



UCLM
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Julio 2011

Realidad Aumentada
Curso Presencial – Consorcio IdenTIC

S.1.2

Introducción a ARToolKit

Carlos González Morcillo

Carlos.Gonzalez@uclm.es
Http://www.esi.uclm.es/www/cglez

Profesor Titular de Universidad
Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha



IdenTIC
consorcio
www.identic.es

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | Interioridades | Ejercicios

Contenidos

1. Qué es ARToolKit
2. Instalación y Configuración
3. El "Hola Mundo!"
4. Cómo Funciona ARToolKit
 - 4.1. Principios Básicos
 - 4.2. Calibración de Cámara
 - 4.3. Detección de Marcas
 - 4.4. Creación de Patrones
5. Ejercicios



Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 2]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | Interioridades | Ejercicios

Qué es ARToolKit?



API para desarrollo de aplicaciones RA:

- Tracking 1 cámara.
- Marcas cuadradas.
- Muy rápido.
- Multiplataforma.
- Licencia GPL.
- Es un "estándar" en el área de la RA...

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 3]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | Interioridades | Ejercicios

Instalación

Dependencias (paquetes *deb*):

```
# apt-get install freeglut3-dev  
libgll-mesa-dev libglul-mesa-dev
```

Utilizaremos en el curso versión 2.72.1 *parcheada* con soporte VFL2.

```
$ ./Configure
```

Elegir opción 3. Color conversion (n) y el resto (y). Finalmente...

```
$ make
```

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 4]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | Interioridades | Ejercicios

Desarrollo con ARToolKit

1. Inicialización
2. Bucle Principal ↻
3. Finalización

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 5]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | **Hola Mundo** | Interioridades | Ejercicios

Desarrollo con ARToolkit

- 1. Inicialización**
Leer parámetros de cámara.
Cargar patrones.
- 2. Bucle Principal ↻**
- 3. Finalización**
Liberar recursos.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 6]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | **Hola Mundo** | Interioridades | Ejercicios

Desarrollo con ARToolkit

- 1. Inicialización**
- 2. Bucle Principal ↻**
 - 2.1. Captura de Frame.
 - 2.2. Detección de Patrones.
 - 2.3. Cálculo de Transformación.
 - 2.4. Dibujado.
- 3. Finalización**

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 7]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | **Hola Mundo** | Interioridades | Ejercicios

El "Hola Mundo!"

Un ejemplo de makefile general...

```
# Ruta absoluta o relativa (sin espacios al final del path!)
ARToolkitDIR = ../..../ARToolkit
INC_DIR      = $(ARToolkitDIR)/include
LIB_DIR      = $(ARToolkitDIR)/lib

LIBS         = -lARgsub -lARvideo -lAR -lglut

NAMEEXEC     = helloWorld

all: $(NAMEEXEC)

$(NAMEEXEC): $(NAMEEXEC).c
cc -I $(INC_DIR) -o $(NAMEEXEC) $(NAMEEXEC).c -L$(LIB_DIR) $(LIBS)
clean:
rm -f *.o $(NAMEEXEC) ** *.*
```

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 8]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | **Hola Mundo** | Interioridades | Ejercicios

ARMarkerInfo

Tipo	Campo	Descripción
int	area	Tamaño en píxeles de la región detectada.
int	id	Identificador (único) de la marca.
int	dir	Dirección. Codifica mediante un valor numérico (0..3) la rotación de la marca detectada. Cada marca puede tener 4 rotaciones distintas.
double	cf	Valor de confianza. Probabilidad de ser una marca (entre 0 y 1).
double	pos[2]	Centro de la marca (en espacio 2D).
double	line[4][3]	Ecuaciones de las 4 aristas de la marca. Las aristas se definen con 3 valores (a,b,c), empleando la ecuación implícita de la recta $ax + by + c = 0$.
double	vertex[4][2]	Posición de los 4 vértices de la marca (en espacio 2D).

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 9]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Módulos

- Video:** Obtiene frames de cámaras. `video.h`
- AR:** Módulo principal. Funciones de tracking, calibración y estructuras de datos. `ar.h`, `arMulti.h` y `param.h`.
- Gsub y Gsub_Lite:** Funciones de representación. `gsub.h`, `gsub_lite.h` y `gsubUtil.h`

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 10]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

1. Conversión del Frame de entrada.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 11]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

2. Escala de grises.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 14]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

3. Binarización según umbral (*threshold*).

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 15]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

3. Binarización según umbral (*threshold*).
! Valor adecuado?

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 16]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

4. Extracción de componentes conectados.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 17]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

5. Detección de contornos (filtro bordes).

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 18]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Búsqueda de Marcas

6. Descripción de vértices y aristas.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 19]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

ARMarkerInfo

Posicionamiento **2D** del patrón encontrado.

double pos [2]
double line [4] [3]
double vertex [4] [2]

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 20]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Identificación del Patrón

Qué patrón de los registrados en la aplicación está siendo detectado

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 21]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Posicionamiento 3D

Obtención de Coordenadas de Cámara **relativas** a la marca.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 22]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Posicionamiento 3D

Convenio de ARToolKit: el eje Z "sale" desde el papel.

Coordenadas de la Marca (xm, ym, zm)

Coordenadas en Pantalla (xc, yc)

Coordenadas de la Cámara (xc, yc, zc)

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 23]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Registro Cámara 3D

Con el posicionamiento 3D de la(s) marca(s) obtenemos las coordenadas de la cámara.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 24]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Esquema Funcional

Dibujado 3D

Una vez posicionada la cámara virtual, basta con dibujar los objetos 3D.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 25]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Calibración Cámara

Imágenes distorsionadas debido al uso de lentes.

- Centro y distancia focal
- Factor distorsión.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 26]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Calibración Cámara

Uso del patrón de calibración.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 27]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Detección Marcas

```

config.h
#define AR_SQUARE_MAX 50
#define AR_PATT_NUM_MAX 50
#define AR_PATT_SIZE_X 16
#define AR_PATT_SIZE_Y 16
#define AR_PATT_SAMPLE_NUM 64
  
```

Calidad del resampling (a más calidad, mayor tiempo de procesamiento)

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 29]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Limitaciones

Tamaño Marca (cm)	Rango Efectivo (cm)
5	35
7.5	55
10	75
12.5	95
15	115
17.5	135

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 30]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Limitaciones

Distancia (cm)	Error (cm) - 0°	Error (cm) - 30°	Error (cm) - 45°
0	0	0	0
10	-0.2	-0.5	-0.8
20	-0.1	-0.3	-0.5
30	0	0	0
40	0.2	0.5	0.8
50	0.3	0.6	1.0
60	0.4	0.7	1.2

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 31]

Realidad Aumentada | Qué es | Instalación | Hola Mundo | **Interioridades** | Ejercicios

Ejercicios

Modifica el "Hola Mundo!" para que trabaje con las dos marcas de la sección. En caso de detectar ambas marcas, el programa se quedará como marca activa la que tenga mayor valor de confianza (campo `cf` de `ARMarkerInfo`). Cambiaremos el color de la tetera entre azul y verde, según la marca activa sea una u otra.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 32]