

## 2D/3D Datenverarbeitung

GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

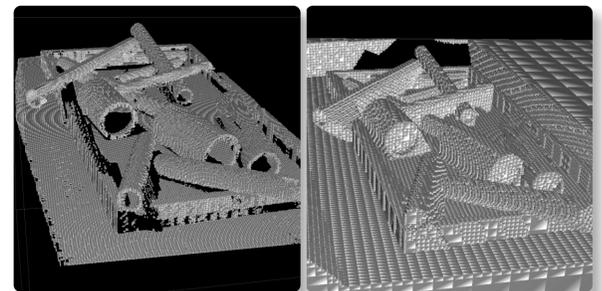
- A.3 Multikamera 2D/3D-Technologie (Loffeld, Kolb)
- B.1 Biometrie durch multispektrale Streumodelle (Kolb, Blanz)
- C.2 Visuelle Analyse multimodaler Daten (Kolb, Blanz)

### Aktueller Forschungsstand

- Sensornahe Datenverarbeitung  
(*DFG-Paket Dyn3D*)
  - Intrinsische Kamera- und Tiefen-Kalibrierung
  - Sensorfusion und Datenaufbereitung
- Volumenbasiertes 3D Umgebungsmodell  
(*BMBF-Projekt Lynkeus*)
  - Echtzeit Akkumulation von 3D Daten
  - Volles 3D Carving von PMD-Tiefendaten
- Lichtfeld-basierte Objektpräsentation  
(*DFG-Paket Dyn3D*)
  - Echtzeitfähige Akquisition und Lichtfeldsynthese
  - Separation von Beleuchtungs- und Materialinformationen



Farbfusionierte MLS-Oberflächen



Hierarchische Akkumulation von Tiefendaten



Original Szene



Lichtfeld-Rekonstruktion

### Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

- A.3** Echtzeitverarbeitung für Multiview-Kameraaufbauten
  - Untersuchung geeigneter Repräsentationsformen
  - Verteilte Fusion und Verarbeitung von low-level Features
- B.1** Schnelle Analyse-und-Synthese Algorithmen
  - Erforschung von Streumodellen zur schnellen Synthese
  - Problem-angepasste Reduktion der Multispektraldaten
- C.2** Verarbeitung, Akkumulation und Abstraktion multimodaler Daten
  - Fusion multispektraler Daten mit Tiefendaten
  - Akkumulation und Visualisierung von 4D Raum-Zeit-Daten

GRK-1564

Imaging  
New Modalities

Fachbereich 12 • Elektrotechnik und Informatik  
Zentrum für Sensorsysteme (ZESS)

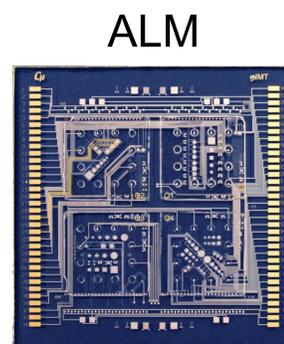
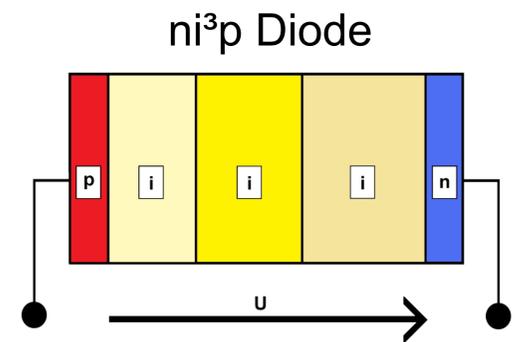
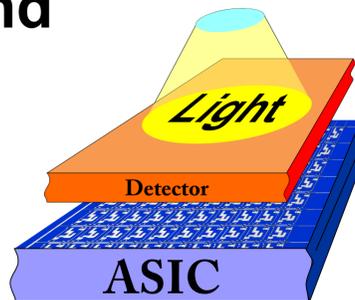
# Optische Mikrochip Sensoren

GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

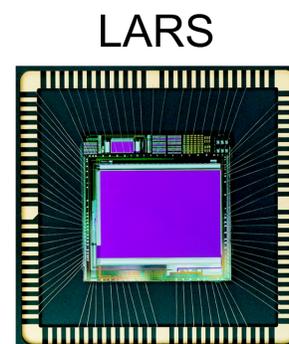
- A.1 Colorimetrische Arrays (Böhm, Loffeld)
- B.1 Biometrie durch multispektrale Streumodelle (Kolb, Blanz)

## Aktueller Forschungsstand

- TFA Prinzip (Thin Film on ASIC)
  - Detector aus a-Si:H
- ALM Prinzip (Application Specific Lab-on-Microchip)
  - $ni^3p$ -Multispektral Diode
    - Verschieben des Maximums der spektralen Empfindlichkeit
    - Erkennung der Primärfarben



Testchip mit verschiedenen mikrofluidischen und optischen Komponenten



Lokal autoadaptiver Bildsensor



Optischer Detektor aus a-Si:H

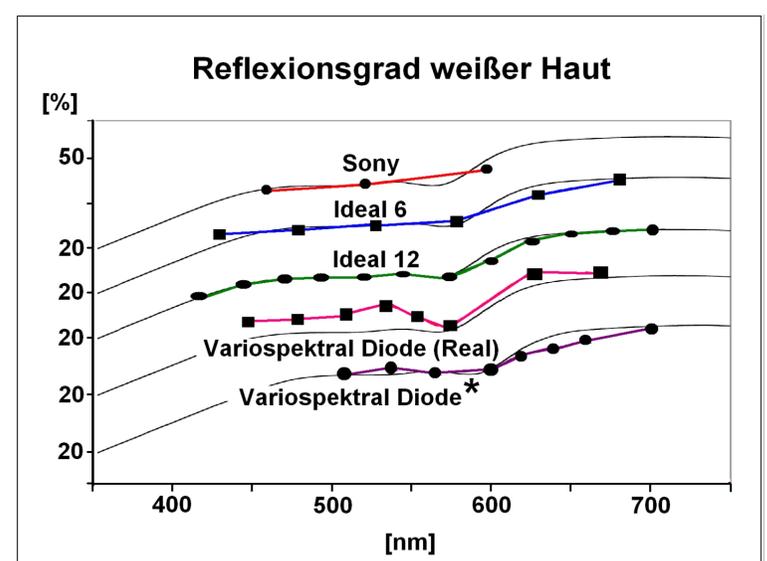
## Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

### A.1 Variospektral Dioden

- Erweiterung des klassischen RGB-Farbraums zur Verbesserungen der multispektralen Farbproduktion bzw. der multispektralen Bildakquisition
- Effizienz und Robustheit durch monomodale Methoden

### B.1 Multispektrale Streumodelle

- Erfassung biometrischer Daten (Reflexion und Streuung)
- Einsatz in der Materialanalyse



# Gesichtserkennung und -animation

GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

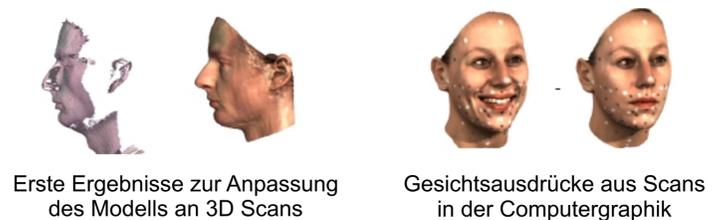
- B.2 Materialerkennung im THz Bereich (Kolb, Haring Bolivar)
- C.1 Gesichtserkennung aus 2D/3D-Sensordaten (Kolb, Blanz)
- C.3 Informationssicherheit multimodaler Bilddaten & Schutz der Privatsphäre (Ruland, Blanz)

## Aktueller Forschungsstand

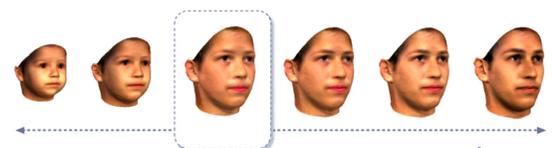
- 3D Morphable Model: ein Vektorraum von 3D Gesichtsformen und Texturen.
- Iterative Optimierung der linearen Koeffizienten sowie Pose und Beleuchtung liefert eine 3D Rekonstruktion aus einem Einzelbild.

$$I_{\text{input}} \leftrightarrow I_{\text{model}} = R_{\rho} \left( \begin{array}{l} \alpha_1 \cdot \text{[Face 1]} + \alpha_2 \cdot \text{[Face 2]} + \alpha_3 \cdot \text{[Face 3]} + \alpha_4 \cdot \text{[Face 4]} + \dots \\ \beta_1 \cdot \text{[Face 1]} + \beta_2 \cdot \text{[Face 2]} + \beta_3 \cdot \text{[Face 3]} + \beta_4 \cdot \text{[Face 4]} + \dots \end{array} \right)$$

- Damit erstmals 2D Gesichtserkennung bei variabler Pose und Beleuchtung



- Simuliertes Wachstum von Kindergesichtern durch nichtlineare Regression



## Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

### B.2 Robuste Material Erkennung durch TeraHerz

- Übertragung modellbasierter, statistischer Ansätze und Lernverfahren auf THz Daten

### C.1 Automatische, modellbasierte Gesichtserkennung aus 3D Scans

- Gesichtserkennung bei variablem Gesichtsausdruck
- Alterung von Erwachsenen (Falten)
- Cross-Modale Erkennung (2D Bilder und 3D Scans)

### C.3 Sicherheitsaspekte in Gesichtserkennungssystemen

- Ableitung sicherheitsrelevanter Parameter für 2D/3D-Daten

GRK-1564

Imaging  
New Modalities

Fachbereich 12 • Elektrotechnik und Informatik  
Zentrum für Sensorsysteme (ZESS)

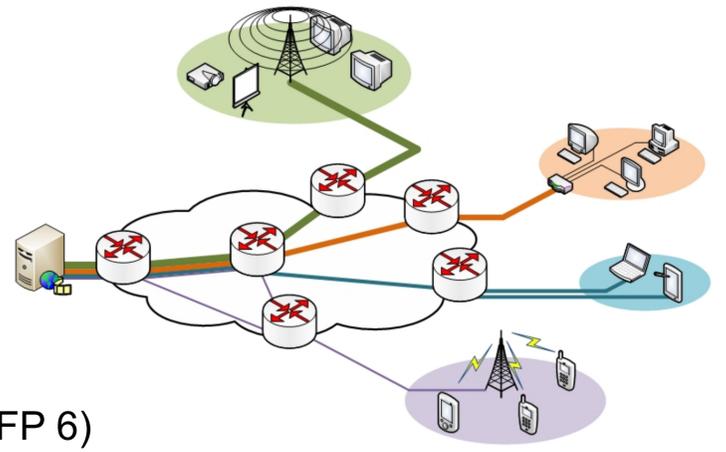
# Informationssicherheit und Schutz der Privatsphäre

GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

- A.1 Colorimetrische Arrays (Böhm, Loffeld)
- A.3 Multikamera 2D/3D-Technologie (Loffeld, Kolb)
- C.1 Gesichtserkennung aus 2D/3D-Sensordaten (Blanz, Ruland)

## Aktueller Forschungsstand

- Sichere Multimedia-Verteilung (*DFG-Projekt*)
  - Vertraulichkeit durch Verschlüsselung
- SELMA (*BMW*)
  - Authentifizierung des Datenursprungs
- WebSig, eMayor / eGovernment (EU-Projekte, FP 6)
  - Schutz vor Daten-Modifikation durch Digitale Signaturen
- ISO-Projekte ISO 13888-1, -2
  - Sender- und Empfängernachweise
- Grid Security (Land NRW)
  - Fremdverarbeitung sicherheitssensibler Daten



## Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

- A.1** Informationssicherheit für multispektrale Daten
  - Mechanismen zur Dateneinbettung in spezifische Informationsstruktur
- C.1** Informations- und Datensicherheit für Gesichtsmodelle
  - Dokumentenstruktur, Kodierung, XML-Kompatibilität
- C.3** Informationssicherheit und Schutz der Privatsphäre
  - Nachverfolgung der Verteilung multimodaler Informationen, Rückverfolgung
  - Anonymität der Beteiligten und mehrseitige Sicherheit
  - Berücksichtigung der Multi-Modalität
  - Blinde, anonyme Wasserzeichen, nicht löschbare Nachweise
  - Integration der Nachweise in die Dokumente

GRK-1564

Imaging  
New Modalities

Fachbereich 12 • Elektrotechnik und Informatik  
Zentrum für Sensorsysteme (ZESS)

# Synthetische Apertur Verfahren

GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

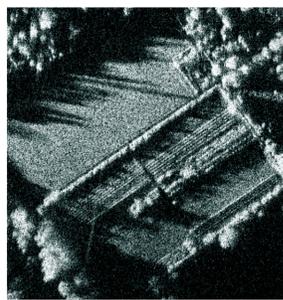
- A.2 THz-Sensorentwicklung (Haring, Pfeiffer)
- B.3 Synthetische Apertur im THz-Bereich (Haring, Loffeld)
- C.2 Visuelle Analyse multimodaler Daten (Kolb, Blanz)

## Aktueller Forschungsstand

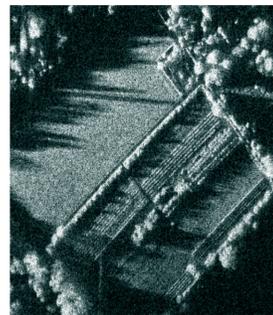
- Verarbeitung bistatischer SAR-Daten (Fernerkundung)
  - Prozessierung von translatorisch invarianten und hybrider SAR-Anordnungen
  - Bestimmung bistatischer Parameter
- FM-CW SAR(35 und 94 GHz) Singalverarbeitung
- Registrierung von SAR- und optischen Daten



Flugtrajektorie, Senderposition und Zielgebiet



Nahaufnahme des BPA (0.4 x 0.4m Bodenauflösung, links) und des Frequenzbereichsalgorithmus



Optisches Bild (Google Earth)



Bistatisch prozessiertes SAR-Bild

## Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

### A.2 THz-Sensorentwicklung

- Signal- und Modellparameter
- Experimentelle Aspekte

### B.3 Experimentelle Realisierung eines THz-Systems mit synthetischer Apertur

- Numerische Verfahren zur effizienten THz-Bilderzeugung mit synth. Apertur
- Laterale Auflösungserhöhung von THz-bildgebenden Systemen
- 2D Apertur zur 3D SAR-Volumenrekonstruktion
- Effiziente 3D-Rekonstruktionsalgorithmen

### C.2 Visuelle Analyse von THz-Daten

- Verarbeitung hochauflöster THz-Bilder

GRK-1564

Imaging  
New Modalities

Fachbereich 12 • Elektrotechnik und Informatik  
Zentrum für Sensorsysteme (ZESS)

## THz Sensorik

GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

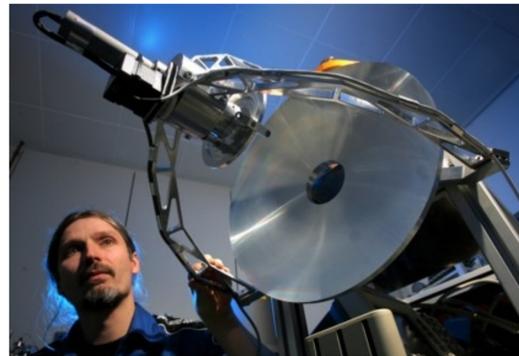
- A.2 THz-Sensorentwicklung (Haring, Pfeiffer)
- B.2 Materialerkennung im THz-Bereich (Blanz, Haring)
- B.3 Synthetische Apertur im THz-Bereich (Loffeld, Haring)

### Aktueller Forschungsstand

- Derzeitige THz Systeme sind extrem komplex und kostenaufwendig. Raumtemperaturtaugliche integrierbare Kameraentwicklungen sind nicht verfügbar.



Femtosekundenlaser basiertes THz Imaging System (Fma Teraview, UK)



Supraleitendes Mikrobolometer Imaging System bei T = 300mK (IPHT Jena)

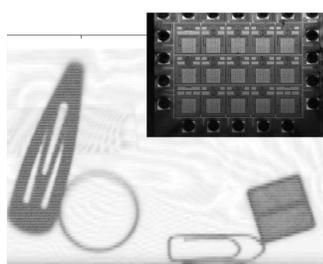


1D mm-Wellen Heterodynarray (Brijot)

- Anwendungsrelevante Auflösungen bedingen unpraktikable Optikaperturen
- Die Datenverarbeitung von THz Signalen ist derzeit extrem rudimentär. Typ. nur Fouriertransformation und Amplitudenanalyse.

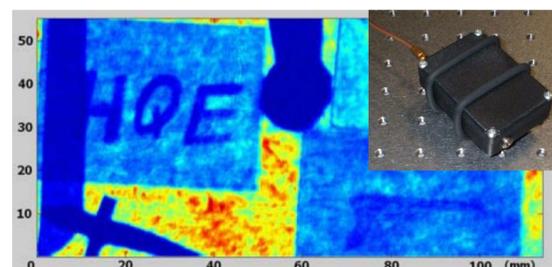
### Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

#### A.2 Integrierbare THz Detektorkonzepte (Transistoren, Mikrobolometer):



600GHz Detektorarray in CMOS Technologie durch verteiltes Mischen im 2D Ladungsträgerplasma eines FETs

(Alvydas et al. 2008)

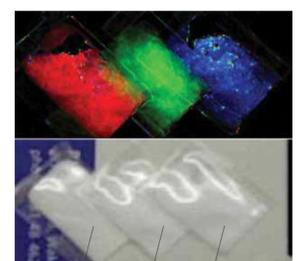
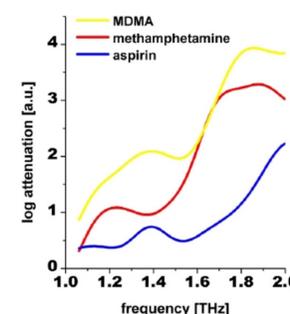


THz Bildgebung mit pyroelektrischen Detektoren: 600 GHz - 2,8 THz, Single-Pixel und 32 x 32 Array

(Voltolina et al. 2008)

#### B.2 Materialerkennung im THz Frequenzbereich

- Bisher: einfache chemische Detektion, z.B. Erkennung an 3 Spektralpositionen
- Ansatz: Erschließung des hohen Informationsgehalts zeitaufgelöster THz-Daten (3D + Spektralinformation) durch maschinelles Lernen und Computer Vision



Cocaine (80 mg each) Sucrose

M. Tonouchi, Nature photonics 1, 97 (2007)

#### B.3 Synthetische Apertur im THz Frequenzbereich

- Kompakte, bewegliche THz-Quellen und Detektoren

GRK-1564

Imaging  
New Modalities

## 2D/3D Kameratechnologie

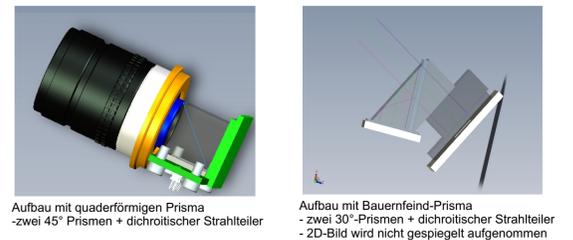
GRK-Teilprojekte mit starkem thematischen Bezug:

- A.3 Multikamera 2D/3D-Technologie (Loffeld, Kolb)
- C.2 Visuelle Analyse multimodaler Daten (Kolb, Blanz)

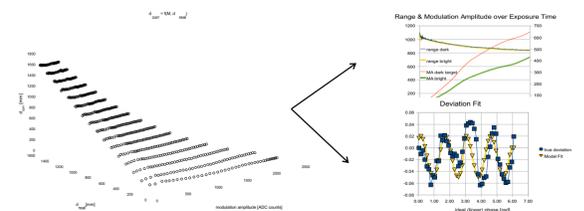
### Aktueller Forschungsstand

- Monokularer Aufbau: 2D/3D Sensors mit dichroitischen Strahlteiler und modulierter LED/Laser-Beleuchtung
  - Multispektral: VIS(Farbe)/NIR
  - Multimodal: Intensität, Entfernungen
- Sensornahe Datenverarbeitung
  - Pixelgenaue Registrierung & Korrektur system. Fehler
  - Adaptive Belichtungssteuerung der einzelnen Kanäle
- Bearbeitung multimodaler Datensätze
  - Prozessieren von Eindeutigkeitsproblemen und Bewegungsartefakten
  - Segmentierung und Klassifizierung

Varianten des optischen Aufbaus



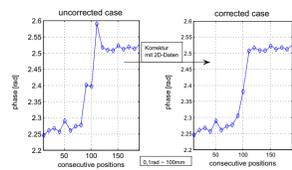
Korrektur des tiefen- und intensitätsabhängigen Fehlers



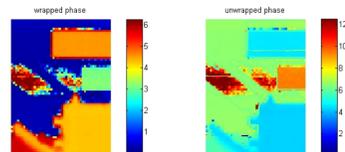
Beispieldatensatz der 2D/3D-Kamera



Abstände: (1) Roboter = 3,0m (2) Rahmen = 3,6m (3) Vordergrund = 2,1m (4) Hintergrund = 6,0m



Erfassung und Reduzierung von Bewegungsartefakten



Verwendung koregrierter 2D-Daten zur Abstandsbestimmung bei Überschreitung des Eindeutigkeitsbereich:

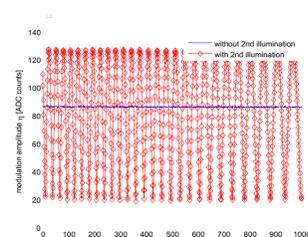
### Neue Fragestellungen im Rahmen des GRK-1564

#### A.3 Systemplattform zum Parallelbetrieb mehrerer 2D/3D Sensoren

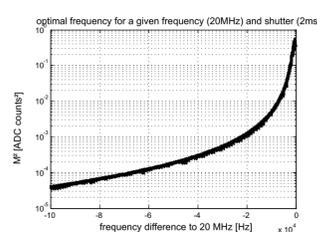
- Netzwerk mit Berücksichtigung von Modulationsinterferenzen
- Entkopplung oder Synchronisation der Beleuchtungseinheiten

#### C.2 Abstrakte Visualisierung von 2D/3D Raum-Zeit-Daten

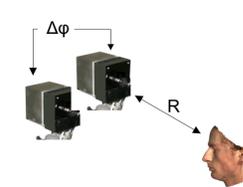
- Erfassung und Analyse von Objekteigenschaften aus 2D/3D Daten
- 2D/3D-Bildsequenzen für die Szenenüberprüfung mit verteilten Beleuchtungen



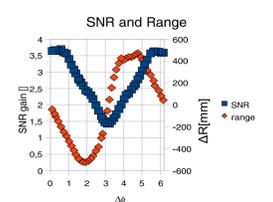
Integrationszeitabhängiger Einfluss frequenznaher Beleuchtungen



Bei einer Belichtungszeit von 2ms ist zur Entkopplung ein Frequenzunterschied von ca. 10kHz notwendig.



Ortsadaptive Synchronisierung von Kamera- und Beleuchtungsmodulen



GRK-1564

Imaging  
New Modalities

Fachbereich 12 • Elektrotechnik und Informatik  
Zentrum für Sensorsysteme (ZESS)

# Real Time Hand Based Robot Control Using MultiCam

## Introduction

We propose an efficient and natural hand based commanding system to control an industrial robot using multimodal 2D/3D images.

### Main Functionalities:

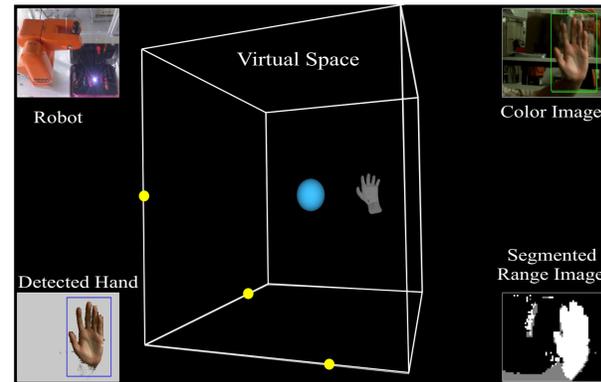
- Move the robot in any direction by moving the hand
- Pick up and put down an object with palm/fist or fist/palm posture

### Main Advantages:

- Independent of environment lighting
- Fast, intuitive and natural interface
- Robust against cluttered background
- High accurate

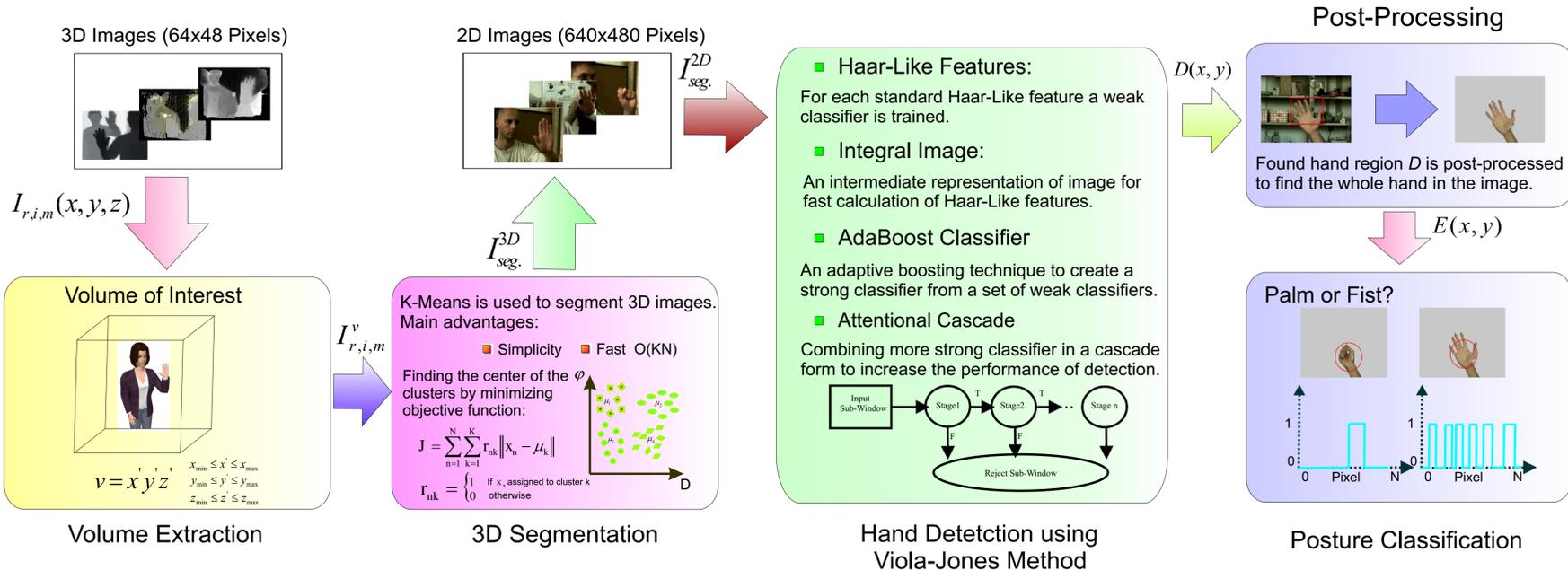


Robot Control



Graphical User Interface

## Hand Detection & Posture Classification Techniques



## Results

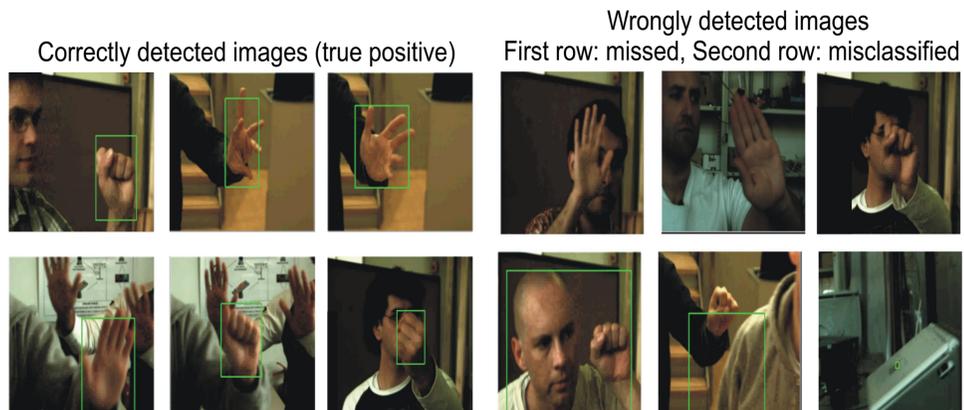
### Training:

Positive samples: 1037 images  
 Negative samples: 1269 images  
 Search window size: 32x32 pixels  
 Number of cascade stages: 20

### Test:

	Actual Class	
	Hand	Non-Hand
Hand	2633	87
Non-Hand	224	2630
Sum	2857	2717

False Positive Rate: 0.032  
 Hit Rate: 0.921  
 Accuracy: 94.4%  
 Detection Speed: video frame rate



**Ref:** Real Time Hand Based Robot Control Using 2D/3D Images, Seyed Eghbal Ghobadi, Omar Edmond Loepprich, Farid Ahmadov, Jens Bernshausen, Klaus Hartmann and Otmar Loffeld, 4th International Symposium on Visual Computing, ISVC08, Las Vegas 2008