

# Eye4Save - Bildbasiertes 3D-Überwachungssystem für die sichere Mensch-Maschine-Kooperationen

Kamerabasierte 3D-Live-Raumüberwachung durch verteilte Stereobild-Erfassung

3D-Szenenanalyse unter Berücksichtigung von Objektform und -farbe

Skalierbares Systemkonzept



**Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e. V.**

**Vorstandsvorsitzender:**

**PD Dr.-Ing. habil. K.-H. Franke**

Werner - von - Siemens - Straße 10  
**D-98693 Ilmenau**

**Telefon** +49 (0) 3677 689768 0

**Fax** +49 (0) 3677 689768 2

**E-Mail** [info@zbs-ilmenau.de](mailto:info@zbs-ilmenau.de)

**WWW** [www.zbs-ilmenau.de](http://www.zbs-ilmenau.de)

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. Daniel Kapusi

**Telefon** +49 (0) 3677 689768 6

**E-Mail** [daniel.kapusi@zbs-ilmenau.de](mailto:daniel.kapusi@zbs-ilmenau.de)



Das Vorhaben **BildRobo** - wurde vom Freistaat Thüringen unter dem Kennzeichen 2008FE9063 gefördert und durch Mittel der Europäischen Union im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) kofinanziert.

In Kooperation mit:



**Fraunhofer**

IDMT



Abbildung 1 Szene „Mensch & Roboter“

## Motivation

In der modernen hochflexiblen industriellen Produktion nimmt die Komplexität der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine stetig zu. An hochtechnisierten Industriearbeitsplätzen entstehen immer häufiger kritische Situationen, die zu schweren Arbeitsunfällen führen können. Um diese Situationen zu verhindern und ihre Zahl zu minimieren, sind bereits vielfältige Sicherheitstechnologien im Einsatz. Eine Absperrung des kritischen Bereichs senkt zwar das Gefahrenpotential für die Mitarbeiter, schränkt jedoch auch die erforderlichen Interaktionsmöglichkeiten erheblich ein. Gefragt sind deshalb intelligente, barrierefreie Sicherheitslösungen für den industriellen Bereich, um sowohl sicher als auch gleichzeitig effizient zu automatisieren.

Basierend auf den Ergebnissen des Verbundprojektes **BildRobo** ist im Rahmen einer Forschungs- und Entwicklungskooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT ein modulares Set von »4Save«-Technologien entstanden, die helfen, die Überwachung in Mensch-Maschine-Arbeitsräumen zu optimieren.

## 3D-Live-Objektdetektion

**Eye4Save** verarbeitet die Live-Bilder von Kamera-paaren, die das Szenario aus verschiedenen Perspektiven

erfassen. In der Standardkonfiguration werden vier Kamera-paare eingesetzt, die in den Raumecken montiert sind und aus einer schrägen Aufsicht den Raum beobachten.

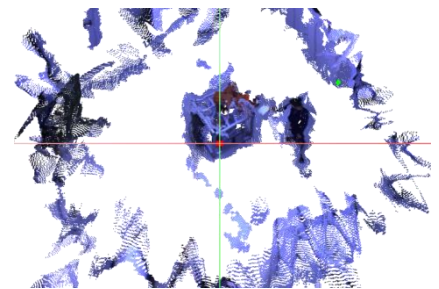


Abbildung 2 Rekonstruktion der fusionierten 3D-Stereopunktewolke

In Analogie zum menschlichen räumlichen Sehen werden aus jedem der Kamera-paare Tiefeninformationen gewonnen. Diese liefern die Basis, um Objekte in der Werkhalle anhand ihres Abstands zur Kamera vom Hintergrund zu unterscheiden. Die Wahrnehmung von Objekten im Raum beruht auf der Analyse dieser Tiefeninformationen in Kombination mit aufgenommenen Farbwerten des Hintergrunds. Als Referenz dient ein im Vorfeld für jedes Stereokamera-paar angelerntes distanzbasiertes und farbadaptives Hintergrundmodell.

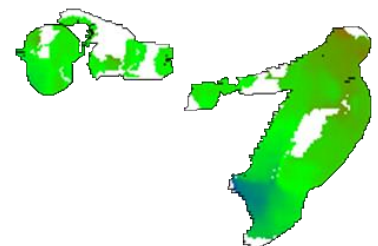


Abbildung 3 distanz-farbcodierte Vordergrund-Silhouette aus einer Kameraperspektive

## 3D-Objektrekonstruktion

Die aus den verschiedenen Perspektiven erkannten Vordergrund-Objekte

werden zusammengeführt und in Form ihrer visuellen Hüllen dreidimensional abgebildet. Durch das Verbinden einer Vielzahl objektbezogener Eigenschaften aus den unterschiedlichen Ansichten lassen sich Objekte im 3D-Raum vollständig rekonstruieren und je nach dem Bedürfnis einer Überwachungsaufgabe modellhaft beschreiben. Speziell dafür entwickelte Verfahren, wie das *Fast-Shape-from-Multi-Silhouettes*, erlauben so eine 3D-Raumüberwachung in Echtzeit.

Je mehr Kameras ein Objekt sehen, desto besser nähern sich die Hüllen der tatsächlichen Objektform an. Für den Fall, dass eine Kamera ein Objekt nicht komplett erkennt, da es durch andere Objekte verdeckt wird, bleibt die Hülle entsprechend groß. Dadurch werden Verdeckungen immer zu Gunsten der Sicherheit behandelt. Verdecken sich Objekte gegenseitig, führt dies im Zweifelsfall zu einer verfrühten Kollisionswarnung.

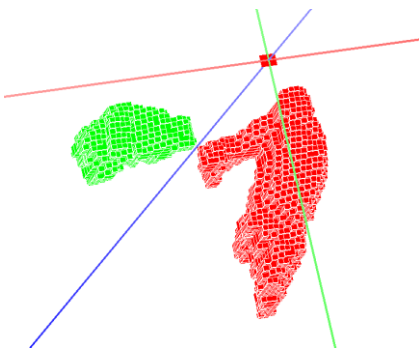


Abbildung 4 3D-Voxelmodell der Szene "Mensch & Roboter"

### Key-Features

- Verteilte Kamera-Client-Anwendungen für volle Skalierbarkeit
- Distanzbasierte und farbadaptive Hintergrundmodellierung
- Modellierung der Objekthüllen als 3D-Voxelmodell und Ellipsoide
- Automatische targetbasierte, geometrische und farbmetrische Kamerakalibrierung

### Informationen & Downloads

Mehr Informationen zum **Thema EYE4SAVE** finden Sie unter

[www.zbs-ilmenau.de/eye4save.html](http://www.zbs-ilmenau.de/eye4save.html).