Systemy wbudowane Wykład 4 – Bluetooth

Przemek Błaśkiewicz

22 kwietnia 2018



1/55

Model ISO-OSI

Warstwa 7 – aplikacja

2/55

Model ISO-OSI

Warstwa 7 – aplikacja

Warstwa 6 – prezentacja

3/55

Model ISO-OSI

Warstwa 7 – aplikacja

Warstwa 6 – prezentacja

Warstwa 5 – sesja

Votes			
Votes			
Votes			
Notes			

Model ISO-OSI		N
	Warstwa 7 – aplikacja	Notes
	Warstwa 6 – prezentacja	
	Warstwa 5 – sesja	
	Warstwa 4 – transport	
	5/55	
Model ISO-OSI		
100001100 001	Warstwa 7 – aplikacja	Notes
	Warstwa 6 – prezentacja	
	Warstwa 5 – sesja	
	Warstwa 4 – transport	
	Warstwa 3 – sieciowa	
	6/55	
Model ISO-OSI		Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 7 – aplikacja	Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 7 – aplikacja Warstwa 6 – prezentacja	Notes
Model ISO-OSI		Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 6 – prezentacja	Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja	Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport	Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa	Notes
Model ISO-OSI	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa	Notes
Model ISO-OSI Model ISO-OSI	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych	
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych	Notes
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych	
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych	
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych 7/55 Warstwa 7 – aplikacja Warstwa 6 – prezentacja	
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych 7/55 Warstwa 7 – aplikacja Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja	
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa Warstwa 2 – łącza danych 7/55 Warstwa 7 – aplikacja Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport	
	Warstwa 6 – prezentacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 2 – łącza danych 7/55 Warstwa 7 – aplikacja Warstwa 5 – sesja Warstwa 4 – transport Warstwa 3 – sieciowa	

Stos Bluetooth

		Bluetooth	Radio	
		Baseba	ınd	
Host C	ontroller Interfac	e	LMP	
		L2CA	P	
	RFCOMM	,		Audio
	PPP			Audio
	IP			
	UDP TCP			
OBEX	WAP	AT Commands	TCS BIN	SDP
vCard	WAE			

B.Bruno, E.Gregori, M.Conti: Bluetooth: Architecture, Protocols and Scheduling Algorithms

9 / 55

Główne	fa	ktv
GIOWITE	ıa	r\ιy

działa w paśmie ISM (2.4GHz)

10/55

Główne fakty

- działa w paśmie ISM (2.4GHz)
- w podstawowym wydaniu 1Mpbs

11/55

Główne fakty

- działa w paśmie ISM (2.4GHz)
- w podstawowym wydaniu 1Mpbs
- o początkowo "jako następca RS-232" (a potem również USB)

Notes		
Notes		
Notes		
Notes		
Notes		
	 	 _

Główne fakty Notes działa w paśmie ISM (2.4GHz) • w podstawowym wydaniu 1Mpbs o początkowo "jako następca RS-232" (a potem również USB) na odległość kilku(nastu) metrów (++) 13 / 55 Główne fakty Notes działa w paśmie ISM (2.4GHz) • w podstawowym wydaniu 1Mpbs o początkowo "jako następca RS-232" (a potem również USB) • na odległość kilku(nastu) metrów (++) • IEEE 812.15 accepted as standard for WPAN 14 / 55 Warstwa Bluetooth radio Notes Fizyczność (radiowa): • częstotliwość: 2.4GHz: 2402kHz ($+k, k \in 0, ... 78$) ightarrow to samo, co WiFi 2.4GHz i kuchenka mikrofalowa \rightarrow skakanie po kanałach (frequency hopping) 15 / 55 Warstwa Bluetooth radio Notes Fizyczność (radiowa): • częstotliwość: 2.4GHz: 2402kHz ($+k, k \in 0, ... 78$) ightarrow to samo, co WiFi 2.4GHz i kuchenka mikrofalowa → skakanie po kanałach (frequency hopping) o moc: 1mW (1dBm), modulacja GFSK

Warstwa Baseband (1)	
	Notes
Zachowanie (radiowe):	
\circ czas slotu czasowego: 625 μs	
	-
17/55	
Warstwa Baseband (1)	
	Notes
Zachowanie (radiowe):	
 czas slotu czasowego: 625µs transmisja dupleksowa osiągnięta dzięki podziałowi 	
czasu (TDD)	
18/55	
Warstwa Baseband (1)	M
	Notes
Zachowanie (radiowe):	
 czas slotu czasowego: 625µs transmisja dupleksowa osiągnięta dzięki podziałowi 	
czasu (TDD) o połączenie głosowe (synchr.) 64kbps w obie strony	
19/55	
29 / 50	
Warstwa Baseband (1)	Notes
	Notes
Zachowanie (radiowe):	
 czas slotu czasowego: 625µs transmisja dupleksowa osiągnięta dzięki podziałowi 	
czasu (TDD) • połączenie głosowe (synchr.) 64kbps w obie strony	
połączenie danych (ACL) 721kbps (asymm.) 432.6kbps (SCO)	

Notes Zachowanie (radiowe): ullet czas slotu czasowego: 625 μs o transmisja dupleksowa osiągnięta dzięki podziałowi czasu (TDD) o połączenie głosowe (synchr.) 64kbps w obie strony o połączenie danych (ACL) 721kbps (asymm.) 432.6kbps (SCO) • SCO (synch. conn. oriented) - połączenie P2P 21/55 Warstwa Baseband (1) Notes Zachowanie (radiowe): ullet czas slotu czasowego: 625 μs transmisja dupleksowa osiągnięta dzięki podziałowi czasu (TDD) • połączenie głosowe (synchr.) 64kbps w obie strony o połączenie danych (ACL) 721kbps (asymm.) 432.6kbps (SCO) • SCO (synch. conn. oriented) - połączenie P2P • ACL (asynch. connection-less) - połączenie P2M - na życzenie mastera 22 / 55 Warstwa Baseband (2) Notes Zachowanie (radiowe): frequency hopping: o 79 częstotliwości (kanałów) odwiedzanych pseudolosowo Warstwa Baseband (2) Notes Zachowanie (radiowe): frequency hopping: 79 częstotliwości (kanałów) odwiedzanych pseudolosowo • porządek zdeterminowany przez adres mastera

Warstwa Baseband (1)

Warstwa Baseband (2)		
		Notes
Zachowanie (radiowe): frequency hopping:		
 79 częstotliwości (kanałów) odwiedzanych pseudolosowo porządek zdeterminowany przez adres mastera 		
master: w parzystych slotach, slave: nieparzyste		
	25 / 55	
Warstwa Baseband (3)		Notes
Procedura <i>Inquiry</i>		
	26 / 55	
Warstwa Baseband (3)	-	
		Notes
Procedura <i>Inquiry</i>		
wyrywanie stacji w okolicy32 przeznaczone kanały (2 grupy po 16)		
6- F		
	27 / 55	
Warstwa Baseband (3)		Notes
		Notes
Procedura <i>Inquiry</i>		
wyrywanie stacji w okolicy32 przeznaczone kanały (2 grupy po 16)		
 po dwa pakiety ID od mastera w parzystych slotach, nasłuch nieparzystych (10 msec na grupę kanałów) - x 256 	W	

Notes Procedura Inquiry wyrywanie stacji w okolicy • 32 przeznaczone kanały (2 grupy po 16) o po dwa pakiety ID od mastera w parzystych slotach, nasłuch w nieparzystych (10 msec na grupę kanałów) - x 256 o urządzenia nasłuchują na jednym z kanałów min. przez 11.25 msec co najmniej raz na 2.56 sek. 29 / 55 Warstwa Baseband (3) Notes Procedura Inquiry wyrywanie stacji w okolicy • 32 przeznaczone kanały (2 grupy po 16) o po dwa pakiety ID od mastera w parzystych slotach, nasłuch w nieparzystych (10 msec na grupę kanałów) - x 256 o urządzenia nasłuchują na jednym z kanałów min. przez 11.25 msec co najmniej raz na 2.56 sek. o po otrzymaniu pakietu ID - backoff na losowy okres (max 0.64 sek) 30 / 55 Warstwa Baseband (3) Notes Procedura Paging połączenie 'znanych sobie' urządzeń 31 / 55 Warstwa Baseband (3) Notes Procedura Paging o połączenie 'znanych sobie' urządzeń wymiana pakietów synchronizujących zegary

Warstwa Baseband (3)

Warstwa Baseband (3) Notes Procedura Paging o połączenie 'znanych sobie' urządzeń wymiana pakietów synchronizujących zegary • sekwencja skakania po kanałach na podstawie ID slave 33 / 55 Warstwa Baseband (3) Notes Procedura Paging o połączenie 'znanych sobie' urządzeń wymiana pakietów synchronizujących zegary • sekwencja skakania po kanałach na podstawie ID slave • sekwencje 2x16 pakietów jw wysyłane 1x, 128x lub 256x 34 / 55 Warstwa Baseband (3) Notes Procedura Paging połączenie 'znanych sobie' urządzeń wymiana pakietów synchronizujących zegary o sekwencja skakania po kanałach na podstawie ID slave o sekwencje 2x16 pakietów jw wysyłane 1x, 128x lub 256x • slave ma słuchać ciągle lub co 1.28 lub 2.56 sek Warstwa Baseband (3) Notes Stany Slave • aktywny – słucha ciągle

Warstwa Baseband (3)	
	Notes
Stany Slave	
podsłuchowy (sniff) – tylko w specjalnych slotach	
37/55	
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	
Warstwa Baseband (3)	Notes
Stany Slave	
aktywny – słucha ciąglepodsłuchowy (sniff) – tylko w specjalnych slotach	
na wstrzymaniu (hold) – uzgodniony czas przerwy	
38/55	
Warstwa Baseband (3)	Notes
	Notes
Stany Slave	
 podsłuchowy (sniff) – tylko w specjalnych slotach na wstrzymaniu (hold) – uzgodniony czas przerwy 	
 chwilowo wyłączony (park) – odłączony, ale zsynchronizowany 	
39 / 55	
M/sonton IMP + 10CAP	
Warstwy LMP + L2CAP	Notes
Link Management Protocol	

Warstwy LMP + L2CAP	
	Notes
 Link Management Protocol autoryzacja, parowanie, krypto 	
a data-y-zacja, paroname, rrypto	
41/55	
Warstwy LMP + L2CAP	
Transcript Linia Lizaria	Notes
Link Management Protocol	
 autoryzacja, parowanie, krypto synchronizacja, ustalenie roli 	
42/55	
Warstwy LMP + L2CAP	Notes
 Link Management Protocol autoryzacja, parowanie, krypto 	
 synchronizacja, ustalenie roli tryby działania 	
43/55	
Warstwy LMP + L2CAP	
	Notes
Link Management Protocol	
 autoryzacja, parowanie, krypto synchronizacja, ustalenie roli tryby działania 	
Logical Link Control and Adaptation Protocol	

Warstwy LMP + L2CAP Notes Link Management Protocol o autoryzacja, parowanie, krypto synchronizacja, ustalenie roli tryby działania Logical Link Control and Adaptation Protocol multipleksacja protokołów wyższych warstw 45 / 55 Warstwy LMP + L2CAP Notes Link Management Protocol autoryzacja, parowanie, krypto synchronizacja, ustalenie roli tryby działania Logical Link Control and Adaptation Protocol multipleksacja protokołów wyższych warstw segmentacja większych pakietów 46 / 55 Warstwy LMP + L2CAP Notes Link Management Protocol autoryzacja, parowanie, krypto synchronizacja, ustalenie roli tryby działania Logical Link Control and Adaptation Protocol multipleksacja protokołów wyższych warstw segmentacja większych pakietów o pośrednictwo między wyższymi warstwami a LMP Inne protokoły BT Notes

RFCOMM - emulacja portów szeregowych

Inne protokoły BT		
		Notes
RFCOMM – emulacja portów szeregowych		
SDP – wyszukiwanie i zarządzanie dostępnymi usługami		
	49 / 55	
Inne protokoły BT		
		Notes
RFCOMM – emulacja portów szeregowych		
SDP – wyszukiwanie i zarządzanie dostępnymi usługami Audio – transmisja audio		
•		
	50 / 55	
Profile		Notes
		Notes
SPP – protokół portu szeregowego		
	51 / 55	
Profile		Notes
		Notes
SPP – protokół portu szeregowego		
HID – klawiatura, mysz, pad		

Profile

SPP – protokół portu szeregowego

HID – klawiatura, mysz, pad...

HFP, HSP – zestaw głośnomówiący, słuchawkowy

53 / 55

Profile

SPP – protokół portu szeregowego HID – klawiatura, mysz, pad...

HFP, HSP - zestaw głośnomówiący, słuchawkowy

A2DP – Adv. Audio Distr. – nadawanie audio jednokierunkowe

54 / 55

Profile

SPP – protokół portu szeregowego

HID - klawiatura, mysz, pad...

HFP, HSP – zestaw głośnomówiący, słuchawkowy

A2DP – Adv. Audio Distr. – nadawanie audio jednokierunkowe

AVRCP – Remote Ctrl. – kontrola urządzenia BT

55 / 55

Notes		
Notes		
Notes		
-	 	
Ν.,		
Notes		