

Kamera-Sensorforensik: Erkennungsraten im Kontext von Bildkompression

Martin Rosenfeld, Reiner Creutzburg, Claus Vielhauer
Vortragender: Christian Krätzer

Brandenburg University of Applied Sciences, Germany

Danksagung: diese Arbeit entstand in Kooperation mit der AG Multimedia & Security, Prof. Dr. Jana Dittmann, an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

- Einführung, Vorarbeiten
- Ziel dieser Arbeit
- Experimenteller Aufbau
 - Datenbasis
 - Numerische Aspekte der Implementierung
 - JPEG Qualitätsfaktoren
 - Skalierung und Ausschnittbildung
- Experimentelle Ergebnisse
- Zusammenfassung, Ausblick

- Ziel: Identifikation von Digitalkamera anhand von Bilddaten
- Ansätze: Pixelfehler, JPEG-Quantisierung, **Rauschmuster**
- Verfahren von Lukás et al. [2]:
 - **signifikantes Rauschmuster** entsteht durch physik. CCD Eigenschaften
 - Merkmalsextraktion anhand von **Wavelet-Koeffizienten**
 - statistische **Klassifikationsverfahren**

[2] Lukás, J.; Fridrich, J.; Goljan, M.: Digital Camera Identification from Sensor Noise. IEEE Trans. Information Security and Forensics, 1 (2006) No. 2, pp. 205-214.

Ziel dieser Arbeit

- Experimentelle Untersuchung des Lukás-Verfahrens hinsichtlich Detektionsgenauigkeit im Kontext von:
 - numerischen Aspekten bei Implementierung
 - JPEG Komprimierungen in verschiedenen Qualitätsfaktoren
 - Ausschnittsbildungen

Experimenteller Aufbau

Datenbasis

- 6 verschiedene Kameras
- je Kamera 110 unkomprimierte Bilder
- ähnliche Motive/Lichtverhältnisse

Kameramodell	native Auflösung	Seitenverhältnis	Bildformat
Canon EOS 20D	3504 × 2336	3 : 2	CR2
Canon EOS 300D	3072 × 2048	3 : 2	CRW
Fujifilm S5000	2048 × 1542	1024 : 771	TIFF
Olympus C-750 UZ	2288 × 1712	143 : 107	TIFF
Olympus C-2500L	1712 × 1368	214 : 171	TIFF
Panasonic DMC FZ30	3264 × 2448	4 : 3	TIFF

Experimenteller Aufbau

Datenbasis

- Partitionierung:
 - jeweils ersten 80 Bilder zur Berechnung des Referenzmusters
 - verbleibende 30 Bilder als unbekannt angenommen
- Parametrisierung des Lukás Verfahrens:
 - Level der Wavelet-Transformation: 4
 - Sigma-Null $\sigma_0=1$
- Messgröße:
 - Equal-Error Rate (EER), d.h. False-Positive Rate (FPR)
== False Negative Rate (FNR)

Experimenteller Aufbau

Numerische Aspekte der Implementierung

- Zwei Vergleichsimplementierungen:
 - Programmiersprache Pascal in 32 bit **Ganzzahl-Arithmetik** (Integer) [6]
 - Matlab **Double Arithmetik** (8 Byte reelle Zahl, doppelte Genauigkeit)
- Untersuchung anhand der selben Testdaten und Parametrisierungen
- Vergleich aller sich ergebenden Bildpaare

Experimenteller Aufbau

JPEG Qualitätsfaktoren

- JPG-Komprimierung in den **Qualitätsstufen 90, 70 und 50**
- Weitere Parameter (für XnView):
 - DCT-Methode: Langsam
 - Glättungsfaktor: 0
 - Subsampling-Rate: 2×2 , 1×1 , 1×1 (Standard)
- **Referenzmuster**
 - aus den **unkomprimierten Bildern** (TIFF)
 - aus **JPEG 90 komprimierten Bildern** (JPG90)
- Test durch Korrelation mit Rauschmustern der komprimierten Bilder
- Untersuchung anhand der Matlab-Implementierung

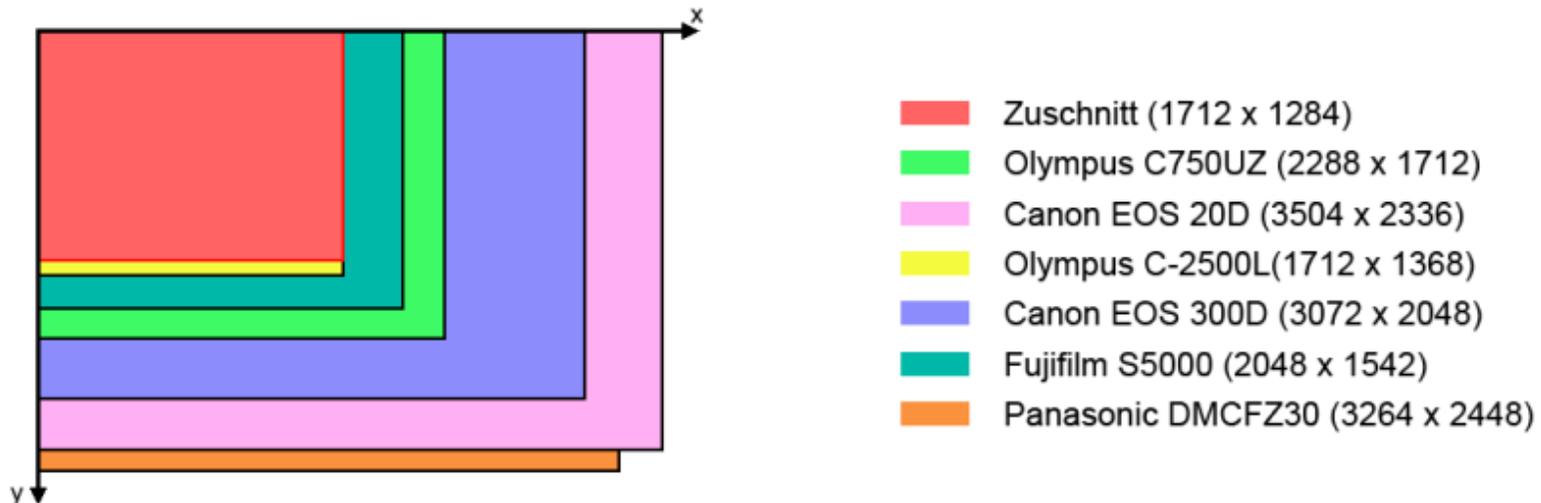
Experimenteller Aufbau

Skalierung und Ausschnittbildung (1)

- Skalierung:
 - gleiches Seitenverhältnis zwischen den Rauschmustern und den Referenzmustern erforderlich
 - deswegen: Begrenzung auf **Canon EOS 20D** und **Canon EOS 300D**
 - **Skalierungen 75%, 50% und 25%**, Lanczos-Interpolation
 - Referenzmuster aus den nicht skalierten Bildern
 - unkomprimiert
 - JPEG 90 komprimiert
 - Test:
 - Skalierung auf Referenzgröße mittels bilinearer Interpolation (MATLAB)
 - Korrelation Referenz mit den skalierten Rauschmustern
 - Untersuchung anhand der Matlab-Implementierung

Skalierung und Ausschnittbildung (2)

- Ausschnittbildung:
 - alle unkomprimierten Bilder der Datenbasis
 - Ausschnittgröße: 1712×1284 Pixel == Seitenverhältnis von 4 : 3



- Skalierung wie zuvor
- Rauschmuster der Kameras wie in den vorhergehenden Experimenten
- Untersuchung anhand der Matlab-Implementierung

Experimentelle Ergebnisse

Numerische Aspekte der Implementierung

- Durchschnittliche **EER** der beiden Implementierungen:

Kameramodell	Integer	Double
Canon EOS 20D	0.010	0
Canon EOS 300D	0.075	0
Fujifilm S5000	0	0
Olympus C-750 UZ	0.057	0
Olympus C-2500L	0.114	0
Panasonic DMC FZ30	0.019	0

Experimentelle Ergebnisse

JPEG Qualitätsfaktoren

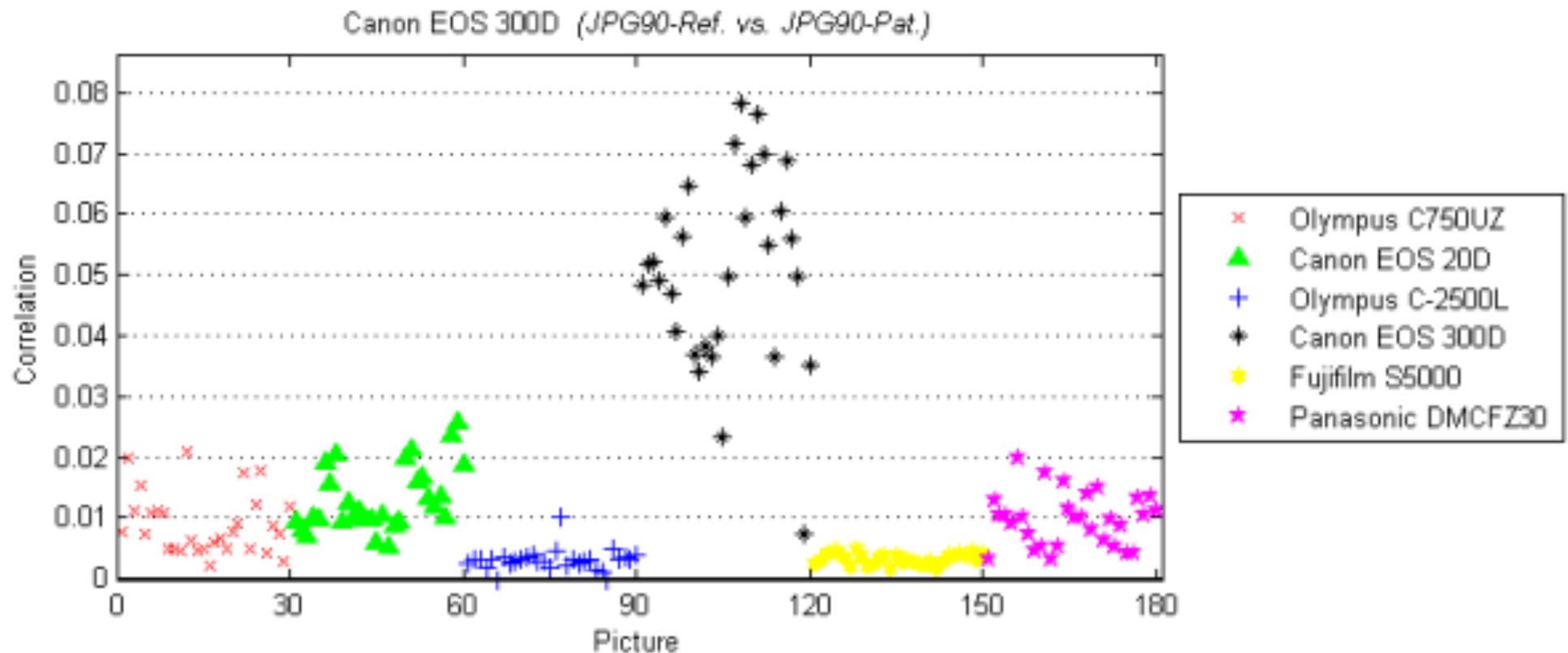
- Durchschnittliche EER:

Kameramodell	EER (TIF-Referenzmuster)			EER (JPG90-Referenzmuster)		
	JPG90	JPG80	JPG50	JPG90	JPG80	JPG50
Canon EOS 20D	0	0	0	0	0	0.142
Canon EOS 300D	0	0	0	0.033	0.067	0.171
Fujifilm S5000	0	0	0	0	0	0
Olympus C-750 UZ	0	0	0	0	0	0.111
Olympus C-2500L	0	0	0	0	0	0
Panasonic DMC FZ30	0	0	0	0	0	0.053

Experimentelle Ergebnisse

JPEG Qualitätsfaktoren

- Beispiel: Korrelationswerte der Canon EOS 300D bei einer JPEG-Qualitätsstufe von 90



Experimentelle Ergebnisse

Skalierung und Ausschnittbildung (1)

- Durchschnittliche EER vor/nach **Skalierung**:

Kameramodell	EER (TIF-Ref. vs. JPG90)				EER (JPG90-Ref. vs. JPG90)			
	100%	75%	50%	25%	100%	75%	50%	25%
Canon EOS 20D	0	0	0	0.075	0	0	0	0.133
Canon EOS 300D	0	0	0	0.317	0.058	0	0	0.192

Verbesserung der
EER bei 75%/
50% Skalierung

Experimentelle Ergebnisse

Skalierung und Ausschnittbildung (2)

- EER-Vergleich (Skalierung + 1712×1284 Ausschnitt)

Kameramodell	EER (TIF-Ref. vs. JPG90)				EER (JPG90-Ref. vs. JPG90)			
	100%	75%	50%	25%	100%	75%	50%	25%
Canon EOS 20D	0	0	0	0.143	0	0	0	0.167
Canon EOS 300D	0	0	0	0.288	0.06	0	0.01	0.213
Fujifilm S5000	0	0	0	0.027	0	0	0	0.006
Olympus C-750 UZ	0	0	0	0.238	0.011	0	0	0.162
Olympus C-2500L	0	0	0	0.224	0	0	0	0.221
Panasonic DMC FZ30	0	0	0	0.272	0.013	0	0	0.274

Zusammenfassung, Ausblick (1)

- Unempfindlichkeit gegenüber bildverarbeitenden Maßnahmen, wie Zuschneiden, Skalieren und Komprimieren
- Identifizierungsalgorithmus nicht nur bei Bildausschnitten sondern auch bei skalierten Bildern bzw. Bildausschnitten grundsätzlich anwendbar
- Beobachtungen stützen Erkenntnisse der Vorarbeiten von Lukás et al.

Zusammenfassung, Ausblick (2)

- Bei Implementierung sorgfältig auf die **Rechengenauigkeit achten**
- **Geringe Skalierung** der Rauschmuster, besonders unter Verwendung von JPEG-komprimierten Referenzmustern, **führt zu einer Verbesserung** der Korrelationsergebnisse
- **Statistische Signifikanz**: Datenbasis muss erheblich ausgebaut werden

- Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!
- Für Fragen:
 - creutzburg@fh-brandenburg.de
 - vielhauer@fh-brandenburg.de