

Résumé

L'avancement de la technologie numérique a permis de remplacer une partie analogique des systèmes de radiocommunications par des composants numériques, où l'exploitation des équipements peut être réalisée par un logiciel centralisé et de remplacer des contraintes matérielles en contraintes logicielles, on parle de la radio logicielle. Cette technologie permet d'implémenter la majorité des traitements du signal dans le domaine numérique, ceci permet de gagner en souplesse de configuration et de réduire considérablement le coût du développement et de déploiement des systèmes radio avec les normes de communication radio en constante évolution. Ce travail est scindé en deux parties principales:

La première partie est consacrée à la technologie radio logicielle, le concept, l'architecture de la radio logicielle idéale et restreinte et les plateformes à faible coût disponibles permettant aux chercheurs la mise en œuvre des systèmes radios logiciels. Une étude détaillée de la plateforme RTL-SDR a été présentée.

Dans la deuxième partie, nous nous sommes intéressés la réalisation de différentes applications en utilisant la clé RTL-SDR. Dans un premier temps, nous avons présenté des approches utilisées pour la démodulation des signaux de la bande radio FM, l'analyse spectrale et la détection des activités spectrales. Dans un second temps, une application embarquée en combinant la plateforme RTL-SDR et la carte Raspberry Pi version 3 pour la localisation à base du réseau GSM a été présentée.

Mots clés :

Radio logicielle; SDR; Analyse spectrale; Détection spectrale; Localisation avec RTL-SDR; Traitement du signal numérique.

Abstract

The advance made in digital technology has introduced the opportunities to replace analog parts of the radio communication systems with digital components. All improvements provide the opportunity to build reconfigurable radio platform with only software constraints. Based on this context the software-defined radio (SDR) appeared. This emergent technology makes it possible to implement wide range of signal processing algorithms used in the digital domain. Indeed, this will allows greater configuration, flexibility and reduces considerably the costs of developing and deploying radio systems. Moreover, it will allow rapid changing and free of charge to higher or different radio communication standards. This work is divided into two main parts:

The first part is dedicated to the SDR technology, the concept, the different architectures and the low cost platforms available allowing researchers to implement SDR solutions. A detailed study of the RTL-SDR platform is presented.

In the second part, we are interested in the implementation of different applications using the RTL-SDR Dongle. First, we presented approaches used for the demodulation of FM signals, spectral analysis and spectral activity detection. Finally, an embedded positioning application combining the RTL-SDR platform and the Raspberry Pi version 3 based on GSM signals is presented.

Keywords:

Software defined radio; SDR; Spectral analysis; Spectral detection; RTL-SDR based localization; Digital signal processing.

ملخص

أتاح تقدم التكنولوجيا الرقمية استحداث أنظمة اتصالات لاسلكية بمكونات رقمية. حيث يمكن استغلال هذه المعدات بواسطة برامج بسيطة. في هذا السياق ظهر ما يسمى بالراديو المعرف برمجيا. تتيح هذه التكنولوجيا تنفيذ غالبية معالجة الإشارات في المجال الرقمي، مما يعطي مرونة أكبر للأنظمة اللاسلكية ويقلل إلى حد كبير تكلفة تطوير هذه الأنظمة بمعايير الاتصالات المتغيرة باستمرار. ينقسم هذا العمل إلى قسمين رئيسيين:

الجزء الأول من هذا العمل مكرس للراديو المعرف برمجيا، المفهوم، والتصميمات المختلفة والمنصات منخفضة التكلفة المتاحة التي تسمح للباحثين بإنشاء أنظمة الراديو المعرف برمجيا. تم تقديم دراسة مفصلة لمنصة RTL-SDR.

في الجزء الثاني من العمل، نهتم بإنشاء تطبيقات مختلفة باستخدام منصة RTL-SDR. أولاً، قدمنا الأساليب المستخدمة في استخلاص إشارات الراديو من نوع FM، ثم تطبيقات للتحليل الطيفي و الكشف عن أنشطته. في الأخير، تم تقديم تطبيق مضمن يجمع بين منصة RTL-SDR وبطاقة الراسبييري الإصدار 3 يهتم بتحديد المواقع بالاعتماد على إشارات شبكة GSM.

كلمات مفتاحية :

الراديو المعرف برمجيا; SDR; التحليل الطيفي; الكشف عن النشاط الطيفي; تحديد المواقع اعتمادا على RTL-SDR; معالجة الإشارة الرقمية.