

口腔電腦斷層掃描之金屬假影之自動化去除-前期研究

Automated Removal of Metal Artifact on Oral CT-Preliminary Study

許仲皓¹，陳偉權¹，沈熾文²，傅立志²，程大川^{1*}

¹中國醫藥大學生物醫學影像暨放射科學系暨碩士班

²中國醫藥大學牙醫學系暨碩士班

¹Department of Biomedical imaging and Radiological Science, China Medical University

²School of Dentistry and Institute of Dental Science, China Medical University

摘要

本研究提出一個方法，能自動化找出口腔電腦斷層影像中金屬假牙的位置，進而在正弦圖譜中標示出金屬的部份圖譜並對其進行修正，經過一迭代運算的方法不斷的修正其應有的CT值。我們的目的在試圖用其它部份的資訊彌補因金屬遮蔽效應而喪失的部份資訊。在使用真實已重建好的口腔電腦斷層影像的實驗中，可明顯看出金屬假影的部份被有效的抑制。

Abstract

In this study we proposed an automated method which can localize the metal part in oral CT images. Furthermore, using the marked region to localize the metal profile in the sinogram. Via using an iterative computation method, the CT number in the image was updated. The goal is to calculate the dark area in the image caused by the metal artifact. In the experiment, we used the reconstructed oral CT image to test the proposed algorithm. It is obviously that the metal artifact was effectively reduced.

緣由與目的

電腦斷層影像中的金屬假影往往帶給我們判讀上的困擾，金屬週遭的組織通常都會受到金屬假影的影響而失去訊號，通常有白色條紋或黑色區域的出現。本研究的長期目的是將金屬假影去除，並利用其他方向所獲得的資訊重建訊號，徹底解決金屬假影所產生的問題。本研究的短期目的為自動化找出金屬所在的位置，並將其從影像中去除。目前，我們尚無法從電腦斷層掃描儀廠商處取得原始未重建的影像資料，故本篇文章所使用的材料為已重建的口腔電腦斷層影像。

材料與方法

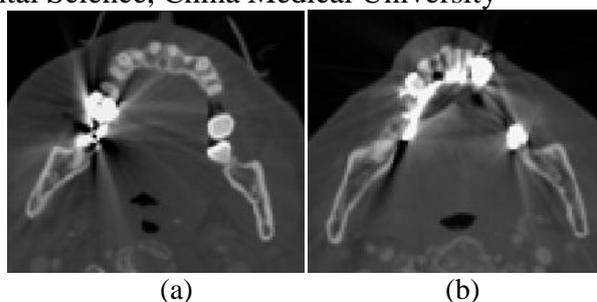
(一) 電腦斷層口腔影像

本論文所使用的影像來自於中國醫藥大學附設醫院牙醫部，含有金屬假牙的電腦斷層口腔影像，如圖(1)進行影像處理。

(二) 前處理

首先，將影像中負值的部分全設為零，此部分的區域為重建影像的外圍區域。進一步，將影像進行正規化處理，灰階值設定介於0~1。

接著將影像進行邊緣偵測，我們使用的是canny邊緣偵測法，標準差設為一。將影像經過邊



圖(1) 含假牙口腔電腦斷層影像

偵測後轉換為二值化的邊緣影像，可以得到假影的邊界，用來找出金屬所在的位置。

邊緣偵測處理過的影像，可使用直線模型的霍夫轉換進行處理(圖2)，尋找出假影邊緣的交會點。霍夫轉換後，空間座標的每一個點都會在參數空間形成一條線。反過來，參數空間中的一個點也會在座標空間中形成一條線。所以當我們將邊緣偵測後的影像進行霍夫轉換後，可得到一參數空間，在找出參數空間中最多條線交會的一個點，便可依照數學式子求出空間座標上的一條線。



圖(2) 線性霍夫轉換結果重疊在邊緣影像上

因為金屬物質在電腦斷層影像中會有放射狀的假影出現，而放射狀的假影的交會點就是金屬所在位置，這也就是為什麼會先使用canny以及線性的霍夫轉換找出所有假影邊界的直線。

找出空間座標中所有的直線後，判斷線條間的交會點是否可能是金屬的位置，我們給定一數值作為判斷的依據，如果交會點的CT值大於設定值(3500)，就認為該點是金屬。

判斷出某一個像素為金屬位置後，接著進行區域成長(region growing)，使其自動擴展出整個金屬的區域。擴展時以鄰近四個像素作為擴展方向，且設定一差異範圍($\delta = 50$)作為金屬可能

的灰階值差異(圖 3)，若是鄰近像素的灰階值落於差異值內，便將該像素加入金屬範圍，如此不斷的擴展直到周邊像素的灰階值差異皆落於 $\pm\delta$ 之外。但在這邊有另外一個問題，就是金屬區塊擴展的範圍若是過小(小於 10 個像素)，則可能只是散射所造成的影響，而不是金屬的區域，故必須排除。

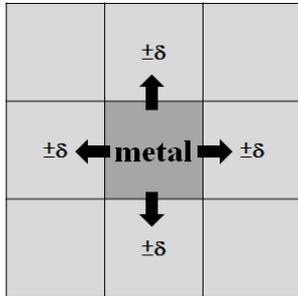


圖 (3) 區域成長

(三) 金屬假影去除技術[1]

接著進行主要的金屬去除技術(圖 4)。

(A)確定金屬在正弦圖譜中可能會影響到的範圍，將該範圍的數值以內插法修改掉，目前僅使用簡單的線性內插法處理：

$$y = \left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1}\right)(y_2 - y_1) + y_1$$

- (B)處理完後再濾波反投影出一張新的影像；
 (C)接著將新的影像以中間值濾波器處理，去除掉一些雜訊，且可保留邊緣的輪廓；
 (D)再進行拉登轉換，並且將金屬影響的範圍以新的資料分布(data profile)替換；金屬以外的數值則使用原始的資料分布；
 (E)再以新的正弦圖譜進行濾波反投影[2, 3]，如此反覆四次後；
 (F)將最後修正出來的正弦圖譜進行濾波反投影，便可得到結果。

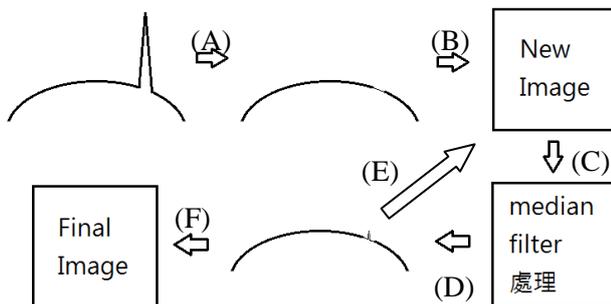
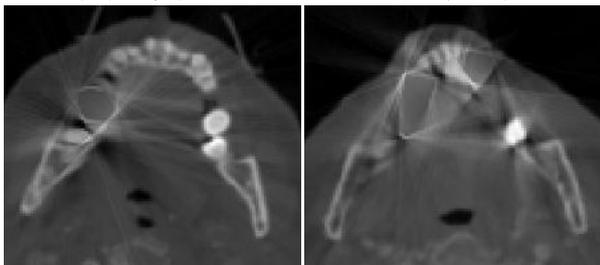


圖 (4) 簡易流程，細線表示金屬影響的部分



(a) (b)
圖 (5) 金屬去除技術結果

結果與討論

從影像上可以看到，金屬的部分已被去除，金屬周圍的黑色區域則有部分已獲得改善，白色條紋也有效的減少(圖 5)。另外六張影像的結果展示在圖六，從圖中我們可以看到圖六(a)(d)(e)的金屬完全去除，然而(b)(c)(f)則有部份金屬沒有被找到。這是因為我們設定金屬假影的邊界會產生白色條紋，但是如果此條紋線不清楚(如圖六(b)(c)(f))則無法被偵測出來。目前解決的方案是再用 CT 值判斷剩餘影像中是否有超過 3500 值者，若有，再用區域成長法找到其大致的輪廓。此方法適用於較大體積之金屬。

結論

我們提出的方法在於自動偵測並找出金屬的位置，此方法彌補文獻[1]的缺點，在[1]中使用人工的方式找出金屬位置。後續研究在於和廠商合作並獲得原始資料分布，才能有效的重建影像並將降低金屬假影的效應，有利於臨床醫師的判讀。

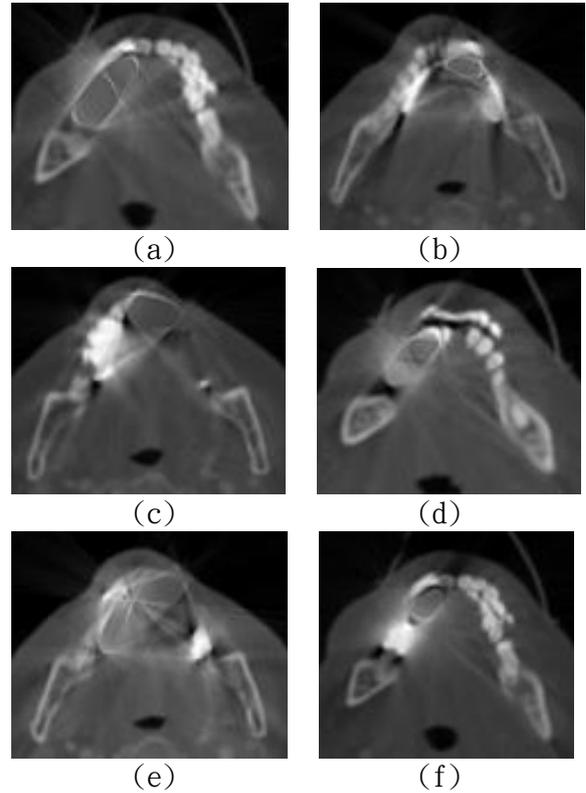


圖 (6) 其他結果

致謝：本研究部份經費來自於國科會研究計劃(NSC 101-2221-E-039-005, 101.08.01~102.07.31)。

參考文獻

- [1] Boas FE and Fleischmann D (2011). "Evaluation of Two Iterative Techniques for Reducing Metal Artifacts in Computed Tomography". *Radiology* 259 (3): 894-902.
- [2] The MathWorks, <http://www.mathworks.com/>
- [3] Kak, A. C., and M. Slaney, *Principles of Computerized Tomographic Imaging*, New York, NY, IEEE Press, 1988.