

УДК 004.932

М.В.Петренко

ВМУРоЛ «Україна»

## НЕДОЛІКИ ДЕТАЛІЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ, ВИКЛИКАНІ ЗВУЖЕНИМ ДИНАМІЧНИМ ДІАПАЗОНОМ РЕЄСТРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ, ТА ЇХ УСУНЕННЯ

У статті розглядається вплив недосконалості реєструючих пристроїв на деталізацію отриманих зображень. Пропонуються шляхи підвищення якості зображень. Наводяться приклади використання запропонованих методик та напрямки їх подальшого вдосконалення.

Ключові слова: *реєструючі пристрої, піксель.*

У даній роботі розглядається така проблема, як низька видимість кольорів та деталей на ділянках з недостатньою та надмірною яскравістю. Вирішення даної проблеми має велике значення для багатьох галузей діяльності людини, які мають справу з аналізом фото та відео зображень (медицина, криміналістика, картографія, астрономія).

На відміну від зорової системи людини, яка адаптується до умов освітленості, матриці фотообладнання дають не спотворене зображення лише у визначеному діапазоні освітленості та контрасту. Ця особливість нерідко призводить до отримання знімків з ділянками недостатньої та надмірної яскравості. Розглянемо три варіанти втрати деталізації через малий динамічний діапазон фотоприладів:

### 1. Якісна передача низьких інтенсивностей:

Насьогодні, основною базою для алгоритмів направлених на вирішення поставленої задачі є технологія Retinex, створена у центрі NASA Langley Research Center [1]. Зазначена технологія направлена на підвищення видимості деталей зображення, які знаходяться у ділянках недостатньої яскравості без зміни інших частин зображення [2].



Рис. 1

### 2. Якісна передача низьких інтенсивностей:

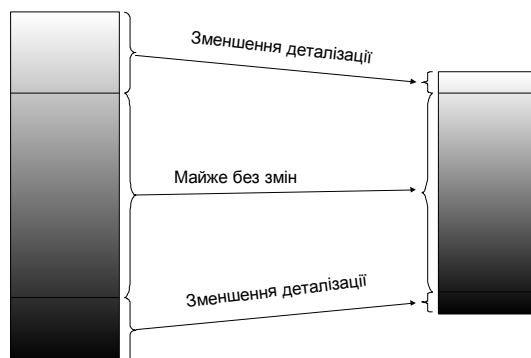


Рис. 2

## 3. Якісна передача високих інтенсивностей:

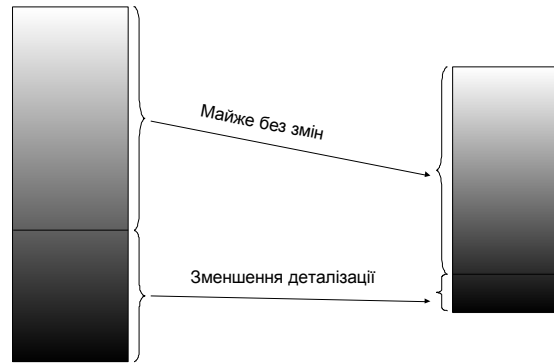


Рис. 3

Технології Retinex властиві наступні недоліки:

- Retinex ігнорує ділянки зображення з надмірною яскравістю, яких в тій самій мірі стосується зменшення деталізації.
- Швидкодія Retinex (у реалізації PhotoFlair) на порядок нижче звичайної корекції гамми, яка дає аналогічний результат

Інші розглянуті програми та фільтри теж дають подібні результати, а також діють за закритими запатентованими алгоритмами, що не дозволяє спиратися на них у дослідженні піднятої проблеми.

Метою дослідження є розробка алгоритму та методик, які дозволять одночасно підвищити деталізацію на ділянках як з недостатньою так і з надмірною яскравістю.

У ході дослідження було розроблено наступний алгоритм підвищення деталізації:

1. Отримати значення яскравості (L) та кольору (H) шляхом перетворення з системи RGB у HLS;
2. Виділити на зображенні ділянки з недостатньою і надмірною яскравістю;
3. Визначити коефіцієнти  $k_{\text{shadows}}$  и  $k_{\text{highlights}}$ ;
4. Збільшити гамму/яскравість для затемнених пікселів зображення ( $k = k_{\text{shadows}}$ );
5. Зменшити гамму/яскравість для засвітлених пікселів зображення ( $k = k_{\text{highlights}}$ ).

Були виділені і проаналізовані наступні методи, які використовуються в алгоритмі:

1. Методи підвищення деталізації зображення:
  - 1.1. Зміна гамми пікселів (використовується система RGB):

$$\begin{aligned} R'_{x,y} &= R_{x,y}^k \\ G'_{x,y} &= G_{x,y}^k \\ B'_{x,y} &= B_{x,y}^k \end{aligned} \quad (1)$$

Особливістю є те, що гистограма результуючого зображення залишається більш рівномірною, через те, що яскравості масштабуються через зміну RGB компонентів (рис. 4).

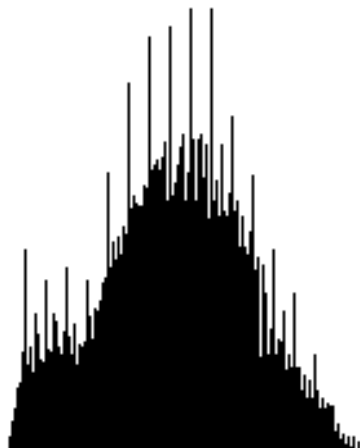


Рис. 4

1.2. Зміна яскравості пікселів (використовується система HLS):

$$L'_{x,y} = L_{x,y}^k \quad (2)$$

Особливістю є наявність різких перепадів в гістограмі, що пов'язано з безпосереднім масштабуванням яскравостей (рис. 5).



Рис. 5

Суб'єктивно, варіант зі зміною яскравості виглядає більш деталізованим.

2. Методи виокремлення ділянок зображення:

2.1. Критерії виокремлення ділянок зображення на основі характеристик пікселів:

2.1.1. яскравість:

$$k = \begin{cases} L < threshold, k_{shadows} \\ L > threshold, k_{highlights} \end{cases} \quad (3)$$

2.1.2. сума квадратів яскравості і кольору (краще працює на границях ділянок):

$$k = \begin{cases} \frac{L^2 + H^2}{255} < threshold, k_{shadows} \\ \frac{L^2 + H^2}{255} > threshold, k_{highlights} \end{cases} \quad (4)$$

2.1.3. Критерії виокремлення ділянок зображення на основі статистичних характеристик (аналіз гістограм яскравостей).

Даний напрямок є найбільш перспективним, у зв'язку з тим, що він дає можливість розділяти зображення на ділянки в яких потрібна і в яких не потрібна корекція.

3. Метод вибору параметрів корекції:

3.1. Інтерактивний – на основі візуального аналізу вихідного та результуючого зображення, а також їх гістограм;

3.2. Наперед визначений – на основі заздалегідь визначеної залежності коефіцієнтів від яскравості;

3.3. Автоматичний – на основі автоматичного аналізу гістограми.

Наприклад, розглянемо дію алгоритму на зображенні, яке містить як засвічені так і затемнені ділянки (засвічені та затемнені ділянки переходять в зону midtones):

1. Перетворення з системи RGB (red, green, blue) в HLS (hue, light, saturation) (рис. 6);

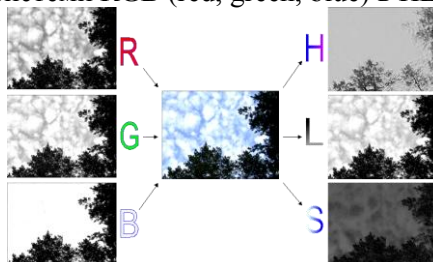


рис. 6

2. Зміна яскравості окремо для кожної з ділянок (рис. 7);

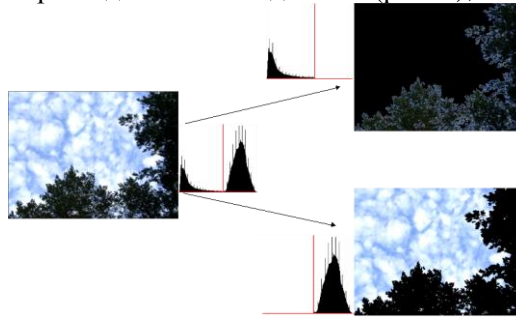


Рис. 7

3. Отримання результуючого зображення (рис. 8).

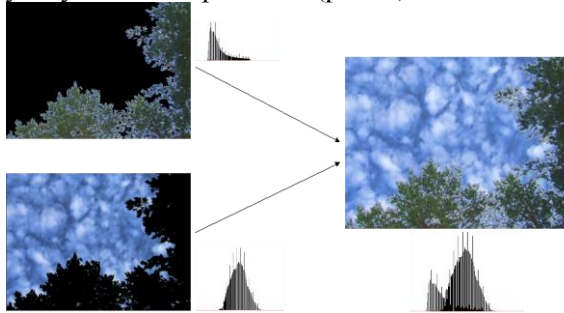


Рис. 8

**Висновок.** У ході дослідження з'ясувалося:

- Виявлення деталей у ділянках з недостатньою та надмірною яскравістю є однотипною задачею і повинно вирішуватись у комплексі;
- Основою алгоритму має бути аналіз абсолютних та статистичних даних по яскравості. У перспективі алгоритм може бути вдосконалений за такими напрямками
- опрацювання зон переходу між ділянками;
- автоматичне виділення множини ділянок на зображенні і коефіцієнтів для їх обробки, на основі аналізу гістограм;
- оптимізація з метою підвищення швидкодії;
- адаптація для обробки відеоданих.

1. Jobson DJ Retinex processing for automatic image enhancement / DJ Jobson, Z.Rahman, GA Woodell // Human Vision and Electronic Imaging VII, SPIE Symposium on Human Vision and Electronic Imaging VII, SPIE Symposium on Electronic Imaging, Proc. Electronic Imaging, Proc. SPIE 4662. – 2002. – P. 337-341.
2. From Retinex to Automatic Color Equalization: issues in developing a new algorithm for unsupervised color equalization/ Alessandro Rizzi, Carlo Gatta// Journal of Electronic Imaging 13(1), 75–84 (January 2004)