

Abstract

The objective of this PhD thesis consists in improving the coding efficiency of state-of-the-art video compression algorithms. In particular, a framework for intra subpartitioning methods is developed and investigated in the context of the Versatile Video Coding (VVC) standard. In essence, intra subpartitioning approaches divide an intra-predicted block into smaller blocks called subpartitions that are sequentially coded using the same intra mode. By splitting the prediction and transform operations, the statistical properties of the resulting smaller residual blocks are more homogeneous than those of a residual signal calculated for the whole block. Hence, the energy of the ensuing transform coefficients is more concentrated into a few coefficients than in the conventional case (i.e., without the subpartitioning). For this reason, intra subpartitioning algorithms are suitable for coding non-stationary signals like edges.

The effectiveness of the proposed compression algorithm, also referred to as the Intra Subpartition (ISP) method, is empirically evaluated. In particular, several subpartitioning layouts are investigated and an analysis of their performance is conducted. In addition, aspects related to the implementation complexity for hardware decoders and the optimization of the encoder decision process are considered. Moreover, a statistical analysis of various ISP parameters is performed and, to conclude, further research on various extensions of the ISP concept is presented.

Finally, a coding mode based on a specific version of the ISP framework was proposed for the VVC standardization and, based on this proposal, subsequently incorporated into the VVC standard.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Dissertation besteht in einer Verbesserung der Codiereffizienz moderner Videokompressionsalgorithmen. Insbesondere wird ein Konzept für Intra-Subpartitionierungsmethoden entwickelt und im Rahmen des Versatile Video Coding (VVC)-Standards untersucht. Im Wesentlichen teilen Intra-Subpartitionierungsansätze einen intra-codierten Block in kleinere Blöcke auf, die als Subpartitionen bezeichnet werden und nacheinander mit demselben Intra-Prädiktionsmodus codiert werden. Durch die Aufteilung der Prädiktions- und Transformationsoperationen sind die statistischen Eigenschaften der resultierenden kleineren Restfehlerblöcke homogener als die eines für den gesamten Block bestimmten Restfehlersignals. Dadurch konzentriert sich die Energie der resultierenden Transformationskoeffizienten stärker auf einige wenige Koeffizienten als im konventionellen Fall (d. h. ohne die Subpartitionierung). Aus diesem Grund sind Intra-Subpartitionierungsalgorithmen dafür geeignet, die Codiereffizienz für nicht-stationäre Signale wie Kanten zu erhöhen.

Die Wirksamkeit des vorgeschlagenen Kompressionsalgorithmus, der auch als Intra-Subpartitionierungsmethode (ISP) bezeichnet wird, wird empirisch evaluiert. Insbesondere wird der ISP-Ansatz mit verschiedenen Blockaufteilungsmöglichkeiten untersucht und eine experimentelle Analyse der erzielbaren Codiereffizienz durchgeführt. Darüber hinaus werden auch Aspekte der Implementierungskomplexität für Hardware-Decoder und der Optimierung der Encoderentscheidungen berücksichtigt. Zusätzlich wird eine statistische Analyse verschiedener ISP-Parameter durchgeführt, und abschließend werden weitere Forschungsarbeiten zu möglichen Erweiterungen des ISP-Ansatzes vorgestellt.

Letztendlich wurde ein Codiermodus auf der Grundlage einer speziellen Version des ISP-Ansatzes für die VVC-Standardisierung vorgeschlagen und, auf Basis dieses Vorschlags, in den VVC-Standard aufgenommen.