

Propuesta de modelo digital de invernadero sustentable a través de Mapping Interactivo

GONZÁLEZ-ÁSPERA, Alma*†, RODRÍGUEZ-ROBLEDO, Gricelda, CAMPOS-VILLAFUERTE, Juan y GARCÍA-GÓMEZ, Fidencio.

Universidad Tecnológica de Morelia, Av. Vicepresidente Pino Suarez 750, 4ta Etapa Ciudad Industrial, 58200 Michoacán de Ocampo, Mich., México

Recibido Julio 15, 2016; Aceptado Septiembre 19, 2016

Resumen

Nuestro país enfrenta diversos problemas alimentarios que van desde la producción, el almacenamiento, la distribución y comercialización de los alimentos (PESA, 2007). Parte de la solución a estos problemas el gobierno busca a través de programas agroalimentario dotar a los productores agrícolas de infraestructura de invernaderos y en el marco de los apoyos que otorga el gobierno federal a los pequeños productores agrícolas. En apoyo a estos esfuerzos, se desarrolla este proyecto de innovación tecnológica el cual consiste en crear un producto de proyección interactiva de invernadero, con el fin de proporcionar capacitación sobre la instalación y producción de hortalizas, dada la necesidad de contar con un producto de capacitación en el ámbito de invernaderos. El desarrollo del modelo digital está sustentado en la metodología propuesta por los Cuerpos Académicos de Multimedia y Comercio Electrónico así como del Mantenimiento de la UTM, teniendo como resultado preliminar un prototipo de proyección interactiva de invernadero tipo capilla con animación 3D y sus componentes generales, funcionamiento y cuidados así como del proceso de crecimiento del cultivo de jitomate saladett, a través de técnicas de video mapping, con interactividad vía sensores Arduino, apoyando así a la capacitación inicial de este cultivo en invernadero.

Invernadero, mapeo, entrenamiento, prototipo, cultivo de tomate

Abstract

Our country faces many problems ranging from food production, storage, distribution and marketing of food (PESA, 2007). To solve part of these problems, the government seeks to provide farmers infrastructure for greenhouses through food and agriculture programs, in the framework of the support granted by the federal government to small agricultural producers. To support these efforts, we developed this technological innovative project which purpose is to create a product of interactive greenhouse projection in order to provide training on installing the greenhouse, and display the vegetable production to fulfill the need of training in the field of greenhouses. The development of the digital model is based on the methodology proposed by the Academic Faculties of Multimedia and Electronic Commerce and Industrial Maintenance of the Technological University of Morelia (UTM), resulting a preliminary interactive projection prototype of a chapel type greenhouse with 3D animation and its general components, as well as the operation and care of growing a crop of Saladett tomato through video mapping techniques, with interactivity via Arduino sensors, supporting the initial training of this crop in greenhouses.

Greenhouse, mapping, training, prototype, cultivation of tomato

Citación: GONZÁLEZ-ÁSPERA, Alma, RODRÍGUEZ-ROBLEDO, Gricelda, CAMPOS-VILLAFUERTE, Juan y GARCÍA-GÓMEZ, Fidencio. Propuesta de modelo digital de invernadero sustentable a través de Mapping Interactivo. Revista de Sistemas Computacionales y TIC'S 2016, 2-5: 23-31

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: agonzalez@utmorelia.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La Agricultura sustentable es la actividad agropecuaria que se apoya en un sistema de producción que tiene la aptitud de mantener su productividad y ser útil a la sociedad a largo plazo, cumpliendo los requisitos de abastecer adecuadamente de alimentos a precios razonables y de ser suficientemente rentable como para competir con la agricultura convencional; y además el ecológico de preservar el potencial de los recursos naturales productivos.(Areny, 2003)

Por parte del gobierno federal se cuentan con programas de dotación de infraestructura física de invernaderos a productores agrícolas que tienen interés en cultivar hortalizas, proporcionando diversos incentivos y subsidios de asistencia técnica y apoyo económico por parte de la SAGARPA, en donde en uno de sus 9 programas contempla el subsidio a la asesoría técnica especializada, instalación y puesta en marcha por única ocasión del invernadero.

Un invernadero es una construcción agrícola con estructura de madera o metal, usada para la protección de cultivos, mediante su aislamiento del exterior con una cubierta plástica translúcida o vidrio y mallas en las partes laterales, cuyas funciones son la transformación de la energía luminosa en energía calorífica y permitir la circulación del aire con el movimiento ascendente del aire caliente y descendente del aire frío, condiciones que eficientizan el crecimiento de los cultivos por ser un entorno controlado.

A lo largo del tiempo se ha detectado que un gran número de invernaderos son abandonados y no se continúa con la producción después de la 1ra o 2da cosecha, situación detonada por múltiples razones, entre las que destacan: la falta de capacitación constante al agricultor para mantenerlo por el paso de tiempo, y la estrategia de diversificación los cultivos que le permitan seguir produciendo dentro de sus instalaciones.

Tras analizar algunas de las problemáticas que se presentan en el sector agrícola en el estado de Michoacán se optó por orientar este proyecto en los aspectos que intervienen en la construcción de invernaderos y sus cultivos, razón por la cual se optó por un proyecto de capacitación mediante el uso de las TIC's, en el que a través del Diseño de un prototipo, en el que se muestre un modelo digital 3D de EL proyecto invernadero sustentable presentado a través de la técnica de mapping interactivo busca facilitar el aprendizaje de los aspectos básicos a considerar en la puesta en marcha de un invernadero, así como de su operación, a fin de orientar y promover prácticas sustentables en los productores agrícolas.

Las instancias que apoyan a los productores pueden contar con un recurso multimedia interactivo que le permita a los productores agrícolas interesados en los programas de apoyo para la instalación de un invernadero, conocer de forma previa los aspectos a considerar en la puesta en marcha de un invernadero, así como los diversos procesos de producción de diversos cultivos: jitomate, chile, fresa, lechuga, pepino, entre otros.

El prototipo desarrollado de manera colaborativa por los integrantes de los cuerpos académicos de Multimedia y Comercio Electrónico y de Mantenimiento de la Universidad Tecnológica de Morelia; integra diversas tecnologías de hardware y software que en conjunto permiten la proyección de los recursos audiovisuales elaborados para tal fin de entre las que destaca destacan es el uso de Arduino para el control de la interactividad a través de sensores de proximidad, el lenguaje de programación Processing y las herramientas de proyección de videomapping Syphon y Resolume Arena.

Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing (Torrente, 2013), cuyo aporte al proyecto es respecto al control de los sensores para la interactividad del usuario con los recursos multimedia a proyectar, debido a que presenta las siguientes ventajas:

- Arduino es libre y extensible
- Su entorno de programación es multiplataforma, puede ejecutarse con Windows, MAC OS y Linux
- Su entorno de programación es simple y claro
- Las placas de arduino son económicas (250 a 350 pesos), incluso al ser "open source" nosotros las podemos construir lo que reduce el costo aun mas

Arduino maneja una gran cantidad de sensores de proximidad, temperatura, humedad, acelerómetros, GPS, etc. Todos ellos con un respaldo de software y librerías que se proporcionan en forma gratuita en la página www.arduino.cc.

Puede tener interacción hacia el exterior mediante pantallas LCD o touch, pero a la vez puede tener comunicación directa con el computador mediante comunicación serial, aunque las computadoras portátiles actuales ya no manejan la comunicación serial, la placa arduino contiene un integrado MAX232 lo que permite convertir la señal para poder ser manejado con salidas USB, lo que permite ser programado y comunicarse de una manera sencilla y más importante aún, no requiere de sistemas computarizados avanzados, cualquier pc con puerto usb es suficiente para trabajar la placa arduino (Torrente, 2013).

El prototipo de este trabajo fue desarrollado en el software de modelado 3D Maya 2016, mismo que proporciona herramientas necesarias para lograr las animaciones del producto planeado, así como texturizado fiel a los requerimientos de lo existente.

Por otro lado las tecnologías de mapping que son técnica audiovisual basada en proyección de luz que permite disponer texturas de vídeo, imagen o efectos ópticos sobre objetos tridimensionales reales, proyectadas en áreas de interés y otorgando volumen y tridimensionalidad a las superficies de proyección, que con animación dinámica, acompañada con una banda sonora sincronizada con la imagen de la temática del mapeo, nos permitirá en este trabajo proyectar en los paneles simulados del invernadero el proceso de instalación, cultivo y cosecha de la hortaliza seleccionada, por medio de interactividad con el usuario, (González, 2015)

Desarrollo

De la gran variedad de invernaderos existentes se decidió modelar un invernadero tipo Capilla, ya que es el tipo de invernadero mayormente utilizado en el estado de Michoacán.

En él se pretende ilustrar el proceso de crecimiento que tiene un cultivo en un invernadero por lo que se seleccionó el cultivo del Jitomate Saladette (*Solanum lycopersicum* 'Roma') por ser este uno de los cultivos que se producen en los invernaderos más importantes del Estado.

Una vez seleccionado el tipo de invernadero, para el desarrollo del prototipo se ejecutaron las siguientes actividades con fines de diseñar los objetos que conformarán el modelo 3D del invernadero:

- Tratamiento de aguas: Recepción de agua desde el un lavadero que pase por filtración hasta llegar al tanque de almacenamiento
- Ventilación y calefacción que se activa
- Cambios de iluminación
- Riego por goteo
- Crecimiento de cada una de las plantas de los 5 diversos cultivos en su versión óptima y no óptima
- Ingreso de nutrientes y sustratos necesarios para las plantas.
- Construcción del invernadero

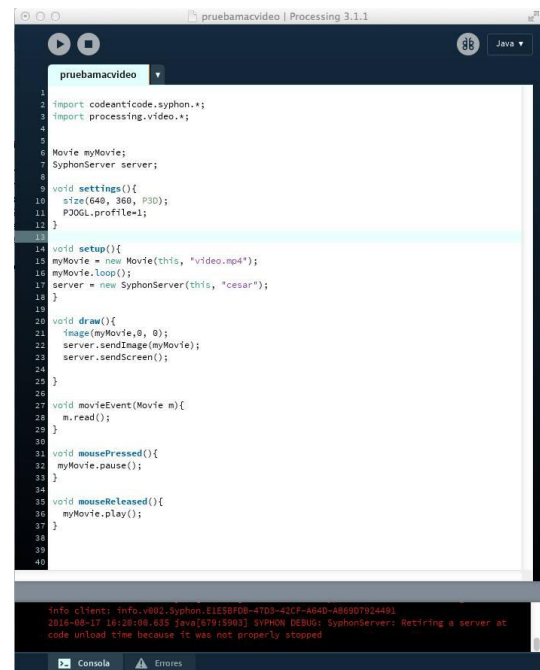
Se partió de la realización de pruebas iniciales de funcionamiento, consistentes en la revisión de la compatibilidad entre los programas Processing, Syphon y Resolume Arena, ya que el programa de Processing está pensado para lanzar los contenidos de multimedia una vez que estos sean activados a través de los sensores. Y el programa de Resolume Arena trabajará como el receptor precisamente del contenido que Processing envíe y estos sean proyectados de manera que ésta proyección sea adaptada a la superficie en la que se mostrará.

Syphon server es una aplicación que sirve para realizar el intercambio de fotogramas entre algunos programas de producción audiovisual, actuará como puente de comunicación para que Processing envíe las animaciones a Resolume Arena.

Por lo tanto, la prueba realizada consistió en enviar un video desde Processing a Resolume Arena a través de Syphon. Esto se realizó de la siguiente manera:

1.- Para hacer esta prueba se instalaron las librerías necesarias en la aplicación Processing, la paquetería de vídeo que nos permite trabajar con vídeos en la aplicación y la paquetería syphon que sirve para que exista compatibilidad con la aplicación Syphon.

2.- Se realizó la prueba de código siguiente en la terminal de Processing (Ver figura 1), con fines de reconocer al elemento de video como archivo de activación del sensor de Arduino.



```

pruebamacvideo | Processing 3.1.1
1
2 import codeanticode.syphon.*;
3 import processing.video.*;
4
5
6 Movie myMovie;
7 SyphonServer server;
8
9 void settings(){
10 size(640, 360, P3D);
11 P3DGL.profiles=1;
12 }
13
14 void setup(){
15 myMovie = new Movie(this, "video.mp4");
16 myMovie.loop();
17 server = new SyphonServer(this, "cesar");
18 }
19
20 void draw(){
21 image(myMovie, 0, 0);
22 server.sendImage(myMovie);
23 server.sendScreen();
24 }
25
26 void movieEvent(Movie m){
27 m.read();
28 }
29
30 void mousePressed(){
31 myMovie.pause();
32 }
33
34 void mouseReleased(){
35 myMovie.play();
36 }
37
38
39
40
Info: c:\Users\info\AppData\Local\Temp\16128-986-635\java679159031\SYPHON DEBUG: SyphonServer: Retiring a server at
2016-08-17 16:28:08.635 java679159031\SYPHON DEBUG: SyphonServer: Retiring a server at
code unload time because it was not properly stopped

```

Figura 1 Terminal de Processing.

Obteniendo el funcionamiento correcto del sensor, que respondió con la activación del clip de video seleccionado. Se procedió a la animación introductoria del producto. En esta animación se presenta como un bucle en las paredes a proyectar, que se está reproduciendo hasta que el usuario comience la interacción con el proyecto. Durante esta introducción se presentan animaciones con los logotipos de los cuerpos, instituciones y grupos de trabajo involucrados en el desarrollo del proyecto (ver Figura 2).



Figura 2 Paneles de Bienvenida producto

Debido a que el proyecto estará presentando la información al usuario dividido en varios paneles, estas animaciones de presentación permitirán al usuario darse una idea del contenido que tiene cada panel, los cuales se enfocarán a explicar el proyecto y estos paneles se encontraran divididos de la siguiente manera:

- Construcción
- Adaptación
- Germinación
- Primeras hojas
- Nutrición
- Fruto
- Cosecha

Para cada uno de estos paneles se creó una animación de presentación, en la cual se observa, un icono junto con el título del panel y finalmente en el centro un botón para dar inicio a la proyección de la información que contiene ese panel en específico.

La etapa de modelado consistió en realizar los siguientes modelos:

I.- Escenario principal con luces y Montañas y los invernaderos a utilizar para el proyecto

Se modelaron 5 invernaderos distintos a pesar de que para este proyecto únicamente nos enfocaremos a exponer información sobre un solo tipo de invernadero se pensó en que sería bueno que el usuario pudiese conocer al menos de vista que existen otros tipos de invernaderos y con esto conseguir hacer el proyecto un poco más completo además de dar pauta para que más adelante se pueda desarrollar aún más este trabajo y se exponga información sobre los 5 invernaderos.(ver figura 3)

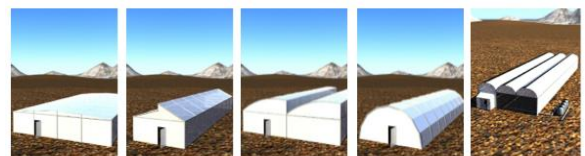


Figura 3 Tipos de Invernaderos

El invernadero tipo capilla, es el invernadero que se eligió para la realización de este proyecto, por lo que se enfocó bastante en el diseño de este, tratando de hacerlo muy detallado para que sea lo más apegado a la realidad posible. Desde el exterior, hasta el interior, añadiendo cada uno de los elementos que en realidad lo compone.

En el modelado del crecimiento de plantas e instrumentos de un invernadero fue uno de los modelados más importantes son precisamente las plantas de jitomate, que se estarán mostrando en cada uno de los paneles, es importante que estas plantas sean bien modeladas y cuidar cada uno de sus detalles pues para este proyecto serán una de las partes centrales en las cuales se enfocarán durante las explicaciones.

La plantula es la etapa en la cual la semilla brota y comienza la vida de la planta. Para el cultivo del jitomate realmente la forma de la plantula no es muy diferente a las de las demás plantas en esta etapa, por lo regular brota como un tallo pequeño desarrollando apenas un par de hojas.

En esta etapa la plantula se desarrolla hasta formar los brotes laterales y comienza a desarrollar hojas de mayor tamaño, una vez que la planta consigue un tamaño entre 12 y 15 centímetros se traspa de la charola a las bolsas de cultivo. (ver figura 4).

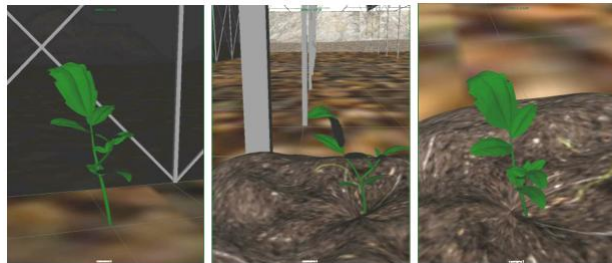


Figura 4 Modelado de Planta

Estando en las bolsas de cultivo la planta de jitomate continúa creciendo en una forma bastante delgada y alargada tal cual como una enredadera, los primeros brotes en los que empieza a desarrollar el fruto, es a partir que comienza su floración.

Para finalizar tenemos la etapa de la planta madura, en esta etapa la planta alcanza su edad idónea para dar frutos.

En esta etapa la planta se puede apreciar completamente en forma de una enredadera.

Otro de los modelados más importantes son precisamente los Jitomates en cada una de sus etapas de crecimiento hasta llegar al momento en el que alcanzan la madurez necesaria para ser cosechados.

Estas etapas se dividieron en 5 partes, por lo tanto se realizaron 5 modelados distintos de jitomate Saladette para usarlos en este proyecto, el primero de estos es cuando brota el fruto aparece en una forma de una pequeña esfera redonda y verde, a medida que va creciendo va adquiriendo su forma ovalada y va cambiando de un tono verde fuerte a un verde más intenso, como se muestra en su segunda etapa, para la tercera etapa podemos ver que cada vez crece más el fruto y comienza a aparecer en algunas partes unas manchas amarillas, posteriormente estas manchas se comienzan a intensificar hasta alcanzar un tono rojizo, y finalmente el jitomate está maduro para cosecharse cuando adquiere un color rojo. (ver figura 5)

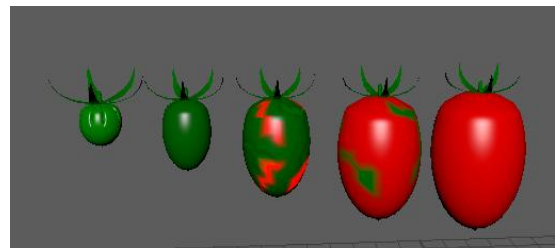


Figura 5 Modelados de etapas de crecimiento del Jitomate

Proceso de animación

Ya concluidos los modelados más importantes que se utilizarán en este proyecto se continuó con la etapa de producción creando alguna animación 3D, a partir de los objetos que ya hemos modelado.

La primer animación 3D que se realizó para este proyecto consistió en crear un efecto en el que el invernadero se construye parte por parte con cada uno de sus elementos apareciendo en la escena de manera ordenada y continua, esto con el objetivo de que el usuario pueda precisamente apreciar la composición del invernadero visualizando de una mejor manera partes de este que tal vez le hubiese sido más difícil detectarlas directamente desde el modelado, además de que es un efecto que puede llamar la atención del expectante y de esta manera se puede capturar el interés del mismo.

En este punto de la animación se creó un efecto en el cual podemos ver algo muy parecido a una rafia negra bajando de la parte superior del invernadero hasta llegar a la parte de la planta amarrándose de esta. Esto en los invernaderos reales se realiza debido a que la planta de jitomate es una planta delgada y alargada como ya lo mencionamos antes, y se realiza para que la planta pueda seguir creciendo hacia arriba de modo vertical y no se caiga a medida que se va desarrollando. Entonces la planta se sigue desarrollando incrementando su tamaño llegando a su etapa de desarrollo en el que comienza a dar frutos.

Para esta etapa se realizó una animación en la que se puede apreciar esta etapa del desarrollo de la planta. Creando un plano enfocado a las flores de la misma en donde se aprecia el brote del fruto.

Lo siguiente es mostrar el desarrollo del jitomate desde su brote hasta alcanzar el punto de maduración necesario para ser cosechado, para esto

Para finalizar las animaciones 3D simplemente se creó el efecto en el que los jitomates se desprenden de la planta para colocarlos en una caja de transporte.

Finalizadas las animaciones 3D se prosigue con el desarrollo de la post producción, para terminar trabajar la edición final de estas animaciones para el proyecto.

Durante la etapa de post producción de este proyecto la labor consistió en hacer las ediciones necesarias para que a través de todas las animaciones que realizamos se creen los vídeos que se muestran en el producto final, es decir en la etapa de post producción trabajamos la parte final del contenidos multimedia y tal cual queden terminando esta etapa será como los visualizará el usuario final.

Recordando que se tienen listas las animaciones de presentación de cada panel se comenzó con la edición de los vídeos que expondrán la información de cada uno de estos.

Se utilizó el software adobe after effects para trabajar esta etapa del proyecto.

Para el panel este panel se colocó la animación de construcción como inicio, posteriormente al terminar esta animación se despliega un menú con el cual el usuario podrá navegar para visualizar cada uno de los modelos de invernadero que ya previamente se modelaron en 3D, en el modelado principal, el invernadero tipo capilla.

Se agregaron en la parte inferior derecha un submenú en el cual el usuario puede conocer cada una de las partes del invernadero y seleccionando entre las opciones se muestra información sobre el nombre y funcionamiento de la parte seleccionada.

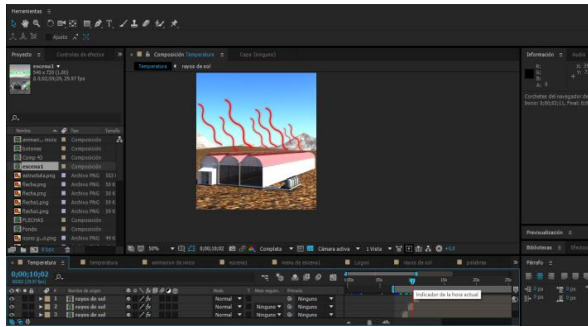


Figura 6 Post producción panel de construcción.

Para concluir se consideró la integración de tecnologías de energías renovables a la instalación del invernadero, con fines de que para el productor sea autosustentable, estas tecnologías fueron:

- Instalación y almacenamiento, sistemas electricos de movilidad
- Sistemas de almacenamiento de energía para mejorar la eficiencia energética.
- Cogeneradores de energía renovable en el estado.
- Información plasmada sobre prácticas de ahorro y eficiencia energética.
- Identificación de oportunidades de reducción de emisiones mediante ahorro y eficiencia energética.
- Identificar áreas de oportunidad de ahorro de energia

Resultados

Este proyecto propone el uso de un invernadero interactivo que presenta a través de proyecciones audiovisuales con técnicas de Mapping, los procesos de producción de hortalizas que más se producen en el estado, en donde se conocerán las partes que conforman un invernadero, los tipos de siembra sea en : tierra, Hidroponía, Vertical, que en conjunción con sensores permitan simular la activación automática de acciones como: crecimiento de una planta, chorro de agua, encendido de aire, regulacion de la temperatura, implementacion de nutrientes en las plantas entre otras cciones y se logre una interacción del con el usuario que responda a dichos activadores.

Se concluyó el producto educativo que contiene una producción audiovisual de mapping del invernadero interactivo, a la fecha se espera una raunión con los productores para la valoración de su funcionamiento y contenidos, por otro lado se esta estableciendo la sección de los 7 paneles de proyeccion que bien pueden ser transportables o fijos, dependiendo de lo itinerante del producto, para posteriormente iniciar la capacitación de productores a través de este prototipo y asi valorar su impacto en el uso.

Conclusiones

Se está por iniciar la capacitación con el prototipo propuesto, se pretende que sea una muestra itinerante que pueda ser llevada al interior del estado, con fines de que los productores la utilicen, valorando asi la asertividad en la información proporcionada y la utilidad para cumplir el objetivo del mismo.

Referencias

Torrente, O (2013). Arduino hardware. En ARDUINO (2015) Curso práctico de formación(69). Madrid: RC libros

Areny P. (2003), Sensores y acondicionadores de señal en invernaderos, ed. Marcombo

PESA (2007), Programa de especialización y Sanidad Agroalimentaria, Sagarpa.

González A. (2015) Manual de maquetas virtuales 3D, Ed. Universidad Tecnológica (LIIM)