

Infrarot-Technik im Straßenverkehr

Ergebnisse des Steinbeis-Transferzentrum an der Hochschule Aalen

Prof. Dr.-Ing. Günter Dittmar (dittmar-transfer@t-online.de) und
Prof. Dr. Jürgen Nolting (juergen.nolting@htw-aalen.de, <http://141.18.7.25/>)

Aufgaben:

Durch Infrarotaufnahmen kann die Sicht im Straßenverkehr erheblich verbessert werden. Ein „Night Vision System“ unterstützt wirkungsvoll den Fahrer in der Nacht beim Erkennen von Hindernissen (Fußgänger, Gegenstände, Fahrzeuge) auf der Straße.

Ausführliche Informationen in:

Dittmar, G.; Nolting, J.; Wärmebildgeräte im Kraftfahrzeug zur verbesserten Nachtsicht, Thermografie-Kolloquium 2003, Universität Stuttgart 25.9.2003

Warum ist eine Verbesserung der Nachtsicht notwendig?

Im nächtlichen Straßenverkehr werden in Deutschland jedes Jahr 3.300 Personen getötet und 150.000 Personen verletzt. Obwohl nur 28% aller Fahrten bei Dunkelheit stattfinden, werden dabei 50% aller Verkehrstoten registriert. Bei Fußgängern sind die Zahlen noch dramatischer: 60% aller tödlichen Unfälle ereignen sich bei Fußgängern nachts. Die Ursachen dafür liegen in der geringen Sichtweite der Autofahrer und den viel zu langen Anhaltewegen bei hohen Geschwindigkeiten. Das Abblendlicht eines PKWs hat eine mittlere Reichweite von ca. 50m. Ältere Kraftfahrer mit der naturgegebenen Minderung der Adaption des Auges erkennen bei Fahrten in der Nacht eine dunkel gekleidete Person erst in einer Entfernung von 30m bis 50m, [1].

Laborversuche mit 42 aufmerksamen Versuchspersonen unterschiedlichen Alters zeigten, dass die Erkennbarkeitsentfernung auf 58 m steigt, wenn Xenonlampen für das Abblendlicht eingesetzt werden, [2].

Der Anhalteweg eines PKWs beträgt bei trockener, griffiger Straße 72m, wenn das Auto aus einer Geschwindigkeit von 100km/h abgebremst wurde. Innerhalb der Reaktionszeit fährt das Auto 27m und der Bremsweg beträgt 45m, [3]. Der Anhalteweg ist mit den ausgewiesenen 72m länger als die Entfernung der Erkennbarkeit von ca. 50m. Viele Fußgänger und Radfahrer könnten noch leben oder wären nicht verletzt worden, wenn sie durch den Autofahrer rechtzeitig erkannt worden wären.

Die Verbesserung der Erkennbarkeit von Personen und Hindernissen auf öffentlichen Straßen ist der Einsatzzweck von so genannten „Night Vision Enhancement Systems“ (NVES).

Eine Vergrößerung der Erkennbarkeitsentfernung von 50m auf 100m würde eine deutliche Reduzierung der Verkehrstoten im nächtlichen Straßenverkehr bringen.

Seit ca. 10 Jahren forschen die Automobilhersteller und Systemlieferanten an aktiven und passiven Systemen zur Verbesserung der Nachtsicht.

Aktive oder passive Systeme?

Aktive Systeme konkurrieren mit passiven Systemen. Noch ist nicht abzusehen, welches Funktionsprinzip sich durchsetzen wird. Beide Systemvarianten befinden sich noch in einem frühen Stadium der Entwicklung.

Aktive Infrarotsysteme bestehen aus einem NIR-Scheinwerfer-Paar, einer Silizium-CMOS-Kamera mit verbesserter Empfindlichkeit im nahen IR und einem Display zur Darstellung des Bildes. Die Fernscheinwerfer emittieren NIR-Strahlung im Spektralbereich von 800nm bis 1000nm. Ihr Licht wird weitgehend unterdrückt, so dass entgegenkommende Fahrzeuge und Personen nicht geblendet werden. Ein Teil der NIR-Strahlung wird von den Objekten im Strahlungskegel, wie Personen, Autos, Verkehrsschilder, Randstreifen reflektiert. Die Kamera im PKW „sieht“ die Objekte, wenn genügend Strahlungsleistung reflektiert wird. Bei aktiven Systemen muss die Strahlung der NIR-Scheinwerfer die doppelte Entfernung zwischen Scheinwerfer und Kamera zurücklegen. Die Transmission der Atmosphäre bei hoher Luftfeuchtigkeit ist deshalb zu beachten. Für die Erkennbarkeit sind ausreichend große, diffus reflektierende Flächen und hohe Reflektionsgrade im Spektralbereich von 800nm bis 1000nm notwendig.

Passive Infrarotsysteme bestehen aus einer Wärmebildkamera für den Spektralbereich von $7,5\mu\text{m}$ bis $14\mu\text{m}$. Die Temperaturstrahlung der Objekte wird von der Kamera aufgenommen und als Thermografie-Bild dargestellt. Das Hindernis ist erkennbar, wenn es sich in seiner Temperatur oder/und seinem Emissionsgrad vom Untergrund unterscheidet. Die Strahlung braucht nur die einfache Entfernung zu durchlaufen. Durch die größere Wellenlänge der genutzten Strahlung wird die Erkennbarkeitsentfernung bei Dunst größer und damit besser sein als beim aktiven System.

Untersuchungen zur Erkennbarkeit von Gegenständen und Farben:

Bei den folgenden Bildaufnahmen wurden 3 Spektralbereiche genutzt:

- Sichtbarer Bereich (VIS)
- Bereich für das nahe Infrarot (NIR; $0,7\mu\text{m}$ bis $1\mu\text{m}$)
- Bereich für das mittlere Infrarot (MIR; $8\mu\text{m}$ bis $13\mu\text{m}$)

Die Bildverarbeitung ermöglicht unterschiedliche Darstellungsformen (schwarz/weiß, farbig oder Falschfarbendarstellung).



Farbbild im VIS (sichtbarer Bereich)



NIR-Bild



Wärmestrahlungsbild: schwarz-weiß



Wärmestrahlungsbild: weiß-schwarz

Abb. 1: Bild-Vergleich, Szene vom Parkplatz, Aufnahmezeit: Januar, 12 Uhr, Aufnahmeort: ca. 15 m über dem Parkplatz, Sichtweite > 1km, Lufttemperatur ca. -6°C

Die Bilder wurden vom gleichen Standort unmittelbar zeitlich hintereinander aufgenommen. Im Farbbild (VIS-Bereich) sind die natürlichen Farben deutlich erkennbar. Im NIR-Bereich werden die roten Farbanteile überbetont, so dass ein ursprünglich rot lackiertes Fahrzeug hell wie ein weißes Fahrzeug erscheint. Grün lackierte Fahrzeuge erscheinen grau, grüne lebende Pflanzen erscheinen weiß. Die Wärmestrahlungsbilder zeigen die Eigenstrahlung des Objektes. Am rechten Bildrand ist die Temperaturskala eingetragen. Den Grauwerten kann in den Bildern somit eine Temperatur zugeordnet werden. Menschen und warme Autos erscheinen dunkel und der kalte Schnee hell. Im unteren Wärmestrahlungsbild sind die Verhältnisse umgekehrt. Dieses Bild ist sehr gewöhnungsbedürftig.

In den folgenden Bildern ist die Wirkung des Chlorophylls in den Blättern deutlich zu sehen.

Sichtbare Bereich (VIS-Bild)



unsichtbarer Bereich (NIR-Bild)



Bild mit einer NIR-Kamera aufgenommen, Langpassfilter RG 830
Ergebnis: lebende Pflanzen werden weiß

Erkennung von Verkehrszeichen im NIR-Bereich:

Sichtbare Bereich (VIS-Bild)



Farbbild, ohne Filter

unsichtbarer Bereich (NIR-Bild)



Bild mit einer NIR-Kamera aufgenommen, Langpassfilter RG 830
Ergebnis: Farben können nicht unterschieden werden, Verkehrszeichen sind nicht automatisch erkennbar.

Abb. 2: Bild-Vergleich, Szene aus dem Straßenverkehr, Aufnahmezeit: Januar, 12 Uhr,

Literatur

- [1] Rumar, Kare; Night Vision Enhancement Systems, The University of Michigan Transport Research Institute, UMTRI-2002-12, June 2002
- [2] Locher, J.; Völker, S.; Bierleutgeb, G.; Kleinkes, M.; Night Vision: Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Infrarot-Systeme, VDI Berichte Nr. 1731, 2003, S. 173- 183
- [3] Grönqvist, Helena; Vision Enhancement Systems, The Importance of Field of View, Linköping University September 2002, Cognitive Science Program, LIU-KOGVET-D-02/09-SE
- [4] Klapper, St.; Büttner. Ch.; Einsatz von Nachtsichtsystemen auf der Basis Infrarottechnologie in der Fahrzeuganwendung, VDI Berichte Nr. 1731, 2003, S. 315- 322
- [5] Nolting, J.; Dittmar, G.; Leistungsbewertung von Wärmebildgeräten, Thermografie-Kolloquium 2003, Stuttgart 25.9.2003, Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung
- [6] Europäisches Förderprojekt DARWIN; „Thermal Infrared Technology for Driving in Poor Visibility Conditions“ www.elios.dibe.unige.it und www.crf.it, 2000
- [7] Firmeninformation Autoliv: „Autoliv Develops Night Vision Systems“, www.autoliv.com, 2001

- [8] Knoll, P.M.; Eschler, J.; Grimm, D.; Verbesserung der Nachtsicht im nahen Infrarot – Simulation und Realisierung, VDI Berichte Nr. 1731, 2003, S. 173- 183
- [9] Moisel, Joerg; US-Patent „Device for improving view in a vehicle“ Nr. 20040195508 vom 7.10.04
- [10] Moisel, Joerg; Solid state night vision systems, Proceedings of SPIE 5663, 47 (2005)
- [11] Remillard, J. T. et. al.: Automotiv Night Vision Enhanced by Near-Infrared Technology, Photonics Spectra, Oktober 2005, S. 68 - 70