Themen für Masterarbeiten Mechatronik

UMIT TIROL, Institut für Biomedizinische Bildanalyse – Betreuer Martin Welk – 2023/24
Kontakt: martin.welk@umit-tirol.at

1. Stitching mit Variationsansätzen

Problem:
Fusionieren überlappender Bilder (z. B. Panorama)

(Bilder: MW; Stitching: M. Läuter, 2008)

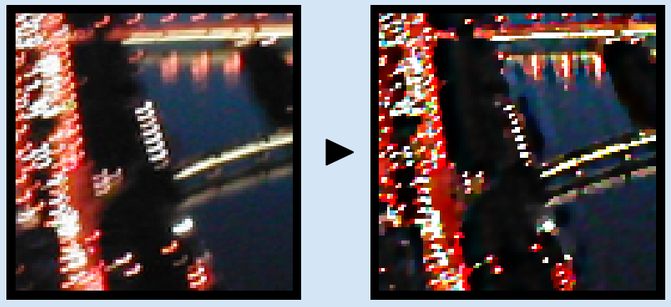
Traditionelle Vorgehensweise: merkmalsbasiert (siehe z. B. Kurs *Grundlagen der Computer Vision*)

Fragestellung: flächenbasierter Variationsansatz oder Kombination merkmals- und flächenbasierter Ansätze?

2. Dekonvolution zur Bildschärfung

Problem: Beseitigung/Reduktion von (bekannter oder unbekannter) Unschärfe

Fragestellungen: Verbesserung von Variationsmodellen zur Dekonvolution
Evaluation/Verfahrensvergleich
Kombination modellbasierter und machine-learning-basierter Ansätze



Weitere Themenbereiche

Texturanalyse und Bildkompression
Medianfilter für Mehrkanalbilder (z. B. Farbbilder)
. . .

Allgemeine Informationen

- *Voraussetzungen für alle hier besprochenen Themen:*
  - Interesse an wissenschaftlichen Fragestellungen
  - Selbstständiges Arbeiten
  - Programmierkenntnisse in C/C++
  - Grundlegende Bildverarbeitungskenntnisse aus der Vorlesung Digitale Bildverarbeitung sind erwünscht. Weitergehende Kenntnisse in Bildverarbeitung sind vorteilhaft, aber nicht Bedingung!
- *Betreuung:*
  - Termine jederzeit nach individueller Vereinbarung

Stitching mit Variationsansätzen

(Bilder: MW; Stitching: M. Läuter, 2008)

Themen für Masterarbeiten – IBIA – Welk
© 2023 Martin Welk

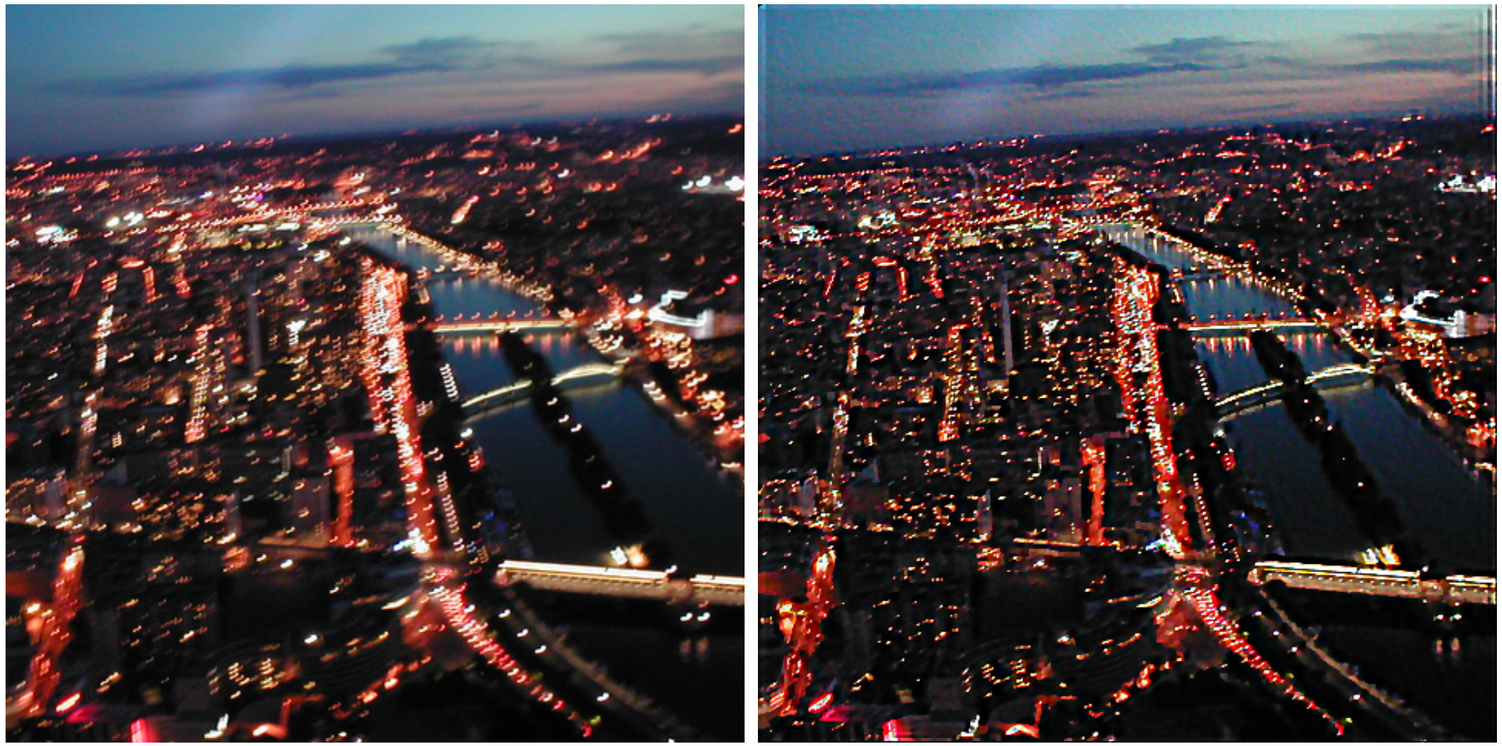
Stitching mit Variationsansätzen

- Stitching wird benötigt, um mehrere überlappende Bilder zu fusionieren wie zum Beispiel das Panoramabild von der vorigen Folie
- Zwei Teilprobleme: Mapping der Bilder in ein gemeinsames Koordinatensystem und Überblenden
- Traditioneller und verbreitetster Ansatz zum Mapping (vgl. z. B. Kurs *Grundlagen der Computer Vision*): Mapping durch Auffinden und Abgleich von Merkmalspunkten
- *Fragestellung:* Kann Mapping, ggf. sogar in Kombination mit Uberblenden, alternativ flächenbasiert mittels eines Variationsansatzes zur Optimierung (vgl. z. B. Kurs *Digitale Bildverarbeitung*) oder mittels einer Kombination merkmals- und flächenbasierter Ansätze erfolgen?
- Erste Vorarbeiten aus einer früheren Abschlussarbeit liegen vor, zeigen aber noch zu lösende Probleme auf

© 2023 Martin Welk

Bildschärfung (Dekonvolution)

- Unschärfe ist eine in praktisch allen Bereichen der Bildgebung auftretende Störung; im einfachsten Fall durch Faltung modellierbar.
- Es gibt viele Verfahren zum „Scharfrechnen“ (Dekonvolution) unscharfer Bilder, die sich in Voraussetzungen, Aufwand, erzielbarer Bildqualität und damit Anwendungsbereichen unterscheiden.



Unscharfes Bild (Paris, Blick vom Eiffelturm) und Ergebnis eines Bildschärfungsverfahrens

Bildschärfung (Dekonvolution)

- *Grundbegriffe:*
  - *Nichtblinde Dekonvolution:* Unschärfe (Faltungskern) bekannt.
  - *Blinde Dekonvolution:* schätze scharfes Bild und Unschärfe zugleich!
- In früheren Arbeiten am Institut wurden
  - verbesserte Verfahren zur nichtblinden und blinden Dekonvolution entwickelt,
  - ihre Nutzbarkeit in Anwendungen untersucht und
  - Methoden für einen „fairen“ Vergleich verschiedener Verfahren kritisch betrachtet.
- *Problemstellungen:*
  - Verbesserung von blinden Dekonvolutionsverfahren
  - Evaluation von Verfahren zur Schätzung von Unschärfe für die blinde Dekonvolution
  - Weiterentwicklung numerischer Verfahren für nichtblinde Dekonvolution
  - Weiterentwicklung von Vergleichskriterien zur Qualitätsmessung von Bildschärfungsverfahren

© 2023 Martin Welk

Bildschärfung (Dekonvolution)

Ziele für Masterarbeiten (mehrere Themen möglich):

- Entwicklung und Implementation verbesserter Modelle zur blinden Dekonvolution basierend auf bereits implementierten Verfahren
- Weitere Verfahren zur blinden Dekonvolution aus aktueller Literatur implementieren, evaluieren, kombinieren
- Halbquadratische Minimierung für robuste Datenterme
- Parameteroptimierung, Vergleichsmessungen
- Untersuchungen zu quantitativen Maßen der Rekonstruktionsqualität
- Kombination von Variationsansätzen mit für Denoising trainierten neuronalen Netzwerken zur Regularisierung
- . . .

Multivariate Medianfilter

- Der Medianfilter für Grauwertbilder ist ein einfacher und robuster Bildfilter u. a. zur kantenerhaltenden Entrauschung
- *Was ist ein geeignetes Gegenstück dazu für RGB-Farbbilder (oder andere Bilder mit vektor- oder matrixwertigen Werten pro Pixel)?*

  Spoiler: 1D-Medianfilter im R-, G- und B-Kanal sind eine Sackgasse!
- Es gibt in der Literatur verschiedene Konzepte für Mediane multivariater Daten, die sich in Voraussetzungen an die Daten, geometrischen Eigenschaften und Berechnungsaufwand unterscheiden. Nur einige dieser Konzepte sind bisher in der Bildverarbeitung erprobt.
- *Ziele für Masterarbeiten (mehrere Themen möglich):*
  - Übertragung bisher in der Bildverarbeitung nicht etablierter multivariater Mediankonzepte auf Bilddaten
  - Effiziente Algorithmen
  - Theoretische und experimentelle Untersuchung zu Eigenschaften der resultierenden Bildfilter
  - Verbindungen zu multivariaten Quantilen

Texturanalyse und Bildkompression

- Herkömmliche Bildkompressionsverfahren kommen gut mit Bildern zurecht, die stückweise glatt sind (Cartoon-Modell, gleichmäßige Farbverläufe), und funktionieren schlechter bei stark texturierten Bildern (Bildqualität sinkt und/oder Kompressionsrate wird schlechter).

  Das liegt nicht zuletzt daran, dass diese Verfahren versuchen, Texturinformation pixelgenau zu speichern, was oft nicht sinnvoll und nötig ist.

- Verbesserungspotenzial besteht z. B. mit Textursyntheseverfahren, die Texturen nicht pixelgenau, aber mit vergleichbarem visuellem Eindruck rekonstruieren können

  Strategie: Textursegmentation (wird cartoonartig abgespeichert) kombiniert mit codierter Texturinformation zur Textursynthese

- *Ziele für eine Masterarbeit:*
  - Auswahl geeigneter bestehender Texturanalyse- und -syntheseverfahren anhand Literaturrecherche
  - Implementation eines Gesamtworkflows für Codierung (Kompression) und Decodierung (Rekonstruktion)
  - Gezielte Verbesserungen ausgewählter Komponenten

© 2023 Martin Welk

Kontakt

- **Weitere Themen im Bereich Bildanalyse sind nach Interesse und Absprache möglich!**
- Bei Interesse an einem Thema wenden Sie sich bitte an

Martin Welk
Institut für Biomedizinische Bildanalyse
UMIT TIROL, Raum G2.020
E-Mail: martin.welk@umit-tirol.at

- Bei einem persönlichen Termin können Sie sich über eines oder mehrere Themen genauer informieren und dann frei entscheiden
- Ihre eigenen Ideen oder Vorschläge
  - zur Präzisierung eines Themas oder auch
  - zu Sie interessierenden weiteren Themen im Bereich der Bildverarbeitung

  sind willkommen!

©2023 Martin Welk