影像處理作業

比較不同的模糊化演算法對雜訊影像邊偵測的影響與效果

系級: 資工碩一

學號: 111522094

姓名: 凃建名

2023年1月10日

1. **介紹:**

在上完了這學期的影像處理課程之後，我們在第六章知道了平滑化具有抑制雜訊的效果並且學習到灰階平均法、雙側濾波器、中值濾波法等等一系列基礎平滑化的方法。而在第八章中我們也學到了邊偵測的原理和布里威特運算、梭柏運算、肯尼邊偵測等等基礎邊擷取方法。

課程結束之後我心中便開始有一個疑問，結合第六和第八章學到的知識，我們都知道平滑化可以降低雜訊但如果我將一張雜訊影像進行平滑化後再進行邊擷取能否得到和正常影像直接進行邊擷取相同的結果？如果不行的話，兩者的差異又有多大呢？不同的平滑化所得出來的結果又會有多大的差異呢?

為了解開我的疑惑，我便開始設計這次的實作實驗，最終目的是希望這個實驗可以找出最適合用來處理雜訊影像邊偵測問題的平滑化方法，在未來遇到類似的問題便可以試著使用此方法來解決。

1. **怎麼做**

在開始設計這個實驗之前，首先我需要決定以下問題。

* **選擇平滑化方法:**

由於平滑化的方法有無數種，而本人的知識有限，因此這次的實驗所使用的平滑化是我從影像處理課程中挑選出來的三種平滑化方法，分別是：**高斯平滑化、中值濾波法、雙側濾波法**。

選擇高斯平滑化的理由是因為這是目前最常被使用的平滑化演算法，在各種領域的影像處理都可以見到他的身影並且它還可以保留邊界的對比性；選擇雙側濾波法的理由是它在進行模糊化的同時保留邊的特性，這次的實驗最終要比較的邊偵測出來的結果，這個平滑化無疑非常適合這次的主題。選擇中值濾波法的理由則是它在進行平滑化的同時可以保留較清晰的影像並且對於Salt & Pepper Noise有特別好的效果。

* **選擇邊偵測的方法**

這次實驗使用的邊偵測我選擇的是**肯尼邊偵測**(Canny Operator)，理由是肯尼邊偵測不僅保留了Sobel operator的優點還有著去除一些不重要邊點的能力，如果高門檻值和低門檻值設定好的話便是講義中邊偵測結果最好的邊偵測演算法之一。

* **使用的雜訊方法**

這次我會將**高斯雜訊(Gaussian noise)和椒鹽雜訊(Salt & Pepper noise)**兩個雜訊分別加入到正常影像中，來模擬實際可能會遇到的雜訊影像。

高斯雜訊和椒鹽雜訊的定義如下

高斯雜訊：加入一段高斯分布的雜訊進入圖片，在現實中可能出現在影像拍攝階段出現不良照射或是高溫引起的感應器雜訊。

椒鹽雜訊：影像中常出現的一種雜訊，在影像中會隨機出現一些黑的pixel或是白的pixel，現實中可能出現在影像傳輸受到干擾、感應器部分失效等狀況。

* **如何比較平滑化雜訊影像和正常影像邊偵測的結果**

這次我們將以正常影像進入邊偵測所得出來的結果作為對照組，以**與對照組的相似度**做為不同平滑化得出的邊偵測結果之間的比較標準。

這次我計算相似度當方式是檢查兩個邊偵測影像中的每個pixel，如果同位置灰階相同則將分數加一，同位置不同灰階便將分數減一，最後再除以影像的大小得出總分，分數越高越相似，最高為1.0。

* **使用的圖片**



設定好了以上的前置條件後之後就可以正式開始實驗

實驗步驟如下:

* 1. 將影像轉為灰階
  2. 將正常影像進行邊偵測得到的邊作為對照組
  3. 將正常影像分別加入高斯雜訊和椒鹽雜訊
  4. 將雜訊影像直接進行邊偵測
  5. 計算雜訊影像邊偵測結果與對照組相似度作為Baseline
  6. 分別找出各平滑化面對兩種雜訊圖像的最佳參數
  7. 將雜訊影像分別進行三種平滑化處理後再進行邊偵測
  8. 計算不同平滑化的雜訊影像的邊與對照組的相似度
  9. 比較不同平滑化後的雜訊影像與正常影像的邊偵測結果

1. **結果:**
   1. 正常影像與邊偵測結果

 

* 1. 雜訊影像

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 正常影像 | 高斯雜訊 | 椒鹽雜訊 |

* 1. 雜訊影像、邊偵測結果、與正常圖像的邊的相似度(Baseline)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 雜訊影像 | 邊偵測結果影像 | 分數 |
| 高斯雜訊 |  |  | 0.1938 |
| 椒鹽雜訊 |  |  | 0.2284 |

* 1. 找出各平滑化適合的參數
     1. 高斯平滑化的遮罩大小

以下是不同的高斯遮罩大小，對於高斯模糊化後進行邊偵測的影像的結果。從下面的結果我們可以看出以7\*7遮罩為界線，小於7\*7大小的遮罩邊偵測出來的結果雜訊仍然太多，所以邊偵測結果仍然會偵測到不少雜訊；而大於7\*7大小的遮罩則過度模糊導致有許多在正常影像能偵測出來的邊無法被偵測到。所以我們選擇7\*7遮罩作為下面實驗的高斯平滑化的參數。

* + 高斯雜訊影像

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模糊化影像 |  |  |  |  |  |
| 邊偵測影像 |  |  |  |  |  |
| 遮罩大小 | 3\*3 | 5\*5 | 7\*7 | 9\*9 | 11\*11 |

* + 椒鹽雜訊影像

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模糊化影像 |  |  |  |  |  |
| 邊偵測影像 |  |  |  |  |  |
| 遮罩大小 | 3\*3 | 5\*5 | 7\*7 | 9\*9 | 11\*11 |

* + 1. 中值濾波法

以下是高斯雜訊影像和椒鹽雜訊影像，從結果來看，明顯在高斯雜訊時結果最好的參數應該是3\*3的遮罩，在椒鹽雜訊中則是2\*2遮罩。而當遮罩大小越大時，影像就會越模糊，相對邊偵測出來的邊也就越少。雖然2\*2遮罩對於椒鹽雜訊是有著不錯的結果，但是為了公平比較，我選擇了在高斯雜訊和椒鹽雜訊中都有不錯表現的3\*3遮罩大小作為下面實驗的參數。

* + 高斯雜訊影像

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模糊化影像 |  |  |  |  |  |
| 邊偵測影像 |  |  |  |  |  |
| 遮罩大小 | 2\*2 | 3\*3 | 4\*4 | 5\*5 | 6\*6 |

* + 椒鹽雜訊影像

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模糊化影像 |  |  |  |  |  |
| 邊偵測影像 |  |  |  |  |  |
| 遮罩大小 | 3\*3 | 5\*5 | 7\*7 | 9\*9 | 11\*11 |

* + 1. 雙側濾波法

雙側濾波法由於有三個可變參數遮罩半徑、灰階標準差、距離標準差

我首先測試的是遮罩半徑，而測試出來的結果是當灰階標準差和距離標準差相同的情況下遮罩半徑為9的情況是最好的，當遮罩半徑小於9則會保留過多雜訊，但是大於9卻過度模糊導致無法偵測有效邊。

而為了簡化複雜度，我選擇將灰階標準差與距離標準差設定為相同值進行測試，測試結果如下，由結果可以知道當我們將標準差向上調高時，有效像素的權重變小，於是雜訊慢慢地就被模糊化了，但是與此同時邊偵測的效果也相對越來越差。透過以下結果我最終決定以遮罩半徑=9、灰階標準差=130、距離標準差=130的i. 雙側濾波法與其他平滑化方法進行比較

* + 高斯雜訊影像

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模糊化影像 |  |  |  |  |  |
| 邊偵測影像 |  |  |  |  |  |
| 遮罩半徑 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 灰階標準差 | 100 | 130 | 150 | 160 | 180 |
| 距離標準差 | 100 | 130 | 150 | 160 | 180 |

* + 椒鹽雜訊影像

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模糊化影像 |  |  |  |  |  |
| 邊偵測影像 |  |  |  |  |  |
| 遮罩半徑 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 灰階標準差 | 100 | 130 | 150 | 160 | 180 |
| 距離標準差 | 100 | 130 | 150 | 160 | 180 |

* 1. 比較不同平滑化後的雜訊影像與正常影像的邊偵測結果

透過以上的小實驗，我們決定了各平滑化所使用的參數值，最終我們便可以將所有結果放在一起比較，以下便是最終結果。

透過下面的比較我們可以知道中值濾波法不管在高斯雜訊影像還是椒鹽雜訊中都可以清楚地描繪出影像大部分的輪廓，於另外兩個平滑化方法的邊偵測結果有肉眼可見的差距。

從此實驗中我們可以判斷中值濾波對於抑制雜訊的確有十分優秀的效果並且會保留影像中邊的部分，未來如果有需要對雜訊影像做邊偵測的需求的話應該將中值濾波作為平滑化的優先考慮的方法。

* + 高斯雜訊影像

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 原來影像 | 模糊化影像 | 邊偵測結果 | 分數 |
| 正常影像 |  |  |  | 1.0 |
| 雜訊影像 |  |  |  | 0.1938 |
| 高斯平滑化 |  |  |  | 0.7804 |
| 中值濾波法 |  |  |  | 0.8139 |
| 雙側濾波法 |  |  |  | 0.7471 |

* 椒鹽雜訊影像

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 原來影像 | 模糊化影像 | 邊偵測結果 | 分數 |
| 正常影像 |  |  |  | 1.0 |
| 雜訊影像 |  |  |  | 0.2284 |
| 高斯平滑化 |  |  |  | 0.8024 |
| 中值濾波法 |  |  |  | 0.8639 |
| 雙側濾波法 |  |  |  | 0.7357 |

1. **結論與討論**

從本實驗的結果可以看出中值濾波法的成效為三個平滑化方法的第一名，不只是相似度，我們從肉眼便可看出其邊偵測的結果是和正常影像的邊偵測十分相近的並且可以同時適用於高斯雜訊和椒鹽雜訊的影像。雖然中值濾波的確可以復原出關鍵的邊，但是在剩下一些細節的邊(如背後的氣球等等)一樣無法偵測，所以我的推測是除了平滑化之外，我們還可以考慮使用更多的技術來復原出更接近正常影像的結果。

這次的實驗最令我感到驚訝的是雙側濾波法的相似度不管在高斯雜訊還是椒鹽雜訊中居然都低於高斯平滑化的結果，我後面有想過為什麼會導致這樣的結果，最後覺得原因可能出在雙側濾波器需要決定三個參數值，而這三個參數值的排列組合有上千種，可能是我沒有真正的找到適合這張圖像最佳參數組合且找雙側濾波法參數的階段是我花費最多時間的階段，由此可見雙側濾波法的缺點便是找出最佳參數組合所需時間長並且成效不一定會較中值濾波來的好。

此外，本次實驗只比較了三種常用的平滑化方法還是有點少，因此也可以考慮未來加入更多不同平滑化的方法一起比較。

總結: 中值濾波法是三種平滑化方法中抑制雜訊較成功的方法，缺點是所需運算時間較長，但是平滑化的結果會保留影像邊的特性使其接近正常影像的邊偵測結果。