

Bluetooth oraz GPS

Wykład 10

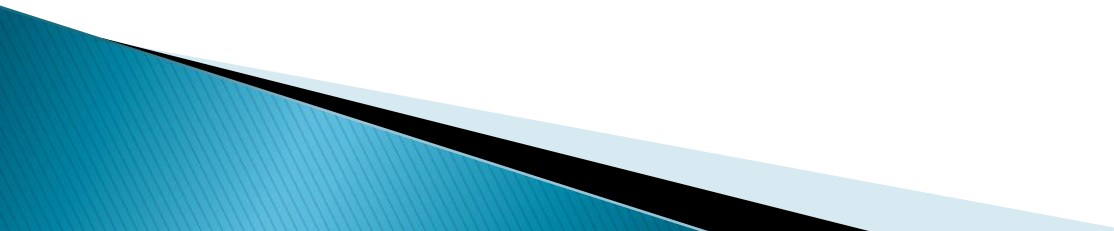
Projektowanie cyfrowych układów elektronicznych

Wojciech Światała

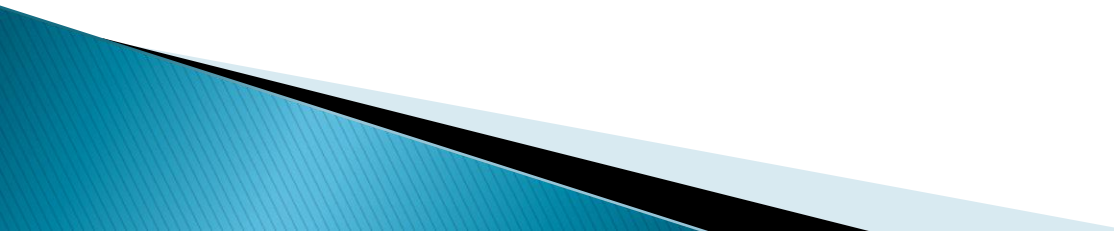
wojciech.switala@cs.put.poznan.pl

<http://www.cs.put.poznan.pl/~wswitala>

Plan wykładu

- ▶ Wprowadzenie do interfejsu Bluetooth
 - ▶ Specyfikacja techniczna interfejsu Bluetooth
 - ▶ Wybrane moduły Bluetooth
 - ▶ Wprowadzenie do systemu GPS
 - ▶ Charakterystyka systemu GPS
 - ▶ Wybrane moduły GPS
- 

Bibliografia

- ▶ <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
 - ▶ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
 - ▶ http://pl.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
 - ▶ [http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial.asp#Specification%20Table%20Of%20Contents:](http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial.asp#Specification%20Table%20Of%20Contents)
- 

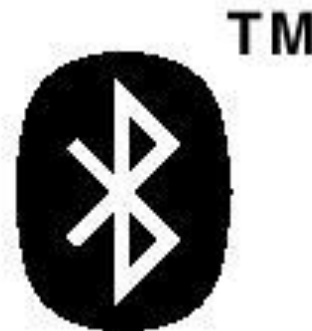
Wprowadzenie do interfejsu Bluetooth

Czym jest Bluetooth?

- ▶ Technologia bezprzewodowej komunikacji
- ▶ Darmowy standard opisany w specyfikacji IEEE 802.15.1
- ▶ Nazwa technologii pochodzi od przydomka króla duńskiego Harald Sinozębego (Blåtand), który ok. roku 970 podporządkował sobie Norwegię



Historia Bluetooth



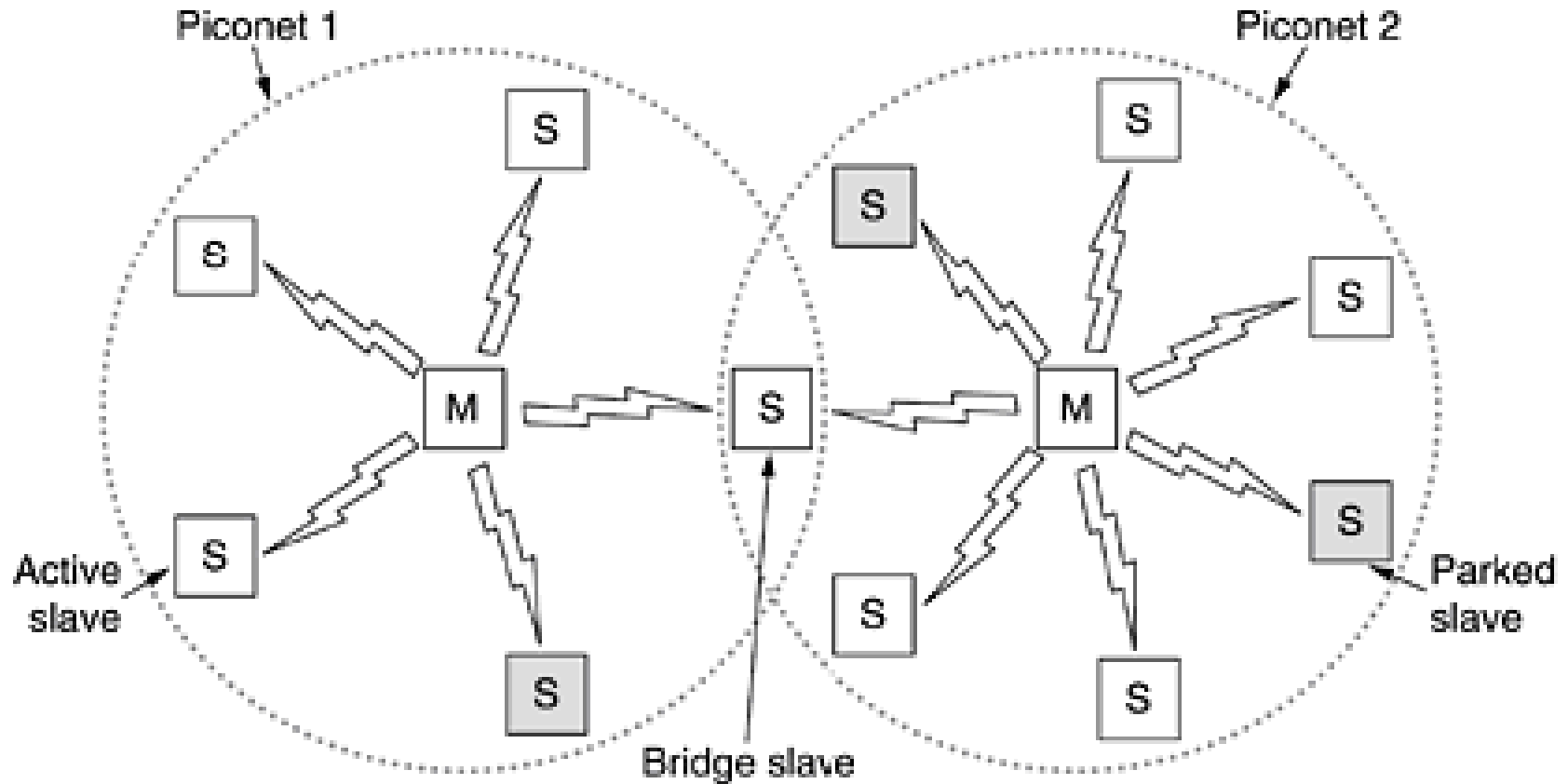
- ▶ 1994 – Ericsson podejmuje badania dotyczące łączy bezprzewodowych
- ▶ 1998 – Ericsson, IBM, Intel, Nokia i Toshiba formują SIG (Special Interest Group)
- ▶ 1999 – SIG publikuje 1500 stronicową specyfikację Bluetooth V1.0
 - od warstwy fizycznej do warstwy aplikacji
- ▶ 1999 – IEEE przyjmuje dokument SIG jako podstawę prac dla 802.15
 - warstwa fizyczna i łączy danych
- ▶ 2004 – prace nad Bluetooth 2.0
- ▶ 2005 – specyfikacja Bluetooth 2.0 + EDR (Enhanced Data Rate)
- ▶ 2007 – Bluetooth 2.1

Specyfikacja techniczna interfejsu Bluetooth

Parametry techniczne

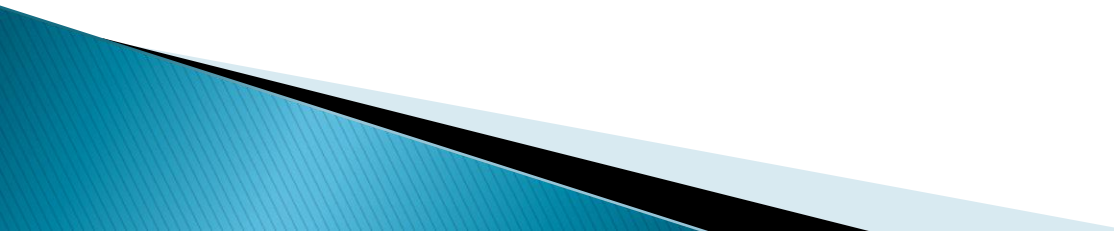
- ▶ Pasmo częstotliwości – ISM 2,4GHz
- ▶ 79 kanałów po 1MHz każdy
- ▶ Modulacja FSK
- ▶ 1600 skoków między częstotliwościami na sekundę
- ▶ Dwa rodzaje kanałów:
 - ACL (Asynchronous Connection-Less) – używany do połączeń z komutacją pakietów
 - SCO (Synchronous Connection Oriented) – używany do transmisji w czasie rzeczywistym bez retransmisji

Architektura – piconet



Architektura i prędkości

- ▶ 1 urządzenie Master
 - ▶ 7 urządzeń Slave
 - ▶ Ogółem – 255 węzłów zsynchronizowanych z urządzeniem Master

 - ▶ Wersja 1.2 – 1 Mbit/s
 - ▶ Wersja 2.0 – 2.1 Mbit/s
 - ▶ Wersja 2.0+EDR – 3 Mbit/s
- 

Klasy urządzeń Bluetooth

- ▶ klasa 1 (100 mW) ma największy zasięg, do 100 m,
- ▶ klasa 2 (2,5 mW) jest najpowszechniejsza w użyciu, zasięg do 10 m
- ▶ klasa 3 (1 mW) rzadko używana, z zasięgiem do 1 m.

Profile Bluetooth

- ▶ **K1 – ogólny profil dostępu GAP (Generic Access Profile)**
Podstawowy profil dostępu wprowadza definicje zalecenia i wspólne wymagania dotyczących podstawowych trybów pracy i procedur dostępu. Określa on zachowanie urządzenia w stan oczekiwania i połączenia, które umożliwia zestawienie połączenia pomiędzy urządzeniami Bluetooth, analizę stanu otoczenia i zapewnia odpowiednią poufność.
- ▶ **K2 – profil aplikacji wykrywania usług SDAP (Service Discovery Application Profile)** Profil ten umożliwia identyfikację usług realizowanych w innych urządzeniach ściąganie dostępnych informacji dotyczących tych usług

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K3 – profil dla telefonii bezprzewodowej CTP (Cordless Telephony Profile)** Profil CTP, który definiuje właściwości i procedury wymagane do współpracy pomiędzy różnymi elementami telefonu „trzy w jednym”. Telefon „trzy w jednym” to rozwiązanie wprowadzające dodatkowy tryb pracy telefonu komórkowego jako radiotelefonu bliskiego zasięgu do połączenia z siecią stacjonarną poprzez stację bazową.
- ▶ **K4 – profil dla bezprzewodowej komunikacji wewnętrznej IntP (Interkom Profile)** Profil interkomu definiuje wymagania dla urządzeń Bluetooth dotyczące połączeń bezpośrednich pomiędzy telefonami typu „trzy w jednym” tzw. usługa interkomu.

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K5 – profil wirtualnego portu szeregowego SPP (Serial Port Profile)** Profil portu szeregowego opisuje wymagania związane z realizacją emulowanego radiowego łącza szeregowego np.pomiędzy dwoma komputerami. Wyróżnia się następujące typy profilu portu szeregowego:
- ▶ **K6 – profil dla bezprzewodowego zestawu słuchawkowego HP (Headset Profile)**–umożliwia jej bezprzewodowe połączenie i pełnienie roli urządzenia wejściowego i wyjściowego dla sygnałów dźwiękowych (audio)
- ▶ **K7 – profil usług modemowych DUN (Dial-up Networking Profile)** – profil dostępu do sieci stosowany jest przez komputer do uzyskania komputerowego dostępu do Internetu poprzez telefon komórkowy lub modem
- ▶ **K8 – profil usług telefaksowych FP (Fax Profile)**

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K9 – profil dostępu do sieci lokalnej LA (LAN Access Profile)**
Definiuje zestaw procedur zapewniający bezprzewodowy dostęp do sieci LAN. Zdefiniowano trzy typy zastosowań tego profilu:
 - 1. Udostępnianie połączenia z siecią lokalną pojedynczej stacji Bluetooth
 - 2. Klasyczny punkt dostępowy, pozwalający na jednoczesne przyłączenie do sieci Lokalnej większej liczby urządzeń
 - 3. Bezpośrednie połączenie między urządzeniami

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K10 – ogólny profil wymiany danych w postaci obiektów GOEP (Generic Object Exchange Profile)** W ramach usługi transmisji szeregowej wyodrębniono specjalną grupę profili które precyzują wymagania odnośnie wymiany danych w postaci obiektów. Przykładem wykorzystania tego profilu jest mogą być aplikacje służące do synchronizacji danych, przesyłania danych oraz wymiany informacji. Urządzeniami które najczęściej korzystają z tego typu profili są laptopy, notatniki elektroniczne czy telefony komórkowe. Profil GOEP określa reguły komunikacji typu „wyślij i pobierz” bazując na architekturze klient – serwer.

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K11 – profil przesyłania obiektów OPP (Object Push Profile)**
Profil przesyłania obiektów OPP definiuje trzy podstawowe rodzaje operacje:
 - 1. przesyłanie jednego lub więcej obiektów
 - 2. pobranie tzw. wizytówki biznesowej
 - 3. wymianę wizytówek, rozumianą jako następujące po sobie operacje 1 i 2. Dane przesyłane przez aplikacje oparte o ten profil są zapisywane w formatach: vCard2.1, vCalendar, vMessage, vNote.

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K12 – profil przesyłania plików FTP (File Transfer Profile)**
Profil aplikacji transferu plików FTP umożliwia przesyłanie danych w łączu bezprzewodowym. W ramach profilu FTP zdefiniowano następujące rodzaje operacji:
 - a) Wybór serwera FTP z listy dostępnych serwerów tzn. pozostających w zasięgu radiowym urządzenia.
 - b) Przeglądanie zasobów serwera
 - c) Kopiowanie obiektów (pliku lub folderu) z serwera i na serwer.
 - d) Kasowanie plików lub folderów oraz zakładanie nowego folderu na serwerze.
 - Stroną inicjującą połączenie jest klient. Aplikacje działające zgodnie z protokołem FTP mają możliwość przesyłania oraz poprawnego interpretowania poleceń protokołu OBEX służących do wyświetlania zawartości folderów.

Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **K13 – profil synchronizacji danych SP (Synchronization Profile)** Wirtualny port szeregowy stanowi rozszerzenie ogólnego profilu dostępu GAP o elementy konieczne do zapewnienia transmisji w trybie szeregowym. Należą do nich procedury protokołu **RFCOMM**, zapewniając transport danych oraz, nie podlegający ścisłej standaryzacji moduł emulatora portu szeregowego. Zadaniem emulatora jest ukrycie przed oprogramowaniem użytkownika, bezprzewodowego charakteru łącza.

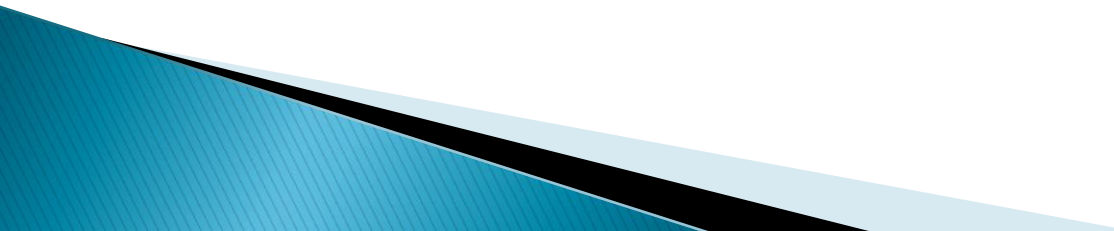
Nowe profile Bluetooth 2.0

- ▶ 14. Profil rozszerzonego wykrywania usług ESDP (Extended Service Discovery Profile)
- ▶ 15. Profil dostępu do sieci osobistej PAN (Personal Area Networking Profile)
- ▶ 16. Profil rodzajowej dystrybucji audio/wideo GAVDP (Generic Audio/Video Distribution Profile)
- ▶ 17. Profil zaawansowanej dystrybucji audio A2DP (Advanced Audio Distribution Profile)
- ▶ 18. Profil dystrybucji wideo VDP (Video Distribution Profile)
- ▶ 19. Profil zdalnego sterowania audio/wideo AVRCP (Audio/Video Remote Control Profile)
- ▶ 20. Profil “wydruku bez kabla” HCRP (Hard Copy Cable Replacement Profile)

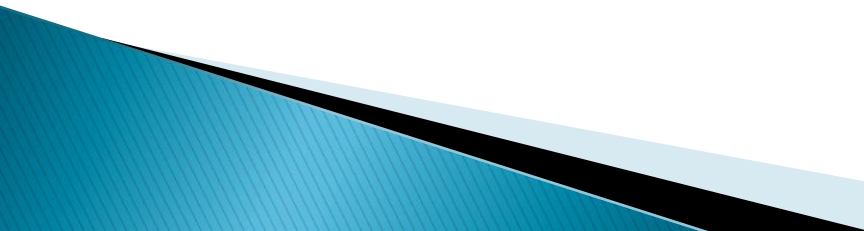
Nowe profile Bluetooth 2.0 c.d.

- ▶ 21. Profil podstawowego obrazowania BIP (Basic Imaging Profile)
- ▶ 22. Profil podstawowego drukowania BPP (Basic Printing Profile)
- ▶ 23. Profil wspólnego dostępu do sieci ISDN CIP (Common ISDN Access Profile)
- ▶ 24. Profil “wolne ręce” HFP (Hands-Free Profile) Profil HFP
- ▶ 25. Profil urządzeń interfejsu człowiek-maszyna HID (Human Interface Device Profile)
- ▶ 26. Profil dostępu do karty SIM SAP (SIM Access Profile)

Bluetooth 1.0 / 1.0B

- ▶ Spore problemy
 - ▶ Specyfikacja wskazywała adres urządzenia przewidywany dla procesu łączenia (BD_ADDR) uniemożliwiający anonimowość
 - ▶ Maksymalny transfer 721 kbit/s
- 

Bluetooth 1.1

- ▶ BRAK kompatybilności z 1.0
 - ▶ Znany jako IEEE Standard 802.15.1-2002
 - ▶ Wiele błędów ze specyfikacji 1.0B zostało poprawionych
 - ▶ Dodano wsparcie dla kanałów nieszyfrowanych
 - ▶ Wskaźnik poziomu odbieranego sygnału RSSI (Received Signal Strength Indicator)
 - ▶ Maksymalny transfer: 721 kbit/s
- 

Bluetooth 1.2

- ▶ Specyfikacja kompatybilna wstecznie z 1.1
- ▶ Szybsze łączenie i wyszukiwanie
- ▶ Wprowadzenie AFH (Adaptive frequency-hopping spread spectrum) w celu zmniejszenia interferencji międzykanałowych, poprzez unikanie zatłoczonych pasm częstotliwości
- ▶ Wyższe prędkości transmisyjne dostępne **w praktyce** – 721 kbit/s
- ▶ eSCO (Extended Synchronous Connections) – mechanizm retransmisji błędnych pakietów, zwiększający jakość połączeń głosowych
- ▶ HCI (Host Controller Interface) – 3-żyłowy interfejs UART
- ▶ Znany jako IEEE Standard 802.15.1-2005

Bluetooth 2.0+EDR

- ▶ Specyfikacja kompatybilna wstecznie z 1.1
- ▶ EDR (Enhanced Data Rate) – komunikacja do 3.0 Mbit/s
- ▶ Zwiększona praktyczna prędkość transmisji – to 2.1 Mbit/s
- ▶ Mniejszy pobór mocy – skrócony cykl aktywności
- ▶ Uproszczenie schematów wielo-łączowych (multi-link scenarios) dzięki wykorzystaniu szerszego pasma
- ▶ NIE istnieje specyfikacja SIG "Bluetooth 2.0" bez EDR (tożsama z Bluetooth 1.2 z poprawkami)

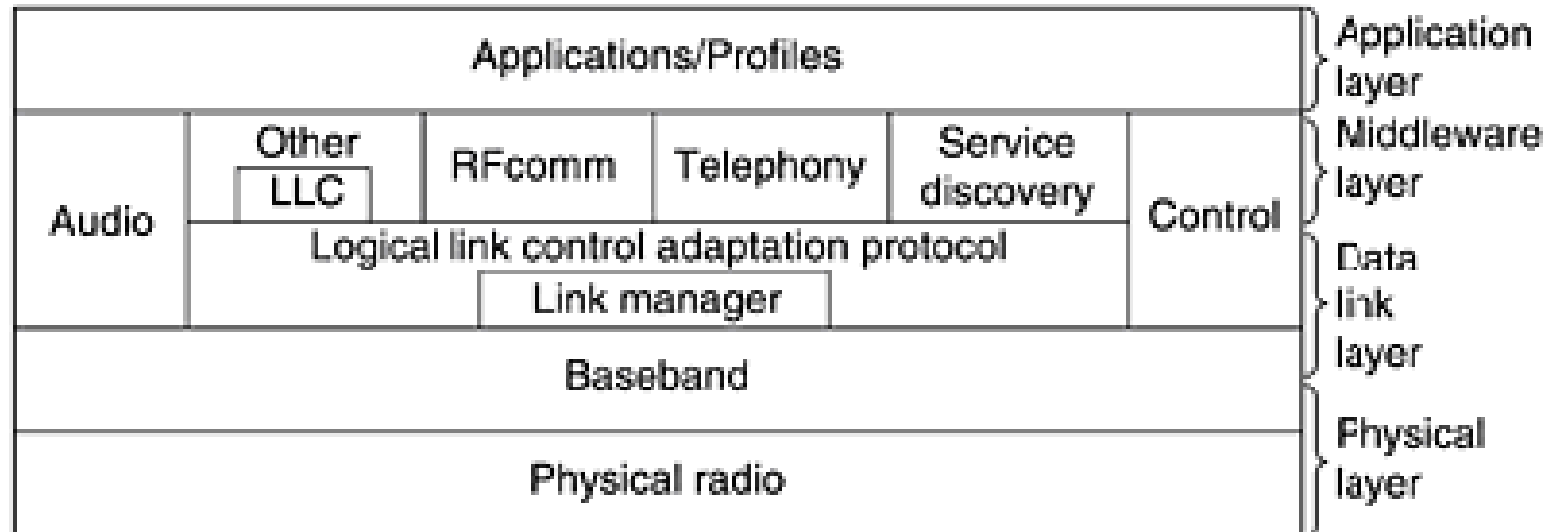
Bluetooth 2.1

- ▶ Kompatybilna wstecznie z 1.1
- ▶ **Extended inquiry response** – zwiększenie ilości informacji dostępnych podczas zapytań – umożliwia wydajniejszą filtrację przed procesem połączenia
- ▶ **Sniff subrating** – zmniejszenie poboru mocy dla urządzeń w trybie nasłuchiwania
 - Human interface devices (HID) – mysz, klawiatura – około 3–10x zysk
- ▶ **Encryption Pause Resume** – możliwość odświeżenia klucza szyfrującego dla długich połączeń (23.3h – dzień Bluetooth)
- ▶ **Secure Simple Pairing** – uproszczona specyfikacja parowania urządzeń
 - Zwiększenie użyteczności standardu
- ▶ **Współpraca NFC** – automatyczne tworzenie bezpiecznych połączeń gdy jest to możliwe
 - Zestaw głośnomówiący + telefon
 - Aparat cyfrowy w telefonie/Aparat cyfrowy – ładowanie do wyświetlacza.

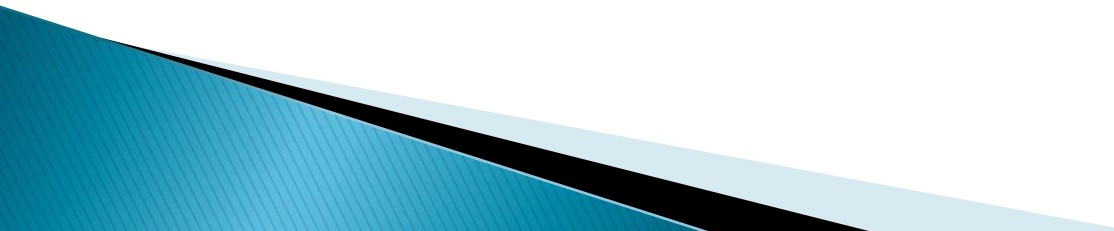
Przyszłość Bluetooth

- ▶ High-speed Bluetooth (MB-OFDM Multiband Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
110Mbps – 480Mbps
- ▶ Bluetooth 3.0 (Seattle)
 - 480 Mbit/s na bliskie odległości
 - 100 Mbit/s na odległość 10m
- ▶ Ultra Low Power Bluetooth (Wibree)
 - 1 Mbit/s
 - 0,1 mocy pobieranej aktualnie przez Bluetooth

Architektura protokołów Bluetooth

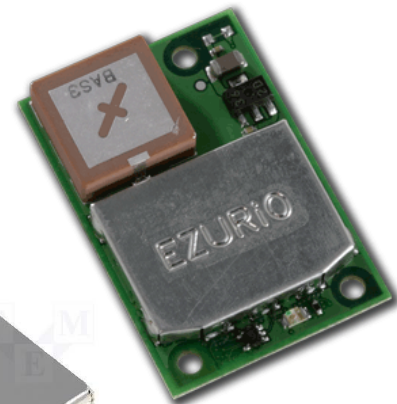
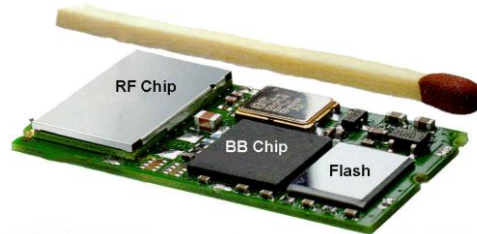
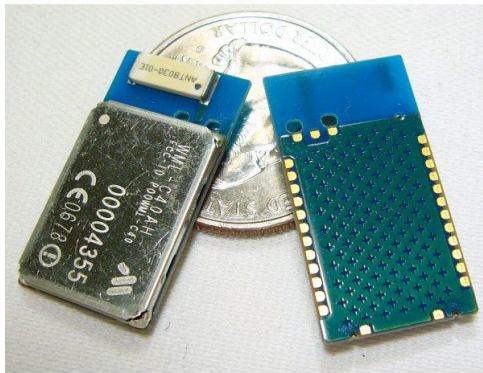


Serial Port Profile

- ▶ Emulacja portu szeregowego poprzez łącze Bluetooth
 - ▶ Jedno urządzenie master, jedno urządzenie Slave
 - ▶ Prędkości do 128Kbps zgodnie ze specyfikacją (dużo większe do 500Kbps obsługiwane opcjonalnie)
 - ▶ W komputerze widoczne jako wirtualny port COMx
 - ▶ W aplikacji podłączany do urządzenia w trybie asynchronicznym
- 

Moduły Bluetooth HCI i SPP

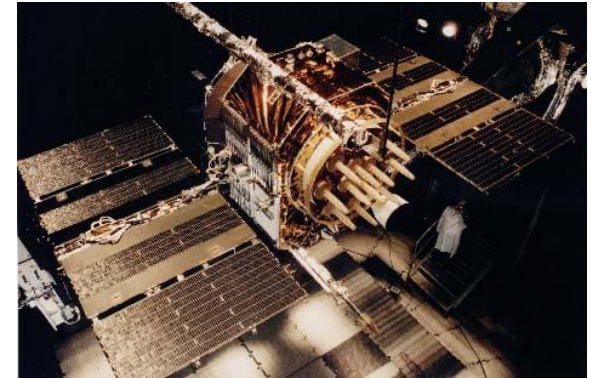
- ▶ Na rynku występują głównie moduły Bluetooth w dwóch profilach HCI oraz SPP



Wprowadzenie do systemu GPS

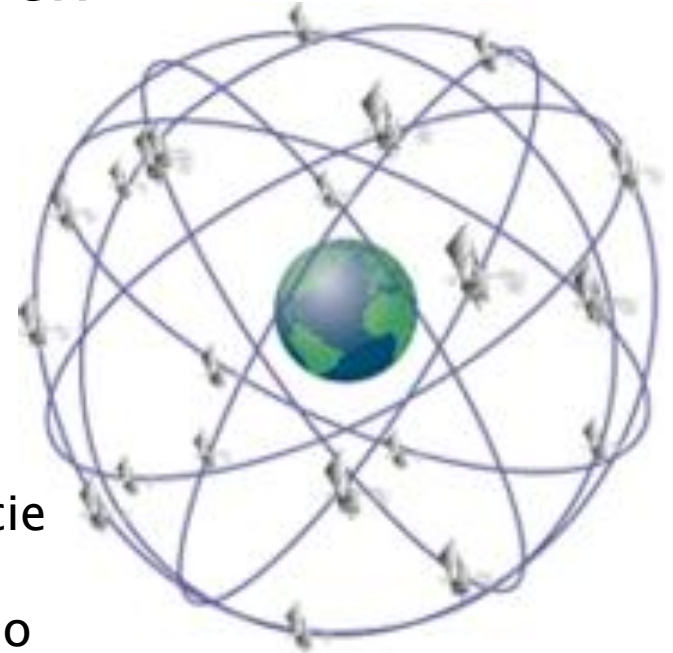
Czym jest GPS?

- ▶ **GPS-NAVSTAR (Global Positioning System – NAVigation Signal Timing And Ranging)**
- ▶ Obejmuje całą kulę ziemską
- ▶ Zasada działania polega na pomiarze czasu dotarcia sygnału radiowego z satelitów do odbiornika
 - Długość geograficzna
 - Szerokość geograficzna
 - Wysokość elipsoidalna
 - Aktualny czas GPS z dokładnością do jednej milionowej sekundy
- ▶ Urządzenia NIE nadają sygnału radiowego



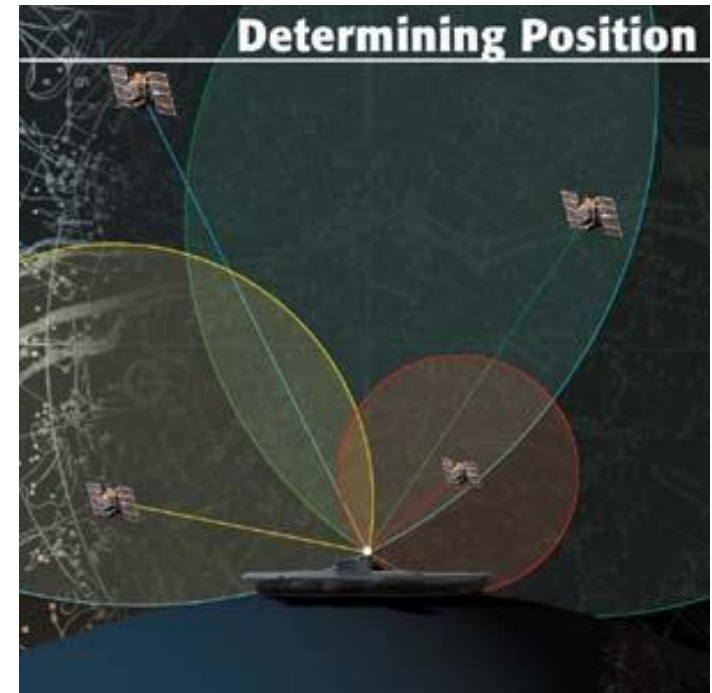
System satelitów

- ▶ Minimum 5 satelity widocznych w każdym punkcie na ziemi
- ▶ Wymagane 24 działające
- ▶ Umieszczone na orbitach około 20162 km (geostacjonarna 35 786 km)
- ▶ Ciekawostką jest fakt, że na każdym satelicie jest zainstalowana aparatura szpiegowska NUDET (**N**uclear **D**etection) przeznaczona do natychmiastowego wykrywania wybuchów nuklearnych na Ziemi



Zasada pomiaru

Mając ilość czasu potrzebną na dotarcie sygnału od czterech satelit do odbiornika możemy wyznaczyć cztery sfery reprezentujące odległość od każdego z satelit jaką zdążył przebyć w podanym czasie sygnał radiowy. Istnieją tylko dwa możliwe punkty przecięcia tych sfer, z czego jeden jest w kosmosie, a drugi tam gdzie odbiornik GPS



NMEA 0183

- ▶ Protokół definiujący sposób komunikacji między morskimi urządzeniami elektronicznymi oraz protokół wymiany danych między tymi urządzeniami
- ▶ Wykorzystuje komunikację łączem szeregowym w trybie ASCII (4800 8n1)

Przykład:

```
$GPGGA,085947,4650.8890,N,11724.5242,W,  
1,08,1.5,8343.,M,-29.0,,*1E
```

NMEA 0183 c.d.

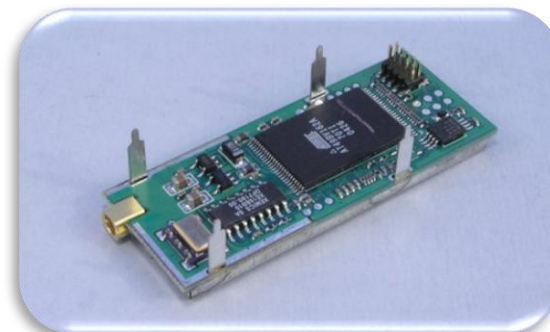
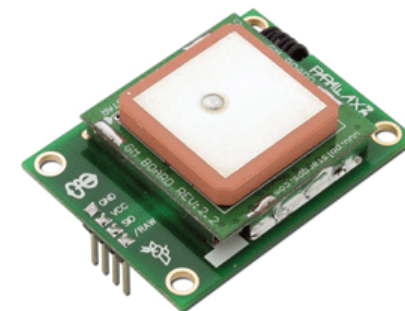
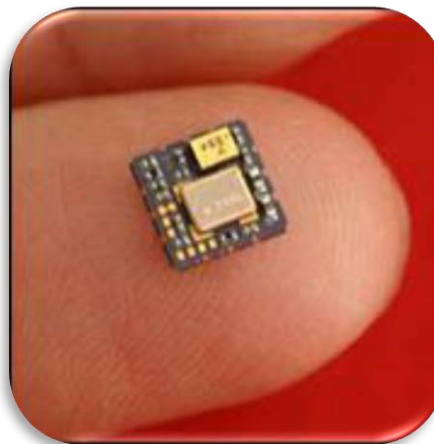
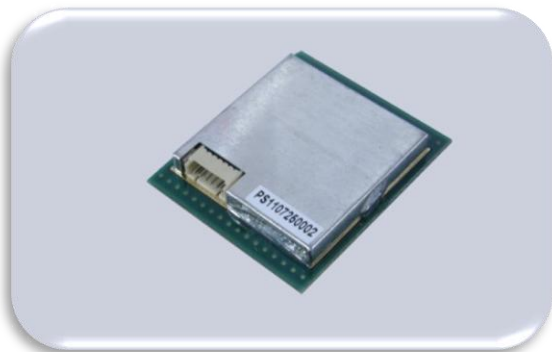
Nazwa	Przykładowe dane	Opis
Identyfikator	\$GPGGA	Global Positioning System Fix Data
Czas	170834	17:08:34 Z
Szerokość geograficzna	4124.8963, N	41d 24.8963' N or 41d 24' 54" N
Długość geograficzna	08151.6838, W	81d 51.6838' W or 81d 51' 41" W
Jakość ustalonej pozycji: – 0 = Błędna – 1 = GPS – 2 = DGPS	1	Dane na podstawie GPS
Ilość satelit	05	5 satelit widocznych
Horizontal Dilution of Precision (HDOP)	1.5	Relatywna dokładność pozycji horyzontalnej
Wysokość n.p.m.	280.2, M	280.2 metrów n.p.m.
Height of geoid above WGS84 ellipsoid	-34.0, M	-34.0 metrów
Czas od ostatniej aktualizacji DGPS	puste	Nie było aktualizacji
ID stacji referencyjnej DGPS	puste	Nie ma ID stacji
Suma kontrolna	*75	

NMEA 0183 c.d.

▶ Ramki NMEA 0183 wykorzystywane w urządzeniach GPS:

- ▶ AAM – Waypoint Arrival Alarm
- ▶ ALM – Almanac data
- ▶ APA – Auto Pilot A sentence
- ▶ APB – Auto Pilot B sentence
- ▶ BOD – Bearing Origin to Destination
- ▶ BWC – Bearing using Great Circle route
- ▶ DTM – Datum being used.
- ▶ GGA – Fix information
- ▶ GLL – Lat/Lon data
- ▶ GRS – GPS Range Residuals
- ▶ GSA – Overall Satellite data
- ▶ GST – GPS Pseudorange Noise Statistics
- ▶ GSV – Detailed Satellite data
- ▶ MSK – send control for a beacon receiver
- ▶ MSS – Beacon receiver status information.
- ▶ RMA – recommended Loran data
- ▶ RMB – recommended navigation data for gps
- ▶ RMC – recommended minimum data for gps
- ▶ RTE – route message
- ▶ TRF – Transit Fix Data STN – Multiple Data ID
- ▶ VBW – dual Ground / Water Speed
- ▶ VTG – Vector track and Speed over the Ground
- ▶ WCV – Waypoint closure velocity (Velocity Made Good)
- ▶ WPL – Waypoint Location information
- ▶ XTC – cross track error
- ▶ XTE – measured cross track error
- ▶ ZTG – Zulu (UTC) time and time to go (to destination)
- ▶ ZDA – Date and Time

Moduły GPS



▶ **Dziękuję za uwagę!**

