

Realidad aumentada con dispositivos IOT Interacción con el medio ambiente

SENIOR

Ing. Javier Mario Griffiths Járegui
Carrera de Ingeniería Mecatrónica, Escuela Militar de Ingeniería
La Paz, Bolivia
jgriffithsj@doc.emi.edu.bo



Augmented reality with IOT devices Interaction with the environment

Resumen— El presente trabajo tiene por objetivo introducir la realidad aumentada en los dispositivos IoT (Internet de las Cosas). Esto se realiza con la adquisición de datos a través de sensores, así como el control de dispositivos completando la acción interactiva con actuadores controlados por un microcontrolador que permite de manera práctica la interacción con el usuario aumentando el control en la realidad que el usuario percibe. El uso del celular como instrumento de interacción para controlar dispositivos y a su vez recibir datos de sensores, permiten al usuario final obtener una experiencia diferente al momento de interactuar con dispositivos IoT.

Palabras Claves— *IoT, Realidad Aumentada, sensores, actuadores*

Abstract— The present work aims to introduce augmented reality in IoT (Internet of Things) devices. This is done with the acquisition of data through sensors, as well as the control of devices, completing the interactive action with actuators controlled by a microcontroller that allows interaction with the user in a practical way, increasing the control in the reality that the user perceives. The use of the cell phone as an instrument of interaction to control devices and in turn receive data from sensors, allow the end user to obtain a different experience when interacting with IoT devices.

Keywords— *IoT, Augmented Reality, sensors, actuators*

I. INTRODUCCIÓN

La inclusión de Internet de las Cosas (Internet of Things - IoT) en nuestras vidas es inminente considerando la construcción de ciudades inteligentes para mejorar la calidad de vida que tienen sus ciudadanos. Las tecnologías como La Realidad Aumentada (AR), Realidad Virtual (VR) y Realidad Mixta (MR), dan lugar a aplicaciones y dispositivos que modifican la realidad que experimenta el individuo, transformando para este la realidad que le permite visualizar elementos aumentados para una mejor experiencia en caso de la AR.

El caso de estudio es la inclusión de datos obtenidos a través de sensores, para este caso la medición de temperatura y humedad, que a través de una marca, el software desarrollado para dispositivos celulares permite reconocer

esta y mostrar en tiempo real los datos de temperatura y humedad.

Se han utilizado plataformas de desarrollo que permiten incrustar la realidad aumentada y realizar la comunicación inalámbrica mediante wifi para observar datos a través de aumentar la realidad.

Por otra parte, se ha desarrollado un programa para el microcontrolador que permita admitir un cliente para establecer la comunicación entre la plataforma de realidad aumentada y el dispositivo sensor, para que de esta forma, se visualice la información en un ambiente de realidad aumentada, en este mismo contexto se ha desarrollado la comunicación de forma inversa, es decir, que desde la plataforma instalada de Realidad Aumentada se envíen datos al microcontrolador para activar actuadores.

II. PLATAFORMAS, MATERIALES Y MÉTODOS

Una de las plataformas utilizadas para la construcción del proyecto de Realidad Aumentada es UNITY Fig. 1, esta es una plataforma orientada a la creación de videojuegos, bajo el desarrollo en lenguaje C Sharp C#. Esta plataforma permite a través de su librería *System.Net.Sockets*, que proporciona una implementación administrada de la Interfaz de Windows Sockets (Winsock), para que, de esta forma se pueda tener un control minucioso del acceso a la red WiFi.

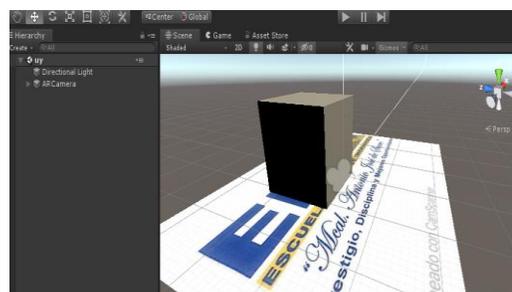


Fig. 1. Creación de la aplicación de realidad aumentada en plataforma UNITY.

Por otra parte, se utilizó el microcontrolador ESP8266 Nodemcu, mismo que cuenta con Wifi incorporado que es una de sus principales características de esta placa de desarrollo, asimismo para poder desarrollar y subir el programa al microcontrolador se utilizó el Entorno de Desarrollo Integrado IDE de Arduino que admite la placa ESP8266.

Asimismo, se utilizó el sensor de temperatura y humedad DHT11 que permite la adquisición de datos, y como actuador se utiliza en servo motor el circuito como se muestra en la Fig. 2.

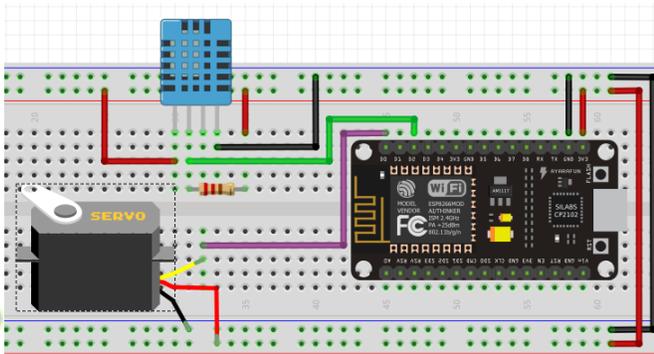


Fig. 2. Esquema del circuito de conexión del sensor y el servo motor

La adquisición de datos del sensor DHT11 es procesada a través de un programa que contiene el microcontrolador ESP8266 que además habilita un servidor para poder entablar una comunicación a través del puerto 80 WinSock que es accedido a través de un evento y programado en la plataforma UNITY utilizando C# como lenguaje nativo de esta plataforma.

Se utilizan los siguientes componentes:

- Sensor DHT11 de temperatura y humedad
- Resistencia de 220 Ohmios
- Microcontrolador ESP8266 Nodemcu
- Servomotor SG90

En la plataforma UNITY se realiza el programa en lenguaje C Sharp que permite conectarse al microcontrolador como cliente. En esta plataforma se incorpora una marca (*target*) para leer los datos de humedad y temperatura. Los datos obtenidos del sensor de temperatura y humedad son transmitidos vía WiFi por el puerto 80 estos son incorporados en Realidad Aumentada, todo esto se logra implementando objetos en 3D (3 dimensiones). La programación en lenguaje C# de la plataforma UNITY crea un cliente para la conexión por Sockets puertos habilitados también en la programación C utilizando la interfaz de IDE de Arduino, compatible el ESP8266, en el cual se crea un servidor que admite el cliente de UNITY.

Una vez que se logró realizar las pruebas respectivas se envían datos tomados por el microcontrolador a la plataforma UNITY a través de la conexión establecida.

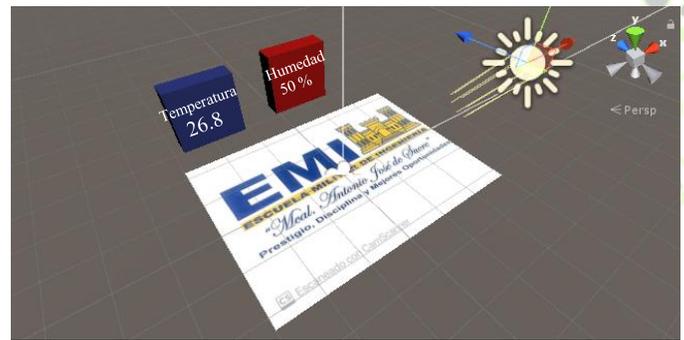


Fig. 3. Visualización de la Realidad Aumentada a través de una marca establecida.

La plataforma UNITY permite el desarrollo en distintas plataformas ya sea para PC Windows, Mac y Linux, así como para Play Station, Xbox, WebGL, Ios y Android, debido a que el sistema operativo para dispositivos móviles Android está bastante difundido, es que se realiza la construcción para este sistema operativo.



Fig. 4. Interfaz del usuario en un dispositivo móvil con el sistema Android.

En la Fig. 4, después de realizar la instalación del archivo APK generado en la plataforma UNITY, configurando previamente las características del sistema operativo Android se obtiene este archivo APK que es el instalador de la aplicación.

El programa construido para UNITY muestra las siguientes librerías que permite la comunicación mediante el puerto 80:

- using UnityEngine using System.Collections;
- using System;
- using System.IO;
- using System.Net.Sockets;
- using UnityEngine.UI;

Estas librerías en la plataforma UNITY permiten el manejo de programación orientada a objetos y por lo mismo se puede instanciar clases, *System.IO*, permite el manejo de los componentes y métodos de entrada y salida del programa como lo es el hacer onclick en el botón de acción avanzar dando una instrucción al microcontrolador, y que a su vez este envíe una señal al servo motor para que realice el giro en sentido horario y lo mismo para el botón atrás y realice el giro en sentido antihorarios.

La librería *System.Net.Sockets*, permite establecer la

conexión como cliente de la plataforma UNITY, esta una vez construida para el sistema operativo Android realiza la misma acción de conectarse con el microcontrolador en ambos sentidos tanto para el envío como para la recepción

La librería *UnityEngine.UI* permite a la plataforma incluir funcionalidades y métodos de interfaz con el usuario *user interface* esto para incluir objetos de *canvas*, que es el área en que todos los elementos de UI se encuentran, el *canvas* es un Objeto del tipo *GameObject* utiliza el objeto *EventSystem* para detectar un evento y enviar mensajes entre los objetos.

Para poder incluir realidad aumentada en la plataforma UNITY se realiza la inclusión de VUFORIA que es en esencia un kit de desarrollo de software que está orientado en la Realidad Aumentada y es compatible con UNITY.

Se accede a la dirección url <https://developer.vuforia.com/> para acceder a la plataforma VUFORIA que brinda el reconocimiento de marcas hasta 1000 por mes, en su licencia libre. Esta plataforma permite la creación una marca target para que sobre esta se realice la realidad aumentada.

A su vez, permite la creación de una base de datos, en la cual se incluyen objetos para UNITY como la imagen de la marca y los datos de reconocimiento de estas marcas como se observa en la Fig. 5.



Fig. 4. Marcas de reconocimiento añadidas por VUFORIA para el Target

Esta imagen se obtiene a través del escáner, que permite una figura fiel que corresponderá a la que imagen que se va reconocer al momento de enfocarla por el celular, esto permite la inclusión de la Realidad Aumentada AR

Una vez determinada la dirección IP del microcontrolador se configura este

```
public String Host = "192.168.1.18";
public Int32 Port = 80;
```

El código a continuación permite la configuración del Socket:

```
public void setupSocket() {
    try {
        mySocket = new TcpClient(Host, Port);
        theStream = mySocket.GetStream();
        theWriter = new StreamWriter(theStream);
        theReader = new StreamReader(theStream);
        socketReady = true;
    }
    catch (Exception e) {
        Debug.Log("Socket error:" + e);
    }
}
```

Este código permite la configuración TCP con el *host* que es el servidor en este caso el microcontrolador ESP8266 Nodemcu el cual se lo configura como servidor.

```
public void writeSocket(string theLine)
{
    if (!socketReady)
        return;
    String tmpString = theLine;
    theWriter.Write(tmpString);
    theWriter.Flush();
}
```

En este código, se realiza procedimiento para el envío los de mensajes a través del puerto 80.

```
public String readSocket()
{
    if (!socketReady)
        return "";
    if (theStream.DataAvailable)
        return theReader.ReadLine();
    return "NoData";
}
```

En este otro código se efectúa la lectura de los datos proporcionados desde el microcontrolador ESP8266 Nodemcu desde el puerto 80. Es posible configurar otros puertos de comunicación.

```
public void closeSocket()
{
    if (!socketReady)
        return;
    theWriter.Close();
    theReader.Close();
    mySocket.Close();
    socketReady = false;
}
```

Este código cierra la conexión del puerto, de forma que libera esta conexión.

Ahora se analiza el programa para el microcontrolador ESP8266 Nodemcu utilizando el IDE de Arduino, entonces, se tiene:

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Se debe incluir la librería para el microcontrolador ESP8266 Nodemcu y poder establecer un servidor en la conexión WiFi.

```
#include "DHT.h"
```

La librería DHT permite controlar el sensor de temperatura y humedad. Para la obtención de los datos este está conectado al GPIO 16 (General Purpose Input Output)

```
#include <Servo.h>
```

Esta librería permite el control del actuador en este caso el servo motor SG90, controlado por una señal PWM (Pulse Width Modulation) modulación por ancho de pulso.

```
const char* ssid = "xxxxxxx";  
const char* password = "xxxxx";
```

Se debe configurar el nombre de la Red WiFi y la contraseña de acceso a esta.

Por otra parte, se debe configurar el numero IP, la puerta de enlace y la máscara de red como por ejemplo:

```
IPAddress ip(192, 168, 1, 18);  
IPAddress gateway(192, 168, 1, 1);  
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
```

Es necesario considerar que mediante otro programa es posible obtener el numero IP que le asigna el DHSP (*Dynamic Host configuration Protocol*) de la red a conectarse.

```
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  delay(10);  
  pinMode(led1, OUTPUT);  
  Serial.println();  
  Serial.println();  
  Serial.print("Conectando a ");  
  Serial.println(ssid);  
  
  WiFi.begin(ssid, password);  
  WiFi.config(ip, gateway, subnet);  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
  }  
  Serial.println("");  
  Serial.println("WiFi conectada");
```

```
// Start the server  
server.begin();  
Serial.println("Server iniciado");  
  
  Serial.println(WiFi.localIP());  
  
}
```

En esta sección del código se tiene la configuración del puerto serie que permite la monitorización de los datos se se van obteniendo por los sensores y por otra parte, la verificación de las conexiones del cliente realizadas-

```
if (client.available()) { // Si el cliente está disponible  
  thisChar = client.read(); // lee los datos del cliente  
  client.flush();  
  client.println(temperature); // Envía los datos de temperatura  
  client.println(humedad); // Envía los datos de humedad  
  Serial.println(temperature);  
  Serial.println(humedad);
```

En esta sección del código se considera que el cliente debe estar conectado para realizar la lectura de datos y estar habilitado para recibir datos.

Los datos enviados por el microcontrolador son aquellos que han sido obtenidos del sensor de temperatura y humedad, los datos recibidos son aquellas órdenes para controlar el servo motor.

III. RESULTADOS

Una vez realizada la compilación de los programas en UNITY y en el IDE de Arduino, se realizó la implementación en un archivo de instalación APK para el sistema operativo Android. Los resultados fueron los esperados, se pudo evidenciar que se realiza la comunicación vía WiFi con el microcontrolador y la marca establecida (target) permite la incorporación de Realidad Aumentada en cualquier localización de la cobertura de la red.

La toma de mediciones del sensor de temperatura y humedad son con una baja latencia, lo cual se puede considerar en tiempo real.

Al pulsar los botones colocados en la Realidad Aumentada permite accionar el motor servo, que es el objetivo a cumplir en este proyecto.

La adquisición de datos de temperatura y humedad contemplan un error del $\pm 5\%$, para mediciones del medio ambiente.

IV. CONCLUSIONES

La inclusión de Realidad Aumentada utilizando dispositivos IoT, es decir dispositivos que están conectados a Internet,

proporciona una gran gama de posibilidades. La comunicación establecida con la plataforma UNITY, permite abrir una serie de aplicaciones, una de estas es la incorporación de AR, utilizando el SDK VUFORIA.

La compatibilidad de VUFORIA con UNITY permite incorporar funcionalidades de la aplicación del dispositivo móvil de sistema operativo Android, para integrar el manejo y control de un dispositivo IoT.

Se ha logrado establecer una comunicación de dos distintas plataformas para obtener la inclusión de la tecnología AR en dispositivos IoT abriendo la posibilidad de creación de otras aplicaciones que incluso puedan manejar realidad virtual VR.

El proyecto está orientado a poder monitorear datos de temperatura y humedad, sin embargo no hay algún factor que impida obtener datos de niveles de polución, de incidencia solar, de ruido, etc., aspectos del medio ambiente, para que los ciudadanos mejoren su nivel de vida.

A través de la incorporación de la AR, se tiene una distinta interacción con el usuario, mostrando una serie de posibilidades en el desarrollo de dispositivos de IoT, estos pueden ser extendidos si se considera que la Latencia de datos se reduce con tecnologías como 5G.

Para futuros proyectos se pueden incorporar sensores de mayor precisión o que estén orientados a detectar una serie de eventos como procesos de seguridad y datos que orienten al usuario que incorporen no sólo AR sino también VR.

Como recomendación se sugiere ampliar la investigación a sistemas georreferenciados para obtener localizaciones de objetos y desplazamientos, incluir videos y multimedia que permitan mostrar información de forma interactiva.

REFERENCIAS

- [1] Jonathan Linowes, "Augmented Reality with Unity AR Foundation", publicado por PACK PUBLISHING 2021
- [2] Matt Smith, Shaun Ferns Unity 2021 Cookbook PACK PUBLISHING 2021
- [3] Santos, M. E. C., Wolde Lüke, A. I., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C. y Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia:
- [4] B. Li, et al., "Research and Application on the Smart Home Based on Component Technologies and Internet of Things," Procedia Engineering, Vol 15, pp. 2087-2092, 2011
- [5] P. Asghari., et al., " Internet of Things applications: A systematic review," Computer Networks, Vols 148, pp. 241- 261, janv 2019
- [6] Cao Zhenmin, Chen Niansheng, Ma Qiang, et al. Design of wireless control circuit based on ESP8266[J]. Industrial Control Computer, 2017(01): 71-72

Fecha de Envió del Artículo: 20/01/2020

Fecha de Aceptación de artículo: 28/01/2020