Architecture distribuée sans fil pour des applications de SEF externe

Mickael Toussaint, David Andreu, Philippe Fraisse

▶ **To cite this version:**

Mickael Toussaint, David Andreu, Philippe Fraisse. Architecture distribuée sans fil pour des applications de SEF externe. ARC'10 : 3ème Journée du GT ARC (Automatique et Réseaux de Communication), Apr 2010, Paris, France. lirmm-00506412

HAL Id: lirmm-00506412

https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-00506412

Submitted on 27 Jul 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Architecture distribuée sans fil pour des applications de SEF externe

M. Toussaint[1,2,4], D. Andreu[1,2,3] et P. Fraisse[1,2]

I. Introduction

La Stimulation Électro-Fonctionnelle (SEF) est une technique largement utilisée en particulier pour le traitement thérapeutique de la déficience musculaire (rééducation)[1].

Les dispositifs technologiques actuels sont basés sur une architecture centralisée et filaire, constituant un obstacle à la mobilité. Ils déroulent un profil de stimulation programmé non modifiables en temps-réel et permettent parfois de faire de l'acquisition de signaux physiologiques ou physiques.

Cependant, les applications potentielles des technologies de SEF [1], [2], pour les personnes déficientes requièrent un contrôle plus sophistiqué en boucle fermée et en temps réel (modulation de la stimulation en fonction d'informations capteurs), pour une SEF plus efficace sur un plan physiologique. De plus, dans le cadre du mouvement il faut pouvoir coordonner la stimulation sur plusieurs muscles différents impliqués dans le mouvement concerné.

Pour répondre à ce besoin nous avons conçu et développé en partenariat avec la société Vivaltis, un nouveau dispositif basé sur une architecture de SEF distribuée (SENIS).

II. Travaux

A. Architecture de SEF distribuée

Dans l'architecture de SEF externe distribuée, un contrôleur pilote un ensemble d'unités réparties et autonomes (URs), aussi baptisées "PODs®", qui disposent de moyens de traitement et de communication ainsi que d'une électronique de stimulation et/ou d'acquisition. La communication au sein de l'architecture est basée sur une solution conforme au modèle OSI réduit (couches Physique, MAC et Application) ; la couche MAC de cette pile protocolaire assure un accès déterministe au médium et permet au contrôleur de travailler avec des groupes d'URs [3].

Sous le pilotage du contrôleur, l'UR assure donc localement la réalisation de la stimulation et/ou de la mesure. De fait, cette solution répond aux besoins de mobilité (sans-fil), de coordination de l'activité de plusieurs sites (sur le corps humain) et de contrôle en ligne des paramètres de stimulation.

B. Réalisation

Cette architecture a été réalisée par Vivaltis. Le contrôleur de SEF assure le contrôle de l'application et du réseau de PODs ; il est connecté via un lien USB avec l'ordinateur du praticien qui définit l'application de SEF et la paramètre selon le patient. Ce contrôleur communique avec les PODs via un lien RF 2,4 GHz (standard IEEE 802.15.4). Chaque POD comprend une carte mère qui assure traitements et communication, et une carte fille propre à la fonction à réaliser (stimulation ou acquisition). L'intégration de nouveaux capteurs et/ou actionneurs est donc possible.

Ce travail est en collaboration avec la société Vivaltis

1. LIRMM-CNRS; 2. Université Montpellier II; 3. INRIA Sophia Antipolis; 4. Vivaltis

III. Exploitation

Sur un POD, différentes formes de profils de stimulation (biphasique, exponentielle etc...) sont programmables. Les paramètres de stimulation (fréquence, amplitude, largeur d'impulsion et sens du courant) et d'acquisition (fréquence d'acquisition, gain) sont totalement modifiables. Le contrôleur peut donc configurer, programmer, et modifier dynamiquement ces paramètres sur un ensemble de PODs.

Un travail de caractérisation de la qualité de service (QoS) est actuellement réalisée sur cette architecture afin d'assurer son adéquation pour les applications visées et d'étudier les stratégies de gestion du réseau et de contrôle.

IV. Conclusion

Ce nouveau dispositif technologique de SEF externe, exploitable aujourd'hui dans un contexte de rééducation thérapeutique et de suppléance fonctionnelle, constitue un outil ouvert pour les chercheurs, et les praticiens, afin de relever les défis du développement d'algorithmes de contrôle en boucle fermée pour des applications cliniques.

La suite de notre travail est de mettre en place ce contrôle multi-site et sa supervision, selon l'évolution dynamique de la QoS dont notamment les variations de temps de communication sur le réseau sans fil. Pour les applications envisagées [4], la dynamique du muscle, les délais de traitement et de communication, sont des composantes importantes dans l'adéquation de la commande proposée [2], [5].

References

[1] Christine Azevedo-coste, David Guiraud, David Andreu, and Serge Bernard. Stimulation électrique pour la rééducation et la suppléance fonctionnelles . Applications. *Recherche*, pages 1–10, 2009.

[2] Cheryl L. LYNCH and Milos R. POPOVIC. Functional Electrical Stimulation. *IEEE control systems*, 28(2) :40–50, 2008.

[3] K. Godary, D. Andreu, and G. Souquet. Sliding Time Interval based MAC Protocol and its Temporal Validation. In *7th IFAC International Conference on Fieldbuses & Networks in Industrial & Embedded Systems (FET'07), Toulouse, France*, number section 3, 2007.

[4] S. Mohammed, P. Fraisse, D. Guiraud, P. Poignet, and H. El Makssoud. Towards a co-contraction muscle control strategy for paraplegics. In *IEEE Conference on Decision and Control*, volume 44, page 7428. IEEE ; 1998, 2005.

[5] Albert H Vette, Kei Masani, and Milos R Popovic. Time Delay from Muscle Activation to Torque Generation during Quiet Stance : Implications for Closed-Loop Control via FES. In *13th Annual Conference of the International FES Society*, pages 423–425, Freiburg, Germany, 2008.