Journal für Mobilität und Verkehr
ISSN 2628-4154
www.dvwg.de

Augmented Reality auf der Schiffsbrücke

Uwe Freiherr von Lukas, Kristine Bauer*, Arne Petersen, Jörg Eichholz
siehe Autorenangaben

Abstract

Innovative Visual-Computing-Technologien tragen zu einer effektiveren und nachhaltigeren Erforschung der Meere bei. Das Rostocker Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD ist auf die Entwicklung solcher Technologien spezialisiert. Die Forscherinnen und Forscher arbeiten dort u.a. intensiv an der Verbesserung von Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie an der intelligenten Auswertung von Sensordaten. So werden in Zukunft durch intelligente Projektions-Fenster mittels Augmented Reality Informationen interaktiv erfasst und visualisiert.

Schlagwörter/Keywords:
Visualisierung, intelligente Schiffsfenster, Augmented Reality, smarte Schiffsführung, maritime Assistenzsysteme

Hinweis: Dieser Artikel wurde bereits in Schiff&Hafen (06/2019) veröffentlicht.

Gemeinsam mit den Partnern Fehrmann GmbH, Wärtsilä SAM Electronics GmbH und dem Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) erarbeitet das Fraunhofer IGD im Rahmen des Forschungsprojektes „Smart Window“ intelligente Lösungen, um zukünftig alle relevanten Daten für den Schiffsbetrieb zu verarbeiten, zu filtern und in einem Augmented Reality (AR) Display darzustellen. Die Einbettung in ein Fenster bietet dabei die Möglichkeit, eine Vielzahl von Informationen direkt im Blickfeld des Schiffsführers darzustellen. Fehler durch zu viele Informationen auf zu vielen Monitoren mit eigenen Darstellungskonzepten können damit vermieden werden. Das „Smart Window“ revolutioniert die Informations- und Datenströme auf der Schiffsbrücke und trägt damit maßgeblich zur Sicherheit im Schiffsverkehr bei.

Hintergrund

Mit fortschreitender Globalisierung und immer stärker verflochtenen Wirtschaftsräumen steigen die Anforderungen an die benötigte Transport- und Versorgungsinfrastruktur. Die Schifffahrt spielt hierbei eine besondere Rolle, da sich die systeminhärenten räumlichen Einschränkungen stark von denen der Luftfahrt sowie dem Schienen- und Straßenverkehr unterscheiden. Während letztere direkt an die Infrastruktur der Straßen bzw. Schienen gebunden sind, wird der Luftverkehr strikt und zentral überwacht und gesteuert. Die Schifffahrt hingegen ist zwar an Wasserstraßen gebunden, wird durch diese aber weniger eingeschränkt als der Schienen- bzw. Straßenverkehr. Im Vergleich zur Luftfahrt werden Schiffe weniger überwacht und sind außerhalb von Hafengebieten häufig „auf sich allein gestellt“. Hieraus ergeben sich deutlich höhere Anforderungen an die eigene Entscheidungskompetenz und an vorausschauende Planung.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, kommen immer öfter Sensornetze und computergestützte Assistenzsysteme zum Einsatz. Sie ermöglichen es, aus den vielfältigen Sensordaten aufgearbeitete Informationen zu generieren, welche informativ und trotzdem leicht visuell zu erfassen sind. Die erhaltenen Informationen erlauben es dem Schiffsführer, die aktuelle Situation korrekt einzuschätzen und so richtig zu reagieren und voraus zu planen. Insbesondere aktuelle Informationen zur Navigation, dem Wetter und lokalen Besonderheiten, wie kreuzende Schiffe, sind sehr umfangreich und müssen in Echtzeit verfügbar sein. Des Weiteren muss der technische Status des Schiffes und die Funktionsfähigkeit vieler Subsysteme, wie etwa Kühlaggregate für verderbliche Fracht, fortwährend überwacht

* Korrespondierende Autorin.
E-Mail: kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de (K. Bauer)

Abbildung 1: Schifffahrt im „Internet of Things“, ©Wärtsilä

werden. Aus dieser Menge an Daten aus vielfältigen Quellen (lokale Sensornetze, Positionierungssysteme, zentrale Informationsdienste etc.) muss der Schiffsführer die aktuell wichtigsten extrahieren.

Besondere Herausforderungen für einen besonderen Arbeitsplatz

Neben den klassischen Informationen zur Schiffsführung bieten neue Technologien im Bereich der Sensorik, der Digitalisierung und der Displaytechnik Potenziale, die Sicherheit des Seeverkehrs weiter zu steigern. Dabei gilt es, die neuen Möglichkeiten, welche sich aus der Verbindung physischer Produkte und digitaler Daten ergeben, optimal zu kombinieren, wobei die speziellen Anforderungen der maritimen Branche in besonderem Maße für die Technologien beachtet werden müssen. Diese liegen zum einen in den teilweise äußerst rauen Umgebungsbedingungen, wie sie etwa auf hoher See herrschen. Zum anderen ist die Verbindung zum Internet bislang nur sehr eingeschränkt vorhanden. Eine weitere Herausforderung sind die starken Reglementierungen bei der Zulassung neuer technischer Systeme in der Nautik – gerade auch auf der Schiffsbrücke.

Abbildung 2: Die Schiffsbrücke und die mögliche Sicht des intelligenten Fensters in Augmented Reality, ©Wärtsilä

Wie aus einem Fenster ein AR-Display wird

Eine Augmented Reality-Ansicht entsteht durch das komplexe Zusammenspiel von Datenaufbereitung, Sensorik und Visualisierung, welche meist speziell für einen Blickwinkel erstellt wird. Um dem Benutzer Informationen so in sein Sichtfeld einzuspielen, dass diese die Realität gezielt anreichern, muss das digitale Modell der Welt mit der Realität in Deckung gebracht werden (Overlay). So sind globale Daten aus externen Quellen, etwa Positionsdaten aus dem elektronischen Seekartendarstellungssystem, und lokale Daten aus schiffseigenen Sensoren, etwa Radar, zu fusionieren und relativ zum Betrachter wiederzugeben. Das erfordert insbesondere Informationen über das Blickfeld des Nutzers, so dass die eingeblendeten Daten aus dessen Sicht klar den realen Objekten zugeordnet werden können (wie in Abb. 2 veranschaulicht). Bewegt sich der Nutzer, muss dies in Echtzeit nachvollzogen und das virtuelle Bild entsprechend nachgeführt werden. Diese Tracking-Funktion muss auch bei den schwachen Lichtverhältnissen auf einer nächtlichen Schiffsbrücke robust und exakt funktionieren, um die Position des Overlays nicht zu verfälschen. Weitere Herausforderungen ergeben sich aus der Informationsauswahl und -aufbereitung für die Augmentierung: Die Auswahl darf keine kritischen Informationen, wie etwa Kollisionswarnungen, verwerfen oder verfälschen. Dennoch sollen dem Nutzer nur die derzeit relevanten Daten übersichtlich aufgearbeitet visualisiert werden. Für die Projektion der Daten in das Sichtfeld des Beobachters ist die Wahl der verwendeten Symbole und Animationen entscheidend. Diese dürfen den Blick auf die Realität nicht zu stark abdecken, müssen aber auch hinreichend groß, intuitiv erfassbar und kontrastreich sein, um vom Benutzer schnell erkannt und interpretiert zu werden. Auch wenn ein solches AR-Display im ersten Schritt für einen einzelnen Nutzer entwickelt wird, soll im Forschungsprojekt „Smart Window“ auch das komplexere Problem der Berücksichtigung von mehreren parallelen Nutzern adressiert werden. Dabei ist die größte Herausforderung, mehrere Blickwinkel gleichzeitig zu erfassen und getrennte Visualisierungen her- und darzustellen. In diesem Projekt wird diesbezüglich untersucht, inwieweit die einzelnen Systeme sich gegenseitig beeinflussen und wie diese Störungen aufgelöst werden können.

Ein zentrales Element für das neuartige AR-Display ist das Laserprojektionssystem. Für diese spezielle Projektionsform müssen elektronische Regel- und Steuerelemente bereitgestellt werden. Zur Erzeugung eines großen Projektionsbildes werden mehrere Einzelsysteme miteinander verbunden.

Kernstück des Laserprojektionsystems ist ein Mikrospiegel aus Silizium, wie ihn die Abbildung 3 links zeigt. Der eigentliche Spiegel selbst ist als Kreis im Zentrum zu sehen und ist an zwei senkrecht zueinander stehenden Achsen aufgehängt, die man einmal direkt an den Spiegel grenzend und außen unscharf im Bild erkennen kann. Um diese Achsen kann der Spiegel, angeregt durch elektrostatische Kräfte, schwingen. Wird Laserlicht auf den Spiegel geworfen, kann mit einem solchen Spiegel ein beliebiges Bild projiziert werden. Damit der Spiegel große Ablenkwinkel erreichen kann und nicht verschmutzt wird, wird er mit einem Glasdeckel bei geringem Innendruck auf Waferebene verkapselt, wie in der Abbildung in der Mitte zu sehen ist. Ein mögliches farbiges Laserprojektionssystem ist im rechten Bild als Tachometerdarstellung zu sehen. Dabei lassen sich mit Lasern unterschiedlicher Wellenlänge beliebige Farben darstellen.

Ein weiterer wichtiger Baustein sind geeignete Glaslaminate für die Fenster. Diese müssen aus normgerechten Einzelgläsern bestehen, die mit Folien zu einem Laminat verbunden sind. Es gilt, Folien zu identifizieren und zu testen, die einerseits zum Einsatz für Projektionssysteme kommen, andererseits den spezifischen Anforderungen an Glaslaminate in Schiffsfenstern gerecht werden. Schiffsfenster sind Sicherheitsbauteile und haben daher besondere Anforderungen an Gläser, die sowohl die Standhaftigkeit gegen Drucklasten betreffen, als auch Voraussetzungen wie die Eignung in maritimer Umgebung (Dichtigkeit, Hygroskopie etc.)

Neben der Entwicklung einer geeigneten Projektionseinheit muss insbesondere sichergestellt sein, dass die projizierten Informationen perspektivisch korrekt dargestellt werden. Während in einem Heimkino lediglich das Bild „rechteckig“ bleiben muss, benötigt eine Augmentierung eine Anpassung der Perspektive des Overlays. In Abhängigkeit des Sichtfelds des Nutzers muss das Sichtfeld des generierten Overlays angeglichen werden. Dazu wird zu jedem Zeitpunkt die Position des Betrachters (genauer die seiner Augen) auf der Brücke benötigt. Eine Ausstattung der Personen mit aktiver Positionierungssensorik, etwa Inertialsensoren oder Funkpeilern, im Schulter- oder Kopfbereich ist nicht erwünscht für ein praxistaugliches Produkt. Sie würden

Abbildung 3: Links: Mikrospiegel aus Silizium; Mitte: seitliche Ansicht eines Silizium-Wafers mit Mikrospiegeln, die mit einem schrägen Glasdeckel im Waferverbund gekapselt wurden; Rechts: Tachometerdarstellung mit Hilfe eines Laserprojektionssystems, ©Fraunhofer ISIT

zum Beispiel den Wechsel des Schiffsführers verlängern und seine Aktionsfreiheit einschränken. Daher werden passive Verfahren benötigt, welche lediglich brückenseitige Sensorik, insbesondere Kameras, verwenden und den alltäglichen Betrieb nicht stören. Auf einer Schiffsbrücke sind dabei besondere Bedingungen zu beachten. Standard-Trackinglösungen für den Innenbereich, wie es sie zum Beispiel für Spielekonsolen gibt, sind auf einer Schiffsbrücke nur bedingt einsetzbar. So sind sie nicht robust genug verwendbar, da sie meist mit aktiven Sensoren arbeiten und die Stahlumgebung die nötigen Signale mehrfach reflektiert oder abdämpft. Des Weiteren befinden sich mehrere Personen in einer Arbeitssituation, weshalb eine Einschränkung der Bewegungen nicht stattfinden darf. Ein weiterer Punkt ist die stark variierende Beleuchtung von sehr reflektierender Sonneneinstrahlung, schnell wechselnden Hell-Dunkelverhältnissen bis hin zu Nachtsituationen. Aus diesen Gründen ist es notwendig, eine neue Methode speziell für die Schiffsbrücke zu entwickeln. Insbesondere diese Positionsbestimmung und die Aufarbeitung der verfügbaren Daten für die Visualisierung sind Teil der zentralen Herausforderungen des Projektes und werden durch das Fraunhofer IGD bearbeitet.

Das richtige Sichtfeld ist entscheidend

Die Verwendung von RGB-D Kameras (Farbbilder und 3D-Struktur als Tiefenkarte, siehe Abb. 4) erlaubt es, die Positionierung des Nutzers relativ zur Kameraposition durchzuführen. Dazu wird der Nutzer in der Tiefenkarte (heller = weiter entfernt) erkannt und so seine 3D-Position bestimmt.

Für die korrekte Visualisierung ist es weiter notwendig, diese Position relativ zum darstellenden Display zu interpretieren. Hierzu müssen zumindest ein dreidimensionales Modell der Projektionsfläche, hier dem Schiffsfenster, die Position/Orientierung der Projektionseinheit in Relation zum Schiffsfenster sowie Abbildungsfehler des Projektors und die Position/Orientierung der Kamera relativ zum Projektor berücksichtigt werden. Um die Informationen im Schiffsfenster darzustellen, ist immer die Position/Orientierung des Betrachters zu berücksichtigen. Generell ist dabei die Aufgabe, für jeden Pixel des AR-Fensters das passende Element der realen Welt zu finden, welches der Nutzer durch eben diesen Punkt sieht. Daraus kann dann die gewünschte Information abgeleitet, zum Beispiel der Kurs eines kreuzenden Schiffes, und am korrekten Punkt der Projektionsfläche abgebildet werden. Wird dies an jedem Punkt der Projektionsfläche durchgeführt, erscheint für den Betrachter eine korrekte Augmentierung über der Wirklichkeit. Anders gesagt, wird das zu projizierende Bild so verzerrt, dass der Nutzer ein Bild aus seinem Bilckwinkel erhält anstatt dem des Projektors. Um dies leisten zu können, werden neben der Positionsbestimmung räumliche Beziehungen zwischen dem Projektor und der Projektionsfläche, also dem intelligenten Fenster benötigt. Die Bestimmung dieser Parameter, oft als Kalibrierung bezeichnet, soll zunächst statisch erfolgen und dann Schritt für Schritt automatisiert werden. Hierzu kommen insbesondere iterative Algorithmen in Betracht, die das projizierte Bild mittels einer Kamera aufnehmen und die korrekten Parameter für die Abbildung identifizieren.

Für die erfolgreiche Umsetzung des Projekts ist eine enge Zusammenarbeit aller Teilnehmer notwendig. Die aufbereiteten Informationen im erstellten AR-Bild müssen auf dem neu entwickelten Projektor schnell und mit hoher Qualität dargestellt werden, was eine enge Verbindung der Abbildungs-Software und Hardware erfordert.

Die Integration des AR-Moduls in ein Brückensystem, welches nach Möglichkeit auch als Nachrüstung für bestehende Brücken verfügbar sein sollte, ist eine weitere Herausforderung, welche nur in enger Zusammenarbeit erfolgen kann.

In naher Zukunft werden mit den Ergbnissen des Projektes neue Möglichkeiten für die Kommunikation, Lageerfassung und Navigation bereitgestellt werden können.

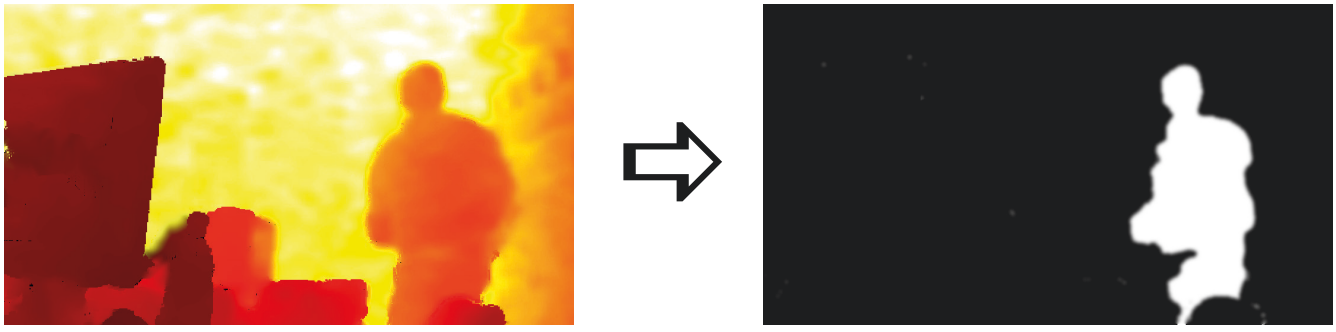
Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektpartner: Fehrmann GmbH, Wärtsilä SAM Electronics GmbH, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT)

Abbildung 4: Abbildung einer Tiefenschätzung; Links: Tiefenbild mit Farbkodierung Hintergrund hell und Vordergrund dunkler, Rechts: Herausstellung der Personenumrisse in Echtzeit, ©Fraunhofer IGD



Autorenangaben

Prof. Dr.-Ing. Uwe Freiherr von Lukas
Standortleitung Rostock, Maritime Graphics
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
Joachim-Jungius-Straße 11
18059 Rostock
uwe.von.lukas@igd-r.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Kristine Bauer
Leitung Projektbüro Kiel
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
Schauenburgerstr. 116
24118 Kiel
kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Arne Petersen
Projektbüro Kiel
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
Schauenburgerstr. 116
24118 Kiel
arne.petersen@igd-r.fraunhofer.de

Jörg Eichholz
Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT
Fraunhoferstraße 1
25524 Itzehoe
joerg.eichholz@isit.fraunhofer.de