

Desarrollo de Software para la medición de la planta de jitomate

MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica*†, GELVEZ-PIEDRAHITA, Ricardo, RODRÍGUEZ-LEMUS, Rubén, VIVANCO-LÓPEZ, Edgardo y MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio

Universidad Tecnológica de Jalisco. Calle Luis J. Jiménez 577, 1o. de Mayo, 44979 Guadalajara, Jal

Recibido Octubre 4, 2017; Aceptado Diciembre 7, 2017

Resumen

La investigación comienza a partir del problema que se tiene en la actualidad para medir las plantas en un invernadero de forma no invasiva estas mediciones suelen realizarse con vernier, reglas o sensores de con un costo elevado de difícil uso e instalación. Estas mediciones suelen ser precisas, pero dependen de un personal que registre las medidas cada determinado tiempo. Los medios con los que toman las medidas se suele usar software de un uso general como el Excel, Labview entre otros, por lo que pueden ser difíciles de usar o no poseen las herramientas necesarias para realizar un estudio de crecimiento de la planta Jitomate en un invernadero. Tomando como referencia el estado del arte que se tiene en la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji con la cual se hizo un convenio para desarrollar un software e implementar un hardware capaz de tomar las dimensiones de la planta de Jitomate de forma no invasiva, y obtener las variables de los sensores necesarios. Los datos que se desean obtener son: altura, ancho, humedad y temperatura. Demostrar una forma de medir la altura y ancho de una planta por medio de una cámara web y un punto de referencia en el mismo plano donde se encuentra la planta. Por otra parte, se busca como tomar las medidas de forma regular y poder calibrar el área de donde se encuentra la planta. El software detecta la planta por medio de su color el cual será calibrado por medio de un interfaz.

Software, Camara, Crecimiento, Plantas, Medición

Abstract

The research starts from the problem that is currently in order to measure plants in a greenhouse in a non-invasive way these measurements are usually made with vernier, rules or sensors of a high cost with difficult use and installation. These measurements are often accurate, but they depend on a staff who records the measurements at a given time. The means with which they take the measurements is usually used software of general use like Excel, Labview among others, reason why they can be difficult to use or they do not possess the necessary tools to realize a study of growth of the Tomato plant in a greenhouse. Taking as a reference the state of the art that is already in the Tula-Tepeji Technological University with which an agreement was made to develop a software and implement a hardware capable of taking the dimensions of the plant of Jitomate non-invasively, and obtain The variables of the necessary sensors. The data to be obtained are: height, width, humidity and temperature. Demonstrate a way to measure the height and width of a plant by means of a webcam and a reference point in the same plane where the plant is located. On the other hand, it is sought to take measures on a regular basis and to be able to calibrate the area where the plant is located. The software detects the plant by means of its color which will be calibrated through an interface.

Software, Camera, Growth, Plants, Measurement

Citación: MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica, GELVEZ-PIEDRAHITA, Ricardo, RODRÍGUEZ-LEMUS, Rubén, VIVANCO-LÓPEZ, Edgardo y MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio. Desarrollo de Software para la medición de la planta de jitomate. Revista de Cómputo Aplicado 2017, 1-4: 39-45

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: vmartinez@utj.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad se tienen investigaciones y proyectos sobre el crecimiento de las plantas, entre ellas la realizada por la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji han escrito un artículo llamado: Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero.

Este artículo se basa en modelos matemáticos para encontrar las variables de crecimiento óptimo para la planta de jitomate, que miden de forma manual en el invernadero.

Otras investigaciones determinan que en México el cultivo del tomate es de gran importancia, 70% de los cultivos que se producen bajo condiciones protegidas corresponde al tomate. Por esto es importante realizar un manejo eficiente en la agricultura intensiva para lo que se requieren conocer los factores que condicionan el potencial de producción de los cultivos. Al realizar un análisis de crecimiento del tomate en invernadero. Se observó que la generación y acumulación de biomasa por las plantas de tomate se afectó por las condiciones climáticas internas del invernadero. Además, se demostró que existe una fuerte correlación entre los pesos frescos y secos de los diferentes órganos de la planta. Se encontró también correlación entre los diferentes órganos de la planta en las etapas de crecimiento exponencial y lineal.

Justificación

Lograr mediante el software saber el crecimiento de la planta mediante dispositivos no invasivos.

Además, se puede calibrar para conocer el crecimiento de diferentes plantas con todos los beneficios que posee los cuales son:

- Fácil instalación del software y del hardware necesario.

- Lectura de datos en tiempo real.
- Obtener graficas de los datos obtenidos entiempro real
- Exportar los datos obtenidos a Excel
- Calibrar y seleccionar tiempos de toma de muestras fácilmente
- Exportar las gráficas realizadas como imágenes.
- Guardar los datos obtenidos en una base de datos.

El hardware con los dispositivos mínimos es fácil de instalar y no requiere una ayuda técnica para su uso.

El proyecto es útil para invernaderos y campos de cultivo que ayuda a tener una tasa de crecimiento precisa de la planta

Problema

En México el estudio del crecimiento de las plantas con fines de comercio se basa en modelos matemáticos, usan métodos de medición poco precisos, invasivos o difíciles de usar. La adquisición de datos suele ser manual o por un software preestablecido que permite una interfaz gráfica y lectura de datos en tiempo real, pero al ser una plataforma hecha para múltiples problemas los estudios realizados suelen ser muy parecidos y esto causa el poco avance en dichos estudios.

Hipótesis

Comparar el crecimiento de la planta con un punto de referencia inicial contra el muestreo en imagen tomada cada 2 minutos hasta máximo 30 minutos.

Comparar las variables de temperatura y humedad del ambiente como de la tierra contra el crecimiento en la planta.

Objetivos**Objetivo General**

Desarrollar un prototipo para el estudio del crecimiento de las plantas de jitomate mediante un hardware no invasivo y un software diseñado a la medida para la adquisición y análisis de las variables humedad y temperatura ambiente y de la tierra en tiempo real, que permita guardar los valores tomados en una base de datos

Objetivos específicos

- Realizar un software que pueda realizar:
 1. Analizar el crecimiento de la planta mediante una cámara web la cual tomara una foto cada determinado tiempo y mediante esta analice su altura, ancho y su área mediante una marca de referencia que puede variar de $1cm^2$ a $5cm^2$.
 2. Graficar el crecimiento de la planta y la lectura de los sensores en tiempo real.
 3. Guardar los datos adquiridos en una base de datos.
 4. Exportar los datos adquiridos a Excel.
 5. Cambiar los parámetros de análisis y lectura de datos en su interfaz.
- Realizar pruebas con los dispositivos de adquisición de datos.
- Realizar pruebas del software con una planta de jitomate durante el periodo de crecimiento con los sensores y cámara instalados correctamente.
- Obtener datos de las variables censadas.

Marco Teórico

Durante la búsqueda de los antecedentes se tomó como referencia el modelo matemático que realizó la Universidad de Tula-Tepeji donde se indagó de la exactitud de los datos tomados con respecto a las medidas de la planta de Jitomate ya que estas se realizaban con un vernier manipulando la planta y con una regularidad la cual tomaba tiempo de los investigadores.

Este método de medir es muy preciso, pero con la limitación de que es invasivo, limitado a un largo y ancho de la planta y propenso a errores humanos. Otro antecedente que se tomó como referencia CRECIMIENTO DE PLANTAS Y RENDIMIENTO DE TOMATE EN DIVERSAS RELACIONES NITRATO/AMONIO Y CONCENTRACIONES DE BICARBONATO. Publicado por la revista fitotecnia mexicana el cual tenía el mismo defecto de medición de la planta ya que esta se realizaba de forma manual con un vernier digital. En este artículo se demostraba que una concentración de bicarbonato junto con nitrato/amonio disminuía el crecimiento del tomate, pero el rendimiento de la producción se mantenía haciendo el costo del cultivo más rentable por cosecha. Para llegar a esta conclusión se tomaron periódicamente el tamaño de las plantas y el fruto.

Tomando en cuenta estos ejemplos se propuso como tomar la medida de un objeto de manera no invasiva y sin intervención humana. La respuesta que se obtuvo fue por medio de la visión, la cual en su forma digital la unidad mínima es el pixel que a su vez está formado por tres luces las cuales son Rojo, Verde y Azul en sus siglas en inglés RGB. Las diferentes combinaciones de estos colores forman otro color visible. Otro factor importante es la calidad de la imagen la cual esta depende de dos factores la resolución y el dot pitch. El primero se refiere la cantidad de pixeles que hay en una pantalla tanto en su eje x o y.

El dot pitch a la calidad de los pixeles que lo conforman ya que este mide la distancia en diagonal entre dos colores iguales de dos pixeles contiguos. Entre menos sea la distancia mayor calidad de pixeles se posee.

Teniendo en cuenta que una imagen digital está conformada por pixeles se puede afirmar que la imagen de la planta está conformada de una cierta cantidad de pixeles los cuales se van a contar por medio de programación. La plataforma utilizada es Visual Studio y el lenguaje Visual Basic. Al realizar la cuenta de pixeles de la planta en la imagen se llegó a la conclusión de que no se puede medir si no contamos siempre con el mismo ángulo y distancia entre la cámara y la planta por ende se decidió colocar un punto de referencia de 1 cm^2 el cual se compara con la planta para así conseguir su área, altura y ancho sin intervención periódica de los investigadores.

Metodología de Investigación

El desarrollo del software y el esquema del hardware implementado se realizaron con el fin de medir las variables de crecimiento de la planta de Jitomate de forma no invasiva y de fácil uso. Las plataformas para el desarrollo del software fueron Visual Studio con el lenguaje Visual Basic y la interfaz de Arduino IDE.

El desarrollo del software y hardware usado se basó en 11 etapas las cuales fueron:

1. Diagrama de flujo del proyecto (figura 1).
2. Desarrollo del código para medir el eje x y el eje y de una foto con respecto a una referencia.
3. Siembra de plantas de jitomate para probar el sistema.
4. Creación de la base de datos en SQL Server 2016.

5. Desarrollo del código la comunicación con SQL Server, Outlook, Nube(Dropbox), comunicación serial con Arduino para la lectura de los sensores, elaboración de gráficas, exportación a Excel y la visualización en tiempo real de una cámara web.
6. Pruebas con el software completo con una imagen dibujada.
7. Desarrollo del código de Arduino para la lectura de sensores y envió de la información vía comunicación serial.
8. Instalación del Arduino con los sensores necesarios.
9. Acondicionar la netbook usada con los software y drivers necesarios para la prueba del sistema completo.
10. Calibración del software.
11. Puesta en marcha del sistema completo.

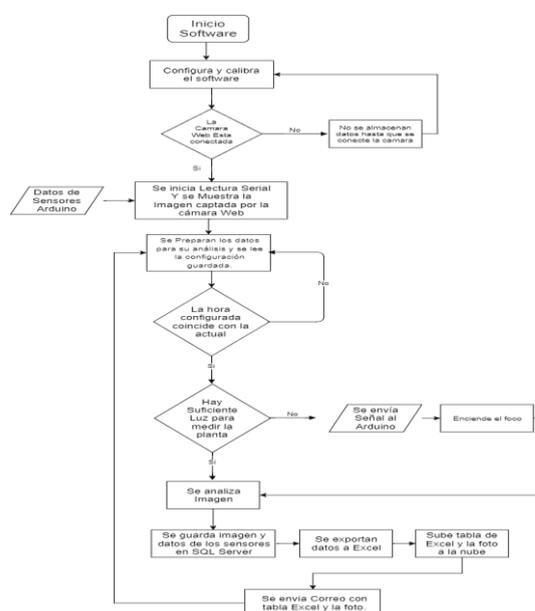


Figura 1 Diagrama de flujo del proyecto.

Resultados

El software realizado inicio a funcionar el día 27 de junio del 2017 a las 6:04 am hasta el 3 de julio a las 10:04 am. En ese periodo de tiempo almaceno en la base de datos 1071 variables de los sensores y cámara. Las cuales el 4% de ellas tenía alguna falla de medición ya sea de un sensor o al momento de calcular la altura por medio de la cámara web.

Tabla de ejemplo de la base de datos exportada a Excel (Tabla 1):

ID	Hour	Fecha	Humedad_Tierra	Humedad_Ambiente	Temperatura_Tierra	TemperaturaAmbiente	Area Planta	Altura Planta	Ancho Planta	Estado_de_la_luz
1	06:04:04	27/06/2017	18	60	28.44	29.0	0.00000000	1.700104014	2.667962964	0001
2	06:04:13	27/06/2017	22	70	28.44	29.0	0.000100004	1.700104014	2.667962964	0014
3	06:04:25	27/06/2017	18	60	28.44	29.0	0.001000009	1.700104014	2.667962964	0030
4	06:04:34	27/06/2017	18	60	28.44	29.0	0.001000009	1.700104014	2.667962964	0035
5	06:04:43	27/06/2017	18	71	28.44	28	0.000000004	1.700104014	2.667962964	0050
6	06:04:53	27/06/2017	18	70	28.44	28	0.000100004	1.699999996	2.667962964	0064
7	06:05:02	27/06/2017	18	70	28.44	28	0.000100004	1.699999996	2.667962964	0080

Tabla 1 Datos exortados a Excel

Se muestra la imagen tomada a través de la cámara por el software.



Figura 2 Foto tomada por el software

El color amarillo fue lo que detecto en ese momento la cámara y el cuadrado verde es la referencia que equivale a 1 cm².

Graficas generadas en Excel de las variables tomadas: (Imagen 13, 14, 15, 16, 17)

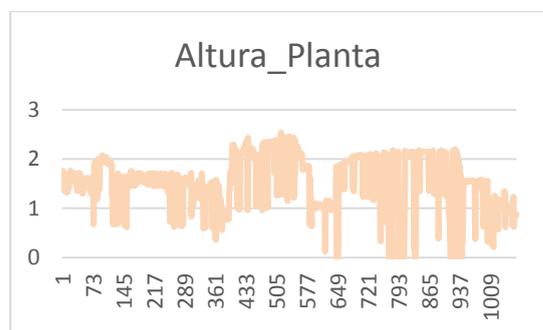
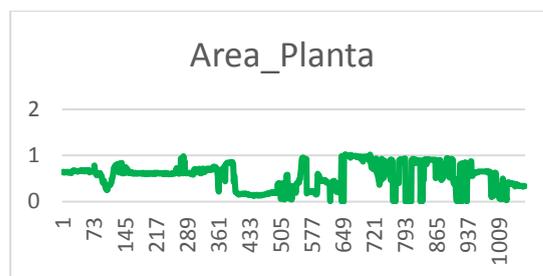
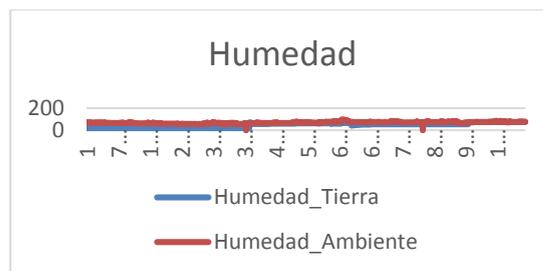
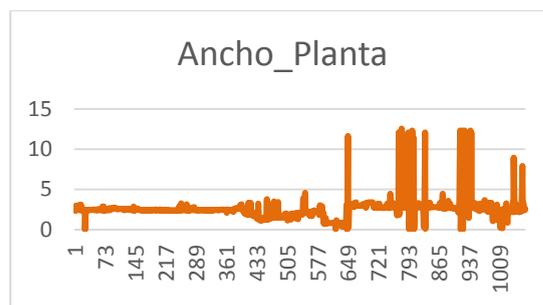


Gráfico 1

Conclusiones

Durante el software y hardware utilizados para la medición de variables de una planta de jitomate en un invernadero funciono correctamente dentro de los parámetros esperados, se tomaron muestras de la imagen y lectura de sensores cada 2, 5 y 10 minutos, aunque no se probó tomar 15 o 30 minutos ya que el tiempo de 10 minutos resulto ser el mejor para la Netbook utilizada. Se logro graficar las variables tomadas en el software desarrollado, además de poder exportar los datos a Excel y guardarlos en la nube. Al finalizar se consiguió el propósito de elaborar un sistema que pueda medir la área, altura y ancho de la planta con un punto de referencia de manera no invasiva.

Durante el proyecto se notó que al tener una cámara de baja calidad afecta las mediciones y al momento de calibrar ya que sus colores no eran muy nítidos, a razón de esto causaba fallos de medición ya sea de que no podía reconocer la totalidad el punto de referencia o la planta. Es recomendable usar una cámara de buena calidad al realizar el proyecto. Además, la Netbook utilizada carecía de potencia necesaria para realizar los cálculos de medición de la fotografía. Por lo que las lecturas eran lentas. Es recomendable usar un Mini-pc de al menos gama media como ejemplo la serie Brix de Gygabyte.

Referencias

AForge.NET. (2013). AForge.NET Framework 2.2.5 is now available. julio 4, 2017, de AForge.NET Sitio web: http://www.aforgenet.com/news/2013.07.17.releasing_framework_2.2.5.html

Antonio Juárez-Maldonado¹, Karim de Alba Romenus¹, Alejandro Zermeño González², Homero Ramírez¹ y Adalberto Benavides Mendoza¹§. (Recibido: octubre de 2014 Aceptado: marzo de 2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1, 8.

A MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANOCABALLERO, Amando Gabriel y GUERRERO-REYES, Rosalba. (Recibido agosto 13, 2015; Aceptado noviembre 04, 2015). Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico, 1, 7

areatecnologia. (2012). QUE ES UN PIXEL Y LA RESOLUCION. julio 4, 2017, de areatecnologia Sitio web: <http://www.areatecnologia.com/informatica/pixel.html>

dotnetperls. (2012). property-vbnet. julio 4, 2017, de dotnetperls Sitio web: <https://www.dotnetperls.com/property-vbnet>

deRuNoMas. (2009). ENVIAR CORREOS CON VB.NET. julio 4, 2017, de social.msdn.microsoft.com Sitio web: <https://social.msdn.microsoft.com/Forums/es-ES/05cec8af-cd0c-45cf-b2e0-edeea254d57f/enviar-correos-con-vbnet?forum=vbes>

elrincondelprogramador. (2012). Visual Basic .NET: enviar correo. julio 4, 2017, de elrincondelprogramador Sitio web: <http://elrincondelprogramador.net/visual-basic-net-enviar-correo/>

Luis Daniel Ortega Martínez Josset Sánchez Olarte Juventino Ocampo Mendoza Engelberto Sandoval Castro Blanca Alicia Salcido Ramos Fernando Manzo Ramos. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate bajo condiciones de invernadero. julio 4, 2017, de infoagro Sitio web: http://www.infoagro.com/documentos/efecto_diferentes_sustratos_crecimiento_y_rendimiento_tomate_condiciones_invernadero.asp

Microsoft. (2016). Clase NetworkCredential. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.networkcredential\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.networkcredential(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2016). Espacio de nombres System.Net.Mail. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.mail\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.mail(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2016). Espacio de nombres System.Net. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net\(v=vs.118\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net(v=vs.118).aspx)

Microsoft. (2016). Clase MailMessage. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.mail.mailmessage\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.mail.mailmessage(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2016). Clase SmtplibClient. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.mail.smtplibclient\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.net.mail.smtplibclient(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2016). Clase MemoryStream. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.io.memorystream\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.io.memorystream(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2016). Espacio de nombres System.IO. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.io\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.io(v=vs.110).aspx)

Miguel. (2007). Permitir mover formulario sin bordes con el mouse. julio 4, 2017, de lawebdelprogramador Sitio web: <http://www.lawebdelprogramador.com/foros/Visual-CSharp-NET/739911-Permitir-mover-formulario-sin-bordes-con-el-mouse.html>

Microsoft. (2016). Clase Pen. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web:

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.drawing.pen\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.drawing.pen(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2016). Espacio de nombres System.Drawing. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.drawing\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.drawing(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2014). Clase SqlConnection. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.sqlclient.sqlconnection\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.sqlclient.sqlconnection(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2014). Clase SqlCommand. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.sqlclient.sqlcommand\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.sqlclient.sqlcommand(v=vs.110).aspx)

Microsoft. (2010). Cómo: Importar scripts de base de datos en las aplicaciones de capa de datos. julio 4, 2017, de Microsoft Sitio web: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ee362017\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ee362017(v=vs.100).aspx)

Pedro Santamaria. (2015). Los BITS: Nueva forma de medir la calidad de tu televisor. julio 4, 2017, de mediatrends Sitio web: <https://www.mediatrends.es/a/37277/los-bits-color-nueva-forma-de-medir-la-calidad-de-tu-televisor/>

Saúl Parra Terraza*, Praxédes Lara Murrieta, Manuel Villarreal Romero y Sergio Hernández Verdugo. (2012). CRECIMIENTO DE PLANTAS Y RENDIMIENTO DE TOMATE EN DIVERSAS RELACIONES NITRATO/AMONIO Y CONCENTRACIONES DE BICARBONATO. revista fitotecnia mexicana, 35, 153.

waltermendez99. (2014). Enviar correo Visual Basic Studio 10 .NET. julio 4, 2017, de canalvisualbasic Sitio web: <http://www.canalvisualbasic.net/foro/visual-basic-net/enviar-correo-visual-basic-studio-10-net-20911/>