KEOD - KLASSIFIZIERUNG MITTELS ELEKTROOPTISCHER DATEN

Thomas Jensen

Lt. Commander Data: „I am monitoring increased activity inside cardassian space. Two ships are moving along the border heading 142-051.“. Captain Picard: „Can you identify the class of those ships Mr Worf?“. Lieutenant Worf: „Cardassian warships, Galor class, Type three.“

Erstaunlich viele kreative Fantasien des Eugene Wesley „Gene“ Roddenberry aus der Science-Fiction-Fernsehserie Raumschiff Enterprise, die seit 1966 Groß und Klein begeistert, haben ihren Weg in die heutige Alltagswelt gefunden. Aufklappbare Kommunikatoren, tragbare Tricorder, Personal Access Display Device (PADDS) und Library Computer Access and Retrieval System (LCARS), um nur einige zu nennen, sind als Mobiltelefone, mobile Sensorsysteme, Tablet PCs oder Touchscreens heute jedermann zugänglich und längst keine Zukunftsvision mehr. Auch der oben dargestellte Dialog über die Klassifizierung eines Kontakts aus der Serie „Enterprise – The Next Generation“ zwischen dem Sicherheitschef und dem Captain des Schiffes ist keine Fiktion mehr.

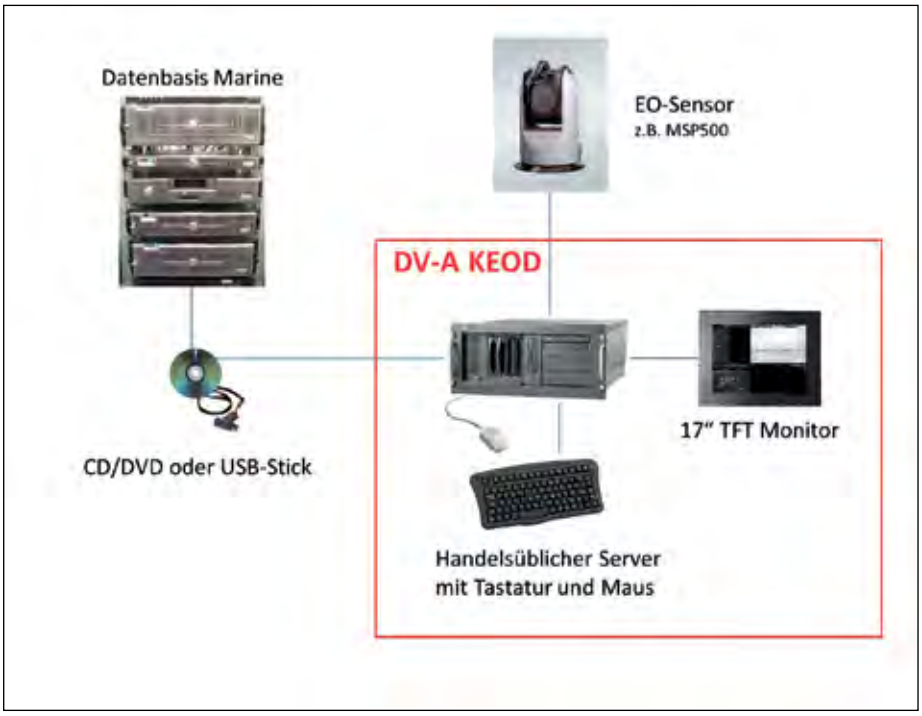
Der Prozess der rechnergestützten Klassifizierung ist von grundlegender Bedeutung für das weitere Vorgehen, da er am Anfang einer Wirkkette steht, die eventuell mit dem Einsatz von tödlichen oder nicht tödlichen Wirkmitteln endet. Sie beginnt mit den Sensoren z.B. den Radaren oder elektrooptischen Geräten einer Einheit, die ein möglichst frühes Aufspüren (Detektieren) eines Ziels erlauben sollen. Danach erfolgt die Klassifikation des Ziels, d.h. im Falle der Marine die Beantwortung der Frage, um welche Schiffsklasse es sich handelt, und ob es sich aufgrund dieser Einordnung um eine Bedrohung handeln könnte. Bei ausreichenden Informationen, z.B. durch die Rumpfnummer, kann sogar eine spezifische Einheit identifiziert werden. Zeit, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit sind hier die entscheidenden Kriterien. Je früher das Aufspüren und die Einordnung als Bedrohung erfolgen, desto mehr Zeit bleibt dem Kommandanten für die Auswahl der folgenden Schritte. Ebenso wichtig ist, dass möglichst unter allen Sichtbedingungen und zu jeder Zeit eine zuverlässige Klassifizierung erfolgen kann, auf die sich der Kommandant bei seiner Entscheidungsfindung verlassen kann.

Die Klassifizierung eines aufgespürten Zielkontaktes kann heute mittels unterschiedlicher Systeme durchgeführt werden. Als kooperatives Verfahren wäre hier ein Freund-Feind-Erkennungssystem (IFF - Identification Friend or Foe) zu nennen, dass mittels eines kryptierten Datenaustauschs zwischen Abfragegerät auf der eigenen Einheit und dem Transponder beim Ziel eine eindeutige Identifizierung ermöglicht. Insbesondere in der Luftfahrt kommen solche Systeme zum Einsatz, verlangen allerdings eben diesen kooperativen Transponder an Bord des Zielkontakts.

In der Schifffahrt wird das automatische Identifikationssystem (AIS - Automatic Identification System) eingesetzt, das einen Austausch von Navigations- und anderen Schiffsdaten zulässt und ebenfalls einen Sender an Bord benötigt. Eine nicht kooperative Klassifikation kann dagegen mittels aktiver Strahlung von Radar oder Laser erfolgen. Zielkontakte werden beleuchtet und die aufgefangenen Reflexionen anhand von Vergleichen mit Referenzsignaturen in Datenbanken bewertet. Die Befüllung dieser Datenbanken ist dabei aufwendig, da Typvertreter jeder Klasse aus allen Blickwinkeln vermessen und deren Signaturen sowie zusätzliche Informationen gespeichert werden müssen.

Soll die Klassifizierung rein passiv, d.h. ohne eigene, aufspürbare Ausstrahlung von elektromagnetischen Wellen erfolgen, so muss man die Strahlung des Ziels vermessen. Dies können die selbststrahlenden Systeme wie Radar und Laser aber auch Wärmeemissionen der Oberfläche sein. Bei der Auswertung können auch hier durch den Vergleich mit Datenbanken z.B. Überwachungs- oder Feuerleitradare bzw. Laserentfernungsmesser oder -zielmarkierer identifiziert und eventuell damit die Träger klassifiziert werden.

Die älteste und sicherste Methode der Klassifizierung ist allerdings immer noch die visuelle. Gut ausgebildetes Personal kann mit bloßem Auge oder mittels optischer Sehhilfen wie Fernglas bzw. Fernrohr bei geeigneter Sicht Ziele anhand ihrer Kontur und aufgrund von charakteristischen Merkmalen klassifizieren und gegebenenfalls sogar identifizieren. Unterstützt wird diese Fähigkeit noch durch elektrooptische Geräte wie Restlichtverstärker, Wärmebildgeräte und TV-Kameras mit stark



Übersicht über die DV-A KEOD mit der Anbindung an die Datenbasis Marine (Quelle: BAAINBw, Autor)

vergrößernden Objektiven, die eine Klassifizierung bei verschlechterten Bedingungen und auf größere Entfernung ermöglichen.

Klassifikation mittels elektrooptischer Daten

Eine Unterstützung leistet die Datenverarbeitungsanlage (DV-A) KEOD, wobei KEOD für die Klassifikation mittels elektrooptischer Daten steht. Es handelt sich hierbei um ein operationell voll einsatzfähiges System, das anhand der Kontur, der optischen Merkmale und weiterer Informationen eine rechnergestützte Klassifikation von militärischen und zivilen Seefahrzeugen durchführt und damit den Nutzer insbesondere bei schlechten Sichtbedingungen und unbekannten Kontakten unterstützt. Silhouetten, Referenzbilder, Risszeichnungen und Datenblätter zu den einzelnen Schiffsklassen sind in einer Datenbank hinterlegt, die fortwährend durch die Marine gepflegt und erweitert wird. Eingepflegt ist auch das allgemeine Nachschlagewerk Jane's Fighting Ships, das die Informationen von KEOD noch ergänzt. Damit kann die DV-Anlage KEOD die bisherigen meist papierbasierten Schiffsverzeichnisse vollständig ersetzen. Die Fähigkeiten gehen aber noch weit darüber hinaus. Eine Berücksichtigung des Elevationswinkels ermöglicht eine Nutzung von Luftaufnahmen zur Klassifizierung, während die Möglichkeit zur passiven Entfernungsschätzung insbesondere Nutzern auf U-Booten zugute kommt. Hier können anhand der bekannten Schiffsgröße und des Betrachtungswinkels schnelle Entfernungsschätzungen berechnet werden.

Das Herzstück der DV-Anlage ist die Software, die in Zusammenarbeit zwischen der Wehrtechnischen Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD71), dem Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE) und der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg (HSU/UniBw) entstanden ist. Die ersten Ergebnisse der WTD71 wurden ab 2003 in Studien mit dem FKIE weiterentwickelt. Das FKIE ist damit für das Systemkonzept und die Mensch-Maschine-Schnittstelle zuständig. Die Klassifikatoren, also die Algorithmen zur Bildauswertung, wurden am Lehrstuhl für allgemeine Nachrichtentechnik der Universität der Bundeswehr in Hamburg entwickelt. Unter Leitung S5.2 im Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) finden bis zu zweimal jährlich Sitzungen des gleichnamigen Integrierten Projektteams (IPT) mit Vertretern

	Anzahl Systeme
Seegehende Einheiten	
U212A	4
FD423	3
M332, M333, M352	20
S143A	10
F122, F123, F124	15
K130 (Einrüstung ab 2014)	5
EGV	2
Landdienststellen	19
∑	78

Einheiten und Dienststellen mit der DV-A KEOD

aus allen projektrelevanten Bereichen der Bundeswehr statt. Für das Marinevorhaben „DV-Anlage KEOD" läuft die Beschaffung der Hardware und das Einrüsten an Bord seit dem Jahr 2005. Mittlerweile sind bereits zahlreiche Klassen und Landdienststellen mit der aktuellen Version KEOD 3.0 ausgerüstet.

Damit verfügen alle Einheiten, die elektrooptische Sensoren wie die Multi Sensorplattform 500 MIRADOR oder Sehrohr 14/15 besitzen, über KEOD. Unter Landdienststellen hingegen sind alle Einrichtungen zusammengefasst, die Referenz- oder Ausbildungsanlagen besitzen wie die Marine Operationsschule (MOS), das Marineunterstützungskommando (MUKdo), das Marinearsenal (MArs), die WTD71, die HSU und das FKIE sowie im Rahmen der Pressearbeit auch das Presse- und Informationszentrum (PIZ) der Marine.

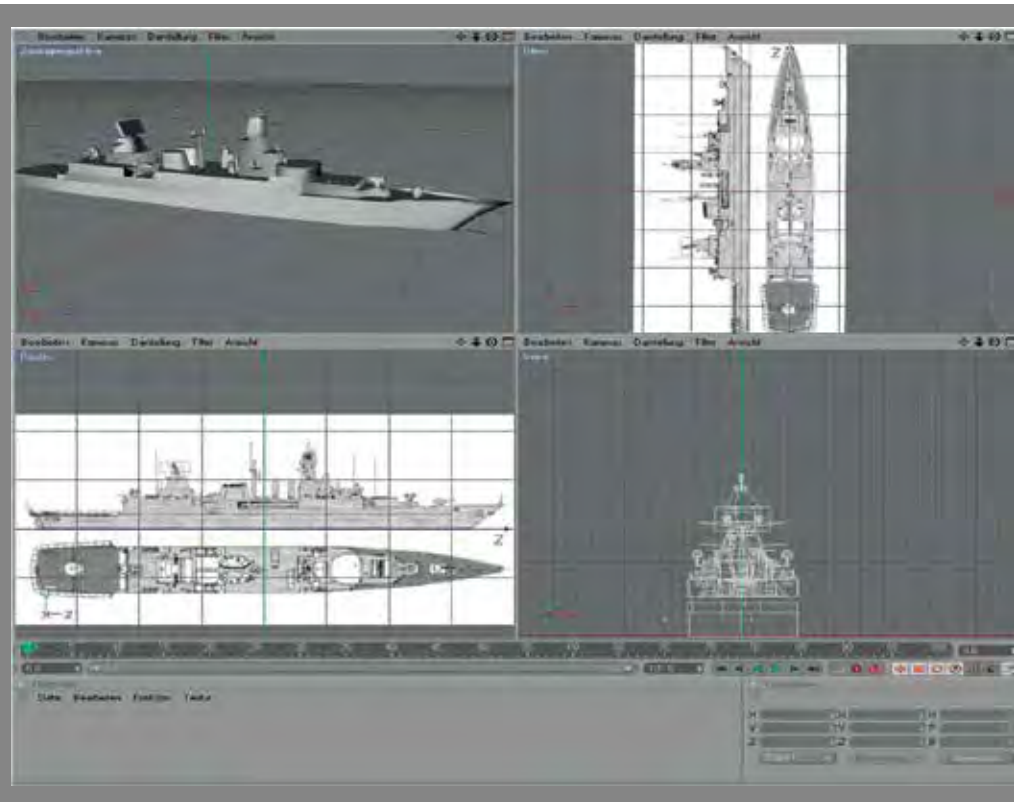
Die DV-Anlage besteht neben der Software KEOD lediglich aus einem handelsüblichen Rechner mit Linux Betriebssystem samt unterbrechungsfreier Stromversorgung, Monitor, Tastatur und Maus. Die grafische Bedienoberfläche bietet dem Nutzer auf dem Bildschirm alle relevanten Informationen und Einstellungsmöglichkeiten.

Im „Bildbereich" (1) wird das Originalbild des Sensors z.B. MSP500 unverfälscht dargestellt. Im „Bearbeitungsbereich" (2) darunter macht der Nutzer je nach Systemzustand die notwendigen Einstellungen zur Kontur, der Ausrichtung und den Merkmalen. Die Aufzeichnung des Sensorvideos erfolgt automatisch und der Nutzer kann beliebig in den ca. 20 Minuten der Aufzeichnung navigieren. Der „Steuerbereich" (3) ist praktisch das Hauptmenü und ermöglicht den Wechsel zwischen Systemzuständen und die Auswahl von erstelltem Bildmaterial. Der „Datenbankbereich" (4) zeigt die Schiffe aus der Datenbank und weitere Informationen wie Risszeichnungen und Referenzbilder.

Die Benutzeroberfläche KEOD aufgeteilt in vier Quadranten (Quelle: BAAINBw, Autor)

Zur Klassifikation wird das unverfälschte Sensorbild verwendet. Im Bereich Helligkeit und Kontrast kann das Bild angepasst und bei Bedarf gezoomt werden, bis man das am besten geeignete Bild von dem zu klassifizierenden Schiff bestimmt hat. Als nächstes folgt die Ausrichtung des Schiffes, bei der auch Roll- und Stampfbewegungen berücksichtigt werden können. Zur Verfügung stehen drei Vergleichsmodelle, militärische Einheiten, für Tanker- und Containerschiffe, die dem Nutzer die Ausrichtungsbestimmung erleichtern. Mit dem Zeichnen der Kontur folgt die wichtigste Tätigkeit des Nutzers. Beginnend mit der Wasserlinie des Schiffes wird die gesamte Kontur nachgezeichnet. Neben dieser Konturklassifikation kann auch eine Klassifikation nach Merkmalen durchgeführt werden. Merkmale sind u.a. Bug, Heck, Geschütze, Brücke, Schornstein, Masten und Sensoren. Die Markierung erfolgt wahlweise punktuell oder als Flächen auf dem Schiffsbild. Als zusätzliche Option steht das Ermitteln von positionsunabhängigen Merkmalen wie Nationalität, Rumpfnummer, Rumpfform oder Länge zur Verfügung.

Aus allen drei Klassifikatoren wird in der Datenbank nach den Schiffsklassen mit den meisten Übereinstimmungen gesucht. Das Ergebnis zeigt die Klassen in Ähnlichkeit zu dem klassifizierenden Schiff an. Für jede aufgeführte Klasse können 2D-Risszeichnungen, das 3D-Modell in aktueller Ausrichtung und Fotos angezeigt werden. Das endgültige Ergebnis mit allen Eingaben und gegebenenfalls Kommentaren kann direkt in der Ablage gespeichert werden.



Screenshot der Erstellung eines 3D-Schiffsmodells mit handelsüblicher Software (Quelle: BAAINBw, Autor)

Durch das Brennen der Ablage auf CD/DVD werden die Daten anderen Einheiten oder dem MUKdo zur Verfügung gestellt.

Die Leistungsfähigkeit des Systems und die einfache Bedienbarkeit führen bereits nach einer zweistündigen Ausbildung zu sicheren Klassifizierungen in weniger als einer Minute. Geübte Operateure benötigen sogar weniger als 30 Sekunden.

Grundlage für die Klassifikatoren ist die Schiffsdatenbank mit den notwendigen Referenzinformationen. Diese wird von der Marine selbst bei MUKdo II B 2 gepflegt. Hier werden alle verfügbaren Informationen zu weltweit im Einsatz befindlichen Schiffen und Booten gesammelt und datentechnisch aufbereitet. Mittels marktverfügbarer Software werden 3D-Schiffsmodelle und daraus dann die notwendigen Vergleichssilhouetten erstellt. Die Datensätze werden einsatzspezifisch für die jeweiligen Einheiten zusammengestellt.

Aktuell erfolgt derzeit eine Untersuchung der Anforderungen an zukünftige Hardware, um in einer noch 2014 stattfindenden Regeneration die alten Server durch kleinere und leistungsstärkere zu ersetzen. Aufbauend auf der neuen Hardware soll dann die Software überarbeitet werden, um die Klassifizierung weiter zu beschleunigen und für den Nutzer zu vereinfachen.

Zukünftig soll durch die Implementierung einer sogenannten Operator Library auch während einer Mission an Bord die Möglichkeit bestehen, neue Schiffsklassen mit den zugehörigen Silhouetten generieren zu können. Es ist dabei angedacht, die 3D-Modelle eventuell aus Fotos mit unterschiedlichen Betrachtungswinkeln des gleichen Schiffes automatisch zu erstellen. Damit könnte der Prozess der Modellerzeugung erheblich beschleunigt werden. Eine Studie zu diesem Thema wurde bereits an der HSU durchgeführt und ein Demonstrator der Software wird derzeit an der WTD71 untersucht.

Der Prozess der Klassifikation könnte durch eine Überarbeitung der Klassifikatoren, aber auch durch eine Automatisierung der Konturzeichnung bzw. eine Vorauswahl von Merkmalen im Bild beschleunigt werden. Denkbar ist auch eine Integration in oder eine Anbindung an ein Führungswaffeneinsatzsystem, sodass weitere Informationen wie GPS oder AIS in die Klassifikation einfließen können und das Klassifizierungsergebnis automatisch das gemeinsame Lagebild ergänzt und so anderen Systemen zur Verfügung gestellt werden kann.

Fazit

Das Projekt DV-A KEOD ist ein sehr gutes Beispiel, wie bundeswehreigene Forschung zu einem voll operationellen System geführt hat. Die Leistungsfähigkeit des Systems ist nicht nur für die Marine von Nutzen, sondern kann auch in der Luftwaffe oder teilweise im Heer Anwendung finden, wenn es um die Klassifikation von Seezielen geht. Da es weltweit kein vergleichbares System gibt, ist das Interesse anderer Nationen an KEOD bereits geweckt.

Die durchdachte, ergonomische Benutzerschnittstelle ist intuitiv und die Bedienung daher einfach zu erlernen. Die kurze Ausbildung konnte so in die allgemeine Ausbildung für den elektrooptischen Sensor integriert werden. Der Schiffsführung wird mit KEOD eine schnelle und wichtige Unterstützung zur Aufklärung und Entscheidungsfindung geboten, die gerade bei schlechter Sicht einen wesentlichen Vorteil bedeuten kann. Die Möglichkeiten, die diese DV-Anlage bietet, sind damit aber noch lange nicht ausgereizt. Es ist wichtig, diese Software und die zugrunde liegende Datenbank zu pflegen und weiter zu entwickeln, um den zukünftigen Anforderungen in einem immer komplexer werdenden maritimen Umfeld gewachsen zu sein. ⚓

TORR Thomas Jensen ist Referent für elektrooptische Sensoren und Kommunikation im Referat S5.2 im BAAINBw. Seit 2009 ist er Projektmanager KEOD.