Les microcontrôleurs dans l'électronique portée

par Vairamuthu Ramasamy Applications Engineer and Sivaguru Noopuran Product Marketer







La technologie 'wearable', autrement dite portée, fait actuellement le buzz dans l'industrie électronique grand public. Toute société de ce secteur se doit d'annoncer le lancement d'un de ces accessoires portés, appareils électroniques miniatures que nous portons habituellement sur nous, souvent intégrés à un accessoire existant ou conçus pour le remplacer.

Cette révolution s'accompagne d'une demande croissante d'accessoires plus petits et plus intuitifs. Parmi les accessoires concernés par cette tendance on peut citer les montres intelligentes, les lunettes intelligentes, les traceurs d'activité sportive ou de fitness. En dehors de l'électronique grand public la tendance gagne également une place significative dans le domaine médical.

Par voie de conséquence l'électronique intégrée à ces appareils doit suivre le mouvement de miniaturisation. Le composant électronique principal est le microcontrôleur (MCU : MicroController Unit). Puisque ces MCU doivent être plus petits tout en réalisant davantage de fonctions, l'intégration devient un autre facteur important. Dans cet article nous analyserons :

- les différents besoins d'un système électronique porté
- la segmentation du marché selon ces besoins
- les différents composants constitutifs d'un accessoire porté typique
- et finalement la manière dont les microcontrôleurs peuvent répondre à ces besoins

Les besoins des accessoires portés

Esthétique :

Pour un accessoire porté le facteur esthétique est une exigence majeure. Le produit final doit être chic, élégant, et s'accorder avec les autres accessoires de mode tels que montres, lunettes et parures diverses. Le fait que des industriels majeurs du semiconducteur comme Intel s'associent avec l'industrie de la mode dans ce domaine confirme l'importance du besoin.

La détection de toucher capacitive est une technologie-clé pour l'amélioration de l'esthétique. Il lui faut néanmoins répondre à de sérieuses contraintes, comme fonctionner correctement dans toute une variété de formes y compris les surfaces incurvées ou bombées, être tolérant aux liquides et détecter le toucher sous des revêtements épais. Les technologies CapSense et TrueTouch de Cypress apportent une réponse efficace à ces exigences.

Taille :

L'électronique de ces appareils doit être compacte pour se loger facilement dans un accessoire porté, mais sans réduire ni minimiser leurs fonctionnalités. Les composants utilisés doivent donc à la fois être petits en taille et intégrer plus de fonctionnalités dans un même espace. Le recours à des technologies telles que Système-sur-puce (SoC : System-on-Chip) et boîtiers-puces (CSP : Chip Scale Packages) aide répondre à ce besoin.

Tolérance à l'eau :

Par définition les accessoires portés suivent l'homme partout où il va. Il est donc important de concevoir des appareils immunes aux conditions environnementales telles que gouttes d'eau, moisissure, transpiration, etc.

Consommation :

Les accessoires portés fonctionnant sur pile ou batterie, la réduction de leur consommation d'énergie constitue un sérieux défi, pour les raisons suivantes :

- A l'encontre d'autres appareils portables ils doivent fonctionner et être connectés en permanence car la plupart ont une fonction de surveillance. Ainsi une montre intelligente doit à tout moment indiquer l'heure, être connectée à un appareil mobile via une communication sans fil de type Bluetooth, compter les pas, remonter ces informations et plus encore.
- La capacité de la batterie est limitée de manière inhérente par la réduction de la taille globale.

Ils doivent afficher une consommation extrêmement basse afin d'allonger la durée de vie de l'alimentation. L'architecture ARM 32 bits est une technologie courante pour les accessoires portés car elle offre la meilleure performance et le meilleur rapport énergétique. De même des technologies sans fil telles que ANT+, BLE (Bluetooth Low Energy) sont conçues pour consommer peu de courant.

Communication sans fil :

La connectivité sans fil est devenue une caractéristique naturelle des appareils électroniques modernes en apportant plus de flexibilité et de liberté. C'est encore plus important pour les accessoires portés car ils doivent interagir avec un ou plusieurs autres appareils. Selon le type et les fonctions offertes l'accessoire porté gérera un protocole tel que Wi-Fi, ANT+, BLE, un protocole propriétaire à base d'IEEE802.15.4, etc. Certains accessoires auront à gérer plusieurs protocoles, ainsi une montre de poignet communiquera avec une sangle cardio via un protocole sans fil propriétaire et avec une application dans un smartphone par BLE.

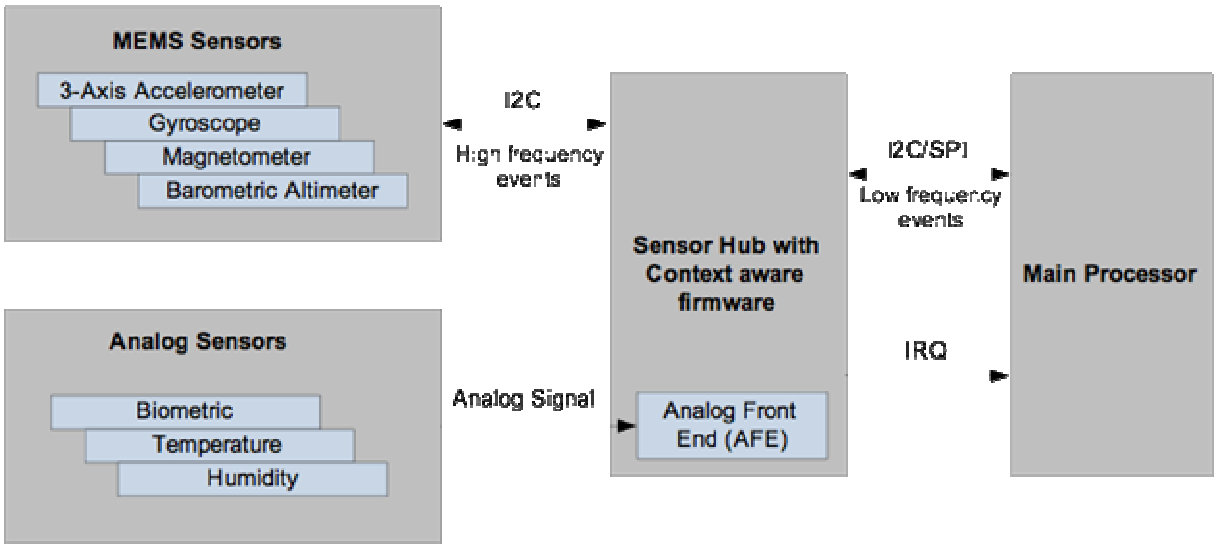
Processeur d'application / Contrôleur embarqué :

Le choix du processeur principal est purement déterminé par le type et les fonctionnalités de l'appareil. Par exemple un contrôleur ARM cortex-M peut gérer un bracelet simple alors qu'une montre intelligente nécessite un processseur d'application capable de faire tourner un système d'exploitation complexe tel qu'Android.

Comme indiqué plus haut les processeurs ARM 32 bits sont très populaires dans le monde des accessoires portés car ils offrent la meilleure performance de traitement et la meilleure efficacité énergétique. Des contrôleurs évolués tels que les PSoC de Cypress intègrent des fonctionnalités analogiques sophistiquées et des fonctionnalités logiques programmables associées à un coeur ARM cortex-M dans un mono-composant utilisant pleinement la puissance de l'architecture ARM.

Quelques appareils évolués utilisent un co-processeur dédié pour décharger le processeur principal du traitement des données des capteurs. C'est une nécessité lorsque l'appareil reçoit des quantités de données de capture à analyser en temps réel, requérant une attention permanente du contrôleur. Cette fonction est appelée concentration ou fusion de capteurs. La Figure 1 illustre le rôle d'un concentrateur de capteurs (Sensor Hub) dans un système porté.

Figure 1 – Rôle du concentrateur de capteurs dans un système porté



Système d'exploitation :

Selon le type et les fonctionnalités offertes un accessoire porté peut nécessiter ou non un système d'exploitation spécifique. Par exemple une simple montre de poignet surveillant la température, suivant les déplacements à l'aide d'un accéléromètre trois axes et affichant l'heure sur un cadran LCD monochrome à segments peut fonctionner sous un système d'exploitation temps réel (RTOS) léger, alors qu'une montre intelligente conçue pour être une extension de votre smartphone doit utiliser un système avancé tel qu'Android. Les concentrateurs de capteurs nécessitent pour leur part un logiciel spécifique et des algorithmes contextuels.

Segmentation de marché

Une fois décrits les besoins d'un accessoire porté typique il est important de segmenter le marché en conséquence. Une bonne segmentation permet aux concepteurs de créer le produit adéquat et aux utlisateurs de choisir l'appareil le plus approprié. La table ci-dessous segmente

le marché selon les caractéristiques des appareils, leur complexité allant en augmentant du haut vers le bas de la table.

Table 1 – Segmentation du marché des accessoires portés

Segment	Description	Example products	Typical Requirements	
			Processor	OS
Info-divertissement basique	Appareils de notification basiques, interface utilisateur simplifiée, communication sans fil par ex. BLE.	Première génération de montres intelligentes	tout MCU basse consommation ou ARM cortex M0 avec 32Koct Flash, fréquence jusqu'à 24MHz	Propriétaire ou RTOS allégé
Fitness et bien-être	Traceurs d'activité avec analyse de mouvements par capteurs MEMS, communication par protocole sans fil BLE, ANT+, ...	Accessoires de sport et de fitness, par ex. Nike band	ARM cortex M0/M3 avec 128Koct Flash, fréquence jusqu'à 32MHz	Propriétaire ou RTOS allégé
Santé et médical	Superviseurs de données biométriques par ex. électrocardiogramme/encé-phalogramme, avec interfaces analogiques (souvent associés à capteurs de mouvement MEMS), éventuellement communication sans fil, par ex. BLE. Logiciel complexe, processus de certification.	Equipement médical par ex. moniteur d'électro cardiogramme	ARM cortex M3/M4 avec 512Koct Flash et fréquence 100MHz	RTOS allégé
Info-divertissement évolué	Appareils équipés d'un OS mobile par ex. Android, sachant accepter quasiment tout type d'application pour OS mobile	Sony Smartwatch, Samsung Gear, Google Glass	Processeurs d'applications, ARM cortex A7/A8/A9, fréquence 1GHz	OS mobile par ex. Android, Linux, Windows

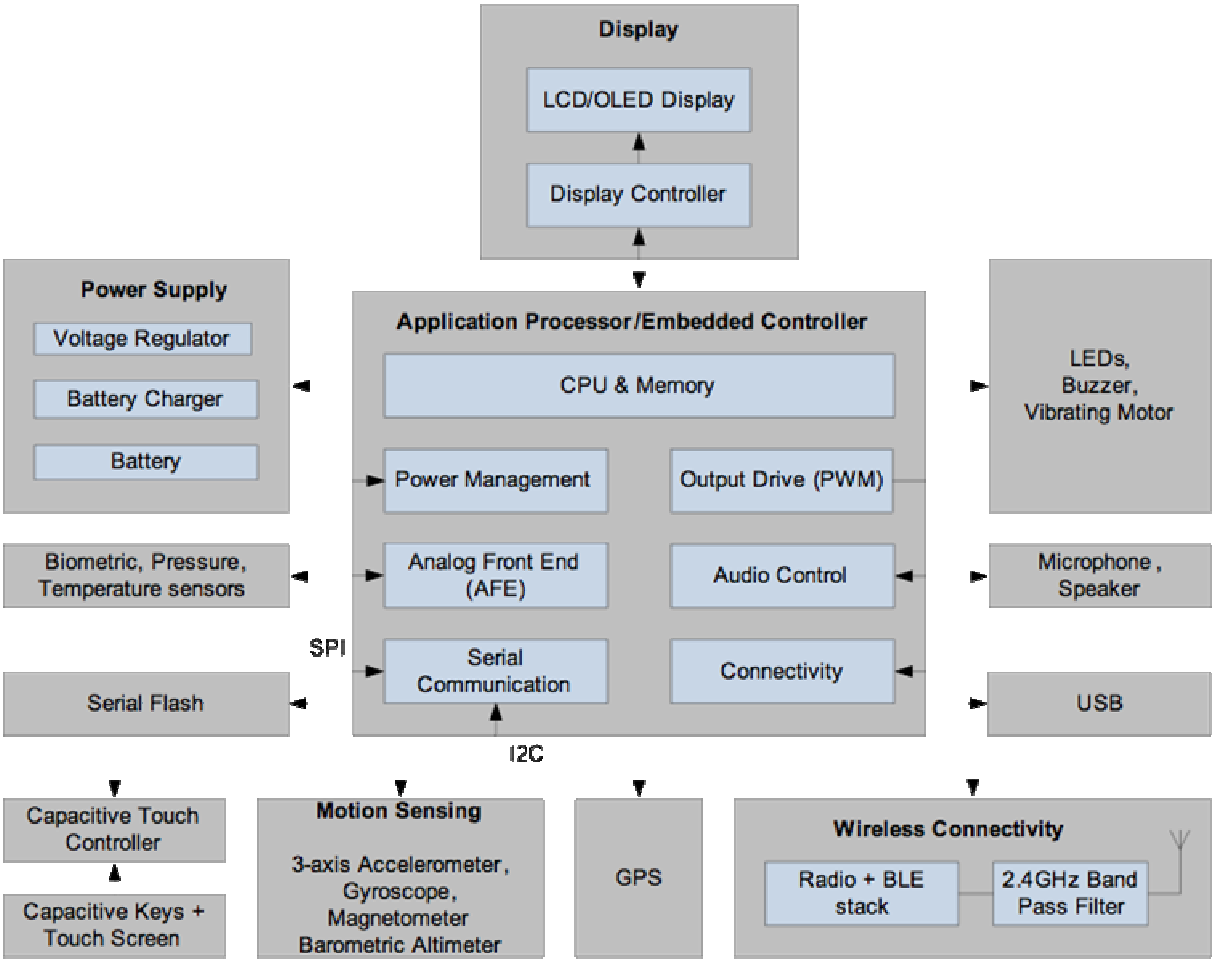
Les composants d'un accessoire électronique porté

Jetons maintenant un oeil sur les composants d'un système porté typique. La Figure 2 représente le bloc-diagramme d'un tel système combinant toutes les fonctionnalités discutées dans la section précédente.

Selon le type de processeur principal utilisé, plus ou moins de fonctions y seront intégrées. Par exemple la plupart des contrôleurs PSoC de Cypress intègrent d'emblée une fonction de détection capacitive, éliminant le besoin d'un contrôleur externe. De la même manière son fleuron PSoC4 à cortex M0 intègre le pilotage d'afficheur LCD à segments.

L'une des fonctions importantes d'un appareil porté concerne l'acquisition de données, appelée sous-système capteurs. Selon le type d'appareil il peut s'agir d'un simple système gérant quelques capteurs MEMS ou d'un système plus important avec concentrateur dédié à l'interfaçage des capteurs. Les capteurs MEMS jouent un rôle important dans les appareils de fitness et de bien-être en aidant à tracer les mouvements du corps humain dans les trois dimensions, ils sont d'ailleurs appelés dans ce cas capteurs de mouvement. Ils fournissent une information numérique de mouvement via une interface de communication I2C ouSPI. Parmi les plus répandus de ces capteurs : accéléromètre 3 axes, gyroscope, magnétomètre et altimètre barométrique.

Figure 2 - Bloc-diagramme d'un système électronique porté



Une autre catégorie de capteurs est constituée de capteurs à interface analogique, largement utilisés par exemple dans le domaine de la médecine et de la santé sous forme de capteurs biométriques : moniteurs de fréquence cardiaque, patchs pour électrocardiogrammes et électroencéphalogrammes, etc. Les capteurs analogiques nécessitent un composant spécifique appelé frontal analogique (AFE : Analog Front End). L'AFE est constitué d'amplis-op, de filtres et de convertisseurs A/N afin de conditionner et convertir le signal analogique en signal numérique facilement traité par le processeur.

L'interface utilisateur (UI : User Interface) est un autre sous-système important, gérant les interactions entre le porteur et le porté. Les interactions doivent être aussi intuitives que possible et minimiser la complexité. La technologie d'UI la plus populaire est la détection tactile capacitive. Selon l'application l'UI capacitive peut prendre diférentes formes : écran tactile, boutons, curseurs, etc. En retour les éléments de l'UI tels que LED, buzzers, moteurs vibrants permettent de réaliser alertes et signalisations de l'appareil vers l'utilisateur, par exemple une montre intelligente connectée à un smartphone doit alerter l'utilisateur lorsqu'un message arrive. La modulation par largeur d'impulsions (PWM : Pulse Width Modulation) est essentielle pour contrôler ces éléments. La PWM est utilisée pour réaliser différents effets sur les LED, comme la gradation, aussi bien que pour générer des effets de vibrations de retour tactile. Cette technique nécessite un timing précis et une attention soutenue du processeur lorsqu'elle est réalisée par logiciel, raison pour laquelle il est préférable de choisir un processeur/contrôleur intégrant des PWM hardware.

Les Microcontrôleurs savent répondre à ces défis !

A l'exception des appareils d'info-divertissement avancés qui nécessitent un processeur d'application, les MCU peuvent gérer la plupart des types d'appareils portés, les plus récents intègrant même la plupart des fonctionnalités nécessaires, caractéristique importante pour réduire la taille globale et le coût de nomenclature. A titre d'exemple les PSoC de Cypress peuvent intégrer les fonctions suivantes :

- Architecture ARM 32 bits puissante (ARM cortex M0 et M3)
- Mémoire Flash jusqu'à 256 Koct. et RAM jusqu'à 64 Koct.
- Détection de toucher capacitive
- Pilotage de segments LCD
- PWM hardware
- communication SPI/I2C/UART
- Frontal analogique (Comparateurs, convertisseur A/N 12 bits SAR)
- USB 2.0 Full-Speed

Exemple d'application : une montre intelligente

Pour conclure, le bloc diagramme ci-dessous décrit une montre intelligente typique que l'on peut réaliser avec un PSoC et quelques composants externes. Il explicite la réalisation au niveau système et montre comment PSoC peut aider au développement rapide d'une solution. La boîte bleue au centre de la figure représente les fonctions intégrables dans un même PSoC.

Figure 3 – Bloc-diagramme d'une montre intelligente typique

