



AVANCES EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA ROBÓTICO APLICADO A CONSTRUCCIONES AMBIENTALES

Cristhian Riaño ¹, César Peña ^{1*}, Uriel Rivera ²

1: Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia

2: Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia

* cesarapc@unipamplona.edu.co

Resumen

En este artículo se propone el uso de sistemas robotizados remotos para la plantación y mantenimiento de cultivos urbanos implementados en techos, azoteas, fachadas y paredes de edificaciones. El sistema robótico busca evitar el riesgo que puede conllevar el mantenimiento por parte de los operarios de estos cultivos al encontrarse a alturas considerables. De igual forma busca mejorar las condiciones de mantenimiento de los cultivos basándose en un control mixto que integra las tareas planeadas por el usuario y la información de humedad, luminosidad y temperatura capturada por los sensores. El sistema robotizado cumple funciones de siembra, riego, fumigación, desyerbado y recolección de frutos. También se presenta un resumen del impacto ambiental que se genera al implementar este tipo de sistemas.

Palabras Clave: Tecnología Verde, Cultivos Urbanos, Robotica, Teleoperación.

Área temática: Construcciones Ambientales.

Abstract

In this paper the use of remote robotic systems for planting and maintenance of urban farming implemented in ceilings, roofs, facades and walls of building is proposed. The robotic system seeks to avoid the risk that can lead to the maintenance by the operators of these crops to be at considerable heights. Similarly seeks to improve the maintenance of crops based on a mixed control that integrates the tasks planned by the user and the information of humidity, light and temperature captured by the sensors. The robotic system serves for planting, irrigation,



fumigation, weeding and picking of fruits. A summary of the environmental impact generated by implementing this type of system is also presented.

Keywords: Green Technology, Urban Farming, Robotics, Teleoperation.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el factor ambiental es uno de los ítems más examinados a la hora de plantear cualquier tipo de proyecto. La sociedad cada día toma con mayor responsabilidad sus acciones con respecto al impacto que puede producir o generar al medio ambiente. Este tema abarca desde la instalaciones industriales (Insu y Crittenden, 2015), educativas, hoteleras (Subbiah y Kannan, 2011) hasta el diario vivir de los individuos de la sociedad. Se ve como los ciudadanos apropian la cultura del reciclaje, son más conscientes al recolectar y llevar a sitios más idóneos los desechos que causan impactos negativos incluso en basureros, como es el caso de la baterías, los celulares o electrodomésticos obsoletos, e incluso las bombillas ahorradoras de energía que contiene mercurio y otros elementos altamente contaminantes. Todos estos aspectos son indicadores que traducen la realidad a cifras cuya interpretación no se presta a discusión, de esta manera sirve de instrumento para el planteamiento de mejoras (Hernández & Delgado 2013)

El sector de las obras civiles no es ajeno a estas iniciativas. De forma constante se buscan nuevos materiales que contribuyan de forma positiva con el medio ambiente, el diseño de las edificaciones pretende aprovechar las corrientes viento, la iluminación para evitar o disminuir el uso de aires acondicionados (Aboul et.al., 2014). Algunas edificaciones integran tecnologías de energías renovables como la solar y la eólica, otras involucran la captura y recolección de aguas lluvias o la recirculación del agua potable usada para fines secundarios (Wei et.al., 2011), (Yie et.al., 2009).

El pensamiento ecológico que se tiene en las ciudades, se extiende a diversos tipos de aplicaciones, no solo son las casas y los edificios, se tienen las vías verdes (Xiangxiao 2013), los paraderos ecológicos, los autobuses con jardines en el techo (Plaskoff, 2014), la generación de oasis en regiones áridas (Xingzhou et.al., 2011), entre muchos otros.

Una idea que esta causando gran acogida es la implementación de cultivos urbanos, estos además de disminuir los índices de contaminación y aumentar la producción de oxígeno sirven para generar ambientes estéticamente muy agradables e incluso en algunos casos son aprovechados para cultivar hortalizas, plantas aromáticas, pequeños tubérculos y algunas frutas en otros. En este



CIAU

último caso en grandes ciudades cuentan con una ventaja y es que brindan a sus usuarios productos muchos más frescos al no tener que ser transportados grandes distancias.

Con el fin de apoyar el desarrollo de los cultivos urbanos en edificaciones, este proyecto propone el uso de sistemas robotizados que sirva de apoyo para la siembra y mantenimientos de los mismos. Debe tenerse en cuenta que algunos de estos cultivos se encuentran en fachadas, terrazas y techos a alturas considerables, lo cual es un riesgo para los operarios que están dedicados a su conservación. De igual forma debido al restringido acceso que este tipo de cultivos comprende, su mantenimiento no suele realizarse de forma continua o bajo las condiciones ideales, lo que disminuye sus proliferación.

En el caso de utilizarse sistemas robóticos de operación remota, se podría plantear una programación más idónea y regular de las tareas de mantenimiento que los cultivos implican y de forma simultanea, reducir los riesgos que esto conlleva.

Este artículo esta organizado de la siguiente manera: en la sección dos se presenta una descripción general del sistema robotico implementado para el mantenimiento de los cultivos en edificaciones y el impacto ambiental que generan. En la sección 3 se ilustran los resultados preliminares obtenidos. Por último se plantean las conclusiones obtenidas.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA ROBÓTICO

Descripción.

El sistema propuesto esta basado en la teleoperación de un robot antropomórfico de 5 grados de libertad como actuador principal. Al ser un dispositivo de operación remota, su sistema de control se dispone de dos zonas: la local y la remota.

En la figura 1, se pueden apreciar los elementos involucrados en las dos zonas. En la zona local se encuentran: el usuario quien se encarga de operar el robot o de generar las tareas que desea que el robot realice, el sistema de control es implementado en un computador personal, la interfaz gráfica por medio de la cual el usuario opera el robot de forma intuitiva y realiza la planificación de tareas para un lapso de tiempo específico y el número de repeticiones, por último se encuentra el sistema de comunicaciones que permite enviar la información hasta la zona remota.



El sistema de comunicaciones puede ser alámbrico o inalámbrico, dependiendo de las necesidades del usuario y de los costos que este dispuesto a realizar para adquirir el sistema. En el caso que se opte por la opción inalámbrica, esta se basa en una comunicación usando el protocolo universal de datagramas (UDP), por lo cual se podría operar desde un computador, tableta o dispositivo móvil.

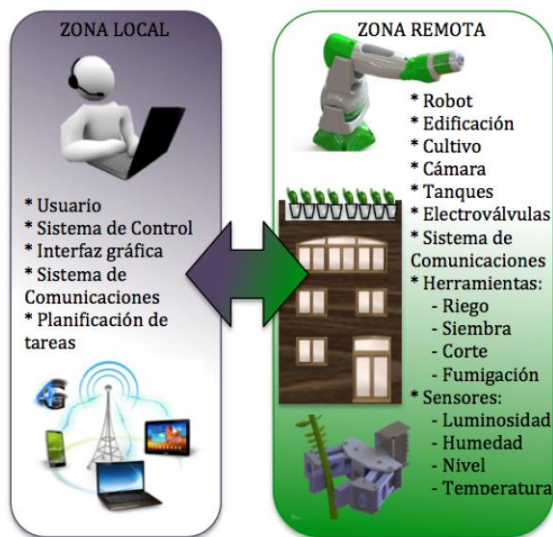


Figura 1 Zonal local y remota del sistema

En la zona remota se encuentran: la edificación donde se realiza el cultivo (terrace, fachada, techo, etc.), el robot antropomórfico de 5 grados de libertad, cámaras, las herramientas que puede tomar el robot para realizar las diferentes tareas tales como la poda, la siembra, el riego, la fumigación, el desyerbado y la recolección de frutos. También se pueden encontrar en esta zona las electroválvulas que permiten el suministro de fluidos (agua, fertilizantes, insecticidas). Dado que el usuario no se encuentra en la zona remota se instalaron algunos sensores de luminosidad, humedad, nivel y temperatura con el fin de retroalimentar al mismo. Por último se encuentran los tanques de almacenamiento de los líquidos. Una de las recomendaciones es el almacenamiento del tanque de agua con la recolección de la lluvia por medio de los canales de la edificación.

Las construcciones ambientales más comunes en las ciudades densamente pobladas corresponden a los cultivos urbanos, dentro de los cuales los que se destacan son: los cultivos en techos, en azoteas y en fachadas o paredes (cultivos verticales). Para este tipo de cultivos se ha propuesto el uso de este sistema robotizado, ver Figura 2.

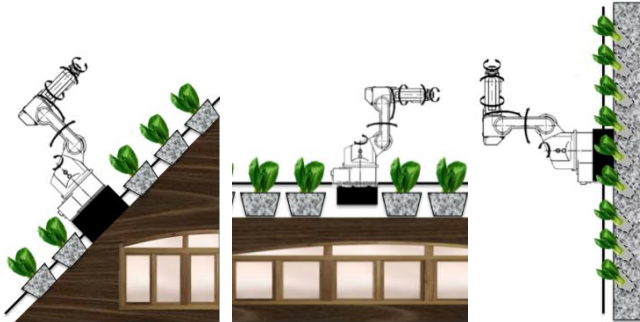


Figura 2 Cultivos Urbanos en Edificaciones Ambientales

Impacto Ambiental.

Los impactos que puede generar la utilización de robots en el mejoramiento de la agricultura y sobre todo en la vertical, que se utiliza hoy en día como jardines verticales y cubiertas verdes en las ciudades, se pueden clasificar en dos tipos: impactos positivos dentro de los cuales se pueden encontrar la manera como se optimiza el consumo de bienes y servicios para la producción, como lo es el uso eficiente y ahorro del agua, la optimización en la utilización de macro y micro nutrientes, la aplicación de pesticidas, ya que ellos poseen un sistema que permite determinar los periodos en los cuales los cultivos requieren de alguna aplicación.

Además se evitan accidentes laborales, ya que estos se manipulan desde un servidor donde el operario solo programa las funciones a realizar y le hace un seguimiento, se debe tener en cuenta que es construido casi en su totalidad con material reciclable por lo que de esta forma disminuye la contaminación en el planeta. Por lo anterior se demuestra que este sistema es más eficiente tanto económicamente como ambientalmente, dado que se reduce el gasto, compra de bienes y servicios para dar cumplimiento a todos los procesos de producción agrícola urbana.

RESULTADOS PRELIMINARES

En esta sección se presentaran los resultados obtenidos en torno a la construcción y ensamble del robot. En la figura 3 se ilustra el modelo asistido por computador (CAD) del robot.

Por medio de este modelo se pudo hacer un análisis minucioso del comportamiento mecánico del robot, permitiendo verificar el espacio de trabajo, los límites de los movimientos articulares



definidos por colisiones, las cavidades donde se alojan los motores además de las consideraciones de cableado, ensamble y desensamble.



Figura 3 Modelo CAD del robot

En la figura 4 se muestra el robot completamente ensamblado. A este se le hicieron las pruebas de puesta a punto y se realizó la implementación de los planificadores de trayectorias que definen el comportamiento de los movimientos del robot.



Figura 4 Robot antropomórfico ensamblado

CONCLUSIONES



Los sociedad de hoy en día esta adquiriendo una cultura ecológica que le permite reflexionar sobre la repercusiones que ocasionan debido a las acciones del diario vivir. Por esta razón se están proponiendo nuevas soluciones que permitan generar un impacto medioambiental positivo. Una de estas propuesta son las construcciones ambientales que incluyen cultivos ornamentales y de pequeñas producciones.

Dado que los cultivos urbanos implementados en edificaciones suelen estar ubicados en sitios poco frecuentados o lugares a alturas considerables, la propuesta del uso de sistemas robóticos remotos reduciría riegos de operación a los usuarios y permitirá un mantenimiento más efectivo, con una mayor optimización de los insumos, gracias a la sensoria implementada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aboul-Zahab, E.M.; Ibrahim, A.M.; Abdel-Rehim, A.-F.M.; Omar, A.I., (2014), "Developing of energy credits in an Egyptian Green Building Rating System," 2014 International Conference on Engineering and Technology (ICET), pp.1,6.

Hernández M., Carlos E., Delgado R., Jesús R. (2013). Propuesta metodológica para la evaluación de la eficacia de las medidas del plan de manejo ambiental y aplicación a la sociedad portuaria rio Córdoba, en el municipio de Ciénaga (Magdalena). Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178, 4 (1). pp: 61- 74.

Insu Kim; James, J.-A.; Crittenden, J., (2015), "The Energy-Efficient, Economical, and Environmental Impacts of Microturbines on Residential Customers," Green Technologies Conference (GreenTech), 2015 Seventh Annual IEEE., pp.139,146.

Plaskoff, R. (2014). PhytoKinetic: Lightweight Green Roof System For City Buses and Vehicles, Urban Gardens, USA. <http://www.urbangardensweb.com/-2013/07/24/phyto-kinetic-green-roofs-for-city-buses-and-improved-urban-ecosystem/> (Consultado: 5 de agosto 2015)

Subbiah, K.; Kannan, S., (2011), "The eco-friendly management of hotel industry," 2011 International Conference on Green Technology and Environmental Conservation (GTEC 2011), pp.285,290.



CIAU

Xiangxiao M., (2013), "A brief analysis on the construction of urban greenway network in Zhongshan — Based on the perspective of environmental protection," 2013 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII), vol.2, pp.412,415.

Xingzhou L., Yaowen X., Yuchu X.; Chao Z., Xiangqian W., (2011), "Spatio-temporal processes and causes analysis of Jiayuguan oasis in China over a 23a period," 2011 19th International Conference on Geoinformatics, pp.1,4, 24-26.

Wei W., Cheng G., Xu Shan; Liang L., Lu G., Fu H., (2011), "Study on Water Requirements of Liuzhou Ecological City Construction," 2011 International Conference on Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring (CDCIEM), pp.2248,2251.

Yie-Ru C., Chao-Hsien L., Chih-Yang H.; Yao-Lung T., Hsueh-Hsien C., (2009), "Applying GIS-based rainwater harvesting design system in the water-energy conservation scheme for large cities," 13th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, CSCWD 2009, pp.722,727.