



nych sieci czujników i urządzeń monitorujących w zastosowaniach związanych z automatyką budynków, kontrolą urządzeń pracujących w obrębie pomieszczenia, systemami alarmowymi i logistyką. Główny nacisk położono nie tyle na zapewnienie jak największej przepływności, ile na niezawodność transmisji danych, możliwość budowy sieci i elastyczność jej konfiguracji. Jako że przy budowie sieci czujników zawsze istnieje problem dostępności zasilania, to tego typu urządzenia często zasilane są z baterii. Dlatego też twórcy protokołu położyli szczególny nacisk na minimalizację poboru energii zasilania. Maksymalnie uproszczono też stos komunikacyjny, co w założeniu miało zapewnić niską cenę modułów radiowych.

W sieci ZigBee (rys. 1) może pracować praktycznie dowolnie duża liczba urządzeń (ograniczeniem w pojedynczej sieci jest liczba 2^{64} urządzeń, a łączna liczba współpracujących ze sobą sieci jest ograniczona wartością 2^{16}). Protokół komunikacyjny umożliwia realizację sieci o praktycznie dowolnej konfiguracji: gwiazdista (star), peer-to-peer, kratowa (mesh). Dodatkowo urządzeniom o wymaganym krótkim czasie reakcji można nadać wysoki priorytet.

Moduły radiowe ZigBee pracują z wykorzystaniem ogólnie dostępnych pasm ISM, zgodnie z regulacjami prawnymi obowiązującymi na danych terenach. Prędkość transmisji w paśmie 2,4 GHz (dostępnym praktycznie na całym świecie) jest równa 250 kb/s

Kto ma pszczoły, ten ma miód

Moduły ZigBee firmy Aurel w ofercie TME

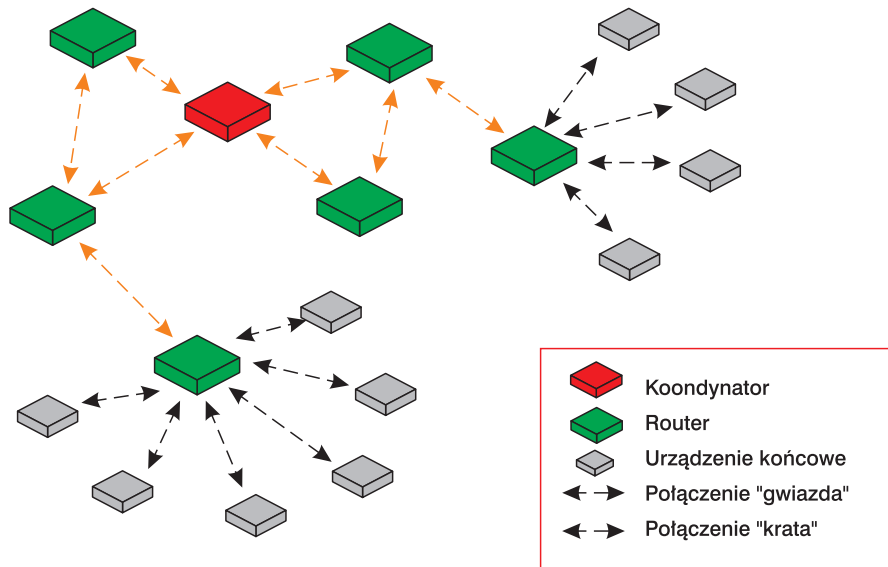
Coraz częściej słyszy się o nowych technologiach komunikacji bezprzewodowej, które pukają do naszych drzwi. W czerwcu 2006 roku powstał nowy protokół komunikacyjny o nazwie ZigBee wypełniający lukę pomiędzy sieciami WiFi WiMax i Bluetooth. Dlaczego mowa tu o „luce” i komu potrzebna jest odmiana nowego, bezprzewodowego standardu?

ZigBee jest opisem protokołu komunikacyjnego wysokiego poziomu używającego modułów radiowych niewielkiej mocy, bazujących na standardzie 802.15.4-2003 opisującym działanie lokalnych, bezprzewodowych sieci cyfrowych małego zasięgu (WPAN tj. *Wireless Personal Area Network*). Twórca standardu użył wręcz słowa „osobistych”, aby podkreślić przeznaczenie protokołu. W zamierzeniach twórców moduły ZigBee miały być prostsze w budowie i tańsze, niż inne typy sieci WPAN, jak np. Bluetooth.

Standard ZigBee powstał głównie z myślą o zastosowaniach przy budowie lokal-

(16 kanałów, każdy o szerokości 5 MHz). Mimo popularności tego pasma, spotyka się również urządzenia ZigBee wykorzystujące pasma 915 MHz (USA i Australia) i oferujące prędkość transmisji 40 kb/s oraz 868 MHz (Europa) i prędkość 20 kb/s. Zasięg modułów waha się w granicach od 10 do 70 m, aczkolwiek dostępne są również specjalne moduły ZigBee Pro o zasięgu do 1500 m. Typowo moc nadajnika modułu ZigBee jest równa 0 dBm.

Urządzenia ZigBee najczęściej oferowane są w postaci układów scalonych mających zintegrowane w strukturze tor radiowy



Rys. 1. Przykładowa sieć urządzeń ZigBee

i mikrokontroler, które są o tyle niewygodne do użycia, że wymagają konstrukcji płytki i dodania elementów zewnętrznych, takich jak antena. Niektórzy producenci używają tych układów scalonych i oferują gotowe do użycia moduły, wyposażone w antenę i wszystko, co jest niezbędne do utworzenia komunikacji ZigBee.

Ze względu na fakt, że implementacja pełnego stosu transmisji ZigBee nie jest tak tania, jak przewidywano (powodem jest wymagany, spory rozmiar pamięci programu), to w opisie protokołu wyróżniono dwa rodzaje urządzeń:

- **FFD (Full Function Device)**, tj. urządzenia mogące pracować w sieciach o dowolnej topologii, jako koordynator sieci lub po prostu komunikując się z każdym urządzeniem w sieci.
- **RFD (Reduced Function Device)**, tj. urządzenie mogące pracować wyłącznie w sieci o topologii gwiazdy, mogące komunikować się wyłącznie z koordynatorem sieci i niemogące spełniać funkcji koordynatora.

Oprócz opisanego wyżej podziału, wprowadzono również inny, uwzględniający ich funkcje, zgodnie z protokołem ZigBee:

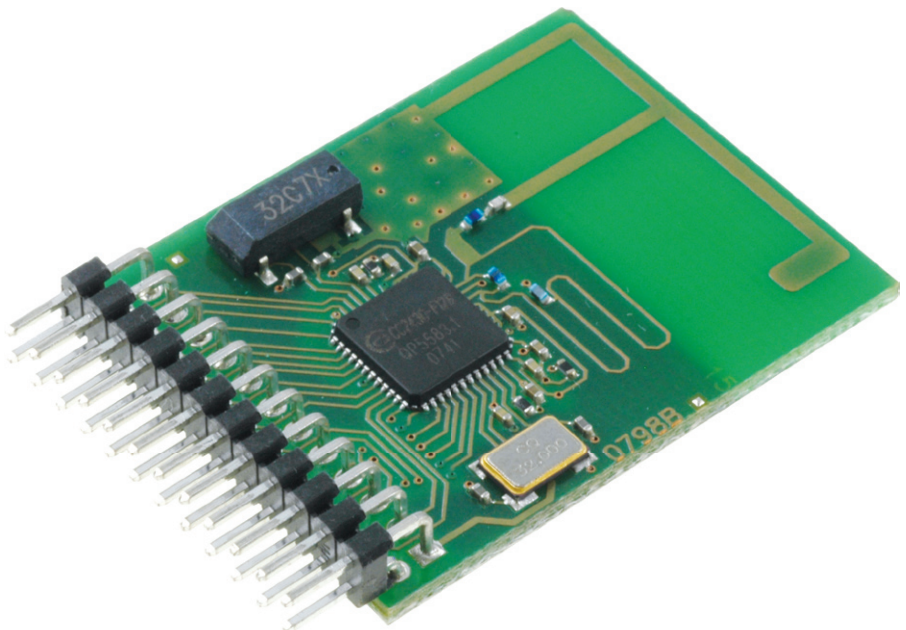
- **Koordynator** oznaczany literami **ZC** (*ZigBee Coordinator*) lub **CO** (*Coordinator*). Jest to urządzenie o największych możliwościach. Koordynator formuje korzeń drzewa sieci i może łączyć się z inną siecią. W każdej sieci ZigBee wymagany jest jeden taki moduł, ponieważ bez niego sieć nie może pracować. Moduł ten inicjuje pracę sieci, zarządza tablicą jej połączeń, zapamiętuje informacje związane z siecią, jak również może pracować jako centrum uwierzytelniania urządzeń sieciowych i przechowywać repozytoria kluczy szyfrowania.
- **Router** oznaczany literami **ZR** (*ZigBee Router*) lub **RT** (*Router*). Jest to urządzenie

nie w sieci ZigBee, które pośredniczy w przekazywaniu danych. Często router realizuje również zadania związane bezpośrednio z aplikacją użytkownika.

- **Urządzenie końcowe** oznaczane jako **ZED** (*ZigBee End Device*) lub **RFED** (*Reduced Function End Device*). Urządzenie to ma wystarczającą funkcjonalność, aby

komunikować się z routerem lub koordynatorem. Nie może jednak porozumiewać się z innymi urządzeniami końcowymi. Taki sposób funkcjonowania umożliwia urządzeniu końcowemu na przebywanie przez większość czasu w stanie czuwania, w którym minimalizowany jest pobór energii.

W porównaniu z innymi rozwiązaniami WPAN, ZigBee ma unikatowe cechy, niedostępne w innych rozwiązaniach sieci bezprzewodowych. Stosunkowo prosty protokół ZigBee nie ma zbyt dużych wymagań co do zasobów sprzętowych i bez problemu daje się uruchomić na mikrokontrolerze o 8-bitowym rdzeniu. Dlatego też moduły mogą być **tańsze**. Ponadto protokół komunikacyjny umożliwia **omijanie zatorów komunikacyjnych**, a dzięki kratowej strukturze sieci, łatwo jest zwiększać obszar pokrycia bez podnoszenia mocy nadajników, zmiany anten itp. Urządzenia ZigBee przez większość czasu przebywają w trybie obniżonego poboru mocy i wybudzają się z niego na czas liczony w milisekundach. Dodatkowo, nadajnik ma moc zaledwie 1 mW (0 dBm), co prowadzi do **radikalnych oszczędności baterii**. W praktyce okres wymiany baterii może sięgać nawet lat.



XTR-ZB1-

| | | |
|--------------------------------|----------|--|
| router | R | |
| koordynator | C | |
| urządzenie końcowe | E | |
| nadajnik o mocy 20 mW (13 dBm) | H | |
| nadajnik o mocy 1 mW (0 dBm) | L | |
| antena zintegrowana | I | |
| antena zewnętrzna | E | |

Fot. 2. Moduł ZigBee Aurel z oferty TME i sposób kodowania jego nazwy

Budujesz sieć ZigBee? Skorzystaj z oferty TME

TME to firma o ugruntowanej pozycji i to nie tylko na polskim rynku. Poczynione przez firmę inwestycje spowodowały, że jej oferta obejmuje już nie tylko Polskę, a TME staje się firmą międzynarodową i bardzo poważnym graczem na rynku dystrybutorów komponentów elektronicznych. O zaletach zakupów przez Internet i dystrybucji prowadzonej metodą „do drzwi klienta”, chyba nikogo nie trzeba przekonywać.

W ofercie TME pojawiły się moduły ZigBee firmy Aurel, znanego producenta komponentów przeznaczonych na pasmo ISM. Firma Aurel istnieje od 1970 roku i od początku swojego istnienia zajmuje się produkcją i sprzedażą grubowarstwowych układów i modułów do komunikacji radiowej. Te blisko 40 lat doświadczenia przy produkcji różnego rodzaju układów do łączności radiowej nie jest bez znaczenia.

Oferta TME obejmuje wszystkie, opisywane wcześniej rodzaje modułów transmisyjnych. Można w niej znaleźć moduły ZigBee pełniące funkcję koordynatorów, routerów i urządzeń końcowych. Każdy z modułów mieści się wraz z anteną nadawczą – odbiorczą na niewielkiej płytce drukowanej 26×35 mm. Użytkownik nic nie musi wykonywać we własnym zakresie: wszystko jest pod ręką, gotowe do użycia. Jeśli przyjrzeć się dokładnie dokumentacji technicznej, to nie sposób nie zauważyć, że każda z płytek ma identyczne złącze, z wyprowadzonymi na nim tymi samymi sygnałami. Różnice pomiędzy nimi są funkcjonalne, a nie fizyczne. Zapewne doceni to każdy, kto miał kiedyś potrzebę zmiany funkcji urządzenia w sieci. W przypadku modułów oferowanych przez TME (abstrahując od zmian w konfiguracji sieci) wystarczy modyfikacja programu urządzenia i prosta podmiana modułu komunikacyjnego.

Moduły Aurel wykorzystują specjalną technikę transmisji nazywaną DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) uodporniającą je na zakłócenia zewnętrzne. A jeśli to

Tab. 1. Wybrane parametry modułów XTR-ZB1-RLI, -CLI i -ELI

| Nazwa parametru | Wartość minimalna | Typowo | Wartość maksymalna | Jednostka |
|---------------------------------------|-------------------|--------|--------------------|-----------|
| Napięcie zasilania | 2,0 | 3,3 | 3,6 | V |
| Prąd zasilania w trybie odbioru | | 28 | | mA |
| Prąd zasilania w trybie nadawania | | 33 | | mA |
| Prąd zasilania w trybie wyłączenia | | | 1 | μA |
| Typ modulacji | | O-QPSK | | |
| Czułość odbiornika | | -92 | | dBm |
| Moc promieniowana (ERP) | | 0 | | dBm |
| Częstotliwość nośna | 2405 | | 2483 | MHz |
| Liczba kanałów | | 16 | | |
| Szerokość kanału | | 2 | | MHz |
| Prędkość transmisji (bez szyfrowania) | | 250 | | kb/s |

za mało, to cała sieć w czasie co najwyżej 3 minut automatycznie przestawia się na nowy kanał transmisyjny.

Transmisja może być zaszyfrowana przy użyciu algorytmu AES ze 128-bitowym kluczem, a dodatkowo, po zbudowaniu sieci, można ją zablokować przed dostępem różnych, zewnętrznych „intruzów”. Na tym niskim poziomie, moduły oferują tryb transparentny i akceptują komendy tekstowe. Na wyższym poziomie, to jest obsługiwane przez komputer PC, moduły można programować z wykorzystaniem kontrolki OCX. Oczywiście możliwe jest zestawienie łącza transparentnego. Zarówno sama kontrolka, jak i program demonstrujący jej użycie, dostępne są na stronie internetowej firmy Aurel. Szczególnie cenna cecha sieci ZigBee, to jest omijanie uszkodzeń i kolizji, oferowana jest przez moduły Aurel niejako z marszu. Wystarczy podać adres modułu docelowego i opatrzyć nim wiadomość, a sieć sama znajdzie najkrótszą drogę do adresata.

Na fot. 2 pokazano zdjęcie modułu ZigBee firmy Aurel. Wszystkie moduły, niezależnie od pełnionej funkcji, wyglądają tak samo. Różnią się tylko oznaczeniami, co opisano pod fotografią. Podstawowe parametry modułów zawarte są w tab. 1. Szczegółowe

dane techniczne dostępne są na stronie producenta.

W ofercie TME dostępny jest również zestaw uruchomieniowy, w skład którego wchodzi:

- płytka demonstracyjna XTR-ZB1 z modulem koordynatora,
- cztery płytki bazowe XTR-ZB1,
- cztery moduły XTR-ZB1-RLI (Routery),
- płyta CD oprogramowaniem i dokumentacją.

Oprócz powyższych, opakowanie zawiera kabel połączeniowy USB, baterie zasilające i zasilacz napięcia stałego. Płytkę demonstracyjną XTR-ZB1 producent wyposażył w szereg interfejsów analogowych i cyfrowych dających możliwość testowania różnych, specyficznych konfiguracji. Płytki bazowe XTR-ZB1 wyposażono w gniazda umożliwiające wymianę modułów.

Jacek Bogusz, EP
jacek.bogusz@ep.com.pl

Dodatkowe informacje:

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.
93-350 Łódź, ul. Ustronna 41,
tel.: 042 645 55 55, fax: 042 645 55 00,
e-mail: dso@tme.pl, www.tme.pl

R E K L A M A

Konwerter USB<->RS232

AVT553/U232



www.sklep.avt.pl

Dostępne wersje:
A - płytka drukowana: 6zł
B - komplet elementów: 36zł
C - układ zmontowany: 40zł