

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	RGB Multi-Channel Representation for Quantum Images and Its Application to Color Image Watermarking
著者(和文)	孫博
Author(English)	Bo Sun
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9321号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣田 薫,新田 克己,室伏 俊明,小野 功,長谷川 修
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9321号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	Sun Bo (孫博)	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	廣田 薫	教授	審査員	長谷川 修	准教授
	審査員	新田 克己	教授			
		室伏 俊明	准教授			
小野 功		准教授				

論文審査の要旨 (2000字程度)

本論文は「RGB Multi-Channel Representation for Quantum Images and Its Application to Color Image Watermarking」と題し、英文5章から成っている。

第1章「Introduction」では、量子計算の枠組みの上で画像処理を行うための問題点を述べた上で、具体的に、量子画像のマルチチャンネルの表現、処理のアルゴリズム、画像処理の応用の3課題を解決することが重要であることを指摘し、さらに各章の構成についても言及している。

第2章「RGB multi-channel representation for images on quantum computers」では、画像内の画素の色および位置に関して正規化された量子状態を記憶するために、量子画像のマルチチャンネル表現法(MCQI: Multi-Channel Representation for Quantum Images)を提案している。ここでは、画素の色情報を3つのチャンネル(R, G, Bチャンネル)に分け、3つの色量子ビットを用いることで、R, G, Bチャンネルの情報を表現している。このMCQIに基づく画像処理は、MCQIの準備プロセス、画像処理のアルゴリズムを設計するための色変換手法、量子観測による画像データの抽出、の3つのプロセスで構成されている。MCQIでは、色情報を状態の重ね合わせで記述し、観測によって特定の一つの状態がある確率で実現するとしている。この量子観測による画像データの抽出手法の有効性を示す実験では、抽出した画像の最大信号対雑音比PSNR値が45dB以上という結果を得ている。

第3章「Color information transformations on Multi-Channel Quantum Images」では、MCQIで表現された量子画像の、チャンネル変換、チャンネル交換変換、色空間の変換、アルファチャンネル変換など、各種チャンネル変換を提案している。これらの各種チャンネル変換では、MCQI量子画像の画素の色に関するチャンネル情報のみを処理しており、MCQI表現におけるマルチチャンネル色情報が、3つの量子ビットを用いて表現されていて、その3つの量子ビットが全部色ビットであるため、その3つの量子ビット上での各種チャンネル変換の計算量が $O(1)$ と極めて低いことを示している。

第4章「Quantum measurement based double-key double-domain watermarking strategy for multi-channel quantum images」では、MCQIに基づいて、量子コンピュータの上で、チャンネル変換、チャンネル交換変換、アルファチャンネル変換の各処理変換を組み合わせることにより、色量子画像の電子透かし応用の可能性について述べている。本提案が、2つのキー(位置情報スクランブルキーと色情報プロテクションキー)を用いることで、従来手法に比べて、より安全な電子透かしであることを述べ、シミュレーション実験で、 256×256 画素の画像において、PSNR値が従来手法で平均45dBであるのに対して、平均53dBまで改善していることを示している。

第5章「Conclusion」では、提案した量子画像処理の概要を述べたうえで、マルチチャンネル量子画像の表現法、チャンネルに基づく画像処理の変換手法、色量子画像の電子透かしの応用の3つの提案を総括し、それらが将来の研究展開にどのように関わるかの展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、量子画像のマルチチャンネル色画像表現を提案し、各種高速チャンネル画像処理変換への応用実験を行ったもので、従来手法との比較実験も示して工学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として、十分な価値があるものと認められる。