

博 士 学 位 論 文

内 容 の 要 旨
お よ び
審 査 結 果 の 要 旨

第32編

平 成 3 0 年 度

神 奈 川 工 科 大 学

は し が き

本編は、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条によるインターネットの利用により公表を目的として、平成30年度内に本学において博士の学位を授与した者の、論文内容の要旨および論文審査の結果の要旨を収録したものである。

学位記番号に付した甲は、学位規則第4条第1項（いわゆる課程博士）によるもの、乙は、同規則同条第2項（いわゆる論文博士）によるものであることを示す。

（平成30年10月 発行）

< 目 次 >

甲第37号	小林 恵太	画像の局所的構造に着目したデジタル画像拡大の研究	・・・・・・・・・・ 1
-------	-------	--------------------------	--------------

氏名(本籍)	小林 恵太 (東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第 37 号
学位授与日	平成 30 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻名	工学研究科 情報工学専攻
学位論文題目	画像の局所的構造に着目したデジタル画像拡大の研究
論文審査委員	(主査) 木村 誠聡 教授 武尾 英哉 教授 辻 裕之 教授 宮崎 剛 教授 棟安 実治 教授 (関西大学)

内容の要旨

近年、カメラやディスプレイなどの映像コンテンツの高精細化により画像の拡大技術は画像処理の重要な処理の一つとなっている。画像の拡大処理にはニューラルネットワークなどを用いる学習が必要な手法、複数枚の画像が必要となる手法、一枚の画像から拡大を行う手法の大きく三つに分けられる。学習が必要な手法では学習にある程度の枚数の画像が必要であるうえ、出力先の解像度が変更される度、再学習の必要が生じる。また複数の枚数が必要となる手法では同じ場面を映した画像が複数枚必要となるため、一枚しか存在しない画像には適用できない。そこで本論文は一枚の画像から拡大を行うことを目的とし、画像信号の局所的な構造に着目、雑音が無いモノクロ画像、カラー画像および雑音が重畳している一枚の画像から高周波数成分の保存を実現しつつ、任意倍率の拡大を成し得る方法の研究を行い、得られた成果および知見を 6 章にわたってまとめている。

第 1 章では本研究の背景として画像拡大の従来法についての検討を行い、画像拡大における補間法の利点について述べ、これに関する研究の動向および研究課題について概観している。そして本研究で提案するファジー推論に基づくハーフピクセルを用いる手法により高周波数成分を保持した画像の拡大を実現できることを述べ、かつ PDE 正則化を用いることで雑音重畳画像に対して雑音除去をしつつ画像の拡大を実現できることを述べ、本研究の意義および目的を示している。

第 2 章では高精細な画像を生成する拡大の手法としてファジー推論に基づく手法を利用してハーフピクセルを原画素間に生成する方法について述べ、これらと原画素を利用することで高周波数成分の保存を行い、任意倍率での拡大を実現できることを述べ

べている．結果として従来法に比べエッジ部におけるアーティファクトの影響が無いことが確認され，提案法の有効性を明らかにしている．

第3章ではファジー推論に基づく手法で細線部信号を拡大した際，拡大に見合わない細線状態となる問題を解消すべく，第2章でのハーフピクセル生成時に利用していたファジー推論を拡張し，提案する新たなファジールールテーブルとファジー集合について述べている．結果として従来法に比べ適用画像において不自然になっていた細線部の補間について視覚的に良好な結果を得られることを確認し，提案法の有効性を明らかにしている．

第4章では第3章までの提案法をカラー画像に適用する方法について述べている．従来の方法では単純にRGB信号それぞれに対して3章までの提案方法を独立に適用していたが，提案法では輝度信号によって得られた3章までの提案方法における任意拡大の局所情報をRGB信号全てに適用する方法について述べている．結果として従来法に比べ提案法はエッジ付近での色ずれについて良好な結果を得られることを確認し，提案法の有効性を明らかにしている．

第5章では符号化歪みやガウス雑音が重畳している画像を想定した任意拡大についてPDE正則化を利用したフレームワークについて述べている．提案する方法はPDE正則化におけるガウシアンカーネル等を改良することで，符号化歪みやガウス雑音を抑制しながら拡大する方法について述べている．結果として適用画像について雑音を除去しつつ画像の任意拡大が行われ，視覚的に良好な結果が得られることを確認し，提案法の有効性を明らかにしている．

第6章ではこれらの研究を通して得られた成果を総括し，結論を述べている．

以上のように，本研究では提案している高周波数成分の保存を実現しつつ画像の任意拡大を行うことができる方法の有用性を種々の適用例から明らかにし，モノクロ画像，カラー画像，雑音重畳画像からの任意倍率の拡大の実証とその有効性を検証している．

審査経過の要旨

1. 審査の経過

審査の経過

- (1) 2017年11月1日（水）指導教員 木村誠聡に対し，小林恵太君より学位論文が提出された．
- (2) 2017年11月8日（水）情報工学専攻会議において，学位申請に向けて必要な手続きを進めること並びに審査委員候補が承認された．
- (3) 2018年4月11日（水）情報工学専攻会議において，論文受理を可とする決定が行われると共に論文審査委員候補5名が指名された．

- (4) 2018 年 6 月 8 日（木）工学研究科委員会において，論文受理を可とする決定が行われると共に論文審査委員 5 名が指名された。
- (5) 2018 年 6 月 30 日（土）13 時 30 分から 15 時 10 分まで公聴会を開催した。
- (6) 2018 年 6 月 30 日（土）15 時 20 分から 15 時 50 分まで審査委員会を開催し，審査委員全員により，審査論文は博士論文としての必要な学術性，新規性，有効性，実用性を有すること，また申請者は博士の学力に相応しい学力，語学力を有し，学位授与に値すると判定された。
- (7) 2018 年 7 月 4 日（水）情報工学専攻会議で，投票により学位授与を可と決定した。
- (8) 2018 年 9 月 14 日（金）工学研究科委員会において学位授与を可とする旨の報告を行った。

2. 審査結果

本論文は，画像の局所構造に着目した任意倍率の画像拡大の研究である．一般的に画像の拡大には線形補間を基本とする方法が用いられるが，エッジ部分や細部における高周波数成分が失われる問題，カラー信号の色ずれの問題，雑音重畳時の問題等が存在する．本論文ではファジー推論により原画素間にハーフピクセルを生成させる方法を提案し，高周波成分の保存を行いつつ任意拡大を実現する方法，拡大率に見合わない不自然な細線信号の補間を解消する方法，カラー信号を対象とした色ずれが起きない任意倍率の拡大方法，そして PDE 正則化を改良することで符号化歪みとガウス雑音を抑制させながら任意倍率の拡大をする方法について良好な結果を得ることを実証している．画像の局所構造を鑑みながら拡大処理を行う提案手法は独創的であり，研究全体の有効性を明確に実証していることは，デジタル信号処理の分野における学術的および工学的発展への寄与が極めて大きい．よって，本論文はその学術性，独創性，有効性，実用性などから判断して学位論文に値するものであり，本論文提出者は博士（工学）学位授与に値するものとの結論に達した．