

助成対象研究の紹介文

アルゴリズムとアーキテクチャの協調最適化による学習型画像圧縮システム

横浜国立大学大学院工学研究院 准教授 孫 鶴鳴

画像圧縮は、画像の保存・再利用および伝送の負担を軽減するために重要である。従来から画像圧縮規格は 30 年以上にわたって開発されてきた。最近の 6 年間では、ニューラルネットワークベースの学習型画像圧縮が急速に進歩し、最新の方法は PSNR や MS-SSIM のような多くの評価で従来の画像圧縮標準を上回っている。

一般にニューラルネットワークを使えば圧縮率を向上させられるが、計算量が非常に多くなる。ニューラルネットワークの処理をエネルギー効率よく高速化するには、ハードウェアアクセラレーションが必要となる。さまざまなハードウェア・アクセラレーターの中で、以下の理由により FPGA 実装が最も有望である。汎用アクセラレーター GPU と比較して、FPGA はハードウェア利用効率を非常に高くできる。また、専用アクセラレーター ASIC と比較して、FPGA は再構成可能で柔軟性があり、新規手法にも適用できる。

FPGA は理論的には再構成可能により任意のハードウェアアルゴリズムに対応できるが、アルゴリズムによってはレイアウト処理(配置配線)完了しないことも少なくない。FPGA チップごとに、LUT、BRAM、DSP などのハードウェアリソースの配置は固定されている。したがって、データフローがこれらの配置にうまく適合しない場合、部分的な配線混雑や高ファンアウトといった問題が生じる。これを回避するためには、FPGA 指向のアルゴリズムを開発することが重要である。一方、同時にアルゴリズムの性能を確保することも必須となる。

本研究では、アルゴリズムと FPGA アーキテクチャを個別に開発した先行研究とは異なり、アルゴリズムとアーキテクチャの協調最適化により、最適な FPGA 学習型画像圧縮システムを目指す。

【実用化が期待される分野】

次世代 IoT 社会では、動画通信量の爆発的増加が予想される。高効率な圧縮技術を適用することで、通信量と消費電力を削減でき、カーボンニュートラルに大きく貢献できる。学習型画像圧縮は、VAE などの生成モデルに基づいており、開発された技術は ChatGPT など生成 AI にも応用できる。また、本研究は、世界初の学習型画像圧縮におけるアルゴリズムとアーキテクチャの協調最適化であり、ニューラルネットワークを利用する種々の共同研究を促進できる。

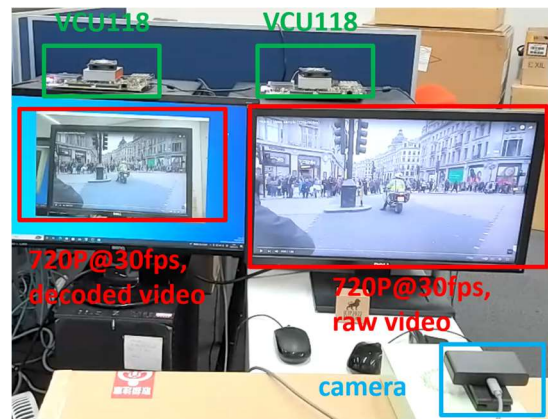


図 1. 720P@30FPS リアルタイム学習型画像圧縮の FPGA デモ