

Основні відомості про налаштування якості зображення

У статті розглядаються питання налаштування якості зображення, отриманого за допомогою сучасних камер.

ВСТУП

На динамічному ринку інтелектуальних пристроїв, що підключаються, з'являються дедалі складніші вироби, які підвищують нашу безпеку, зручність і розширюють можливості дозвілля. Системи відеоспостереження та автомобільні системи безпеки, мобільні пристрої та автономні дрони, інтелектуальне опрацювання зображень і додатки з глибокого навчання — ті додатки, які ставлять перед розробниками складні завдання. Інтелектуальні пристрої нового покоління оснащені штучним інтелектом, який покликаний удосконалити вбудовані рішення з обробки зображень. Ці можливості мають попит у багатьох додатках Інтернету речей (IoT).

ЯКІСТЬ ЗОБРАЖЕННЯ

Якісне зображення обов'язково має бути чітким, яскравим і висококонтрастним. Однак поняття про якість зображення (ЯЗ) містить у собі набагато більше. На якість зображення, яке отримує за допомогою камери, значною мірою впливає кілька факторів. Камера повинна виконати великий обсяг математичних обчислень, щоб прийняти й обробити світловий сигнал від датчика. Цифрові фотоапарати та смартфони справляються з цим завданням при низькому енергоспоживанні за допомогою спеціалізованих процесорів обробки сигналів зображення (*Image Signal Processor, ISP*).

НАЛАШТУВАННЯ КАМЕРИ

Від камери вимагається, щоб вона робила якісні зображення в різних умовах освітлення, зокрема в приміщенні, за яскравого сонячного світла і в темряві. Відеозаписи та зображення можуть

легко втратити кольори, важливі деталі та стати зашумленими за тьмяного світла. Щоб отримати готове зображення, використовується система, що складається з безлічі елементів, які працюють спільно. Якість зображення визначає, наскільки добре система фотокамери працює під час відтворення об'єкта або сцени. Сумарна якість зображення визначається характеристиками датчика, прошивки та об'єктива.

Налаштування найкращої якості зображень і відеороликів, які отримують за допомогою камери як системи, необхідне з урахуванням:

- спотворення лінз, дефектів датчика, шуму, колірної характеристики;
 - варіацій механічних, оптичних і електричних характеристик;
 - параметрів вимірювання, включно з автоматичною експозицією (AE) зі статистикою яскравості та насиченості, автоматичним фокусуванням (AF) зі статистикою контрастності та автоматичним балансом білого (AWB) зі статистикою кольору;
 - суб'єктивного сприйняття користувачів, зумовленого індивідуальними уподобаннями якості зображення.
- Необроблені зображення не цілком точно відображають реальну сце-

ну. На цьому етапі починається робота ISP-процесора, який забезпечує максимально можливу якість відтворення.

ОБРОБКА СИГНАЛУ ЗОБРАЖЕННЯ

У кожній системі камери модуль об'єктива з'єднаний із датчиком зображення та ISP-процесором (рис. 1).

- ISP-процесор обробляє дані у форматі RAW з датчика та забезпечує готове зображення.
- Для найкращої якості зображення параметри ISP-процесора рекомендується налаштовувати послідовно кілька разів з урахуванням різних умов освітлення та сценаріїв.
- Через велику кількість ISP-параметрів, які підлягають оптимізації, процедура налаштування може зайняти від кількох тижнів до місяців.

ПЕРЕТВОРЕННЯ БАЙЄРА ДЛЯ КОЛЬОРОВИХ НАСИЧЕНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Фільтр Байєра, або двовимірний масив кольорових фільтрів (*Color Filter Array, CFA*), працює як дисплей, накладаючи фотодіоди матриць. Ці датчики призначені для відтворення червоного, зеленого та синього кольорів у кожному світлочутливому елементі.

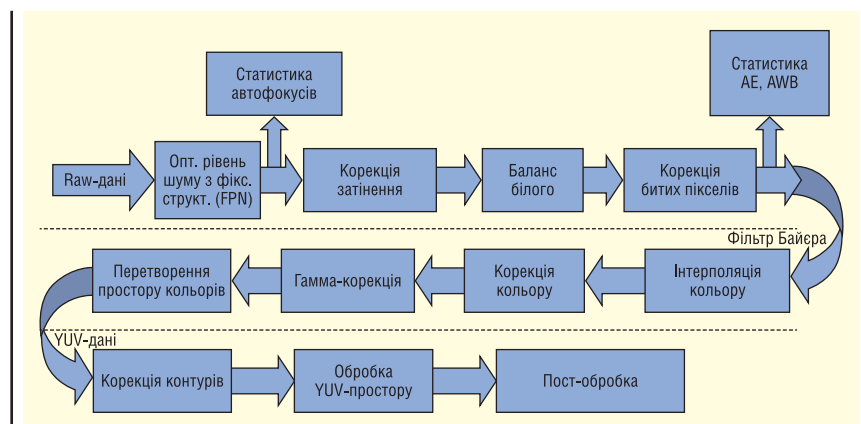


Рис. 1. Типовий ISP-конвеєр для цифрової камери

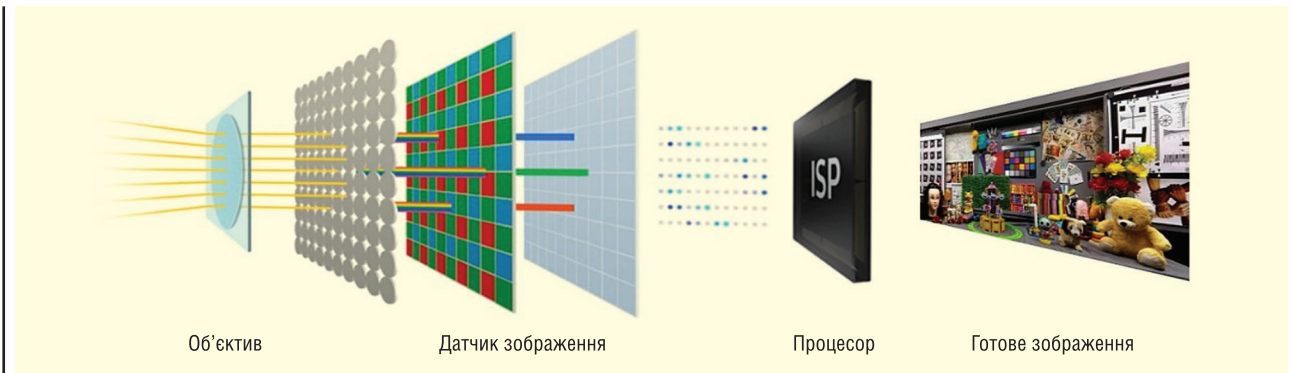


Рис. 2. Перетворення світлової інформації на зображення, оброблене ISP-процесором

Через синій фільтр проходять тільки сині фотони, а через червоний і зелений фільтри — тільки червоні та зелені.

Значення світлочутливих елементів об'єднуються для створення повноколірних пікселів за допомогою алгоритму демозаїзації, а потім обробляються конвеєрним ISP-методом для отримання високоякісного зображення (рис. 2).

У результаті за допомогою датчика зображення світло, що пройшло через оптичну лінзу, перетворюється в електронний вигляд. Ця інформація надсилається ISP-процесору, який її реконструює у вигляді зображення. ISP-процесор підвищує якість зображення, навіть якщо освітлення не є оптимальним для фотографування.

АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ ЗОБРАЖЕНЬ

Алгоритми формування зображень є спеціалізованим набором процедур, розроблених для різних сценаріїв використання з метою покращення якості зображень у режимі реального часу. До них належать:

- алгоритми ЗА (AWB, AF, AE);
- підвищення якості зображення при слабкому освітленні;
- алгоритми розширеного динамічного діапазону (HDR);
- програмний конвеєр зображень;
- алгоритми стереовізуалізації;
- програмний конвеєр матричної камери для ефекту боке та перефокусування;
- генерація розподілу глибини для датчиків часопротітної камери;
- видалення просторового і часового шуму;
- багатокadroва і покadroва надвисока роздільна здатність;
- електронна стабілізація зображення (EIS).

Набір алгоритмів ЗА (автоекспозиція, автоматичний баланс і автофокус) контролює експозицію камери, баланс білого (рис. 3) і фокусування.

Підвищення якості зображення при слабкому освітленні (рис. 4):

- автоматичне покращення кольору;
- незалежна від датчика реалізація;
- підтримка форматів Bayer і YUV;
- 2D-шумопридушення без втрати чіткості.

Зображення/відео з розширеним динамічним діапазоном (HDR) (рис. 5) — усунення проблем з динамічним діапазоном, типових для недорогих камер. Ця функція покращує візуалізацію, забезпечуючи більш реалістичне зображення або відео. Особливості її застосування:

- алгоритми поєднання зображень та усунення подвоєння;
- легко використовується в спеціалізованих апаратних рішеннях із до-

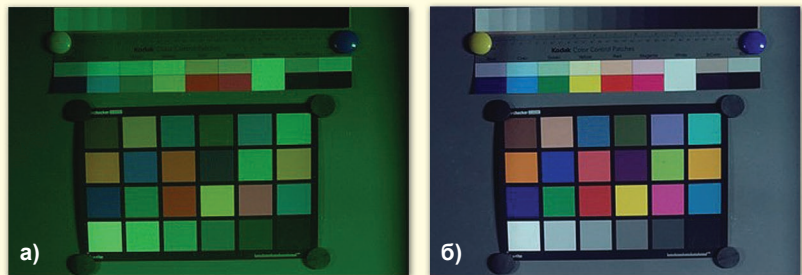


Рис. 3. Приклад неналаштованого (а) та налаштованого (б) автоматичного балансу білого (AWB)

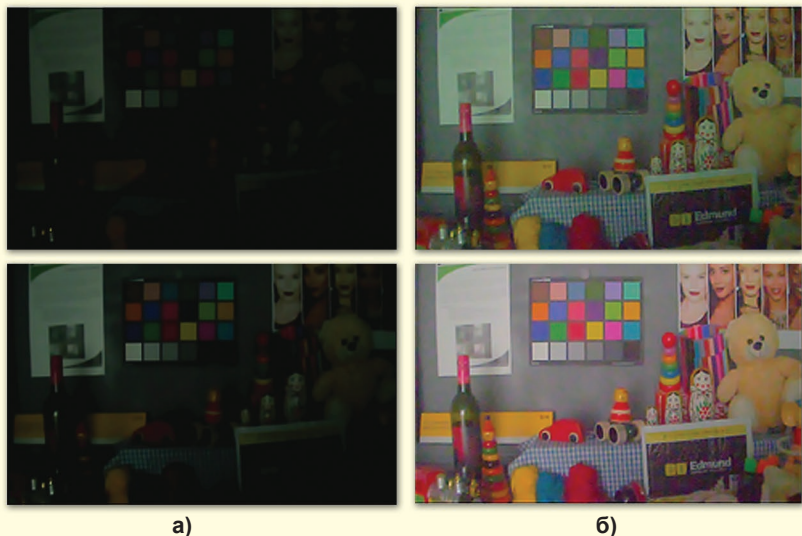


Рис. 4. Оброблене зображення: без функції покращення при слабкому освітленні (2 лк) (а); з використанням функції при слабкому освітленні (5 лк) (б)

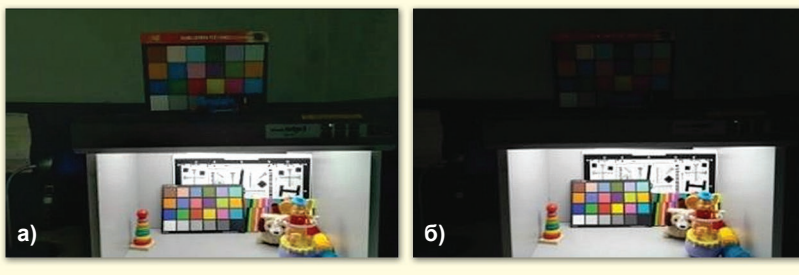


Рис. 5. Діапазон зміни яскравості зображення під час використання функції розширення динамічного діапазону (HDR): HDR увімкнено (а); HDR вимкнено (б)

ступом до драйвера камери та на апаратному (HAL) рівні.

- ефективні методи злиття багатоекспозиційних зображень зі збереженням найкращої інформації кожного з них.

НАЛАШТУВАННЯ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ КАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Здатність камери знімати зображення автомобіля, що рухається на дуже високій швидкості в денному або нічному режимі з різною частотою кадрів безпосередньо впливає на якість візуалізації. Щоб отримати зображення найкращої якості, кожен блок ISP-процесора необхідно налаштувати так, щоб камери генерували прийнятні зображення або відео за будь-яких умов освітлення.

Відповідно до ключових вимог у випадку, що розглядається, необхідно:

- зробити високоякісні зображення в денному режимі за різних умов

освітлення в діапазоні від яскравого сонця до похмурого неба;

- зробити високоякісні зображення в нічних умовах, коли об'єкт освітлюється вбудованими інфрачервоними світлодіодними світильниками;
- забезпечити частоту кадрів вище 25 кадр/с за повної роздільної здатності сенсора 5 Мп.

Необхідно здійснити покрокове налаштування кожного ISP-блока, щоб уникнути непотрібних ітерацій: у тих випадках, коли один із блоків процесора не відкалібрований або не налаштований правильно, якість зображення страждає під час опрацювання в наступних блоках. Налаштування виконується таким чином шляхом аналізу апаратних можливостей і обмежень на основі специфікацій:

- налаштування алгоритмів 3A;
- об'єктивне налаштування якості зображення;
- суб'єктивна оцінка;
- оцінка якості зображення та порівняльний аналіз.

Налаштування ЯЗ необхідно виконати для кожного з ISP-блоків, показаних на рисунках 6–7 для денного і нічного режимів.

ОБ'ЄКТИВНІ ВИМІРЮВАННЯ

У процес налаштування входить розрахунок параметрів камери (наприклад, темновий струм, колірний RGB-простір датчика, модель шуму, еталонні значення AWB, модель створення тощо) під час отримання початкових налаштувань для модулів ISP і 3A. Ці параметри камери розраховуються на основі зображень стандартних тестових таблиць, складених за певних і контрольованих умов освітлення.

Для захоплення цих зображень зазвичай потрібна лабораторна установка з однорідним джерелом світла, тестовими таблицями та вимірвальним обладнанням, наприклад, з люксметром і хроматометром. Кількість зображень для захоплення зазвичай залежить від конфігурації динамічних областей кожного з ISP-блоків, створених на основі рівнів освітленості, часу експозиції, посилення датчика або колірної температури.

СУБ'ЄКТИВНА ОЦІНКА

До моменту завершення початкового налаштування більшість об'єктивних вимог до якості зображення зазвичай виконано, але проводиться суб'єктивна оцінка ЯЗ для точного налаштування з метою забезпечення бажаних резуль-



Рис. 6. Налаштування для денного режиму



Рис. 7. Налаштування для нічного режиму

татів. Тонке налаштування складається з таких етапів:

- захоплення й аналіз реальних сцен для виявлення проблем із якістю;
- зміна параметрів ISP і 3A для виправлення проблем з якістю і врахування переваг або додавання даних калібрування для обробки сцен певного типу.

Цей процес виконується в кілька ітерацій, щоб виявити всі недоліки і переконатися у відсутності нових артефактів, а також у тому, що дотримано переваг за рівнем якості зображення. У процесі цього налаштування вимірюється якість зображення, щоб визначити ступінь оптимізації параметрів ISP-процесора. Тестування проводиться у два етапи.

ОБ'ЄКТИВНЕ ТЕСТУВАННЯ ЯЗ

Після початкового налаштування виконується об'єктивне тестування ЯЗ, і вимірюються ключові показники ефективності із залученням зображень зі стандартних випробувальних таблиць, наприклад X-gate MCC, ISO, eSFR тощо, отриманих у різних умовах освітлення шляхом симуляції в лабораторії, в

діапазоні 2000–7500 К за освітленості 1–10000 лк. Сценарії тестування і критерії проходження/непроходження тестів узгоджені з передбачуваним сценарієм експлуатації камери.

СУБ'ЄКТИВНЕ ТЕСТУВАННЯ ЯЗ

Зазвичай використовуються різні сценарії: у приміщенні, на вулиці в різний час дня, пейзажне знімання, сцени з широким динамічним діапазоном, зі слабким освітленням, у змішаних умовах освітлення тощо. Отримані зображення можна використовувати в додатках машинного зору для автоматичного визначення номерного знака, типу і кольору транспортного засобу.

Аналізуються та коригуються такі параметри:

- природна насиченість кольору;
- рівень шуму та елементи текстури (згладжування, муар, артефакти різкості, якість тексту в документах тощо);
- вибір автоматичного балансу білого (різний час дня, сутінки та ніч);
- яскравість (AE) і тональний діапазон;
- чіткість візуалізації та роздільна здатність зображень номерних знаків.

ОЦІНЮВАЛЬНИЙ ТЕСТ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ

Цей процес передбачає порівняння цієї оцінки якості зображення налаштованого пристрою під час тестування з іншими стандартними споживчими пристроями. Тестування якості зображення за об'єктивними та суб'єктивними критеріями допомагає покращити та зробити якість зображення пристрою, що тестується, порівнянню зі стандартними споживчими виробами.

ВИСНОВКИ

Налаштування конвеєра зображення — складне завдання для конкретної системи камер. Багато артефактів погіршують якість зображення. Щоб їх усунути та забезпечити високоякісні цифрові зображення, камеру слід оснастити засобами обробки сигналу зображення. При цьому необхідно обов'язково розуміти призначення кожного ISP-блока і можливості оптимізації на всіх етапах конвеєрного оброблення даних у кожному конкретному випадку.

CN



RADIODETAILI

ВЕЛИКИЙ ВИБІР РАДІОДЕТАЛЕЙ!

Інтернет-магазин вул. Івана Світличного, 4
(044) 392 22 71 (067) 462 22 71

«Радіоринок», Караваєві Дачі, вул. Ушинського, 4

Павільйон 9В
(044) 242 20 79
(067) 445 77 72

Павільйон 9В+
(068) 599 56 99

Павільйон 17Б
(063) 105 90 01
(096) 303 90 01

RADIODETAILI.COM.UA