

**GUÍA PRÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES BASADAS EN DETECCIÓN Y  
SEGUIMIENTO FACIAL CON KINECT®**

**YURANNY CASTRO HERNÁNDEZ  
JUAN CARLOS BEJARANO JIMÉNEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE  
BARRANQUILLA-COLOMBIA**

**2013**

## **GUÍA PRÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES BASADAS EN DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO FACIAL CON KINECT®**

La siguiente guía está dirigida a estudiantes o personas interesadas en desarrollar proyectos cuyo objetivo principal sea la detección y seguimiento facial o que estén relacionados con la manipulación del sensor Kinect® de Microsoft y la plataforma LEGO Mindstorms NXT. Aquí se explicarán detalladamente cada uno de los pasos de configuración y el uso del código fuente para la correcta ejecución del proyecto donde se implementaron, sin embargo el usuario es libre de modificar cada uno de estos para el propósito que le sea necesario (se absuelve de cualquier responsabilidad a los autores principales por mal uso o daños en los códigos por parte de terceros).

Esta guía no explicará conceptos básicos de los entornos de desarrollo LabVIEW y Visual Studio ni de las plataformas utilizadas para construir las aplicaciones. Por tanto se recomienda que quien desee usar o manipular los sistemas y no tenga conocimiento previo realice tutoriales o talleres para familiarizarse con ellos.

## Contenido

1.	Descripción de componentes.....	4
1.1	Sensor Microsoft Kinect® .....	4
1.2	Servomotor de LEGO Mindstorms NXT .....	4
1.3	Detector y seguidor facial y sus controladores .....	5
2.	Requisitos del sistema.....	5
3.	Configuración del sistema .....	5
3.1	Visual Studio.....	5
3.2	SDK de Kinect® para Visual Studio .....	5
3.3	LabVIEW .....	6
•	Instalar LabVIEW y PID and Fuzzy Logic Toolkit .....	6
•	Instalar LabVIEW 2012 Lego Mindstorms NXT Module .....	7
3.4	Configuración de las aplicaciones .....	7
•	Configuración de aplicación para seguimiento facial.....	7
•	Configuración de Aplicaciones para controlar el servomotor .....	8
4.	Primeros pasos .....	9

## 1. Descripción de componentes

A continuación se describirán los componentes que componen el sistema.

### 1.1 Sensor Microsoft Kinect®

El detector de movimientos de la consola de videojuegos XBOX 360 también es utilizado para el diseño de aplicaciones desarrolladas principalmente en Visual Studio con propósitos relacionadas principalmente con la interacción con usuarios.



### 1.2 Servomotor de LEGO Mindstorms NXT

Se encuentra dentro del paquete completo de la plataforma. Este robusto y preciso servomotor es útil para controladores de velocidad y posición.



El servomotor es controlado por una consola de mando conocida como “Ladrillo”, donde pueden diseñarse desde programas sencillos directamente desde ahí hasta complejas aplicaciones desde el entorno de desarrollo LabVIEW.



### 1.3 Detector y seguidor facial y sus controladores

Son tres programas principales. El primero es una aplicación desarrollada en Visual Studio para detectar el rostro de una persona a través del sensor Kinect® y luego entregar información referente a la posición y ángulo de rotación de la cabeza del usuario. Las otras dos son instrumentos virtuales desarrollados en LabVIEW, donde cada una toma una de los dos datos y controla el servomotor del LEGO Mindstorms NXT.

## 2. Requisitos del sistema

El equipo de cómputo utilizado para la ejecución de las aplicaciones debe contar con los siguientes requerimientos de hardware y software.

- Sistema Operativo Windows 7 o Windows 8.
- Procesador de 32-bit (x86) o 64-bit (x64).
- Procesador Doble Núcleo de 2.66-GHz o más veloz.
- 2 puertos USB 2.0 dedicados para Kinect® y el LEGO.
- Memoria RAM de por lo menos 2 GB.
- Tarjeta Gráfica que soporte DirectX 9.0c.
- Visual Studio 2010 o versión más reciente.
- SDK Kinect® para Windows 1.5 o versión más reciente.
- LabVIEW 2012
- LabVIEW 2012 Lego Mindstorms NXT Module
- LabVIEW 2012 PID and Fuzzy Logic Toolkit

## 3. Configuración del sistema

Antes de proceder a utilizar las aplicaciones desarrolladas, primero deben instalarse los entornos de desarrollo y los kits adicionales para controlar los dispositivos mencionados. A continuación se explicará brevemente el procedimiento de instalación.

### 3.1 Visual Studio

Para descargar este software se debe acceder al sitio web [www.visualstudio.com](http://www.visualstudio.com) y en el apartado “Descargar” se encuentran todas las versiones de Visual Studio desde 2010. Tenga en cuenta que este es un software de licencia paga en la mayoría de sus versiones, sin embargo, puede adquirir una licencia gratuita mediante la versión Express que están dirigidas a algún campo o lenguaje de programación específico.

**IMPORTANTE:** el código fuente para la aplicación que controla el sensor Kinect® está escrito en C#, por tanto para poder trabajar sobre este, asegúrese de que la versión del software que instale soporte dicho lenguaje de programación.

Una vez descargado el software siga los pasos del asistente de instalación y finalmente al abrir por primera vez el programa, configure el lenguaje de programación de su preferencia.

### 3.2 SDK de Kinect® para Visual Studio

Para descargar la última versión del kit de desarrollo para Kinect® se puede acceder desde el sitio web [www.Kinectforwindows.com](http://www.Kinectforwindows.com) y hacer clic en “download SDK”. Existen dos componentes importantes llamados *Kinect® for Windows SDK* y *Kinect® for Windows developer toolkit*; el

primero provee todas las librerías necesarias para el desarrollo de aplicaciones con el sensor, y el segundo es un conjunto de ejemplos prácticos para un rápido inicio que además permite descargar su código fuente.

Una vez descargados e instalados los dos componentes, conecte el sensor al ordenador. Una vez que se instalen los drivers correspondientes, el led del sensor se encenderá y apagará continuamente indicando que ya está listo para usarse.

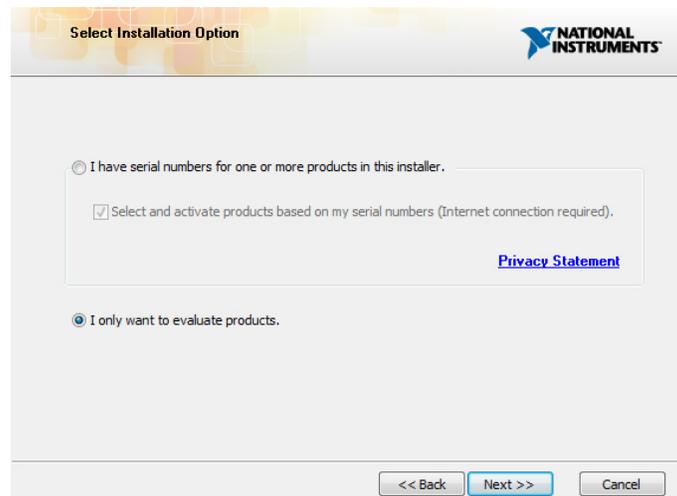
**IMPORTANTE:** la mayoría de los sensores Kinect® tienen un puerto único dedicado para conectar a la consola XBOX 360, con lo que se necesita un adaptador para transferir los datos desde dicho puerto a uno USB que pueda conectarse a un computador. Si su sensor ya tiene un puerto USB propio puede conectarlo directamente a su equipo.

### 3.3 LabVIEW

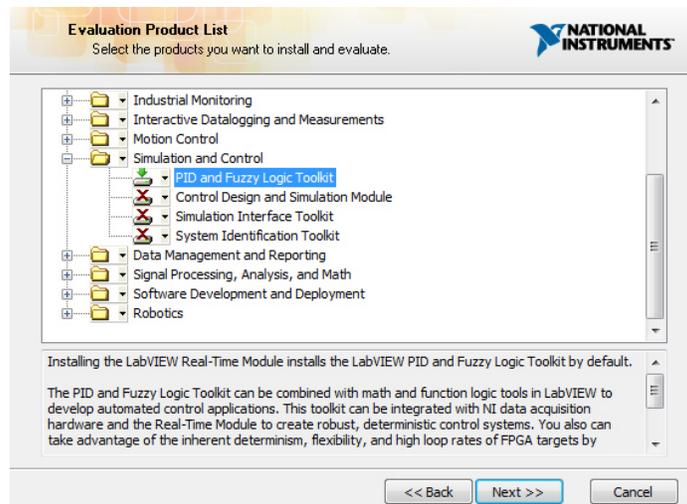
Este software y los dos complementos necesarios para ejecutar los códigos pueden obtenerse desde el sitio web de *National Instruments* (para ello es necesario crear una cuenta de usuario). LabVIEW es de licencia paga, pero puede accederse a una versión de evaluación gratuita por tiempo limitado.

- Instalar LabVIEW y PID and Fuzzy Logic Toolkit

Al iniciar el asistente de instalación aparecerá una ventana como la de la siguiente imagen. Seleccione la opción *"I only want to evaluate products"* para seleccionar la versión de evaluación, pero si tiene la licencia con su respectivo número de serie, entonces seleccione la opción para activar el software con una licencia paga.



La siguiente ventana permite seleccionar los productos que desee instalar. Seleccione el toolkit para PID y Lógica Difusa proveniente del módulo de simulación y control.



**IMPORTANTE:** para instalar el Toolkit de PID y Lógica Difusa, puede ser necesario instalar otros complementos de la lista. Asegúrese de instalarlos también para su correcto funcionamiento.

Finalmente siga los últimos pasos de instalación y reinicie el ordenador. Ahora solo falta el modulo para controlar el LEGO mindstorms NXT.

- Instalar LabVIEW 2012 Lego Mindstorms NXT Module

Este módulo se encuentra disponible junto a los archivos y códigos del proyecto, aun así puede descargarse desde el sitio web de *National Instruments* en la sección *Académico*; los pasos de instalación son sencillos pero tenga en cuenta que debe estar instalada la versión 2012 de LabVIEW, de lo contrario el asistente no le permitirá instalar el complemento.

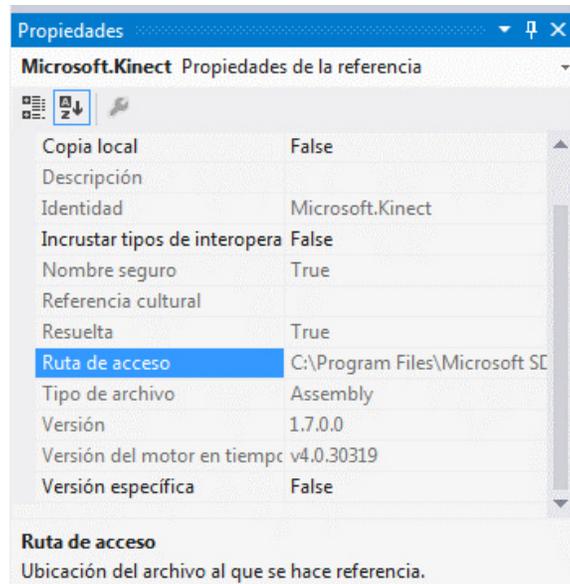
Una vez instalado el módulo y los drivers necesarios, conecte el ladrillo del LEGO al ordenador por medio de un cable USB dedicado, y encienda el dispositivo (presione el botón naranja). El equipo instalará los controladores igual que con el sensor Kinect® e indicará que ya está listo para usarse. Tenga en cuenta que el dispositivo debe estar encendido su correcta conexión al ordenador.

### 3.4 Configuración de las aplicaciones

Una vez instalados todos los entornos de desarrollo y sus complementos, se procede a configurar las aplicaciones Esta configuración solo es realiza una vez, y es importante seguir correctamente las instrucciones detalladas a continuación:

- Configuración de aplicación para seguimiento facial

Desde Visual Studio vaya al menú “Archivo”, “Abrir” y finalmente “Proyecto o Solución”; en el directorio de la aplicación busque la carpeta *FaceTrackingBasics-WPF* y a continuación el archivo *FaceTrackingBasics-WPF.sln*. Al abrir el proyecto es posible que no se localicen algunas referencias que necesita para compilar el proyecto, si esto sucede, en el explorador de soluciones, diríjase a la lista de referencias y haga clic derecho sobre la referencia y escoja la opción propiedades. En el menú que aparecerá la propiedad “Ruta de Acceso” contiene el directorio donde se encuentra el archivo, copie y pegue la dirección correcta de la referencia que presenta el problema.

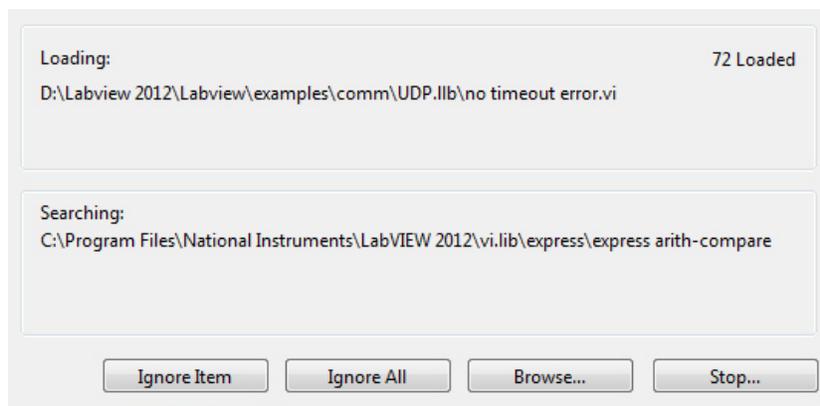


Este proceso se repite para todas las referencias que presenten el mismo problema. Finalmente diríjase al menú *Compilar* y seleccione *Compilar Solución* (si todo está correcto la compilación será exitosa)

**IMPORTANTE:** la referencia Microsoft.Kinect® es la librería principal para programar con el sensor Kinect®. Su dirección por defecto al instalar su SDK es C:\Program Files\Microsoft SDKs\Kinect®\v1.X\Assemblies\Microsoft.Kinect®.dll (La X corresponde al número de la versión del SDK instalado en su equipo).

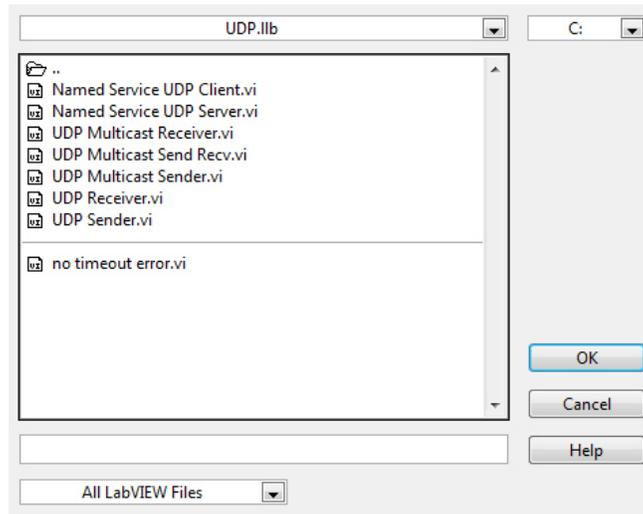
- Configuración de Aplicaciones para controlar el servomotor

Abra cualquiera de los dos archivos con extensión .vi (*Control Difuso (Direct I-O)-Kinect® (Traslación)* o *Control Difuso (Direct I-O)-Kinect® (Rotación)*). Puede suceder el mismo caso que con la aplicación de Visual Studio, es decir, no reconoce la ubicación de su subVI dentro del diagrama de bloques; para solucionarlo, en la ventana que se muestra en la siguiente imagen haga clic en *Browse* y siga la siguiente dirección: C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW 2012\examples\comm\UDP.llb.



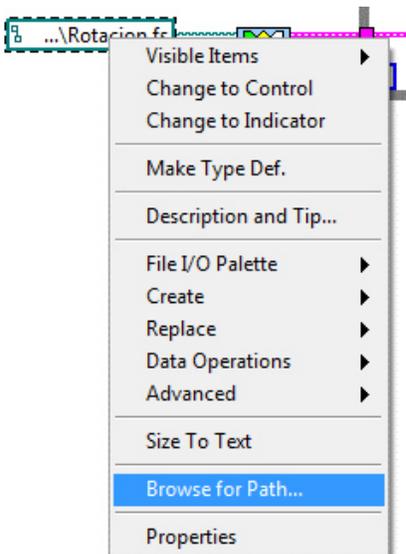
Una vez seleccionado el archivo aparecerá una nueva ventana como la de la próxima imagen. A continuación seleccione el archivo *no timeout error.vi* y clic en *OK*. A partir de ahí se podrá usar

este archivo en cualquier diagrama de bloques (este proceso solo debe hacerse una vez, así que no es necesario seguir estos pasos con el segundo archivo .vi.).



**IMPORTANTE:** la dirección entregada para acceder al archivo UDP.Ilb es la dirección por defecto al instalar LabVIEW. Si usted cambió la carpeta de instalación siga la ruta desde la carpeta *examples*.

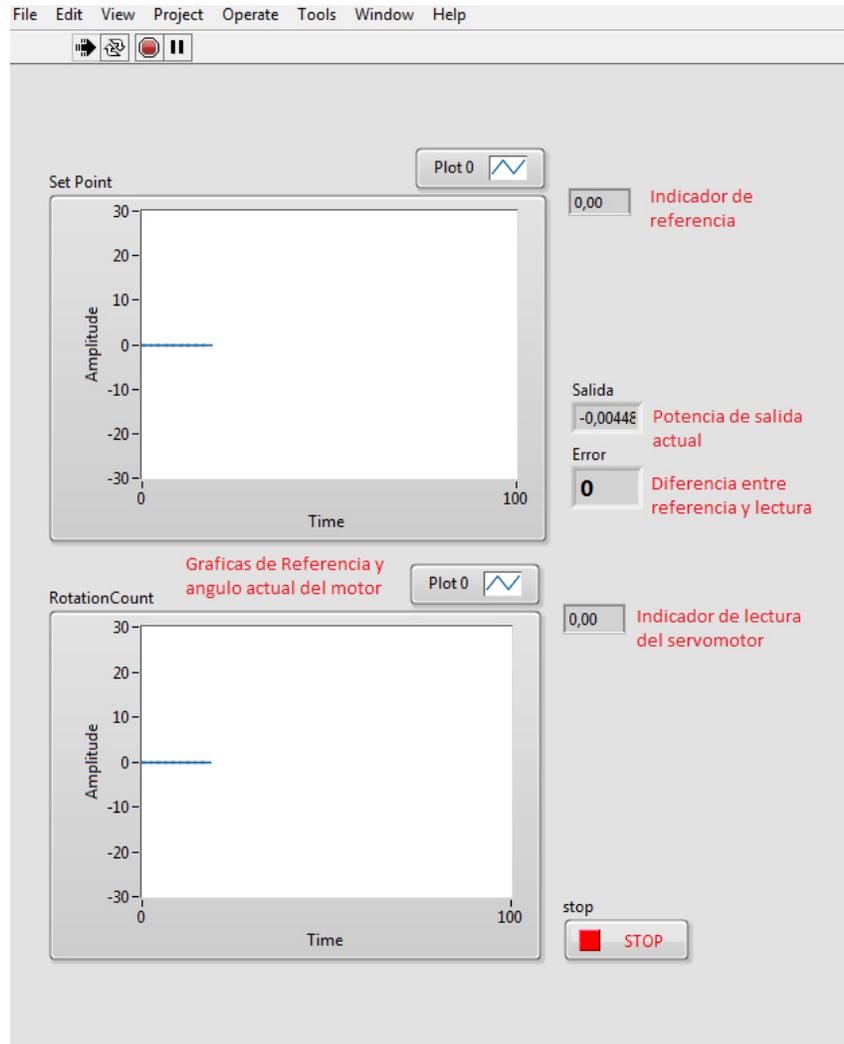
El último paso para configurar las dos aplicaciones es asignar la dirección del archivo que contiene los parámetros del controlador difuso. En el diagrama de bloques seleccione el recuadro verde para asignar direcciones haciendo clic derecho y en el menú contextual seleccione la opción *Browse for path*. Elija uno de los dos archivos con extensión .fs dependiendo del controlador que este configurando (Rotación o Traslación) y finalmente guarde el proyecto.



## 4. Primeros pasos

La primera aplicación que debe iniciarse es la que utiliza el sensor Kinect® para comenzar con el seguimiento facial. Esto puede hacerse de dos maneras: la primera es con el proyecto abierto en Visual Studio al hacer clic en el botón *Iniciar* en la barra de herramientas o presionando la tecla F5.

(tenga en cuenta que debe estar conectado el sensor antes de iniciar la aplicación). La segunda opción es llegando a la dirección *Face Tracking\FaceTrackingBasics-WPF\bin\x86\Debug\FaceTrackingBasics-WPF.exe* y con este archivo iniciará la aplicación correspondiente a la última compilación del proyecto. Luego conecte el servomotor en el puerto de salida B del ladrillo y éste conéctelo al ordenador e inicie una de las dos aplicaciones de LabVIEW. La siguiente imagen muestra la interfaz de usuario para cualquiera de los dos controladores:



**IMPORTANTE:** solo puede ejecutarse un controlador a la vez por motor, si desea ejecutar los dos controladores debe configurar un puerto de salida diferente (A, B, C) para el segundo motor a conectar. También si se ejecutan los dos instrumentos al mismo tiempo puede afectarse negativamente el rendimiento de éstos.

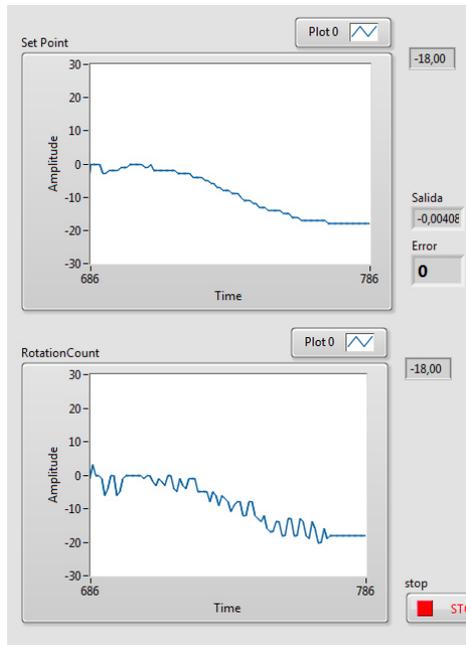
Para ser detectado por el sensor Kinect®, asegure una distancia entre 1m y 2.5m mirando de frente al sensor. Una vez detectado se dibujara una máscara sobre la imagen de su rostro como se muestra en la siguiente imagen:



De forma inmediata serán calculados los ángulos y se enviarán al controlador que esté funcionando en ese momento.

Ahora puede poner a prueba los controladores. Para ensayar el controlador de traslación mueva la cabeza hacia adelante y atrás y también hágalo de izquierda a derecha, siempre mirando el sensor sin salir de su área de visión. En el caso de la rotación, solamente gire su cabeza teniendo cuidado de que no desaparezca la máscara, de lo contrario dejará de enviar datos al controlador.

Para comprobar si el controlador está recibiendo información, revise el diagrama superior (la gráfica se moverá conforme a los movimientos que realice con su cabeza); la gráfica inferior muestra la lectura del sensor interno del servomotor y además puede apreciarse el error o la diferencia entre los valores de referencia y lectura (el controlador tiene el objetivo de girar el servomotor llevando el valor de error lo más cerca posible a cero, como se observa en la siguiente imagen).



Solo falta una última acción básica por detallar y es la sintonización del controlador; debido a que cada equipo es diferente el rendimiento no será el mismo en cada ordenador, por tanto, se agregó un multiplicador tanto al valor de error como a la potencia de salida hacia el motor. Para acceder a ellos diríjase al diagrama de bloques del controlador y haga doble clic en cualquiera de los dos cuadros naranjas que tienen un número con coma flotante, dentro puede escribir el valor numérico que desee y este multiplicara los valores antes mencionados.

**IMPORTANTE:** se recomienda asignar valores entre 0 y 2, cambie el valor del multiplicador con un paso de 0.1 y luego analice la respuesta del controlador en la gráfica inferior de la interfaz de usuario.

