

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Neural Network Lab.

Chapter 6
Color Image Processing

授課老師：詹寶珠 教授
助教：黃詒琳

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主軸。歷經數年下來，發表了許多期刊及會議論文，所研究之類神經網路之改進及其於醫學影像處理及分析。近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像互動診斷應用之研究。因此，多媒體資料傳輸及儲存、醫學影像傳輸及其即時診斷系統為本實驗室目前研究之一。目前整合在此目標之下，實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、醫療影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

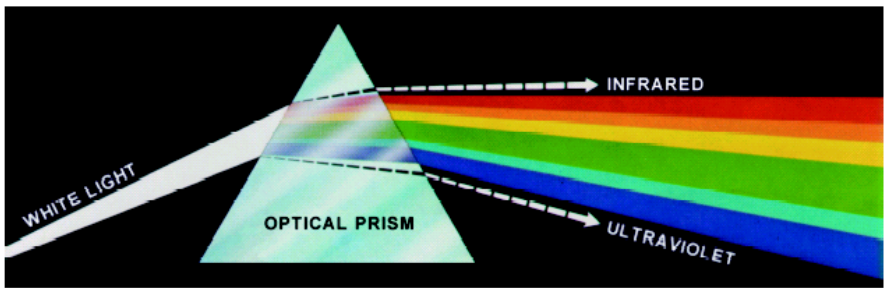
© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

TEL: 06-27535000 EXT 783

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主軸。歷經數年下來，發表了許多期刊及會議論文，所研究之類神經網路之改進及其於醫學影像處理及分析。近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像互動診斷應用之研究。因此，多媒體資料傳輸及儲存、醫學影像傳輸及其即時診斷系統為本實驗室目前研究之一。目前整合在此目標之下，實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、醫療影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。



WHITE LIGHT
OPTICAL PRISM
INFRARED
ULTRAVIOLET

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

FIGURE 6.1 Color spectrum seen by passing white light through a prism. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及診斷為主，因此實驗室目前以類神經網路、圖訊處理、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

FIGURE 6.2 Wavelengths comprising the visible range of the electromagnetic spectrum. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及診斷為主，因此實驗室目前以類神經網路、圖訊處理、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

FIGURE 6.3 Absorption of light by the red, green, and blue cones in the human eye as a function of wavelength.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.4 Primary and secondary colors of light and pigments. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Hue : wave length, 亦為 color
Saturation : relative purity , the amount of white light mixed with a hue
 Light 加愈多, 則 Saturation 愈小
Saturation + Hue → Chromaticity

trichromatic coefficients:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

前整合在此 $x + y + z = 1$.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

FIGURE 6.5 Chromaticity diagram. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

CIE chromaticity diagram, which shows color composition as a function of x (red) and y (green)

兩點連成直線上的顏色為此兩點所可能組成的顏色。

任三角形圍成之區域中的點，為三點所可能組成的顏色。→由圖可知RGB無法組成所有的顏色。

Saturation=0, 當RGB等比例

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

為目前high-quality color printing device的範圍 (color gamut)

FIGURE 6.6 Typical color gamut of color monitors (triangle) and color printing devices (irregular region).

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

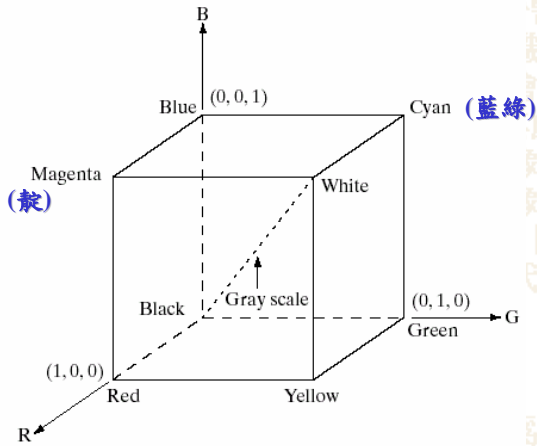
Neural Network Lab.

類神經網路之改良及其應用於醫療影像之目前以精神網路、圖識處理及識別方法模式之改進及其於本實驗室延伸其研究於醫療影像之體資料 傳輸及儲存、醫學影像為本實驗室之重點研究之一。目前下列相關研究課題：新一代傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、視訊影像分析在看護應用的研究並以其應用之需求為出發後能達到完整系統規劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.7
Schematic of the RGB color cube. Points along the main diagonal have gray values, from black at the origin to white at point (1, 1, 1).



本學別議醫互傳前評準用發目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Chapter 6
Color Image Processing

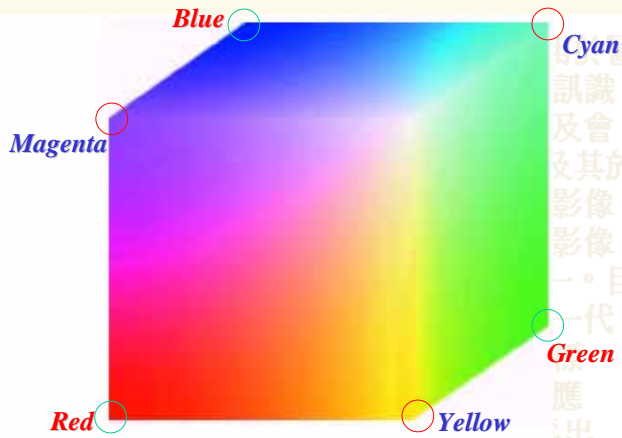


FIGURE 6.8 RGB 24-bit color cube.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Pure red (RGB) 為 $\underline{FF} \underline{00} \underline{00}$
 $\underline{R} \underline{G} \underline{B}$

FFFFF

black white

FIGURE 6.10
 (a) The 216 safe RGB colors.
 (b) All the grays in the 256-color RGB system (grays that are part of the safe color group are shown underlined).

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.11 The RGB safe-color cube.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

The CMY and CMYK Color Models

the secondary colors of light

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主要研究目標。本實驗室之研究領域包括：類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究之主要方向。本實驗室之研究論文，所研究之主題包括：醫學影像處理及分析、互動診斷應用之研究、影像傳輸及其即時診斷之研究。目前整合在此目標之研究項目包括：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結構式電子病歷、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發點，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

The HSI Color Models

HIS : 較合natural and intuitive to human
RGB : for color generation, but not for color description

Black, White, 加上任一 boundary 點 (如 Cyan) 所成之平面上的各點有相同的 Hue

決定第三點而形成不同平面 → 有不同的 Hue

FIGURE 6.12 Conceptual relationships between the RGB and HSI color models.

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

其應用於醫
各、圖訊識
多期刊及會
改進及其於
令醫療影像
、醫學影像
究之一。目
直：新一代
及儲存標
看護應
需求為出
見劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

用、Augmented (a) ality。實驗室的研究業以具 (b) 用之需求為出
發，開發。見劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Converting colors from RGB to HSI

with $H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases}$

$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$

$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$

$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Converting colors from HSI to RGB

$B = I(1 - S)$

$G = 1 - (R + B)$

$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27510000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

GB sector ($120^\circ \leq H < 240^\circ$): If the given value of H is in this sector, we first subtract 120° from it:

$$H = H - 120^\circ.$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$B = 1 - (R + G).$$

BR sector ($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$): Finally, if H is in this range, we subtract 240° from it:

$$H = H - 240^\circ.$$

$$G = I(1 - S)$$

$$B = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$R = 1 - (G + B).$$

Neural Network Lab.

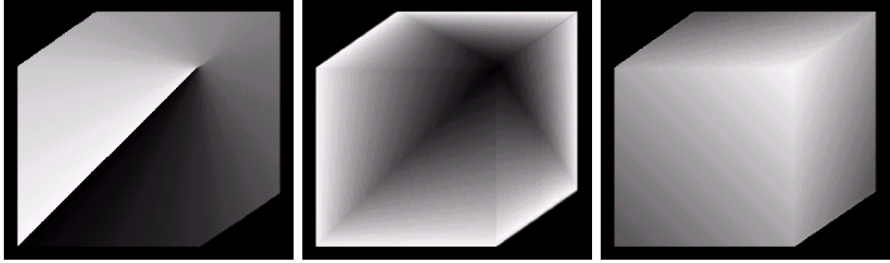
© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27510000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，因此實驗室早期以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主，近年來，發表了許多期刊及會議論文，所研究之主題包括：類神經網路之改進及其於醫學影像處理及分析之應用、類神經網路於醫療影像互動診斷應用之研究。因此，本實驗室資料傳輸及儲存、醫學影像傳輸、靜態影像編碼標準、多媒體影像傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結核病診斷系統、醫療影像分析在看護應用、Augmented Reality、醫療影像分析在看護應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃作為目標。



a b c

FIGURE 6.15 HSI components of the image in Fig. 6.8. (a) Hue, (b) saturation, and (c) intensity images.

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27510000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創刊醫學影像處理及別、影像處理議論文，所有醫學影像處理互動診斷應用傳輸及其即時前整合在此靜態影像編碼準、遠距會診用、Augmented Reality 開發其內目標。

其應用於醫客、圖訊識多期刊及會改進及其於醫療影像、醫學影像研究之一。目標：新一代及儲存標E看護應需求為出現劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27510000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創刊醫學影像處理及別、影像處理議論文，所有醫學影像處理互動診斷應用傳輸及其即時前整合在此靜態影像編碼準、遠距會診用、Augmented Reality 開發其內目標。

其應用於醫客、圖訊識多期刊及會改進及其於醫療影像、醫學影像研究之一。目標：新一代及儲存標E看護應需求為出現劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

其應用於醫各、圖訊識、期刊及會、改進及其於、醫療影像、醫學影像研究之一。目直：新一代及儲存標、看護應需求為出

用顏色表intensity

FIGURE 6.18 Geometric interpretation of the intensity-slicing technique.

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫

FIGURE 6.19 An alternative representation of the intensity-slicing technique.

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27100000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

言辭至歷史

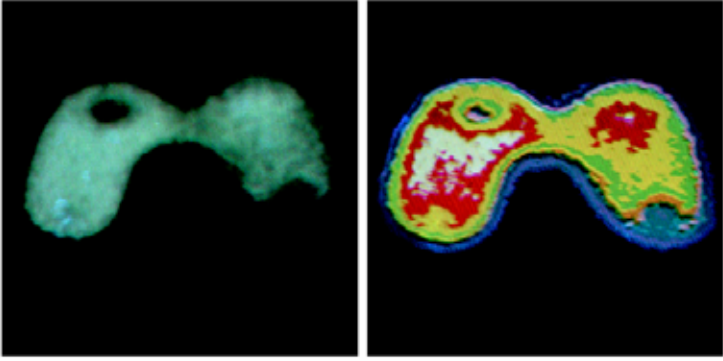


FIGURE 6.20 (a) Monochrome image of the Picker Thyroid Phantom. (b) Result of density slicing into eight colors. (Courtesy of Dr. J. L. Blankenship, Instrumentation and Controls Division, Oak Ridge National Laboratory.)

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

本實驗室創始於醫學影像處理及分別、影像處理為議論文，所研究醫學影像處理及互動診斷應用之傳輸及其即時診前整合在此目標靜態影像編碼標準、遠距會診系統、Augmented Reality、開發其內部目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27100000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

言辭至歷史



FIGURE 6.21 (a) Monochrome X-ray image of a weld. (b) Result of color coding. (Original image courtesy of X-TEK Systems, Ltd.)

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

本實驗室創始於醫學影像處理及分別、影像處理為議論文，所研究醫學影像處理及互動診斷應用之傳輸及其即時診前整合在此目標靜態影像編碼標準、遠距會診系統、Augmented Reality、開發其內部目標。

其應用於醫學、圖訊識多期刊及會議改進及其於醫療影像、醫學影像研究之一。目標：新一代及儲存標在看護應需求為出現劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.22 (a) Gray-scale image in which intensity (in the lighter horizontal band shown) corresponds to average monthly rainfall. (b) Colors assigned to intensity values. (c) Color-coded image. (d) Zoom of the South America region. (Courtesy of NASA.)

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.23 Functional block diagram for pseudocolor image processing. f_R , f_G , and f_B are fed into the corresponding red, green, and blue inputs of an RGB color monitor.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27510000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創始於一、醫學影像處理及分析、別、影像處理為研、議論文，所研究之、醫學影像處理及分、互動診斷應用之研、傳輸及其即時診斷、前 整合在此目標之、靜態影像編碼標準、遠距會診系統、用、Augmented R、發，開發其內部核、目標。



其應用於醫、器、圖訊識、多期刊及會、改進及其於、類神經網路暨醫學影像處理實驗室

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

研究課題：新一代、傳輸及儲存標、分析在看護應、用之需求為出、系統規劃實作為

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

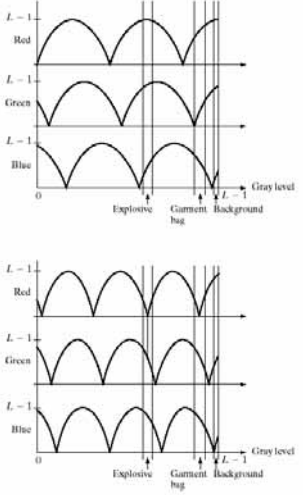
FIGURE 6.24 Pseudocolor enhancement by using the gray-level to color transformations, in Fig. 6.25. (Original image courtesy of Dr. Mike Hurwitz, Westinghouse.)

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27510000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

本實驗室創始於一、醫學影像處理及分析、別、影像處理為研、議論文，所研究之、醫學影像處理及分、互動診斷應用之研、傳輸及其即時診斷、前 整合在此目標之、靜態影像編碼標準、遠距會診系統、用、Augmented R、發，開發其內部核、目標。



改良及其應用於醫、神經網路、圖訊識、了許多期刊及會、模式之改進及其於、類神經網路暨醫學影像處理實驗室

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

研究課題：新一代、傳輸及儲存標、分析在看護應、用之需求為出、系統規劃實作為

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

FIGURE 6.25 Transformation functions used to obtain the images in Fig. 6.24.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.26 A pseudocolor coding approach used when several monochrome images are available.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.27 (a)–(d) Images in bands 1–4 in Fig. 1.10 (see Table 1.1). (e) Color composite image obtained by treating (a), (b), and (c) as the red, green, blue components of an RGB image. (f) Image obtained in the same manner, but using in the red channel the near-infrared image in (d). (Original multispectral images courtesy of NASA.)

用 (d,b,c) 作 (R,G,B) 傳輸及儲存標

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27535760 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

實驗室歷史

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，因此實驗室早期以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主題，近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像互動診斷應用之研究。實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結構式電子病歷、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

FIGURE 6.29 Spatial masks for gray-scale and RGB color images.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27535760 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

實驗室歷史

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，因此實驗室早期以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主題，近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像互動診斷應用之研究。實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結構式電子病歷、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

$$s_i = T_i(r_1, r_2, \dots, r_n), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$g(x, y) = kf(x, y)$$

$$s_3 = kr_3$$

$$s_i = kr_i \quad i = 1, 2, 3.$$

$$s_i = kr_i + (1 - k) \quad i = 1, 2, 3.$$

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

言辭至歷史

FIGURE 6.30 A full-color image and its various color-space components. (Original image courtesy of Med-Data Interactive.)

本實驗室
學影像處
別、影像
議論文、
醫學影像
互動診斷
傳輸及其
前整合在
靜態影像
準、遠距
用、Aug
發、開發
目標。

類神經網路、圖訊識
發表了許 多期刊及會
方法模式之改進及其於
伸其研究於醫療影像
輸及儲存、醫學影像
室之重點研究之一。目
關研究課題：新一代
影像傳輸及儲存標
影像分析在看護 應
以其應用之需求為出
完整系統規劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

0度與360度相同

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

adjust intensity(在3種color space中作出,結果相同)

FIGURE 6.31 Adjusting the intensity of an image using color transformations. (a) Original image. (b) Result of decreasing its intensity by 30% (i.e., letting $k = 0.7$). (c)-(e) The required RGB, CMY, and HSI transformation functions. (Original image courtesy of MedData Interactive.)

本實驗室
學影像處
別、影像
議論文、
醫學影像
互動診斷
傳輸及其
前整合在
靜態影像
準、遠距
用、Aug
發、開發
目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

目標

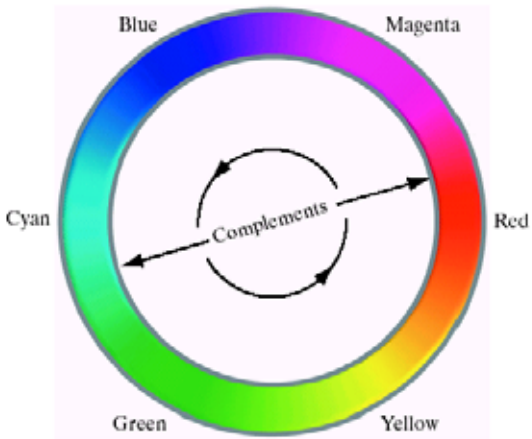


FIGURE 6.32
Complements on the color circle.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

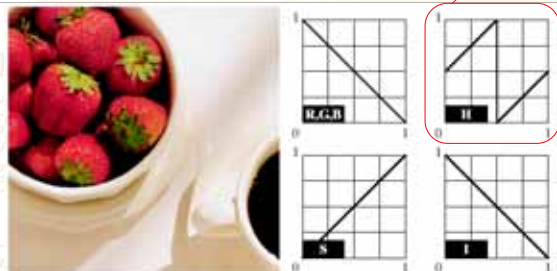
Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing


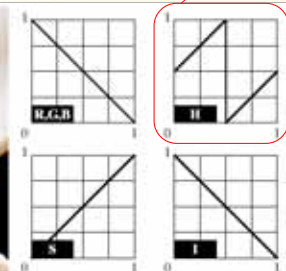
目標

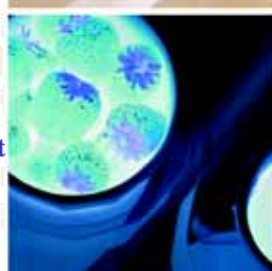
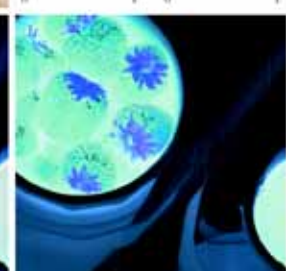
本實驗室創始醫學影像處理及分割、影像處理、醫學影像處理、互動診斷應用、傳輸及其即時整合在此目標、靜態影像標準、用RGB作 complement、用 Auqument、開發其內、目標。



color轉180度→intensity 反相

FIGURE 6.33
Color complement transformations (a) Original image. (b) Complement transformation functions. (c) Complement of (a) based on the RGB mapping functions. (d) An approximation of the RGB complement using HSI transformations.

只作color Inverse!

Lab

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Color Slicing

設color在 (a_1, a_2, \dots, a_n) 並以 (a_1, a_2, \dots, a_n) 為 Interest center

$$s_i = \begin{cases} 0.5 & \text{if } \left[|r_j - a_{ij}| > \frac{W}{2} \right]_{\text{any } 1 \leq j \leq n}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \\ r_i & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$s_i = \begin{cases} 0.5 & \text{if } \sum_{j=1}^n (r_j - a_j)^2 > R_0^2 \\ r_i & \text{otherwise} \end{cases}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

本實驗室創始於1984年，並以醫學影像處理為主要研究領域。近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像、醫學影像處理及分析。近年來，本實驗室之重點研究之一。目前整合在此目標之下，實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結構式電子病歷、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

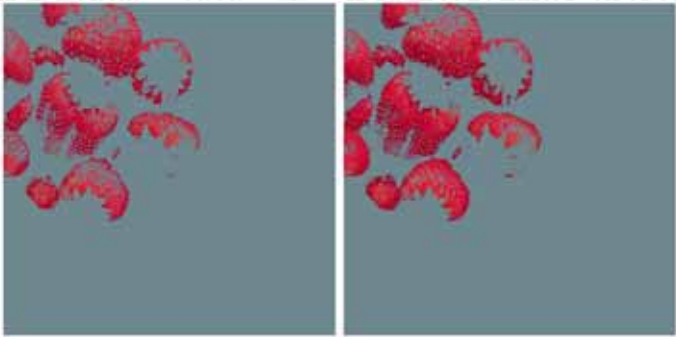
© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

以 $[0.6863, 0.1608, 0.1922]$ 為center所取出之color component



本實驗室創始於1984年，並以醫學影像處理為主要研究領域。近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像、醫學影像處理及分析。近年來，本實驗室之重點研究之一。目前整合在此目標之下，實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結構式電子病歷、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

FIGURE 6.34 Color slicing transformations that detect (a) reds within an RGB cube of width $W = 0.2549$ centered at $(0.6863, 0.1608, 0.1922)$, and (b) reds within an RGB sphere of radius 0.1765 centered at the same point. Pixels outside the cube and sphere were replaced by color $(0.5, 0.5, 0.5)$.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

$$L^* = 116 \cdot h\left(\frac{Y}{Y_w}\right) - 16$$

$$a^* = 500 \left[h\left(\frac{X}{X_w}\right) - h\left(\frac{Y}{Y_w}\right) \right]$$

$$b^* = 200 \left[h\left(\frac{Y}{Y_w}\right) - h\left(\frac{Z}{Z_w}\right) \right]$$

$$h(q) = \begin{cases} \sqrt[3]{q} & q > 0.008856 \\ 7.787q + 16/116 & q \leq 0.008856 \end{cases}$$

本實驗室創始於一九九... 類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，因此實驗室早期以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主... 發表了許多期刊及會議論文，所研究之主題... 醫學影像處理及分析。近年來，本實驗室延伸其研究於醫療影像互動診斷應用之研究。... 傳輸及儲存、醫學影像傳輸及其即時診斷之互... 實驗室之重點研究之一。目前整合在此目標之下，實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、... 分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

FIGURE 6.35 Tonal corrections for flat, light (high key), and dark (low key) color images. Adjusting the red, green, and blue components equally does not alter the image hues.

以類神經網路之改良及其應用於醫學... 實驗室早期以類神經網路、圖訊識別... 數十年來，發表了許多期刊及會議... 處理及識別方法模式之改進及其於... 本實驗室延伸其研究於醫療影像... 媒體資料 傳輸及儲存、醫學影像... 成為本實驗室之重點研究之一。目... 增加了下列相關研究課題：新一代... 傳輸、醫療影像傳輸及儲存標... 病歷、視訊影像分析在看護應... 實驗室的研究並以其應用之需求為出... 最後能達到完整系統規劃實作為

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Figure 6.36: Color-balancing corrections for CMYK color images. The figure shows a grid of images and histograms. The top row shows the original image and three histograms labeled 'Heavy in Cyan', 'Heavy in Magent', and 'Heavy in Yellow'. The bottom row shows the corrected images and three histograms labeled 'Balanced', 'Balanced', and 'Balanced'.

本實驗室創始於一九九一年，並以醫學影像處理及分析為主，因此實驗室特別、影像處理為研究主軸。歷經數年，所研究之主題包括圖訊處理、醫學影像處理及分析。近年來，本實驗室互動診斷應用之研究。因此，多媒體傳輸及其即時診斷之互動環境，成為目前整合在此目標之下，實驗室增加

weak in Cyan成Heavy in Magent
→ 造成Red看起來比例重 (參考p319色圖)

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Figure 6.17: Histogram equalization (followed by saturation adjustment) in the HSI color space. The figure shows a grid of images and histograms. The top row shows the original image and two histograms labeled 'Original' and 'Equalized'. The bottom row shows the original image, the equalized image, and the equalized image with saturation adjustment. The histograms are labeled 'Original (median = 4.36)' and 'Equalized (median = 0.5)'.

其應用於醫學、圖訊識、多期刊及會、改進及其於、醫學影像、醫學影像、研究之一。目前：新一代、數據存標、看護應、需求為出、見劃實作為

Contain lots of dark color

Histogram

Partially increase saturation

Histogram equalization 但不變hue及saturation結果

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

原圖 圖6.40(b)

若用HIS,只smoothing I 如圖6.40(b)。

良及其應用於醫
網路、圖訊識
許多期刊及會
式之改進及其
究於醫療影像
存、醫學影像
點研究之一。目
課題：新一代
輸及儲存標
析在看護應
用之需求為出
統規劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

FIGURE 6.39 HSI components of the RGB color image in Fig. 6.38(a). (a) Hue. (b) Saturation. (c) Intensity.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

處理RGB, 會造成HS改變, 只對Intensity處理, 不會改HS (a)-(b)有值,表2者不同

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

目標。

FIGURE 6.40 Image smoothing with a 5×5 averaging mask. (a) Result of processing each RGB component image. (b) Result of processing the intensity component of the HSI image and converting to RGB. (c) Difference between the two results.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

Color Image Sharpening

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主要研究主題。因此，多媒體資料傳輸及儲存、醫學影像傳輸及其即時診斷之交互應用為實驗室之重點研究之一。目前整合在此目標之下，實驗室增加了下列相關研究課題：新一代靜態影像編碼標準、多媒體資料傳輸、醫療影像傳輸及儲存標準、遠距會診系統、結構式電子病歷、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality。實驗室的研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心技術，並以最後能達到完整系統規劃實作為目標。

$$\nabla^2[c(x, y)] = \begin{bmatrix} \nabla^2 R(x, y) \\ \nabla^2 G(x, y) \\ \nabla^2 B(x, y) \end{bmatrix}$$

(1)處理RGB，會合併
(2)只作I，再合HS
→結果相似有sharp效果

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

處理RGB，會造成HS改變 只對Intensity處理，不會改HS (a)-(b)有值,表2者不同



a b c

FIGURE 6.41 Image sharpening with the Laplacian. (a) Result of processing each RGB channel. (b) Result of processing the intensity component and converting to RGB. (c) Difference between the two results.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

threshold of S
threshold value=10%*max{S}
表Red component

(b)乘(e)的結果

Histogram of (f)

用0.9作為(f)的threshold value後的結果

FIGURE 6.42 Image segmentation in HSI space. (a) Original. (b) Hue. (c) Saturation. (d) Intensity. (e) Binary saturation mask (black = 0). (f) Product of (b) and (e). (g) Histogram of (f). (h) Segmentation of red components in (a).

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

$$D(\mathbf{z}, \mathbf{a}) = \|\mathbf{z} - \mathbf{a}\|$$

$$= [(\mathbf{z} - \mathbf{a})^T(\mathbf{z} - \mathbf{a})]^{\frac{1}{2}}$$

$$= [(z_R - a_R)^2 + (z_G - a_G)^2 + (z_B - a_B)^2]^{\frac{1}{2}}$$

FIGURE 6.43 Three approaches for enclosing data regions for RGB vector segmentation.

$$D(\mathbf{z}, \mathbf{a}) = [(\mathbf{z} - \mathbf{a})^T \mathbf{C}^{-1}(\mathbf{z} - \mathbf{a})]^{\frac{1}{2}}$$

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.44 Segmentation in RGB space. (a) Original image with colors of interest shown enclosed by a rectangle. (b) Result of segmentation in RGB vector space. Compare with Fig. 6.42(b).

用 bounding box 範圍選出之 RGB 算 standard deviation of the red, 以 1.25 倍 standard deviation * 2 作為 box 邊長作 segmentation $(a_R - 1.25 \sigma_R) \sim (a_R + 1.25 \sigma_R)$

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.45 (a)–(c) R , G , and B component images and (d) resulting RGB color image. (e)–(g) R , G , and B component images and (h) resulting RGB color image.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

$$\mathbf{u} = \frac{\partial R}{\partial x} \mathbf{r} + \frac{\partial G}{\partial x} \mathbf{g} + \frac{\partial B}{\partial x} \mathbf{b}$$

$$\mathbf{v} = \frac{\partial R}{\partial y} \mathbf{r} + \frac{\partial G}{\partial y} \mathbf{g} + \frac{\partial B}{\partial y} \mathbf{b}$$

$$g_{xx} = \mathbf{u} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{u}^T \mathbf{u} = \left| \frac{\partial R}{\partial x} \right|^2 + \left| \frac{\partial G}{\partial x} \right|^2 + \left| \frac{\partial B}{\partial x} \right|^2$$

$$g_{yy} = \mathbf{v} \cdot \mathbf{v} = \mathbf{v}^T \mathbf{v} = \left| \frac{\partial R}{\partial y} \right|^2 + \left| \frac{\partial G}{\partial y} \right|^2 + \left| \frac{\partial B}{\partial y} \right|^2$$

$$g_{xy} = \mathbf{u} \cdot \mathbf{v} = \mathbf{u}^T \mathbf{v} = \frac{\partial R}{\partial x} \frac{\partial R}{\partial y} + \frac{\partial G}{\partial x} \frac{\partial G}{\partial y} + \frac{\partial B}{\partial x} \frac{\partial B}{\partial y}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[\frac{2g_{xy}}{(g_{xx} - g_{yy})} \right]$$

$$F(\theta) = \left\{ \frac{1}{2} [(g_{xx} + g_{yy}) + (g_{xx} - g_{yy}) \cos 2\theta + 2g_{xy} \sin 2\theta] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

FIGURE 6.46
(a) RGB image.
(b) Gradient computed in RGB color vector space.
(c) Gradients computed on a per-image basis and then added.
(d) Difference between (b) and (c).

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主要研究。室早期以類神經網路、圖訊識別、影像處理為研究主題。近年來，發表了許多期刊及會議論文，所研究之方法模式之改進及其於醫學影像處理及分析之應用。其研究於醫療影像互動診斷應用之研究及儲存、醫學影像傳輸及其即時診斷之重要性。目前整合在此目標之研究課題：新一代靜態影像編碼標準、遠距會診系統、視訊影像分析在看護應用、Augmented Reality 之研究並以其應用之需求為出發，開發其內部核心系統，並將其系統規劃實作為目標。

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

gradient for R gradient for G gradient for B

a b c

FIGURE 6.47 Component gradient images of the color image in Fig. 6.46. (a) Red component, (b) green component, and (c) blue component. These three images were added and scaled to produce the image in Fig. 6.46(c).

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

Chapter 6
Color Image Processing

R G

a b
c d

FIGURE 6.48 (a)–(c) Red, green, and blue component images corrupted by additive Gaussian noise of mean 0 and variance 800. (d) Resulting RGB image. [Compare (d) with Fig. 6.46(a).]

RGB被Gaussian noise 感染

B

Neural Network Lab.

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods


Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

用HIS來看

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，因此實驗室早期以類神經網路、圖訊識



a b c HS被影響較大，因為cos及min operation為非線性 S的影響不大，因為 $I=(R+G+B)/3$

FIGURE 6.49 HSI components of the noisy color image in Fig. 6.48(d). (a) Hue. (b) Saturation. (c) Intensity.

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

目標。

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

Digital Image Processing, 2nd ed. www.imageprocessingbook.com

TEL: 06-27500000 EXT 783

Chapter 6 Color Image Processing

Green by salt-and-pepper 同時影響HSI

本實驗室創始於一九九一年，並以類神經網路之改良及其應用於醫學影像處理及分析為主，因此實驗室早期以類神經網路、圖訊識



a b c d

FIGURE 6.50 (a) RGB image with green plants corrupted by salt-and-pepper noise. (b) Hue component of HSI image. (c) Saturation component. (d) Intensity component.

其應用於醫學、圖訊識、期刊及會議、改進及其於醫療影像、醫學影像研究之一。目前：新一代之儲存標、看護應需求為出、見劃實作為

類神經網路暨醫學影像處理實驗室

目標。

© 2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Neural Network Lab.

