

# Bildbewertung und -analyse

## von statischen Webcam-Aufnahmen für die Detektion von langsamen Entwicklungen

Ziel war die Entwicklung von Methoden zur Erkennung meist langsamer Baufortschrittsveränderungen und Bewertung der abgeleiteten Informationen. Die Erkennung wurde anhand eines, «Codebook (CB)» genannten, Background Subtraction Ansatzes durchgeführt. Somit werden pixelgenau Veränderungen inventarisiert und ein bis dahin nicht aufgeführter Pixelzustand als neuer Bauzustand erkannt. Für die Weiterverarbeitung und Auswahl der Bilder zur Repräsentation des Baufortschrittes wurden drei Methoden miteinander verglichen. Die beste Methode, welche mit Objekterkennungsalgorithmen arbeitet, erzielte Ergebnisse von 88% Klassifikationsgenauigkeit im Endresultat.

**Ausgangslage & Motivation:** Zahlreiche Methoden bestehen, um Objekte in zeitlich hochaufgelösten Daten zu erkennen. Die Baufortschrittsüberwachung arbeitet aber zumeist mit zeitlich gering aufgelösten Daten und die relevanten Veränderungen geschehen im Zeitraum mehrerer Aufnahmen. Somit ergeben sich Differenzen in der Anwendbarkeit bestehender Lösungsansätze auf webcambasierte Baufortschrittsbetrachtung. Ein weiteres Problem stellt die automatische Selektion einer repräsentativen Auswahl aus einem Gesamtdatensatz dar. Beide Problemstellungen wurden bisher nicht untersucht.

Arbeitsschritt 1

Der **Codebook-Ansatz** (Kim et al., 2004) gestaltet für jedes Pixel ein Codebook, welches die Codewords (CW)/ Zustandsbeschreibungen beinhaltet. Für das selbe Pixel wird in allen Frames die Übereinstimmung mit den bestehenden CW's überprüft (siehe auch Abb. 1).

**Schritt 1 – Veränderungserkennung mit dem Codebook-Ansatz**

Der Codebook-Ansatz berechnet zwischen zwei Aufnahmeframes (Abb. 2, links und mittig) die Veränderungen und stellt diese in der Codebook-Abbildung dar (Abb. 2, rechts). Dabei werden bereits zuvor beschriebene Pixelzustände ebenso gespeichert, wie neue Zustände (graue Pixel in Abb. 2, rechts). Diese grauen Pixel sind besonders für den zweiten Schritt relevant. Vorteile des Codebook-Algorithmus sind die Darstellung der langen Pixelhistorie, die Erprobung für Outdoorszenen und die Nutzbarkeit für zeitlich gering aufgelöste Daten. Nachteile sind die lange Berechnungszeit sowie Probleme bei Beleuchtungsveränderungen. Der Codebook-Ansatz arbeitet pixelbasiert und nicht-parametrisch. Für die Umsetzung wurden Python und die OpenCV-Bibliothek verwendet.

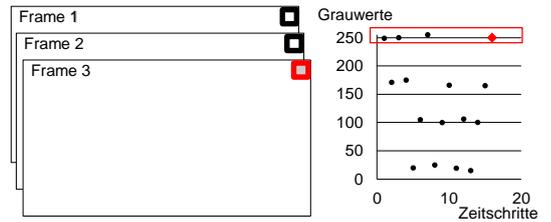


Abb. 1: Pixel wird dem passenden CW zugeordnet (rotes Pixel dem roten CW (Balken)) & das CW wird geupdated oder ggf. Anlage eines neuen CW



Abb. 2: li: Zeitschritt 1, mi: Zeitschritt 2, re: CB-Abbildung (ROI-Ausschnitt)

Arbeitsschritt 2

**Schritt 2 – Auswahlmechanismus**

Die in Schritt 1 extrahierten Informationen werden in Schritt 2 genutzt, um eine, den Baufortschritt repräsentierende, Bildauswahl aus dem Gesamtdatensatz basierend auf Algorithmen zu treffen. 3 Methoden wurden dazu untersucht.

**„3-Dimensionaler Merkmalsraum“:** Bewertung des einzelnen Frames anhand Objektanzahl, durchschnittlicher Objektgröße und Verhältnis „neuer Zustand“-Pixeln zu Gesamtpixeln, danach Darstellung & Clustering im Dimensionsraum

**„Histogramm & t-SNE“:** Erstellung des Histogramms für jede CB-Abbildung und Clustering mit t-SNE-Dimensionsreduktion (v.d. Maaten & Hinton, 2008).

**„Objektgröße“:** Auswahl eines Frames anhand von Form & Größe einzelner Objekte und Häufigkeit ihres Auftretens (Nischwitz et al., 2012). Nach der Vorprozessierung wird jedes Objekt im Frame anhand der Kriterien bewertet (Abb. 3). Tritt von besonderen Objekttypen eine bestimmte Anzahl im Frame auf, wird der Frame ausgewählt.

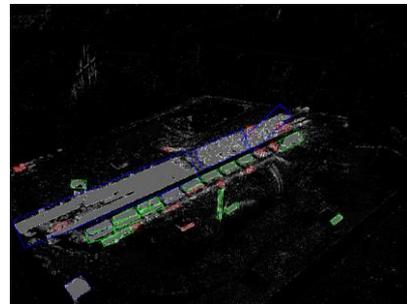


Abb. 3: Methode „Objektgröße“: Erkennung der Objekte in der CB-Abbildung und Einteilung nach Größe (blau = groß, grün = mittel, rot = klein)

Die Ergebnisse der Methoden „Objektgröße“ und „Histogramm & t-SNE“ sind nachfolgend aufgeführt. Für die Methode „3-D Merkmalsraum“ konnten mit Clustertechniken keine signifikanten Gruppen gebildet werden, weshalb dieser Ansatz verworfen wurde.

Ergebnisse

Für die Validierung wurde manuell eine Referenzauswahl zur Überprüfung der Auswahlresultate erstellt. In der nebenstehenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefasst. Die höchste Gesamtgenauigkeit weist die Methode „Objektgröße“ auf. Die „Histogramm & t-SNE“-Methode weist niedrigere Genauigkeiten auf. Beide Ansätze treffen präzisere Auswahlen als ein systematisches Sampling.

Methode „Objektgröße“	Auswahl	R-P-Rate	F-P-Rate	Accuracy
geringe vorherige Glättung; kleine + mittlere Objekttypen & mind. 10 Objekte für Auswahl	333	0,71	0,27	0,73
starke vorherige Glättung; kleine + mittlere Objekttypen & mind. 20 Objekte für Auswahl	109	0,41	0,07	0,88
Methode „Histogramm & t-SNE“				
Clustering in 4 Clustern, Bsp.-Cluster 1	255	0,38	0,22	0,74
Zufallsauswahl (Systematic Sampling)	358	0,18	0,35	0,60

**Fazit:** Langsame Baufortschrittsveränderungen können mit dem Codebook-Ansatz detektiert werden. Pixelgenau werden auftretende Zustände beschrieben und neue Zustände erkannt. Probleme liegen im Umgang mit plötzlichen Beleuchtungs-, Schatten- und Bodenbedeckungsveränderung. Mit dem Auswahlmechanismen ist es möglich Auswahlen aufgrund der Codebook-Informationen zur Repräsentation zu erstellen. Gegenüber Zufallsauswahlen konnten 20 bis 30 % höhere Klassifikationsgenauigkeiten erreicht werden.

Referenzen:  
Kim, K., Chalidabongse, T.H., Harwood, D. & L. Davis (2004): „Background modeling and subtraction by codebook construction“. In: 2004 International Conference on Image Processing, 2004. ICIP '04., S. 3061–3064 Vol. 5.  
Nischwitz, A., Fischer, M., Haberacker, P. & G. Socher. (2012): Computergrafik und Bildverarbeitung. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.  
van der Maaten, L. & Hinton, G. (2008): „Visualizing data using t-SNE“. In: The Journal of Machine Learning Research. 9 (2579-2605).

