

## VO/LU Videoverarbeitung

Vorlesungseinheit am 5.6.2009:  
**Hochgeschwindigkeitsvideoaufnahme und -analyse**

SS 2009  
Ao. Univ.-Prof. Margrit Gelautz  
(gelautz@ims.tuwien.ac.at)

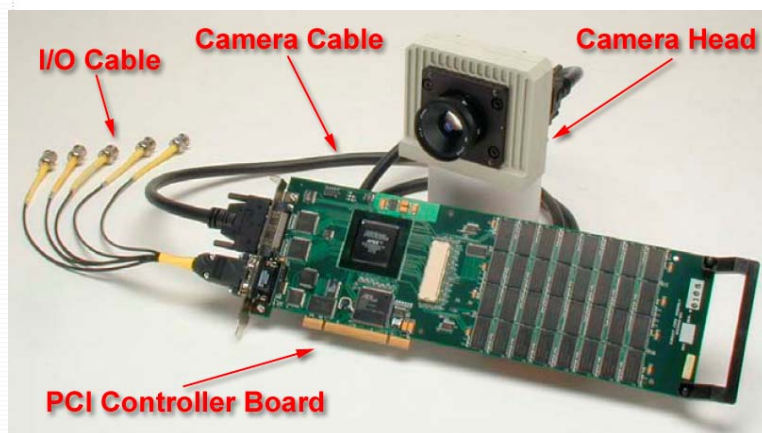
## Hochgeschwindigkeitsvideos - Aufnahme, Analyse und Anwendungen

- Hochgeschwindigkeitskameras ermöglichen Videoaufnahmen von dynamischen Vorgängen, die mit herkömmlichen Frameraten (25 Frames/sec) nicht oder nur ungenügend erfasst werden konnten.
- Vorteile von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen
  - Hohe zeitliche Auflösung
  - Verringerung der Bewegungsunschärfe (motion blur)
- Nachteile/Einschränkungen von Hochgeschwindigkeitskameras
  - Hohe Kosten bei der Kameraanschaffung
  - Wegen kurzer Beleuchtungszeit spielt das bei der Aufnahme zur Verfügung stehende Licht eine große Rolle!
- Unterlagen: *Anwendungen digitaler Hochgeschwindigkeitsvideokameras* (Artikel, eigenes pdf file)

## Example of a High-speed Imaging System: RedLake MotionPro2000

- Hardware Components
  - Camera Head
  - Camera Cable
  - I/O Cable
  - PCI Controller Board
- Software Components
  - MiDAS Software
  - MotionPRO SDK

## Hardware Components



## Recording and Analysis Features

- 1280x1024 active CMOS sensor pixels
- Frame rates up to 2000 fps
- Black & white
- Recording on-board
- Selectable recording area
- External trigger support
- Synchronized recording and playback
- Revolving buffer
- Spreadsheet motion analysis

## Frame Rates & Resolutions

Horz	Vert	25	30	50	60	125	250	500	1K	2K
1280	1024	X	X	X	X	X	X	X		
1024	1024	X	X	X	X	X	X	X		
1280	960	X	X	X	X	X	X	X		
1024	768	X	X	X	X	X	X	X		
768	768	X	X	X	X	X	X	X		
512	512	X	X	X	X	X	X	X	X	
640	480	X	X	X	X	X	X	X	X	
768	432	X	X	X	X	X	X	X	X	
512	384	X	X	X	X	X	X	X	X	
1280	256	X	X	X	X	X	X	X	X	X
512	256	X	X	X	X	X	X	X	X	X
256	256	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1280	168	X	X	X	X	X	X	X	X	X
128	128	X	X	X	X	X	X	X	X	X
256	124	X	X	X	X	X	X	X	X	X
128	96	X	X	X	X	X	X	X	X	X
256	48	X	X	X	X	X	X	X	X	X
128	48	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## Beispiel: Automobilindustrie/Crashtests



Videoaufnahme eines Crashtests



Dummy mit Markern für Crashtest

VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

7

## Beispiel: Medizin (1) Automatische Verfolgung von Augenlidbewegungen

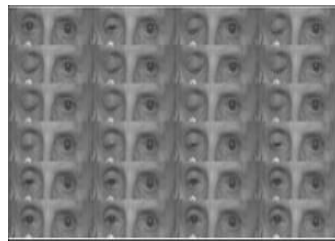
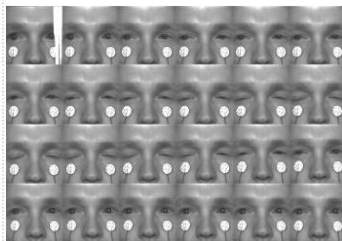


Abb.: Augenlidbewegung eines gesunden Probanden (links) und eines Patienten mit Gesichtslähmung (rechts). Jedes zehnte Bild aus der aufgenommenen Bildsequenz ist dargestellt.

(T.Wittenberg; R.Frischholz; S.Wolf; M.Tigges; B.Suchy; S.Schneider: Automatische Verfolgung von Augenlidbewegungen und Korrelation mit EMG-Daten, Konferenz: Workshop Bildverarbeitung für die Medizin, München, 2000)

VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

8

## Beispiel: Medizin (2) Messung und Analyse von Stimmlippenschwingungen

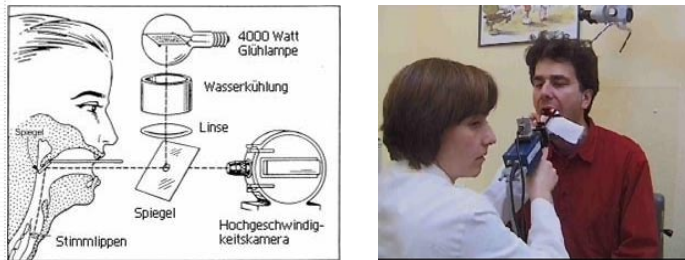


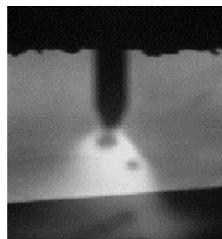
Abb.: Messung zur automatischen Erfassung des Bewegungsverlaufs der Stimmlippen. Dies ermöglicht eine genaue Beschreibung ihrer Schwingungsphasen und erlaubt, Stimmstörungen gezielter zu erkennen und einfacher zu klassifizieren.

(U. Hoppe, U.Ezesholdt, F.Rosanowsk: *Messung und Interpretation von irregulären Stimmlippenschwingungen*, Hauptreferat auf der 19. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, Erlagen, 2002)

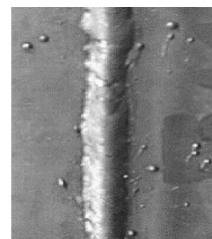
VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

9

## Beispiel: Produktion/Qualitätskontrolle Visuelle Regelung von Schweißprozessen



(a) Spritzer im Lichtbogen



(b) Spritzer auf Schweißnaht

(Stefan Nordbruch: *Visuelle Regelung von Schweißprozessen*, 19. Kolloquium der Automatisierungstechnik, Universität Bremen, Institut für Automatisierungstechnik, Bremen, 1997)

VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

10

## Visuelle Regelung von Schweißprozessen (Fortsetzung)

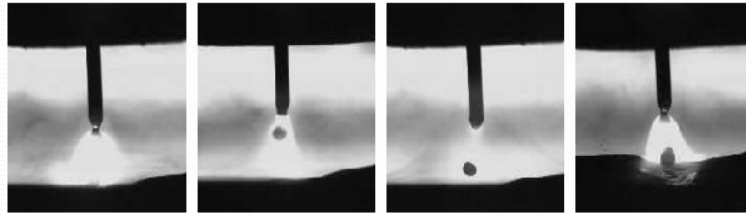


Abb.: Folge von Bildern, welche die Bewegung eines Spritzers zeigen.

## Beispiel: Instrumentenbau (1)

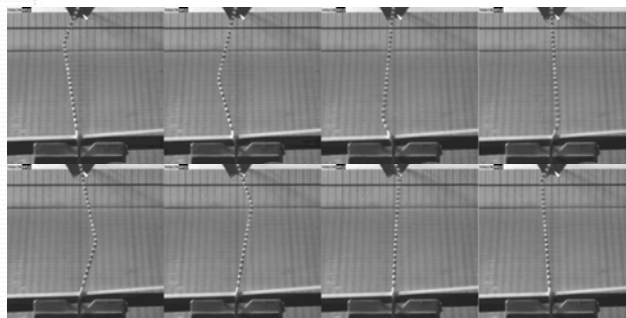


Abb.: Bewegung einer gestrichenen Cello-Saite. Jeder 4. Frame der aufgenommenen Sequenz ist dargestellt (von links oben nach rechts unten). (© Thomastik-Infeld)

## Beispiel: Instrumentenbau (2)

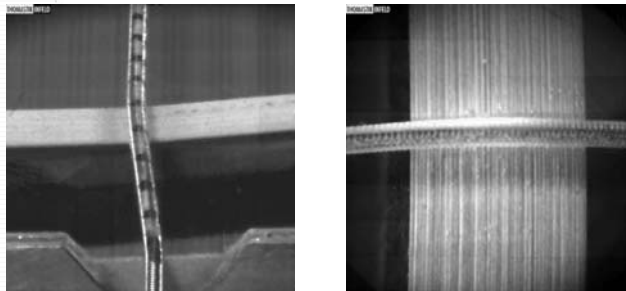


Abb.: Beispiele für Mikroskopaufnahmen von Saitenbewegungen. Unter der Saite sind die Haare des Bogens zu sehen, mit welchem die Saite angestrichen wurde. (© Thomastik-Infeld)

VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

13

## Beispiel: Biomechanik (1)

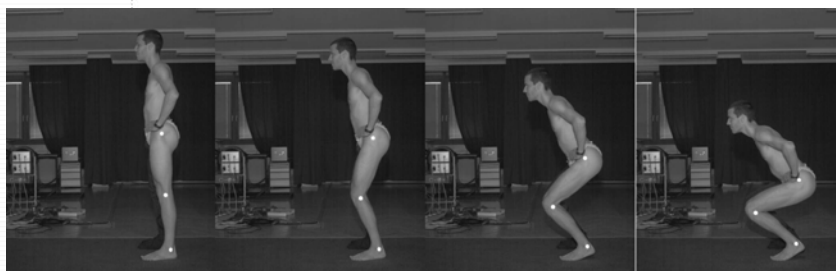


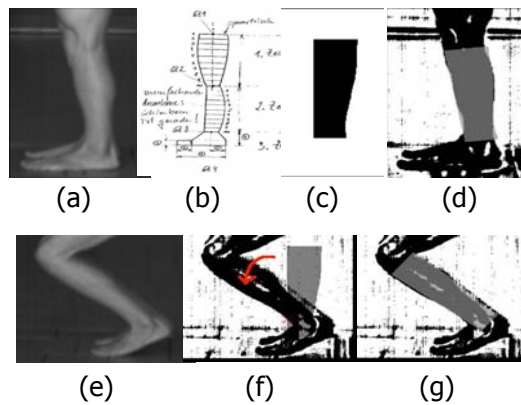
Abb.: Beispiel einer Hochgeschwindigkeitsaufnahme im Rahmen von biomechanischen Bewegungsanalysen. Die Endpunkte von Ober- und Unterschenkel sind durch Marker gekennzeichnet. Die Bildfolge zeigt die Frames 1, 50, 100 und 150 der aufgenommenen Sequenz.

VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

14

## Beispiel: Biomechanik (2)

Abb.: Einpassung von Körpersegmenten in das aufgenommene Bildmaterial: (a) und (e) zeigen Ausschnitte aus den Videoaufnahmen, (b) skizziert die Vermessung eines Körpersegments, und (c) zeigt die abgeleitete Maske. Die Überlagerung von gemessener und aus dem Video extrahierter Maske ist in (d), (f) und (g) zu sehen.



VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

15

## Beispiel: Tanz (1)

Abb.: Aufnahme eines Ballettsprungs (Grand jeté) mit einem Sony Camcorder DCR-VX2000 mit 25 Frames/sec. Die Darstellung zeigt aufeinanderfolgende Frames der aufgenommenen Sequenz.

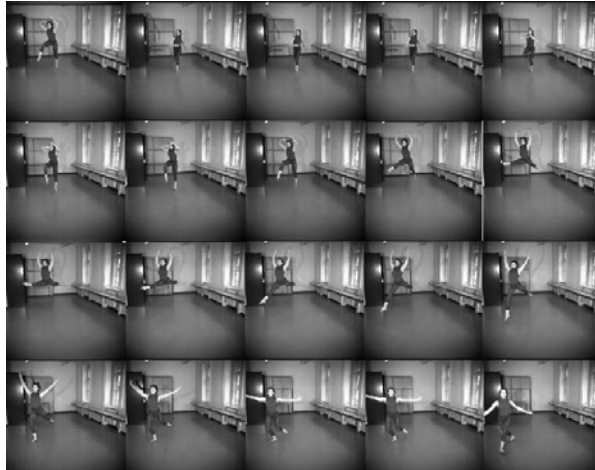


VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

16

## Beispiel: Tanz (2)

Abb.: Grand jeté von voriger Abb. aufgenommen mit einer Hochgeschwindigkeitsvideokamera. Die Darstellung zeigt jeden 10. Frame der mit 462 Frames/sec aufgenommenen Sequenz.



## Beispiel: Tanz (3)

Abb.: Vergleich der Bewegungsunschärfe (motion blur) bei 25 Frames/sec (links) und 462 Frames/sec (rechts).



## Beispiel: Tanz (4)

Abb.: Anwendung eines automatischen feature trackers auf die Hochgeschwindigkeitsframes. Dargestellt sind der erste (links) und letzte (rechts) Frame der untersuchten Teilsequenz. (Grün: korrekt getrackt, blau: fehlerhaft getrackt, rot: statischer Hintergrund)

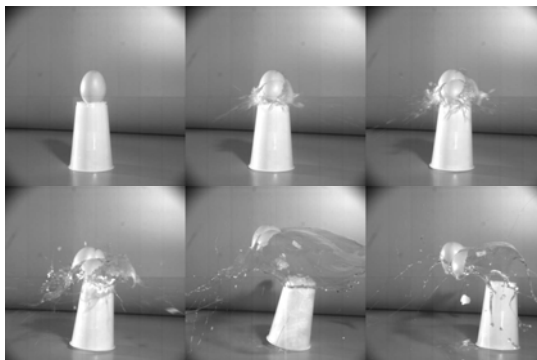


VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

19

## Weiteres Bildmaterial (1)

Abb.: Bersten eines Eis, ausgelöst durch ein Luftdruckgewehr. Dargestellt sind die Frames 12, 16, 18, 24, 40 und 180 der aufgenommenen Sequenz. (© W. Vogl)

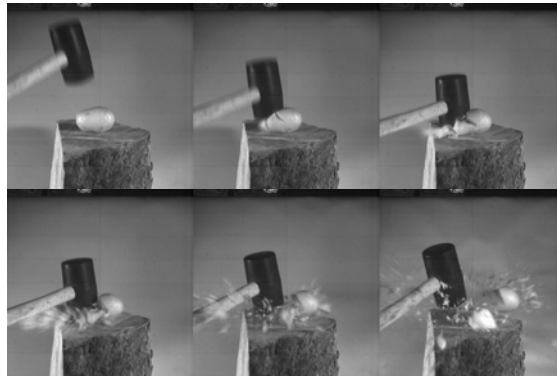


VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

20

## Weiteres Bildmaterial (2)

Abb.: „Kartoffelbrei“  
(Frames 12, 16, 18, 20, 24  
und 30) (© W. Vogl)



VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

21

## Weiteres Bildmaterial (3)

Abb.: Die Glocke einer  
Klingel beim Eintauchen in  
Wasser (Frames 33, 73, 83,  
93, 130 und 170) (© W.  
Vogl)



VO Videoverarbeitung (Hochgeschwindigkeitsvideos)

22