

2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

2023年 3月20日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	助教	氏名	小椋 清孝
研究課題	深層学習を用いた高精細動画の軽圧縮手法の検討					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	小椋 清孝	情報通信工学科・助教	集積回路設計	研究全般	
	分担者	井口周太郎	情報系工学研究科 博士前期課程2年	デジタル回路設計	モデル探索・回路設計	
		橋口仁哉	情報系工学研究科 博士前期課程1年	デジタル回路設計	モデル探索・回路設計	
研究実績の概要	<p>本研究では、高精細カラー動画のディスプレイ伝送にかかるデータ量削減方法として、故意に画素を欠損させて伝送データ量を削減し、ディスプレイ側で深層学習ネットワークにより復元して表示する手法について、現在問題となっているいくつかの課題について検討を行った。類似の「軽圧縮コーデック」とは異なり、一般的な画像処理技術は使用せず、復元側で単純な全結合型のニューラルネットワークを用いるだけの構成であるため、非常に低いレイテンシーでの復元が可能となるのが本手法の特徴である。</p> <p>この手法について、欠損復元用深層学習モデルのハードウェア化と小型化、欠損復元用深層学習モデルの高性能化、という課題があり、本研究課題としてこれらの検討を行った。</p> <p>1. 欠損復元用深層学習モデルのハードウェア化と小型化</p> <p>本手法において動画復元時間の制約を考慮すると、全結合ニューラルネットワークをそのままの形でハードウェア実装をする必要がある。しかし、FPGA への実装を考えた場合、十分な性能を持つ規模のモデルを実装しようとする、回路規模がFPGA のリソース量を大幅に超えてしまう。そこで、モデル圧縮手法の一つである枝刈り手法の適用を検討した。枝刈り等のモデル圧縮の画像識別モデル等への適用についてはこれまでに多くの報告が存在するが、本研究のような回帰モデルへ適用した場合の一般的な知見はなく、モデル圧縮の性能への影響は対象とするモデルによって異なると考えられた。そこで、1/4画素欠損復元モデルについて様々な枝刈り率でモデルを圧縮しその際の復元性能を求め、枝刈り率と復元性能の関係について検討を行った。このとき、枝刈りの方法については、ハードウェア実装と親和性の高いニューロン刈りではなく、これよりも性能劣化が低いと考えられるシナプス刈りを選択した。検討した結果、入力-中間層間の枝を90%刈った構成でもテスト画像復元時の平均PSNRの劣化は2dB程度に収まることが分かった。</p> <p>この検討結果を基にして得た、枝刈り率94.7%、平均PSNR50.3dBのニューラルネットワークの回路化を行った。その結果、枝刈りを行っていない構成と比較してFPGA実装に必要なLUT数が1/142倍となり、現実的なサイズでの回路実装が可能となった。</p>					

※ 次ページに続く

<p>研究実績 の概要</p>	<p>2. 欠損復元用深層学習モデルの高性能化</p> <p>これまでの検討は欠損率が1/4(画像中, 4画素のうち1画素を欠損)であったが, 同様の方法で欠損率を増加した場合の復元モデルの性能評価を行った. また, 1/4画素欠損復元モデルで同時に複数画素を復元させるニューラルネットワークについても評価を行った. また, モデルで用いる活性化関数を変更した場合の性能評価も実施した.</p> <p>欠損率を1/2に増加した場合について, 3種類の欠損パターンで検討したところ, 50枚のテスト画像復元時の平均PSNRは37.4dB~44.3dBとなった. この時の復元モデルは中間層2層(各200ニューロン)の全結合ニューラルネットワークである. 欠損率1/4の場合の復元性能が53.6dBであったことからそれと比較すると10dB以上劣化した結果となった. なお, 欠損パターンによって数dB程度の復元性能差がみられたが, この差が欠損パターンの何に起因するかの評価はまだ行えていない.</p> <p>複数画素の同時復元モデル(1/4欠損)について, 様々なネットワーク構成で検討を行ったが, 1画素復元モデルと比較して性能の劣化は1.0~1.5dB程度という結果となった. この程度の性能劣化で復元速度2倍のモデルが実現可能であることがわかった.</p> <p>活性化関数については, 近年提案されたものも含め数種類について検討を行ったが, これまで使用してきたReLU関数を大きく上回る復元性能が得られる関数は無かった.</p>
<p>成果資料目録</p>	<p>1) 橋口仁哉, 小椋清孝, 伊藤信之, "ニューラルネットワークを用いた欠損画素復元回路の設計," 2022年度(第73回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, R22-24-08, 2022</p> <p>2) 井口周太郎, 小椋清孝, 伊藤信之, "モデル圧縮を用いた欠損画素復元モデルの小型化に関する研究," 2022年度(第73回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, R22-24-09, 2022</p> <p>3) 橋口仁哉, 小椋清孝, 伊藤信之, "欠損画素復元ネットワークモデルでの画素欠損位置と色空間の影響の評価," 第24回IEEE広島支部学生シンポジウム論文集, TP-A-10, pp. 32-35, 2022</p>