

Bill Zimmerman

Sieci bezprzewodowe Przepisy

Tworzenie rzeczywistych projektów
i ulepszanie Wi-Fi, Bluetooth i LoRa

APN Promise
Warszawa 2026

Spis treści

Słowo wstępne	xvii
Przedmowa	xix
Podziękowania	xxi
Wprowadzenie	xxiii
Dla kogo jest ta książka?	xxiii
Dlaczego powstała ta książka?	xxiv
Sprzęt	xxvi
Jak korzystać z tej książki	xxvii
Materiały online	xxvii
Używane konwencje	xxviii
Organizacja książki	xxix
Podsumowanie	xxxi

Część I: Ogólny obraz

Rozdział 1: Podstawy sieci bezprzewodowych	3
Promieniowanie elektromagnetyczne	4
Co zawiera się w nazwie?	5
Zasada działania sieci Wi-Fi	5
Standardy IEEE 802.11	6
Zasięg nadawania	8
Szerokość pasma, przepustowość i opóźnienie	10
Moc sygnału	12
Surfowanie po kanałach	13
Szerokość kanału	14
Kanały w paśmie 2,4 GHz	15
Kanały w paśmie 5 GHz	16
Kilka słów na temat MIMO	18
Domeny regulacyjne sieci bezprzewodowych	19
Ocenianie wydajności	20

Adapter bezprzewodowy od strony sprzętowej	23
CYW43455.....	24
Chipset SYN43436 i antena	28
Anteny Wi-Fi	29
Sterowniki jądra	32
Nawiązywanie połączenia.....	34
Bezprzewodowe połączenie Bluetooth	37
Bezprzewodowe sieci dalekiego zasięgu	39
Warstwa fizyczna LoRa.....	39
LoRaWAN.....	40
Podsumowanie.....	41

Rozdział 2: Pierwsze kroki 43

Wybór środowiska pracy	43
Bezpośredni dostęp za pośrednictwem terminala	44
Code-server we własnej przeglądarce	49
Remote Development	52
Wymagania wstępne	53
Aktualizacje jądra i pakietów	54
Kraje z sieciami bezprzewodowymi LAN	54
Dostęp w trybie headless	56
Komponenty oprogramowania.....	57
Korzystanie z NetworkManagera	57
Korzystanie z RaspAP	60
Krótki przewodnik po Linuksie	68
Typowe kombinacje klawiszy	68
Przegląd systemu plików	70
Podsumowanie.....	71

Część II: Przepisy

Rozdział 3: Monitorowanie sieci Wi-Fi za pomocą mini wyświetlacza TFT 75

Przykłady zastosowań.....	76
Wymagany sprzęt.....	76
Kompatybilne modele Raspberry Pi	76
Mini PiTFT jako dodatek	76

Akumulator litowo-jonowo-polimerowy.....	77
Wykorzystane oprogramowanie.....	78
Bliższe spojrzenie na GPIO	79
Przewodnik po pinach	80
Układ pinów w Mini PiTFT.....	81
Montaż elementów	82
Podłączanie wyświetlacza PiTFT	83
Podłączanie akumulatora LiPo	83
Przygotowanie karty SD.....	85
Pisanie na wyświetlacz	85
Wymagania wstępne	86
Konfigurowanie Pythona	90
Uruchamianie monitora siły sygnału	91
Analiza kodu monitora	92
Uruchamianie przy rozruchu systemu	93
Uruchamianie programu Access Point Monitor.....	94
Uruchamianie programu AP Monitor	95
Analiza kodu statystycznego	96
Uruchamianie przy starcie systemu	96
Monitorowanie akumulatora LiPo	96
Dalsze kroki.....	97
Dostosowywanie monitora sygnałów.....	97
Dostosowywanie monitora AP	98
Podsumowanie.....	99

Rozdział 4: Podstawowe i zaawansowane portale uwierzytelniające .101

Przykłady zastosowań.....	101
Wymagany sprzęt	102
Używane oprogramowanie.....	103
Bliższe spojrzenie na portale uwierzytelniające	104
Sekwencja stron powitalnych.....	106
Środki bezpieczeństwa	106
Tworzenie punktu dostępu	106
Wymagania wstępne	107
Instalacja openNDS.....	108
Konfiguracja routera	108
Sprawdzanie portów sieciowych.....	109
Konfiguracja DNS	110

Tworzenie podstawowego portalu uwierzytelniającego.....	111
Konfiguracja openNDS.....	111
Uruchamianie openNDS.....	112
Podłączanie klienta	113
Dostosowywanie podstawowego portalu	115
Tworzenie systemu voucherów.....	115
Tworzenie dynamicznego portalu uwierzytelniającego.....	118
Konfiguracja openNDS.....	118
Wdrażanie przekazywanego uwierzytelniania	119
Konfiguracja usługi internetowej	121
Podłączanie urządzenia klienckiego.....	126
Zarządzanie klientami.....	127
Ustalanie limitów	128
Ustawienia limitów globalnych	128
Indywidualne ustawienia limitów	130
Kształtowanie ruchu	131
Rozwiązywanie problemów.....	133
Dalsze kroki.....	134
Podsumowanie.....	134

Rozdział 5: Audio przez Bluetooth na dwa sposoby 135

Przypadki użycia	135
Wymagany sprzęt.....	136
Kompatybilne modele Raspberry Pi	136
Głośnik z obsługą Bluetooth	137
Adapter USB Bluetooth	137
Przetwornik cyfrowo-analogowy	137
Wykorzystywane oprogramowanie	140
Krótki przegląd audio w Linuksie.....	140
Wymagania wstępne	142
Instalowanie PulseAudio z Bluetooth.....	143
Tworzenie usługi PulseAudio	143
Włączenie komunikacji z BlueZ	144
Włączenie modułów Bluetooth w PulseAudio	145
Dolączanie głośników Bluetooth	146
Korzystanie z kontrolera Bluetooth	146
Parowanie głośnika Bluetooth	147
Uzyskiwanie właściwości urządzenia	148

Testowanie wyjścia audio	148
Streaming radia internetowego z konsoli.	148
Odtwarzanie muzyki z biblioteki audio	149
Odtwarzanie plików audio z innych źródeł strumieniowych	151
Tworzenie odbiornika audio Bluetooth	153
Konfiguracja odbiornika Bluetooth A2DP	153
Korzystanie z zewnętrznego adaptera USB.	154
Aktywacja odbiornika Bluetooth	155
Przeprowadzenie testu parowania	156
Konfigurowanie automatycznego parowania (opcjonalne)	157
Przeprowadzanie testu audio.	158
Integracja DAC.	159
Podłączanie przetwornika DAC do sprzętu hi-fi	160
Rozpoczęcie odtwarzania dźwięku.	160
Regulacja głośności	161
Tworzenie urządzenia Spotify Connect za pomocą Spotifyd	162
Wprowadzenie do tematu.	162
Instalowanie Spotifyd	163
Konfigurowanie Spotifyd	164
Tworzenie usługi systemd	165
Uruchamianie usługi Spotifyd	167
Sterowanie odtwarzaniem za pomocą aplikacji Spotify	167
Rozwiązywanie problemów	168
Brak dźwięku w głośnikach	168
Nie można połączyć się z odbiornikiem A2DP	169
Dźwięk przerywany lub zacinający się	169
Dźwięk o niskiej jakości lub brzmiący metalicznie	170
Dalsze kroki.	170
Wyświetlanie właściwości audio	170
Integracja wyświetlacza TFT	172
Podsumowanie.	173

Rozdział 6: LoRa – technologia dalekiego zasięgu 175

Przykłady zastosowań	176
Wymagany sprzęt.	176
Kompatybilne modele Raspberry Pi	177
Płytki rozszerzeń LoRa.	178
Moduł HAT akumulatorów LiPo.	180

Wykorzystywane oprogramowanie	181
Bliższe spojrzenie na SX1262	181
Wymagania wstępne	182
Włączanie portu SPI	183
Włączanie portu UART	184
Przygotowanie środowiska	187
Instalacja pakietu Pythona	188
Mocowanie anteny	190
Uruchomienie przykładu LoRa	191
Konfiguracja nadajnika	191
Konfiguracja odbiornika	193
Szczegóły modulacji LoRa	194
Podstawowe parametry LoRa	197
Szerokość pasma	197
Współczynnik rozpraszania	197
Współczynnik kodowania	199
Bliższe spojrzenie na pakiety LoRa	199
Przykładowa definicja pakietu	200
Ograniczenia rozmiarów komunikatu	201
Przeprowadzanie testów dalekiego zasięgu	201
Idealne warunki	202
Metoda oceny zasięgu	203
Dostrajanie parametrów LoRa	204
Łączenie się z bramą LoRaWAN	206
Uczestnictwo w sieci	208
Konfiguracja modułu Pi Supply IoT pHAT	209
Instalacja interfejsu CLI pakietu The Things Stack	212
Dołączenie do sieci	216
Rozwiązywanie problemów	217
Wykrywanie krawędzi sygnału GPIO	217
Wyłączenie konsoli szeregowej (Getty)	218
Aktywność urządzeń końcowych LoRaWAN	219
Dalsze kroki	220
Korzystanie z przykładów dotyczących modułu RAK811	220
Dodawanie czujników IoT	220
Budowanie własnej bramy LoRaWAN	221
Podsumowanie	222

Rozdział 7: Wykrywanie włamań za pomocą Kismet 223

Wardriving: (bardzo) krótka historia	225
Przypadki użycia	226
Wymagany sprzęt	227
Kompatybilne modele Raspberry Pi	227
Zewnętrzny adapter bezprzewodowy	227
Wykorzystywane oprogramowanie	229
Bliższe spojrzenie na WIDS	229
Konfigurowanie dostępu typu headless	231
Instalowanie programu Kismet	231
Korzystanie z oficjalnych pakietów Kismet	232
Kompilacja ze źródła (opcjonalne)	234
Konfigurowanie adaptera bezprzewodowego	235
Monitorowanie ruchu	238
Uruchamianie pakietu Kismet	238
Źródła Bluetooth	241
Przechwytywanie pakietów	241
Alerty i WIDS	242
Konfigurowanie alertów	242
Obsługa WIDS	243
Tworzenie stanowiska testowego zabezpieczeń sieci WLAN	244
Generowanie alertów	245
Kontynuacja testów	247
Analiza dzienników programu Kismet	248
Korzystanie ze statystyk Kismetdb	248
Przekształcanie plików na format PCAP	249
Dalsze kroki	250
Podsumowanie	250

Rozdział 8: Bezprzewodowe monitorowanie jakości powietrza 253

Przypadki użycia	253
Wymagania sprzętowe	256
Raspberry Pi Zero 2 W	257
Męskie złącze GPIO	257
Czujnik cząstek Nova SDS011	258
Czujnik Bosch BME680 Sensor (opcjonalnie)	258
3G-4G/LTE Base HAT (opcjonalny)	259

Obudowa drukowana w technologii 3D (opcjonalna).....	260
Wykorzystywane oprogramowanie	260
Wymagania wstępne	260
Konfigurowanie dostępu w trybie headless	260
Przygotowanie portu szeregowego.....	261
Poznanwanie GPIO	262
Piny zasilania.....	263
Piny UART	264
Piny uziemienia	264
Język programowania	265
Podłączenie Nova SDS011	265
Zbieranie danych z czujnika.....	266
Instalacja InfluxDB i Grafana	266
Tworzenie środowiska wirtualnego projektu.....	267
Instalacja pySerial.....	268
Uzyskiwanie wartości geohash	269
Uruchamianie programu Sampler	269
Weryfikacja przykładowych danych.....	271
Włączanie usługi.....	272
Tworzenie pulpitu nawigacyjnego	273
Dodawanie źródła danych.....	273
Importowanie pulpitu nawigacyjnego modelu.....	275
Korzystanie z pulpitu nawigacyjnego	276
Edycja pulpitu nawigacyjnego	276
Tworzenie alertów	278
Testowanie alertów	280
Tworzenie obudowy zewnętrznej	281
Dołączanie do społeczności Thingiverse.....	281
Wskazówki dotyczące montażu.....	282
Rozważania dotyczące lokalizacji	283
Zasilanie z akumulatora	284
Publikowanie danych	284
Tworzenie kanałów danych	284
Wysyłanie danych za pomocą Pythona	285
Tworzenie pulpitu nawigacyjnego Adafruit IO	286
Rozwiązywanie problemów	287
Dalsze kroki.....	288
Dostosowywanie progów alertów.....	288
Kalibracja stacji.....	289

Dodawanie czujników	289
Podsumowanie	291

Rozdział 9: Przejmowanie kontroli nad siecią Wi-Fi za pomocą Pwnagotchi 293

Przykłady zastosowań	294
Wymagany sprzęt	294
Kompatybilne modele Raspberry Pi	295
Zewnętrzny moduł akumulatorowy	295
Montaż elementów	299
Tworzenie krótkiego stosu	300
Wykorzystywane oprogramowanie	301
TensorFlow i Keras	301
Bettercap	302
Oprogramowanie sprzętowe Nexmon	302
Hcxtools i Hashcat	305
Przygotowanie karty SD	305
Konfiguracja Pwnagotchi	306
Pierwsze uruchomienie	307
Krótki opis interfejsu	308
Sztuczna inteligencja w Pwnagotchi	309
Pętla procesu aktor–krytyk	310
Funkcja nagrody	312
Korzystanie z trybu gadżetu USB Ethernet	313
Konfiguracja urządzenia w systemie macOS	313
Konfiguracja urządzenia w systemie Windows	314
Konfiguracja urządzenia w systemie Linux	314
Udostępnianie połączenia internetowego	316
Łączenie się przez SSH	317
Korzystanie z trybu MANUAL	318
Korzystanie z wtyczek	320
Instalacja wtyczki PiSugar	321
Zapisywanie i przywracanie konfiguracji	322
Tworzenie pełnej kopii zapasowej i przywracanie danych	323
Korzystanie z Bettercap	324
Rozpoczęcie sesji interaktywnej	324
Tworzenie skryptów za pomocą capletów	325
Uzyskiwanie dostępu do interfejsu internetowego	326

Zbieranie handshake'ów	328
Tworzenie sieci docelowej	330
Przetwarzanie plików PCAP	331
Korzystanie z programu Hashcat	334
Rozwiązywanie problemów	335
Konflikty w sieci lokalnej	336
Błędy związane z GPIO	336
Błąd udostępniania połączenia internetowego	338
Ślepotą sterownika Nexmon	339
Dalsze kroki	339
Dostosowywanie cech charakteru i mimiki	340
Tworzenie mapy uzgodnień połączeń za pomocą GPS	341
Zdobywanie większego doświadczenia	342
Testowanie za pomocą pakietu Kismet	343
Usprawnienie procesu gromadzenia danych	344
Podsumowanie	345

Rozdział 10: Odkrywanie sieci kratowych 347

Krótką historia	348
Przykłady zastosowań	348
Wymagany sprzęt	349
Kompatybilne modele Raspberry Pi	349
Adapter obsługujący technologię kratową	350
Squid RGB (opcjonalnie)	351
Moduł HAT z zasilaczem awaryjnym	351
Wykorzystywane oprogramowanie	352
Przygotowanie węzłów	354
Tworzenie sieci kratowej	355
Praca z wartościami MTU	359
Dodawanie kolejnych węzłów	360
Diagnozowanie łączności w sieci kratowej	361
Tworzenie nazw hostów sieci kratowej	363
Uruchamianie podczas rozruchu	364
Rozbudowa sieci kratowej	365
Konfiguracja bramy i zezwolenie na dostęp	366
Dodawanie bramy	367
Ponowne uruchomienie sieci kratowej	369
Weryfikacja sieci kratowej	370

Zarządzanie węzłami za pomocą bramy.....	373
Bliższe spojrzenie na protokół.....	374
Wskazówki dotyczące precyzyjnego dostrojenia	375
Kilka słów o bezpieczeństwie	377
Monitorowanie sieci kratowej	377
Korzystanie z terminala.....	378
Korzystanie ze wskaźników aktywności LED.....	379
Rozwiązywanie problemów	382
Dalsze kroki.....	383
Podsumowanie.....	385

Rozdział 11: Wyświetlacze bezprzewodowe na dwa sposoby 387

Przypadki użycia	387
Wymagany sprzęt.....	388
Kompatybilne modele Raspberry Pi	388
Kabel HDMI	389
Obudowa projektu zgodna z VESA (opcjonalnie).....	390
Wykorzystywane oprogramowanie	390
Obsługa systemów Windows i Android.....	390
Obsługa urządzeń Apple.....	391
Castng na sprzęt	391
AirPlay	391
Miracast	392
Chromecast.....	393
Porównanie urządzeń do przesyłania obrazu i dźwięku	394
Bliższe spojrzenie na Wi-Fi Direct	394
Zasada działania	395
Obsługa adaptera	396
Kombinacje interfejsów	397
Instalowanie Lazycast	398
Wyłączenie zgłoszeń ekranowych.....	398
Instalowanie zależności.....	399
Aktualizacja sterownika	400
Tworzenie plików binarnych Lazycast	401
Uruchamianie Lazycast.....	402
Łączenie ze źródłem	402
Zaglądamy pod maskę	404
Krótki przejazd przez VideoCore	407

Instalacja RPiPlay	408
Instalowanie wymaganych elementów	408
Kompilacja plików binarnych RPiPlay	409
Uruchomienie RPiPlay	411
Łączenie ze źródłem	412
Zagłądanie pod maskę	413
Rozwiązywanie problemów	415
Błędy podczas kompilacji kodu	415
Sieci w Linuksie	416
Oczekiwane poziomy wydajności	417
Dalsze kroki	418
Szpiegowanie za pomocą inteligentnych telewizorów	419
Alternatywa wobec śledzenia	420
Podsumowanie	421
Dodatek: Sposób myślenia inżyniera	423
O astrofizyce i kawie	423
Kształtowanie sposobu myślenia inżyniera	425
Trzy kluczowe cechy inżyniera	425
Dwa rodzaje ograniczeń	425
Myślenie systemowe	426
Metodologia rozwiązywania problemów	427
Zdefiniowanie problemu	428
Prowadzenie obserwacji	428
Formułowanie hipotezy	431
Zawężanie zakresu	432
Wprowadzanie poprawek	432
Powtarzanie w razie potrzeby	433
Wdrożenie w praktyce	433
Najważniejsze wskazówki i strategie	437
Wyszukiwanie w dziennikach systemowych	437
Wykrywanie konfliktów gniazd	442
Końcowe przemyślenia	443
Indeks	445