

УДК 778

В. В. Пилип'юк, І. З. Миклушка*Українська академія друкарства***ДИНАМІЧНИЙ ДІАПАЗОН І HDR У ЦИФРОВІЙ ФОТОГРАФІЇ**

Досліджено технологію поліпшення якості цифрових зображень. Розглянуто особливість показника динамічного діапазону зображення. Проаналізовано процес створення High Dynamic Range (HDR)-фотографії. Здійснено експериментальні технологічні дослідження перевірки якості фотографування цифрових фотоапаратів. Дано практичні рекомендації щодо застосування HDR-технології.

Фотографія, цифрова фотокамера, піксель, матриця, експозиція, брекетинг, динамічний діапазон, HDR

Динамічний діапазон у фотографії описує співвідношення між максимальною і мінімальною вимірюваною інтенсивністю світла (білим і чорним відповідно). У природі не існує абсолютно білого або чорного — є тільки різні ступені інтенсивності джерела світла і відбиваючої здатності предмета. У процесі опрацювання інформації значення динамічного діапазону ускладнюється і залежить від записуючого (камери або сканера) чи відтворюючого пристрою (принтера або дисплея комп'ютера) [1, 5].

Кожен пристрій має власний динамічний діапазон. На відбитках і дисплеях ніщо не може стати яскравішим за білизну паперу або максимальну інтенсивність свічення пікселя. Передача інформації про зображення між пристроями, таким чином, може вплинути на його відтворення.

Інтенсивність освітлення може бути описана в значеннях падаючого і відбитого світла; кожне з них вносить свою частку в динамічний діапазон зображення. Зображення з високими варіаціями яскравостей відбитого світла можуть насправді мати більш широкий динамічний діапазон, ніж зображення з великою варіативністю падаючого світла. У будь-якому з цих випадків перепад яскравостей сцени фотографування може запросто перевищити динамічний діапазон камери, особливо якщо не відстежувати експозицію.

Незважаючи на те, що фізичний зміст динамічного діапазону в реальному світі — це всього лише співвідношення між найбільш і найменш освітленими ділянками (контраст), його визначення стає складнішим при описі записуючих пристроїв — цифрових камер та сканерів. Світло зберігається кожним пікселем у свого роду комірці. Розмір кожної такої комірки і визначає динамічний діапазон цифрової камери.

Найпоширенішою одиницею вимірювання динамічного діапазону цифрових камер є f-ступінь, що описує різницю в освітленості в ступенях числа 2. Контраст 1024:1 у такому разі може бути також описаний як динамічний діапазон з 10 f-ступенів (оскільки $2^{10} = 1024$). Кожен f-ступінь може бути описаний як «зона» або «eV» [2].

Динамічний діапазон сцени фотографування перевищує діапазон, який охоплює людське око, і діапазон зображень, що виводяться на екран монітора або передаються в друк. Але якщо людське око може пристосуватися до дуже різних рівнів яскравості, то більшість камер та комп'ютерних моніторів може відтворити лише певний динамічний діапазон. Фотографи, кінематографи та інші фахівці, які працюють з цифровими камерами, повинні вміти працювати з обмеженим динамічним діапазоном, обираючи важливіше в сцені фотографії.

Зображення з високим динамічним діапазоном здатні відтворювати увесь динамічний діапазон світла, видимого для людського ока. Завдяки тому, що всі значення яскравостей сцен реального світу представлені пропорційно та зберігаються в HDR-зображенні.

У програмах опрацювання растрової графіки значення яскравостей HDR-зображення передається 32-бітним кодуванням (32 біти на канал). Значення яскравостей у HDR-зображенні пов'язані з кількістю світла в зображенні. Навпаки, файли зображень з 16- і 8-бітними кодуванням зберігають дуже малий сегмент динамічного діапазону яскравостей реальної сцени [3].

Зйомка з ширшим динамічним діапазоном дає можливість отримувати більш реальні зображення сцен фотографування, чого не можна досягти, використовуючи зйомку лише з одним значенням експозиції.

У деяких моделях фотокамер з'явилася вбудована можливість фотозйомки з розширеним динамічним діапазоном (HDR). Фотокамера автоматично робить підряд кілька знімків, а потім об'єднує їх в один. Кількість зроблених знімків залежить від моделі камери. Деякі фотокамери мають різні рівні керування параметрами зображення, що дає можливість настроїти режим зйомки до умов фотографування.

Існує два способи отримання зображення з високим динамічним діапазоном. Перший передбачає використання кількох експозицій об'єкта (щонайменше три зображення), сфотографованого з однієї точки, та їх об'єднання в одне зображення під час подальшої обробки. Другий спосіб припускає використання одного знімка, який при подальшому обробленні розділяється на кілька зображень. За допомогою цих зображень налаштовується динамічний діапазон, щоб підвищити деталізацію яскравостей на різних частинах зображення. Потім вони знову об'єднуються в один знімок. Зображення з високим динамічним діапазоном, зроблене з одного знімка, має певні обмеження. Перевага способу з одним зображенням полягає в тому, що користувач може робити знімки рухомих об'єктів з кращим динамічним діапазоном. Фотографи переважно обирають перший спосіб, який забезпечує краще відтворення деталей і зображення як у світлих, так і в темних ділянках.

Процес обробки HDR фактично складається з двох етапів: створення HDR-зображення і тонового перетворення його в звичайне 16-бітове.

HDR-зображення є 32-бітовими, що передбачає запис і зберігання нескінченного динамічного діапазону тонових значень і містить всі тонові значення, захоплені усіма експозиціями.

HDR-зображення зберігається в різних форматах:

EXR (.exr розширення, висока кольорова гамма і точність, DR близько 30 числа діафрагми);

Radiance (.hdr розширення, менша кольорова гамма, величезний DR);

BEF (приватний формат Unified Color, краще відтворення кольору);

32-бітний TIFF (дуже великі файли через низьке стиснення, широко не застосовуються на практиці).

Для створення цих HDR-зображень необхідно використовувати спеціальне програмне забезпечення HDR, наприклад: Adobe Photoshop; HDRsoft's Photomatix; Unified Color's HDR Expose або Express; Nik Software HDR Efex Pro. Усі ці програми створюють різні файли HDR-зображень, які різняться кольором (відтінки і насиченість); тональністю; фільтрацією шумів; опрацюванням хроматичної аберації; зниженням ореолу. До того ж пропонується контроль над такими параметрами, як деталізація, насиченість, баланс білого, зниження шумів, вирівнювання кривих.

Для перевірки якості фотографування цифрових фотоапаратів нами було обрано об'єкти, критичні для відтворення — нічне місто і денна панорама міста; аналізували динамічний діапазон у фотографіях, зроблених різними цифровими камерами (рис. 1 і 2).

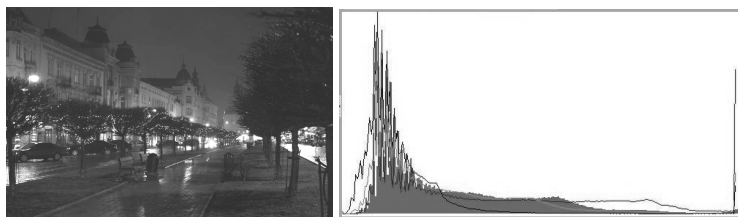


Рис. 1. Фотографія нічного міста та її динамічний діапазон

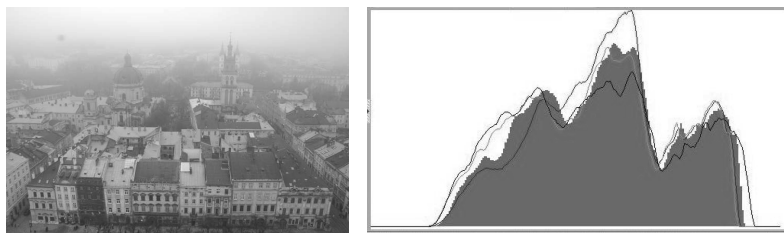


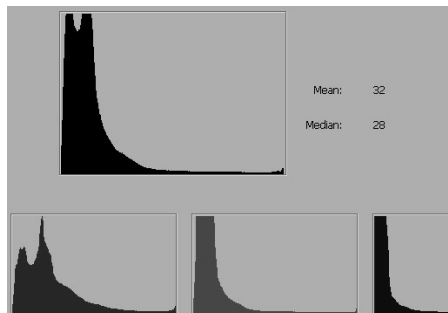
Рис. 2. Фотографія панорами денного міста
та її динамічний діапазон

Як видно з графіків динамічного діапазону, усі сюжети мають значні недоліки.

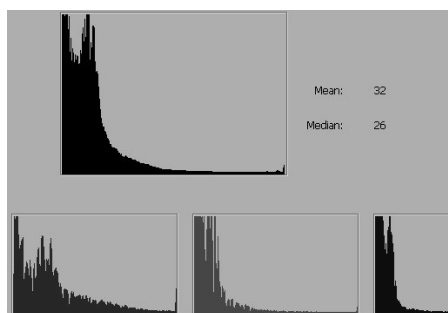
Ми отримали підтвердження, що при різних експозиціях і світлочутливостях матриці лише апаратного опрацювання зображень недостатньо, щоб одержати якісні зображення для більшості цифрових камер (рис. 3).



Результат зйомки D70 (400 ISO)



Результат зйомки D200 (400 ISO)



Результат зйомки D700 (400 ISO)

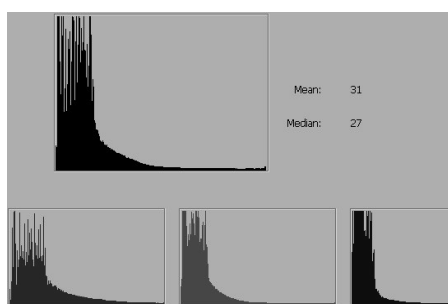


Рис. 3. Динамічний діапазон
у фотоапаратах фірми Nikon

Нижче подано приклади практичної реалізації пост-опрацювання зображень за HDR-технологією (рис. 4).

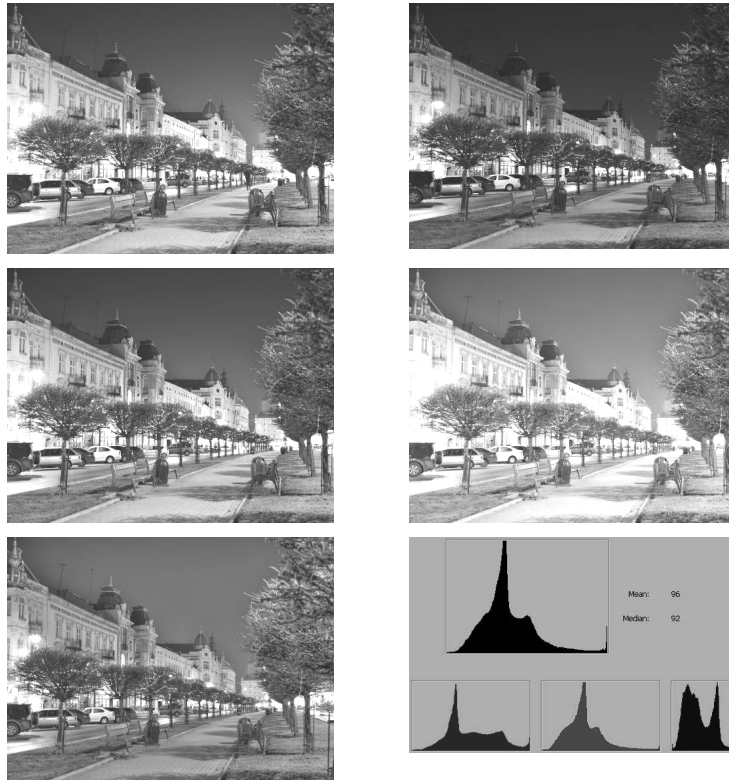


Рис. 4. Результат застосування HDR-технології
(внизу HDR-зображення та його гістограма)

У результаті багатьох експериментів з різними сюжетами фотографій і цифрової фотоапаратури нами запропоновано деякі правила зйомки сюжетів, які передбачають подальше застосування HDR-технології [4, 6]:

1) Використовуйте штатив. Навіть найвитонченіші алгоритми не здатні повною мірою компенсувати переміщення фотоапарата в проміжках часу між зйомками. Якщо камера дозволяє, включайте режим перед підйомом дзеркала і автоматичний брекетинг по експозиції. Замість натиснення на кнопку «спуск» виконуйте зйомку пультом ДУ або таймером.

2) Вибирайте режим «пріоритет діафрагми» або «ручна установка параметрів», щоб керувати глибиною різкості. Якщо камера виставить різні значення для кадрів у серії, об'єднати їх буде проблемно.

3) Відключайте автофокусування з тієї ж причини.

4) Встановлюйте мінімально можливу чутливість. При простій компресії тонального діапазону простий шум перетворюється на надмірно помітні артефакти. Після зйомки проєкспериментуйте з установками погашення шумів. У RAW-конверторі краще встановити максимальне значення для колірної складової.

5) Використовуйте формат RAW. У цьому випадку можна отримати більше деталей, отже, досягнути плавності переходів і уникнути артефактів стиснення з втратами.

6) Зробіть стільки кадрів, скільки потрібно для охоплення всього тонального діапазону зображення. Якимсь сюжетам вистачає три, багатьом — п'ять, але бувають особливо складні випадки, коли слід мати десять або двадцять знімків. Пам'ятайте: чим більше кадрів, тим більше шансів, що між експозиціями об'єкти змістяться, а це може спричинити появу артефактів. Чим більша внутрішня розрядність обробки даних у камері, тим менше кадрів буде потрібно.

7) Не для всіх сюжетів HDR-технологія є виправданою. Якщо об'єкти рухаються, результат швидше за все буде незадовільним. Але якщо ви знімаєте у RAW-форматі, практично будь-який кадр можна обробити за технологією псевдо-HDR.

1. Брайн Петерсон. Как снимать шедевры любой камерой. Сила экспозиции / Брайн Петерсон // «Питер», 2013. — 102 с. 2. Все для Фотошопу [Електронний ресурс]. — Режим доступу: dr.at.ua/load/hdr/statti/foto_zrobleni_za_tekhnologijeju_hdr_shho_ce_take/21-1-0-18. 3. Офіційний сайт компанії Adobe [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://helpx.adobe.com/ua/photoshop/using/high-dynamic-range-images>. 4. Український інформаційний ресурс про ІТ [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://itc.ua/articles/hdr_kultura_teoriya_i_nemnogo_praktiki_49528. 5. Cambridge in Colour [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials/dynamic-range>. 6. iDigitalPhoto [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.idigitalphoto.com/high-dynamic-range-photography-explained>.

ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН И HDR В ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАФИИ

Исследовано технологию улучшения качества цифровых изображений. Рассмотрены особенности показателя динамического диапазона изображения. Проведен анализ процесса создания HDR-фотографии. Осуществлено экспериментальные технологические исследования проверки качества фотографирования цифровых фотоаппаратов. Даны практические рекомендации по применению HDR-технологии.

DYNAMIC RANGE AND HDR IN A DIGITAL PHOTO

The issue of technology of improving the quality of digital images was analyzed. Characteristic of the parameter of dynamic range of the image was considered. The creation of HDR photos was analyzed. Experimental and technological research of testing the quality of taking photos of digital cameras was done. Practical recommendations of the use of HDR technology were made.

Стаття надійшла 17.10.2014