

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	村上 聡 (むらかみ さとし)
学位の種類	博士 (情報学)
学位記番号	環情博甲第547号
学位授与年月日	令和6年3月25日
学位授与の根拠	学位規則 (昭和28年4月1日文部省令第9号) 第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	環境情報学府 情報環境専攻
学位論文題目	マンガ画像からの情報抽出とその応用に関する研究 A Study on Information Extraction from Manga Images and Its Applications
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 長尾 智晴 横浜国立大学 教授 原下 秀士 横浜国立大学 教授 森 辰則 横浜国立大学 教授 富井 尚志 横浜国立大学 准教授 白川 真一

## 論文及び審査結果の要旨

マンガは、今までドメスティックな文化として進歩を遂げてきたが、今やアニメや漫画をはじめとする日本のポップカルチャーはインターナショナル・カルチャーの一つと捉えられている。昨今の日本においてマンガは、若い世代だけではなく子供から大人までのすべての年齢層に親しまれており、ハリウッド映画作品の原作としての採用事例を代表とする日本マンガの海外輸出や、マンガ原作のTVアニメやドラマ作品の増加、キャラクター商品の増加など、より身近に感じられるようになったため、マンガに関する文化的・社会的・経済的な重要性に関する意識は急速に高まりつつある。2022年のコミック市場全体の推定販売金額は6,770億円、そのうち電子コミックが4,479億円であり、電子コミックの市場規模は年々増加傾向にある。マンガは、ページ内を複数の"コマ"と呼ばれる小領域に分割したうえで、それらのコマ内に絵を描き、その絵とコマ内のセリフ文字の連続で物語や時間の経過を表現した読み物である、小説のような文章による詳細な情景などの記述はコマ内の画像とセリフ文字で表現されるので、マンガの方が作者の意図がより読者に直感的に伝わりやすい。近年、深層学習をはじめとした機械学習をつかった画像の分類、認識、画像に隠れた情報の掘り起こしなどに関して、様々な分野で研究が活発に行われており。中でも深層学習モデルの一つである convolutional neural network (CNN) は高精度な手法として知られている。

本論文は、CNN を使ってマンガの画像の中に埋め込められているすべての情報を抽出し、検索エンジンで利用可能な形式で蓄積できる仕組みの構築を長期的な研究目標として実施した研究について述べたものであり、序論 (第1章) と結論 (第7章) を含めて7章から構成されている。

第2章「本研究に関する研究・関連研究」では、2値画像に対する超解像拡大処理、マンガ画像のコマの認識、不適切画像の自動検出などに関連する従来研究について述べ、本論文の位置づけと新規性・意義を明らかにしている。

第3章「電子書籍画像の超解像拡大処理」では、マンガ画像に適した超解像拡大処理を提案している。電子書籍にはさまざまなスタイルのページ画像が存在するため、入力された画像スタイルを分類し、その画像スタイルに対する最適な超解像 CNN のパラメータを選択して高品質の拡大を行う必要がある。ここでは用意した評価画像セットに対する超解像拡大処理後の画像の品質を PSNR で評価する実験を通して提案手法の有効性を定量的に評価している。

第4章「マンガ画像中のコマ抽出」では、マンガのページ画像からコマを抽出するために、CNN でコマ領域の推定を行い、その領域からルールベースの画像処理を使ってコマを抽出する手法を提案している。既存研究ではすべてのコマを長方形として扱っているため、物体が存在するコマ位置を間違えて認識する可能性があったが、提案手法では正しいオブジェクトの存在位置に基づいた、より正確なマンガ理解を可能としていると述べている。

第5章「マンガ書籍中の不適切な画像検出システム」では、マンガ書籍中の不適切な画像を検出する手法を提案している。特に一時代前の日本製のマンガでは、女性の胸などが見えているような好ましくないシーンが登場することが多かったが、デジタル書籍としてそのまま海外へ輸出すると大変なことになるため、その前にそれらを除去あるいはぼかしなどの加工を加える必要がある。そこで本論文では「不適切オブジェクト」を女性の胸が露出した領域と定義し、それらをマンガ画像から自動検出することで人が手動でそれらを検出する手間を減らす手法を提案している。第4章の提案手法を用いてマンガ書籍の各ページからコマを抽出した後、それらの各コマ内の不適切オブジェクトを検出するシステムを提案している。本システムを実際に電子書籍の制作現場で運用した結果、運用開始前後で作業負荷が大きく減少したことを示して提案システムの有効性を検証している。

第6章「マンガ画像中の文字画像領域の抽出」では、マンガの中に含まれる文字情報をテキストにするために、CNN を用いて文字情報だけを選択的に抽出し、シンプルな名刺のような白地に黒の綺麗な文字画像を抽出し、既存の公開されている日本語 OCR でテキスト化を行なう手法を提案するとともに、残された課題について論じている。

以上のように、本論文は日本のポップカルチャとして今後益々世界中に普及することが期待されているマンガの電子書籍を制作する際に課題となる、マンガ画像に対する様々な画像処理・認識手法を深層学習の手法を中心に構築・提案して、電子書籍の制作現場において、実際に用いられているマンガ画像を対象にその有効性を検証したもとであり、エンターテインメントコンピューティング分野における優れた研究であると考えられる。研究成果は学会正論文2編などの発表を通して高く評価されている。

以上から、本論文は博士（情報学）の学位論文として十分な価値を有すると審査員全員一致して認め、令和6年2月2日（金）、総合研究棟S棟1階S-113室において、10時30分から12時00分まで博士論文公聴会を開催した。博士論文公聴会では充実した質疑応答がなされた。その後、同日12時00分から、同室において、審査委員全員出席のもと、葛谷直規氏の学力の確認を行なった。

始めに、同氏より同氏の博士論文「マンガ画像からの情報抽出とその応用に関する研究（A Study on Information Extraction from Manga Images and Its Applications）」の概要と、博士論文に関連する学術論文の公表状況、大学院講義の単位取得状況などについて説明があった。

これに引き続き質疑応答を行った。審査員からは博士論文に関する質問、一般専門知識に関する質問などがあり、学力及び博士号取得資格の確認を行なった。発表論文については、学会正論文2編が採録・公表されていることから、博士号取得の資格を満たしていることを確認した。外国語については、本人が国際会議において英語で口頭発表をしていることから学力を確認した。また、課程博士修了のための単位を取得していることを確認した。

以上により、同氏は学力の確認に合格であると、審査委員全員一致で判定した。

以上の論文審査委員会の結論に基づき、令和6年2月13日（火）に開催された環境情報学府 情報環境専攻会議にて審議し、全員一致で本論文を博士（情報学）の学位論文としての価値があるものとして環境情報学府教授会に付議することを決定した。その後、環境情報学府学務委員会での確認を経て、令和6年3月4日（月）に開催された環境情報学府教授会において審議を行い、無記名投票により、村上 聡氏に博士（情報学）の学位を授与することを決定した。