Comment obtenir le meilleur compromis performance / consommation pour les wearables

Par Luciano Duca, Directeur Général de Toshiba Electronics Europe

Une expérience utilisateur de qualité est indispensable à l'adoption de toute technologie wearable, particulièrement à l'heure où ces technologies évoluent de dispositifs aux fonctionnalités limitées mais avec une bonne autonomie, à des dispositifs vraiment "intelligents" mais plus énergivores L'expérience utilisateur ne consiste pas seulement à offrir les fonctionnalités et les performances attendues par des consommateurs sophistiqués, mais aussi à s'assurer que l'utilisation du dispositif est aussi pratique que possible. L'un des facteurs qui contribue à cet aspect pratique est le temps pendant lequel les fonctionnalités et les performances sont fournies à l'utilisateur entre deux recharges de la batterie.

Un défi majeur posé au concepteur de technologie wearable est la recherche du meilleur compromis entre fonctionnalités, performances et autonomie. Cela suppose de réfléchir attentivement aux technologies processeur sous-jacentes.

Évolution de la technologie wearable

Notre passion pour la technologie portable remonte bien plus loin que ce que l'on peut imaginer. Dès le 16ème siècle, la première montre ou "horloge portable" est apparue, tandis que les calculatrices portables du 17ème siècle avaient la forme de bagues à porter au doigt, pendant la dynastie Qing. Cependant, ce n'est qu'à la fin du 20ème siècle que les premiers vrais wearables sont apparus, avec notamment les iconiques montres calculatrices ou le Walkman de Sony.

Au 21ème siècle le rythme d'adoption s'est accéléré, plus particulièrement avec les "bracelets de fitness" et plus récemment avec des dispositifs "connectés" plus intelligents. Les wearables dominent désormais le marché IoT (Internet of Things, ou Internet des objets) avec, selon Gartner, plus de 4 milliards de dispositifs déjà connectés et 5.5 millions de nouveaux dispositifs tous les jours. Et alors que la plupart des wearables nécessitent aujourd'hui une connexion au monde extérieur par l'intermédiaire d'une appli tournant sur un smartphone, de nouveaux dispositifs wearables apparaissent qui ont davantage en commun avec les smartphones que leurs ancêtres "rudimentaires". En fait, la plupart des innovations, en termes d'interface MMI pour écrans tactiles ou de connectivité sans-fil, y compris BLE, WiFi et GPS, a ses racines dans la technologie des smartphones.

Le défi majeur pour les concepteurs est de créer des dispositifs suffisamment désirables pour que l'utilisateur veuille continuer à les utiliser, et le cas échéant soit prêt à les remplacer le moment venu par leurs nouvelles versions. Ce défi est bien illustré par des enquêtes qui montrent que la moitié de tous les traqueurs d'activité achetés ne sont plus utilisés, et qu'un tiers a été mis de côté avant la fin des six premiers mois. Les raisons de cette perte d'intérêt sont notamment le manque de fonctionnalités, les difficultés d'utilisation, et l'aspect pratique, notamment l'autonomie entre deux recharges de la batterie. Le besoin de dispositifs wearables offrant des niveaux de fonctionnalités élevés, de bonnes performances et une excellente autonomie est évident.

Défis de conception

Les besoins des dernières technologies wearables nécessitent d'intégrer un certain nombre de blocs fonctionnels dans un espace très petit, comme illustré en Figure 1.

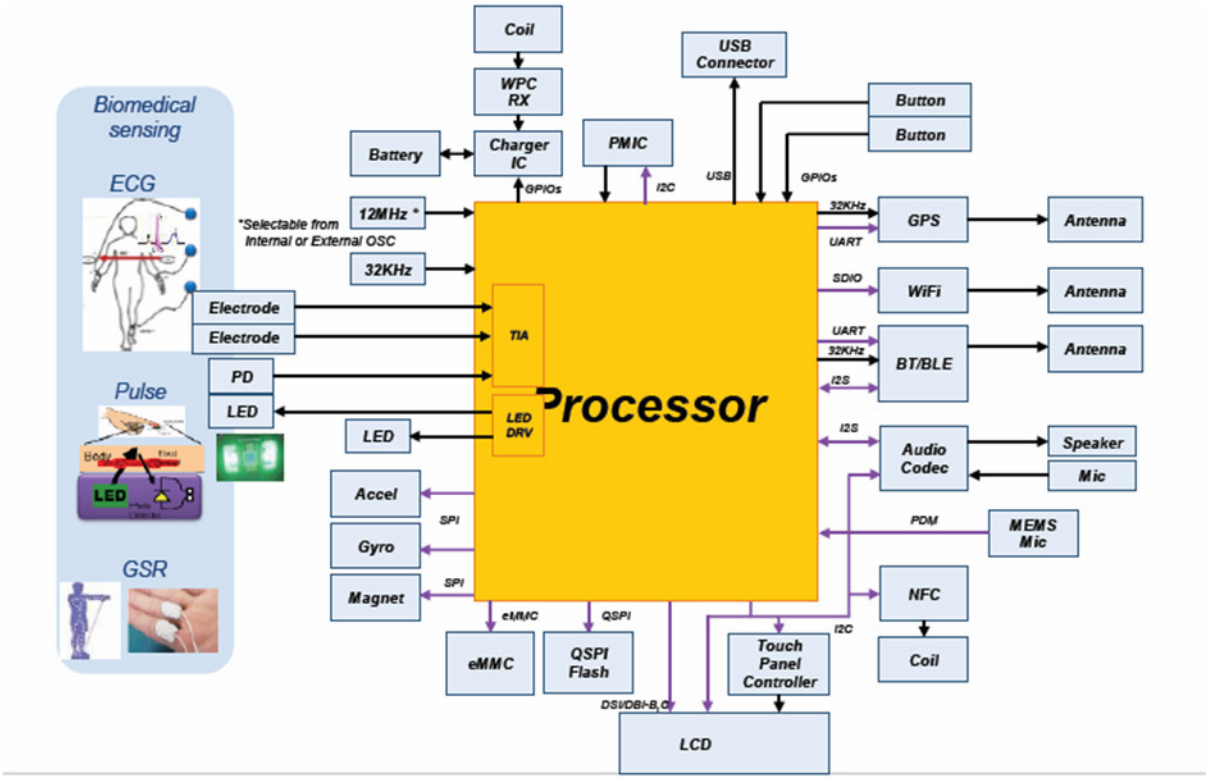


Figure 1 : Dispositif wearable intelligent et connecté - Exemple de schéma fonctionnel

Les processeurs, les batteries et la gestion d'énergie, les écrans, l'audio, les interfaces MMI et la sécurité, ne sont que certains des sujets à traiter. En outre, des accéléromètres, des gyroscopes et toute une série de capteurs différents, doivent également être intégrés, et leur signaux doivent être assemblés et traités.

Si la multiplicité des fonctions ne constituait pas une difficulté suffisante, les différentes exigences sont aussi en concurrence les unes avec les autres. On peut facilement obtenir plus de fonctionnalités et de performance avec un processeur plus puissant et plus rapide, mais la taille et l'autonomie de la batterie s'en trouvent affectés. Les capteurs et les transmissions actives en permanence réduisent l'autonomie, c'est pourquoi les concepteurs doivent inventer des systèmes pour couper l'alimentation des blocs systèmes quand ils ne sont pas absolument indispensables. Et pendant que les dispositifs wearables s'appuient sur des éléments de conception de leurs cousins smartphones, le défi que représente l'encombrement se traduit par des règles de consommation plus restrictives et des soucis d'EMI (Electro Magnetic Interference, ou parasite électromagnétique) potentiels.

Pour obtenir le "cocktail parfait" de performance suffisante, dans un boîtier assez petit, avec une consommation optimisée pour permettre une autonomie adéquate, les concepteurs doivent prendre en compte avec soin la technologie processeur sous-jacente.

Technologie à processeur intégré pour dispositifs wearables

Pour aider les concepteurs à aborder ces sujets, un nombre croissant de sociétés proposent des processeurs spécialement dédiés à l'IoT et aux dispositifs wearables. La famille de processeurs d'application Toshiba ApP Lite™ par exemple, est spécialement destinée aux applications de type moniteur d'activité ou "smart watch" (montre intelligente). Le dernier-né de cette famille est le TZ1200, illustré en Figure 2.

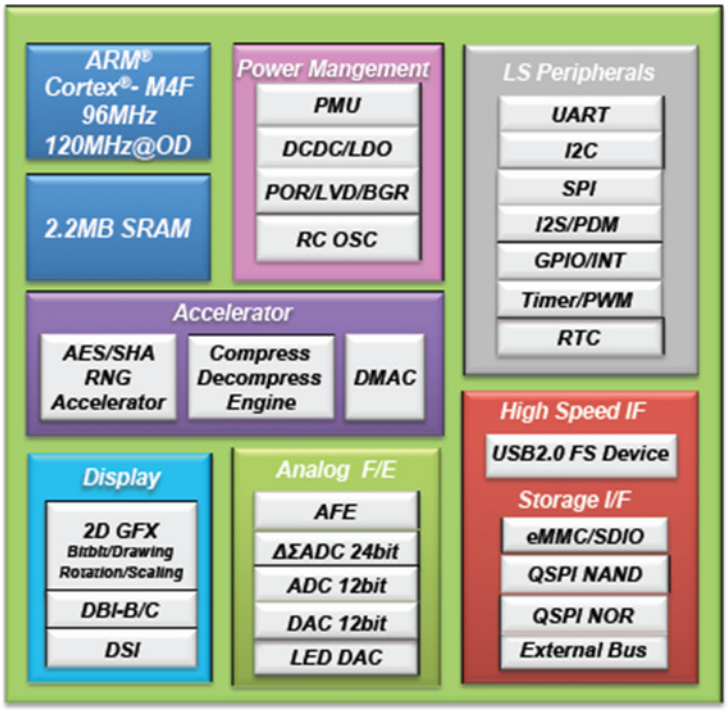


Figure 2 : Schéma fonctionnel du TZ1200

Ce dispositif compact de 8 x 8 x 0.6 mm s'appuie sur un processeur RISC 32 bits à virgule flottante hautes-performances, ARM® Cortex®-M4F, avec unité de protection mémoire et processeur d'interruption très souple, capable de fonctionner à des fréquences jusqu'à 120 MHz. Ce noyau, associé à une fonctionnalité de gestion d'énergie embarquée, permet au TZ1200 d'e présenter une consommation active de seulement 78 µA/MHz en fonctionnement normal. Avec une batterie 200 mAh et un logiciel de gestion d'énergie adapté, cela se traduit par un temps entre recharges d'environ une semaine pour des applications de mesure de rythme cardiaque, et d'environ un mois pour une montre connectée.

En plus de 2.2 Mo de SRAM rapide embarquée, le TZ1200 dispose d'interfaces pour CI mémoire externes, notamment SPI NOR, SPI NAND et e•MMC™. Un contrôleur LCD évolué, avec moteur graphique 2D, supporte les protocoles MIPI, DBI (Display Bus Interface, ou interface bus d'affichage) et DSI (Display Serial Interface, ou interface série d'affichage), tout en étant compatible avec un affichage HVGA (480 x 320) 30 trames/s ou QVGA jusqu'à 50 trames/s. L'accélérateur graphique 2D (GFX) fournit une plateforme puissante pour tracer, pivoter ou re-dimensionner les images à l'écran, tout en assurant la conversion des couleurs. Ceci réduit la charge du processeur et contribue à améliorer encore le rendement énergétique.

L'utilisation de capteurs externes et de dispositifs périphériques pour superviser l'activité et les déplacements est épaulée par des interfaces USB, UART, SPI et I^2C intégrées, associées à un moteur matériel de compression-décompression sans pertes.

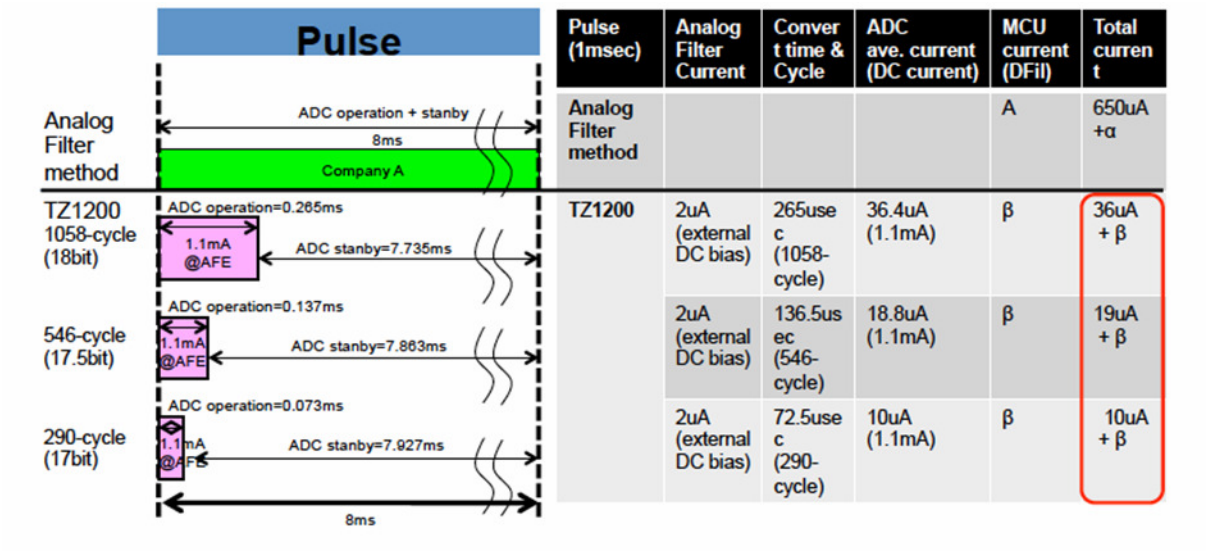
Un composant particulièrement important du nouveau processeur est son frontal analogique (AFE pour Analog Front End en anglais) haute-précision, regroupant un CAN delta-sigma 24 bits, un CAN 12 bits, un CNA 12 bits et un CNA LED. Un des principaux avantages de ce frontal analogique est de supporter la détection directe, c'est-à-dire que les sorties de capteurs analogiques peuvent être reliées *directement* au CAN haute-résolution du TZ1200. Ceci permet un gain significatif de place et d'énergie, ainsi qu'une réduction des parasites EMI (Electro Magnetic Interference, ou parasite électromagnétique) et une simplification de la conception, grâce à l'élimination des composants de "pré-conditionnement" traditionnels, que sont le filtre passe-haut, l'amplificateur à gain élevé et le filtre passe-bas. Dans le scénario de détection direct, ces fonctions de conditionnement sont assurées par un logiciel tournant directement sur le processeur.

Ainsi, cet AFE simplifie la mise en oeuvre et améliore les performances de certaines fonctionnalités

wearables importantes comme la mesure d'impédance pour la GSR (Galvanic Skin Response, ou réponse galvanique cutanée), la mesure de tension (qui sert à la supervision ECG) et la mesure de courant nécessaire aux capteurs de pouls PPG (photopléthysmographique) à LED et à la mesure SpO_2 (mesure de la saturation en oxygène à oxymètre pulsé).

Exemple d'application - Mesure du rythme cardiaque

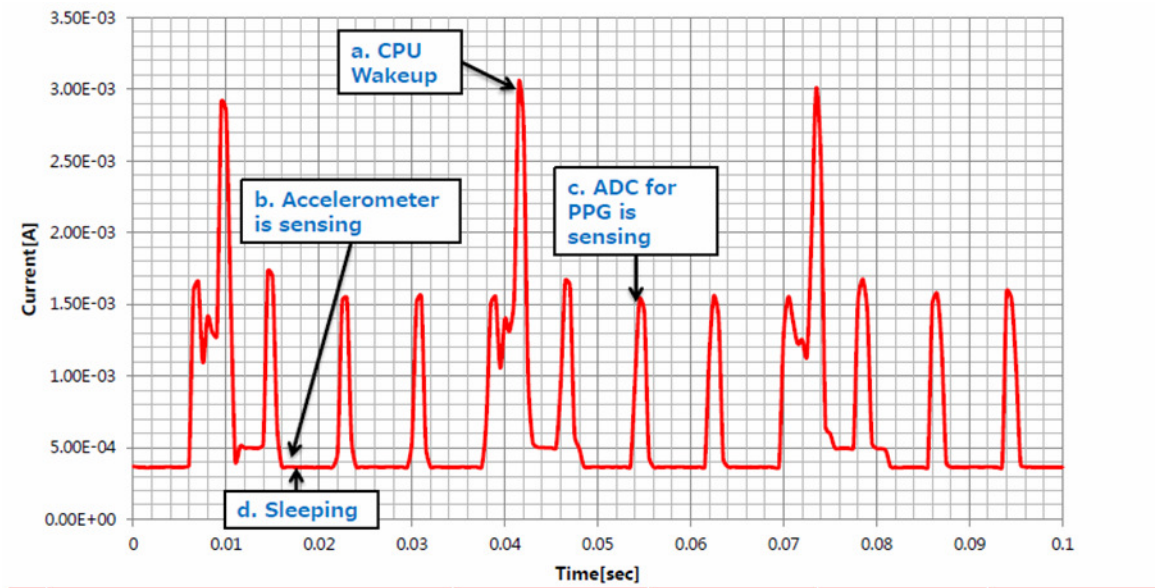
L'une des applications clé pour la plupart des wearables à vocation fitness est la supervision du rythme cardiaque. Pour l'utilisateur, cette supervision doit en fait être perçue comme continue. Néanmoins, la supervision en continu a un impact significatif sur la consommation, et donc sur l'autonomie. Les circuits conventionnels qui font appel à un filtrage externe, ne laissent que peu de souplesse en termes de supervision continue, comme le montre la ligne du haut dans la Figure 3.



Pulse (1msec)	Analog Filter Current	Convert time & Cycle	ADC ave. current (DC current)	MCU current (DFil)	Total current
Analog Filter method				A	650uA +α
TZ1200	2uA (external DC bias)	265usec (1058-cycle)	36.4uA (1.1mA)	β	36uA + β
	2uA (external DC bias)	136.5usec (546-cycle)	18.8uA (1.1mA)	β	19uA + β
	2uA (external DC bias)	72.5usec (290-cycle)	10uA (1.1mA)	β	10uA + β

Figure 3 : Réduction de la consommation grâce à un fonctionnement intermittent

Cependant, en fonction de la résolution nécessaire (la précision et la vitesse peuvent être optimisées pour chaque cas d'utilisation) le TZ1200 peut être configuré pour différents niveaux de fonctionnement intermittent. Comme le montre la Figure 3, cela signifie qu'il est possible de réduire la consommation de courant globale du capteur de supervision de fréquence cardiaque de plus de 98% par rapport à une conception classique. En outre, étant donné que le CAN 24 bits dispose d'un FIFO x16, la CPU n'a pas besoin de se réveiller chaque fois qu'il reçoit le signal du capteur (Figure 4). Ceci signifie que le courant moyen global, y compris pour alimenter la LED de supervision de fréquence cardiaque, peut être limité à 0.85 mA.



	Measurement Condition	Ave Current @3.3V [mA]	CPU	24bit ADC	Accelerometer
a	CPU wakeup	2.8050	Active	Off	Off
b	Accelerometer is sensing	0.5305	Sleep1	Off	On
c	ADC for PPG is sensing	1.5530	Sleep1	On	Off
d	Sleeping	0.3628	Sleep1	Off	Off
e	Total	0.7232	-	-	-

Figure 4 : Mesure du rythme cardiaque

Support

Tout comme pour la technologie processeur sous-jacente, les concepteurs de wearables ont besoin d'écosystèmes support de plus en plus sophistiqués, qui leur permettent d'accélérer le prototypage et le test, pour lancer leurs produits sur le marché dans des délais de plus en plus courts. Pour le processeur ApP Lite TZ1200, Toshiba a créé une carte d'évaluation complète. Cette carte combine le processeur, la mémoire flash SPI et e•MMC, l'E/S audio, un capteur 6 axes, un écran DSI tactile et des fonctions de transmission BLE (Bluetooth Low Energy) embarquées.

La carte d'évaluation est fournie avec un logiciel permettant la création rapide d'une interface utilisateur graphique (GUI en anglais), grâce à une bibliothèque d'images et d'éléments graphiques. Sont notamment prévues des fonctions de remplissage, de "blit-and-blend", et des outils logiciels pour la rotation et l'animation. La carte d'évaluation peut également être utilisée avec les outils de support et les outils BSP (Board Support Package, ou package de support de carte) des grands fournisseurs d'outils pour systèmes embarqués.

- F I N -

*ARM et Cortex sont des marques commerciales déposées d'ARM Limited (ou de ses filiales) dans l'UE et dans d'autres pays.

* e•MMC est une catégorie de produits pour une classe de mémoires embarquées répondant aux spécifications de la norme e•MMC JEDEC, et c'est aussi une marque commerciale de la JEDEC Solid State Technology Association (Association de technologie semi-conducteurs JEDEC). La dernière spécification JEDEC e•MMC version 5.1 a été officiellement publiée par JEDEC le 24 février 2015.

* ApP Lite est une marque commerciale de Toshiba Corporation.
* MIPI est une marque commerciale sous licence de MIPI Alliance, Inc. aux États-Unis et dans d'autres juridictions
* Toutes les autres marques commerciales et noms commerciaux appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

6854/A