen lassen, eignen sich hier als Informationsquellen, z. B. die Kamera, ein „bildgeben-

Bild: LIKE / Kurt Fuchs

Bild 3: Magnetfeldbasierte Ortung für fehlerarme Kommissionierung

des“ Radar, Ultraschall, wie die Fledermäuse ihn nutzen. Die vierte Säule – Karten und Kinematik – sollte man nicht unterschätzen: Seiteninformationen sind eine wichtige Quelle, um die Dimension des Schätzproblems zu reduzieren. Es ist einfacher, die Position eines Zugs auf dem Gleis als die Position und Lage eines Flugzeugs in der Luft zu schätzen. Robustheit bei der Schätzung ist hier das Stichwort.

Sensordatenfusion ist der Schlüssel zum Erfolg

Die Sensordatenfusion bezeichnet die Kunst, die unterschiedlichen Informationsquellen so geschickt zusammenzuführen, dass man bei vernünftigem Rechenaufwand eine Trajektorien-Schätzung erhält, die den Anwendungsanforderungen an Genauigkeit, Verlässlichkeit, Integrität und Kontinuität Rechnung trägt, wie sie für GPS beispielsweise im Federal Radionavigation Plan spezifiziert sind. Hier wird ein weites Feld der Schätztheorie angesprochen, das sich von Bayesschen Filtern bis hin zu Maschinellem Lernen, das derzeit hoch gehandelt wird, erstreckt. Das Ergebnis der Sensordatenfusion ist typischerweise eine Trajektorien-Schätzung – oder ein Satz von Trajektorien. In der Robotik endet es aber meist nicht bei der Schätzung von Trajektorien. Oft werden Sensorzustände mitgeschätzt oder während der Roboterbewegung eine Karte erstellt. Man spricht dann von Simultaneous Localization and Mapping, kurz SLAM. Diese Verallgemeinerung geht bis hin zu kompletten Lagebildern, z.B. für alle Vorgänge auf einer Straße oder in einer Fabrik. Wir sehen, der Begriff Navigation beginnt schon wieder zu verschwimmen, da die Methoden nicht an der Anwendung – Führen eines Schiffs – haltmachen.

Navigation ist selbst nur Teil eines Größeren

Wie eingangs festgehalten, war Navigation noch nie ein Selbstzweck, sondern diente übergeordneten Zielen. Als solches verwundert es nicht, dass in modernen Systemen die Navigation im engeren Sinn nur eine Komponente, ja selbst wieder eine Säule ist, so wie es das Bild für die Beispielanwendung Autonome Systeme andeutet. Benachbarte Säulen können beispielsweise die Regelungstechnik oder die Nachrichtentechnik sein. Dem Systemintegrator kommt offensichtlich eine zentrale Rolle zu und die einzelnen Disziplinen sollten sich als Teil eines Ganzen verstehen. Das ist nicht selbstverständlich, denkt man daran, dass es derzeit kein wirklich adäquates, in der Datenrate skalierbares und echtzeitfähiges Kommunikationsmittel für die Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer gibt – trotz einer langen Mobilfunkhistorie.

Betrachten wir aber nochmals den Navigationstempel. Im letzten Jahrhundert dominierten im technischen Bereich die ersten beiden Säulen mit der Funkortung und der Trägheitsnavigation als prominente Technologien. Heute gewinnt die dritte Säule zunehmend an Bedeutung, da wir mehr und mehr auch die menschlichen audiovisuellen Navigationsfähigkeiten nachbilden oder nachahmen. Wir stehen damit heute an der Schwelle zu einer nicht absehbaren Diversifikation, was die vielen Facetten der Navigation angeht, und wir holen damit weiter zur Tierwelt auf.

Der Vielfalt gehört die Zukunft

Auch heute schon werden viele Informationsquellen zur Ortung genutzt: Radar, Ultrabreitbandsysteme (UWB), Ultraschall, RFID, Kamera, Laser, Barometer – alle möglichen Arten an Sensoren, ja ganze Sensornetze sind auf dem Vormarsch. Jede nur erdenkbare ortsabhängige Messgröße lässt sich zur Navigation prinzipiell heranziehen. Für den Ingenieur eröffnet sich damit eine große Spielwiese. Ein schönes Beispiel ist die magnetfeldbasierte Ortung – jenseits der Kompassnadel. Bild 3 zeigt eine potenzielle Anwendung in der Logistik, wie sie derzeit vom Fraunhofer IIS vorangetrieben wird [13].

Bei der Kommissionierung kommt es immer wieder zu einer Versendung falscher Baugruppen, weil der Kommissionierer in das falsche Regalfach greift. Bild 3 zeigt rechts unten, wie das Ortungssystem den Handschuh des Mitarbeiters in Position und Lage geortet hat und so einen Fehlgriff erfassen kann. Das System ist dabei in der Lage, Art und Anzahl metallischer Bauteile im Regalfach zu erfassen, z.B. M8-Schrauben oder M4-Schrauben. Das Sekundärfeld unterscheidet sich in Amplitude und Phase: Die Amplitude gibt Auskunft über die Anzahl der Schrauben, die Phase über die Art der Schrauben. Bekannt ist dieser Effekt bereits aus der Minenortung [14]. Diese Technologie lässt sich auch zur Torentscheidung im Fußball einsetzen und wurde von der FIFA unter dem Namen GoalRef lizenziert [15]. Fortschritte in der Berechnung von Sekundärmagnetfeldern und ein

immer tiefer gehendes Verständnis der Wechselwirkungen mit Objekten machen solche Fortschritte heute möglich. Die Fortentwicklung, was Ortung und Navigation angeht, wird immer rasanter.

Zwei Treiber besonderer Art sind das Autonome Fahren und Industrie 4.0. In beiden Fällen werden autonome Fahrzeuge bzw. Roboter mit allerlei Sensoren hochgerüstet, um ihre Umwelt wahrzunehmen. Dabei geht es nicht alleine um die bloße Ortung von Mensch, Tier und Objekt. Neue Disziplinen keimen auf, z.B. die Intentionserkennung, eine Stärke des Menschen – noch. Im Forschungsverbund FORobotics [16] der Bayerischen Forschungsstiftung werden mobile, ad hoc kooperierende Roboterteams und Mensch-Roboter-Kooperationen untersucht. Beim autonomen Fahren spielt Intentionserkennung selbstredend eine wichtige Rolle: Will der Fußgänger die Straße überqueren oder unterhält er sich nur am Straßenrand? Die Fahrzeuge und Roboter müssen sich in ihrem Navigationsverhalten auch an den Menschen anpassen – mal anhalten, mal einen großen Bogen machen. Auch der Fahrstil spielt eine Rolle und wird z.B. seitens der Firma Bertrandt untersucht [17].

Der Mensch rückt in den Mittelpunkt

Es ist kein Geheimnis mehr, dass auch der Mensch selbst und nicht nur seine Umgebung analysiert und sein Zustand zunehmend in die Navigationsaufgabe einbezogen wird: Schläft er am Steuer oder noch nicht? Heutzutage kann man mit der Kamera in Echtzeit den Gemütszustand eines Menschen feststellen und den Puls kontaktlos messen und damit seinen Erregungszustand fassen. Forscher am Fraunhofer IIS beschäftigen sich damit eingehend [18]. Navigation im Menschen selbst ist auch ein modernes Thema. Operationen werden immer minimalinvasiver dank vielfältiger Navigationstechnologien. Navigationssysteme gelten in der Neurochirurgie heutzutage als Standard [19]. Die Visionen gehen so weit, dass Medikamente gezielt eingesetzt werden, um z.B. Krebszellen anzugreifen [20].

Die vielen Spielarten lassen den Begriff Navigation verblassen

Um es auf den Punkt zu bringen: Die Spielarten der Navigation sind offensichtlich vielfältig. Die Tierwelt ist uns in manchem Punkt noch voraus – denkt man beispielsweise an die Fähigkeiten von Fledermäusen –, aber der Mensch holt mit Riesenschritten auf und hat an so manchem Punkt schon die Nase vorn. Navigation als Begriff verschwimmt immer mehr. Wilhelm Busch beschreibt in seinem Werk „Eduards Traum“ [21] einen mathematischen Punkt als ein Gebilde, das sich bei näherer Betrachtung immer mehr zusammenzieht, und wenn man meint, man hat ihn erfasst – in dem Moment ist er verschwunden. Mit Navigation verhält es sich umgekehrt: Je mehr man darüber nachdenkt, umso mehr verschwimmt der Begriff, die ursprüngliche Bedeutung verblasst. Wer das nicht glaubt, der denke nur an die Navigationsleiste in seinem Browser – was hat das noch mit dem Führen eines Schiffs zu tun?

Mein Dank an dieser Stelle gilt Simon Ripperger vom Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung und den Mitarbeitern des Fraunhofer IIS: Alexander Rügamer, Nadine Lang und Rafael Psiuk für ihre wertvollen Beiträge.

Referenzen

[1] http://www.planet-wissen.de/natur/tierwelt/tierische_orientierung
[2] http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/mistkaefer-orientieren-sich-an-der-milchstrasse-a-879525.html
[3] http://www.planet-schule.de/spechte-online/content/wissen/hintergrund/orientierung/orientierung02.html
[4] https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Orientierung
[5] Sobel, D.; Andrewes, W. J. H.: Längengrad, Die illustrierte Ausgabe. Berlin Verlag, 4. Auflage, 2003
[6] http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/beule-der-erde-gps-messungen-zeigen-hebung-der-west-antarktis-a-969257.html
[7] http://icarusinitiative.org/technical-solution
[8] http://www.gitews.de/gps-technologien/gps-reflektometrie
[9] https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lok/leist/test/over-the-air-testumgebung.html
[10] http://www.iis.fraunhofer.de/prsauth
[11] http://www.for-bats.de/
[12] https://www.leibniz-gemeinschaft.de/institute-museen/einrichtungen/mfn/
[13] https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lok/tech/nahfeldortung.html
https://www.iis.fraunhofer.de/indloc
[14] Miller, J. T; Bell, T. H.; Soukup, J.; Keiswetter, D.: Simple phenomenological models for wideband frequency-domain electromagnetic induction. In: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 39 (2001) H. 6, S. 1294–1298, Juin 2001.
[15] https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv/net/proj/goalref.html
Psiuk, R.; Seidl, T.; Strauß, W;, Bernhard, J.: Analysis of goal line technology from the perspective of an electromagnetic field based approach. Pro-cedia Engineering, 72 (2014), S. 279–28
[16] http://www.forobotics.de
https://forschungsstiftung.de/assets/pressemeldungen/Forschungsstiftung_jetzt_2016_04.pdf
[17] https://www.springerprofessional.de/systemadaption-als-schluessel-fuer-das-automatisierte-fahren/950152
Haböck, U.. Klier, J.; Schwenninger, J.; Maier, S.: Systemadaption als Schlüssel für das automatisierte Fahren. Aut-mobiltechnische Zeitschrift (2016) H. 4
[18] https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/bsy/tech/bildanalyse/shore-gesichtsdetektion.html
[19] https://www.medizintechnologie.de/infopool/medizin-technologie/2015/punktlandung-fuer-chirurgen
[20] http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/tumorbekaempfung-nanofrachter-vernichten-krebszellen-gezielt-a-757659.htm
http://www.nature.com/nmat/journal/v10/n5/abs/nmat2992.html
https://www.htai.de/mm/mm002/HTAI_Nano_SF_Web.pdf
https://de.wikipedia.org/wiki/Die_phantastische_Reise
[21] http://www.wilhelm-busch-seiten.de/eduard/text1.html
https://de.wikipedia.org/wiki/Eduards_Traum
http://gutenberg.spiegel.de/buch/eduards-traum-4174/1
Teichmann, W. (Hrsg.): Eduards Traum und andere Geschichten. Eulenspiegel Verlag, Berlin, 1970

PROF. DR.-ING. JÖRN THIELECKE
Lehrstuhl für Informationstechnik mit dem Schwerpunkt Kommunikationselektronik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

LOKALISIERUNG

Systemlösungen mit UHF-RFID-Ortungstechnologie

Die UHF-RFID-Technologie hat sich in den letzten Jahren stark entwickelt: Moderne Systeme erzielen inzwischen Reichweiten von bis zu zehn Metern und können mit anderen Lokalisierungs- und Tracking-Systemen zusammenarbeiten.

RFID-Technology

Lokalisierung wird heutzutage über verschiedene Funkdienste ermöglicht. Satellitengestützte Lokalisierung hat naturgemäß den Nachteil, in Gebäuden nicht verfügbar zu sein. Alle mobilen Datendienste (Mobilfunk, WiFi, Bluetooth etc.) bieten Lokalisierung über die Standorte inzwischen auch in Kombination über bekannte Marker an, über diverse Feldstärke- und Laufzeitmessungen lassen sich die Positionen auf einige zehn bis hundert Meter berechnen. Diese „Marker" können bekannte Positionen von Hotspots sein oder auch direkt für die Lokalisierung angebrachte batteriegestützte „Beacons", basierend beispielsweise auf BLE Bluetooth Low Energy. In all diesen Fällen werden jedoch aktive Sender für die beweglichen Teilnehmer benötigt.

Die „Radio Frequency Identification"-Ortungstechnologie (RFID) kann demgegenüber sowohl mit aktiven Transpondern als auch sehr preiswerten passiven Tags arbeiten. Im passiven Transponder werden die Funkwellen der Lesegeräte über eine Antenne empfangen und ein verarbeitetes Signal wird aus dieser empfangenen Energie heraus erzeugt. In den letzten Jahren hat sich insbesondere auf dem Gebiet der UHF-Technologie die Reichweite und Genauigkeit der Lokalisierung drastisch verbessert. So sind heute inzwischen auch mit passiven Transpondern Lesereichweiten im UHF-Bereich von zehn bis 20 Metern realisierbar. Die fortgeschrittene globale Standardisierung nach ISO 18000-6C/EPC Gen2V2, beginnend im Jahre 2004 und mit dem ersten verfügbaren Standard 2006, bietet mittlerweile auch sehr hohe Sicherheits-Standards (AES128 NXP Ucode DNA) zur verschlüsselten und selektiven Identifikation und hat die Anwendungsbereiche über die reine Logistik hinaus deutlich erweitert [1]. So sind beispielsweise Anwendungen an pharmazeutischen Produkten umfangreich getestet worden, welche eine Lesbarkeit von passiven Tags auch in Flüssigkeiten bzw. in durch flüssige Schichten abgeschatteten Bereichen erlauben [2]. Auch die Detektion auf metallischen Oberflächen oder stark dielektrischen Materialien, wie beispielsweise Glas und Keramik, ist mit der richtigen Wahl der entsprechenden Transponder für den jeweiligen Einsatzfall inzwischen kein Problem mehr. Weiteres hierzu findet sich z. B. unter [3] und [4]. In der Tabelle wird eine Übersicht über die Frequenzen und Reichweiten dargestellt. Bemerkenswert ist auch hier die Entwicklung der Lesezuverlässigkeit bei schnell bewegten Objekten, welche insbesondere auf Optimierungen für Maut-Erkennungssysteme zurückgehen.

Bild 1: Mehrantennen-Reader

Intelligente RFID-Reader und Antennensysteme

Die Nutzung der UHF-Frequenzen (in Europa 868 MHz und 915 MHz) erlaubt eine sehr kostengünstige Identifikation pro Objekt über hohe Tag-Populationen und über große Reichweiten. Aufgrund der physikalischen Rahmenbedingungen eines Backscatter-Systems muss jedoch bei der Auswahl der Transponder auf die Materialbeschaffenheit der zu identifizierenden Produkte geachtet werden. Mittlerweile steht aber eine sehr große Auswahl an ISO-standardisierten RFID-UHF-Transpondern zur Auswahl und sie erfüllen zur Gänze die Anforderungen des Markts. Um zusätzlich zur reinen Identifikation der Objekte auch eine Ortungs- und Bewegungsinformation zu erhalten, werden mittlerweile dezentral in den

RF-Band	125 kHz	13,56 MHz	868 MHz (915 MHz)	2,45 GHz
Reichweite	bis ca. 200 m	bis ca. 100 m	bis ca. 20 m passiv bis ca. 100 m aktiv	bis ca. 300 m aktiv
Geschwindigkeit	ca. 3 m/s	ca. 3 m/s	ca. 60 m/s	20 m/s

Frequenzen, Reichweite und maximale Targetgeschwindigkeiten (Auswahl)

Erfassungsgeräten intelligente Software-Algorithmen mit steuerbaren Antenneneigenschaften kombiniert. In verschiedener räumlicher Anordnung und orthogonalen Polarisationen kann z. B. die Leserate in stark reflektierender Umgebung deutlich erhöht werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Verschaltung von Antennenarrays mittels Butler-Matrix (vgl. Bild 1) zu mehreren Antennen-Hauptkeulen, um die Richtung eines bewegten Transponders zu erkennen. In Bild 1 ist ein derartiger Mehrantennen-Reader gezeigt.

Hier wird durch die sequenzielle Abfrage beim Durchlaufen der verschiedenen Antennenkeulen des Readers eine zuverlässige Richtungsinformation erhalten. Somit kann man nicht nur erkennen, dass ein Target in einem bestimmten Raumbereich auftritt, sondern auch, ob dieses hinein- oder heraustransportiert wird. Dies ist natürlich für die Erfassung der Lagerhaltung essenziell.

Wesentlich für die Anwendungsbereiche ist die hohe zuverlässige Leserate der Targets, welche über 99,9 Prozent liegt. Dies ist allerdings kein Selbstläufer, sondern benötigt für die jeweilige Anwendung eine professionelle Dimensionierung der Anordnung und Implementierung. Jedoch wird durch die Redundanz der Mehrkanalsysteme die Leserate deutlich gesteigert.

UHF-Reader als Systemlösung

Die UHF-RFID-Technik wird derzeit in folgenden Feldern bereits in umfangreichem Maß angewendet:

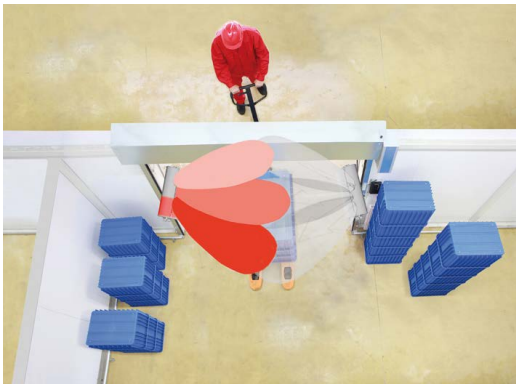


Bild 2: „Multibeam"-Reader zur Richtungserkennung der bewegten Targets

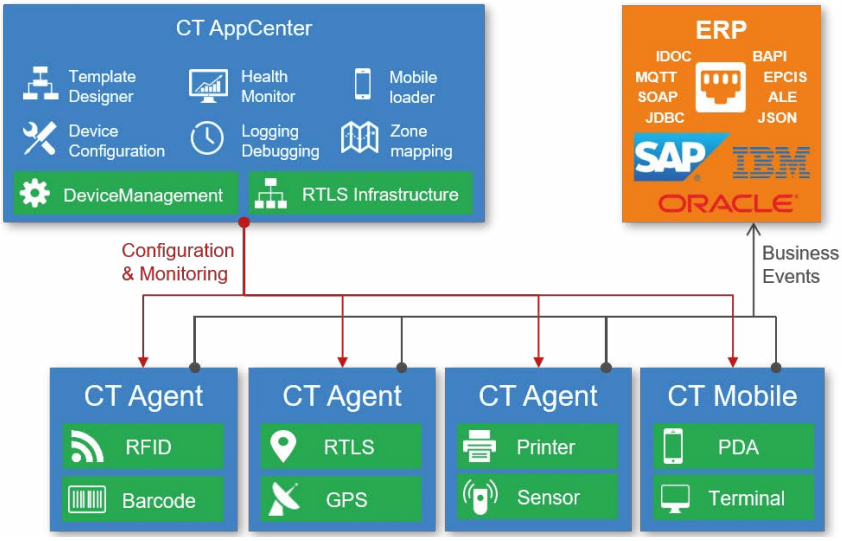


Bild 3: Applikation zur Anbindung von Readern an ERP-Systeme

- Logistik,
- Supply Chain Management,
- Produktionsprozesse,
- Maut- und Transportsysteme,
- Smart-City-Verkehrsmanagement,
- Parklösungen,
- „Access Solutions" oder
- Retail.

Attraktiv werden die RFID-Lösungen somit jedoch erst mit einem konsequenten Systemansatz. Hierzu zählen:

- intelligente RFID-Erfassungssysteme mit Bewegungserkennung,
- integrierte Anbindung an Datenbanken, Logistik- und ERP-Systeme,
- Integration und Kopplung mit weiteren Sensoren und
- drahtlose „Backend"-Integration für reduzierte Infrastrukturkosten.

Diese einfache Systemintegration wurde bereits erfolgreich in marktgängigen Readern realisiert (vgl. Bild 2). In Bild 3 ist schematisch eine Implementierung der Software „Crosstalk" der Firma Kathrein zur Anbindung an ein ERP-System gezeigt, wobei hier die verschiedenen Lokalisierungs- und Tracking-Systeme zusammenarbeiten.

Neue Projekte zur weiteren Implementierung von RFID-Systemen sind im Zusammenhang mit den Mobilfunksystemen der 5. Generation im industriellen Umfeld (Industrie 4.0) zu sehen. In der Kombination mit M2M-Funklösungen bietet die RFID-Technik sowohl für das Tracking der Targets im Produktionsprozess als auch bezüglich der Ortung und Speicherung der Bearbeitungsabfolge als individuelle Fertigung bis hin zur Losgröße 1 eine extrem kostengünstige Lösung.

Quellen

[1] EPC Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID. Specification for RFID Air Interface Protocol for Communications at 860 MHz – 960 MHz, Version 2.0.1 https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc

[2] RFID and UHF: A Prescription for RFID Success in the Pharmaceutical Industry. White Paper 2006; http://www.alientechnology.com/wp-content/uploads/Whitepaper-RFID-and-UHF-A-Prescription-for-RFID-Success-In-Pharmaceutical-Industry.pdf, update 06/2017

[3] Nikitin, P.; Rao, K.; Lam, S.: UHF RFID Tag characterization: Overview and state-of-the-art. In: Antenna Measurement Techniques Association Symposium (AMTA), 2012

[4] Dubok, A. et al.: Robust UHF RFID Antennas in complex environments. In: 2013 th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP), S. 1695 ff.

THOMAS BRUNNER
Leiter des Geschäftsbereichs Kathrein RFID, Kathrein Werke KG

PROF. DR.-ING. ROLAND GABRIEL
Director R&D Communication Solution, Kathrein Werke KG

Nachruf

PROF. DR.-ING. HORST GROLL

Am 17. April 2017 verstarb Professor Horst Groll, emeritierter Ordinarius und ehemaliger Leiter des Lehrstuhls für Mikrowellentechnik an der Technischen Universität München (TUM) im Alter von 92 Jahren.

Professor Horst Groll wurde am 25. Juli 1924 in München geboren. Er studierte Elektrotechnik an der damaligen Technischen Hochschule München, promovierte 1951 am Institut für Hochfrequenztechnik und habilitierte sich 1959 mit einer Arbeit über „Frequenzbandkompression zur Übertragung und Magnetbandspeicherung von Radarbildern". 1965 wurde Horst Groll zum Außerplanmäßigen Professor und 1966 zum Abteilungsvorsteher der Abteilung Mikrowellentechnik des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik ernannt. 1976 wurde er auf den neu gegründeten Lehrstuhl für Mikrowellentechnik berufen, den er bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1992 als Ordinarius leitete.

Im Rahmen seiner wissenschaftlichen Arbeit hat Professor Groll wesentliche Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der Radartechnik und der Mikrowellenmesstechnik bearbeitet und zur technischen Einsatzreife gebracht. Vielfach ging es bei seiner Arbeit darum, über Automatisierung eine Erleichterung der Arbeit der Ingenieure zu erreichen oder um genauere und zuverlässigere Ergebnisse in kürzerer Zeit zu erzielen. Als Hochschullehrer hat Professor Groll eine Vielzahl von Studierenden und Promovierenden in den Fachgebieten Hochfrequenztechnische Anlagen und Mikrowellentechnik ausgebildet. Dabei war er beliebt durch die Klarheit seiner Darstellung und die Fähigkeit, komplizierte Sachverhalte verständlich zu erklären. Eine seiner wesentlichen Leistungen für das Ingenieurwesen in Deutschland war die Erstellung eines Lehrbuchs über Mikrowellenmesstechnik, das erstmals den Stand der damals modernen Mikrowellenmesstechnik in deutscher Sprache dokumentiert hat und das zu einem Standard-Nachschlagewerk auf diesem Gebiet wurde. Auch nach seiner Emeritierung im Jahr 1992 war Horst Groll noch viele Jahre als Gutachter zu Fragen der Radartechnik aktiv.

Seit 1955 war Horst Groll Mitglied in der Informationstechnischen Gesellschaft des Vereins Deutscher Elektrotechniker, deren Fachausschuss für Mikrowellentechnik er von 1981 bis 1986 geleitet hat. Er war Mitglied der International Union of Radio Science (URSI) und er hat sich für die Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) engagiert. Ein Höhepunkt seines Schaffens lag in dieser Hinsicht im Jahr 1983, als er als Chairman für die Ausrichtung der 13. Europäischen Mikrowellenkonferenz in Nürnberg verantwortlich war.

Mit Professor Horst Groll haben wir einen hochgeschätzten Wissenschaftler und Lehrer verloren, der für die Mikrowellentechnik in Deutschland Großartiges geleistet hat und der für viele, die ihn kennen, ein wichtiges Vorbild ist und immer bleiben wird.

Dr.-Ing. Gerhard Olbrich
Prof. Dr.-Ing. Thomas Eibert
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, TU München

Veranstaltungen

Hinweis: Andere interessante Veranstaltungen sind auf den Seiten 46 und 47 des VDE dialog angekündigt.

18.–20.09.2017, Cottbus
ZuE 2017 – Zuverlässigkeit und Entwurf (DASS)
9. ITG/GMM/GI-Fachtagung
ITG, GMM, GI
// www.vde.com/ZUE2017

28–29.09.2017, Lübeck
Zukunft der Netze 2017
ITG-FA 5.2
// www.vde.com/zdn2017

23.–26.10.2017, Dresden
SGC2017 – IEEE Int. Conference on Smart Grid Communications
IEEE ComSoc, ITG
// sgc2017.ieee-smartgridcomm.org

10.11.2017, Berlin
Privacy in Ubiquitous Computing
5th Annual Workshop
ITG, TUB, EIT
// www.vde.com/itg

13.–14.12.2017, Köln
Kommunikationskabelnetze 2017
24. ITG-Fachtagung
ITG
// www.vde.com/kkn2017

Impressum

ITG-news

Herausgeber: Informationstechnische Gesellschaft im VDE, Frankfurt am Main

Redaktion: Dr. Volker Schanz, Silvia Buhlmann

Telefon: 069/6308-360/-362
E-Mail: itg@vde.com
Internet: www.vde.com/itg

Konzept und Realisation:
Agentur HEALTH-CARE-COM GmbH, ein Unternehmen der VDE VERLAG GmbH,
Projektleitung: Anne Wolf

Druck: Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin