

全球定位系統概論作業 4

作業時間：2022.04.08.(五)~2022.04.21.(四)22 點

系所：土木系

學號：109612054

姓名：吳巽言

1. 何謂週波脫落(cycle slip)? 週波未定值(Phase Ambiguity)? (10 分)

週波脫落 (Cycle Slips) 為進行載波相位測量時，出現的暫時性信號遺失或信號不連續之現象。當 GPS 衛星訊號受到干擾或中斷之後，衛星訊號被重新鎖定，測量到的載波小數週波值和中斷前連續，但重新計數的整數週波值卻是不連續的，稱為週波脫落。原因可能是訊號被障礙物阻斷、儀器線路故障、被外界強烈訊號干擾如被蓋台等、電源中斷……。可以高次差分或多項式擬合、星際差分、無週波脫落的衛星、以平差計算後的改正數偵測與修復。

週波未定值(Phase Ambiguity)又稱初始整週未定值 (Initial integer cycle ambiguity)、相位未定值誤差 (Ambiguity bias)，是指在載波相位測量中，必須精確獲得週波未定值 N_0 ，才能獲得高精度的定位成果。否則，即使有高精度的相位觀測量 $\Delta\Phi$ ，也沒有意義。但實際上可以獲得小數部分，卻無法得知整數的值，即稱為週波未定值。整數未定值解算為高精度全球導航衛星系統定位之關鍵。當整數未定值解算至正確之整數值，便可提高定位精度。可以經典解法（將週波未定值視為未知參數直接解算）、三次差分、STOP AND GO、所有測點均採用兩次設站方式、寬巷法(Widelane Method)、未定值函數法 (Ambiguity Function Method, AFM)、整數搜尋法(Integer Search Method)、OTF (On The Fly) 相位位定值解算法等。

2. 載波相位觀測量之差分有幾種方式？各能消除哪些誤差？請繪圖並列式證明之？並說明各差分量之相關性？(20 分)

地面一次差



$$L_A^k = \rho_A^k + c(\Delta t_A - \Delta T^k) + d_{trop}^k - d_{ion}^k + \lambda \times N_A^k + \varepsilon$$

$$\rightarrow L_B^k = \rho_B^k + c(\Delta t_B - \Delta T^k) + d_{trop}^k - d_{ion}^k + \lambda \times N_B^k + \varepsilon$$

$$\Delta L_{AB}^k = \Delta \rho_{AB}^k + c \Delta t_{AB} + \Delta d_{trop}^k - \Delta d_{ion}^k + \lambda \times \Delta N_{AB}^k + \varepsilon$$

\Rightarrow 消除衛星 k 的衛星時錶誤差 ΔT^k

一次差

空中一次差



$$L_A^k = \rho_A^k + c(\Delta t_A - \Delta T^k) + d_{trop}^k - d_{ion}^k + \lambda \times N_A^k + \varepsilon$$

$$\rightarrow L_A^L = \rho_A^L + c(\Delta t_A - \Delta T^L) + d_{trop}^L - d_{ion}^L + \lambda \times N_A^L + \varepsilon$$

$$\nabla L_A^{KL} = \nabla \rho_A^{KL} + c \nabla T^{KL} + \nabla d_{trop}^{KL} - \nabla d_{ion}^{KL} + \lambda \times \nabla N_A^{KL} + \varepsilon$$

\Rightarrow 消除接收儀 A 的接收儀時錶誤差 Δt_A

時間一次差

\Rightarrow 消除週波未定值

二次差



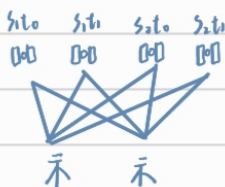
$$\Delta L_{AB}^k = \Delta \rho_{AB}^k + c \Delta t_{AB} + \Delta d_{trop}^k - \Delta d_{ion}^k + \lambda \times \Delta N_{AB}^k + \varepsilon$$

$$\rightarrow \Delta L_{AB}^L = \Delta \rho_{AB}^L + c \Delta t_{AB} + \Delta d_{trop}^L - \Delta d_{ion}^L + \lambda \times \Delta N_{AB}^L + \varepsilon$$

$$\nabla \Delta L_{AB}^{KL} = \nabla \Delta \rho_{AB}^{KL} + \nabla \Delta d_{trop}^{KL} - \nabla \Delta d_{ion}^{KL} + \lambda \times \nabla \Delta N_{AB}^{KL} + \varepsilon$$

\Rightarrow 消除衛星時錶誤差 ΔT^k 和接收儀時錶誤差 Δt_A

三次差



$$\delta \nabla \Delta L_{AB}^{KL} = \delta \nabla \Delta \rho_{AB}^{KL} + \delta \nabla \Delta d_{trop}^{KL} - \delta \nabla \Delta d_{ion}^{KL} + \varepsilon$$

\Rightarrow 消除週波未定值，若三次差後仍含有整數週波值則判定為週波脫落所致

相關性：地面一次差 = 空中一次差 = 時間一次差 < 二次差 < 三次差

3. 試以載波相位觀測方程式為例，推導利用雙頻觀測量之線性組合成無電離層效應之觀測量？(10 分)

以長度 m 為單位之載波相位觀測量數學式表示為

$$L_1 = \rho + c \times (dt - dT) + d_{trop1} - d_{ion1} + \lambda_1 N_1 + \varepsilon L_1$$

$$L_2 = \rho + c \times (dt - dT) + d_{trop2} - d_{ion2} + \lambda_2 N_2 + \varepsilon L_2$$

以載波值 cycle 為單位之觀測量數學式可表示為

$$\varphi_1 = \frac{f_1}{c} \times [\rho + c \times (dt - dT) + d_{trop1} - d_{ion1}] + N_1 + \varepsilon \varphi_1$$

$$\varphi_2 = \frac{f_2}{c} \times [\rho + c \times (dt - dT) + d_{trop2} - d_{ion2}] + N_2 + \varepsilon \varphi_2$$

無電離層線性組合

$$L_3 = \lambda_1 \varphi_2 = \lambda_1 (\alpha_1 \varphi_1 + \alpha_2 \varphi_2)$$

$$= \rho + c(dt - dT) + d_{trop} + \lambda_1 (\alpha_1 N_1 + \alpha_2 N_2) + \varepsilon L$$

$$\alpha_1 = \frac{f_1^2}{(f_1^2 - f_2^2)} \div 2.546$$

$$\alpha_2 = \frac{-f_1 f_2}{(f_1^2 - f_2^2)} \div -1.984$$

4. GNSS 定位方式有些？(10 分)

測量與導航、絕對定位與相對定位、靜態與動態、PPP、AGPS

單點定位(point positioning)：又稱絕對定位(absolute positioning)、導航定位(navigation positioning)。以電碼距離為觀測量進行定位，以單獨一個觀測站接收訊號，是直接確定觀測站相對於坐標系原點(地球質心)絕對坐標的一種定位方法。

相對定位(relative positioning)：以載波相位為觀測量，大多以雙測站以上同時觀測，聯解而求得點與點間的基線向量。又可分為靜態與動態，靜態可分為靜態和快速靜態；動態可分為 DGPS (使用電碼，包含單基站差分 GPS、區域差分 GPS、廣域差分 GPS、廣域增強系統、區域增強系統) 和 KGPS (使用載波，包含虛擬動態測量、半動態測量、即時動態測量 RTK)。

5. 說明 GNSS 精度因子 DOP(Dilution of Precision)？其與衛星空間分佈關係為何？(10 分)

精度衰減因子(Dilution of Precision) 是衡量用戶在進行 GNSS 測量時所具備的幾何條件的定量指標，有描述高程和平面方向的 PDOP、描述平面方向的 HDOP、描述高程方向的 VDOP、描述時間方向的 TDOP、描述高程和平面和時間方向的 GDOP。

由於 GPS 單點定位的誤差和 DOP 的大小成正比，所以在虛擬距離觀測精度 σ_0 固定的情形下，只要能使 DOP 值降低，便可提高定位精度。由於 DOP 與觀測衛星的空間幾何分佈有密切關係，故 DOP 也稱為觀測衛星星座的圖形強度因子。因衛星的空間分佈是動態的，所以 DOP 值也是隨時變化的。假設由觀測站和 4 顆衛星所構成的六面體體積為 V ，則 GDOP 與 V 成反比。在相同測距精度的條件下，當六面體的體積越大，衛星的空間分佈範圍也越大，其 GDOP 值就越小，表明該用戶與衛星之間組成的幾何圖形越為健壯，對測距

誤差的放大作用越小，GNSS 服務提供的導航精度越高。

6. 名詞解釋(10 分，每小題 5 分)

(1) Precise Point Positioning (PPP)

精密單點定位(precise point positioning, PPP)技術：傳統 RTK 技術需要自行架設觀測參考站(Based Station)，且移動站與參考站之間距離有所限制。因此，發展出透過人造衛星或行動通訊網路，利用 IGS 或特定廠商提供的衛星的精密軌道和時鐘差資訊，使用者只需要利用一台的 GPS 雙頻接收機的觀測數據，在全球任意位置都可以達到即時的高精度定位，靜態的 PPP 點位精度達 cm 等級，已經可以與傳統測量方法的相對定位精度相比擬。

(2) Assisted Global Positioning System (AGPS)

輔助全球衛星定位系統 (Assisted Global Positioning System) 是透過基地台 signaling(control plane)或網路封包(user plane)取得 Navigation messages 輔助配合下進行 GPS 定位的運行方式。一般 GPS 使用太空中的 24 顆人造衛星來進行三角定位以獲得經緯度坐標，通常需要一個可視天空的開放環境和至少 4 顆 GPS 衛星信號才能進行 3D 定位。AGPS 則利用手機基地台的信號，輔以連接遠程伺服器的方式下載衛星星曆，可再配合傳統的 GPS 衛星接受器，讓定位的速度更快。

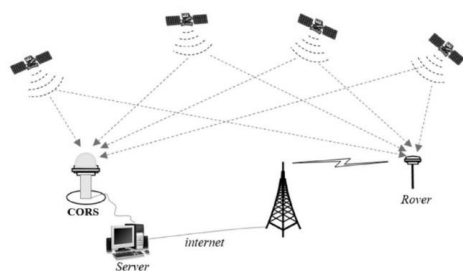
7. 何謂 DGNSS？試繪圖並說明其作業方法？DGNSS 之精度及用途？(10 分)

DGNSS (Differential Global Navigation Satellite System)：當相距不太遠的兩個測站同時分別進行單點定位時，環境誤差對兩站的影響大致相同。利用架設在已知位置之固定式 GPS 接收站所接收之觀測資料來計算其誤差量。將 GPS 單點定位求得的結果與已知站坐標比較，就可獲得誤差量——坐標修正量，再利用無線通訊設備將此誤差改正值即時傳送給用戶，改正值與

用戶所接收之觀測量合併一起計算，則可求得較高精度之定位坐標必須有一個經緯度坐標經過精確測量的固定地點，另有一個 GPS 接收器，在這個參考點接收 GPS 的信號。包含誤差的接收資料與參考點記錄的準確經緯度資料作比對，可以算出定位誤差的改正值。此數值反向轉換成為各衛星的虛擬距離改正量，作為位置的修正資料。修正資料再傳送至移動站，提供給接收儀進行修正。

精度可達 1~3 公尺，以及時處理方式處理資料則精度較差；後處理方式則精度較高。

用途有航海導航（自主導航、港口管理及進海系統、航路交通管理系統、跟蹤監視系統、緊急救援系統、GNSS 結合聲納用於水下儀器導航）、車輛定位及指揮調度（列車監控、野外作業、軍隊移動定位）等



8. DGNSS 所送的改正資料有哪幾種？DGNSS 的資料傳輸方法？(10 分)

改正資料有衛星星曆誤差、衛星時鐘誤差、電離層的誤差、對流層延遲誤差。以基站無線電數據連結、手機、衛星通訊、網路作為傳輸方法。

9. 請說明單站 RTK 之原理及應用？並說明與 DGNSS 之異同？(10 分)

RTK(Real Time Kinematic)技術是載波相位差分技術，即時處理兩個測站載波相位觀測量的差分方法。利用 2 台以上 GPS 接收機同時接收衛星信號，其中一台安置在已知座標點上作為基準站，另一台用來測定未知點的座標—稱移動站，基準站根據該點的準確座標求出其到衛星的距離改正數並將這一改正數發給移動站，移動站根據這一改正數來改正其定位結果，從而大大提高定位精度。可應用於 GIS、地籍圖、細部測量、監視、機器控制、精密農業等。

RTK 與 DGNSS 原理相同；不同之處在於 DGNSS 採用的是電碼的虛擬距離觀測量，RTK 採用的是載波相位觀測量。