

Wyznaczenie pozycji odbionika na podstawie obserwacji kodowych

ostatnia aktualizacja
15 maja 2015

Dane nawigacyjne

rnx2pos

```
ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/BRDC/$(YYYY)$/$(DOY)$/  
brdc$(DOY)$0.$(YY)$.Z
```

lub

```
ftp://cddis.nasa.gov/gps/data/daily/$(YYYY)$/  
$(DOY)$/$(YY)$n/$(SSSS)$$$(DOY)$0.$(YY)$.Z
```

Dane obserwacyjne

```
ftp://cddis.nasa.gov/gps/data/daily/$(YYYY)$/  
$(DOY)$/$(YY)$o/$(SSSS)$$$(DOY)$0.$(YY)$.Z
```

Dane nawigacyjne

rnx2pos

<ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/BRDC/2015/015/>

[brdc0150.15.Z](#)

lub

<ftp://cddis.nasa.gov/gps/data/daily/2015/015/>

[15n/joze0150.15.Z](#)

Dane obserwacyjne

<ftp://cddis.nasa.gov/gps/data/daily/2015/015/>

[15o/joze0150.15.Z](#)

```

      2.11          N: GPS NAV DATA          RINEX VERSION / TYPE
teqc 2013Mar15    BKG Frankfurt          20150116 00:16:12UTCPGM / RUN BY / DATE
16
1.6764D-08 -7.4506D-09 -5.9605D-08 1.1921D-07 ION ALPHA
1.3107D+05 -1.4746D+05 6.5536D+04 -1.3107D+05 ION BETA
9.313225746155D-10 1.776356839400D-15 503808 1827 DELTA-UTC: A0,A1,T,W
Linux 2.4.21-27.ELsmp|Opteron|gcc -static|Linux x86_64|=+ COMMENT
teqc 2013Mar15    BKG Frankfurt          20150115 07:23:05UTC COMMENT
MAKERINEX 2.0.11285 AAU/NTRIPSO5        2015-01-15 01:03 COMMENT
Concatenated RINEX files (7/24)          COMMENT
Concatenated RINEX files (31/)          COMMENT

```

rnx2pos

END OF HEADER

```

21 15 1 14 23 59 44.0 -4.063108935952D-04 -2.501110429876D-12 0.000000000000D+00
1.100000000000D+01 -1.796875000000D+01 5.423440193768D-09 1.446137199065D+00
-1.205131411552D-06 2.200543775689D-02 6.897374987602D-06 5.153625991821D+03
3.455840000000D+05 -4.731118679047D-07 4.335163627937D-01 -2.682209014893D-07
9.335122566925D-01 2.391250000000D+02 -1.959937034353D+00 -8.658217792381D-09
1.303625729816D-10 1.000000000000D+00 1.827000000000D+03 0.000000000000D+00
2.000000000000D+00 0.000000000000D+00 -1.164153218269D-08 1.100000000000D+01
3.417300000000D+05
12 15 1 14 23 59 28.0 2.614096738398D-04 2.955857780762D-12 0.000000000000D+00
1.000000000000D+00 -7.287500000000D+01 3.775157250453D-09 2.023477997524D+00
-3.812834620476D-06 5.147814983502D-03 7.135793566704D-06 5.153758096695D+03
3.455680000000D+05 -1.136213541031D-07 -1.603887998956D+00 5.587935447693D-09
9.888773978900D-01 2.569687500000D+02 5.017088012711D-01 -7.817825643818D-09
-2.064371703653D-10 1.000000000000D+00 1.827000000000D+03 0.000000000000D+00
2.000000000000D+00 0.000000000000D+00 -1.210719347000D-08 1.000000000000D+00
3.432000000000D+05
2 15 1 15 2 0 0.0 5.419175140560D-04 2.273736754432D-12 0.000000000000D+00
6.300000000000D+01 -1.575000000000D+01 5.159857785931D-09 -1.569626334654D+00
-8.065253496170D-07 1.419301540591D-02 6.074085831642D-06 5.153741895676D+03
3.528000000000D+05 3.147870302200D-07 4.178662100106D-01 -1.620501279831D-07
9.405097581323D-01 2.501562500000D+02 -2.341148060294D+00 -8.191055476053D-09
1.646497154644D-10 1.000000000000D+00 1.827000000000D+03 0.000000000000D+00
2.000000000000D+00 0.000000000000D+00 -2.048909664154D-08 6.300000000000D+01
3.456000000000D+05
5 15 1 15 2 0 0.0 -2.927510067821D-04 5.115907697473D-12 0.000000000000D+00
7.000000000000D+01 -9.687500000000D-01 4.804485840406D-09 7.563692019961D-01

```

```

2.11 OBSERVATION DATA G (GPS) RINEX VERSION / TYPE
teqc 2013Mar15 IG&GA WUT 20150116 00:05:01UTCPGM / RUN BY / DATE
Linux 2.4.21-27.ELsmp|Opteron|gcc -static|Linux x86_64|+= COMMENT
BIT 2 OF LLI FLAGS DATA COLLECTED UNDER A/S CONDITION COMMENT
JOZE MARKER NAME
12204M001 MARKER NUMBER
Automatic IG&GA WUT OBSERVER / AGENCY
4002A27500 TRIMBLE 4000SSI 7.29 REC # / TYPE / VERS
23525 TRM14532.00 NONE ANT # / TYPE
3664938.4340 1409153.9645 5009572.3074 APPROX POSITION XYZ
0.1980 0.0000 0.0000 ANTENNA: DELTA H/E/N
1 1 WAVELENGTH FACT L1/2
4 L1 L2 C1 P2 # / TYPES OF OBSERV
16 LEAP SECONDS
SNR is mapped to RINEX snr flag value [1-9] COMMENT
L1: 3 -> 1; 8 -> 5; 40 -> 9 COMMENT
L2: 1 -> 1; 5 -> 5; 60 -> 9 COMMENT
2015 1 15 0 0 0.0000000 GPS TIME OF FIRST OBS
END OF HEADER

15 1 15 0 0 0.0000000 0 9G14G02G29G31G10G05G12G06G25
13664665.782 3 24892613.053
-3581086.47747 -1345868.83246 22217800.9294 22217801.5984
-14012198.59147 -9702493.98346 20512849.0854 20512852.3914
-7477180.98446 -5702725.88046 21968282.5504 21968285.8914
-205658.98344 -140284.56345 24274656.5864 24274663.2214
-863282.34545 -563300.92945 25183263.4584 25183267.9714
4434616.35447 4075393.33646 22090532.1474 22090536.2504
12448110.59341 24933811.4044
-11432713.15948 -6391003.40446 20311698.9614 20311705.1974
15 1 15 0 0 30.0000000 0 9G14G02G29G31G10G05G12G06G25
13785627.188 3 24915630.590
-3510349.27747 -1290748.92946 22231261.4004 22231263.4514
-14021525.97147 -9709762.06346 20511074.1274 20511077.5504
-7488487.82946 -5711536.41546 21966130.7754 21966134.3734
-199282.53845 -135315.93945 24275870.3324 24275876.3804
-919821.72545 -607357.55645 25172504.3554 25172506.5234
4547861.59947 4163636.34046 22112082.4074 22112086.4284
12580189.27341 24958945.9404

```

rnx2pos

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00

- Wybór satelitów i odpowiednich obserwacji (co najmniej 5 satelitów – tutaj wszystkie)

```
sv 11 : 10 16 07 06 20 02 32 03 09 31 23
C1P2 sv 10 22559648.562 22559655.361
C1P2 sv 16 24871285.401 24871297.181
C1P2 sv 07 24132796.121 24132805.041
C1P2 sv 06 21642843.456 21642852.540
C1P2 sv 20 20273101.594 20273107.186
C1P2 sv 02 24245152.251 24245157.737
C1P2 sv 32 25575562.852 25575575.324
C1P2 sv 03 21810009.454 21810018.035
C1P2 sv 09 20998626.788 20998633.740
C1P2 sv 31 25096487.216 NaN
C1P2 sv 23 20605694.467 20605697.527
```

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki

2015-1-15 T12:12:00 cd

rnx2pos

- wybór odpowiednich epok dla wybranych satelitów z pliku nawigacyjnego i obliczenie na ich podstawie współrzędnych (przykład na wcześniejszych zajęciach)

Jaką epokę wybrać? na jaką epokę policzyć?

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- wybór odpowiednich epok dla wybranych satelitów z pliku nawigacyjnego i obliczenie na ich podstawie współrzędnych (przykład na wcześniejszych zajęciach)

$$t^s = t - \frac{P}{c}$$

10	0.0753
16	0.0830
7	0.0805
6	0.0722
20	0.0676
2	0.0809
32	0.0853
3	0.0728
9	0.0700
31	0.0837
23	0.0687

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- Obliczenie współrzędnych satelitów obserwowanych na wybraną epokę na podstawie danych z depezy nawigacyjnej

10	11034926.279	-14510140.578	18790773.235
16	173722.061	25774050.357	5479249.719
07	25675049.260	6834586.121	-3048539.456
06	16093435.204	-8859118.264	19166060.572
20	16939653.044	7152194.030	19043358.394
02	860265.048	-16089997.621	21494284.175
32	4445252.591	26448683.680	1488356.119
03	13117950.852	19379934.519	12524283.245
09	20165094.753	-2007197.077	17167217.406
31	-14012341.488	9735611.486	20588674.344
23	14068279.870	7883063.077	21291587.617

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- Obliczenie współrzędnych satelitów obserwowanych na czas emisji na podstawie danych z depezy nawigacyjnej

10	11034875.071	-14510321.149	18790662.835
16	173748.372	25774105.878	5478987.486
07	25675025.056	6834559.191	-3048792.661
06	16093270.758	-8859181.367	19166169.541
20	16939618.207	7152030.788	19043449.186
02	860058.576	-16090056.349	21494251.761
32	4445274.154	26448664.885	1488620.678
03	13117943.661	19379817.648	12524471.995
09	20165199.635	-2007308.889	17167081.254
31	-14012141.098	9735689.504	20588771.794
23	14068415.234	7882939.037	21291546.731

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- Obliczenie współrzędnych satelitów obserwowanych na czas emisji na podstawie danych z depezy nawigacyjnej

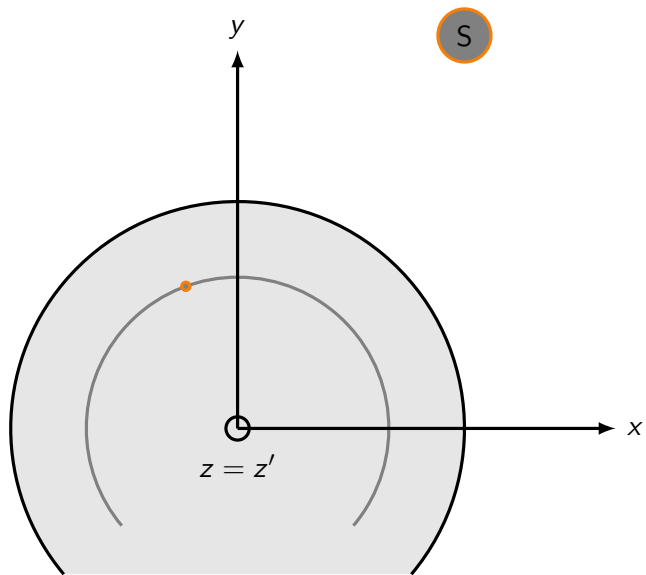
10	11034875.071	-14510321.149	18790662.835
16	173748.372	25774105.878	5478987.486
07	25675025.056	6834559.191	-3048792.661
06	16093270.758	-8859181.367	19166169.541
20	16939618.207	7152030.788	19043449.186
02	860058.576	-16090056.349	21494251.761
32	4445274.154	26448664.885	1488620.678
03	13117943.661	19379817.648	12524471.995
09	20165199.635	-2007308.889	17167081.254
31	-14012141.098	9735689.504	20588771.794
23	14068415.234	7882939.037	21291546.731

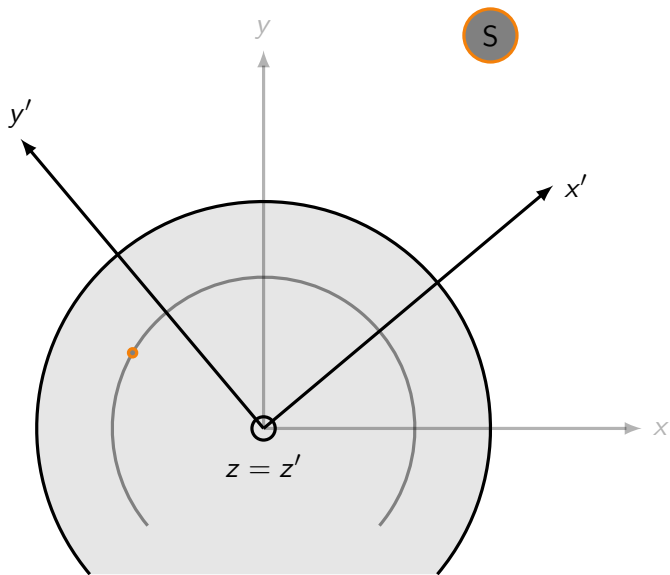
Podpowiedź: pliki z efemerydami precyzyjnymi są w układzie ziemskim

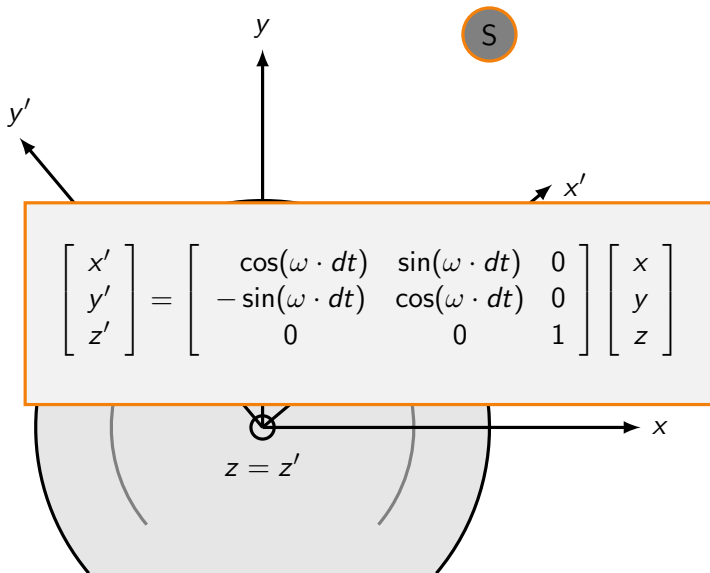
Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- Przeliczenie współrzędnych satelitów do obróconego układu ziemskiego w czasie transmisji sygnału

10	11034795.447	-14510381.702	18790662.835
16	173904.296	25774104.827	5478987.486
07	25675065.175	6834408.478	-3048792.661
06	16093224.120	-8859266.088	19166169.541
20	16939653.475	7151947.255	19043449.186
02	859963.687	-16090061.420	21494251.761
32	4445438.691	26448637.231	1488620.678
03	13118046.471	19379748.057	12524471.995
09	20165189.382	-2007411.886	17167081.254
31	-14012081.667	9735775.040	20588771.794
23	14068454.744	7882868.525	21291546.731







Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- ułożenie macierzy z równaniami obserwacyjnymi dopiero po korekcji pseudoodległości

```
sv 11 : 10 16 07 06 20 02 32 03 09 31 23
C1P2 sv 10 22559648.562 22559655.361
C1P2 sv 16 24871285.401 24871297.181
C1P2 sv 07 24132796.121 24132805.041
C1P2 sv 06 21642843.456 21642852.540
C1P2 sv 20 20273101.594 20273107.186
C1P2 sv 02 24245152.251 24245157.737
C1P2 sv 32 25575562.852 25575575.324
C1P2 sv 03 21810009.454 21810018.035
C1P2 sv 09 20998626.788 20998633.740
C1P2 sv 31 25096487.216 NaN
C1P2 sv 23 20605694.467 20605697.527
```


Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- ułożenie macierzy z równaniami obserwacyjnymi dopiero po korekcji pseudoodległości
Korekcja pseudoodległości o błąd zegara!

$$P_i = P_i + c \cdot \delta t^s$$

C1P2	sv	10	22512022.905	22512029.704
C1P2	sv	16	24821883.617	24821895.397
C1P2	sv	07	24262220.127	24262229.047
C1P2	sv	06	21658495.188	21658504.272
C1P2	sv	20	20356711.000	20356716.592
C1P2	sv	02	24407639.278	24407644.764
C1P2	sv	32	25501498.697	25501511.169
C1P2	sv	03	21854876.046	21854884.627
C1P2	sv	09	20981874.675	20981881.627
C1P2	sv	31	25194048.552	NaN
C1P2	sv	23	20581155.776	20581158.836

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- ułożenie macierzy z równaniami obserwacyjnymi dopiero po korekcji pseudoodległości
Korekcja pseudoodległości o błąd zegara!

$$P_i = P_i + c \cdot \delta t^5$$

C1P2	sv	10	22512022.905	22512029.704
C1P2	sv	16	24821883.617	24821895.397
C1P2	sv	07	24262220.127	24262229.047
C1P2	sv	06	21658495.188	21658504.272
C1P2	sv	20	20356711.000	20356716.592
C1P2	sv	02	24407639.278	24407644.764
C1P2	sv	32	25501498.697	25501511.169
C1P2	sv	03	21854876.046	21854884.627
C1P2	sv	09	20981874.675	20981881.627
C1P2	sv	31	25194048.552	NaN
C1P2	sv	23	20581155.776	20581158.836

Współrzędne przybliżone odbiornika

rec_approx	xyz	3664938.434	1409153.965	5009572.307
rec_approx	blh	52.097	21.032	141.194

a jak nie mamy wsp. przybliżonych?

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki 2015-1-15 T12:12:00 cd

- ułożenie macierzy z równaniami obserwacyjnymi dopiero po korekcji pseudoodległości
Korekcja pseudoodległości o błąd zegara!

$$P_i = P_i + c \cdot \delta t^s$$

C1P2	sv	10	22512022.905	22512029.704
C1P2	sv	16	24821883.617	24821895.397
C1P2	sv	07	24262220.127	24262229.047
C1P2	sv	06	21658495.188	21658504.272
C1P2	sv	20	20356711.000	20356716.592
C1P2	sv	02	24407639.278	24407644.764
C1P2	sv	32	25501498.697	25501511.169
C1P2	sv	03	21854876.046	21854884.627
C1P2	sv	09	20981874.675	20981881.627
C1P2	sv	31	25194048.552	NaN
C1P2	sv	23	20581155.776	20581158.836

Współrzędne przybliżone odbiornika

rec_approx	xyz	3664938.434	1409153.965	5009572.307
rec_approx	blh	52.097	21.032	141.194

a jak nie mamy wsp. przybliżonych?

xyz = [0, 0, 0]

$$P = R(x_o^p, y_o^p, z_o^p) - \frac{x_s - x_o^p}{R^p} \Delta x - \frac{y_s - y_o^p}{R^p} \Delta y - \frac{z_s - z_o^p}{R^p} \Delta z + c \cdot \delta t$$

Macierz współczynników przy niewiadomych G ,

$$G = \begin{bmatrix} -\frac{x_s - x_o^p}{R^p} & -\frac{y_s - y_o^p}{R^p} & -\frac{z_s - z_o^p}{R^p} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Wektor wyrazów wolnych L ,

$$L = \begin{bmatrix} P - \sqrt{(x_s - x_o^p)^2 + (y_s - y_o^p)^2 + (z_s - z_o^p)^2} \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Rozwiązanie x ,

$$[\Delta x \quad \Delta y \quad \Delta z \quad c\delta t]^T = (G^T G)^{-1} \cdot (G^T L)$$

Przykład rozwiązania ćwiczenia dla epoki

2015-1-15 T12:12:00 cd

rnx2pos

- Wkrótce www.grat.gik.pw.edu.pl/dydaktyka

Przypomnienie

rnx2pos

$$P = R(x_o^p, y_o^p, z_o^p) - \frac{x_s - x_o^p}{R^p} \Delta x - \frac{y_s - y_o^p}{R^p} \Delta y - \frac{z_s - z_o^p}{R^p} \Delta z + c \cdot \delta t$$

$+ I + T + \epsilon$

Macierz współczynników przy niewiadomych G ,

$$G = \begin{bmatrix} -\frac{x_s - x_o^p}{R^p} & -\frac{y_s - y_o^p}{R^p} & -\frac{z_s - z_o^p}{R^p} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Wektor wyrazów wolnych L ,

$$L = \begin{bmatrix} P - \sqrt{(x_s - x_o^p)^2 + (y_s - y_o^p)^2 + (z_s - z_o^p)^2} - I - T \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Rozwiązanie x ,

$$[\Delta x \quad \Delta y \quad \Delta z \quad c\delta t]^T = (G^T G)^{-1} \cdot (G^T L)$$