HAL
open science

Localisation 2D par Mesures de Phase basée sur la Technologie Chipless

Nicolas Barbot, Etienne Perret

To cite this version:

Nicolas Barbot, Etienne Perret. Localisation 2D par Mesures de Phase basée sur la Technologie Chipless. XXI èmes Journées Nationales Microondes, May 2019, Caen, France. hal-02019490

HAL Id: hal-02019490

https://hal.science/hal-02019490

Submitted on 14 Feb 2019

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.

Localisation 2D par Mesures de Phase basée sur la Technologie Chipless

Nicolas Barbot[1], Etienne Perret[12]
[1] *Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP, LCIS, F-26000 Valence France.*
[2] *Institut universitaire de France, Paris, France*
nicolas.barbot@lcis.grenoble-inp.fr

Résumé *– Cet article explore les performances de la localisation d'objets en utilisant des tags sans puce. Nous montrons qu'il est possible de localiser un tag (ou un objet qui y est attaché) en mesurant le décalage de phase entre une position connue et la position à estimer. Cette méthode offre une meilleure précision par rapport aux méthodes classiques basées sur la puissance du signal reçu (RSSI). Nous montrons qu'une précision inférieure au millimètre peut être obtenue pour la mesure de distance. De plus, l'erreur de position reste inférieure à 4 mm en distance pour la localisation 2D. Ces résultats ouvrent la voie vers le concept de « Smart Electronic Label » qui basé sur un principe de reconnaissance de mouvement pourra être utilisé comme une sorte de joystick bas cout et jetable, permettant de contrôler un équipement électronique.*

1. Introduction

La technologie RFID sans puce offre une alternative et une solution complémentaire à la RFID classique et peut permettre de réduire considérablement le coût des étiquettes. Les tags sans puce sont classiquement composés par plusieurs résonateurs et sont interrogés à distance avec une approche radar [1]. Chaque résonateur est caractérisé par une fréquence de résonance. La combinaison de plusieurs fréquences de résonance est utilisée pour identifier un tag sans puce. La lecture de l'identifiant d'un tag repose sur le module du signal rétrodiffusé. Dans cet article, nous nous intéressons à la possibilité d'ajouter une nouvelle fonctionnalité aux tags sans puce. La capacité d'utiliser le tag comme capteur est l'un des enjeux les plus prometteurs. L'objectif de cet article est de localiser un objet sur un plan 2D à l'aide d'un tag sans puce. La localisation à l'aide de tags sans puce a déjà été étudiée dans la littérature. Dans [2], les auteurs ont réalisé la localisation en utilisant le temps de vol aller-retour et la méthode des moindres carrés linéaires (LLS) pour résoudre le problème de la tri-latéralisation. Dans [3], l'auteur a utilisé la phase du signal réfléchi pour mesurer la variation de distance avec une précision inférieure au millimètre dans une seule direction. De plus, dans [4], les auteurs ont déterminé la localisation d'une étiquette sans puce à l'aide d'une méthode basée sur l'atténuation. Dans cet article, nous proposons une nouvelle méthode pour localiser une étiquette sans puce sur un plan 2D. Cette méthode utilise une seule antenne et repose sur la mesure de la phase des modes d'antenne des résonateurs contenus sur l'étiquette pour estimer la distance entre un point fixe et tous les résonateurs. Cette information est alors utilisée pour localiser précisément le tag. Enfin, cette utilisation en tant que capteur ne se traduit pas par une perte de capacité de codage du tag (l'étiquette peut toujours être utilisée pour identifier un article avec la même capacité de codage).

2. Modèle analytique

La position du tag chipless est déterminée en deux étapes successives. La première consiste à déterminer la distance entre l'antenne et chaque résonateur obtenue à partir de la phase des signaux reçus. A partir des distances déterminées précédemment, la seconde étape consiste à utiliser un algorithme de multilatération pour estimer la nouvelle position du tag. A partir de [2], une variation de distance d'un résonateur $d_1 - d_0$ peut être extraite en utilisant 2 mesures de paramètres S, $M_{vh}'^{(d_0)}$ et $M_{vh}'^{(d_1)}$ à deux emplacements différents d_0 et d_1 et une mesure d'environnement I_{vh} sans le tag (mesure de référence), k étant la constante de propagation:

$$d_1 - d_0 = -\frac{1}{2k}\, angle\left(\frac{M_{vh}'^{(d_1)} - I_{vh}}{M_{vh}'^{(d_0)} - I_{vh}}\right) \qquad (1)$$

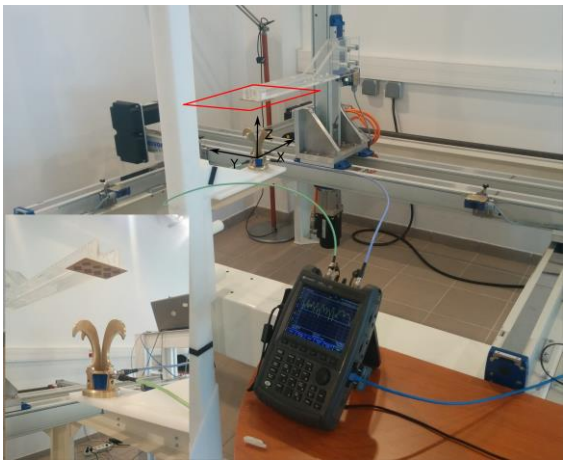

Figure 1. Banc de mesure utilisé pour la localisation.

Cette équation est valable en polarisation croisée et uniquement aux fréquences de résonance des

résonateurs. Finalement, si l'étiquette contient plus d'un résonateur à différentes fréquence de résonance, les distances peuvent également être déterminées indépendamment pour chaque résonateur.

3. Résultats

Afin de valider le modèle, des mesures ont été effectuées dans un environnement réel et sont présentées dans la figure 1. Pour cela, la réponse de l'étiquette a été capturée à l'aide d'une antenne à 2 ports (mesure de polarisation croisée). Cette antenne Satimo QH2000 à double accès et à double polarisation est connectée aux ports 1 et 2 du VNA en polarisation horizontale et verticale, respectivement. Le tag est ensuite déplacé dans un carré horizontal de 20 cm de côté (carré rouge sur la Figure 1), par pas de 1 cm sur les deux axes. Le tag que nous avons choisi pour cette étude est constitué de 8 résonateurs dépolarisants. A partir de ce résultat, nous pouvons estimer la différence de phase entre une position de référence et une position inconnue à la fréquence de résonance i pour déterminer la variation de distance entre ce résonateur et la position de référence.

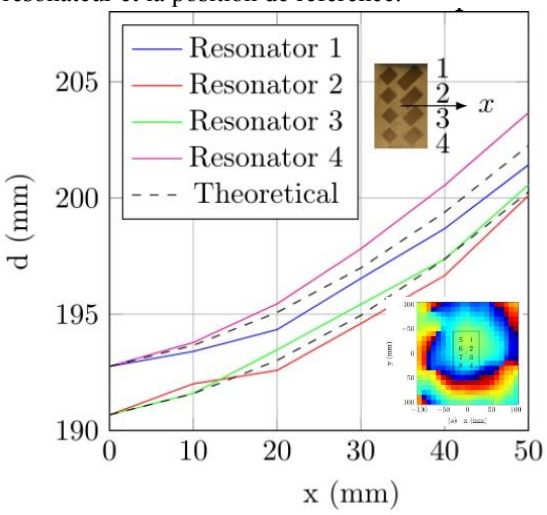

Figure 2 : Estimation de la distance en fonction de x.

La figure 2 présente la distance entre les résonateurs 1, 2, 3, 4 et l'antenne, lorsque l'on déplace l'étiquette le long de l'axe x entre 0 et 50 mm. La distance théorique est également présentée sur la même figure. Les deux courbes inférieures correspondent aux deux résonateurs internes qui sont plus proches en distance de l'antenne et les deux courbes supérieures correspondent aux deux résonateurs extérieurs. Nous pouvons également voir que la distance prédite avec (1) est très proche de la distance théorique. La mesure de phase utilisée pour déterminer la distance est aussi présentée dans le coin inférieur droit de la Figure 2, à titre d'information. La mesure de distance ayant été validée, nous pouvons utiliser ces résultats pour estimer l'emplacement de l'étiquette sans puce sur un plan 2D. Il est possible de localiser l'étiquette à l'aide d'algorithmes de multilatération. Dans la suite, nous considérons une approche itérative simple basée sur la minimisation de l'erreur quadratique entre les distances estimées par mesures et les distances d'une position estimée:

$$\hat{x},\hat{y} = \arg\min \sum_{i=1}^{8} (d_{ui} - d_{ki})^2$$

où $\hat{x},\hat{y}$ correspondent aux coordonnées estimées, d_{ui} et d_{ki} sont respectivement la distance entre l'antenne et le i ème résonateur pour l'emplacement inconnu (u) et pour un emplacement connu (k).

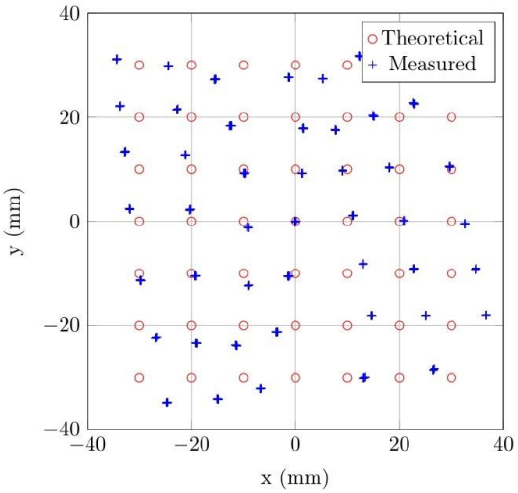

Figure 3 : Performance de la localisation

La figure 3 présente l'estimation de la position déterminée par l'algorithme de multilatération (croix bleues) ainsi que la position théorique du tag (ronds rouges). Nous pouvons voir que notre méthode permet de localiser précisément un tag chipless. L'erreur de positionnement en x en y sont sensiblement identiques et correspondent à une erreur centrée d'amplitude ± 5 mm. L'erreur en distance sur l'ensemble des positions présentées est quant à elle égale à 3.58 mm en moyenne ce qui justifie la méthode proposée.

4. Conclusion

Dans cet article, nous avons montré que nous pouvons localiser un tag sans puce en utilisant la mesure de phase. Cette localisation peut être réalisée sans perdre la capacité de codage puisque les mêmes résonateurs sont utilisés pour l'identification et la localisation. De plus, nous avons montré que la précision de notre méthode proposée est très bonne puisque les distances sont mesurées avec une précision millimétrique. La précision de l'algorithme de multilatération est quant à elle inférieur à 4 mm. Enfin, ces méthodes peuvent facilement être étendu pour déterminer le positionnement et / ou l'orientation 3D.

Références

[1] E. Perret, "Radio Frequency Identification and Sensors: From RFID to Chipless RFID" John Wiley & Sons, December 2014

[2] NC. Karmakar, "Chipless RFID tag localization" IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques November 2013 Nov.

[3] E. Perret, "Displacement Sensor Based on Radar Cross-Polarization Measurements," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 2017, vol. 65(3), pp. 1-12.

[4] N. Barbot, E. Perret, "Gesture recognition with the chipless RIFD technology," 32nd URSI GASS, August 2017.