

Infrarot-Licht zur Erkennung von Pylonen im Außenbereich

THIMO WILKEN
SEBASTIAN MÜLLER
RECEP SAHIN
BORIS NGUEMA BEKALE

Fakultät Technik und Informatik
Department Informatik, HAW Hamburg

thimo.wilken@haw-hamburg.de
sebastian.mueller1@haw-hamburg.de
recep.sahin@haw-hamburg.de
boris.nguemabekale@haw-hamburg.de

Abstract

Der IntelliTruck soll Pylonen autonom umfahren können. Ein möglicher Ansatz ist, die Pylone mit Infrarot-Sendern auszustatten. Die Kamera des IntelliTrucks wird dann mit einem Infrarotfilter versehen. Dadurch sollen die Infrarot-Signale der Pylonen erkannt und zur Weiterverarbeitung aufbereitet werden. Ein wesentliches Problem dieser Lösung stellt der große Infrarotanteil im Sonnenlicht dar.

Im folgenden wird eine getestete Lösung diskutiert und eine optimierte Lösung vorgestellt.

I. INTRODUCTION

Eine angestrebte Lösung ist gewesen, die Pylone mit LEDs zu versehen und mit Hilfe eines Infrarotfilters vor der Kamera zu identifizieren. Dadurch sollte ein Kamerabild entstehen, auf dem die Infrarot-LEDs als weiße Punkte auf schwarzem Hintergrund erscheinen. Eine weitere Verarbeitung des Bildes wäre in diesem Fall relativ einfach zu realisieren.

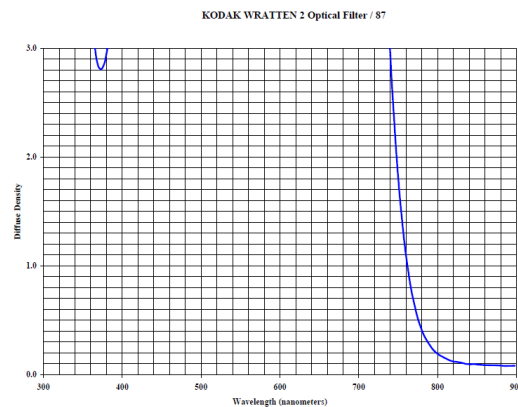
Ein weiterer Ansatz mit einem Infrarot-Bandpass-Interferenz-Filter und Infrarot-Laser wurde ebenfalls theoretisch untersucht.

II. RESULTS

Getestete Lösung mit Infrarot-LEDs

Die zurzeit in dem IntelliTruck realisierte Lösung wurde mit Infrarot-LEDs im 800nm-Bereich und einem Kodak Wratten 2 Filter realisiert. Der Filter ist allerdings für die Infrarot-Photographie konzipiert und filtert

nur das sichtbare Licht heraus, was darin resultiert, dass die Strahlen des gesamten Infrarot-Spektrums den Filter durchdringen.

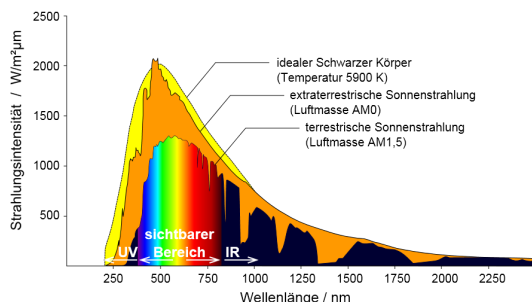


Notice: While the data presented are typical of production coatings, they do not represent standards which must be met by Eastman Kodak Company. The company reserves the right to change and improve the product characteristics at any time.

[1] Kodak Wratten 2 Filter

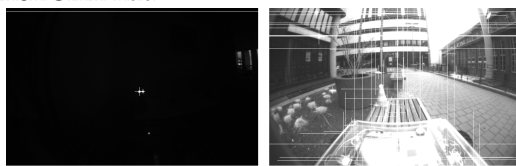
In Räumlichkeiten mit wenig Sonneneinstrahlung funktioniert dieser Ansatz, allerdings wird es unmöglich im Außenbereich das Infrarot-Licht der LEDs und das der Sonne zu unterscheiden. Die Intensität des Infrarot-

teils im Sonnenlicht ist in diesem Nanometer-Bereich(800nm)so hoch, dass die Kamerabilder nahezu wie normale schwarz-weiß Bilder erscheinen.



[3] Strahlungsintensität der Sonne

Die Y-Achse beschreibt die Strahlungsintensität der Sonne, während auf der X-Achse die Wellenlänge abzulesen ist. Hier ist klar ersichtlich, dass eine Lösung durch Infrarot in einem Nanometer-Bereich unter 1250nm keinen Sinn hat.



Auf der linken Seite ist eine Aufnahme in einer Räumlichkeit zu sehen, indem nahezu nur künstliches Licht vorhanden war. Rechts in der linken Abbildung sind geringe Konturen eines Fensters sichtbar. In diesem Beispiel funktioniert der Ansatz tadellos. Das sichtbare Licht wird durch den Kodak Wratten 2 Filter sehr gut absorbiert und es bleiben die Infrarot LEDs, als Punkte erkennbar, übrig. Das macht die Analyse dieser Darstellung sehr einfach, da man die hellen Pixel eindeutig als Infrarot LEDs identifizieren kann.

Der Pylon-Algorithmus ist so konzipiert, dass helle Pixel, die einen variablen Schwellwert übersteigen, als LED eines Pylonen identifiziert werden. Zur Veranschaulichung wurden diese erkannten Punkte, genannt Spots, in den Abbildungen durch ein Kreuz markiert. In der linken Darstellung hat dieser Pylon-Algorithmus 2 LEDs eines Pylonen fehlerfrei erkannt.

Auf der anderen Seite sehen wir eine Auf-

nahme aus dem Außenbereich. Hier tritt die Problematik mit dem Sonnenlicht auf.

Das erste Problem ist durch den Infrarot Filter gegeben, der den kompletten Infrarotbereich ab 750nm zulässt. Das zweite Problem besteht darin, wie die Graphik auf der rechten Seite zeigt, dass auch der Kamera-Sensor Infrarot-Licht bis 1000nm aufnehmen kann.

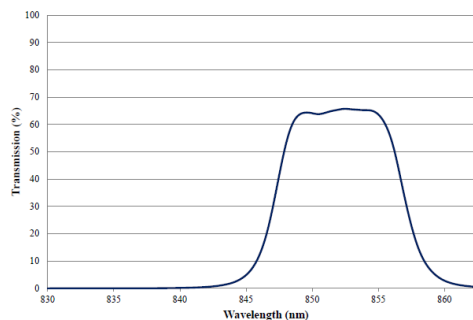
Die technischen Voraussetzungen zeigen eindeutig, dass kein anderes Ergebnis zu erwarten ist. Unter extremen Wetterverhältnissen und Abschirmung des Sonnenlichts durch umliegende Gebäude könnte es unter Umständen funktionieren; das wäre allerdings zu großem Anteil Zufall. Auf dem rechten Bild sind viele Kreuz-Markierungen zu erkennen, es ist aber nur ein Pylon im Bild.

Trotz bedeckten Wetterverhältnissen ist die Aufnahme fast wie eine Aufnahme ohne Infrarot-Filter und enthält eine große Anzahl an Pixeln über dem Schwellwert. Der Schwellwert kann nicht als Filterung der erkannten Pixel verwendet werden, da das Sonnenlicht mindestens die gleiche Intensität wie die Infrarot-LEDs besitzt.

Lösung mit Bandpass-Interferenz Filter und Infrarot Laser

Um das Problem einzugrenzen oder gar zu beseitigen, wurde ein weiterer Ansatz mittels Infrarot entwickelt. Ziel hierbei ist gewesen einen Infrarot-Filter zu verwenden, der nur eine bestimmte Wellenlänge(nm) zulässt. Ein Infrarot-Laser mit derselben Wellenlänge(nm) mit Defuser sollte für einen markant erkennbaren Punkt auf den Kamera-Aufnahmen sorgen.

850nm Bandpass Interferenz Filter: 10nm FWHM, OD >4.0 Coating Performance FOR REFERENCE ONLY



[2] Transmission(Durchlass) des Bandpass Interferenz Filters

Wie in der Graphik oben zu erkennen, würde durch diesen Filter ein Großteil des Infrarot-Lichts der Sonne absorbiert werden. Als Infrarot-Lichtquelle sollte ein Infrarot-Laser verwendet werden. Der Vorteil gegenüber einer Infrarot-LED besteht darin, dass Laser ein sehr reines Licht entwickeln, d.h. die Wellenlänge des Infrarot-Lichts in einem sehr geringen Spektrum liegt.

Bei dieser Lösung hätte man eine Infrarot-Lichtquelle konzentriert auf eine Wellenlänge, während der Infrarot-Filter gerade diese Wellenlänge passieren lässt. Bei einer Transmission von knapp 65% ist anzunehmen, dass die Kamera-Aufnahmen nur in Maßen den Lichteinfall aufnehmen, d.h. eine Filterung der Sonnenstrahlung durch einen Schwellwert unter Umständen möglich wäre. Allerdings ist die noch relativ hohe Intensität der Sonnenstrahlung bei 850nm zu beachten.

III. EVALUATION

Abschließend kann man zu der getesteten Lösung mit Infrarot-LEDs sagen, dass diese Lösung für den Innenbereich funktionieren mag,

im Außenbereich allerdings keine Anwendung finden wird. Da der IntelliTruck für den Außenbereich ausgelegt ist, hat eine solche Lösung keinen Sinn.

Theoretisch wäre aber auch die Lösung mit Bandpass-Interferenz Filter einen Test wert. Allerdings sollte man die Einbrüche des Infrarot-Anteils im Sonnenlicht beachten und am besten eine Wellenlänge über 1250nm wählen.

IV. REFERENCES

- [1] Kodak. Kodak wratten 2 filter, 5.11.2012. URL http://motion.kodak.com/motion/uploadedfiles/Kodak/motion/Products/Lab_And_Post_Production/Kodak_Filters/W2-87.pdf.
- [2] Edmund Optics. Bandpass-interference filter, 03.12.2012. URL <http://www.edmundoptics.com/optics/optical-filters/bandpass-filters/700-999nm-bandpass-interference-filters/67785>.
- [3] Wikipedia. Sonnenstrahlung, 12.11.2012. URL <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenstrahlung>.