

System nawigacji satelitarnej GPS, część 9

Komunikacja z odbiornikiem GPS

Poprzedni odcinek kursu o systemie GPS zainteresował z pewnością praktyków, jako że opisywaliśmy w nim w jaki sposób można odczytać dane z modułu GPS do komputera lub dowolnego systemu mikroprocesorowego. Niniejszy odcinek jest kontynuacją tego tematu – zapoznajemy się w nim ze strukturą kilku najważniejszych wiadomości NMEA.

Wiadomości NMEA odbiorników GPS

Istnieje wiele standardowych wiadomości NMEA, które mogą być wysyłane przez odbiorniki GPS. Zwykle jednak tylko kilka najważniejszych z nich jest implementowanych przez producentów typowych odbiorników nawigacyjnych. Ilość tych wiadomości jest tym większa im wyższa jest klasa odbiornika i im więcej dodatkowych funkcji on posiada (np. wbudowany kompas, wysokościomierz, itp.). Najczęściej wykorzystywane w praktyce wiadomości NMEA zestawiono w **tab. 2**. Podano również ich maksymalne długości liczone łącznie ze znakiem startowym '\$' i znakami kończącymi <CR><LF>.

Producenci odbiorników GPS często stosują również dodatkowe własne wiadomości o składni podobnej



do wiadomości NMEA. Mogą to być zarówno wiadomości wysyłane przez odbiornik (wiadomości wyjściowe) jak i komendy służące do jego konfiguracji (wiadomości wejściowe). Tego typu niestandardowe wiadomości NMEA mają ID rozpoczynające się literą P (od *proprietary*) oraz zawierające 3-literowy skrót nazwy producenta odbiornika lub układu, na którym bazuje odbiornik (np. GRM w odbiornikach firmy Garmin, SRF w odbiornikach z układem SiRF, itd.) i kończące się numerem lub literowym oznaczeniem rodzaju wiadomości.

Szczególnie przydatne w praktyce mogą okazać się komendy wejściowe, które można wykorzystać np. do inicjalizacji odbiornika GPS danymi z własnego urządzenia. Wprowadzenie przybliżonego położenia, czasu i daty może znacząco przyspieszyć ustalenie położenia przez odbiornik. Niekiedy komendy wejściowe umożliwiają także konfigurowanie odbiornika, np. włączanie oszczędnych trybów pracy, zmianę częstotliwości i rodzaju wysyłanych wiadomości, ustawień portu szeregowego, itp.

Przykład niestandardowej wiadomości NMEA, stanowiącej komendę wejściową inicjalizującą odbiornik GPS, przedstawiono na **rys. 34**.

Obecnie zostanie omówiona zawartość najczęściej wykorzystywanych w praktyce standardowych wiadomości wyjściowych NMEA, pochodzących z odbiorników GPS. Do ich omówienia posłużymy się przykładem danych odebranych z odbiornika GPS-MS1 szwajcarskiej firmy μ -Blox, w którym zaimplementowano wersję 2.20 protokołu NMEA-0183. Odbiornik został skonfigurowany w taki sposób, aby raz na sekundę wysyłał wszystkie dostępne wiadomości NMEA. Poniżej przedstawiono ciąg danych odebranych za pomocą programu *Hyperterminal*, przesłanych w ciągu jednej sekundy z odbiornika GPS do komputera PC:

Tab. 2. Najczęściej wykorzystywane wiadomości NMEA

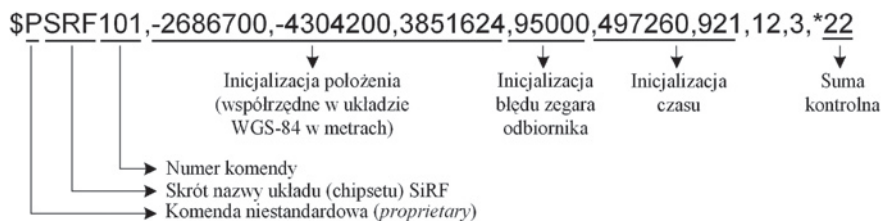
ID wiadomości	Opis wiadomości	Maksymalna długość
GGA	Wyznaczone w odbiorniku dane nawigacyjne GPS (Global positioning system fixed data)	82
GLL	Położenie geograficzne – szerokość/długość geograficzna (Geographic position latitude/longitude)	51
GSA	Współczynniki „rozmycia” dokładności DOP i numery PRN satelitów użytych w rozwiązaniu nawigacyjnym, śledzonych w poszczególnych kanałach odbiornika GPS (GNSS DOP and active satellites)	67
GSV	Numer PRN i położenie potencjalnie widocznych satelitów oraz względna siła odbieranych sygnałów (GNSS satellites in view)	60 (w jednej linii)
RMC	Rekomendowana wiadomość zawierająca minimalny zestaw danych nawigacyjnych GNSS (Recommended minimum specific GNSS data)	75
VTG	Kurs i prędkość podróży (Course over ground and ground speed)	40

Przykład:

```

$GPGGA,092842.094,5215.2078,N,02054.3681,E,1,06,1.7,138.5,M,,0000*09
$GPGLL,5215.2078,N,02054.3681,E,92842.094,A*3D
$GPGSA,A,3,27,04,02,24,20,08,,,,,,,,3,4,1.7,3.0*3F
$GPGSV,3,1,12,13,81,040,,10,59,232,,23,46,076,,27,43,195,46*76
$GPGSV,3,2,12,04,40,237,38,02,37,286,42,28,36,157,,24,30,208,45*78
$GPGSV,3,3,12,16,30,051,,05,25,181,,20,18,132,34,08,14,203,33*70
$GPRMC,092842.094,A,5215.2078,N,02054.3681,E,0.13,1.29,180706,,*0A
$GPVTG,1.29,T,M,0.13,N,0.2,K*6A

```



Rys. 34. Przykładowa niestandardowa wiadomość NMEA (komenda inicjalizacji położenia, czasu i błędu zegara w odbiorniku u-Blox GPS-MS1 z układem SiRF)

Wiadomość GGA

Wiadomość GGA należy do najczęściej wykorzystywanych w praktyce standardowych wiadomości NMEA. Jako jedyna zawiera ona ustalone przez odbiornik GPS 3-wymiarowe położenie użytkownika w postaci współrzędnych elipsoidalnych (ϕ, λ, h). Współrzędne te stanowią odpowiednio szerokość geodezyjną, długość geodezyjną i wysokość nad ziemską elipsoidą odniesienia. Często w literaturze i instrukcjach odbiorników GPS współrzędne te są określane jako geograficzne. Jest to określenie niezbyt precyzyjne, ponieważ w układzie współrzędnych geograficznych, opierającym się na założeniu kulistego, a nie elipsoidalnego kształtu Ziemi, położenie jest określane wyłącznie 2-wymiarowo za pomocą kątów szerokości i długości geograficznej. Ze względu na powszechność tej terminologii, będzie ona jednak stosowana w dalszej części artykułu. W niektórych odbiornikach GPS zamiast wysokości

nad ziemską elipsoidą odniesienia jest podawana wysokość nad geoidą, czyli nad średnim poziomem morza MSL (Mean Sea Level). Wymaga to przechowywania lub obliczania w odbiorniku GPS wartości separacji geoidy dla różnych lokalizacji na kuli ziemskiej. Przeanalizujemy obecnie przykładową wiadomość GGA odebraną z odbiornika μ -Blox GPS-MS1. Wiadomość tę przytoczono w przykładzie poniżej, a jej zawartość wyjaśniono w **tab. 3**.

Przykład:

\$GPGGA-
,092842.094,5215.2078,N,02054.3681,E-
,1,06,1.7,138.5,M,,,,,0000*09

Pewnego wyjaśnienia wymaga przyjęty format zapisu szerokości i długości geograficznej w wiadomości GGA. Zapisy *ddmm.mmmm* oraz *dddmm.mmmm* oznaczają, że w pierwszym przypadku 2 pierwsze cyfry, a w drugim przypadku 3 pierwsze cyfry stanowią liczbę stopni (*d* pochodzi od *degree*). W przypadku szerokości geograficz-

nej do zapisania liczby stopni wystarczy 2 cyfry, ponieważ mieści się ona w zakresie 0...90°. Długość geograficzna jest liczbą z zakresu 0...180° i z tego względu do zapisania liczby stopni konieczne są 3 cyfry. Kolejnych 6 cyfr oznacza w obu przypadkach całkowite i ułamkowe części minut kątowych. Tradycyjnie stosowany i powszechnie spotykany na mapach format zapisu szerokości i długości geograficznej składa się natomiast ze stopni, minut i sekund kątowych. Zmiana formatu nie jest jednak kłopotliwa i została zilustrowana poniższym przykładem:

Przykład:

02054.3681,E - pola dotyczące długości geograficznej w odebranej wiadomości GGA
20 - liczba stopni
54 - część całkowita liczby minut
0.3681 - część ułamkowa liczby minut
E - półkula wschodnia (E od East)
0.3681*60 = 22.086 - liczba sekund odpowiadająca części ułamkowej liczby minut
20°54'22.086" - długość geograficzna wschodnia w formacie stopnie, minuty, sekundy

Wiadomość GLL

Wiadomość GLL jest również jedną z najczęściej wykorzystywanych w praktyce standardowych wiadomości NMEA, ponieważ zawiera najistotniejsze informacje z odbiornika GPS, tj. położenie horyzontalne użytkownika w układzie współrzędnych elipsoidalnych

Tab. 3. Zawartość wiadomości GGA

Numer pola	Nazwa	Przykład	Format/Opis
1	ID wiadomości	\$GPGGA	nagłówek wiadomości GGA
2	Czas UTC	092842.094	hhmmss.sss - godziny, minuty, sekundy, ułamkowe części sekundy
3	Szerokość geograficzna	5215.2078	ddmm.mmmm - stopnie, minuty, ułamkowe części minuty
4	Wskaźnik półkuli N/S	N	N - północna S - południowa
5	Długość geograficzna	02054.3681	dddmm.mmmm - stopnie, minuty, ułamkowe części minuty
6	Wskaźnik półkuli E/W	E	E - wschodnia W - zachodnia
7	Wskaźnik rodzaju rozwiązania nawigacyjnego	1	0 - rozwiązanie niedostępne lub niepoprawne 1 - rozwiązanie dostępne (SPS) 2 - rozwiązanie dostępne (SPS) z wykorzystaniem poprawek DGPS 3 - rozwiązanie dostępne (PPS)
8	liczba użytych satelitów	06	liczba satelitów użytych podczas pozycjonowania (w badanym odbiorniku liczba z zakresu 0-12)
9	HDOP	1.7	współczynnik „rozmycia” dokładności położenia w płaszczyźnie poziomej (horyzontalnej)
10	Wysokość MSL	138.5	wysokość nad średnim poziomem morza MSL (w badanej wersji odbiornika nie zaimplementowano korekcji geoidy i jest to w rzeczywistości wysokość nad ziemską elipsoidą odniesienia)
11	Jednostki	M	jednostki, w których wyraża się wysokość (metry)
12	Separacja geoidy		pole puste ze względu na brak korekcji geoidy w tym modelu odbiornika
13	Jednostki		j.w.
14	Wiek poprawek różnicowych		pole puste ze względu na niedostępność poprawek różnicowych DGPS podczas badania odbiornika
15	ID stacji ref. DGPS	0000	numer identyfikacyjny stacji DGPS (same zera ze względu na niedostępność poprawek DGPS podczas badania odbiornika)
16	Suma kontrolna	09	suma XOR wszystkich bajtów pomiędzy '\$' a '*'

oraz czas ich ustalenia, a przy tym jest krótsza od innych wiadomości NMEA zawierających powyższe dane. GLL jest skrótem od *Geographic Latitude/Longitude*, co oznacza szerokość i długość geograficzną. Wprawdzie, w przeciwieństwie do GGA, wiadomość GLL podaje położenie użytkownika jedynie w dwóch wymiarach, jednak w bardzo wielu aplikacjach wysokość położenia okazuje się mało istotna. Przykładową wiadomość GLL, odebraną z odbiornika μ -Blox GPS-MS1, przedstawiono w przykładzie poniżej, a jej zawartość wyjaśniono w **tab. 4**.

Przykład:

```
$GPGLL,5215.2078,N,02054.3681,E,092842.094,A*3D
```

Wiadomość GSA

Wiadomość GSA ma mniejsze zastosowanie od uprzednio omówionych wiadomości NMEA GGA i GLL, ponieważ nie zawiera najistotniejszej z punktu widzenia większości użytkowników informacji o położeniu i czasie. Zawiera ona natomiast szczegóły pozwalające ocenić na ile dokładne jest położenie wyznaczone w odbiorniku GPS. W wiadomości tej znajdują się informacje o numerach PRN satelitów użytych w rozwiązaniu nawigacyjnym, śledzonych w poszczególnych kanałach odbiornika GPS. Stąd znana jest ich liczba. Dokładność pozycjonowania w systemie GPS zależy jednak nie tylko od liczby satelitów, których dane są używane w rozwiązaniu nawigacyjnym, ale również w znacznym stopniu od ich rozmieszczenia względem odbiornika GPS. Wpływ geometrii systemu na dokładność jest opisywany za pomocą współczynników „rozmycia” dokładności DOP (*Dilution of Precision*). Do grupy współczynników DOP należą między innymi PDOP, HDOP i VDOP, które są zawarte w wiadomości GSA. Współczynnik PDOP (*Position Dilution of Precision*) reprezentuje współczynnik „rozmycia” dokładności położenia w 3 wymiarach (3D), HDOP (*Horizontal Dilution of Precision*) jest współczynnikiem „rozmycia” dokładności położenia w płaszczyźnie poziomej (horyzontalnej, 2D), natomiast VDOP (*Vertical Dilution of Precision*) stanowi współczynnik „rozmycia” dokładności

Tab. 4. Zawartość wiadomości GLL

Numer pola	Nazwa	Przykład	Format/Opis
1	ID wiadomości	\$GPGLL	nagłówek wiadomości GLL
2	Szerokość geograficzna	5215.2078	ddmm.mmmm – stopnie, minuty, ułamkowe części minuty
3	Wskaźnik półkuli N/S	N	N – północna S – południowa
4	Długość geograficzna	02054.3681	dddmm.mmmm – stopnie, minuty, ułamkowe części minuty
5	Wskaźnik półkuli E/W	E	E – wschodnia W – zachodnia
6	Czas UTC	092842.094	hhmmss.sss – godziny, minuty, sekundy, ułamkowe części sekundy
7	Status	A	A – dane poprawne, V – dane niepoprawne
8	Suma kontrolna	3D	suma XOR wszystkich bajtów pomiędzy „\$” a „*”

Tab. 5. Zawartość wiadomości GSA

Numer pola	Nazwa	Przykład	Format/Opis
1	ID wiadomości	\$GPGSA	nagłówek wiadomości GSA
2	Tryb 1	A	M – ręcznie wymuszone pozycjonowanie w trybie 2D lub 3D A – automatyczny wybór trybu 2D/3D
3	Tryb 2	3	1 – brak rozwiązania nawigacyjnego 2 – dostępne rozwiązanie 2D 3 – dostępne rozwiązanie 3D
4	ID użytego satelity	27	PRN satelity użytego w rozwiązaniu i śledzonego w kanale nr 1 odbiornika GPS
5	ID użytego satelity	04	PRN satelity użytego w rozwiązaniu i śledzonego w kanale nr 2 odbiornika GPS
6	ID użytego satelity	02	PRN satelity użytego w rozwiązaniu i śledzonego w kanale nr 3 odbiornika GPS
7	ID użytego satelity	24	PRN satelity użytego w rozwiązaniu i śledzonego w kanale nr 4 odbiornika GPS
8	ID użytego satelity	20	PRN satelity użytego w rozwiązaniu i śledzonego w kanale nr 5 odbiornika GPS
9	ID użytego satelity	08	PRN satelity użytego w rozwiązaniu i śledzonego w kanale nr 6 odbiornika GPS
10–15	ID użytych satelitów		pola puste ze względu na brak większej liczby satelitów, których dane są wykorzystywane w pozycjonowaniu
16	PDOP	3.4	współczynnik „rozmycia” dokładności położenia
17	HDOP	1.7	współczynnik „rozmycia” dokładności położenia w płaszczyźnie poziomej (horyzontalnej)
18	VDOP	3.0	współczynnik „rozmycia” dokładności położenia pionowego
19	Suma kontrolna	3F	suma XOR wszystkich bajtów pomiędzy „\$” a „*”

ści położenia pionowego. Wszystkie współczynniki DOP są bezwymiarowe. Im mniejsza jest ich wartość, tym układ geometryczny satelitów jest korzystniejszy z punktu widzenia dokładności pozycjonowania. Wiadomość GSA może być wykorzystywana w bardziej zaawansowanych aplikacjach, w których oprócz samego położenia istotna jest ocena, na ile dokładnie zostało ono określone.

Dodatkową informacją zawartą w wiadomości GSA jest tryb pracy, który określa czy odbiornik został ręcznie skonfigurowany do określania położenia 2D lub 3D, czy też

automatycznie przełącza się pomiędzy tymi trybami w zależności od liczby śledzonych satelitów. Informacja o rodzaju uzyskanego rozwiązania nawigacyjnego (brak/2D/3D) jest również częścią wiadomości GSA. Przykładową wiadomość GSA z odbiornika μ -Blox GPS-MS1 przedstawiono poniżej, a jej zawartość wyjaśniono w **tab. 5**.

Przykład:

```
$GPGSA,A,3,27,04,02,24,20,08,,,,,,,,3.4,1.7,3.0*3F
```

Piotr Kaniewski
pkaniewski@wat.edu.pl