

1 GNSS有幾大系統?

GPS: 美 (33顆均勻分布在6個近圓形軌道面上, 每軌道至少4顆)

(軌道高 20200 km, 週期 11 hr 58 min)

GLONASS: 俄 (24顆, 19100 km, 11h16 min)

GALILEO: 歐盟 (28顆, 23222 km, 減少對GPS依賴, 民用、商用)

BDS: 中 (2150 km, 12h58 min, 55顆完成, 49顆在軌)

2 應用

精確定時: 天文台、通訊系統基站、電視台

工程施工: 道路、橋樑、隧道工程測量

勘探測繪: 國家坐標系統、內政部衛星追蹤站

導航: 車、船、飛機、武器

定位: 民生 (登山、山難、Google眼鏡、車輛防盜、防走失、手機)

軍用 (軍艦、戰車、飛彈監控、目標物定位)

3 特性、優點

全球地面連續覆蓋 (全球各地)

連續即時導航定位 (24hr)

提供高精度三維坐標、時間

訊號抗干擾性強、保密性好

測站間無須通視

儀器操作簡便

全天候作業 (低頻訊號天氣差也OK)

經濟效益高

應用廣泛

4 軌道星曆、精度、日時

(牛頓疊代法求坐標)

廣播星曆 (C/A) = 1m
精密星曆 (P) = 10⁻⁹m
超快速精密 = 3~5 cm
快速精密 = 2.5 cm
精密 = 2.5 cm

提供克卜勒軌道參數、軌道擾動參數

提供衛星坐標、精度

5 IGS

鐘差標準差

X (km), Y (km), Z (km), 鐘差 t (ms) = 10⁻³ sec, X-sdev (mm), Y-sdev, Z-sdev, C-sdev (ps), 皮秒

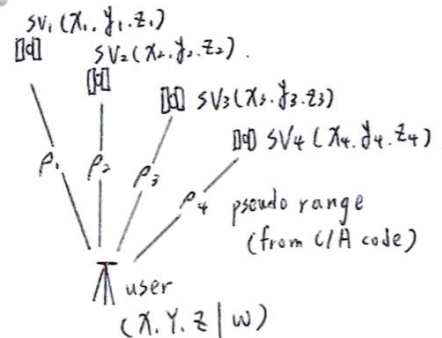
6 衛星運動速率約 3.86 km/s

V-t: 模軸時間、縱軸速度 (km/s)
a-t

可由 a-t 求力圖 (F=ma) → 橢圓軌道近日點遠日點受引力不同

圖約 2 週期 (1 週期 11 hr 58 min)

7 單點定位



$$(p_i - w)^2 = (x_i - X)^2 + (y_i - Y)^2 + (z_i - Z)^2$$

$$p_i = c \cdot t_i, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

t = 時間延遲

w = 接收儀的時鐘差等

未知數: X, Y, Z, w

已知數: WGS84 衛星坐標 (from 廣播星曆)

觀測量: t → p = c · t

求得 (X, Y, Z | w) → (φ, λ, h) WGS84

定位精度 10 m

8 GPS接收儀訊號有哪些檔案

觀測檔 O 檔: GPS 觀測資料 \rightarrow 及時定位

導航訊息檔 N 檔 = 廣播星曆 = 軌道資訊 (一參考時刻, 下克卜勒軌道元素, 九反映擾動參數) \rightarrow 導航

(氣象訊息檔 M 檔: 大氣壓力, 溫度, 濕度)

9 IGS = International GNSS Service: 國際 GNSS 服務

前身為國際 GPS 服務, 由 IAG 國際大地測量協會組建的國際協作組織, 及時提供 GPS 數據和高精度衛星星曆, 為大地測量學和地球動力學研究提供服務。

GNSS: Global Navigation Satellite System 全球導航衛星系統
可覆蓋全球的自主地利空間定位系統, 由衛星廣播傳送訊號給各接收器, 即可計算精確時間經緯度及高度位置。
GPS, GLONASS, BDS, GALILEO
全天候 24 hr 作業, 經濟效益高。

Pseudo range: 虛擬距離 / 偽距

衛星定位過程中地面接收儀到衛星間大概距離 $P = c \cdot t$
但因含有衛星時鐘誤差, 接收儀時鐘誤差, 電離層 / 對流層折射誤差, 整數週波差 m , 並非真正幾何距離故稱偽距。

RINEX: Receiver Independent Exchange Format

GNSS 領域中普遍被採用, 與接收儀無關的標準數據交換格式, 採用文本文件 (ASCII 碼) 存儲數據, 方便數據傳遞
GPS 觀測資料互相轉換, 及各種 GPS 計算軟體使用。

三種型態文件: O 檔, N 檔, M 檔

10 GPS 誤差來源 (1.5m ~ 15m)

衛星相關誤差: 軌道誤差, 衛星時鐘誤差

訊號傳播相關誤差: 對流延遲誤差, 電離層延遲誤差, 多路徑效應誤差, 其他雜訊

接收儀相關誤差: 天線相位中心變化^偽, 接收儀時鐘誤差, 週波未定位, 週波脫落, 其他觀測誤差

其他誤差: SA 效應, AS 效應

11 電離層延遲誤差: 減弱

電離層位於高度約 50 ~ 1000 km 的大氣範圍, 充滿離子化的粒子和電子, 呈不穩定狀態, 對無線電訊號會造成極大折射影響, 因此衛星訊號時間會形成延遲現象。

\rightarrow 雙頻觀測有效率達 95% (線性組合)
採高精度後處理衛星軌道星曆 \rightarrow 差分技術
電離層數學模式修正
盡量晚上觀測。

12 PPP: Precise Point Positioning: 精密單點定位

一種 GNSS 定位方法, 結合了精確衛星位置和有雙頻接收器的時鐘, 誤差可小至 cm。

AGPS: Assisted Global Positioning System

一種在基地台輔助定位下進行 GPS 定位的運行方式, 可利用手機基站的訊號配合傳統 GPS 衛星訊號讓定位速度更快。

地面一次差



衛星 k 的衛星時錶誤差 ΔT^k

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

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

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

空中一次差



接收儀A的接收儀時錶誤差 Δt_A

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

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

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

時間一次差

週波未定值

二次差



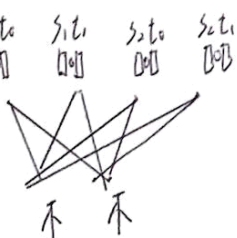
(地-: 衛星時錶誤差) + 接收儀時錶誤差 $c \Delta t_{AB}$

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

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

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

三次差



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

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

一次差： $\text{儀器} \times 2 + \text{衛星} \times 1 / \text{衛星} \times 2 + \text{儀器} \times 1$

二次差： $\text{儀器} \times 2 + \text{衛星} \times 2$

三次差： $\text{儀器} \times 2 + \text{衛星} \times 2 + (\text{計算繁複})$

小

相關性

大