

彩色相機工作原理

電荷耦合器件（CCD）原理簡單。我們可以把它想象成一個沒有蓋子的記憶芯片。撞擊記憶單元的光子在這些單元中產生電子（光電效應），因此光子的數目與電子的數目互成比例。然而光子的波長並沒有被轉換為電子。因此CCD芯片都可以被稱為色盲。

下面我們將介紹彩色相機是如何在CCD芯片無法分辨顏色的情況下工作的。

請注意：

現場工程師有責任根據實際情況正確配置FireWire相機。

目錄

原理

从單色相機开始	2
3CCD彩色相機	3
单CCD彩色相機	4

用于成像與測量的單CCD相機

成像	5
測量	6

色彩插值（用于成像）

概述	7
複制臨近像素法（最近像素的复制）	8
臨近像素均值法（双线性插值）	9

色彩还原（用于测量）

概述	10
對经过插值处理的圖像進行還原處理	11
對數字原始圖像進行還原處理	12



歐洲總部
The Imaging Source Europe GmbH
Sommerstrasse 36, D-28215 Bremen,
Germany
support@eu.theimaging-source.com
電話：+49 421 33591-0

美國分公司
The Imaging Source, LLC
7257 Pineville-Matthews Road, Charlotte, NC
28226 USA
support@us.theimaging-source.com
電話：+1 704-370-0110 USA
免費電話：+1 877-462-4772 USA

亞太分公司
德商映美精有限公司
台北市內湖區洲子街58號6樓
郵編：114
台灣

本文中的所有產品和公司之名稱都有可能其所有者的已公證過的商標和商業名稱。

映美精歐洲股份有限公司不能也不為本文中的任何信息承擔任何責任和義務。在本文中出現的源代碼只用于教育指導目的。映美精不對任何由于使用本文或其中源代碼所產生的任何後果承擔責任。

映美精公司保留未經提前通知而隨時修改規格、功能及設計的權利。

最近更新：2006年7月
Copyright © 2005 The Imaging Source Europe GmbH
保留所有版權。再版及部分再版需獲得映美精歐洲有限公司之許可。

所有的重量和尺寸均為近似值。

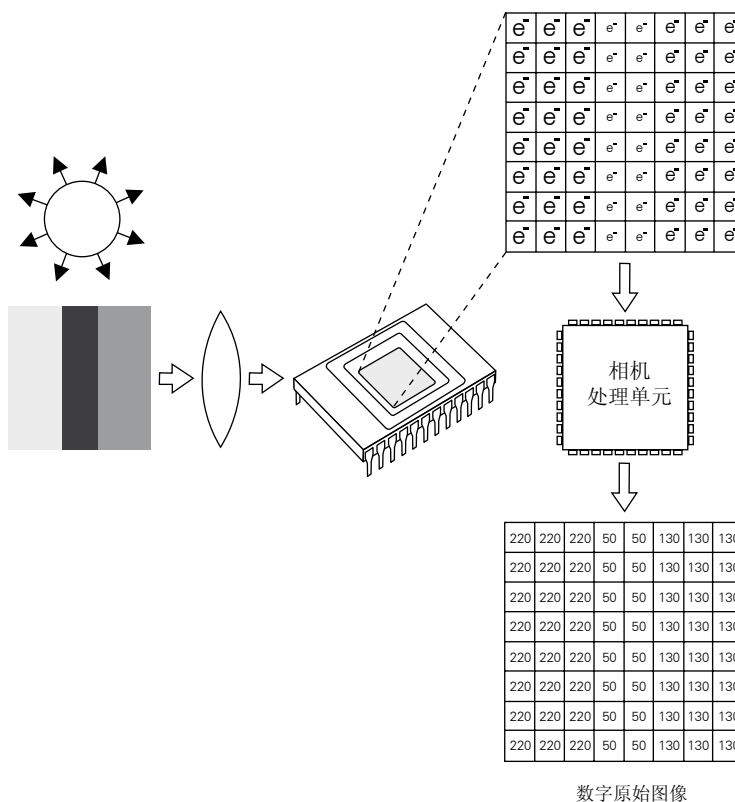
原理

從單色相機開始

CCD原理並不複雜。我們可以把它想象成一個頂部被打開的記憶芯片。因此光束可以射到記憶單元中。根據“光電效應”，這些光束在記憶單元中產生負電荷（右圖中右上部分）。

曝光後，這些電荷被讀出，進而被相機處理單元進行預處理。從相機處理單元輸出的就是一幅數字圖像。

如果相機要求以模擬格式輸出視頻，我們就必須對該數字原始圖像進行相應轉換。然而這個問題與本文所討論的“彩色相機如何工作”並無關聯。我們只需考慮數字格式的原始圖像。

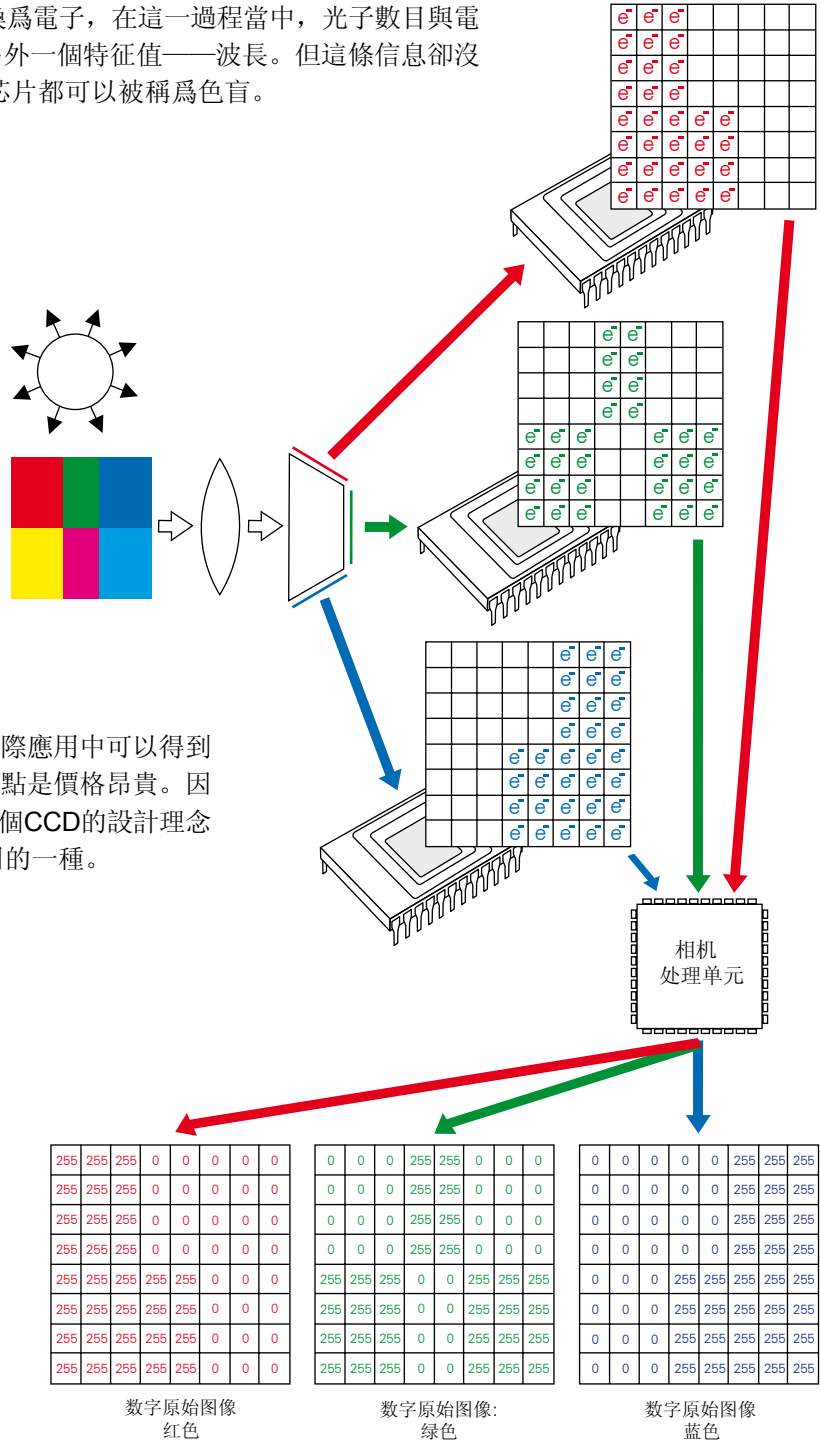


原理

3CCD彩色相機

你可以說CCD芯片將光子轉換為電子，在這一過程當中，光子數目與電子數目互成比例。光子還有另外一個特征值——波長。但這條信息卻沒有被轉換為電子。因此CCD芯片都可以被稱為色盲。

如果相機內的圖像處理單元被要求在每個像素上都輸出紅、綠和藍三種顏色的值，我們必須給這三種基色中的每種顏色都配置一個CCD。每個CCD都只得到過濾後的光子：一個CCD用于紅光，一個用于綠光，一個用于藍光。我們用三稜鏡將這三種顏色分離開來。

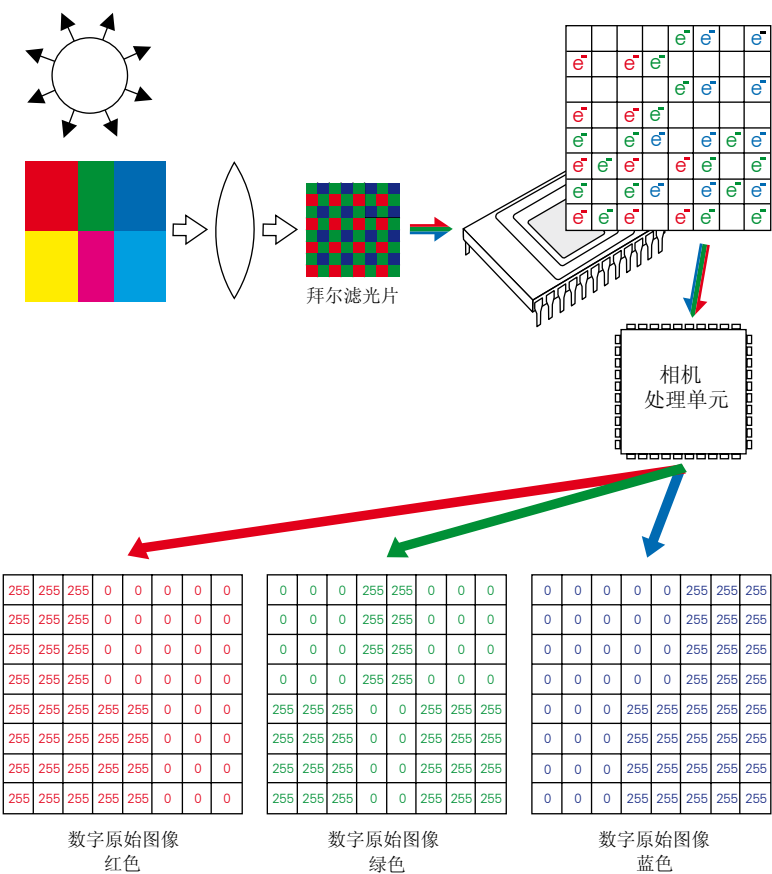


原理

單CCD彩色相機

如果出于價格因素考慮，只能使用一個CCD芯片，那麼我們就得把彩色濾光片象馬賽克一樣分布在CCD所有的像素上。這一概念也被稱為馬賽克濾光片或拜爾濾光片（最初由拜爾先生發明）。

這樣一來，每個像素只能產生紅、綠或藍三色當中一種顏色的值。但是在輸出時，所有像素都應該有這三種顏色的信息。我們應該如何找回這些丟失的值呢？



答案是由相機處理單元執行的空間色彩插值法。以右圖中左下角的紅色像素為例，我們需要的是丟失的綠色與藍色的值。而插值法通過分析與這個紅色像素相鄰的像素可以估算出這兩個值。在本例中，我們發現綠色像素含有大量電荷，但藍色像素電荷數為零。因此我們這個紅色像素實際上是黃色的。您可以在色彩插值一節查閱到詳細的相關信息。

如果對3CCD相機生成的3幅數字原始圖像與單CCD相機生成的3幅數字始圖像進行比較，我們會發現它們看起來完全相同。但這僅僅對我們這個簡化的例子是成立的。在實際應用中，即使最好的彩色空間插值法也會產生低通效應。因此，單CCD相機生成的圖像要比3CCD相機或黑白相機的圖像模糊，而且對很薄或光纖類型的圖像結構尤其明顯。

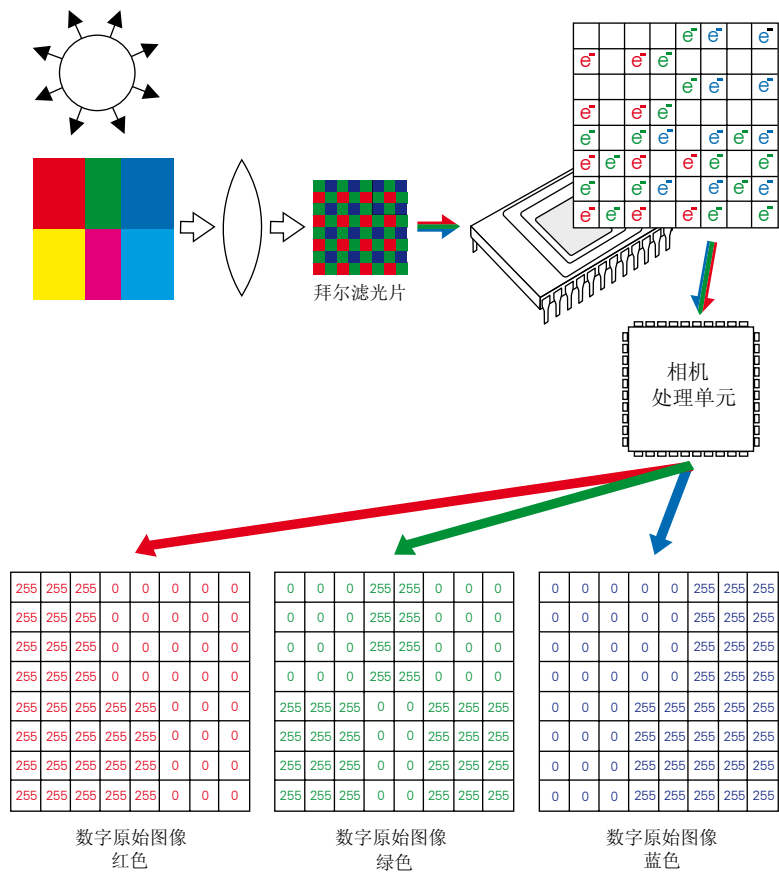
用于成像与测量的单CCD相机

成像

在原理一節中，我們已經了解了用于成像的單CCD彩色相機的工作原理。馬賽克濾光片（亦被稱作拜爾濾光片）使得每個像素只能顯示紅、綠或藍當中的一種顏色。

但由于我們希望相機能在每個像素都輸出紅、綠和藍這三種顏色，相機的處理單元需要插入缺失色彩的值。在色彩插值一節您可以了解更多詳細內容。

這一方法的顯著優點在于它能節省成本。此外，今天的單CCD相機的質量也驚人的好。因此，絕大多數彩色相機都采用此項技術。



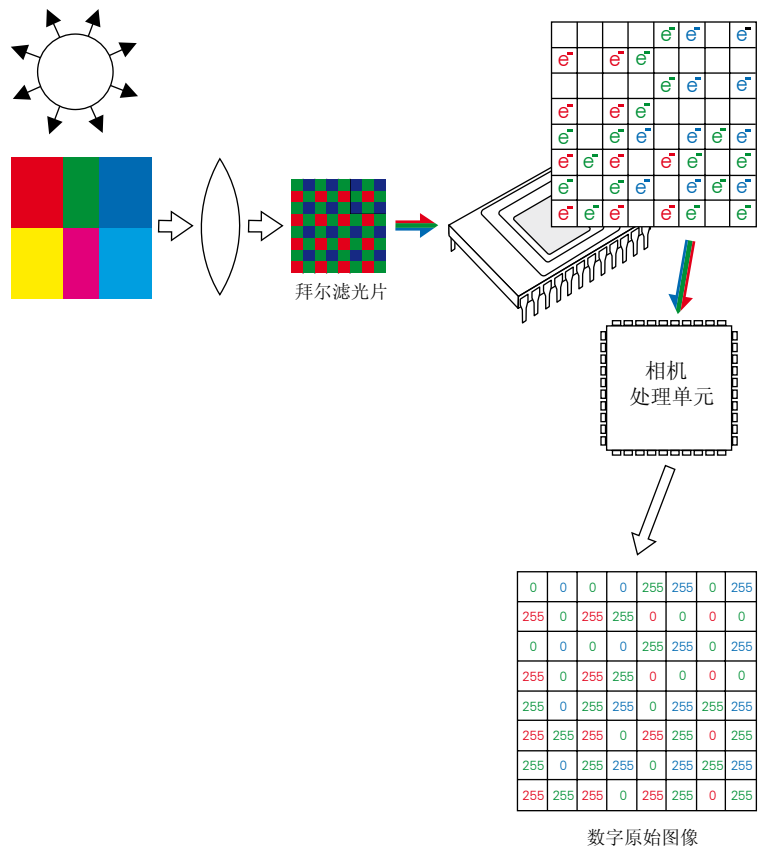
用于成像與測量的單CCD相機

測量

在以測量為目的圖像應用領域，色彩插值法有重大的缺點：

- 每個像素都具有紅、綠和藍的色彩值，但這三個值中只有一個真正來自CCD。其它兩個值都由插值法計算而得，因此都是估計的。
- 這些估計值幹擾測量過程本身，而且它們對於總線及計算機而言都會增加不必要的負載。

在圖像測量應用領域，我們認為將色彩插值關閉並把從CCD獲得的電荷直接轉換為數字原始圖像更為有利。



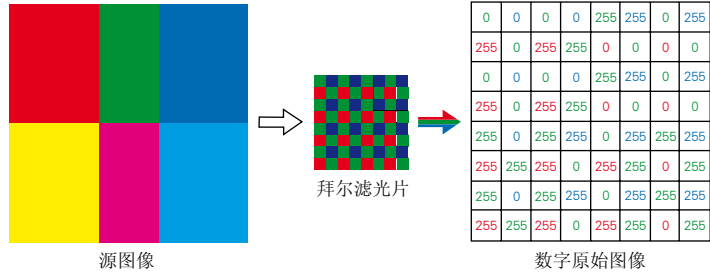
注意：現在大多數彩色圖像處理軟件都默認每個像素都有紅色、綠色和藍色值。處理數字原始圖像對於我們當中的大多數而言都還比較陌生。因此，我們在色彩插值一節中更詳細地介紹處理數字原始圖像的基本原理。

色彩插值（用于成像）

概述

在原理一節中，我們通過一個例子介紹了色彩插值的原理。爲了讓該例簡單明了，三幅生成的圖像（數字原始圖像的三色被分離後的圖像）都是非常理想化的。

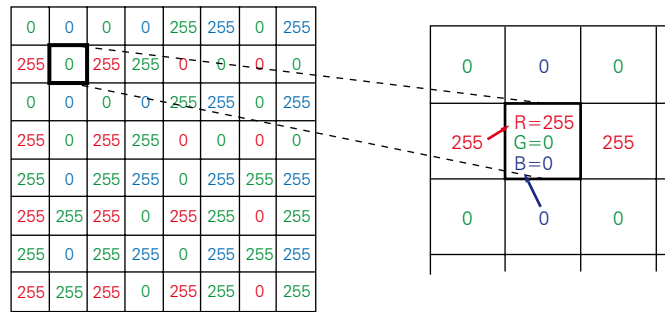
下面我們將詳細介紹兩種簡單的插值處理。一開始我們將使用在用于成像與測量的單CCD相機（測量）一節中介紹過的數字原始圖像。爲了簡單起見，該數字原始圖像、它的源圖及拜爾濾光片都被列于右圖。



色彩插值（用于成像）

複製臨近像素法（最近像素的複製）

填補缺失的色彩值的最簡單方法就是從臨近像素中獲取色彩值。讓我們以第二行第一個綠色像素（來自拜爾濾光片）為例（如右圖中被加粗黑框之像素所示）。



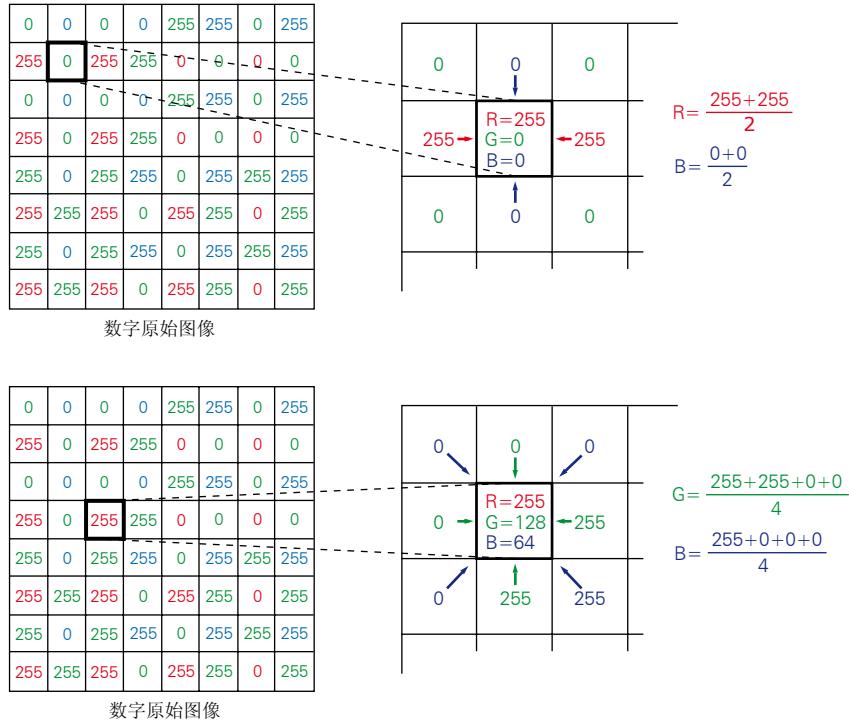
数字原始图像

在源圖像中該點實際是紅色的（見概述），但經拜爾濾光片綠色像素過濾後色彩值變為零。我們只需要把臨近紅藍像素中的紅色與藍色值（見右圖）複製到該像素中，就能獲得其RGB值（255, 0, 0）。

就右圖所示例子而言，插值法產生了正確的RGB值。但在實際應用當中，對於靜止圖像，這種簡單的插值法所生成的結果是不可接受的。但由於它並不耗費多少時間，我們可以將其用於對質量標準要求不高的視頻數據流中（例如視頻預覽）。

色彩插值（用于成像）

臨近像素均值法（雙線性插值）



我們可以對“複製插值法”作出的第一個改進就是使用若干臨近像素的均值。如圖所示，這種方法同樣可以得到正確的RGB值（255，0，0）。

但第二個例子指出了均值法的一個重大缺陷：均值法有低通特性，並由此將清晰的邊界鈍化。RGB值本應是（255，0，0），但實際上變成了（255，128，64），因此該點變成了棕橙色。

今天相機中所使用的插值法的性能要大大高于前面介紹的這兩種基本方法。[A Study of Spatial Color Interpolation Algorithms for Single-Detector Digital Cameras](#)一文 對這些算法做了很好的介紹和比較。

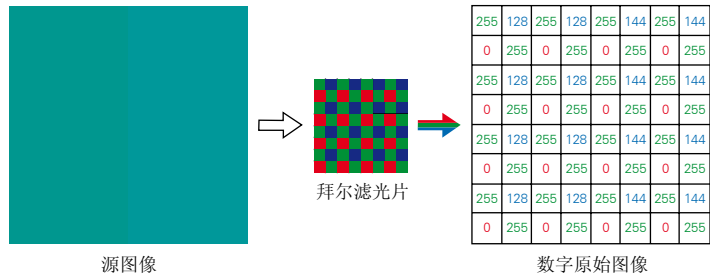
我們不可能選擇或改變一個普通彩色相機的插值法。映美精提供一系列不帶插值處理功能的彩色相機，如DBK 21F04, DBK 21AF04, DBK 21BF04, DBK 31AF03, DBK 31BF03, DBK 41AF02及DBK 41BF02。它們尤其適于對色彩進行進一步的還原處理。

色彩還原（用于測量）

概述

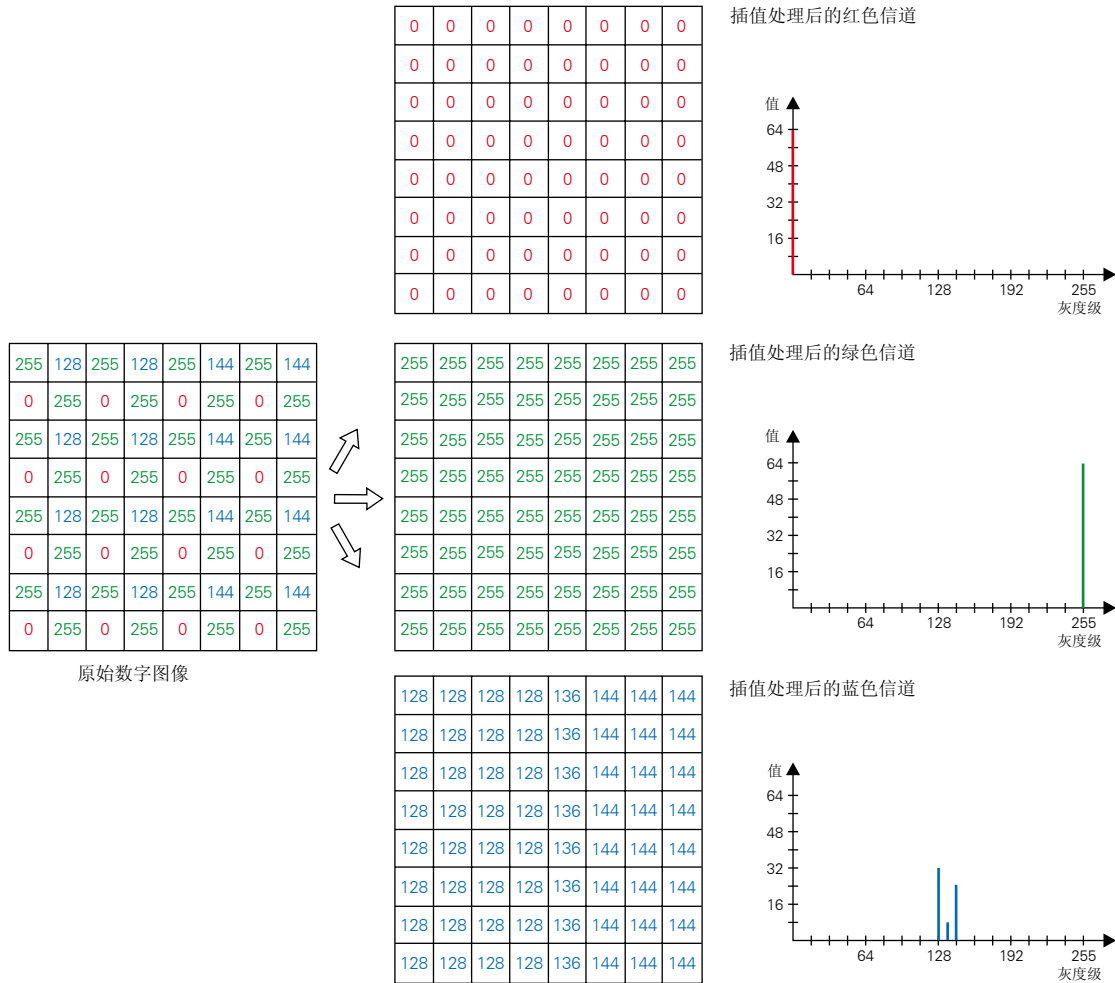
在用于成像与测量的單CCD相機一節中，我們了解到經過插值處理的圖像並不適用於以測量為目的的實際應用。其原因可以通過右圖中的例子予以解釋。

源圖像由色彩及其相近的兩個區域組成。左半邊像素的RGB值為（0，255，128），右半邊的像素值為（0，255，144）。



色彩還原（用于測量）

對經過插值處理的圖像進行還原處理



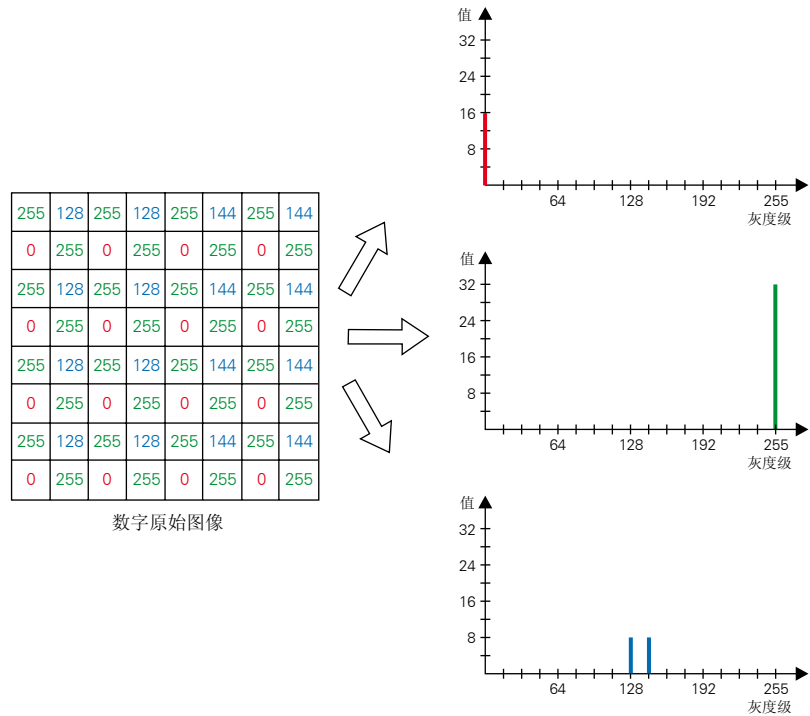
上圖顯示了我們對源圖像進行插值處理後的結果。為了簡化運算，我們使用在色彩插值一節中介紹過的均值插值法（雙線性插值法）。結果得到紅、綠、藍三色的三幅圖像。

柱狀圖是一種區分圖像區域的經典方法。如右圖所示，紅色圖只有64個灰度級為0的值，而綠色圖中只有64個灰度級為255的值。因此，這兩幅圖對於區分不同區域起不到任何作用。

只有藍色柱狀圖顯示出一個介于32個128值與24個144值之間的“谷”。8個灰度級為136的值就是色彩插值低通效應的結果。這一效應使得原本清晰的邊界變得模糊。

色彩還原（用于測量）

對數字原始圖像進行還原處理



直接對數字原始圖像進行柱狀圖分析有如下兩點優勢：

- 可以省去占總量三分之二的冗余信息。
- 由于沒有使用插值處理，諸如邊界模糊之類的幹擾得以避免。

三幅柱狀圖再次表明紅色和綠色圖對於我們的分析沒有意義。藍色柱狀圖則再次準確的反映了源圖像的關係。

也許會有人反對說，均值插值法（雙線性插值法）今天已不再被應用，因為人們已經開始使用比它高效得多的算法。但效率應與成像質量優化問題聯系在一起考慮，而且其中起評判標準的作用的是人類的視覺系統。所以如果從測量應用的角度出發，高效的插值法會在圖像還原時導致不同類型的幹擾。