DGNSS API

中華民國110年10月

# 目錄

[目錄 I](#_Toc86420312)

[圖目錄 II](#_Toc86420313)

[**一、** 相對定位 1](#_Toc86420314)

[1.1 差分模式 1](#_Toc86420315)

[1.1.1 一次差分 1](#_Toc86420316)

[1.1.2 二次差分 2](#_Toc86420317)

[1.2 DGNSS (Differential Global Navigation Satellite System) 2](#_Toc86420318)

[1.2.1 Block shift 2](#_Toc86420322)

[1.2.2 Range correction 3](#_Toc86420323)

[1.2.3 Correction projection 4](#_Toc86420324)

[1.3 RTK (Real-Time Kinematic) 6](#_Toc86420325)

[1.3.1 一次差相位觀測方程式 7](#_Toc86420326)

[1.3.2 二次差相位觀測方程式 8](#_Toc86420327)

[1.4 VRS(Virtual Reference Station) 8](#_Toc86420328)

[**二、** API 9](#_Toc86420329)

[2.1 API流程 9](#_Toc86420330)

[2.2 iOS修正座標流程 10](#_Toc86420331)

[2.3 Corr站點分布 10](#_Toc86420332)

[2.4 座標轉換程式 11](#_Toc86420333)

[參考文獻 13](#_Toc86420334)

圖目錄

[圖1- 1 Block shift 差分方式 2](#_Toc86420823)

[圖1- 2 Block shift(Position-domain DGPS)與單點定位(stand-alone GPS)比較[2] 3](#_Toc86420824)

[圖1- 3 Range correction 差分方式 3](#_Toc86420825)

[圖1- 4 H矩陣(E為仰角, Az為方向角)[3] 4](#_Toc86420826)

[圖1- 5 Correction projection流程 4](#_Toc86420827)

[圖1- 6 Correction projection 差分方式 5](#_Toc86420828)

[圖1- 7 Correction projection(DGPS-CP)與range correction(general DGPS)比較[2] 5](#_Toc86420829)

[圖2- 1原版API流程圖 9](#_Toc86420841)

[圖2- 2新版API流程圖 9](#_Toc86420842)

[圖2- 3 iOS修正座標流程 10](#_Toc86420843)

[圖2- 4站點分布圖 10](#_Toc86420844)

1. 相對定位

相對定位的基本原理為使用**至少兩個**接收機，其中一個設置於**已知點**上，另一個設置於**待測點**上，在兩個接收機同時進行觀測且距離不超過30公里的情況下，衛星時鐘誤差、軌道誤差、電離層與對流層折射誤差較為相近，因此可以利用線性組合的方式來消除或減低同誤差項[4]。

虛擬距離觀測方程式為：

(1)

其中：

上標g代表衛星g，下標 代表接收機

：衛星至接收機的虛擬距離觀測量(m)

：衛星至接收器的真實直線距離(m)。

：光速(m/s)

：接收機時鐘偏差

：衛星時鐘偏差

：電離層與對流層的延遲誤差量(m)。

：其他雜訊(m)。

## 差分模式

* + 1. 一次差分

地面一次差：兩個接收機、同時對1顆衛星的觀測量做差分，可消除衛星時鐘誤差。

(2)

空中一次差：一接收機同時對2顆不同衛星、的觀測量做差分，可消除接收機時鐘誤差。

(3)

* + 1. 二次差分

結合地面一次差及空中一次差之差分，可以消除衛星時鐘誤差及接收機時鐘誤差。

(4)

## DGNSS (Differential Global Navigation Satellite System)

透過已知座標的參考站廣播發送差分修正量給予使用者，並以此來消除誤差、提升定位精度，根據使用的差分修正方式不同，又可分為座標差分(Block shift)和距離差分(Range correction)兩種。

1. 2. 1. Block shift

透過比較參考站**真值座標**與**即時計算的座標**得出**座標的位移量**，使用者直接將計算後的座標扣除位移量。最容易實現的差分方式。只有當參考站及使用者皆使用相同的衛星組合進行定位解算時才能提升定位精度，否則可能造成更糟糕的定位結果。

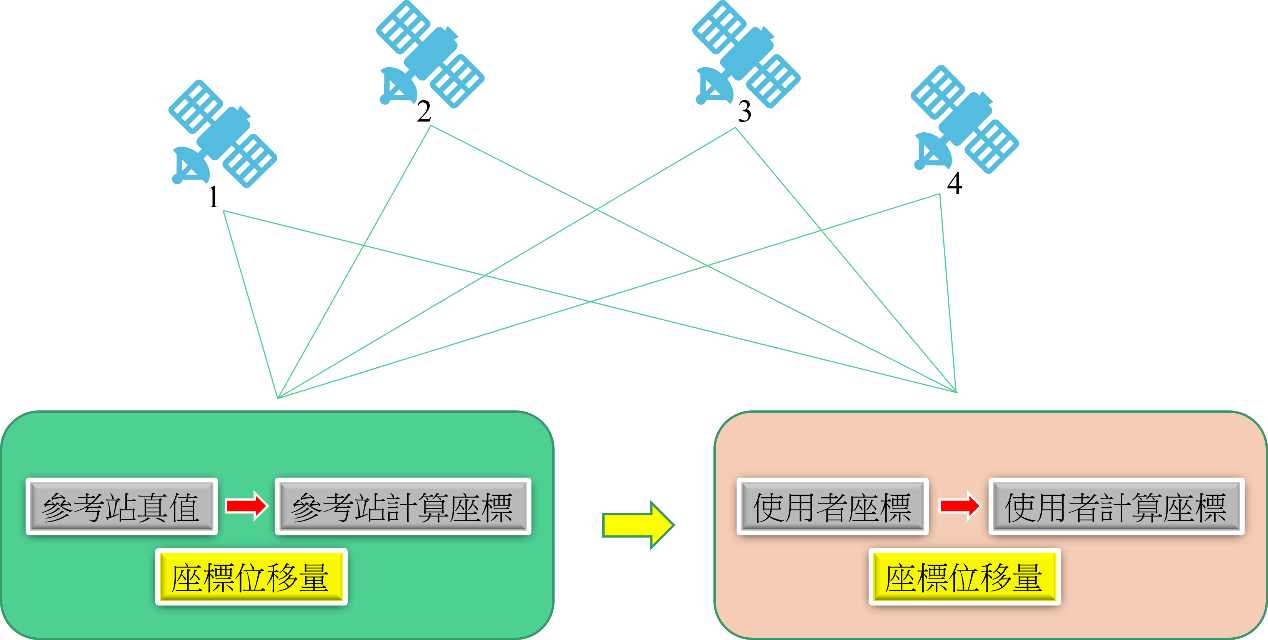


圖1- 1 Block shift 差分方式

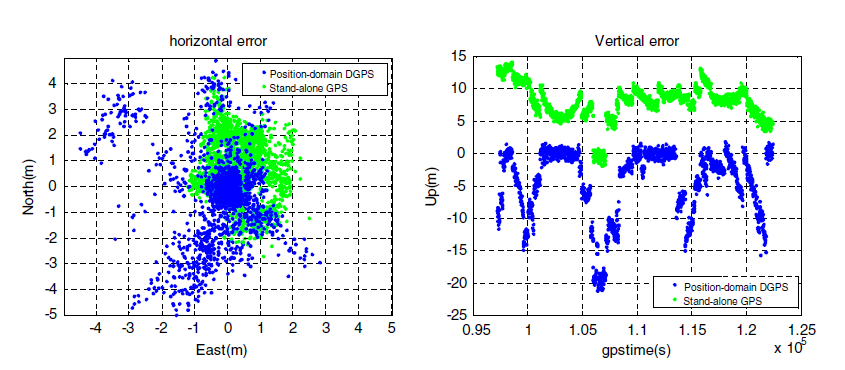


圖1- 2 Block shift(Position-domain DGPS)與單點定位(stand-alone GPS)比較[2]

* + 1. Range correction

透過已知座標的參考站估計出到**每顆可見衛星的距離**，再與參考站**接收到的虛擬距離觀測量**計算，產生出**每顆衛星的距離修正量**，使用者在計算座標時便可消除虛擬距離觀測量的誤差。使用者可以依照自身的接收到的衛星消除誤差，非常彈性且有效，是最為廣泛使用的差分定位方式。

一張含有 文字 的圖片

自動產生的描述

圖1- 3 Range correction 差分方式

* + 1. Correction projection

一種改良後的block shift差分方式，使用者透過GSA得到定位使用的衛星組合，選出使用到的**虛擬距離修正量組合**。由GSV得到衛星的**仰角、方向角**計算出H矩陣，再由H矩陣得出**投影矩陣**。以**虛擬距離修正量組合、投影矩陣**計算出**座標修正量**。最後將座標解加上座標修正量即可獲得更精確之定位解答。

一張含有 文字 的圖片

自動產生的描述

圖1- 4 H矩陣(E為仰角, Az為方向角)[3]

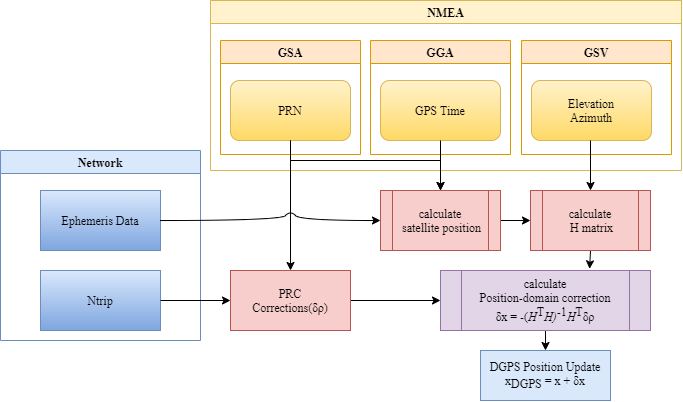


圖1- 5 Correction projection流程

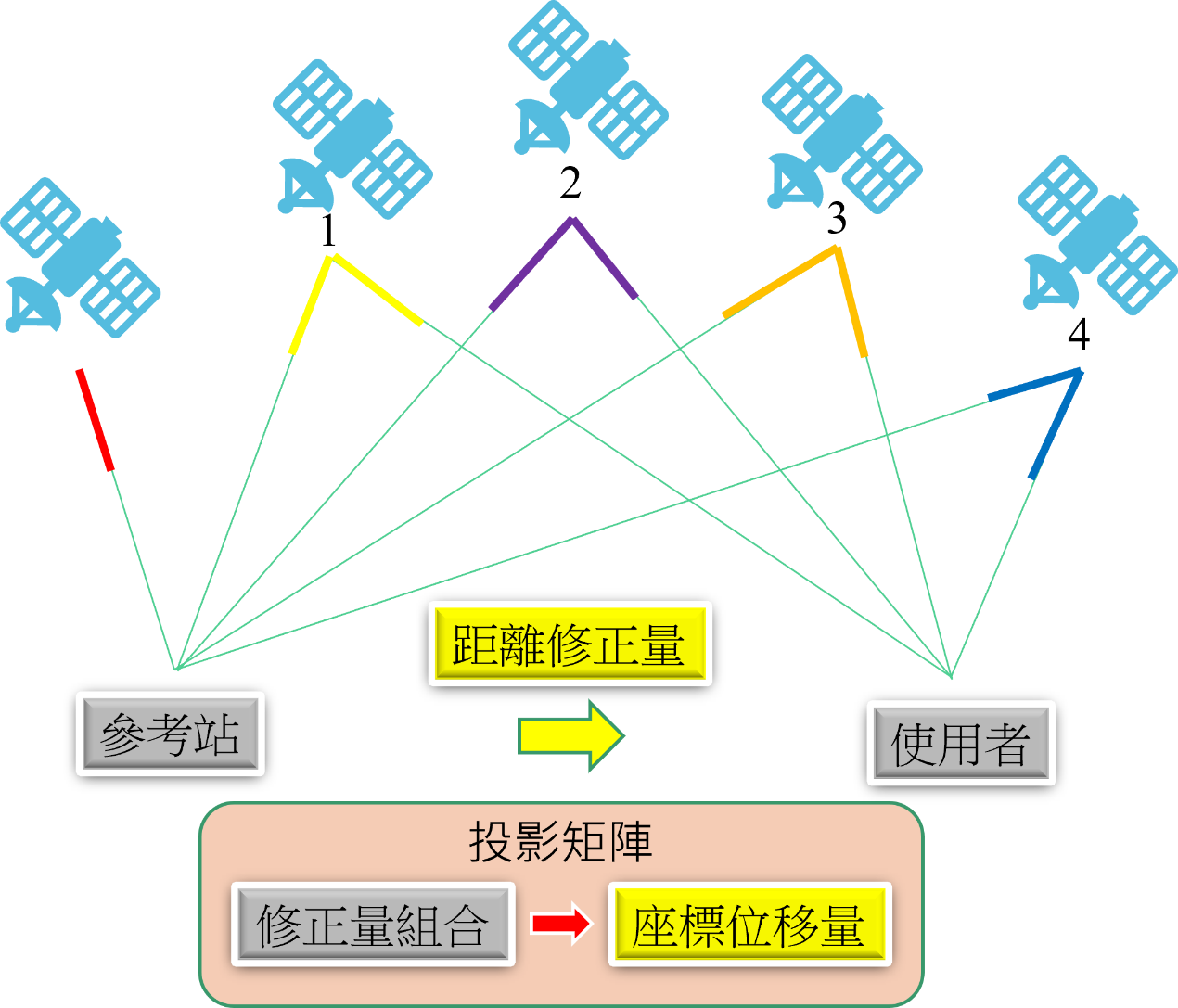


圖1- 6 Correction projection 差分方式

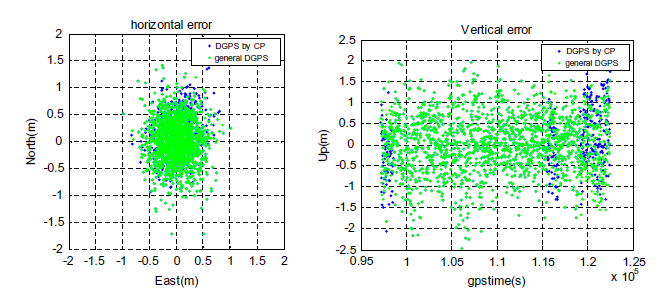


圖1- 7 Correction projection(DGPS-CP)與range correction(general DGPS)比較[2]

## RTK (Real-Time Kinematic)

DGNSS與RTK皆為差分定位求解，不同於DGNSS所使用的是虛擬距離觀測量，RTK採用的是載波相位觀測量，載波相位觀測是利用接收機本身的GPS時間複製與衛星一樣頻率的載波，於時刻將接收機的相位與所接收衛星訊號的相位進行比對，所得到的相位差即為載波相位觀測量[1]。

載波相位觀測方程式為：

(5)

其中：

：接收機的相位

：衛星訊號的相位

：載波頻率(Hz)

：整數相位模稜(cycle)

：其他雜訊(cycle)

式(5)中的包含多路徑效應、相位圖形及熱效應造成之雜訊，接收器及衛星硬體的延遲與時鐘偏差項在求解時是不可分的，因此可忽略。由於上述時間為衛星或是接收機本身的時鐘時間，與真正的系統時間之間會有一些偏差，若考慮接收機時鐘偏差，則接收機所複製的相位表示為：

(6)

其中：

：真正系統時間。

：接收機時鐘偏差。

式(5)中為衛星於(時所發出的，為訊號傳播時間，因此：

(7)

下標T代表發射訊號之時刻，將衛星時鐘的偏差量考慮進去後可改寫為：

(8)

由上述可將式(5)可改寫為：

(9)

其中須藉由衛星頻率描述，將衛星頻率以下式表示：

(10)

其中：

：衛星頻率發射時之偏差量。

：衛星頻率發射時之漂移量。

則為：

(11)

將式(11)代入式(9)可得：

(12)

由於數量級約為秒，因此衛星時鐘漂移量之影響可忽略不計，而、與時鐘偏差量不可分，所以將合併考慮。

(13)

將展開並省略高階項可得：

(14)

將式(13)代入式(12)：

(15)

* + 1. 一次差相位觀測方程式

以兩接收機、於同一時間觀測同一衛星，所得之兩個原始相位觀測方程式之差，即為地面一次差相位觀測方程式，如下：

(16)

其中：

，衛星至接收機、之幾何直線距離。

，電離層及對流層差分距離影響。

，接收機、的相位模稜之差分量。

由式(16)可知，已藉由地面一次差分消除因衛星時鐘誤差形成之項。

* + 1. 二次差相位觀測方程式

以兩接收機、在同一時間觀測，對兩顆衛星、分別組成的一次差相位觀測方程式之差，即為二次差相位觀測方程式，如下：

(17)

其中：

## VRS(Virtual Reference Station)

VRS，即虛擬參考站技術，是一種網絡RTK技術，在一區域建立構成網狀覆蓋的多個基準站，根據移動站的定位座標，在附近選出一組最佳的基準站，控制中心將各個基準站的實際觀測量整合後，將高精度的差分訊息發送給移動站，相當於在移動站旁邊建立一個虛擬基準站，解決了RTK距離上的限制。

1. API

原API之修正量來源為國土測繪中心，修正量主站資料以台中區為準，今年度改由農試所RTK服務伺服器(IP：59.125.10.251, port：2101, mountpoint：FKP)，為改善修正量區域相似性，在台灣均勻分布設立32個主站，同時各自向農試所伺服器發送NMEA-GNGGA定位訊息，取得此32組主站座標之虛擬主站觀測量。

使用者部分透過token獲取API使用權限，並發送NMEA-GNGGA定位訊息，API再判斷後分配距離最近之站點原始觀測量給使用者。

1. API流程

由原版API改為新版API需將原來的單站點增加到32個站點，並將要求資料的Ntrip由國土改為農試所提供，而發送給User的資料也由原來API需自行解碼後包裝成JSON改為直接發送最近站點之RTCM原始觀測量。

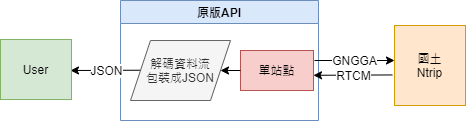


圖2- 1原版API流程圖

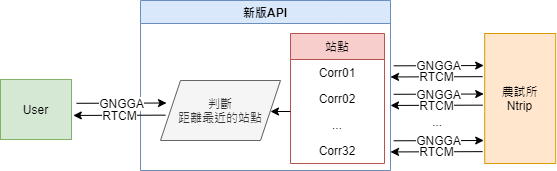


圖2- 2新版API流程圖

1. iOS修正座標流程

由於iOS本身不輸出NMEA訊息，因此需要額外再從Gpprd API (<http://140.121.130.58/GpsDataWebService.asmx/GetNMEA_GSV>)取得GSV資料，再進行DGNSS - Correction Projection (見1.2.3) 差分修正，最後輸出DGNSS修正座標。

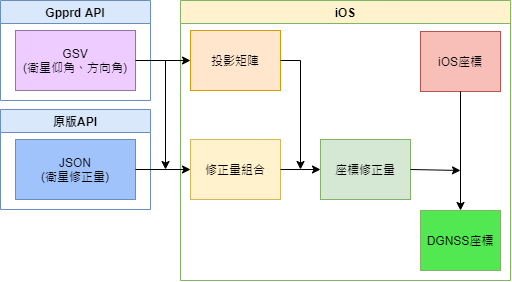


圖2- 3 iOS修正座標流程

1. Corr站點分布

一張含有 地圖 的圖片

自動產生的描述

圖2- 4站點分布圖

各站點固定向Ntrip發送之GNGGA訊息：

1. $GNGGA,080000.00,2512.708288,N,12132.987958,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5F
2. $GNGGA,080000.00,2503.712428,N,12123.362518,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*51
3. $GNGGA,080000.00,2503.712428,N,12142.964578,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*53
4. $GNGGA,080000.00,2450.705574,N,12108.395758,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5F
5. $GNGGA,080000.00,2450.705574,N,12123.332518,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5D
6. $GNGGA,080000.00,2450.705574,N,12140.400178,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5C
7. $GNGGA,080000.00,2434.866174,N,12055.887558,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*50
8. $GNGGA,080000.00,2434.866174,N,12111.307078,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*55
9. $GNGGA,080000.00,2434.866174,N,12125.580958,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*50
10. $GNGGA,080000.00,2434.866174,N,12138.415378,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*59
11. $GNGGA,080000.00,2412.612774,N,12038.465898,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*55
12. $GNGGA,080000.00,2412.612774,N,12056.797518,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*56
13. $GNGGA,080000.00,2412.612774,N,12114.562498,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*50
14. $GNGGA,080000.00,2412.612774,N,12127.731118,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*59
15. $GNGGA,080000.00,2353.230074,N,12028.826718,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*59
16. $GNGGA,080000.00,2353.230074,N,12045.508518,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*51
17. $GNGGA,080000.00,2353.230074,N,12106.664338,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5A
18. $GNGGA,080000.00,2353.230074,N,12122.817298,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5D
19. $GNGGA,080000.00,2329.294034,N,12020.039118,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*56
20. $GNGGA,080000.00,2329.294034,N,12041.815818,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5E
21. $GNGGA,080000.00,2329.294034,N,12101.813158,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*50
22. $GNGGA,080000.00,2329.294034,N,12118.091818,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*57
23. $GNGGA,080000.00,2306.090954,N,12017.394978,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5C
24. $GNGGA,080000.00,2306.090954,N,12037.519158,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*57
25. $GNGGA,080000.00,2306.090954,N,12057.488238,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5D
26. $GNGGA,080000.00,2306.090954,N,12114.917758,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*53
27. $GNGGA,080000.00,2245.258294,N,12024.398838,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*52
28. $GNGGA,080000.00,2245.258294,N,12041.561178,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5C
29. $GNGGA,080000.00,2245.258294,N,12056.642358,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*58
30. $GNGGA,080000.00,2229.095674,N,12035.483298,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*5C
31. $GNGGA,080000.00,2229.095674,N,12048.742458,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*52
32. $GNGGA,080000.00,2212.133620,N,12047.118678,E,1,12,0,0,M,0,M,,\*50
33. 座標轉換程式

$GNGGA 語句的基本格式如下（其中 M 為單位公尺，hh 指校驗和，CR 和 LF 代表回車換行，下同）：

$GNGGA,(1),(2),(3),(4),(5),(6),(7),(8),(9),M,(10),M,(11),(12)\*hh(CR)(LF)

1. UTC 時間，格式爲 hhmmss.ss；
2. 緯度，格式爲 ddmm.mmmmm（度分格式）；
3. 緯度半球，N 或 S（北緯或南緯）；
4. 經度，格式爲 dddmm.mmmmm（度分格式）；
5. 經度半球，E 或 W（東經或西經）；
6. 定位狀態；
7. 正在使用的用於定位的衛星數量（00~12）
8. HDOP 水平精確度因子（0.5~99.9）
9. 海拔高度（-9999.9 到 9999.9 米）
10. 大地水準面高度（-9999.9 到 9999.9 米）
11. 差分時間
12. 差分參考基站標號

緯度(2)、經度(3)之度分格式轉換為度格式：

dd.dddd = dd + mm.mmmmm/60.0

高度為海拔高度(9)與大地水準面高度(10)相加

將GNGGA的緯度、經度、高度取出後以如下程式碼轉換成ECEF-XYZ座標，如此便可以計算出兩點之間的歐幾里得距離。

#define RE\_WGS84 6378137.0 /\* earth semimajor axis (WGS84) (m) \*/

#define FE\_WGS84 (1.0/298.257223563)/\* earth flattening (WGS84) \*/

/\* transform geodetic to ecef position --------------------------------

\* transform geodetic position to ecef position

\* args : double \*pos I geodetic position {lat,lon,h} (rad,m)

\* double \*r　　 O ecef position {x,y,z} (m)

\* notes : WGS84, ellipsoidal height

\*-----------------------------------------------------------------------------\*/

void pos2ecef(const double \*pos, double \*r)

{

double sinp=sin(pos[0]),cosp=cos(pos[0]),sinl=sin(pos[1]),cosl=cos(pos[1]);

double e2=FE\_WGS84\*(2.0-FE\_WGS84),v=RE\_WGS84/sqrt(1.0-e2\*sinp\*sinp);

r[0]=(v+pos[2])\*cosp\*cosl;

r[1]=(v+pos[2])\*cosp\*sinl;

r[2]=(v\*(1.0-e2)+pos[2])\*sinp;

}

參考文獻

1. 林修國. (1997). 模稜求定與時鐘偏差估計應用於衛星相對定位及姿態求解. 博士論文, 國立中央大學, 中壢.
2. DGPS enhancement to GPS NMEA output data: DGPS by correction projection to position-domain, Journal of Navigation, March 2013
3. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., and Wasle, E., 2008. GNSS-Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. New York, USA: Springer-Verlag Wien.
4. Parkinson, B., 1996. Global Positioning System: Theory and Applications. Volume I