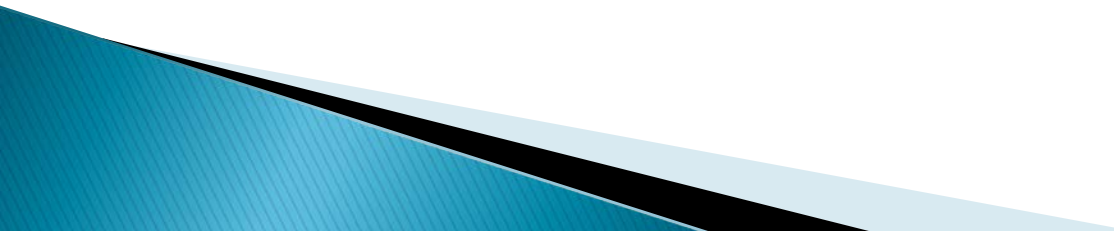


Bluetooth oraz GPS

Wykład 10
Projektowanie cyfrowych układów elektronicznych

Mgr inż. Łukasz Kirchner
lukasz.kirchner@cs.put.poznan.pl
<http://www.cs.put.poznan.pl/lkirchner>

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)

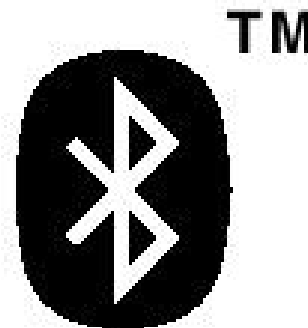
Wprowadzenie do interfejsu Bluetooth

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 Norwecję



Historia Bluetooth



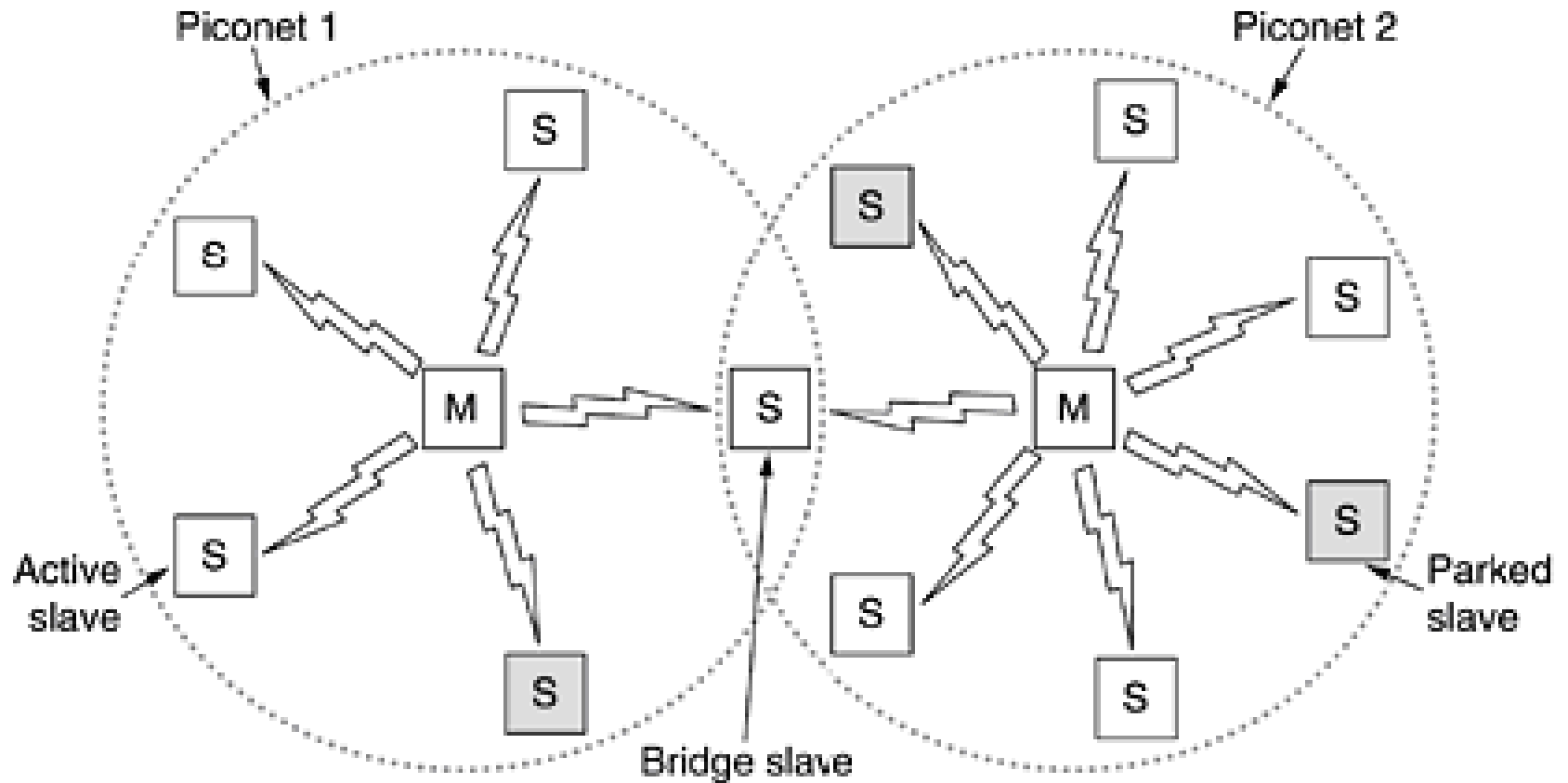
- ▶ 1994 – Ericsson podejmuje badania dotyczące łączy bezprzewodowych
- ▶ 1998 – Ericsson, IBM, Intel, Nokia i Toshiba formują SIG (Special Interest Group)
- ▶ 1999 – SIG publikuje 1500 stronicową specyfikację Bluetooth V1.0
 - od warstwy fizycznej do warstwy aplikacji
- ▶ 1999 – IEEE przyjmuje dokument SIG jako podstawę prac dla 802.15
 - warstwa fizyczna i łącza 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

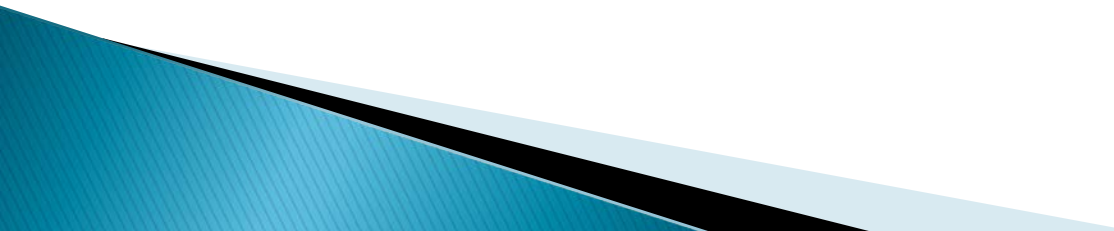
- ▶ Pasmo częstotliwości – ISM 2,4GHz
- ▶ 79 kanałów po 1MHz każdy
- ▶ Modulacja FSK
- ▶ 1600 skoków między częstotliwościami na sekundę
- ▶ Dwa rodzaje kanałów:
 - ACL (Asynchronous Connection-Less) – używany do połączeń z komutacją pakietów (np. do danych)
 - SCO (Synchronous Connection Oriented) –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

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.

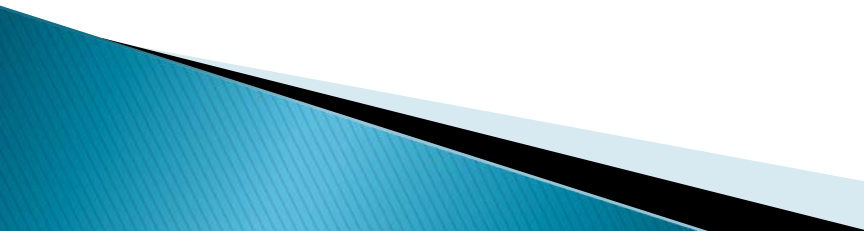
Profile Bluetooth c.d.

- ▶ **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.

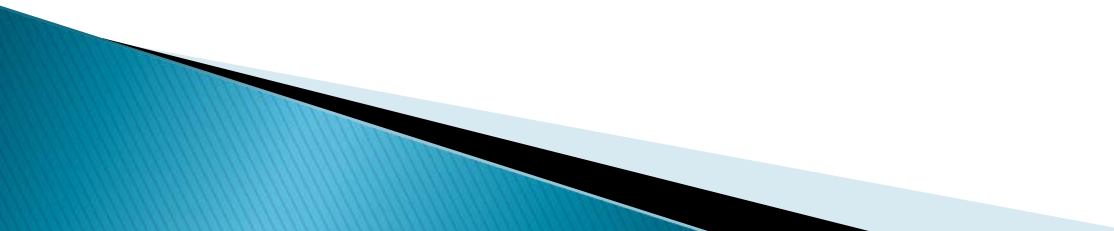
Nowe profile Bluetooth 2.0

- ▶ 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)

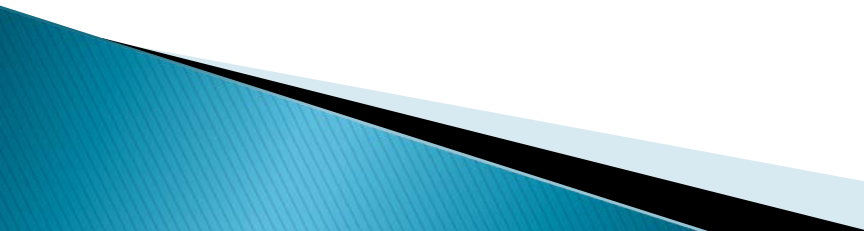
Nowe profile Bluetooth 2.0 c.d.

- ▶ 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
- 

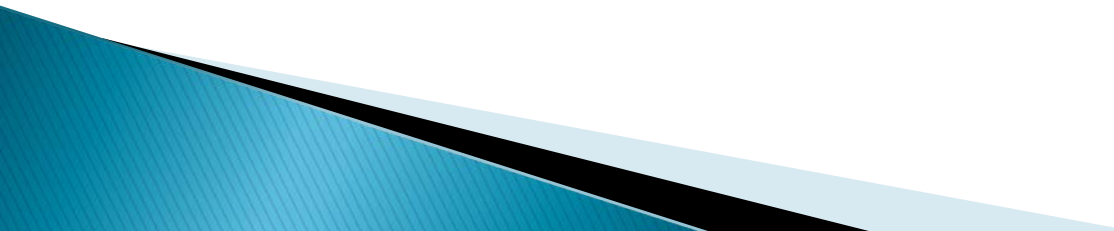
Bluetooth 1.1

- ▶ 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)
- 

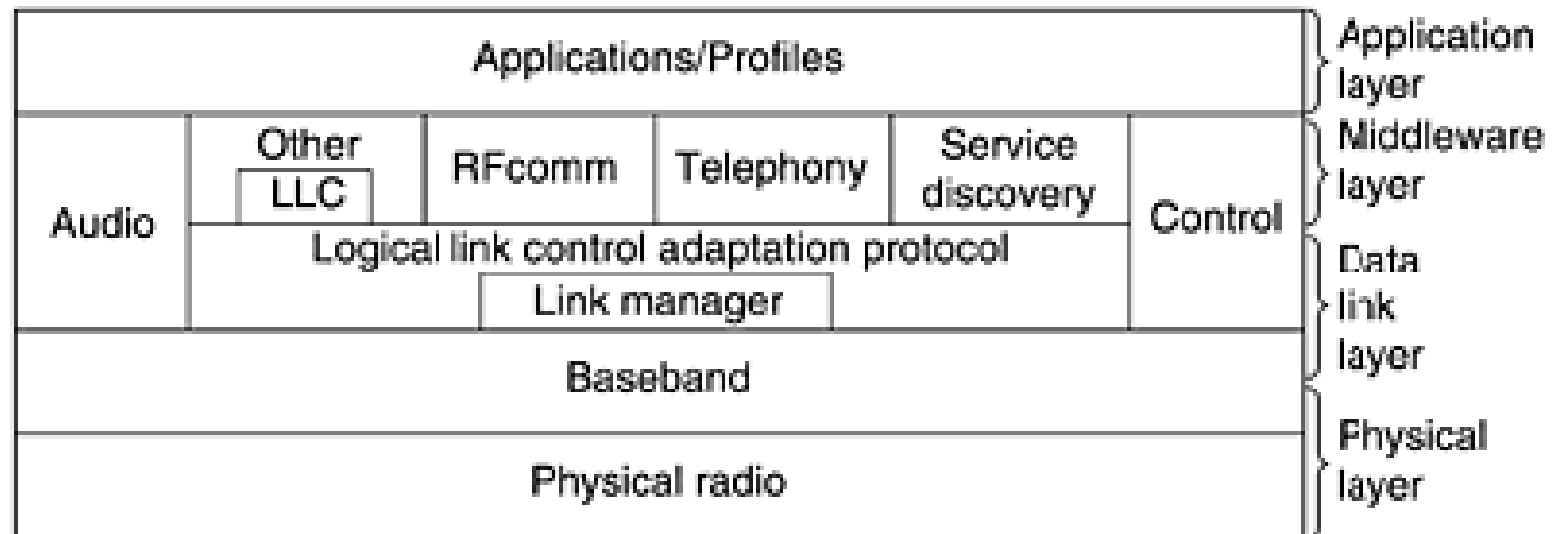
Bluetooth 2.1

- ▶ 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.

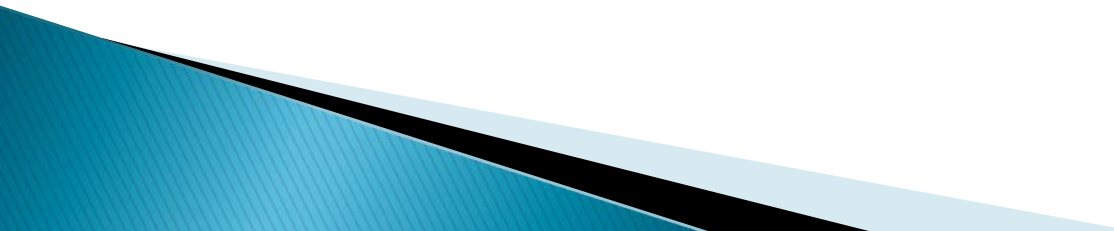
Przyszłość Bluetooth

- ▶ High-speed Bluetooth (MB-OFDM Multiband Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
110Mbps – 480Mbps
- ▶ Bluetooth 3.0+HS
 - 24 Mbit/s
 - HS – Komunikacja poprzez 802.11
- ▶ Bluetooth 4.0 BLE (Bluetooth Low Energy poprzednio Ultra Low Power Bluetooth lub Wibree)
 - 1 Mbit/s
 - 0,1 mocy pobieranej aktualnie przez Bluetooth

Architektura protokołów Bluetooth

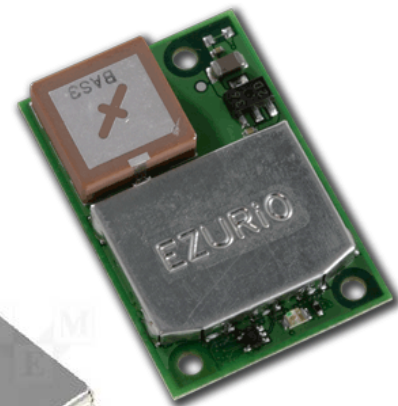
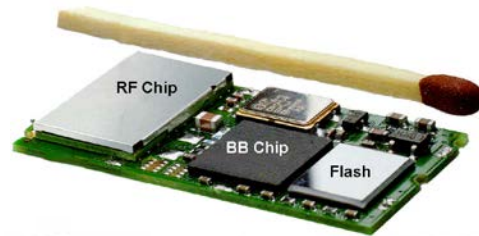
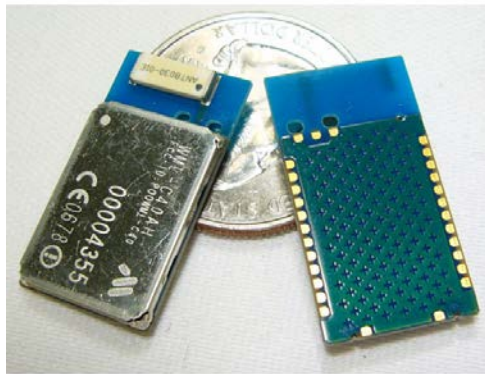


Serial Port Profile

- ▶ 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

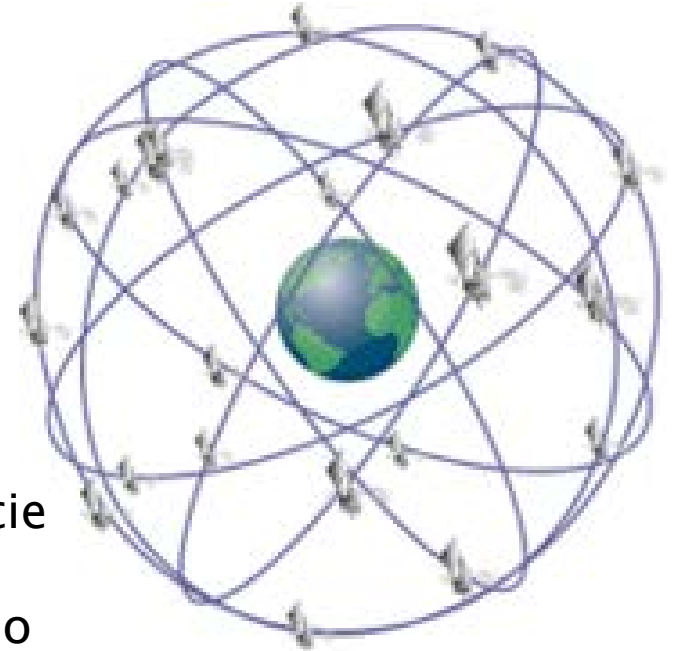
Czym jest GPS?

- ▶ **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



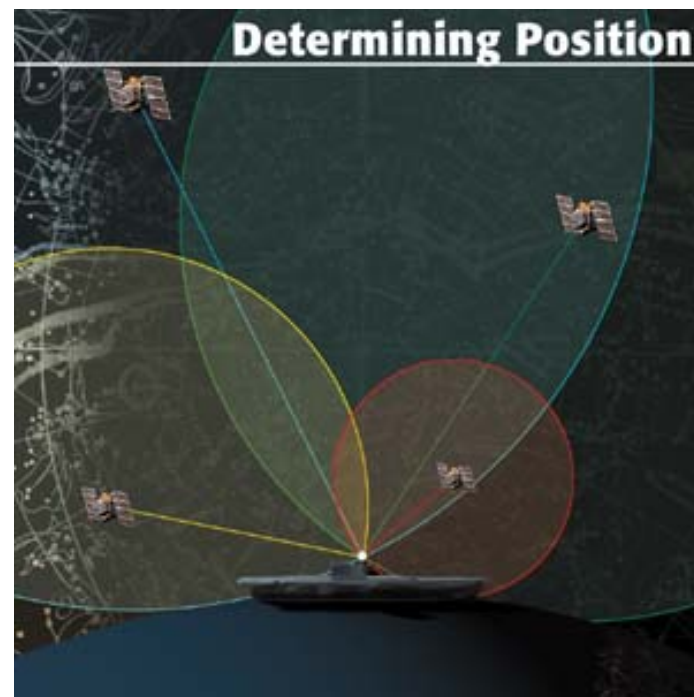
System satelitów

- ▶ 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 (Nuclear Detection) 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.

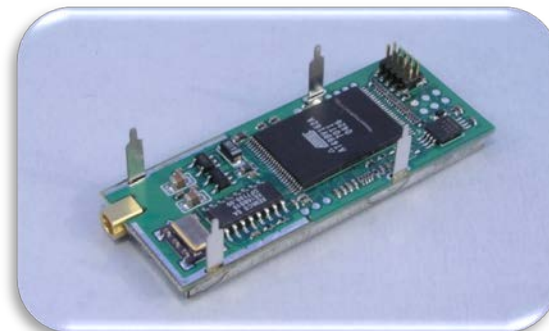
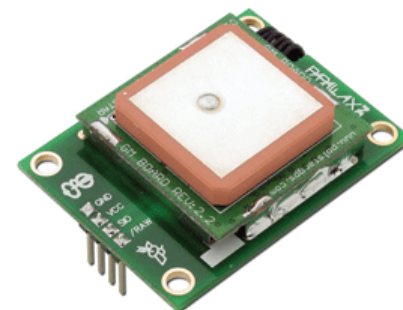
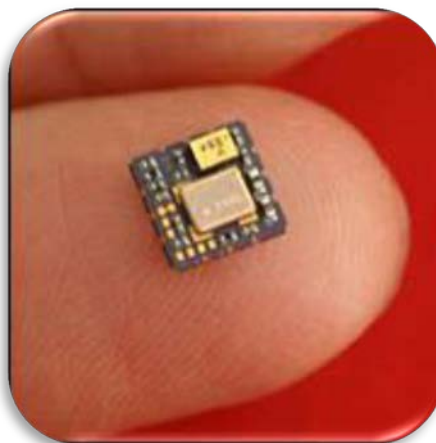
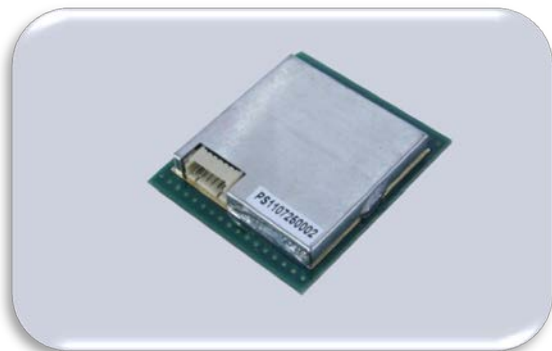
Nazwa	Przykładowe dane	Opis
Identyfikator	\$GPGGA	Global Positioning System Fix Data
Czas	170834	17:08:34 Z
Szerokość geograficzna	4124.8963, N	41d 24.8963' N or 41d 24' 54" N
Długość geograficzna	08151.6838, W	81d 51.6838' W or 81d 51' 41" W
Jakość ustalonej pozycji: – 0 = Błędna – 1 = GPS – 2 = DGPS	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!**

