

Bulletin d'information du projet RNRT « SVP »

SURVEILLER & PREVENIR

Architecture ambiante pour la surveillance et la prévention

Bulletin d'information N°3

15 Octobre 2007

Edito

Nous consacrons ce troisième bulletin d'information du projet SVP à une des problématiques majeures des capteurs intelligents et communicants : **La consommation énergétique**. L'extrait de l'étude proposée par le laboratoire CITI de l'INSA Lyon est orientée consommation énergétique pour les systèmes d'exploitation pouvant être utilisés dans la conception des réseaux de capteurs.

Étude et comparaison des consommations énergétiques des systèmes d'exploitation embarqués

Les tendances actuelles de développement des systèmes embarqués suivent de près les technologies rendues disponibles par les avancées rapides de la micro électronique. Ces tendances sont particulièrement visibles pour les microcontrôleurs et les microprocesseurs utilisés dans les cibles embarquées. Les processeurs 32 bits de consommation électrique et de volume physique moyens il y a quelques années peuvent être refondus et repackagés en utilisant les dernières technologies disponibles pour devenir des modèles très basse consommation avec des empreintes physiques extrêmement réduites. Ces modifications et ces évolutions rendent utilisables ces classes de processeurs dans les systèmes de très petites tailles tels que les nœuds de réseaux de capteurs. Les modèles de nœuds actuels utilisent des microcontrôleurs 16 bits de haut de gamme et il y a de fortes chances pour que les prochains modèles utilisent des processeurs 32 bits comme brique de base.

Ces sauts dans les capacités de traitement des nœuds, associés aux capacités sans-cesse croissantes des mémoires, permettent

La fin de ce bulletin est consacré **aux dernières publications** des membres du projet SVP et à la présentation d'un des membres partenaires, **l'équipe CAIRN de l'IRISA, l'institut de recherche breton en informatique et systèmes aléatoires**.

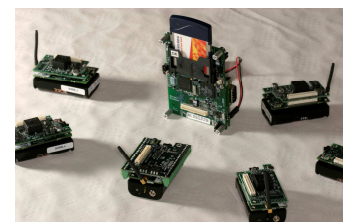
d'embarquer de plus en plus de logiciel sur les cibles pour contrôler les capteurs et les périphériques. Cette complexité croissante a un impact important sur les piles logicielles qui peuvent être développées et mises en œuvre dans les réseaux de capteurs. Une de ces modifications importantes concerne l'utilisation de systèmes d'exploitations. **Ces systèmes permettent d'introduire des modifications radicales dans les modèles de programmation utilisés jusqu'à lors dans les systèmes embarqués**, passant d'une application monolithique gérant l'ensemble du système à un environnement dynamique utilisant une couche d'abstraction du matériel.

Bien que le matériel devienne basse consommation, il reste néanmoins très souvent alimenté en énergie par des batteries de capacités réduites et dont les progrès technologiques en capacité et en durée de vie sont limités. Les réseaux de capteurs restent donc très contraints par la consommation électrique générée par leur activité. De nombreuses plateformes ou composants matériels proposent des mécanismes de

(Suite page 2)

Dans ce numéro :

ÉTUDE ET COMPARAISON DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DES SYSTÈMES D'EXPLOITATION EMBARQUÉS	1-3
PUBLICATIONS	3
ZOOM SUR... L'ÉQUIPE CAIRN	4
LIENS UTILES	4



Plateforme expérimentale de réseau ad hoc

Bulletin d'information du projet RNRT « SVP »

SUR VOS AGENDAS :

GRAND COLLOQUE STIC

PARIS, CITÉ DES SCIENCES DE LA VILLETTE, LES 5-6-7 NOVEMBRE 2007

TECHNOLOGIES LOGICIELLES, TÉLÉCOMMUNICATIONS ET AUDIOVISUEL ET MULTIMÉDIA



RENSEIGNEMENTS : <http://colloque-stic.info/>

SUR VOS AGENDAS :

4ÈME WORKSHOP RECAP

MONPELLIER, LES 22&23 NOVEMBRE 2007

L'ESSENTIEL DES TRAVAUX NATIONNAUX SUR LES RESEAUX DE CAPTEURS



RENSEIGNEMENTS : <http://www2.lifl.fr/sensor/Main/WS2007MONTPELLIER>

(Suite de la page 1)

gestion de la consommation au travers de fonctions de mise en veille ou d'extinction totale ou partielle. La gestion de ces mécanismes est maintenant déléguée de façon quasi-systématique au logiciel afin d'obtenir des systèmes de gestion plus efficaces. En effet, si le matériel peut adapter son fonctionnement et sa consommation en fonction de son activité passée, **le logiciel a la possibilité de gérer son activité et ses échéances futures et obtient ainsi une visibilité bien plus importante sur le fonctionnement global du système.** Une telle solution permet de mettre en place des gestions classiques d'énergie par des modes d'extinction partielle mais également des modes de variation dynamique de tension et de fréquence des plateformes.

Dans ce contexte de gestion des ressources, une grande attention doit donc être investie dans la conception et l'implantation des applications, des protocoles de communication et des systèmes d'exploitation qui seront déployés sur les architectures cibles. Ceci est particulièrement vrai pour les systèmes d'exploitation et les environnements logiciels qui seront utilisés et qui devront donc tenir compte des critères de consommation tout en conservant les propriétés souhaitées d'évolutivité et de généralités pour les applications qui seront déployées.

Les applications des réseaux de capteurs restent, pour l'instant, simples dans leurs architectures à la fois matérielle et logicielle. Le modèle de programmation utilise une application unique dans laquelle sont inclus la gestion des interruptions et un ordonnanceur minimal. Cette représentation est proche des modèles des exo-kernel dans lesquels l'évolution rapide et la diversité des plateformes proposées permet tout de même de voir apparaître des systèmes d'exploitations qui prennent en charge les particularités architecturales des systèmes. Les prochaines générations de capteurs nécessiteront sans aucun doute possible la mise en place de modèles similaires à ceux utilisés dans les machines actuelles avec des systèmes d'exploitation proposant des modèles de programmation plus évolués.

Les capacités et particularités des systèmes dépendent fortement de la classe de plateforme utilisée pour le support matériel. Deux grandes classes se détachent dans les plateformes récentes les machines utilisant

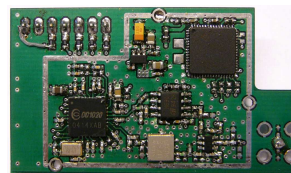
des processeurs 8 ou 16 bits et celles utilisant des processeurs 32 bits. Bien que la taille des registres et adresses mémoires (pointeurs) ne soit pas un critère discriminant ou bloquant en tant que tel dans le choix des systèmes d'exploitation, il correspond de fait à une structuration assez nette des plateformes matérielles.

Composant central du système, le microcontrôleur est le principal composant d'un capteur avec l'interface radio. Il doit allier puissance de calcul suffisante et consommation minimale. De nombreux modèles sont disponibles actuellement chez divers constructeurs. **La part la plus importante reste encore assurée par l'utilisation d'architectures 8 bits et 16 bits mais l'évolution rapide des technologies permet d'entrevoir les premières plateformes 32 bits.**

Les plateformes à micro-contrôleurs 16 bits

Les modèles de capteurs proposés par Crossbow utilisent des microcontrôleurs 16bits ATmega128L (modèles MicaZ et Mica2) et MSP430 (modèles Telosb). Les microcontrôleurs MSP430 sont également utilisés sur les capteurs MotelV [modèle Tmote Sky] et WSN430 (voir liens utiles).

Le module radio couplé au microcontrôleur a également un rôle primordial dans le profile de consommation d'une application déployée sur les réseaux de capteurs. Il existe un grand nombre de modèles de puce radio, les principales caractéristiques sont la bande de fréquence utilisée et le niveau de support d'un protocole de couche MAC intégré sur puce. Par exemple, Le modèle CC1100 de chez Chipcon est un module émetteur/récepteur dans la bande UHF conçu pour les applications sans fil et basse consommation. Il est notamment utilisé dans



les bandes ISM (Industrial Scientific Medical) et SRD (Short Range Device) à 315, 433, 868 et 915 MHz mais

peut être programmé pour fonctionner à d'autres fréquences dans les intervalles 300-348, 400-464 et 800-928 MHz.

Il contient un modem en bande de base configurable qui supporte plusieurs types de modulation et peut atteindre un débit de 500 kbps ce qui en fait le composant idéal dans le cadre d'études sur les performances

de différentes méthodes de communication sans fil.

Du point de vue de la consommation, celle-ci est très faible, **de l'ordre de 15 mA à la réception et allant de 14 à 30 mA en émission selon la puissance sélectionnée** (ces chiffres correspondent à une fréquence de fonctionnement dans la bande 868/915MHz). Le CC1100 possède un mode veille permettant de réduire davantage la consommation moyenne, mode duquel il peut sortir en environ 500 µs. Les ordres de grandeur des puissances d'émission et de réception de la partie radio sont donc supérieurs à ceux annoncés pour les microcontrôleurs mais restent néanmoins comparables. Il apparaît donc important que l'application, et par là même le système d'exploitation, soit capable de prendre en compte les consommations combinées de ces différents blocs pour optimiser la consommation globale de la plateforme. Ceci est d'autant plus vrai que **la plupart des plateformes existantes comportent d'autres éléments actifs qui sont également générateurs de consommation tels que des mémoires Flash externes et des composants de mesures et de prise en compte de l'environnement.**

Les plateformes à micro-contrôleurs 32 bits

La société Xbow propose actuellement un des premiers modèle de nœud de réseau de capteur utilisant un processeur 32 bits (intel PXA271 sur le modèle xbow Imote2). Le PXA271 est basé sur un XScale, un processeur à jeu d'instruction ARM pouvant être

cadencé jusqu'à une fréquence de 416MHz. La plateforme Imote2 est équipée de 256ko de mémoire SRAM locale, 32Mo de Flash et 32Mo de SDRAM. La partie radio est similaire à celle utilisée pour les plateformes 16 bits (module IEEE 802.15.4). La mise en place d'un système d'exploitation sur ce type de plateforme est plus complexe que pour les plateformes 16 bits. Les systèmes d'exploitation pour les machines 32 bits sont en général beaucoup plus complexes que ceux pour les machines 16 bits.

On peut citer parmi les nombreux systèmes d'exploitation disponibles, les open source suivants : Linux, uClinux, eCos, Contiki 2.x, FreeRTOS 4.x, SOS 1.x, TinyOs (1.x, 2.x).

Bien que certains systèmes commencent à prendre en compte activement les problèmes de consommation pour les plateformes puissantes il n'existe au final que peu de solutions et de modèles pour les architectures de réseaux de capteurs actuels. De nombreux systèmes proposent une gestion des modes de consommation des processeurs ou du microcontrôleurs pour activer les modes de basse consommation. Pour autant la gestion de ces modes reste très basique et aucun système n'intègre d'infrastructure de prise en compte de la consommation au niveau de la plateforme (processeur et périphériques) permettant de mettre en place des politiques de gestion de l'énergie à partir d'un modèle applicatif.

Auteurs : Nicolas Fournel, Antoine Fraboulet (citi@insa-lyon.fr), Gilles Grimaud (grimaud@lifl.fr) **laboratoire CITI, INSA de Lyon** (<http://citi.insa-lyon.fr>) **laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille** (<http://www.lifl.fr>)

Publications

- Farid Benbadis. Ph. D. thesis « **Positionnement et dissémination dans les réseaux auto-organisables** ».
- Farid Benbadis, Katia Obrakzka, Jorge Cortés, Alexandre Brandwajn, « **Exploring landmark placement strategies for self-organization in wireless sensor networks** ». *IEEE PIMRC 2007 Athens, Greece, September 2007*.
- Farid Benbadis, Katia Obrakzka, Jorge Cortés, Alexandre Brandwajn, « **Exploring Landmark Placement Strategies for Topology-Based Localization in Wireless Sensor Networks** ». *Submitted to Eurasip Journal on Advances in Signal Processing*.
- Luca Pizziniaco, Farid Benbadis, Marcelo Dias de Amorim, and Antonio Capone, « **Jade : Receiver-Oriented Forwarding on Virtual Coordinates** ». *Submitted to IEEE Infocom 2008*.
- Farid Benbadis, Jean-Jacques Puig, Marcelo Dias de Amorim, Claude Chaudet, and David Simplot-ryl, « **JuMPS : Enhancing hop-count positioning in sensor networks using multiple coordinates** ». *Submitted to Ad Hoc & Wireless Sensor Networks Journal*.

SUR VOS AGENDAS :

INTERNATIONAL CONFERENCE ON AMBULATORY MONITORING OF PHYSICAL ACTIVITY AND MOVEMENT,

DU 21 AU 24 MAI 2008, ROTTERDAM, WORLD TRADE CENTER



www.icampam.org

SUR VOS AGENDAS :

NET-ATHOM 2007

RÉSEAUX DOMOTIQUES

DU 13 AU 14 NOVEMBRE 2007, NICE HOTEL BOSCOLO PLAZA



www.net-at-home.com

Zoom sur... L'équipe CAIRN de l'IRISA

SUR VOS

AGENDAS :

EWSN 2008

5ÈME CONFERENCE
EUROPEENNE SUR
LES RESEAUX DE
CAPTEURS SANS FILS

À BOLOGNE DU
30 JANVIER AU
1ER FEVRIER 2008



www.ewsn.org

Contact du projet SVP :
Jean-Benoît Pierrot, CEA,
Tél : + 33 4 38 78 35 18
jean-benoit.pierrot@cea.fr

Retrouvez et
téléchargez
gratuitement
tous les bulletins
d'information du
projet SVP :
<http://svp.irisa.fr/>



Edition :
JM. Thouélin
Institut Maupertuis
Centre d'études techniques en
productique et mécatronique
02 99 57 17 64

L'institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires (Irisa), est un pôle de recherche public regroupant environ 530 personnes dont 205 chercheurs ou enseignants chercheurs, 175 chercheurs en thèse, 90 ingénieurs, techniciens, administratifs et de nombreux collaborateurs contractuels ou invités internationaux pour des séjours de plus courte durée. L'INRIA, le CNRS, l'Université de Rennes 1 et l'INSA de Rennes sont les partenaires de cette unité mixte de recherche.

Les recherches menées à l'Irisa se développent au sein d'une trentaine d'équipes de recherche et autour de grands thèmes scientifiques tels que : les réseaux et systèmes informatiques, les langages de programmation et la conception logicielle, le traitement de données signal-texte-son-images et des connaissances, la réalité virtuelle, la robotique, la modélisation du vivant (en imagerie médicale, en bio-informatique), la modélisation, la simulation et l'optimisation de systèmes complexes.

Les objectifs scientifiques de l'équipe Cairn concernent l'étude de systèmes intégrés reconfigurables, des systèmes matériels dont la configuration peut être modifiée avant et même pendant l'exécution. Les systèmes reconfigurables font l'objet d'une attention particulière depuis une vingtaine d'années grâce aux possibilités offertes par les circuits reprogrammables connus sous le sigle FPGA et plus récemment avec l'apparition de processeurs reconfigurables. Dans un circuit FPGA, une configuration matérielle particulière est obtenue en chargeant un train binaire qui sert à paramétrer des éléments logiques pour réaliser des fonctions matérielles spécifiques. À la différence du FPGA qui est fait d'éléments logiques élé-

mentaires, le processeur reconfigurable est constitué d'opérateurs arithmétiques « gros grain », c'est l'interconnexion entre ces opérateurs qui est configurable.

Les évolutions récentes en matière de technologie de circuits intégrés et de systèmes matériels amplifient l'intérêt pour l'utilisation de systèmes intégrés reconfigurables, en particulier dans les systèmes sur puce de prochaine génération. En effet grâce à leur capacité de reconfiguration logicielle et matérielle, ils permettent une adaptation rapide à des changements

algorithmiques ou de nouveaux standards. Les défis posés par l'utilisation de ces systèmes reconfigurables sont nombreux. Ils concernent la structure des éléments de base de l'architecture, les possibilités de reconfiguration, les outils de compilation ou de synthèse.

L'équipe Cairn aborde l'étude des architectures reconfigurables sous trois angles : la conception de nouvelles plateformes reconfigurables, les outils logiciels de compilation et de synthèse associés ainsi que l'exploration de l'interaction entre les algorithmes et les architectures matérielles. Pour des informations détaillées sur les activités de l'équipe, consulter son rapport d'activité (<http://ralyx.inria.fr/2006/Raweb/r2d2/uid0.html>)

L'intérêt de l'équipe pour les réseaux de capteurs sans fil résulte du lien étroit qui existe entre le nœud d'un tel réseau et le matériel sous-jacent avec les problématiques de gestion efficace de l'énergie. C'est par le biais de l'application de suivi d'activité physique que l'équipe aborde ce domaine dans le projet SVP.

Prochain bulletin : Le laboratoire CITI, INSA de Lyon.



www.irisa.fr/R2D2/

Liens utiles

- Agenda des deadlines, conférences internationales et workshops des réseaux de capteurs sur le site d'Anthony D. Wood : <http://www.cs.virginia.edu/~adw5p/conferences.html>. Lien RSS possible.
- Worldsens, Wsn430 sensor node : la plateforme ultra-basse consommation pour le développement d'applications de réseaux de capteurs sans fil : <http://www.worldsens.net>.
- Le journal des réseaux de capteurs, « Ad hoc & Sensor Wireless Networks », Edition OCP Science. <http://www.oldcitypublishing.com/AHSWN/AHSWN.html>
- Dossier « Produits communicants, couper le cordon », Industrie et Technologies - N°893 - octobre 2007 page 62.