



# Erkennung von Resampling

InterpoLIE-tion - Catching lies through interpolation analysis

Dominik Barbist, Lukas Egger

# Übersicht

## Struktur der Präsentation:

- ① Einführung** - Was ist Resampling?
- ② Kartoffel-Contest** - Praktisches Beispiel
- ③ Grundprinzip** - Warum detektierbar?
- ④ Detektions-Methoden** - Algorithmische Ansätze
- ⑤ Praktische Grenzen** - Forensik in der Praxis

# Das unsichtbare Verbrechen: Digitale Bildmanipulation

## Das perfekte Verbrechen?

- **Kinderleicht** - skalieren, drehen, strecken
- **Unsichtbar** - keine sichtbaren Spuren (wenn gut gemacht)

## Die Lösung:

- **Interpolation** hinterlässt mathematische Spuren
- **Algorithmen** können diese detektieren
- **Automatische Forensik möglich**

## Das Problem

Jeder kann zum **Fälscher** werden! (... mit genügend Übung)

## Die Herausforderung

Computer sehen, was Menschen übersehen.

# Welche Kartoffel ist gefälscht?

**Kartoffel A**



**Kartoffel B**



## Frage

Welche Kartoffel wurde digital manipuliert? A oder B?

# Überraschung: Beide waren gefälscht!

## Die Wahrheit:

- Beide Bilder waren manipuliert
- Das echte Original ist hier
- Manipulation war nicht erkennbar  
(zumindest in einem der Fälle, ...  
hoffe ich)

## Das Problem:

- Visuelle Inspektion reicht nicht
- Professionelle Manipulation täuscht
- Automatische Detektion erforderlich

## Das echte Original:



Unmanipuliert

# Kartoffel-Contest: Das Szenario

## Online-Größenwettbewerb:

- Teilnehmer fotografieren **größte Kartoffeln**
- **Maßband/Lineal** als Größenreferenz
- Upload auf Contest-Plattform
- Gewinner erhält Preisgeld

## Die Herausforderung:

- Betrug durch **Resampling**
- Kartoffel vergrößern, Maßband verkleinern
- Proportionen **bleiben stimmig**
- Manipulation **unsichtbar**

## Die Lösung

**Resampling Detection** kann solche Manipulationen automatisch aufdecken.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Stark abhängig von Bildeigenschaften.

# Das Problem: Was passiert beim Skalieren?

## Was passiert beim Skalieren:

### ① Neue Pixel-Positionen

berechnen

### ② Interpolation: Fehlende Werte schätzen

### ③ Lineare Abhängigkeiten entstehen

## Beispiel - Kartoffel 2x vergrößern:

- Original: 100x100 Pixel
- Skaliert: 200x200 Pixel
- **Problem:** 30.000 neue Pixel müssen "erfunden" werden<sup>a</sup>

---

<sup>a</sup>Upsampling ist deutlich besser detektierbar als Downsampling.

## Das Problem

Interpolation erzeugt **mathematische Regelmäßigkeiten** statt natürlicher Zufälligkeit.

# Die Lösung: Resampling-Spuren detektieren

## Interpolation hinterlässt Spuren:

- Periodische Muster in Pixelwerten
- Statistische Korrelationen zwischen Nachbarn
- Frequenz-Peaks in der Spektralanalyse

## Detektions-Strategie:

- Suche nach **unnatürlichen Mustern**
- Analysiere **Pixel-Abhängigkeiten**
- Erkenne **mathematische Periodizität**

## Kernidee

Echte Fotos haben "**zufällige**" Pixelwerte, interpolierte Bilder zeigen **mathematische Regelmäßigkeiten**.

# Lösungsansätze: Wie kann man Resampling detektieren?

- **Popescu & Farid (2005) [7]:** EM-Algorithmus → Wahrscheinlichkeitskarte
- **Kirchner (2008) [3]:** Feste Filter → Spektralanalyse
- **Gallagher (2005) [2]:** JPEG-Blöcke → Varianz-Periodizität
- **Mahdian & Saic (2008) [6]:** Radon-Transform → Rotations-robust
- **Feng et al. (2012) [1]:** Energie-Dichte → Machine Learning
- **Vázquez-Padín (2015) [8]:** SVD-Analyse → Kleine Bildblöcke

## Gemeinsamer Ansatz

Alle Methoden suchen nach **mathematischen Mustern**, die durch Interpolation entstehen.

# Praktische Grenzen: Was können die Methoden wirklich?

## Wichtige Einschränkungen

Die Detektionsfähigkeiten sind **stark überschätzt** in idealen Laborbedingungen!

### Laborergebnisse:

- 90%+ Genauigkeit bei unkomprimierten Bildern
- Perfekte Detektion unter kontrollierten Bedingungen
- Zuverlässige Algorithmus-Performance

### Realität:

- **JPEG-Kompression** reduziert Genauigkeit dramatisch [5]
- **JPEG Qualität < 95:** verschlechtert Vorhersage
- **Anti-Forensik umgeht Detektion** [4]

# Praktische Grenzen: Was können die Methoden wirklich?

## Fazit für die Praxis

Resampling-Detektion ist ein **wertvolles Werkzeug**, aber:

- Erfordert Experteninterpretation
- Muss mit anderen Methoden kombiniert werden
- Nicht als alleiniger Beweis geeignet
- Downsampling ist schwieriger zu erkennen als Upsampling

# Quellen

- [1] “(PDF) Normalized Energy Density-Based Forensic Detection of Resampled Images”. en. In: *ResearchGate* (Dec. 2024). DOI: 10.1109/TMM.2012.2191946. URL: [https://www.researchgate.net/publication/254059435\\_Normalized\\_Energy\\_Density-Based\\_Forensic\\_Detection\\_of\\_Resampled\\_Images](https://www.researchgate.net/publication/254059435_Normalized_Energy_Density-Based_Forensic_Detection_of_Resampled_Images) (visited on 06/01/2025).
- [2] A.C. Gallagher. “Detection of linear and cubic interpolation in JPEG compressed images”. In: *The 2nd Canadian Conference on Computer and Robot Vision (CRV'05)*. May 2005, pp. 65–72. DOI: 10.1109/CRV.2005.33. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1443113> (visited on 06/01/2025).
- [3] Matthias Kirchner. “Fast and reliable resampling detection by spectral analysis of fixed linear predictor residue”. In: *Proceedings of the 10th ACM workshop on Multimedia and security. MM&Sec '08*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Sept. 2008, pp. 11–20. ISBN: 978-1-60558-058-6. DOI: 10.1145/1411328.1411333. URL: <https://doi.org/10.1145/1411328.1411333> (visited on 06/01/2025).
- [4] Matthias Kirchner and Rainer Bohme. “Hiding Traces of Resampling in Digital Images”. In: *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 3.4 (Dec. 2008), pp. 582–592. ISSN: 1556-6013. DOI: 10.1109/TIFS.2008.2008214. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4668368/> (visited on 06/04/2025).
- [5] Shangjun Luo et al. “Upscaling factor estimation on pre-JPEG compressed images based on difference histogram of spectral peaks”. In: *Signal Processing: Image Communication* 94 (May 2021), p. 116223. ISSN: 0923-5965. DOI: 10.1016/j.image.2021.116223. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0923596521000539> (visited on 06/04/2025).
- [6] Babak Mahdian and Stanislav Saic. “Blind Authentication Using Periodic Properties of Interpolation”. In: *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 3.3 (Sept. 2008), pp. 529–538. ISSN: 1556-6021. DOI: 10.1109/TIFS.2004.924603. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4540058> (visited on 06/02/2025).
- [7] A.C. Popescu and H. Farid. “Exposing digital forgeries by detecting traces of resampling”. In: *IEEE Transactions on Signal Processing* 53.2 (Feb. 2005), pp. 758–767. ISSN: 1941-0476. DOI: 10.1109/TSP.2004.839932. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1381775> (visited on 06/01/2025).
- [8] David Vázquez-Padín, Pedro Comesaña, and Fernando Pérez-González. “An SVD approach to forensic image resampling detection”. In: *2015 23rd European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*. ISSN: 2076-1465. Aug. 2015, pp. 2067–2071. DOI: 10.1109/EUSIPCO.2015.7362748. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7362748> (visited on 06/01/2025).



# Erkennung von Resampling

InterpoLIE-tion - Catching lies through interpolation analysis

Dominik Barbist, Lukas Egger