

Samowystarczalne moduły GSM

Sterowanie modemami GSM nie tylko komendami AT

W standardowych aplikacjach pracę modułu GSM steruje zewnętrzny mikrokontroler za pomocą komend AT, przesyłanych między modemem a mikrokontrolerem. Jednak w wielu przypadkach zadania mikrokontrolera zewnętrznego, takie jak odczytywanie wyników pomiarów, ich przetwarzanie czy sterowanie zewnętrznymi urządzeniami, może być z powodzeniem przejęte przez sam modem. Jest to możliwe gdyż w modułach GSM są mikrokontrolery o możliwościach przekraczających potrzeby komunikacji GSM.

Moduły GSM są zazwyczaj kojarzone z prostymi modemami, które mogą wyłącznie pracować jako urządzenie podrzędne głównego mikrokontrolera. Proste moduły GSM są sterowane poprzez komendy AT. Mikrokontroler zarządza funkcjami aplikacji, a moduł jest odpowiedzialny wyłącznie za komunikację bezprzewodową GSM.

Jednak obsługę układu radiowego w module GSM za pomocą komend AT może realizować wbudowany mikrokontroler, często o sporych możliwościach. Stosowane w modułach mikrokontrolery rzadko mają wykorzystywaną swoją moc obliczeniową, często wystarczającą aby przejąć część zadań głównego mikrokontrolera systemu. Możliwość zrezygnowania z dodatkowego mikrokontrolera jest nie do przecenienia. Zmniejsza się liczba elementów oraz powierzchnia płytki PCB. Czas odpowiedzi, np. obsługi przychodzącej wiadomości SMS, ulega skróceniu, gdyż nie ma potrzeby komunikacji z zewnętrznym układem.

Modemów, których mikrokontrolery mogą wykonywać aplikacje użytkownika jest na rynku bardzo dużo. Nie ma jednak uniwersalnego języka ich programowania, tak jak jest to w przypadku sterowania komendami AT. W zależności od producenta, są one zazwyczaj programowane w różnych językach, zarówno w skryptowych, jak uruchamianych w specjalnym interpreterze albo tzw. maszynie wirtualnej (np. Lua, Python oraz Java), a także w języku C. Jednakże niezależnie od platformy programistycznej, programowalne moduły GSM mogą być również sterowane standardowymi komendami AT.

Komendy AT

Komendy AT zostały opracowane do sterowania pracą modemów analogowych. Wprowadzono je, aby ujednoczyć sposób komunikacji ze sprzętem, z którym miał komunikować się komputer. Zostały również zaadaptowane do sterowania modemami wbudowanymi w telefony komórkowe. Obecnie wszystkie moduły GSM są sterowane za pomocą tych komend z użyciem wbudowanego interpretera. Komendy AT zostały wyspecyfikowane w odpowiednich normach przeznaczonych dla telefonów komórkowych.

W programowalnych modułach GSM jest także możliwość zdefiniowania własnych komend AT. Zastosowanie niestandardowych komend zwiększa poziom bezpieczeństwa takiego modułu. Komunikacja standardowego modułu z mikrokontrolerem zarządzającym może zostać podsłuchana i szybko rozszyfrowana. Przy stosowaniu niestandardowych komend osoba niepowołana nie może w prosty sposób rozszyfrować algorytmu działania urządzenia.



Python

Python jest interpretowanym językiem programistycznym. Do jego uruchomienia potrzebny jest specjalny interpreter z kompilatorem, który kod źródłowy programu przetwarza do postaci bytcodeu i uruchamianego na wirtualnej maszynie Pythona (PVM). Kod źródłowy Pythona (pliki z rozszerzeniem *.py) mogą być albo kompilowane do byte-

codu na etapie uruchamiania programu, albo wcześniej (pliki z rozszerzeniem *.pyc). Pliki z rozszerzeniem *.pyc są tworzone z reguły po każdej zmianie pliku źródłowego *.py. Kod programu w postaci bytcodeu jest przenośny i może być uruchamiany na różnych platformach sprzętowo-programowych.

Python nie wymusza ścisłego stylu programowania i programy w nim pisane mogą być zarówno obiektowe, jak również strukturalne (np. Java jest językiem wyłącznie obiektowym). Python jest oprogramowaniem typu Open-Source i może być bezpłatnie stosowany w aplikacjach komercyjnych.

Do zalet Pythona można zaliczyć niezwykle przejrzystą i prostą składnię. Do minimum zmniejszono liczbę elementów składni języka, np. bloki kodu są definiowane przez odpowiednie wcięcie w kodzie źródłowym w odróżnieniu od m.in. języka C, w którym używane są nawiasy klamrowe. Dane mają dynamiczne typy, tzn. rodzaj danych definiuje typ, a nie deklaracja słowem kluczowym (np. int, char). Zaletą Pythona jest również bogata biblioteka standardowa, szereg bezpłatnych bibliotek dodatkowych oraz łatwość integracji z oprogramowaniem pisany w języku C/C++. Przykładowy kod programu w języku Python przedstawiono na **list. 1**.

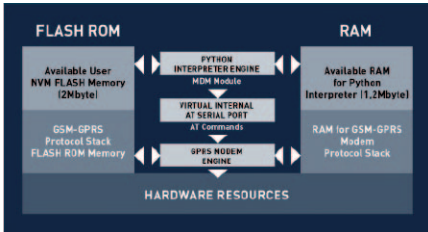
Moduły programowane w języku Python produkuje m.in. firma Telit. Jest ona produ-

List. 1. Przykładowy kod źródłowy napisany w języku a) Python i b) C

```
a)
def maksimum(x, y):
    if x > y:
        return x
    else:
        return y

b)
int maksimum(int x, int y) {
    if (x > y) return x;
    else return y;
}

//lub
int maksimum(int x, int y) {
    if (x > y)
    {
        return x;
    }
    else
    {
        return y;
    }
}
```



Rys. 1. Podział pamięci w modułach firmy Telit

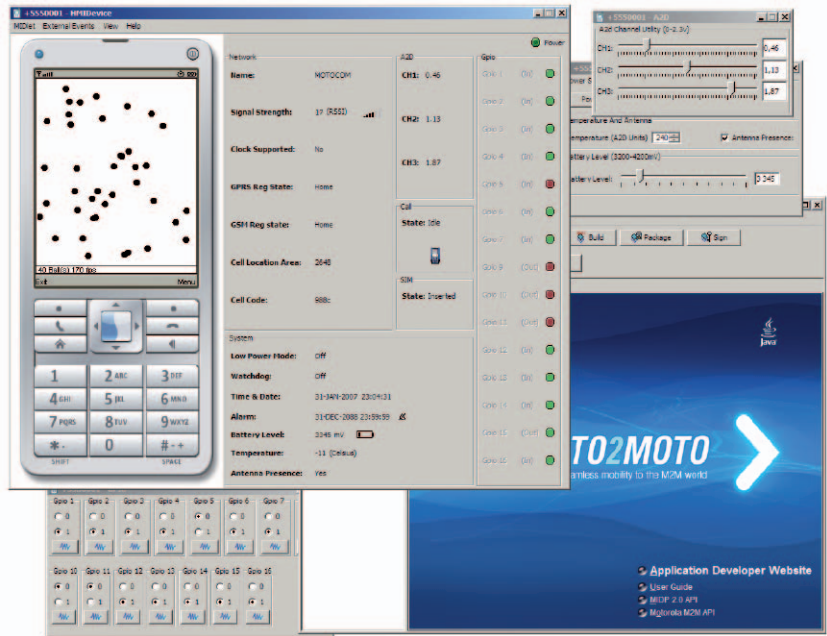
centem modułów M2M z komunikacją GSM/GPRS. Za pomocą Easy Script tej firmy jest możliwe uruchamianie skryptów użytkownika w modułach bezprzewodowych. Jest to kompletna platforma programowa, dzięki której jest możliwe tworzenie aplikacji M2M bez ponoszenia dodatkowych kosztów na zakup licencji czy sprzętu.

Podział pamięci modułów Telita przedstawiono na rys. 1. Dla dyspozycji aplikacji użytkownika i interpretera Pythona jest ok. 2 MB pamięci Flash oraz 1,2 MB pamięci RAM. Pozostała pamięć jest zarezerwowana dla stosu protokołów GSM/GPRS. Oprogramowanie zarządzające komunikacją GSM jest sterowane za pośrednictwem komend AT wysyłanych przez wirtualny port szeregowy.

Wgrywanie programów użytkownika z komputera PC do modułu odbywa się poprzez port szeregowy. Operacje zapisu, odczytu i weryfikacji pamięci wprowadzane są poprzez terminal (np. Hyper Terminal Windows) i dedykowane komendy AT.

Aplikacja użytkownika przygotowana w języku Python komunikuje się z modułem GSM poprzez wbudowane interfejsy programowe. Są to interfejsy:

- * MDM – najważniejszy interfejs umożliwiający wysyłanie i odbieranie danych



Rys. 2. Wireless toolkit Moto2Moto firmy Motorola

z sieci poprzez wirtualny port szeregowy dla komend AT.

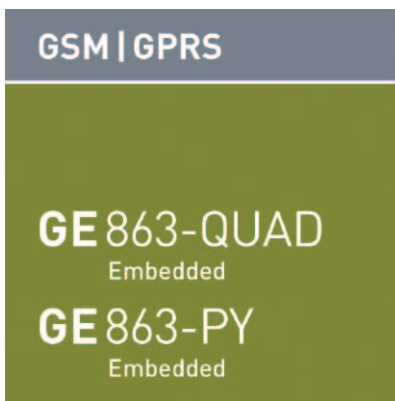
- * MDM2 – pomocniczy interfejs dla wewnętrznej obsługi komend AT.
- * SER – interfejs służący do komunikacji ze sprzętowym portem szeregowym modułu GSM (ASC0). Umożliwia on podłączenie zewnętrznego urządzenia. Port ten nie jest używany do przesyłania komend AT do modułu.
- * SER2 – dodatkowy port szeregowy dostępny w modułach bez wewnętrznego odbiornika GPS.
- * GPIO – umożliwia obsługę końcówek modułu GSM oraz pozostałych funkcji, takich jak usypianie modułu czy obsługa licznika.

- * IIC – programowy port I²C, który może korzystać z dowolnych końcówek GPIO.
- * SPI – programowy port SPI.
- * GPS – interfejs łączący skrypt Pythona z wewnętrznym odbiornikiem GPS. Komunikacja jest bezpośrednia, tzn. bez użycia żadnych dedykowanych komend AT.

Java

Java jest nowoczesnym obiektowym językiem programistycznym opracowanym przez programistów Sun Microsystems (obecnie należącej do firmy Oracle). Kod programu napisanego w Javie jest uruchamiany na tzw. maszynie wirtualnej. Maszyna wirtualna interpretuje kod wynikowy z kompilatora Javy – bytecode, dzięki czemu (teoretycznie) raz skompilowany program można uruchomić na różnych platformach sprzętowych. MIDlet, czyli program Javy, można uruchamiać i testować na komputerze PC, a następnie wgrać go do modemu.

Wadą takiego rozwiązania jest mniejsza wydajność przetwarzania kodu interpretowanego przez maszynę wirtualną, niż kodu napisanego bezpośrednio na dany procesor, np. w języku C. Tu z pomocą przychodzą mikrokontrolery ARM z rozszerzeniem Jazelle, które mogą bezpośrednio wykonywać bytecode wirtualnej maszyny Java. Mikrokontrolery



R E K L A M A

Programator USB procesorów AVR
współpracuje ze środowiskiem AVR Studio

AVTPROG2

www.sklep.avt.pl

kompatybilny z STK500 V2



Rys. 3. Ekran startowy programu M2M Studio

lery ARM nie mają jednak zaimplementowanych wszystkich komend bytecode, więc te instrukcje, które wg inżynierów ARM'a są rzadziej używane, muszą być obsługiwane programowo przez system operacyjny.

Moduły GSM, które mogą być programowane w Javie mają w ofercie takie firmy jak: Aplicom (wcześniej część Nokii), Siemens, Motorola. W modułach firmy Motorola jest możliwe wgranie własnego oprogramowania opracowanego sterującego pracą modułu w języku Java. Przykładem jest modułu oznaczony symbolem G24-JAVA.

Do przygotowania oprogramowania modułów GSM firma Motorola dostarcza Moto2Moto Wireless toolkit. Umożliwia on tworzenie, uruchamianie i debugowanie MIDletów na komputerze PC przy użyciu emulatora Javy firmy Sun. Skomplikowane programy mogą być przesłane bezpośrednio do modułu G24-J. Na rys. 2 przedstawiono widok uruchomionego emulatora w środowisku Moto2Moto. Programista ma podgląd statusu urządzenia (poziom odbieranego sygnału, stan portów, poziom napięcia baterii, itp) oraz może uruchamiać MIDlety Javy. Brakuje w nim jednakże edytora kodu źródłowego. Pliki źródłowe projektu muszą być więc edytowane zewnętrznym edytorem tekstowym.

Open AT

Platforma Open AT jest z pewnością znana czytelnikom EP. Jest to platforma programowa przeznaczona do programowania procesorów z linii Wireless CPU firmy Sierra-Wireless (wcześniej Wavecom) oraz modułów z tymi procesorami. Open AT jest zaprojektowana i zoptymalizowana pod względem komunikacji bezprzewodowej M2M (Machine-to-Machine).

Procesory CPU mogą pracować w trzech trybach:

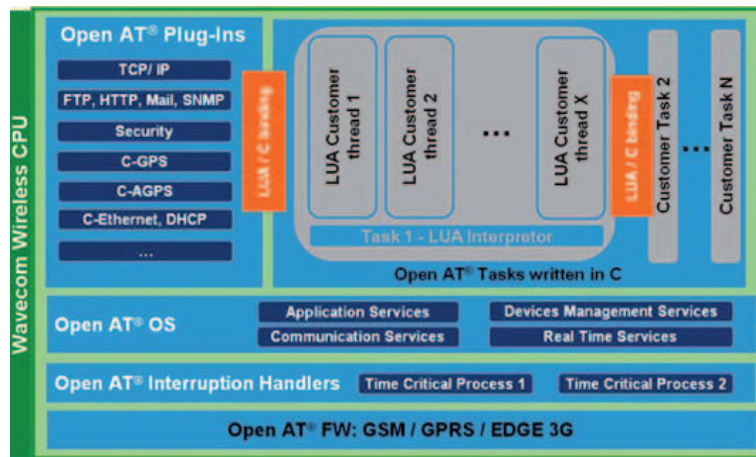
- Tryb procesora: Wireless CPU jest jedynym mikrokontrolerem w urządzeniu. Obsługuje zarówno komunikację GSM jak i aplikację użytkownika.

- Tryb Inteligentnego modemu: procesor główny urządzenia steruje pracą Wireless CPU poprzez standardowe i niestandardowe komendy AT. Komendy niestandardowe są obsługiwane przez dodatkowy program uruchomiony na Wireless CPU.

- Tryb modemu: procesor główny urządzenia sterują pracą Wireless CPU poprzez standardowe komendy AT.

Sierra-Wireless dostarcza zintegrowane środowisko programistyczne oparte na IDE Eclipse dla modemów z Wireless CPU. M2M Studio umożliwia przygotowanie, kompilację, debugowanie oraz uruchamianie kodu programu. Procesory Wireless CPU pracują pod kontrolą systemu operacyjnego Open AT OS. Należy zaznaczyć, że jest to system typu RTOS (czas odpowiedzi na przerwanie poniżej 1 ms). Na rys. 3. przedstawiono widok ekranu powitalnego IDE M2M studio.

Aplikacje przygotowane dla Open AT OS mogą być zarówno jednowątkowe jak i wielowątkowe. Producent dostarcza bezpłatne biblioteki programistyczne zgodne z językiem ANSI C. Wśród nich znajdują się niemal wszystkie, niezbędne funkcje systemowe do zarządzania modemem GSM, takie jak: obsługa komend AT, obsługa komunikacji GPRS, HSDUPA, stosu TCP/IP itp.



Rys. 4. Model warstwowy aplikacji przygotowanych w języku Lua



Główne biblioteki (pluginy) OPEN AT to:

- * TCP/IP – zapewnia obsługę połączenia internetowego.
- * Internet – rozszerza funkcje pluginu TCP/IP o protokoły POP3, SMTP oraz FTP.
- * Security – obsługa komunikacji szyfrowanej przy użyciu SSL.
- * Companion GPS – obsługa modułu GPS.
- * Lua – włącza obsługę języka skryptowego Lua.
- * C-CAN – obsługa magistrali CAN.

Mikrokontrolery Wireless CPU znajdują się również w gotowych modemach przemysłowych, np. firmy Maestro (www.maestro-wireless.com).

Lua

Mikrokontrolery Wireless CPU mogą być też programowane w języku skryptowym Lua. Został on zaprojektowany w celu rozszerzenia właściwości różnych aplikacji o możliwość dynamicznego wykonywania skryptów. Jest on zazwyczaj stosowany w oprogramowaniu gier komputerowych, w których umożliwia zmianę interfejsu lub oprogramowanie działań w postaci skryptów użytkownika. Lua jest dostarczana jako jed-



na z bibliotek języka C. Lua oferuje podobne możliwości programistyczne jak język C, m.in. programowanie wielowątkowe, pełną obsługę łańcuchów znakowych (w tym obsługę wyrażeń regularnych), automatyczne zarządzanie pamięcią oraz programowanie obiektowe.

Dostęp do maszyny wirtualnej Lua uzyskuje się poprzez telnet, za pomocą którego można pobierać programy z dowolnego serwera FTP i uruchamiać je w module. Zmiana uruchomionych skryptów dokonywana jest w czasie pracy urządzenia i nie jest wymagany restart systemu.

Ponieważ programy Lua są uruchamiane przez specjalny plugin biblioteki Open AT, możliwe jest połączenie programów pisanych w języku Lua i w języku C. Na **rys. 4** przedstawiono model warstwowy aplikacji przygotowanych dla systemu Open AT OS w językach Lua i C.

Możliwe jest więc pisanie części programu w języku C, a części w języku Lua.

Język C

Niektóre moduły mogą być również programowane w języku C. Programy dla tych modułów są uruchamiane bezpośrednio na mikrokontrolerze sterującym modulem. Przykładem jest tutaj modem firmy Motorola oznaczony symbolem G30. Jest to prze-

mysłowy modem GSM/GPRS przeznaczony do aplikacji automatyki, bezpieczeństwa i sprzedaży elektronicznej. Ma wydzielone 2 MB pamięci do użycia przez aplikację użytkownika. Moduł ma zaimplementowaną programową warstwę dostępową do zasobów sprzętowych dla aplikacji napisanych w języku C.

Podsumowanie

Moduły GSM są chętnie stosowane w wielu aplikacjach, którym umożliwiają bezprzewodową wymianę danych z dowolnego miejsca będącego w zasięgu sieci komórkowej. Programowalne moduły GSM, mogą w wielu przypadkach być jedynym komponentem zdalnego urządzenia pomiarowego lub kontrolnego. Stosowany w nich mikrokontroler przejmuje zadania aplikacji.

Przy wyborze programowalnego modułu należy wziąć pod uwagę znajomość danej platformy programistycznej, gdyż może okazać się, że prostsze będzie napisanie programu w znanym języku, niż nauczenie się nowego. Należy też wziąć pod uwagę ograniczenia takich rozwiązań, gdyż w większości przypadków program użytkownika jest wykonywany na wirtualnej maszynie, która zabiera zasoby.


Maciej Gołaszewski, EP
maciej.golaszewski@ep.com.pl

R
E
K
L
A
M
A

LEON

Moduły GSM/GPRS

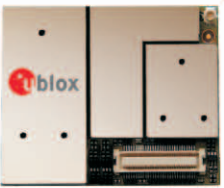
- wymiary 29,5 x 18,9 x 2,8mm
- pobór energii < 1.6mA idle
- firmware update poprzez GPRS



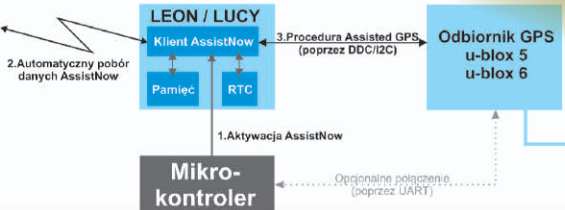
LUCY


Moduły UMTS/HSDPA

- wymiary 45 x 37,5 x 4mm
- pobór energii < 2mA idle
- transfer do 7.2Mb/s




Współpraca z modułami GPS oraz wbudowany klient Assisted GPS






NEO
LEA
TIM




u-blox




Microdis

www.microdis.net


Microdis Electronics Sp. z o.o.
tel. +48 71 3010400
fax +48 71 3010404
marketing@microdis.net




GSM




GPS




RFID




Embedded



Passive



Semicon



Electromech