

Title	人の視知覚特性に基づいた画像の階調特性改善に関する研究
Author(s)	Suthum, Keerativittayanun
Citation	
Issue Date	2018-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15534
Rights	
Description	Supervisor:小谷 一孔, 情報科学研究科, 博士

氏名	KEERATIVITTAYANUN, Suthum		
学位の種類	博士(情報科学)		
学位記番号	博情第 402 号		
学位授与年月日	平成 30 年 9 月 21 日		
論文題目	Less-Visible Contrast Enhancement Based on Human Visual Perception		
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
		党 建武	同上
		金子峰雄	同上
		長谷川 忍	同上
		Waree Kongprawechnon	SIIT
		Toshiaki Kondo	同上
			教授
			教授
			教授
			准教授
			准教授
			准教授

論文の内容の要旨

Typically, conventional image-enhancement methods have a common problem concerning the over-enhancement in an image which contains both less-visible and nicely-visible areas, while preserve such the key-lighting of image or the tone of original image. To solve such problem, we propose two new less-visible-image enhancement schemes, called the less-visible contrast enhancement method (LVCE) and the less-visible contrast enhancement based on human visual perception (LVCEHP). For the LVCE, we propose a new contrast enhancement method based on the singular value decomposition (SVD), an adaptive non-linear scaling function, and a pyramid-based blending method. The SVD is used to decompose an image into several. Based on our investigation, we found that some layers are associated with the less-visible area. Then, the less-visible layers are selected and enhanced by using the proposed logarithm-function. For the LVCEHP, we propose a new contrast enhancement method based on several principles of visual human perception such as the Weber's law in image contrast and the Just-Noticeable-Different (JND). At the beginning, we study the principle of image contrast. Based on this study, we found that the human perception is more sensitive to image contrast rather than absolute luminance values.

The original idea of LVCEHP is to enhance an image by applying several principles of visual human perception such as the Weber's law in image contrast and the Just-Noticeable-Different (JND) to create the algorithm. Then, we apply definition of the Weber's contrast to the proposed non-scaling function. By investigating the characteristic of the Weber's equation, there are three possible cases that could be occurred in the entire image. We used these cases as the inspiration to calculate the enhancement rate of the proposed non-linear scaling function. We also use the principle of JND in the image to guarantee that the less-visible areas perceived discriminatory from the previous ones too. Moreover, we used the principle of singular value decomposition (SVD) to propose a new technique for analyze and remove the hidden noise of the input image.

We experimentally found that the smaller area-bounded of the singular-value curve implies the higher level of noise. If the area of singular value contains the area-bounded less than the threshold value of the hidden noise value. Then, we remove the noise layer before the enhancement process. Lastly, to recover the nicely-visible area, we propose the pyramid-based blending techniques for fusing two images in order to solve the problem of information missing in the blending process. This recovery process is mandatory because enhancing images in the previous step might cause the over-enhancement. Objective and subjective evaluations were conducted, and experimental results show that our proposed method can successfully improve the less-visible contrast without amplifying noise. It also preserves the tone and texture of original images and produces satisfying results in terms of human preference.

Keywords: less-visible contrast enhancement, human visual perception, singular value decomposition, pyramid-based blending, just-noticeable-different

論文審査の結果の要旨

本論文は、画像機器のダイナミックレンジにおいて、信号レベル分布が部分的に偏った低コントラスト画像に対して人の視覚特性に基づいて主観的画質を改善する画像強調手法を与えた。特に画像強調によるコントラスト改善の副作用として生じるノイズの増加と画像印象の劣化を低減するため、1) 増加するノイズを人の視覚特性に基づいて **Signal Value Decomposition (SVD)**により解析し、画像強調特性を制御して視覚ノイズを低減、2) 画像強調による画像印象の劣化は主に明度、彩度色相成分の擬似輪郭の発生、明度、彩度の中間調の飛びにより生じており、これらを画像のトーン（色調、濃淡調）と表して評価関数を定義し、評価値を最良にするよう原画像成分と強調成分との混合特性を最適化、等により従来手法に比べて高い主観的画質を得た。

これまでの画像強調手法には画像中の特定のオブジェクトを明確に見えるようにするものや **CG** などにより別画像を生成したかのような人工的な印象を与えるものまで提案されている。これらに対して、本研究で与えた手法はコントラスト強調を各々の画像領域に対して選択的、適応的に適用することで原画像の画像印象を重視する画像強調特性を目指したユニークなものである。本手法はオリジナルの印象を重要視するプロのフォトグラファーやデザイナーからの高評価を受けている。

従来研究では画質の客観評価尺度を定義し、これを最良にする手法を与えていたが客観評価尺度が主観評価値を精度良く近似しておらず、評価値は高いものの主観的画質が低いものが散見された。このため、本研究では提案手法による画像強調結果に対する主観評価実験を行うと共に従来手法で用いられていた客観評価尺度による評価も行い、これらを比較して従来手法が用いていた評価方法が適当ではないことも示している。

以上、本論文は低コントラストの低画質画像をノイズや疑似輪郭、中間調の飛びなどの副作用が生じない新しい画像強調手法を与え、その有効性を示しており、学術的に貢献するところが大きい。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。