

Diseño de funciones de estimación para sistemas RFID aumentados

Proyecto de Investigación para el programa de Maestría del PCyTI
(UAM-Iztapalapa, Noviembre de 2022)¹

1. Responsables del proyecto

Dr. Leonardo Daniel Sánchez Martínez

UAM-Azcapotzalco, Departamento de Sistemas,

Equipo *WiNetSys*, <http://aisii.azc.uam.mx/lsanchez/>

Dr. Víctor Manuel Ramos Ramos

Área de Redes y Telecomunicaciones,

Equipo *WiNetSys*, <http://victor.ramos.online.fr>

2. Áreas de conocimiento relacionadas con el proyecto

Redes de computadoras, inteligencia artificial y algoritmos.

3. Descripción del proyecto

RFID es una de las tecnologías de identificación automática más utilizadas en la industria y en la investigación [1–4]. El objetivo de RFID es identificar de manera única a cada objeto en un área de interés a un bajo costo. La idea entonces, es utilizar esta habilidad de identificación para distintos propósitos, como lo son identificación de objetos, estimación de la cardinalidad de un conjunto de objetos y monitoreo de objetos, por mencionar algunos. Es evidente que cualquiera de estas actividades se complica conforme el número de objetos presentes en un área de interés aumenta. Aunado a esto, en años recientes se ha observado una tendencia hacia modificar la arquitectura básica de un sistema RFID, aumentándola mediante la inclusión de nuevos dispositivos o modificando los existentes. Los llamados *sistemas RFID aumentados* incrementan la complejidad del despliegue de este tipo de sistemas y, al mismo tiempo, imponen retos para el diseño de protocolos de comunicación para cada una de las tareas mencionadas anteriormente.

Problemática

La tecnología de Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*) es cada vez más pervasiva en todos los aspectos de nuestra vida, además, se prevé que su uso aumente significativamente en las futuras Ciudades Inteligentes para soportar toda la pléyade de aplicaciones revolucionarias. Tres de las tecnologías de base en IoT son las redes de sensores, las redes de actuadores y las redes de identificación por radiofrecuencia (RFID, *Radio Frequency IDentification*) [5–7]. Es en esta última categoría que se enfoca esta investigación. Uno de los diversos procesos realizados por todo sistema RFID es la estimación de la cardinalidad de un conjunto de etiquetas. Dicho proceso utiliza funciones denominadas como funciones de estimación. Una *función de estimación* es una función que permite aproximar la cardinalidad de un conjunto de objetos presentes en una zona de interés [8]. Es de suma utilidad para todo sistema RFID, pues es la base o pre-fase de otros procesos como el de identificación. Es importante resaltar que la exactitud de la función de estimación es fundamental para las distintas aplicaciones que utilizan este proceso. Entre mejor sea la función, mejor desempeño podrá tener la aplicación [9].

¹Este proyecto fue aceptado para su propuesta en enero de 2021. Esta versión incluye breves ajustes en las referencias y en la sección de entregables, los cuales fueron solicitados por la Comisión del PCyTI.

Entonces, en esta propuesta se investigarán las características relevantes de los sistemas RFID aumentados para el diseño de funciones de estimación eficientes que aprovechen las ventajas ofrecidas por este tipo de sistemas.

4. **Objetivos generales y particulares del proyecto**

- **Objetivo general:** Diseñar al menos una función de estimación para sistemas RFID aumentados para mejorar los procesos que dependen total o parcialmente de ellas.
- **Objetivos particulares:**
 - Identificar las diferencias entre los sistemas RFID tradicionales y aumentados
 - Analizar y comparar las funciones de estimación existentes
 - Diseñar una función de estimación para un sistema RFID aumentado
 - Evaluar la función de estimación diseñada y compararla con las existentes

5. **Metodología**

La metodología comprenderá las siguientes actividades:

- a) Estudiar las características de los sistemas RFID tradicionales y aumentados
- b) Identificar las diferencias entre los sistemas RFID tradicionales y aumentados
- c) Estudiar los protocolos de comunicación en sistemas RFID
- d) Estudiar las funciones de estimación existentes
- e) Seleccionar las más representativas
- f) Adaptar o diseñar una función de estimación para las características de un sistema RFID aumentado
- g) Comparar la función de estimación diseñada en la actividad (f) con la(s) seleccionada(s) en la actividad (e)
- h) Evaluar las funciones diseñadas mediante simulación numérica o un modelo matemático y analizar los resultados obtenidos
- i) Reportar los resultados obtenidos en una ICR

6. **Resultados esperados**

- Reporte del estado del arte sobre sistemas RFID aumentados
- Documentación que incluya el escenario de evaluación y los procesos necesarios para su implementación
- Reporte sobre la función o funciones de estimación propuestas
- Análisis de resultados y justificación
- Idónea comunicación de resultados.

7. Planeación de actividades

Actividad	23-P	23-O	24-I
Actividades (a), (b), (c) y (d) Redacción del reporte trimestral de actividades			
FIN DE TRIMESTRE			
Actividades (e), (f) y (g) Reporte trimestral de actividades			
FIN DE TRIMESTRE			
Actividades (h) e (i) Completar la ICR			
FIN DE TRIMESTRE			

8. Infraestructura necesaria y lugar de realización

El alumno requiere una computadora con acceso a Internet y, cuando las condiciones sanitarias lo permitan, un espacio de trabajo en el laboratorio PROSECOM (T-328).

9. Entregables

- Durante el trimestre 24-I, se concluirá la primera versión de la ICR. Entonces, después de haber sido revisada por los asesores, se turnará a la Coordinación del Posgrado.
- Reporte del estado del arte sobre las funciones de estimación existentes para sistemas RFID
- Reporte sobre la función o funciones de estimación propuestas
- Documentación que incluya el escenario de evaluación y los procesos necesarios para su implementación
- Análisis de resultados y justificación
- Idónea comunicación de resultados
- Reporte de los resultados del proyecto en formato de artículo de conferencia.

Referencias

- [1] D. M. Dobkin, *The RF in RFID, Second Edition: UHF RFID in Practice*, 2nd ed. Newton, MA, USA: Newnes, 2012.
- [2] P. Nikitin and K. Rao, "Performance limitations of passive UHF RFID systems," in *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*. IEEE, 2006. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/aps.2006.1710704>
- [3] D. K. Klair, K.-W. Chin, and R. Raad, "A survey and tutorial of RFID anti-collision protocols," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 12, no. 3, pp. 400–421, 2010. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/surv.2010.031810.00037>
- [4] L. Sanchez and V. Ramos, "Towards an efficient identification process for large-scale RFID systems," *Sensors*, vol. 18, no. 7, p. 2350, jul 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/s18072350>
- [5] J. Su, A. X. Liu, Z. Sheng, and Y. Chen, "A partitioning approach to RFID identification," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 28, no. 5, pp. 2160–2173, Oct. 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/tnet.2020.3004852>

- [6] C. Gu, "Fast discrepancy identification for RFID-enabled IoT networks," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 6194–6204, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/access.2017.2785810>
- [7] D. Zhang, L. T. Yang, M. Chen, S. Zhao, M. Guo, and Y. Zhang, "Real-time locating systems using active RFID for internet of things," *IEEE Systems Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 1226–1235, Sep. 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/jsyst.2014.2346625>
- [8] D. K. Klair, K.-W. Chin, and R. Raad, "On the accuracy of RFID tag estimation functions," in *International Symposium on Communications and Information Technologies*. IEEE, oct 2007. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/iscit.2007.4392235>
- [9] C. Qian, H. Ngan, Y. Liu, and L. M. Ni, "Cardinality estimation for large-scale RFID systems," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, vol. 22, no. 9, pp. 1441–1454, sep 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/tpds.2011.36>