

Resumen Técnico

“Agricultura en ambiente controlado: tecnología hidropónica y aeropónica en contenedores móviles”

1. Abstract

Uno de los retos principales de la humanidad constituye el imparable crecimiento de la población mundial y su constante “urbanización” en un contexto de cambio climático, sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación, etc. Esto origina una serie de cuestionamientos, de los que, en su mayoría todavía estamos en búsqueda de una respuesta. Por ejemplo ¿los sistemas de producción de alimentos son escalables y sustentables ante este reto? ¿es adecuado el enfoque de producción en el que la mayoría de la población no participa debido a que esta se realiza principalmente en el campo, el conocimiento y las tecnologías actuales para este propósito no está al alcance de todos, etc.? ¿es posible democratizar y masificar la producción a través de un empoderamiento de la sociedad a través de nuevas tecnologías? ¿En qué consistirá la cuarta revolución agrícola y cuál será su impacto en la sociedad? Motivado por encontrar respuestas a estos cuestionamientos e inspirado por el trabajo realizado por la iniciativa OpenAG del MIT Media Lab, fundamentalmente alrededor de esta última pregunta, en esta presentación abordamos algunas de posibles respuestas desde el punto de vista sistémico-tecnológico-regional.

2. Impactos esperados

Desde el inicio de la agricultura hemos pasado por cuatro revoluciones agrícolas. La primera revolución se da a partir de la domesticación de plantas y animales alrededor del año 8000 AC. Con ello inician la formación de asentamientos humanos y su eventual urbanización. La segunda revolución agrícola fue impulsada por la revolución industrial alrededor de 1800s. Esta consistió fundamentalmente en la mecanización e incrementos importantes en la extensión de los campos de producción. La tercera revolución agrícola inicia en los 1970s-1980s y se presenta con la introducción de la ingeniería genética de cultivos y organismos genéticamente modificados. Hasta esta etapa el enfoque y la ingeniería se centra en mejorar e incrementar la producción.

La cuarta revolución agrícola ha iniciado y aunque en lo fundamental se tiene claridad sobre su enfoque y las nuevas tecnologías que la han propiciado, el impacto y alcance de la misma no están plenamente definidos aún. Respecto a su enfoque, como en las anteriores, se siguen cubriendo aspectos de producción. Sin embargo, en esta nueva etapa se considera el ciclo completo abarcando también la distribución e inclusive consumo. En este contexto la ingeniería se realiza con perspectiva sistémica, holística y dirigida por datos. La ingeniería dirigida por datos consiste de un ciclo en el que *los datos se generan y coleccionan en “crudo”*, para luego ser procesados en *información* y finalmente con base en esta última se *genera conocimiento* con el objetivo de ser aplicado al sistema en cuestión. Con ello no únicamente es posible mejorar la eficiencia del sistema, si no que permite una mayor precisión de las tareas que lo conforman.

En la iniciativa Open Ag del MIT Media Lab, liderada por Calep Harper, se investiga que define, como impacta y dará forma a las sociedades globales la cuarta revolución agrícola [1]. En esta iniciativa, y quienes colaboramos en ella, creemos que para esta cuarta revolución son fundamental tres elementos pivotes: la informática de alimentos (*food computing*), las plataformas de datos abiertas y las comunidades de producción en red.

3. Antecedentes

Teniendo como antecedente los tres elementos pivotes mencionados previamente de la cuarta revolución agrícola en [1] se propone el término **Computadora de Alimentos** (“*Food Computer*” - FC) para referir a una plataforma agrícola que controla el ambiente usando sistemas de control robóticos con diversos actuadores y sensores para clima, iluminación, energía, etc. En otras palabras, las FCs son sistemas ciberfísicos de agricultura consistentes de un conjunto de dispositivos computacionales comunicados entre ellos para interactuar con las plantas a través de sensores y actuadores en lazo de retroalimentación. Existen tres escalas de FCs siendo desarrolladas en el mundo: (i) personal (PFC); (ii) boutique / Centro de Datos (BFC); y (iii) fábrica (FFC). La “OpenAg™ Personal Food Computer” [2] fue desarrollada con los siguientes objetivos principales: descubrir, analizar e integrar nuevas técnicas para mejorar los modelos de crecimientos de plantas; generar, compartir y reproducir “recetas climatológicas” entre las comunidades de usuarios; y para uso académico en educación básica y media superior. Las primitivas de diseño de dicha PFC incluye capacidad de personalización, tamaño para uso en escritorio, diversidad de uso, amigable al usuario, bajo costo e información abierta.

La integración en red de las FCs da origen a un nuevo tipo de red llamada el **Internet de las Plantas** (IoP) [1]. El IoP se presenta en línea con la visión ciberfísica [3] planteada por Norbert Wiener, Cannon y Arturo Rosenblueth (Director fundador del Cinvestav) en la que se conjunta un proceso físico, el cómputo y las comunicaciones; y con

la noción conceptual extendida en el Internet de la Cosas (IoT) [4] en la que se incorporan interfaces inteligentes para integrar objetos físicos y virtuales (con identidad y atributos) en una red de información, con datos asociados a los usuarios y sus ambientes.

En la investigación multidisciplinaria y colaborativa con instituciones regionales (MITEF Mexico, Tecnológico de Ciudad Guzman, Tecnológico de Tlajomulco, etc.) que realizamos en el Cinvestav Unidad Guadalajara alrededor del área de IoT con dominio de aplicación en agronomía y sobre sistemas ciberfísicos de agricultura [5][6][7], desde el punto de vista sistémico-tecnológico-regional, concebimos a las FCs como un instrumento de intervención que puede ser vinculado al desarrollo regional y construcción del tejido social. Para ello hemos extendido las primitivas de diseño agregando el *reciclaje, bajo costo y disponibilidad* de materiales (en un contexto regional).

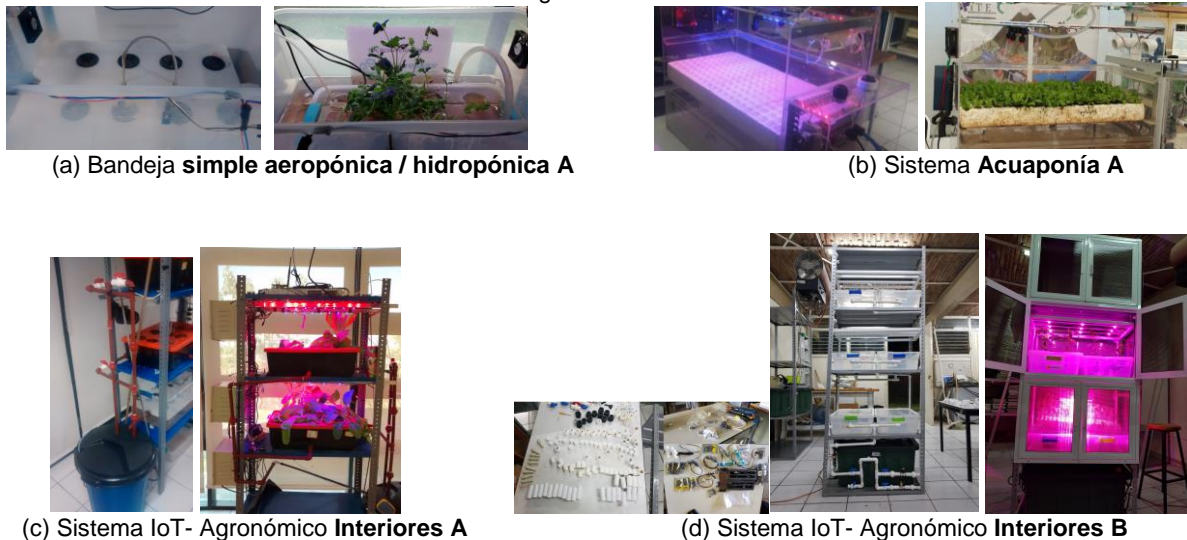
Los estudios de intervención sistémica se han enfocado en Ciudades, asumiendo la naturaleza de las mismas como sistema complejo y sistema de sistemas [8]. En este sentido, tanto el desarrollo regional como la construcción de tejido social son considerados comportamientos sistémicos emergentes de las propias ciudades.

4. Resultados y discusiones

En una primera etapa la ingeniería de las FCs y el IoP se ha centrado en el diseño arquitectónico de los sistemas y su respectiva validación a través de implementaciones que han transitado por varias iteraciones. Con base en estudios de cómputo autónomo [9], sistemas ubicuos [10] e IoT [4] [11] el diseño explora las siguientes propiedades: dinamismo y auto-adaptabilidad, auto-configurabilidad, interoperabilidad multiprotocolo (red heterogénea), identidad única, integración a la red de información, auto-reparabilidad, autoprotección, automatización y reconocimiento de contexto. Con ello la propuesta consiste en transitar de un IoT e IoP semi-autónomos a IoT e IoP autónomos.

La Figura 1 muestra algunas de las validaciones arquitectónicas que va desde una simple bandeja aeropónica/hidropónica hasta sistemas IoT- Agronómicos (FCs para el IoP).

Figura 1. PFCs



En una segunda etapa las FCs serán desplegadas en los centros comunitarios (laboratorios urbanos) de La granja (<https://en.wikipedia.org/wiki/Torolab>) en Tijuana, Baja California y la Colemena (<https://es-la.facebook.com/ColmenaMiramar/>) en Zapopan, Jalisco. Para ello se trabaja de manera conjunta con trabajadores sociales, psicólogos, sociólogos, arquitectos, urbanistas e ingenieros IoT para definir los casos de estudio de intervención sistémica a nivel laboratorio urbano, para luego escalar su despliegue a nivel ciudad en una tercera etapa.

Durante la sesión presencial del taller se presentarán detalles técnicos de los sistemas e inclusive costos. Se abrirá a los asistentes una discusión en formato de lluvia de ideas sobre nuevos casos de uso, objetivos y premisas de diseño para los sistemas IoT agronómicos / FCs y el IoP. De manera grupal, así mismo, exploraremos distintas alternativas que permita la masificación de estas tecnologías, la producción de alimentos y despliegues a nivel ciudad.

5. Conclusiones y recomendaciones

Se ha explorado el uso y el diseño de Sistemas IoT Agrónomicos / FCs que conformarán el IoP. A partir de las investigaciones realizadas, casos de estudio podemos afirmar que es posible plantear nuevos objetivos y aplicaciones para ellos. Siguiendo los principios establecidos por la iniciativa MIT Open Ag del Media Lab y pasando por un proceso de ingeniería de contextualización regional, las FCs han sido adecuadas a las necesidades y aplicaciones regionales.

Referencias

1. Harper C, Siller M (2015) OpenAG: a globally distributed network of food computing. *Pervasive Comput* 14(4):24–27
2. Ferrer, E.C., Rye, J., Brander, G., Savas, T., Chambers, D., England, H., & Harper, C. (2017). Personal Food Computer: A new device for controlled-environment agriculture. CoRR, abs/1706.05104.
3. Rosenblueth, Arturo; Wiener, Norbert; Bigelow, Julian (Jan 1943). "Behavior, Purpose and Teleology". *Philosophy of Science*. 10 (1): 21. doi:10.1086/286788. JSTOR 184878.
4. Ian G Smith. The Internet of Things 2012 New Horizons, IERC – Internet of Things European ResearchCluster, 2012
5. Adan Ruiz, Mario Siller, Ofelia Begovich, "An Automated Low-Cost Greenhouse System for Research and Domestic Usage", AXVII CLCA Latin American Conference of Automatic Control will be held in Medellín, pp: 108 – 113, Colombia October 13th-15th, 2016.
6. Alfonso Ordoñez-García, Mario Siller, Ofelia Begovich, "IoT Architecture for Urban Agronomy and Precision Applications" , 2017 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC 2017). Ixtapa, Mexico
7. R. Casas-Carrillo, O. Begovich, J. Ruiz-León and M. Siller, "Characterizing the Behavior of "Greenhouse Climate": a LabVIEW™ Application" , , 12th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE), Mexico City, Mexico October 28-30, 2015.
8. Mario Siller and Agnis Stibes, "Programmable Cities: A new ICT approach", Workshop @ Persuasive2016.org: Empowering Cities for Sustainable Wellbeing (ECSW), Salzburg Austria, April 5, 2016. CEUR Workshop Proceedings; Vol 1817; ISSN: 1613-0073
9. Kephart, J; Chess, M. "The Vision of Autonomic Computing". IBM Thomas J. Watson Research Center. IEEE Computer Society. 2003. pp 41 – 50.
10. Poslad, Stefan (2009). *Ubiquitous Computing Smart Devices, Smart Environments and Smart Interaction*. Wiley. ISBN 978-0-470-03560-3.
11. Bahga, A; Madiseti, V. "Internet of Things: A Hands-On Approach". Arshdeep Bahga & Vijay Madiseti Editors. United States of America. 2014, pp. 20-94.