

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

消除磁振影像移動假影之研究(2/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2320-B-002-092-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

計畫主持人：陳志宏

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 28 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 91 - 2320 - B - 002 - 092

執行期限：91年 8月 1日至 92年 7月 31日

主持人：陳志宏 國立台灣大學電機資訊學院電機工程所

計畫參與人員：黃三照， 國立台灣大學電機資訊學院電機工程所

一、中文摘要

利用磁振影像儀測量大腦功能性影像時，或做一些需高空間解晰度高信雜比的應用時移動假影(Motion Artifacts) 是一個必需考慮的問題。 因為它會降低磁振影像的信雜比，使影像模糊。為了解決上述的問題，我們發展一套光學定位系統以記錄磁振造影時頭部的三度空間剛體運動參數(三組平移與三組旋轉參數)，並同步記錄成像時序(Acquisition Timing)。 當掃描磁振影像時頭部移動而產生移動假影時，可以利用上述參數配合影像復原技術來消除移動假影。我們將利用這套技術於大腦功能性影像及擴散張量磁振影像上。這套技術同樣地適合於其它醫學影像設備如電腦斷層(CT) 及正子斷層(PET)。

關鍵詞：磁振影像、移動假影

Abstract

We had developed a head tracking system. The system is able to record the information of head motion and the acquisition timing during MR acquisition simultaneously. Using these data, motion artifact could be corrected by the method of imaging restoring. We are now applying this system in fMRI and diffusion tensor MRI study. In the future, it will also be used in other medical imaging system such as computer tomography (CT) and positron emission tomography (PET).

Keywords: MRI, motion artifacts

一、前言

磁振影像已經廣泛的用於醫學診斷上，在國際上大量研究人員正積極發展各種新技術與新應用。而在國內磁振影像的技術也因為有很多學有專長的學者投入研究而大幅提升。

在國立台灣大學我們以一部 3T 高磁場磁振影像儀，建立了以研究為主的跨院系整合磁振造影/光譜分析實驗室提供有效可靠的磁振技術用於不同領域的研究。其中包括大腦功能性影像 (Functional MRI)及擴散張量磁振影像(Diffusion Tensor MRI)[1-7]。利用磁振影像儀測量大腦功能性影像，擴散性磁振影像時，或做一些需高空間解晰度高信雜比的應用時移動假影 (Motion Artifacts) 是一個必需考慮的問題[8,9]。因為移動假影它會降低磁振影像的信雜比，使影像模糊導致取得錯誤的影像資訊而無法使用。

為了解決上述的問題，我們發展一套光學頭部定位系統來減少磁振造像時的移動假影。這套技術同樣地適合於其它醫學影像設備如電腦斷層(CT) 及正子斷層(PET)。

二、研究目的

利用磁振影像儀測量大腦功能性影像，擴散性磁振影像時，或做一些需高空間解晰度高信雜比的應用時移動假影 (Motion Artifacts) 是一個必需考慮的問題[8,9]。因為移動假影它會降低磁振影像的信雜比，使影像模糊導致取得錯誤的影像資訊而無法使用。為此我們研發一套系統來減少磁振造像時的移動假影。

三、文獻探討

因此很多解決移動假影問題的方案被提出來。如影像復原技術、小線圈定位、導航波序等。但目前為止這些方法都有應用上的限制。如影像復原技術只能解決同一平面上的運動、小線圈定位法會干擾磁振信號、導航波序會增加掃描時間。

為了解決上述的問題，我們發展一套光學頭部定位系統以記錄磁振造影時頭部的三度空間剛體運動參數(三組平移與三組旋轉參數)，並同步記錄成像時序 (Acquisition Timing)。這套定位系統的好處是不會干擾磁振信號，也不會增加掃描時間。

四、研究方法

1.系統架構：

我們發展的光學頭部定位系統包含三部份光源螢幕及視訊設備(圖一)。

(1)光源:

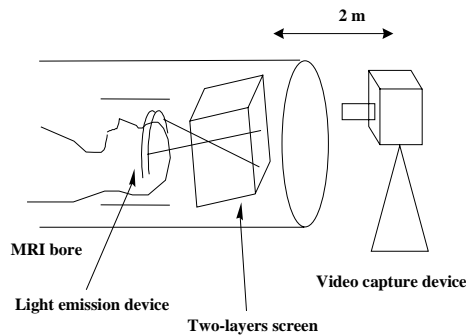
使用雷射為入射光源，再透過兩條六公尺長的多模態光纖，將光源導入磁振影像儀中，光源射出端再以透鏡聚焦，使光線能投射到螢幕上形成光點。使用光纖的原因，是避免金屬物質在磁振影像儀中產生信號干擾。

(2)螢幕:

為雙層半透膜其作用是產生光點，並提供實體座標參考點。

(3)視訊設備:

為了提高精確度及減化攝影機校正程序及考慮攝影機無法置於磁振影像儀中，一般三度空間定位需兩台不同角度攝影機，但我們只使用單一攝影機就可達到三度空間定位的功能，其方法是投射兩條光線在雙層半透膜上並產生四個光點，利用這些光點就可以計算出頭部位置。



圖一. 頭部定位系統

2.影像復原技術:

傳統的磁振影像，造影時是一次取得一條 K-Space 的資料，依序填滿整個 K-Space，再做二維傅利葉轉換得到一張影像。若已知每次填某一條 K-Space 時頭部位置，即使頭部移動造成影像模糊，也可以根據二維傅利葉轉換的平移定理及旋轉定理來還原模糊的影像。說明如下:

(1)平移定理:

$$\mathbf{k}(\mathbf{x},\mathbf{y})=e^{-j2\pi(\alpha_x(y)\mathbf{x}+\alpha_y(y)\mathbf{y})}*\mathbf{k}_m(\mathbf{x},\mathbf{y}) \quad (1)$$

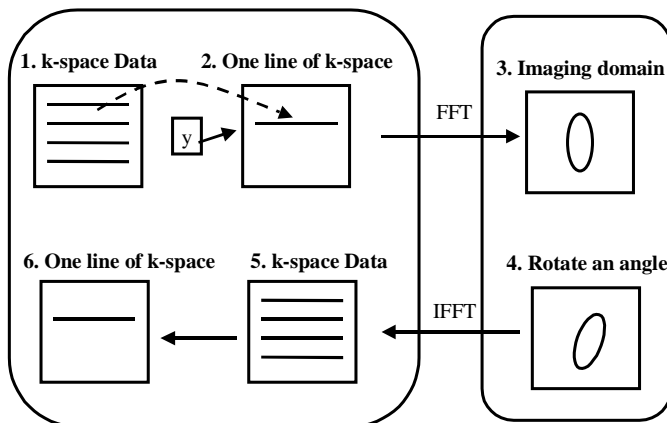
其中 $\mathbf{k}_m(\mathbf{x},\mathbf{y})$ 表示未矯正有移動假影 K-Space 中座標 (\mathbf{x},\mathbf{y}) 的數值， $\alpha_x(y),\alpha_y(y)$ 表示掃描第 y 條 K-Space 時頭部在 x 及 y 方向的位移， $\mathbf{k}(\mathbf{x},\mathbf{y})$ 表示矯正後 K-Space 中座標 (\mathbf{x},\mathbf{y}) 的數值， $e^{-j2\pi(\alpha_x(y)\mathbf{x}+\alpha_y(y)\mathbf{y})}$ 表示位移修正項。取 $\mathbf{k}(\mathbf{x},\mathbf{y})$ 做二維傅利葉轉就可以得到一張修正平移假影的磁振影像。

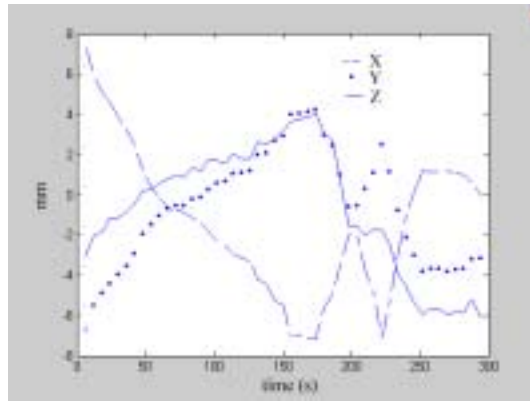
(2)旋轉定理:

一組二維 K -Space 的資料先旋轉 θ 角再做二維傅利葉轉換的結果和先做二維傅利葉轉換再旋轉 θ 角理論上是一樣的(不考慮旋轉時內差法導致的誤差)。

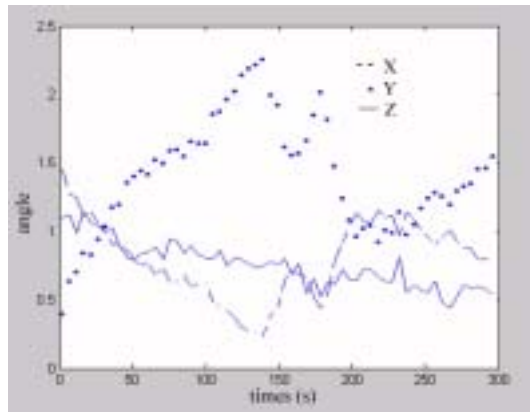
因此要修正影像選取面上(In-Plane)頭部轉動所造成假影就可以依下列步驟完成(圖二):

- 1. 取得一組二維 K -Space 的資料。
- 2. 只取一條 K -Space 的資料其餘補零。
- 3. 做二維傅利葉轉換得到一張影像。
- 4. 將影像旋轉一個角度 $\alpha_p(y)$, 其中 $\alpha_p(y)$ 表示掃描第 y 條 K -Space 時頭部在影像選取面上旋轉的角度。
- 5. 做二維反傅利葉轉換得到一組二維 K -Space 的資料。
- 6. 從 5 取得第 y 條 K -Space 的資料。
- 7. 重復 1-6 完成一組矯正後二維 K -Space 的資料。
- 8. 做二維傅利葉轉就可以得到一張修正轉動假影的影像。

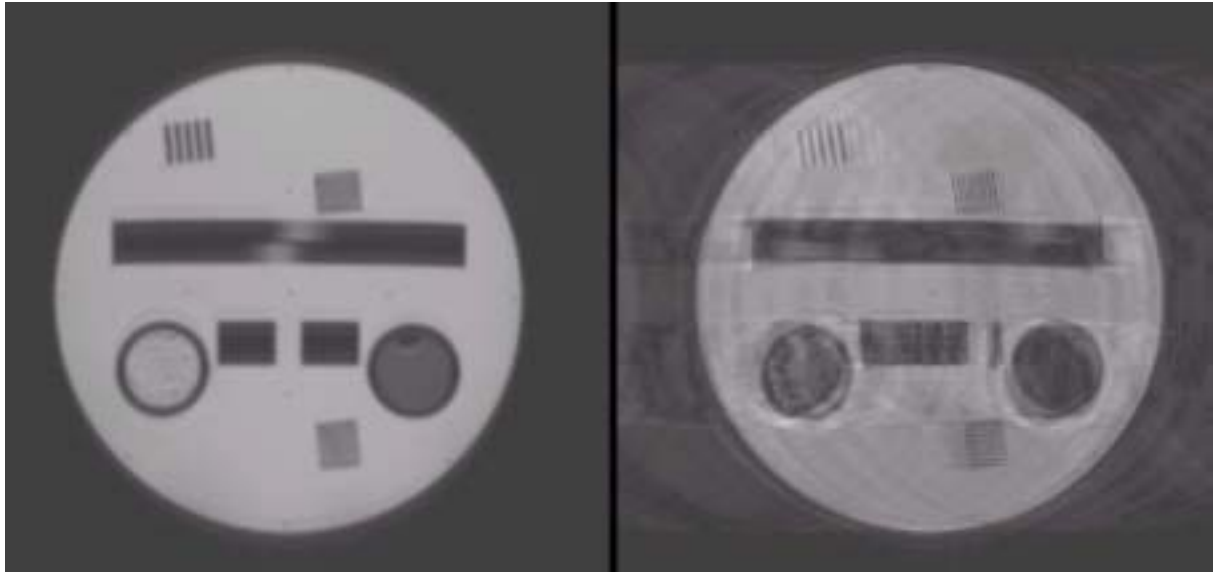




圖三. 磁振影像造影時待測假体移動量



圖四. 磁振影像造影時待測假体轉動量



圖五、移動假影的修正(右：修正前、左：修正後)。

六、計畫成果自評

我們所設計的光學定位系統是利用光纖導引雷射光源，並固定於受試者頭上，再以雙螢幕投射膜及單一攝影機捕捉雷射光點，並依此計算受試者頭部的運動參數。這套光學定位系統的好處是不會干擾磁振信號，也不會增加掃描時間。

七、參考文獻

1. Fa-Hsuan Lin; Shyh-Kang Jeng; Wei-Peng Kuan; Jyh-Horng Chen, "Erratum - Correction to Quantitative analysis of magnetic resonance radio-frequency coils based on method of moment", *IEEE Trans. Magn.*, Vol. 36 No.1, pp. 410-, 2000.
2. Kai-Hsiang Chuang; Ming-Jang Chiu; Chung-Chih Lin; Jyh-Horng Chen, "Model-free functional MRI analysis using Kohonen clustering neural network and fuzzy C-means", *IEEE Trans. Med. Imag.*, Vol. 18, No 12, P 1117 -1128, 1999.
3. Fa-Hsuan Lin; Wei-Peng Kuan; Shyh-Kang Jeng; Jyh-Horng Chen, "Quantitative spectral/spatial analysis of phased array coil in magnetic resonance imaging based on method of moment" *IEEE. Trans. Magn.*, Vol. 35, No3, pp. 1129 -1137, 1999.
4. Jyh-Horng Chen; Shyh-Kang Jeng; Fa-Hsuan Lin; Wei-Peng Kuan, "Quantitative analysis of magnetic resonance radio-frequency coils based on method of moments", *IEEE Trans. Med. Imag.*, Vol. 35 4, pp. 2118 -2127,

- 1999.
5. Chen, C.K.; Tzi-Dar Chiueh; Jyh-Horng Chen, "Active cancellation system of acoustic noise in MR imaging", *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, Vol. 46, No. 2, pp. 186 -191, 1999.
 6. Ching-Po Lin, Wen-Yih Isaac Tseng, Hui-Cheng Cheng, Jyh-Horng Chen, "Validation of Diffusion Tensor Magnetic Resonance Axonal Fiber Imaging with Registered Manganese-enhanced Tractography", *NeuroImage*, 14:1035-1047, 2001.
 7. Kai-Hsiang Chuang, "IMPACT: *IM*age-based Physiological Artifacts estimation and Correction Technique for fMRI", *Magnetic Resonance in Medicine*, 46:344-353, 200
 8. Zoroofi, R.A.; Sato, Y.; Tamura, S.; Naito, H., "MRI artifact cancellation due to rigid motion in the imaging plane" *IEEE Trans Med. Imag.*, Vol. 15 No. 6 , pp. 768-784, 1996.
 9. Riek, J.K.; Tekalp, A.M.; Smith, W.E.; Kwok, E., "Out-of-plane motion compensation in multislice spin-echo MRI" *IEEE Trans Med. Imag.*, Vol.14 No. 3, pp.464-470, 199

