

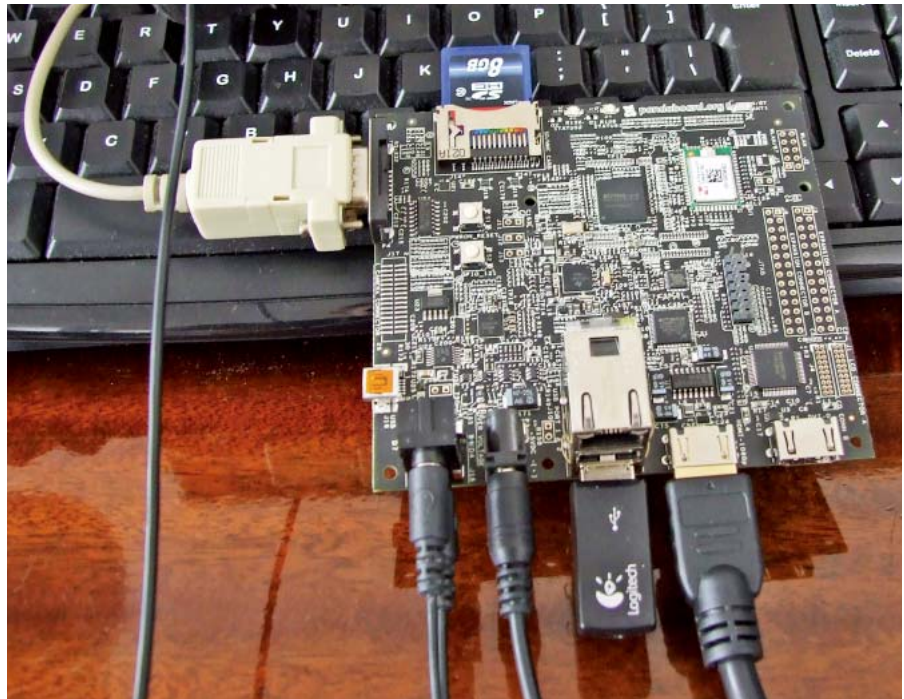
# PandaBoard – pierwsza „otwarta” płytka rozwojowa dla multimedialnej platformy OMAP4

*Czasy, w których nowoczesne układy elektroniczne były niedostępne dla polskiego elektronika – czy to ze względu na kolosalne ceny czy nałożone embargo – minęły. Dziś wystarczy założyć konto na stronie internetowej wielkich producentów chipów elektronicznych i można zapisać się do programu bezpłatnych próbek lub zakupić je po niskich cenach u dystrybutorów. Koszty zestawów ewaluacyjnych też nie są duże. Dzięki temu większość osób może pozwolić sobie na przetestowanie rozwiązań układowych, które stosowane są w najnowszych urządzeniach lub tych, które dopiero za pewien czas pojawią się na rynku. Nie inaczej jest z multimedialną platformą SoC firmy Texas Instruments – układem OMAP 4430.*

W poprzednim numerze EP (EP 7/2012) przedstawiono platformę multimedialną OMAP4 firmy Texas Instruments wykorzystywaną jako jednocukładowe serce nowoczesnych telefonów komórkowych i urządzeń multimedialnych. Duża moc obliczeniowa drzemiąca we wspomnianych chipach oraz szeroka funkcjonalność pozwalają na wykorzystanie platformy w różnych projektach. Jeszcze kilka lat temu nowe, zaawansowane układy były dostępne tylko dla wielkich firm. W dzisiejszych czasach ten trend uległ zmianie.

## Technologia nowoczesnych smartphone'ów w zasięgu ręki

Co prawda Texas Instruments nie prowadzi sprzedaży detalicznej OMAP'ów, jednak nie oznacza to wcale, że droga do tych układów jest otwarta wyłącznie dla wielkich producentów sprzętu. Polityka większości firm zajmujących się półprzewodnikami, w tym



Texas Instruments, jest przyjazna zarówno dla przedsiębiorstw, jak i np. dla studentów. Świadczą o tym chociażby programy rozsyłania darmowych próbek produktów, seminaria internetowe, powszechnie udostępnione noty aplikacyjne czy serwisy wsparcia dla inżynierów. Jeżeli student lub młody elektronik pozna pewne rodziny układów konkretnego producenta właśnie dzięki niskiemu kosztowi oraz dostępności, to może w przyszłości zaowocować to dużym zamówieniem z firmy w której taka osoba zacznie pracować.

Kolejną formą zabiegania producentów układów o klientów jest opracowywanie zestawów startowych prawie do każdego produktu. Wymuszone jest to coraz szybszym rozwojem technologicznym. Wymagany jest jak najkrótszy czas trwania fazy projektowania urządzenia docelowego. Również dla platformy OMAP4 zostały stworzone zestawy rozwojowe. Oprócz urządzenia developerskiego opatrzonego logiem TI (rysunek 1 – źródło: <http://www.omappedia.org>), powstały inne płytki rozwo-

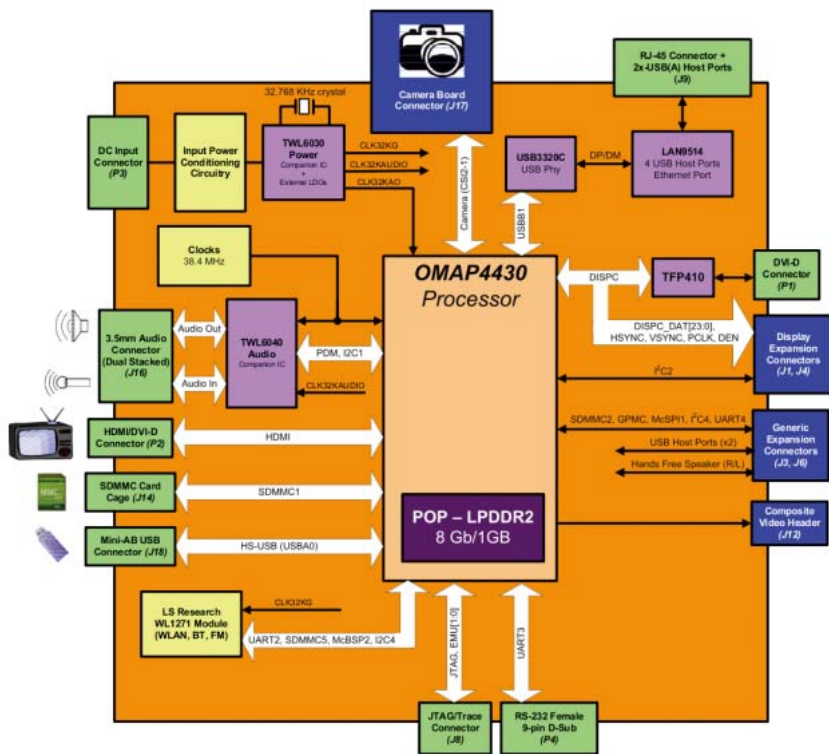
jowe opracowane przez zewnętrzne firmy czy społeczności. Przykładem jest PandaBoard (ry-



Rysunek 1. Urządzenie do testowania możliwości i tworzenia oprogramowania dla platformy OMAP 4 (źródło: [www.omappedia.org](http://www.omappedia.org))



[pandaboard.org](http://pandaboard.org)



Rysunek 2. Schemat blokowy płytki PandaBoard z układem OMAP4430 na pokładzie

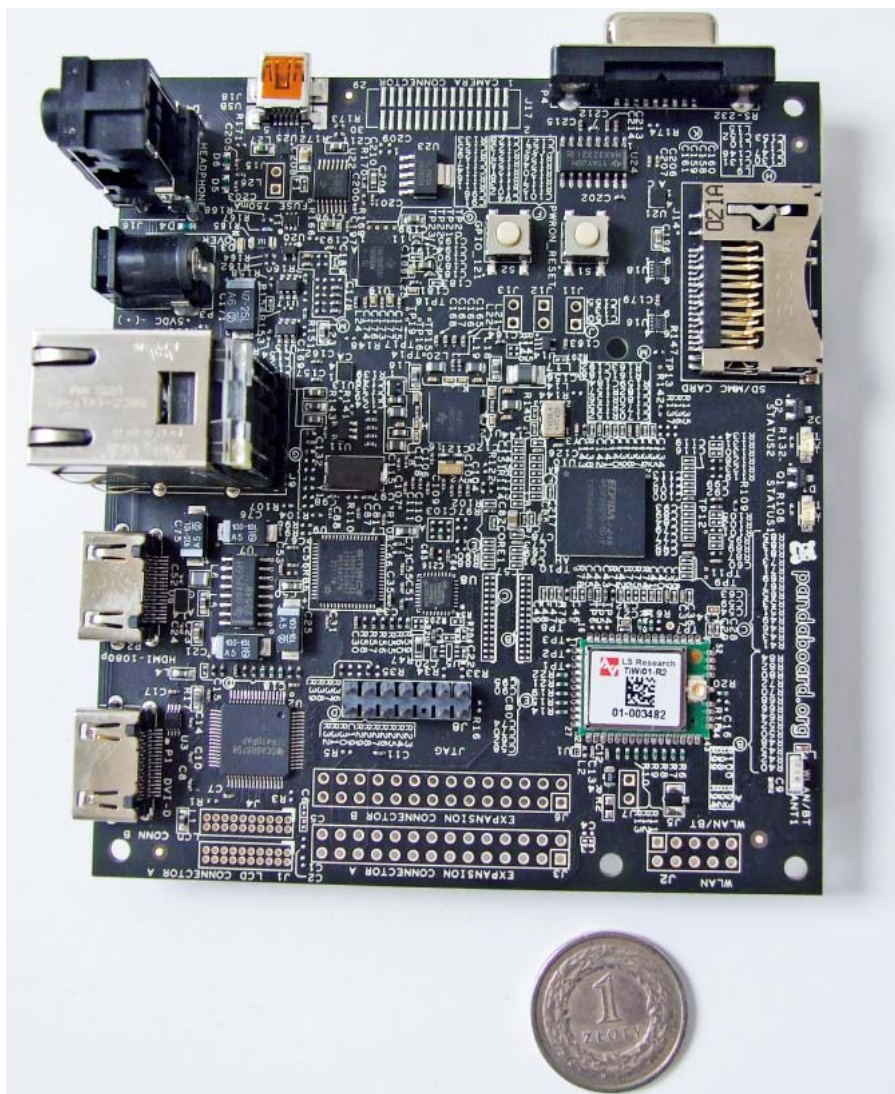
sunek 2) – pierwszy „otwarty” zestaw rozwojowy dla multimedialnej platformy TI OMAP 4.

### Zaradna panda

Czytając informacje w Internecie o *PandaBoard* – jej możliwościach i wydajności – w głowie tworzy się pewne wyobrażenie tej płytki. Pracując na co dzień z mikrokontrolerami o wiele słabszymi obliczeniowo, porównanie ich z platformą OMAP 4 jest jak zestawienie ciężarówki z „małym fiatem”. Jakże wielkie okazuje się zdziwienie, gdy po otwarczeniu przesyłki kurierskiej naszym oczom ukazuje się zaskakująco małe, czarne pudełko z uśmiechniętą pandą (fotografia 3). Po wręcz ceremonialnym wypakowaniu płytki o rozmiarach niewiele większych niż 10 cm×10 cm można stwierdzić, że jest to płytka bardziej do tworzenia oprogramowania, niż rozwijania systemu, na co wskazuje brak pola prototypowego. Są dostępne jedynie porty rozszerzeń ogólnego przeznaczenia oraz złącza specjalne



Fotografia 3. Oryginalne opakowanie płytki PandaBoard



Fotografia 4. Płytką PandaBoard

(kamera, LCD, JTAG). Po kilkudniowej pracy z płytką można jednak przekonać się, że jest ona zaopatrzona w większość elementów potrzebnych do satysfakcjonującego uruchomienia na niej systemu operacyjnego.

Wygląd płytki pokazano na **fotografii 4**. Kluczowym komponentem jest oczywiście platforma multimedialna *OMAP4*, a dokładnie *OMAP4430*. Do dyspozycji procesora oddano niskonapięciową pamięć *DDR2 RAM* o pojemności 1 GB. Oprócz wspomnianych wcześniej portów rozszerzeń oraz przycisków i diod, na płytce są zaimplementowane interesujące peryferia.

Podstawowym elementem jest gniazdo kart *SD/MMC* dzięki któremu można (jako jedna z opcji *bootowania*) uruchamiać system operacyjny bezpośrednio z systemu plików umieszonego na karcie. Obecność wprowadzonego portu szeregowego umożliwia monitorowanie za pomocą konsoli komunikatów przesyłanych podczas uruchamiania płytki, a następnie systemu operacyjnego (rysunek 5). Dla tak zaawansowanej platformy jaką jest *OMAP 4* nie dziwi fakt obecności gniazd słuchawek/głośników, mikrofonu, *USB (USB 2.0 i USB 2.0 OTG)* oraz *Ether-*

```

U-Boot SPL 2011.06 (Sep 02 2011 - 17:37:08)
Texas Instruments OMAP4430 ES2.1
OMAP SD/MMC: 0
reading u-boot.Lng
reading u-boot.bin
mkImage signature not found - ih_magic = ea000014
Assuming u-boot.bin ..
reading u-boot.bin

U-Boot 2011.06 (Sep 02 2011 - 17:37:08)

CPU : OMAP4430
Board: OMAP4 Panda
I2C: ready
DRAM: 1 GiB
WARNING: Caches not enabled
MMC: OMAP SD/MMC: 0
Using default environment

In: serial
Out: serial
Err: serial
Net: No ethernet found.
Hit any key to stop autoboot: 0
reading boot.scr

367 bytes read
Running bootscript from mmc0 ...
## Executing script at 82000000
reading uImage

4298732 bytes read
reading uInitrd

7961846 bytes read
## Booting kernel from Legacy Image at 80000000 ...
Image Name: Ubuntu Kernel
Image Type: ARM Linux Kernel Image (uncompressed)
Data Size: 4298668 Bytes = 4.1 MiB
Load Address: 80008000
Entry Point: 80008000
Verifying Checksum ... OK
## Loading Init Ramdisk from Legacy Image at 81600000 ...
Image Name: Ubuntu Initrd
Image Type: ARM Linux RAMDisk Image (uncompressed)
Data Size: 7961782 Bytes = 7.6 MiB
Load Address: 00000000
Entry Point: 00000000
Verifying Checksum ... OK
Loading Kernel Image ... OK
OK

Starting kernel ...
    
```

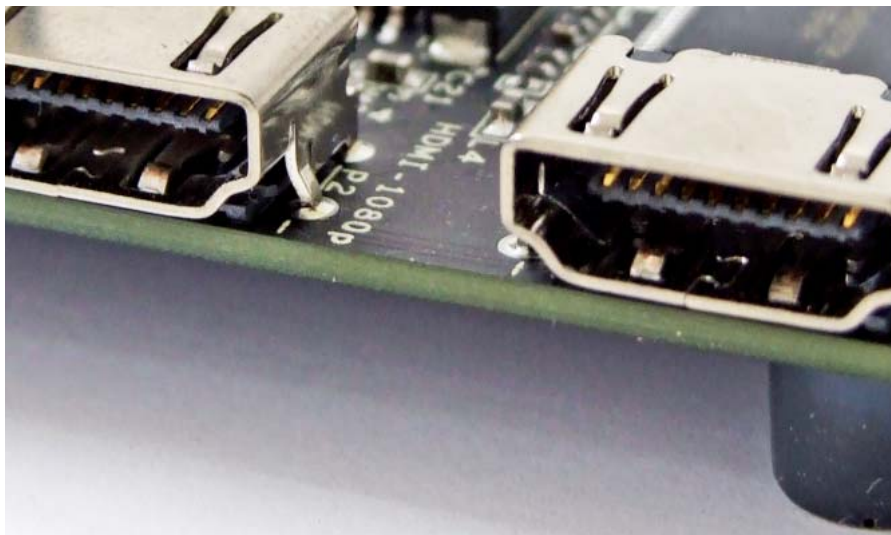
Rysunek 5. Przykładowe konsolowe komunikaty otrzymywane podczas bootowania płytki PandaBoard

net. Realizacja łączności bezprzewodowej odbywa się za pośrednictwem modułu WLAN/Bluetooth – TiWi-R2 firmy LS Research.

Nastawienie platformy OMAP na elektroniczne produkty konsumenckie, takie jak telefony komórkowe, *smartphone*'y czy tablety wymusza obsługę wszelkiego rodzaju wyświetlaczy. Płytką PandaBoard umożliwia zastosowanie monitorów o maksymalnej rozdzielczości FullHD. Ponieważ już dziś praca na komputerze z udziałem dwóch monitorów staje się standardem, także i Panda pozwala na podpięcie dwóch monitorów (HDMI oraz DVI\_D) do gniazd HDMI type A (fotografia 6).

**Mniej i bardziej potrzebne narzędzia**

Do poprawnego działania płytki jako autonomicznego systemu niezbędne jest zaopatrzenie się w dodatkowe komponenty. Każde urządzenie elektroniczne potrzebuje zasilania – nie inaczej jest z tą elektroniczną pandą. Płytką zaopatrzoną jest w gniazdo standardowego wtyku zasilacza. Producent zaleca stosowanie zasilacza o stabilizowanym napięciu 5 V. Wydajność prądowa powinna wynosić 4 A. Na pierwszy rzut oka nie wskazuje to na niskoenergetyczną platformę! Prawda jest taka, że stabilnie działający system operacyjny na PandaBoard będzie pobierał z zasilacza mniej niż 1 A. Jednak w przypadku podłączenia dodatkowych urządzeń do gniazda USB pobór prądu może znacznie zwiększyć się. Szczególnie, gdy zostanie zastosowany jeden lub więcej pasywnych hu-



Fotografia 6. Możliwość podłączenie dwóch monitorów zwiększa możliwości zastosowań PandaBoard

b'ów USB i duża ilość urządzeń. Ponieważ płytką zaopatrzoną jest tylko w dwa standardowe gniazda USB 2.0, to praktycznie niezbędne jest stosowanie wspomnianych hub'ów. Jeżeli jednak posiadamy w warsztacie dobry zasilacz 5 V, lecz przykładowo o wydajności prądowej 2 A, to wyjściem z sytuacji jest stosowanie hub'ów aktywnych – z własnym zasilaczem – co istotnie ograniczy pobór prądu przez całą płytkę i w konsekwencji umożliwi zastosowanie głównego zasilacza o mniejszej wydajności prądowej.

Coraz niższa cena pamięci Flash o dużych pojemnościach pozwala na ich powszechne stosowanie w cyfrowych aparatach fotograficznych oraz urządzeniach elektronicznych. Korzyść z tego faktu czerpie również PandaBoard. Do poprawnego uruchomienia systemu operacyjnego wygodnie jest skorzystać z karty SD(HC). Minimalna zalecana pojemność to 4 GB. Jednak jeżeli istnieje potrzeba przechowywania dużej ilości plików, to zastosowanie kart o większych pojemnościach nie jest już barierą budżetową. Przed wyborem karty warto również zastanowić się nad jej producentem oraz jej jakością, co może mieć istotny wpływ na szybkość działania systemu.

Standardowym wyposażeniem każdego komputera są również klawiatura i myszka USB. W celu oszczędności gniazd USB można zastosować bezprzewodowy zestaw klawiatura + mysz sterowany z jednego portu USB. Ewentualnie, wspomniane interfejsy można całkowicie pominąć, jeżeli chcemy komunikować się z systemem operacyjnym tylko za pomocą konsoli (bez środowiska graficznego) przy użyciu urządzenia zewnętrznego. Jednak jeśli nawet będziemy używać środowiska graficznego, to kabel szeregowy może okazać się przydatny podczas pierwszego uruchamiania systemów.

Komunikacja z Internetem może odbywać się bezprzewodowo przez wspomnia-

ny wcześniej układ TiWi-R2 lub przez port Ethernet (10/100). W tym drugim wypadku trzeba zaopatrzyć się w kabel sieciowy.

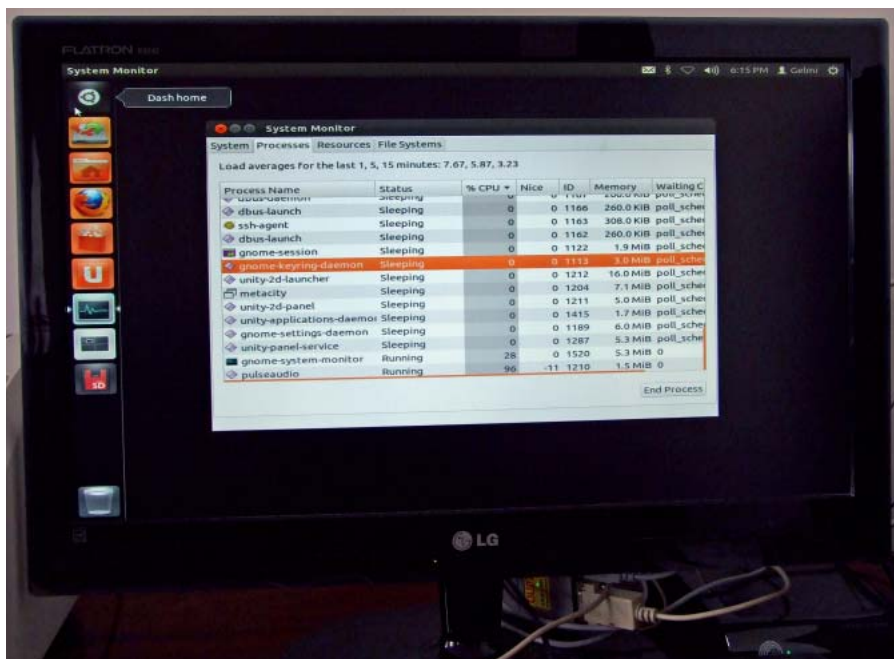
Całości dopełnia monitor z wejściem HDMI lub DVI (ewentualnie D-Sub z przejściówką). Ponieważ PandaBoard ma tylko gniazda HDMI type A, to w zależności od posiadanego monitora, niezbędny jest kabel DVI (HDMI Type-A na DVI-D) lub HDMI (Type-A – Type-A).

**Systemy operacyjne**

Do celów testowych można posłużyć się systemem Linux Minimal Filesystem ([www.omappedia.com/wiki/Minimal-FS](http://www.omappedia.com/wiki/Minimal-FS)) opartym na dystrybucji Angstrom ([www.angstrom-distribution.org](http://www.angstrom-distribution.org)). Dzięki niemu w szybki i łatwy sposób można sprawdzić podstawową funkcjonalność płytki ewaluacyjnej. Dystrybucja ta nie ma żadnego środowiska graficznego – cała komunikacja odbywa się poprzez terminal.

Mierząc w rynek telefonów komórkowych nie mogło zabraknąć systemu operacyjnego Android. Jego wersja przeznaczona dla PandaBoard– Pandroid (<http://code.google.com/p/pandroid/>) jest rozwijana bardzo szybko. Obecnie stabilną wersją jest Froyo 2.2, jednak Gingerbread jest już dostępny w wersji Draft.

Ostatnim oficjalnie wspieranym systemem operacyjnym jest Ubuntu ([http://omappedia.org/wiki/OMAP\\_Ubuntu\\_Main](http://omappedia.org/wiki/OMAP_Ubuntu_Main)). Dostępными wersjami w formie pre-kompilowanych plików binarnych są: Ubuntu 10.10 Maverick Meerkat, Ubuntu 11.04 Natty Narwal i Ubuntu 11.10 Oneiric Ocelot. Warto nadmienić, że Ubuntu 11.04 dostępne jest w dwóch rodzajach: netbook (ze środowiskiem graficznym) oraz headless („lżejsza” wersja bez środowiska graficznego); a Ubuntu 11.10 można pobrać w wersji desktop lub serwer. Po uruchomieniu systemu, widoczny interfejs graficzny przypomina ten z PC'towych wersji Ubuntu (fotografia 7).



Fotografia 7. Uruchomiony system operacyjny Ubuntu 11.10 w trybie graficznym na płytce PandaBoard

### Wsparcie internetowe

Od pojawienia się na rynku płytki *PandaBoard* wzbudza ona duże zainteresowanie zarówno elektroników, jak i inżynierów oprogramowania dla urządzeń mobilnych. Równolegle pojawiła się oficjalna strona [www.pandaboard.org](http://www.pandaboard.org), na której znaleźć można wiele informacji na temat płytki, wspieranych systemów operacyjnych czy projektów wykonywanych zarówno przez profesjonalistów, jak i amatorów przy użyciu *PandaBoard*. W dziale „Community” znajdują się linki do miejsc, gdzie można zgłaszać problemy związane z *PandaBoard* – do googlewskiej listy mailingowej poświęconej problematyce *PandaBoard* oraz do pomocy na żywo w postaci kanałów IRC. Obecnie istnieją dwa główne, oficjalne kanały – jeden dotyczy całkowicie płytki *PandaBoard*, a tematyka drugiego obejmuje system operacyjny Linux dla platformy OMAP.

Istotną kopalnią wiedzy o platformie OMAP jest serwis internetowy [www.omap-pedia.com](http://www.omap-pedia.com), a w szczególności jego dział poświęcony *PandaBoard* – [www.omap-pedia.com/wiki/PandaBoard](http://www.omap-pedia.com/wiki/PandaBoard). Można tam znaleźć wiele informacji na temat płytki, schematy, dokumentację, samouczki, porady oraz FAQ.

### Cena i dostępność

Płytką *PandaBoard* – podobnie jak jej poprzedniczka *BeagleBoard* (OMAP3) – okazała się hitem produkcyjnym. Pełny system na jednej płytce oferowany jest za 174 dolary. Prawie od samego początku czas oczekiwania od momentu zamówienia wahał się od kilku tygodni do kilku miesięcy. Oficjalny dystrybutor – *Digi-Key* – nie dawał sobie rady z liczbą zamówień. Profesjonalne firmy z branży elektronicznej chciały testować

platformę OMAP w celu zaadaptowania jej do swoich produktów, elektronicy hobbyści chcieli opierać swoje projekty na *PandaBoard*, ponieważ płytka miała bardzo dobry stosunek ceny do możliwości obliczeniowej rdzeni i zaimplementowanych rozwiązań sprzętowych. Programiści chcieli mieć gotową platformę do projektowania aplikacji, sterowników czy bibliotek dla Linuksa oraz cieszącego się ogromnym zainteresowaniem w ostatnich latach systemu przeznaczonego przede wszystkim dla *smartphone*’ów, czyli *Android*’a. *PandaBoard* dostarczała im taką platformę, a jednocześnie zwalniała z konieczności znajomości zaawansowanej projektowania obwodów drukowanych, ponieważ nawet doświadczonemu elektronikowi sprawiłoby trudność zaprojektowanie działającej sprawnie, wielowarstwowej płytki PCB, na której ścieżki przenoszą sygnały o częstotliwościach kilkudziesięciu czy nawet kilkuset MHz. Wszystko to sprawia, że zainteresowanie *PandaBoard* nie słabnie – wręcz przeciwnie.

### Podsumowanie

Otwarta platforma *PandaBoard* wdarła się na rynek elektroniczny z wielkim hukiem, między innymi dzięki innowacyjnym układom OMAP4 firmy TI. Rozwijane są dla niej najnowsze wersje popularnych systemów operacyjnych: *Ubuntu* i *Android*. Być może w niedalekiej przyszłości opracowany zostanie również dla tej platformy system *MS Windows*. Jeżeli chodzi o cenę, to trudno się do niej ustosunkować. Jedni stwierdzą, że 174 dolarów to za dużo – w zasadzie trzeba się z nimi zgodzić. Z drugiej strony, to cena za gotową płytkę, na której można uruchomić nowy, wydajny system operacyjny,

korzystający między innymi z dwóch rdzeni taktowanych sygnałem o częstotliwości 1 GHz. To niski wydatek – w szczególności dla firm elektronicznych lub programistycznych. Zdaje się jednak, że nawet dla hobbyistów cena nie jest zaporowa. W Internecie można bowiem znaleźć wiele projektów opartych na *PandaBoard* – autonomiczne roboty, routery, netbooki czy serwer liczący ponad 20 płytek z *Pandą* do kompilacji i budowania aplikacji ze źródeł.

*PandaBoard* zawdzięcza swoją popularność dużej ilości ogólnodostępnych materiałów, jak również darmowej pomocy dostarczanej przez społeczność. Przykładowo, kilku użytkowników zastanawiało się nad temperaturą pracy układu OMAP4430 z uwagi na niejednokrotne „wieszanie się” systemu podczas dużego obciążenia rdzeni. W odpowiedzi na te pytania inni użytkownicy przeprowadzili analizę termiczną za pomocą kamery termograficznej (<http://therandomlab.blogspot.com>). Przeciwny elektronik nie ma dostępu do drogiej kamery termowizyjnej, jednak w tym przypadku udało się taki test przeprowadzić dzięki dużemu zainteresowaniu tematyką *PandaBoard*.

Jeżeli ktoś poważnie myśli o pracy jako elektronik-konstruktor lub programista aplikacji czy sterowników urządzeń mobilnych, to warto chociażby zainteresować się tematyką platformy multimedialnej OMAP. A posiadanie płytki *PandaBoard* umożliwia dostęp w warunkach domowych do technologii używanej przez duże firmy branży urządzeń multimedialnych. Przykładami są wspomniani w poprzednim artykule o OMAP4 *smartphone* Motoroli – *Milestone* – czy nowy czytnik *ebook*’ów (teraz już bardziej przypominający *tablet*) firmy Amazon – *Kindle Fire*, który został wypuszczony na rynek w drugiej połowie 2011 roku i pracuje w oparciu o układ OMAP4430.

Decyzję zakupu oczywiście każdy podejmie sam. Jeżeli nie pracujemy w firmie zajmującej się oprogramowaniem na urządzenia mobilne, warto chociażby zastanowić się czy taka płytka za kwotę 174 dolarów może nam się przydać – oczywiście niepodważalne walory edukacyjne przy pracy z takim systemem odstawiamy na bok. Płytką swobodnie może zastąpić w niejednym projekcie, nawet domowym, stary czy nowy komputer, pobierając znacznie mniej prądu. Dodatkowo, brak huczącego przez 24 godziny na dobę wentylatora może okazać się zbawienny dla nerwów i spokojnego snu, a kwota wynikająca z oszczędności energii dzięki wymianie włączanego przez cały rok komputera na *PandaBoard* w pewnym sensie sfinansuje zakup płytki.

Wojciech Gelmuda  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Katedra Elektroniki