

Title	ノイズの見えに対する視知覚特性のモデル化と定量的評価手法に関する研究
Author(s)	庄原, 誠
Citation	
Issue Date	2013-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/11548
Rights	
Description	Supervisor:党 建武, 情報科学研究科, 博士

氏名	庄原 誠		
学位の種類	博士(情報科学)		
学位記番号	博情第 286 号		
学位授与年月日	平成 25 年 9 月 24 日		
論文題目	ノイズの見えに対する視知覚特性のモデル化と定量的評価手法に関する研究		
論文審査委員	主査	小谷 一孔	北陸先端科学技術大学院大学 准教授
		党 建武	同 教授
		吉高 淳夫	同 准教授
		田中 宏和	同 准教授
		矢口 博久	千葉大学 教授

論文の内容の要旨

Recently, a digital camera or a mobile phone with a digital camera is very common. An image processing play a very important role to produce a image from a digital camera. The image processing for digital camera can be divided into two types according to whether the observer is human or not. A normal digital camera image is observed by human. The image processing is executed for generation of the image which people think comfortable that people are desirable. Image quality is the quality of the image which an observer feels. It is difficult to measure objectively about image quality. Image quality depends on an individual or culture of subjects. Therefore, there are many trials to measure image quality objectively. Although the causes of affecting image quality are varied, such as brightness, a color, story tonality, contrast, an angle of field and composition, this paper treats a noise. While a noise is treated as disturbance of image and spoils image quality, a noise is able to be used as a dither in order to improve gradation. We can find that appearance of a noise changes according to the color and brightness of an image. Although the research of appearance of a noise is important to design or manage image quality, the research is not so much than the research of a color or of noise itself. This paper confirms the appearance of a noise in various conditions and discusses the human vision system model. A color image is generated from light. The light goes into an eyeball and is converted into the nerve signal on the retina. The nerve signal is transmitted through the retina, a lateral geniculate nucleus (LGN), and a cortex. The signal processing is performed during the transmission. This paper builds the visual model in consideration of the influence of the aberration of the light in an eyeball, L in the retina, M, the spectrum characteristic of S cone cell and the appearance of a color. This paper confirms the characteristic of the perception of a noise by subjective experiment. The subjective experiment is performed by the comparison method to confirm the property of appearance about a color noise which changes the

background color and noise models. This paper reveals the visual perception characteristic of the noise about the direction of a hue of a color noise, a background color and luminance of a color noise. The visual perception property about the hue direction of a color noise relates to the discrimination function of a color. It can be explained by the low contrast sensitivity of S cone signal. I confirm the perception property according to the spatial frequency of the color noise by the perception threshold experiment. Although the feature of the perception property of the noise about spatial frequency basically relates to the feature of the contrast sensitivity function (CSF), the perception property of the luminance noise is different. Its property differs depending on their background colors. These characteristics can be explained by extending the multistage model. I also confirm the perception property of a digital camera noise by subjective experiments, and discuss about the appearance of the noise. Furthermore, this paper shows the example of denoising application for color image using the perception property of noise. This paper discusses about the image quality evaluation index which applied the perception characteristic of the noise. This paper defines the image evaluation index reflecting the visual perception property of a noise, and compares the subjective evaluation value and the objective evaluation values. This paper reveals the visual perception properties of a color noise and discusses the human vision model which expresses these characteristics. Moreover, this paper shows that the application of the visual perception properties of a color noise. This paper builds the foundation about the visual perception properties of a color noise.

論文審査の結果の要旨

本論文は、画像上の色ノイズに対する人の知覚量(色ノイズの見え)について人の視知覚特性を解析し、知覚量を定量的に算出できる視知覚モデルを与えた。特に、1)色ノイズに対する人の知覚特性が背景色に依存すること、2)Lab 色空間の色度 ab 面において色ノイズの検知限(JND)の分散値が異方性を有し、これがひょうたん形状の関数モデルによって記述できること、3)輝度ノイズに対する知覚量の周波数特性が背景色の影響を受けること、などこれまで明らかにされていなかった視知覚特性とモデルを与えた。更に、これらのモデルに基づいて知覚色ノイズを低減する手法を提案し、良好な実験結果を得ている。

画像上のノイズは妨害ととらえられ画質を損なう要因とされる一方、ディザのように階調性を高めるために活用する場合もある。ノイズを観察すると画像の色や明るさに応じて見え方に変化が生じている。このようなノイズの見えに関する研究は画質設計等、応用上重要な要素であるにもかかわらず、色の見え等の研究に比べて少ない。本論文では眼球における光の収差の影響や、網膜での L, M, S 錐体細胞の分光特性、色の見えなどを考慮した視知覚モデルを構築し、主観評価実験によってノイズの見えの視知覚特性を明らかにした。更に色ノイズの色相方向の見え特性は色の

弁別関数によって説明でき、これが S 錐体信号を減衰させた視知覚モデルを用いることで説明できることを示した。また、色ノイズの空間周波数に対するノイズの見えはコントラスト感度(CSF) 特性と類似した特徴が見られるものの、輝度ノイズの見えについては背景色によってその特性が異なることを示し、これが視覚の多段階モデルを拡張することで説明できることを示した。加えて、本研究成果をデジタルカメラでのノイズリダクションに適用し、色ノイズの知覚量を効果的に低減できた。また、本モデルを用いて主観量を精度良く推定する新しい画質評価指標を構築した。

以上、本論文は人の色ノイズに対する視知覚特性を定量的に表す新しい視知覚モデルを提案し、学術的に貢献するところが大きい。更に、提案モデルに基づいて、色ノイズリダクション、画質評価指標を実現するなど高い実用性も認められる。よって博士(情報科学)の学位論文として充分価値あるものと認めた。