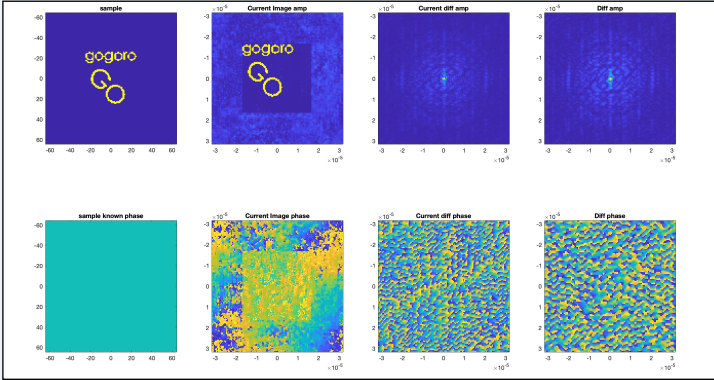


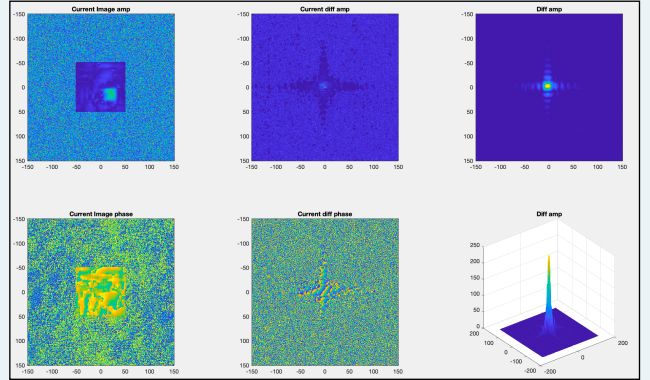
摘要

Coherent diffraction imaging (CDI) 即同調光繞射顯微術，又稱為無透鏡繞射顯微術。技術重點在於不需要使用透鏡，因此可以屏除光學像差，提高分辨率，成像分辨率可達奈米等級，在生物、醫學、材料與物理領域都有極大用處。CDI技術精妙之處在於設備所測量到的繞射圖案僅為強度資訊，而相位資訊不復存在，應無法同時還原樣品強度與相位，但是如果由過取樣、掃描式等方法搜集繞射圖案，就能達成同時還原樣品強度與相位。一種過取樣CDI相位恢復演算法，及一種掃描式CDI稱為ptychography，本專題即針對兩種方法進行分析、模擬及實作。

過取樣CDI相位恢復演算法——模擬



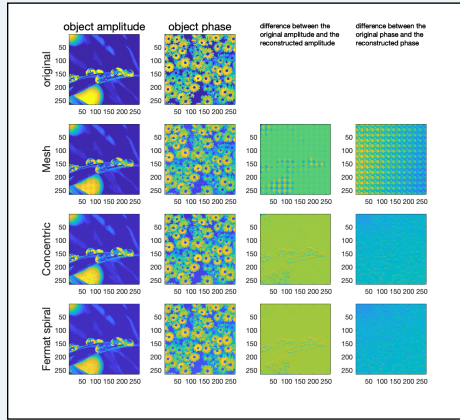
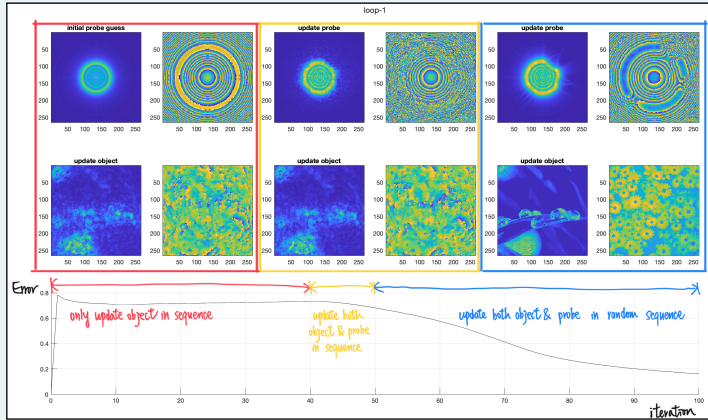
過取樣CDI相位恢復演算法——實作



Ptychography ePIE——模擬

模擬時以迭代100次為完整一次loop，前40次只更新object，再10次以生成順序同時更新object與probe，最後50次以隨機順序同時更新object與probe。三種掃描方法皆執行五次loop，即迭代500次後為一個重建圖案，因初始強度與相位皆隨機猜測，因此再以總共6個重建圖案再平均得最終結果。

根據模擬結果，使用網格迭代的結果有明顯格狀，與原圖案相減可以更明顯看出，是為raster grid pathology，其原因為網格是以規則週期性排列的，會使得上述效應放大。使用同心圓與費馬螺線掃描則幾乎沒有此效應，品質比網格狀高出許多。再細看重建後的三種結果可以得出，除了網格因為有上述效應導致效果不佳，而同心圓與費馬螺線重建得不相上下。



Concentric		
amplitude	R	0.0438
	SNR	30.94
phase	R	0.0203
	SNR	16.89

Fermat spiral		
amplitude	R	0.0386
	SNR	38.31
phase	R	0.0188
	SNR	17.65

過取樣CDI 相位恢復演算法

$$Obj(x) = \mathcal{F}^{-1}\{Img(k)\}$$

$$Obj_{i+1}(x) = \begin{cases} Obj(x), & x \in S \text{ 且 } |Obj(x)| > 0, \angle Obj(x) > 0 \\ Obj(x) - 0.9 \cdot Obj(x), & x \in S \text{ 且 } |Obj(x)| > 0, \angle Obj(x) \neq 0 \\ Obj(x) - 0.7 \cdot Obj(x), & x \in S_1 \text{ or } S_2 \end{cases}$$

$$Img'_{i+1}(k) = \mathcal{F}\{Obj_{i+1}(x)\}$$

$$Img_{i+1}(k) = \sqrt{\frac{Img'_{i+1}(k)}{|Img'_{i+1}(k)|}}$$

掃描式CDI ePIE演算法

$$\Psi_i(r) = O_i(r)P_i(r - R_{s(i)}) \quad (1)$$

$$\Psi_i(u) = \sqrt{I_{s(i)}(u)} \frac{\mathcal{F}\{\Psi_i(r)\}}{|\mathcal{F}\{\Psi_i(r)\}|} \quad (2)$$

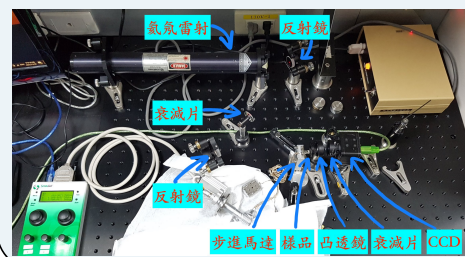
$$\Psi'_i(r) = \mathcal{F}^{-1}\{\Psi_i(u)\} \quad (3)$$

$$O_{i+1}(r) = O_i(r) + \alpha \frac{P_i(r - R_{s(i)})}{|P_i(r - R_{s(i)})|_{\max}} (\Psi'_i(r) - \Psi_i(r)) \quad (4-1)$$

$$P_{i+1}(r) = P_i(r) + \beta \frac{O_i(r + R_{s(i)})}{|O_i(r + R_{s(i)})|_{\max}} (\Psi_i(r) - \Psi'_i(r)) \quad (4-2)$$

光學系統架構圖

架設器材將雷射光通過衰減片與反射鏡後再垂直射入樣品，樣品後方需緊接凸透鏡將繞射圖案呈現於焦平面，CCD即架設在焦平面收集繞射圖案。撰寫LabVIEW控制步進馬達以序列調整樣品與雷射光的相對位置，同時控制CCD取樣繞射圖案，將繞射圖案轉換成矩陣送入Matlab還原。



結論

過取樣技術可以透過基礎器材架設就可以在實際實驗達成是其優點，缺點是欲還原樣品、光束及可解析大小都有條件限制。Ptychography優點是可以去除透鏡會產生的像差，缺點是越多的掃描點雖然重建會越精準，但是龐大的資料量運算相當耗時。這次透過matlab模擬2D的重建結果，原預測費米螺線效果會比具有規律性的同心圓高出許多，但模擬結果並不完全符合，推測是受迭代時依據的s(j)順序影響，因為費米螺線生成順序在越後面時，依序相鄰的兩點距離會越遠，最後造成重疊區域越趨不足，無法達到ptychography技術的中心思想，而同心圓依序相鄰的兩點總是維持固定距離，重疊百分比相當大。這樣的問題可以透過其他方法重新安排s(j)的順序來解決。根據此次專題，雖然成功以兩種CDI技術在Matlab模擬還原，且Ptychography技術在模擬時效果良好，但不可以還原樣品強度與相位，連帶雷射光斑強度與相位也能還原，但是其初始條件猜測必須根據實際狀況做調整，也是因為這方面限制，在實作時在猜測初始條件碰上問題，目前已初步排除影響雷射光斑器材的部分，仍然還在持續取樣還原，並找尋問題點。