



# Ett ekosystem för kroppsnära elektronik

*Cortex-M och Bluetooth LE är två byggblock för accessoarer*



**Av Diya Soubra, Arm**

Diya Soubra är marknadsansvarig för Cortex-M3 och tillhörande IoT-system på Arm. Han har över 20 års erfarenhet av halvledarbranschen och har bland annat arbetat på Mindspeed, Rockwell och National Instruments.

**M**arknaden för kroppsnära produkter – accessoarer – kommer att uppvisa en explosiv tillväxt under de kommande åren för att vara värd runt 30 miljarder dollar år 2018 då det produceras 210 miljoner enheter. Allt enligt analyshuset IHS.

Saker som bärs på handleden – aktivitetsarmband som Misfit och Misfit Shine, smartmobiler som Pebble eller den nyligen lanserade smartklockan Omate X eller produkter som återfinns i helt nya kategorier som till exempel armband som autentiserar sin bärare genom EKG – kommer troligen att utgöra bulken. Men det finns många andra tänkbara tillämpningar som T-tröjor med inbyggda skärmar som potentiellt kan visa en video som körs på bärarens smartmobil tillsammans med en rad andra applikationer som till fullo tar till vara på möjligheterna med kroppsnära saker som en del av sakernas Internet (IoT) och dessutom länkar dem till molnet.

**EN NYCKELKOMPONENT** i kroppsnära produkter är trådlös kommunikation av det energisnåla slaget. Det gäller både för enkla tillämpningar som en aktivitetslogg med bara en sensor till avancerade produkter med många sensorer – exempelvis ett par skidglasögon med inbyggd display för kartor, hastighet och åksträcka. Kommunikation via Bluetooth low-energy (LE) – eller Bluetooth Smart som det heter numera enligt Bluetooth SIG (Special Interest Group) – är en viktig del av pusslet.

Även om det finns konkurrenter till Bluetooth LE är den väl lämpad för att bli den vanligaste typen av kommunikationslänk. Eftersom det är en energisnål teknik kommer den att bidra till att göra det möjligt med kroppsnära elektronik som fungerar i veckor, månader eller till och med år på en liten knappcell. Dessutom finns Bluetooth LE redan i de se-

Figur 1. Arms processorfamilj av Cortex-M.



naste smartmobilerna och surfplattorna. Alla dagens kroppsnära produkter är accessoarer (applikation-accessoar) som via Bluetooth kopplar upp sig till en app på en smartmobil eller surfplatta och använder skärmen som gränssnitt. Appen får också data vidare upp i molnet och därmed kan den kroppsnära elektroniken räknas in som en del av sakernas Internet (IoT).

Produkter som använder Bluetooth LE med version 4.0 eller högre av Bluetooth Core Specification har ett protokoll som är skräddarsytt för att skicka små datapaket i skurar. Specifikationen har ett unikt dataformat med låg fördröjning (det kan gå på 3 ms att etablera en förbindelse och skicka data) vilket ger ultralåg effektförbrukning vare sig det gäller toppvärdet, genomsnittlig förbrukning eller i vänteläge.

**SOM JÄMFÖRELSE** har en produkt som enbart implementerat lågenergidelen bara ett tillstånd. En produkt som implementerat både lågenergiläget och det ursprungliga Bluetooth "Classic" med utökad dataakt (EDR) har två tillstånd och kallas även "Smart Ready". Enligt Bluetooth SIG kommer över 90 procent av alla smartmobiler med Bluetooth att vara "Smart Ready" år 2018. Siff-

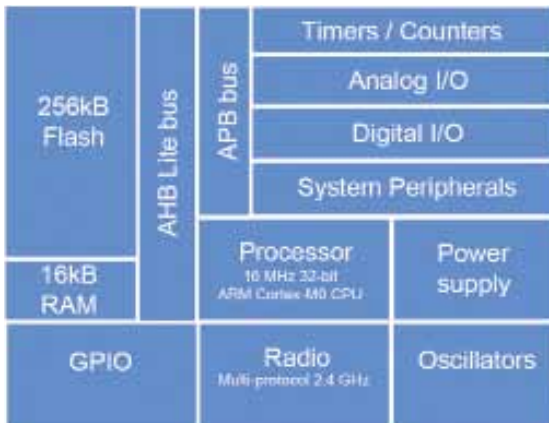
ran gäller för Apple, Android och Windows-mobiler.

En viktig komponent är små och energisnåla styrkretsar som hela tiden är aktiva (always-on, always-aware) och hanterar rörelsesensorer som accelerometrar eller gyron liksom miljösensorer för tryck och temperatur. I många sensorkonstruktioner är det processorn som tar in data från olika sensorer för att sedan ge användaren bättre och noggrannare information. Tekniken kallas ofta sensorfusion.

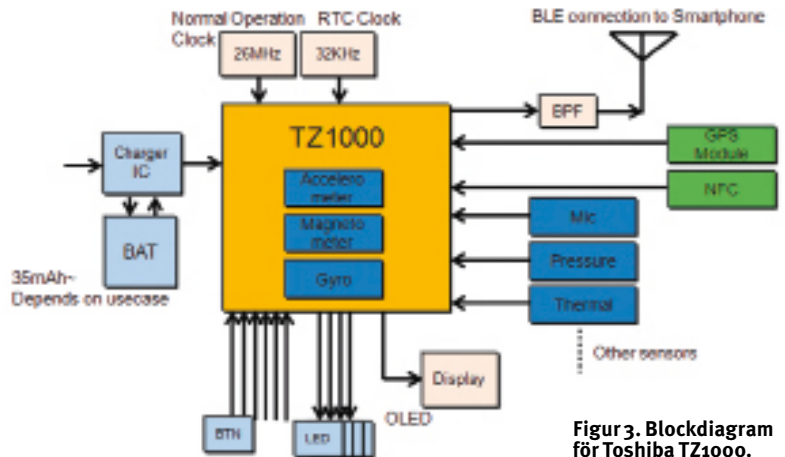
Lika viktigt är att tekniken minskar datamängden som går vidare upp i molnet. En processor som Cortex-M3 har redan visat sig vara ett bra val för den här typen av produkter.

**CORTEX-M ÄR EN** ledande familj med 32-bitars processorkärnor som spänner från den extremt strömsnåla Mo+ upp till toppmodellen M7 som kan göra effektiv signalbehandling och har SIMD-instruktioner (Single Instruction, Multiple Data). Cortex-M-familjen har implementerats i en extremt brett antal olika generella styrkretsar från många av världens ledande halvledarföretag.

Många av de existerande kroppsnära produkterna har använt den mycket flexi-



Figur 2. Blockdiagram för Nordic Semiconductors nRF51822.



Figur 3. Blockdiagram för Toshiba TZ1000.

bla Cortex-M3 eftersom den förbrukar lite effekt samtidigt som den ger optimal prestanda och koddensitet. Enbart de många varianterna och kostnadseffektiviteten i Cortex-M3 har gjort att den blivit mycket attraktiv för utvecklarna. Ett exempel på en styrkrets baserad på Cortex-M3 är ST:s STM32 som redan används i en rad kroppsnära produkter inklusive aktivitetsarmbandet Fitbit och smartklockan Pebble.

Styrkretsar som baseras på Cortex-M0 och Cortex-M0+ ger inte bara extremt låg energiförbrukning kopplat till prestanda utan ger också utvecklarna fördelar i termer av storlek och integration.

Ett exempel är Freescale Kinetis KLo3 som räknas som världens minsta Arm-baserade styrkrets. Den använder en Cortex-M0+ på 48 MHz och är inte mer än 1,6×2,0 mm i en CSP-kapsling. Enligt Freescale upptar kretsen 35 procent mindre yta på kretskortet än konkurrenterna men har ändå 60 procent fler generella in- och utgångar.

**EN SKILLNAD MELLAN** olika Cortex-M är stödet i instruktionsuppsättningen. Cortex-M0 och Cortex-M0+ har färre instruktioner vilket ger lägre komplexitet och storlek på kärnan. Den större instruktionsuppsättningen hos Cortex-M3 och M4 liksom M7 passar bättre för mer komplexa beräkningar. Cortex-M4 har också bättre DSP-instruktioner och som tillval även en flyttalsenhet med enkel precision. Den nya Cortex-M7 är bäst i klassen och presterar 5 Coremark/MHz eller 2,14 DMIPS/MHz vilket gör den till ett optimalt val för processorsystem som tidigare krävde en separat DSP. Att minimera effektförbrukningen är absolut nödvändigt

i kroppsnära produkter. Processorer med Cortex-M kommer med två sovlägen som ger en statisk effektförbrukning som är mindre än 0,7 μW/MHz för Cortex-M3 och Cortex-M4.

Även om en processor med en Cortex-M kan kombineras med en separat radiokrets med Bluetooth LE eller en tvåläges Bluetoothimplementation är det effektivare att använda en systemkrets som innehåller bägge funktionerna.

**ETT EXEMPEL ÄR** nRF51822 från Nordic Semiconductor som är en mycket flexibel systemkrets som klarar många protokoll inklusive Bluetooth LE och andra trådlösa lågenergiprotokoll som nyttjar frekvensbandet på 2,4 GHz. NRF51822 är baserad på en 32-bitars Cortex-M0 med 256 kByte flash och 16 kByte RAM. Den inbyggda transceivern på 2,4 GHz stödjer LE version 4.0 liksom användardefinierade protokoll på 2,4 GHz-bandet.

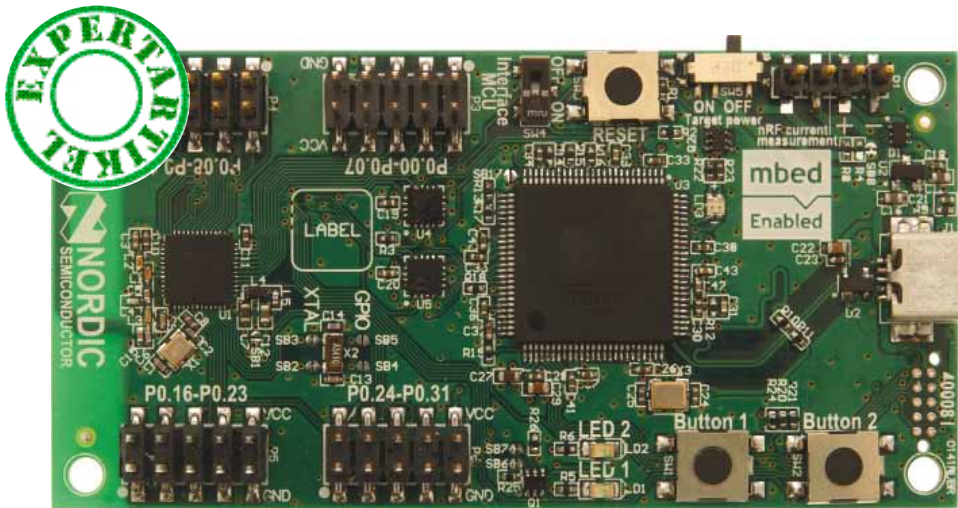
Ett annat exempel är Dialog Semiconductors SmartBond DA14580 som är en systemkrets med single-mode Bluetooth LE version 4.0/4.1 kombinerat med en Cortex-M0. DA14580 drar bara 4,9 mA under sändning och mottagning men mindre än 600 nA och 3V i ett djupt sovläge. Kretsen kan drivas med så låga spänningar som 0,9V och är ideal för energiskördning i autonoma system. Den finns som wafer-level CSP med en stolek på bara 2,5×2,5×0,5 mm och behöver bara fem externa komponenter. Den kan drivas av en enda knappcell och fungerar därför i de allra minsta kroppsnära produkterna.

I den övre delen av skalan finns Toshiba

applikationsprocessorer TZ1001MBG och TZ1011MBG som kombinerar en Cortex-M4 med protokollstacken för Bluetooth LE plus rf-delarna liksom flashminne och sensorer. TZ1001MBG innehåller en accelerometer medan TZ1011MBG dessutom förväntas innehålla en magnetometer och ett gyro. Användningen av en kraftfull Cortex-M4 plus DSP och flyttalsenhet gör det möjligt att kombinera data från olika sensorer vare sig de är interna eller externa. Kretsen har också en AD-omvandlare med bra upplösning för att kunna digitalisera signaler från externa enheter, exempelvis pulsmätare eller EKG.

**FÖR ATT UNDERLÄTTA** snabb prototypframtagning, produktutveckling och innovationer som kroppsnära produkter erbjuder är det viktigt att ha tillgång till den senaste tekniken: Arm mbed (mbed.org) är en open-sourceplattform för Cortex-M som erbjuder en rad utvecklingspaket och -kort ackompanjerade av gratis webbverktyg och bibliotek. Mbed-plattformen gör det möjligt för utvecklarna att blanda komponenter som styrkretsar, radiodelar och sensorer samtidigt som den erbjuder protokollstackar för trådlösa standarder som Bluetooth LE men även wifi och olika mobilnät. Till det kan läggas att den förenklar integrationen med IP-baserade tjänster (Internetprotokollet) och erbjuder gränssnitt (Application Programming Interfaces) till molntjänster.

Mbeds utvecklingspaket (SDK) för C7C++ är licensierat under Apache 2.0 och är kraftfullt nog för att hantera komplexa projekt men innehåller samtidigt abstraktionslager för hårdvaran baserat på lågnivågräns-



Figur 4. Nordic nRF51822-mKIT.

snitt, så kallade CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard).

Det gör det möjligt att skapa enkla och konsistenta gränssnitt till processorn för periferienheter, realtidsoperativsystem och mellanvara vilket förenklar återanvändningen mjukvara och förkortar inlärningskurvan för nya utvecklare. Baserad på Arms kompilator för C/C++ är den webbaserade mbed-kompilatorn ett kraftfullt och fritt verktyg som kan användas tillsammans med olika utvecklingskort. Kompilatorn i mbed stödjer också export till andra verktygskedjor. Dessutom har komponentdatabasen i mbed återanvändbara bibliotek för bland annat sensorer, mellanvara och IoT-tjänster.

Mbeds hårdvaruutvecklingspaket innehåller fullt stöd för processorns filer till subsystem och nödvändig firmware för skapa olika kort och produkter. Utvecklingskort som baseras på HDK är vanligen det snabbast sättet att komma igång med mbed-plattformen. Bland annat har Freescale, NXP, ST och Nordic Semiconductor den här typen av kort.

Ett av dessa utvecklingskort för Bluetooth LE är nRF51822-mKIT från Nordic som

baseras på den ovan nämnda systemkretsen nRF51822. Det är den första utvecklingsplattformen för mbed som specifikt är tänkt för applikationer med Bluetooth LE. Utvecklingspaketet är kompatibelt med mbeds gränssnitt för Bluetooth LE vilket gör det enklare att använda protokollstacken och mbeds olika programbibliotek. Kombinationen av nRF51822-mKIT, plus gränssnittet till Bluetooth LE via mbeds ekosystem är ett paradexempel på en plattform som gör det snabbt och enkelt att skapa en kroppsnära produkt.

**NÄR DET GÄLLER** att ta fram användargränssnitt för kroppsnära elektronik ger operativsystemet Korfu från Korfulab en upplevelse som till stora delar liknar Android men är optimerat för koddensitet och kan köras på olika styrkretsar. Fotavtrycket för kärnans kod är så liten som 118 kByte men kan trots det hantera 60 bilder per sekund på en Cortex-M4.

Det finns en kärna som stödjer operativsystem inklusive Android, FreeRTOS, NetBSD och Linux liksom en grafikmotor med stöd för OpenGL ES, Open VG och Framebuffer.

Koru UI framework gör det lätt att använda verktyg som automatiskt kan generera all nödvändig grafik. Operativsystemet är också skalbart för olika storlekar på skärmar och med olika formfaktorer som klockor, amuleter och armband.

För utvecklare som vill ta fram nya produkter på några dagar eller kanske till och med timmar, är allt som behöver göras att ta fram en app baserad på Metawear som startade sitt liv som ett Kickstarterprojekt. Det är en produktionsfärdig plattform baserad på en systemkrets som innehåller en Cortex-Mo och en sändtagare för Bluetooth LE plus sensorer för temperatur och acceleration. Programvaran från Metawear kommer förinstallerad på plattformen och har Bluetoothtjänster och karakterisering av alla periferienheter och sensorer. Det finns API:er för Metawear till iOS och Android att ladda ner och det finns även enkla appar att utgå ifrån. Dessutom finns 3D-ritningar för att göra skal till hårdvaran i en 3D-printer.

**DEN HÄR ARTIKELN** har visat att det finns byggblock – inklusive en mängd varianter av Cortex-M – för att snabbt ta fram kroppsnära elektronik. Förutom processorerna finns omfattande utvecklingsstöd via mbed. Bredden, den välkända arkitekturen och mjukvarustödet har gjort Cortex-M till ett intressant alternativ för kroppsnära elektronik.

Googles operativsystem Androidwear lanserades på företagets konferens i juni i fjol och finns redan i produkter som klockan Moto360.

För utvecklarna är det en fördel att det finns lång rad leverantörer av både processorer, Bluetoothkretsar och systemkretsar. Utbudet är mycket brett både vad gäller pris och prestanda.

Arm bidrar förutom med processorer även med att bygga upp ett ekosystem för övriga byggblock som behövs för att det ska bli enklare att utveckla kroppsnära elektronik. ■



