

# Image Rectification

## für FPGA-basierte Stereovisionsalgorithmen

### Diplomanden



Hermon Goitom



Gafur Memeti

**Einleitung:** Image Rectification umfasst die perspektivische Transformation von Kamerabildern. Je nach Anforderung wird die Rektifizierung offline mit PC-Software oder in Echtzeit auf FPGA-Systemen durchgeführt. Die Ergebnisse von FPGA-basierten Stereovisionsalgorithmen sind durch eine unzureichende mechanische Justierung der Kameras begrenzt. Stereovisionsalgorithmen profitieren deshalb stark von Image Rectification.

In dieser Arbeit wurde ein für Stereovisionsanwendungen geeigneter Image-Rectification-Algorithmus auf einem FPGA implementiert. Der IP-Block soll für jede Kamera einzeln instanziiert werden und auch für andere Computer-Vision-Anwendungen geeignet sein. Es sollte ein Durchsatz von 200 MPixel/s erreicht werden.

**Vorgehen:** In der Literaturstudie wurden die interessantesten Arbeiten zusammengefasst. Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde für die FPGA-Implementierung der Memory-Mapped-Ansatz gewählt. Die Unabhängigkeit der Kalibrierungsmethode von der FPGA-Implementierung kann als ein Kriterium für diese Wahl hervorgehoben werden.

Zusätzlich zu den bestehenden Open-CV-Algorithmen wurden Kalibrierungsmethoden für die Rektifizierung von einem reinen Höhen- und Drehversatz entwickelt. Um die Ergebnisse der FPGA-Implementierung zu verifizieren, wurde im Vorfeld eine goldene Referenz in Python erarbeitet. Während der FPGA-Implementierung wurden Teilmodule in VHDL beschrieben, getestet und in den IP-Block integriert. Letztlich wurden die rektifizierten Bilder aus der Hardwarebeschreibung mit der goldenen Python-Referenz verglichen.

**Ergebnis:** Mit der goldenen Referenz in Python lassen sich Bilder mit Dreh- und Höhenversatz rektifizieren. Die FPGA-Implementierung ermöglicht die Rektifizierung eines Höhenversatzes bei einem Durchsatz von 200 MP/s.

Die Latenz und der Ressourcenverbrauch sind vom Höhenversatz abhängig. Der maximal rektifizierbare Höhenversatz ist im Umkehrschluss durch die zur Verfügung stehenden Ressourcen eingeschränkt.

Bei zwei parallel eintreffenden Pixeln, einer Pixelwortbreite von 8 bit, einer Bildgröße von 2048 x 1024 Pixel, einer bilineren Interpolation mit vier Nachkommastellen und einem Höhenversatz von sieben Bildzeilen werden 3853 LUTs, 4298 Register, 15,5 BRAMS, 4 DSP und 3595 Taktzyklen benötigt.

### Referenten

Prof. Dr. Paul Zbinden,  
Lukas Leuenberger

### Korreferent

Robert Reutemann,  
Miomico AG, Zürich,  
ZH

### Themengebiet

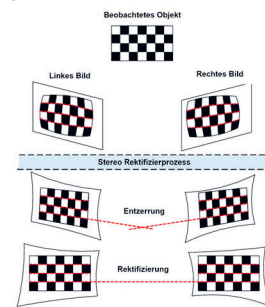
Mikroelektronik

### Projektpartner

Photonfocus AG,  
Lachen, SZ

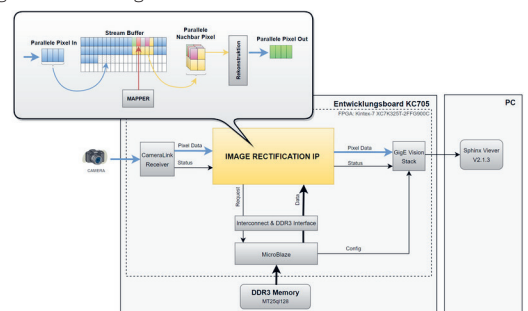
### Rektifizierung von Stereobildern

Eigene Darstellung



### Prozessübersicht und Demonstrationssystem

Eigene Darstellung



### Architektur Image-Rectification-IP-Block

Eigene Darstellung

