

Trabajo de grado para optar al título de:

Ingeniero de Sistemas

Dirigido por:

Helmuth Trefftz

Universidad EAFIT

Departamento de Ingeniería de Sistemas

Medellín, Colombia

Mayo de 2010

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

“El único modo de hacer un gran trabajo es amar lo que haces. Si no lo has encontrado todavía, sigue buscando. No te acomodes. Como con todo lo que es propio del corazón, lo sabrás cuando lo encuentres.”

Steve Jobs

1 Agradecimientos

Un triunfo no es únicamente de una sola persona. Este trabajo, obtener el título de ingeniero de sistemas y muchas otras cosas, no son la excepción; muchas personas, voluntaria o involuntariamente han puesto su granito de arena y me han ayudado a llegar donde me encuentro actualmente...próximo a ser un ingeniero de sistemas de la universidad EAFIT.

Agradezco profundamente el esfuerzo realizado por mi familia al permitirme estudiar en esta universidad, la gran paciencia que tuvieron conmigo mientras aprendía una que otra lección dura pero valiosa de la vida.

Helmuth Trefftz, sin el conocimiento adquirido en sus materias no hubiera tenido idea de cómo realizar este proyecto.

Edwin Montoya, por el apoyo que me ha dado desde hace muchos años en el área de dispositivos móviles.

Elisa Toro, quien junto a mí, en varias ocasiones hizo el trabajo de diseñadora grafica, traductora, tester de la aplicación pero por encima de todo, fue una vos de aliento en muchas ocasiones.

Si bien, el resultado final de este trabajo tiene marcado mi nombre; algunas ideas, iniciativas y retroalimentaciones tienen el nombre de personas como Ana Sofía Hincapié, Ricardo Hincapié, Eugenio Bolaños, Alejandro Molina, Sandra Gallego.

Particularmente y curiosamente, debo mencionar a compañías como Nintendo, Blizzard Entertainment, entre otras, por estar en mi vida desde una temprana edad, ya que sin la cultura de los juegos realizados por éstas, la idea para este proyecto nunca hubiera nacido.

Miguel Antonio Hincapié Casas

2 **Resumen**

Se desarrollo una aplicación para celulares que permite visualizar un mundo virtual en 3D del campus universitario. El objetivo de este desarrollo fue tener a disposición una herramienta que prestara el mismo servicio prestado por un mapa impreso del campus universitario. Adicionalmente la aplicación permite hacer uso del GPS integrado en algunos celulares.

La escena 3D fue creada en 3DS Max y enfocada a tener la menor cantidad de polígonos posibles dada las limitaciones de los celulares donde se ejecuta la aplicación.

Permite hacer uso de celulares con pantalla táctil para la interacción del usuario con el mundo virtual.

3 **Abstract**

We developed an application for cell phones that lets the users view a 3D virtual world of the university. The aim of this project was to have available a tool that would provide the same services provided by a printed map of the university. Additionally the application allows you to use the GPS built in some cell phones.

The 3D scene was created in 3DS Max with a focus on having the least possible amount of polygons as possible given the limitations of the cell phones where the application runs.

The application can use the touch screen capabilities of some cell phones for the user interaction with the virtual world.

Palabras claves

J2ME, MIDP 2.1, JSR-184 (M3G), JSR-179 (Location), 3DS Max, SketckUp, Google Earth, renderizar, geolocalizar, group, character, avatar, sprites.

Contents

1	AGRADECIMIENTOS	4
2	RESUMEN	5
3	ABSTRACT	5
	PALABRAS CLAVES	5
4	NOMBRE DEL PROYECTO	8
5	AUTOR	8
6	ÁREA DE ÉNFASIS	8
7	ASESOR	8
8	SECTOR BENEFICIADO	8
9	INTRODUCCIÓN	9
10	OBJETIVOS	10
10.1	OBJETIVO GENERAL	10
10.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
11	ALCANCE Y PRODUCTOS	11
11.1	SOFTWARE	11
11.2	DOCUMENTACIÓN	11
12	TRABAJOS RELATIVOS	12
12.1	INFOGRAFICO CAMPUS EAFIT	12
12.2	MAPA INTERACTIVO EAFIT	12
13	PROPUESTA	13
14	EXPLICACIÓN DE LOS MÓDULOS DE LA APLICACIÓN.	14
14.1	GPS EN EL CAMPUS 3D VIRTUAL	14
14.2	OPTIMIZACIÓN CAMPUS 3D	22
14.3	COLISIONES CAMPUS 3D	27
14.4	INTERACCIÓN CON EL MUNDO VIRTUAL	29
14.5	UNIDAD M3G	32
15	EXPERIMENTO	33

15.1	RESPUESTAS.....	34
15.2	RESULTADOS OBTENIDOS.....	39
16	CONCLUSIONES.....	40
17	TRABAJO FUTURO.....	41
17.1	PUNTOS DE INTERÉS DEL USUARIO	41
17.2	BUSCADOR ALFABÉTICO DE DEPENDENCIAS DE LA UNIVERSIDAD EAFIT.....	41
17.3	ADICIÓN DE LA LIBRERÍA LWUIT	41
17.4	APLICACIÓN MULTIUSUARIO	41
17.5	PRINCIPIOS FÍSICOS (GRAVEDAD)	41
18	BIBLIOGRAFÍA.....	42

4 **Nombre del proyecto**

EAFIT 3D Móvil

5 **Autor**

Miguel Antonio Hincapié Casas

miguelhincapie@gmail.com

6 **Área de Énfasis**

Como el producto final de este trabajo es una aplicación para celulares, las áreas involucradas en este proyecto son:

- Computación móvil.
- Computación gráfica.
- Realidad Virtual.

7 **Asesor**

Helmuth Trefftz Gómez

htrefftz@eafit.edu.co

8 **Sector Beneficiado**

Al ser un desarrollo de una aplicación, este proyecto se encuentra fuertemente relacionado con la carrera de Ingeniería de Sistemas de la universidad, específicamente con el área de Realidad Virtual ya que ésta responde a la necesidad de utilizar, mejorar y manipular tecnologías informáticas orientadas a ambientes virtuales.

Además el desarrollo de esta aplicación promueve la misión y visión de la universidad, ya que implementa tecnologías de punta en un desarrollo enfocado a la comunidad estudiantil.

Los sectores turísticos y comerciales en un futuro, podrían utilizar una herramienta como esta para publicitar o promover sus negocios.

9 Introducción

Cuando una persona ajena a la universidad entra a ésta por primera vez, normalmente debe buscar algún tipo de recurso para guiarse dentro del campus universitario. Estos recursos pueden ser medios impresos, puntos de información, acompañantes que conozcan la universidad o simplemente recorrer el campus preguntando a cualquier persona dentro de la universidad.

Dentro de la población que entra a la universidad se encuentran: Extranjeros, Empresarios, personas independientes, universitarios y bachilleres.

No todas las personas que entran a la universidad cuentan con un guía para su ubicación. Tampoco pueden tener a su disposición un mapa impreso o simplemente no conocen el idioma español por lo que el uso de los recursos antes mencionados son insuficientes.

10 Objetivos

10.1 Objetivo General

Visualizar en un celular un mundo virtual del campus universitario.

10.2 Objetivos Específicos

1. Crear una escena 3D lo más parecida posible al campus universitario, teniendo en cuenta las restricciones de hardware de los celulares.
2. Desarrollar una aplicación móvil que permita la navegación en la escena 3D.
3. Permitir localización por medio de GPS.

11 Alcance y Productos

Se entregarán los siguientes componentes:

11.1 Software

Programa para dispositivos móviles con soporte de J2ME, MIDP 2.1, JSR – 184 y JSR – 179 (éste último opcional ya que no todos los celulares cuentan con GPS integrado).

El programa permitirá al usuario:

- Recorrer el campus universitario por medio de un mundo virtual en 3D. En mundo virtual podrá reconocer los diferentes bloques que hacen parte de la universidad.
- Tener información de latitud y longitud de cualquier parte del campus universitario.
- Tendrá a disposición información de algunos puntos de interés de la universidad (teléfonos de emergencia, fotocopiadoras, parqueaderos, cafeterías, entre otros).
- Cambiar el idioma de la aplicación a: español, inglés o alemán.
- Personalizar la forma en que interactúa con el mundo virtual y la información que se le muestra en pantalla.

11.2 Documentación

- Anteproyecto.
- Trabajo escrito bajo los lineamientos de la universidad.
 - Presentación oral con material de apoyo visual.
 - Documentación del código fuente.
 - Guía de Usuario.
 - Tutorial para crear y exportar una escena de 3DS Max a M3G.
 - Código fuente de la aplicación.
 - CD con el proyecto, la presentación y diagramas.

12 Trabajos Relativos

12.1 Infografico Campus EAFIT

Versión digital del mapa del campus universitario disponible en la página web de la universidad. Cuenta con numeración y descripción de cada bloque.

12.2 Mapa Interactivo EAFIT

Es un mundo virtual del campus universitario realizado en SketckUp, el cual se encuentra a disposición a través de la página web de la universidad o Google Earth.

Este mundo virtual es la mayor aproximación al verdadero campus universitario, sin embargo está limitada por la movilidad, es decir, para visualizarlo se debe tener un equipo de cómputo con hardware que soporte Google Earth y disponga conexión a internet.

Por último no puede hacer uso de un GPS para su localización dentro del campus.

13 Propuesta

La proliferación de nuevos dispositivos móviles con mejores características de hardware abren las puertas al diseño de nuevas aplicaciones. Entre éstas se encuentra la propuesta en este proyecto, la cual no es una solución que reemplaza las actuales, sino que se suma a la lista de soluciones disponibles para este fin.

Al ser una aplicación para uso en dispositivos móviles, ésta puede ser utilizada en cualquier parte, por lo tanto, el usuario podrá hacer un reconocimiento de la universidad desde su casa, trabajo o cualquier otro lugar.

Las guías actuales (a excepción del acompañante) no cuentan con un nivel de detalle alto con relación al lugar de interés, es decir, los mapas impresos de la universidad son una vista de plata y cuentan con la numeración de los bloques y la ubicación de algunas dependencias, sin embargo, muchas otras dependencias, laboratorios o puntos de interés general quedan por fuera del alcance de este tipo de guía.

Pensando en portabilidad entre los diferentes celulares se desarrollará un mundo virtual 3D en J2ME que refleje el campus universitario de la universidad EAFIT.

La escena 3D será enfocada a tener la menor cantidad de polígonos posibles dada las limitaciones de los equipos donde se ejecutará la aplicación.

La aplicación permitirá hacer uso de celulares con pantalla táctil para la interacción del usuario con el mundo virtual. Dispondrá también de tres tipos de vistas del mundo virtual: vista en primera persona, vista en tercera persona, vista superior o de planta.

Como factor diferenciador de las demás soluciones, esta aplicación contará con la posibilidad de recorrer el mundo virtual haciendo uso del GPS incorporado en algunos celulares. Adicionalmente la aplicación puede ser ejecutada en tres idiomas diferentes: español, inglés y alemán.

14 Explicación de los módulos de la aplicación.

14.1 GPS en el campus 3D virtual

Para geolocalizar al usuario dentro del mundo virtual debemos relacionar la latitud y longitud con las coordenadas X y Z, para que de esta forma dadas una latitud y una longitud podamos saber a qué valor de X y Z corresponden.

Como solo nos importa el área comprendida por la universidad, creamos un rectángulo lo más ajustado posible al área de la escena 3D. Esto lo hacemos tomando el máximo y mínimo en X y Z. Por último tomamos la latitud y longitud en estos puntos y realizamos algunos cálculos.

A continuación y con la ayuda de imágenes se describe con más detalle el procedimiento antes mencionado.

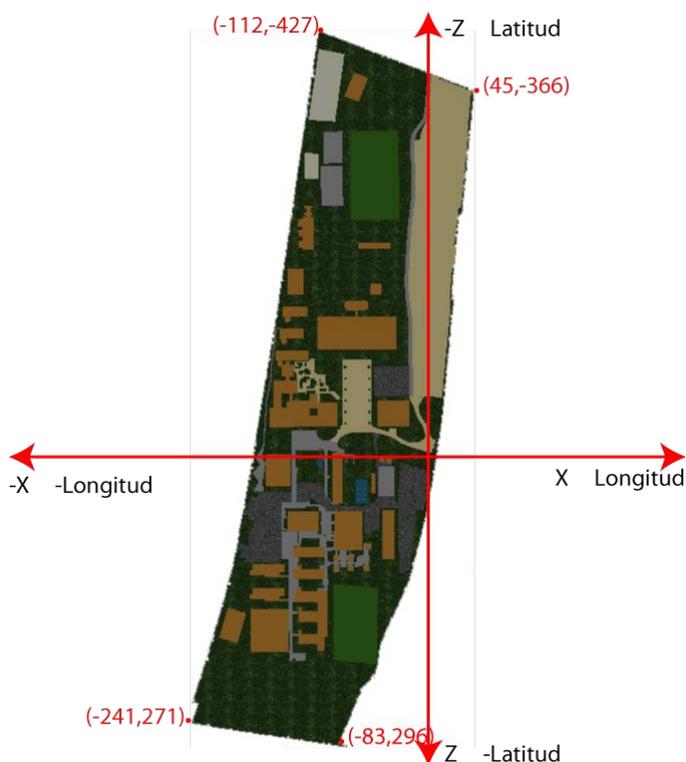


Figura 1

Como se puede visualizar en la *Figura 1*, el sistema de coordenadas de la escena 3D tiene como horizontal la X y vertical la Z pero ésta última con valores positivos hacia abajo. A éste sistema de coordenadas le podemos agregar la latitud y longitud. La longitud sigue el mismo comportamiento de la X, es decir, aumenta hacia la derecha y disminuye hacia la izquierda; lo contrario pasa con la Latitud y el eje Z: mientras la latitud aumenta la Z disminuye y mientras la latitud disminuye la Z aumenta.

Como último procedimiento en este paso, se toman los puntos extremos de la grafica (rectángulo) que conforman la escena 3D.

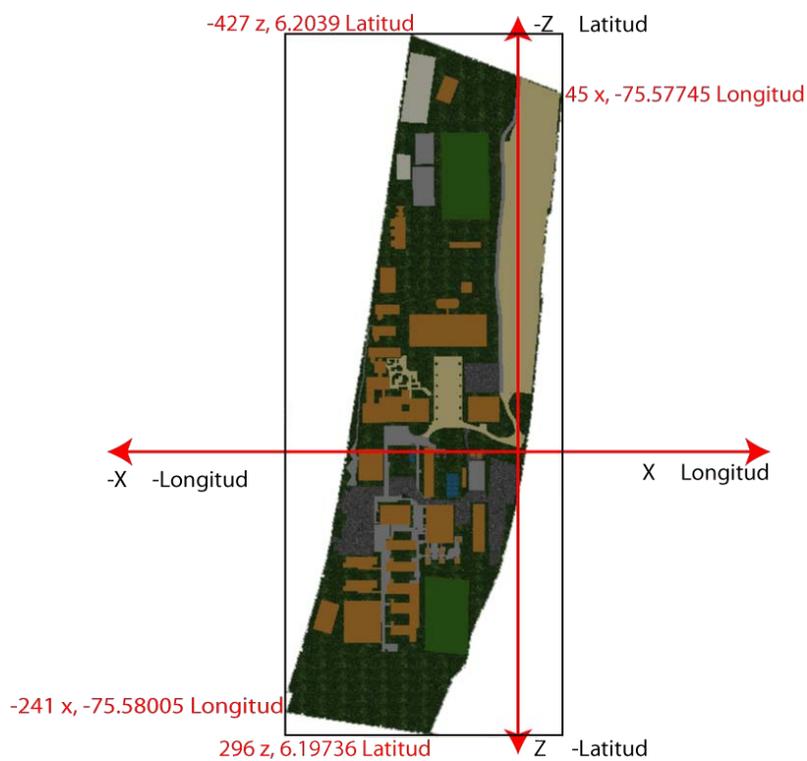


Figura 2

Se toma la latitud y longitud en los puntos seleccionados en la *Figura 1* y se asigna la latitud y longitud a los ejes Z y X respectivamente. De esta manera se tiene creado un rectángulo que cubre la totalidad de la escena 3D. Este rectángulo tiene como fin el permitir relacionar dos regiones del mismo tamaño pero con unidades de medida diferentes, las cuales se relacionan más adelante.

En éste punto se descartan los valores que acompañan el valor máximo de cada eje, es decir, en la esquina superior izquierda se tenía el punto (-112, -427), dado que la componente en X no es el valor máximo para el eje negativo en su mismo eje, éste valor no tiene relevancia alguna. Análogamente se hace el mismo procedimiento con la latitud y longitud.

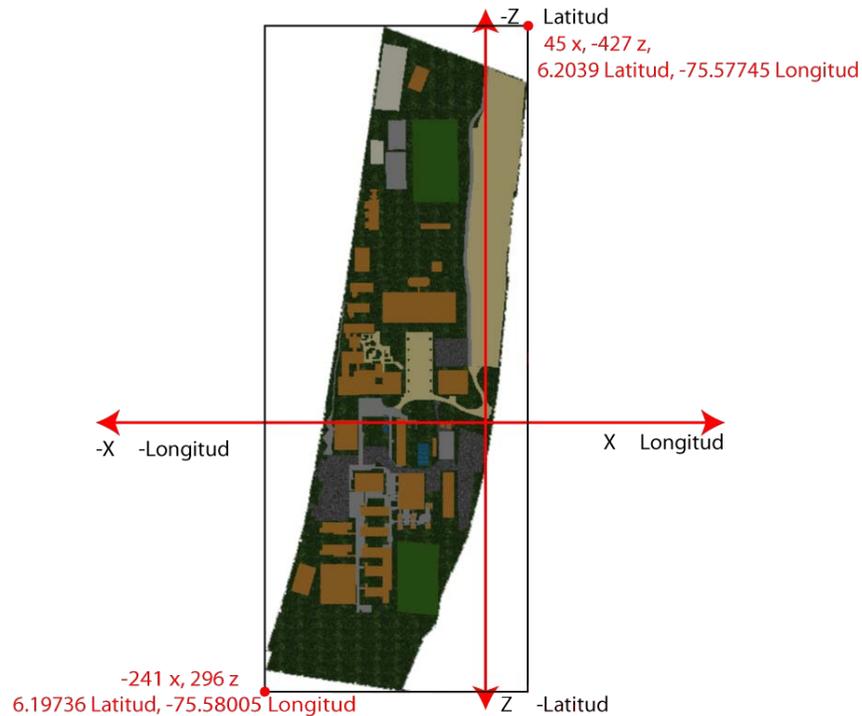


Figura 3

Se generan dos puntos que definan más claramente el rectángulo. Se unen el valor máximo de X con el de $-Z$ y el valor máximo de $-X$ con el de Z. Lo mismo para la latitud y longitud.

Ya que se tiene definido un rectángulo del mismo tamaño para dos sistemas de unidades diferentes, se hace uso de una regla de tres de deltas para asociar los dos sistemas y encontrar dos ecuaciones (una para X y otra para Z) que nos relacionen la latitud y longitud con la X y Z respectivamente.

Sea:

Lat1	=	6,20390
Lat2	=	6,19736
Lon1	=	-75,57745
Lon2	=	-75,58005
Z1	=	-427
Z2	=	296
X1	=	45
X2	=	-241
Δ Lat	=	Lat1 - Lat2 = 0,00654
Δ Lon	=	Lon1 - Lon2 = 0,0026
Δ Z	=	Z1 - Z2 = -723
Δ X	=	X1 - X2 = 286
Lat3	=	latitud entregada por el GPS o variable a despejar
Lon3	=	longitud entregada por el GPS o variable a despejar
Z3	=	posición en Z dentro del mundo virtual o variable a despejar
X3	=	posición en X dentro del mundo virtual o variable a despejar

Ahora...

Si para Δ Lat tengo Δ Z
para Δ Lat2 = (Lat1 - lat3) que Δ Z2 = (Z1 - Z3) tengo?

Lo cual genera la igualdad:

$$\frac{\Delta \text{ Lat}}{\text{Lat1} - \text{lat3}} = \frac{\Delta \text{ Z}}{\text{Z1} - \text{Z3}}$$

Suponiendo que lat3 tiene el valor entregado por el GPS, es decir, se quiere averiguar a qué valor de Z corresponde esa latitud, se despeja Z3 y se obtiene la ecuación:

$$Z3 = Z1 - \frac{\Delta Z * (Lat1 - lat3)}{\Delta Lat}$$

Lo mismo se hace para la longitud

Si para

ΔLon
$\Delta Lon2 = (Lon1 - lon3)$

 tengo

ΔX
$\Delta X2 = (X1 - X3)$

 que

$\Delta X2 = (X1 - X3)$

 tengo?

Lo cual genera la igualdad:

$$\frac{\Delta Lon}{Lon1 - lon3} = \frac{\Delta X}{X1 - X3}$$

Suponiendo que lon3 tiene el valor entregado por el GPS, es decir, se quiere averiguar a qué valor de X corresponde esa longitud, se despeja X3 y se obtiene la ecuación:

$$X3 = X1 - \frac{\Delta X * (Lon1 - lon3)}{\Delta Lon}$$

A modo de ejemplo, si se utiliza la latitud: 6.19936 y longitud: -75.57845 se tiene:

$$Z3 = 74,89908257$$

$$X3 = -65$$

Aunque los valores obtenidos no son exactamente los mismos, estos concuerdan con las dos imágenes siguientes

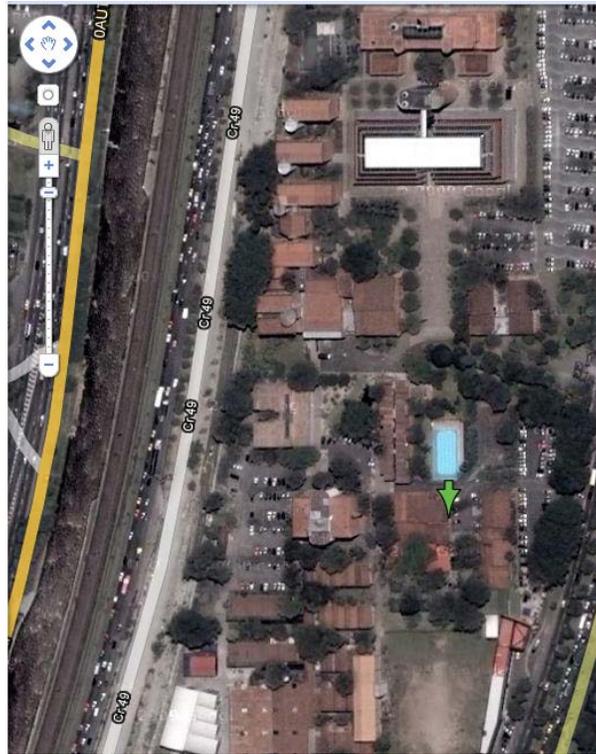


Figura 4



Figura 5

Los números encerrados en los rectángulos rojos en la Figura 5 corresponden a los ejes X y Z en M3G, además, el signo de la Z (en la imagen Y) es contrario también en M3G. Esto se da por la orientación de su sistema de coordenadas.

También se puede generar las ecuaciones que entreguen una latitud y longitud dado un punto X, Z. Esto logra así:

En las igualdades

$$\frac{\Delta \text{ Lat}}{\text{Lat1} - \text{lat3}} = \frac{\Delta Z}{Z1 - Z3}$$

Y

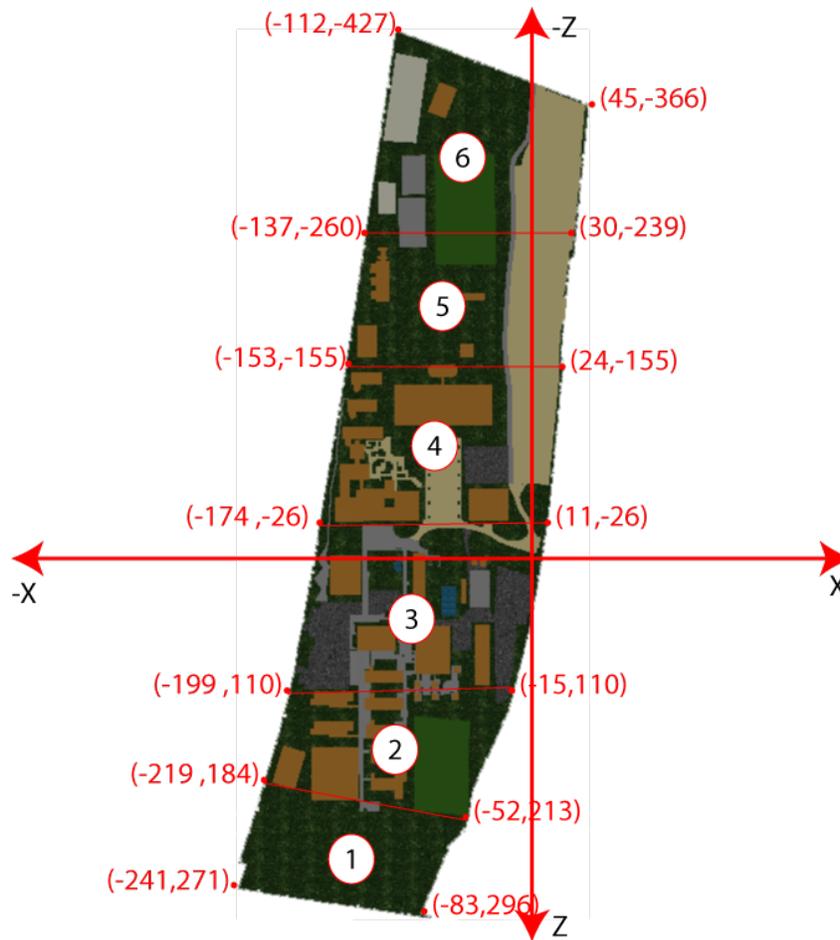
$$\frac{\Delta \text{Lon}}{\text{Lon1} - \text{lon3}} = \frac{\Delta X}{X1 - X3}$$

Se despejan lat3 y lon3 respectivamente.

$$\text{Lat3} = \text{Lat1} - \frac{\Delta \text{Lat} * (\text{Z1} - \text{Z3})}{\Delta Z}$$

$$\text{Lon3} = \text{Lon1} - \frac{\Delta \text{Lon} * (\text{X1} - \text{X3})}{\Delta X}$$

14.2 Optimización campus 3D



Con esta optimización se pretende disminuir la cantidad de objetos a dibujar. El análisis realizado es el siguiente: Si el usuario se encuentra en la celda 2 a lo sumo visualizará lo que se encuentra en la celda 1 y 3, por lo tanto lo que se encuentra en las celdas 4, 5 y 6 no se necesita dibujar.

Ahora, para cada uno de los nodos se cumple, si estoy en....

No dibujo: 3,4,5,6

No dibujo: 4,5,6

No dibujo: 1,5,6

No dibujo: 1,2,6

No dibujo:1,2,3

No dibujo: 1,2,3,4

Como la escena en su totalidad está formada por un árbol de nodos 3D (figura 1), podemos desactivar la renderización del nodo padre y con esto todos sus descendientes serán ignorados a la hora de renderizar la escena.

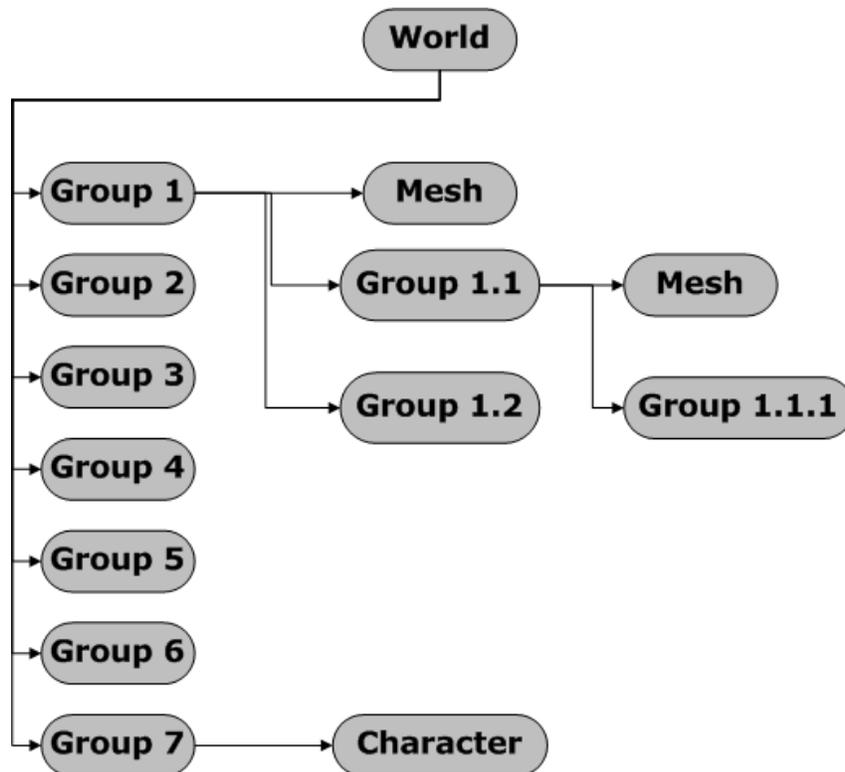


Figura 1

Los Nodos Group 2, 3, 4, 5 y 6 tienen la misma forma que el Group 1. Al Group 7 pertenecen elementos como el Character que representa al usuario en la escena 3D, además de elementos como los Sprites o NPC.

Para saber si el usuario se encuentra dentro de una celda en particular analizamos su posición actual (x, y, z) con respecto a las líneas superior e inferior de la celda en

cuestión. Para esto se utiliza la ecuación de la pendiente $m = (Y - Y1)/(X - X1)$ y cambiamos la Y por Z para que concuerde con el sistema de coordenadas, por tanto la ecuación queda:

$$m = (Z - Z1)/(X - X1) \quad (1)$$

si se factoriza

$$Z - mX = Z1 - mX1 \quad (2)$$

La primera ecuación se utiliza para hallar la pendiente de cada una de las líneas horizontales que divide la escena. La segunda para comparar la posición actual del usuario con respecto a la línea seleccionada.

Como el character siempre inicia en el mismo punto dentro de la escena 3D, se sabe desde un principio en que celda se encuentra, por lo que se hacen las comprobaciones con respecto a la línea superior e inferior de esa celda hasta que pase a otra celda a la cual se le aplicara la misma lógica.

Ahora para tener una regla que indique cuando se está dentro o fuera de una celda se realiza el siguiente análisis:

Utilizando la línea inferior de la celda 2 se tiene

	X	Z
Punto 1	-219	184
Punto 2	-52	213

Pendiente (m)	0,173652695
---------------	-------------

Punto 1 = Punto 2		
(Z - mX = Z1 - mX1)		
222,0299401	=	222,02994

Punto por debajo de la línea

	X	Z
Punto a analizar	-200	270

Punto 1 ?= Punto a analizar (Z - mX)		
222,02994	?=	304,730539

Punto por encima de la línea

	X	Z
Punto a analizar	-150	170

Punto 1 ?= Punto a analizar (Z - mX)		
222,02994	?=	196,047904

Ahora, suponiendo una línea con pendiente negativa se tiene:

	X	Z
Punto 1	-219	184
Punto 2	-52	160

Pendiente (m)	-0,143712575
---------------	--------------

Punto 1 = Punto 2		
(Z - mX = Z1 - mX1)		
152,5269461	=	152,526946

Punto por debajo de la línea

	X	Z
Punto a analizar	-200	250

Punto 1 ?= Punto a analizar (Z - mX)		
152,526946	?=	221,257485

Punto por encima de la línea

	X	Z
Punto a analizar	-150	130

Punto 1 ?= Punto a analizar (Z - mX)		
152,526946	?=	108,443114

Por lo que se concluye que sin importar el signo de la pendiente, si un punto está por debajo de la línea éste tendrá un valor de intersección mayor al de la recta, sino tendrá un valor menor.

Con el resultado obtenido se aplica la siguiente lógica:

Si el punto está por encima de la línea superior, ha cambiado a la celda contigua superior.

Si no, si el punto está por debajo de la línea inferior, ha cambiado a la celda contigua inferior.

De otro modo, sigue estando en la celda actual.

14.3 Colisiones campus 3D

El API M3G de J2ME trae un sistema de colisiones incorporado, sin embargo debido a las limitaciones de hardware, no es eficiente utilizarlo en esta aplicación. Por tanto se diseñó un sistema más sencillo pero igual de efectivo para el manejo de las colisiones. Se creó una imagen en vista superior o de planta del campus 3D. Esta imagen fue editada de manera que solo tuviera dos colores, negro para los lugares que no puedan traspasarse (edificios en este caso) y blanco para los lugares por donde se puede desplazar libremente el usuario.

El análisis realizado para obtener la concordancia entre los puntos de la imagen y el campus 3D es el mismo realizado para el GPS dentro del mundo virtual. Por tanto la explicación se realizará suponiendo que ya se ha leído el documento del GPS.

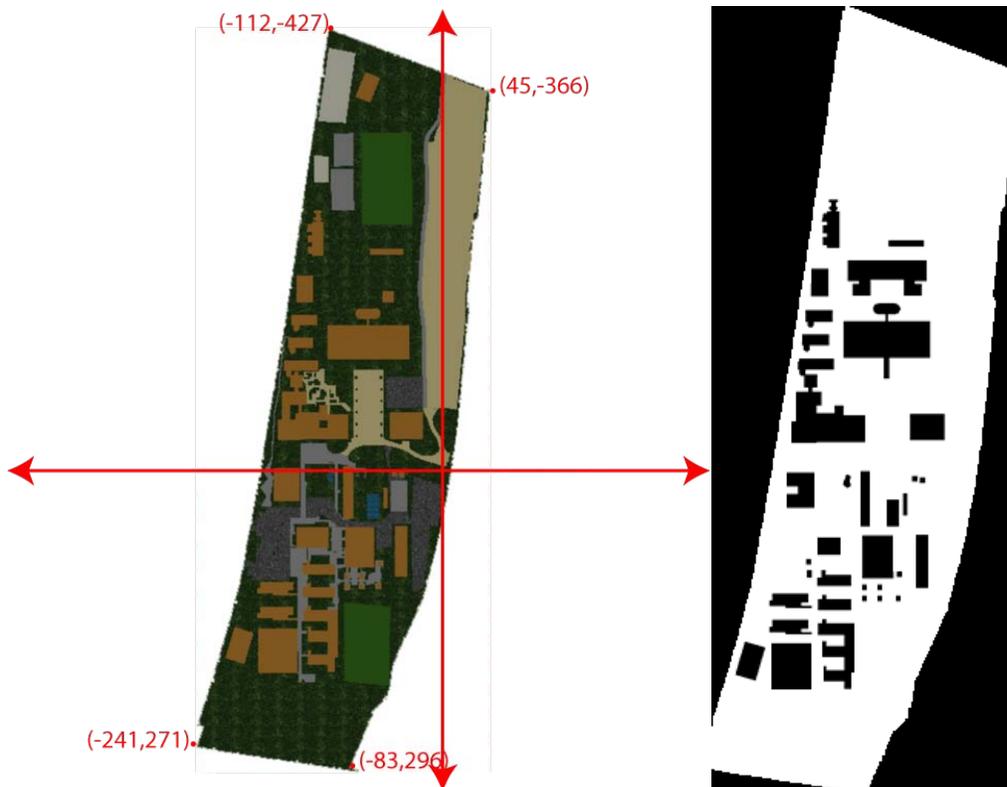


Imagen de vista superior o de planta del campus 3D (izquierda). Imagen de colisiones (derecha).

w_0	=	0
h_0	=	0
w_total	=	204
h_total	=	512
Z1	=	-427
Z2	=	296
X1	=	-241
X2	=	45
ΔW	=	w_total - w_0 = 198
ΔH	=	h_total - h_0 = 512
ΔZ	=	Z2 - Z1 = 723
ΔX	=	X2 - X1 = 286
Z3	=	posición en Z dentro del mundo virtual
X3	=	posición en X dentro del mundo virtual
W3	=	posición dentro de la imagen con respecto al ancho
H3	=	posición dentro de la imagen con respecto al alto

Con estos valores realizamos el siguiente análisis.

Si para ΔX tengo ΔW
para $\Delta X2 = (X1 - X3)$ que $\Delta W2 = (w_total - W3)$

Se genera... $W3 = w_total - \frac{\Delta W * (X1 - X3)}{\Delta X}$

Si para ΔZ tengo ΔH
para $\Delta Z2 = (Z1 - Z3)$ que $\Delta H2 = (h_total - H3)$

Se genera... $H3 = h_total - \frac{\Delta H * (Z1 - Z3)}{\Delta Z}$

Los valores W3 y H3 son los utilizados en la imagen a blanco y negro para comprobar que la ubicación a la que quiere acceder el usuario este permitida.

14.4 Interacción con el mundo virtual

Para lograr la interacción del usuario con el mundo virtual se definieron los Puntos de Interés, los cuales comprenden un área dentro del campus universitario real. Un punto de interés puede ser una cafetería, una fotocopiadora, teléfonos de emergencia, entre otros.

Dentro del mundo virtual, estas aéreas son representadas por cuatro puntos que generan un rectángulo. Igualmente, el avatar que representa al usuario dentro del mundo virtual (Mario), cuenta con un área de interés, la cual es revisada en cada momento en busca de puntos de interés o elementos con los que el usuario pueda interactuar.

Dado que nuestro sistema de coordenadas tiene la forma que muestra la Figura 1, la definición grafica de las aéreas anteriormente mencionadas se definen como muestra la Figura 2.

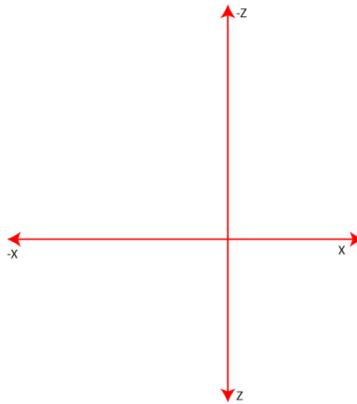


Figura 1

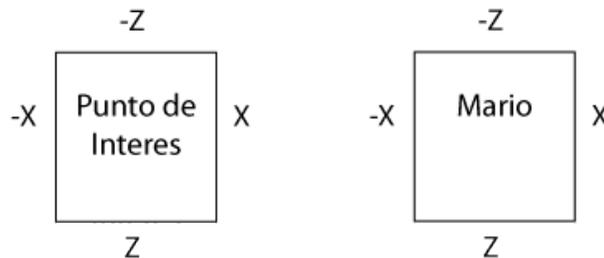


Figura 2

La interacción del usuario con el mundo virtual ocurre cuando estas dos aéreas se superponen. Las posibles opciones para que esto suceda se muestran en la Figura 3.

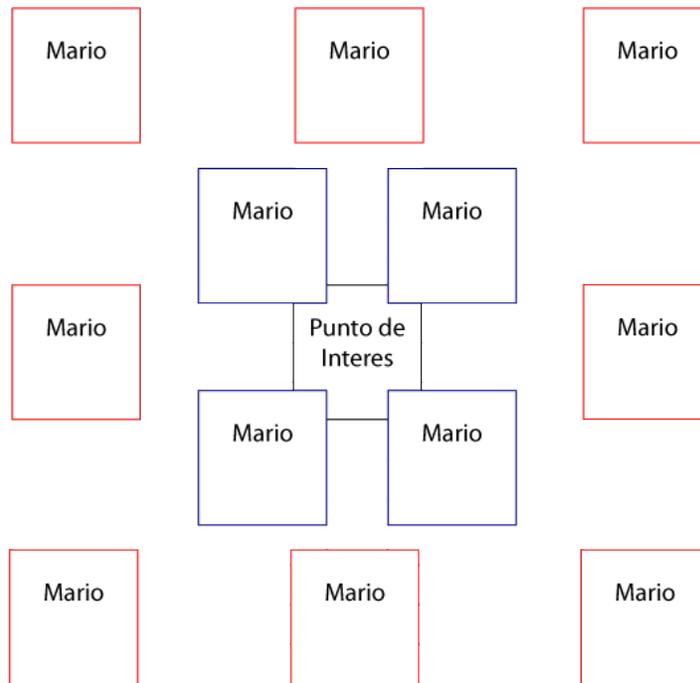


Figura 3

Los rectángulos azules representan las formas en que el área del usuario puede entrar al área del punto de interés y de esta forma tener una interacción, mientras que los rectángulos rojos representan las demás posibilidades en donde no hay interacción con los puntos de interés.

Por tanto, para saber si el usuario se encuentra dentro del área del punto de interés, analizamos las líneas horizontales y verticales del rectángulo que define el área de Mario tal como lo muestra la Figura 4.

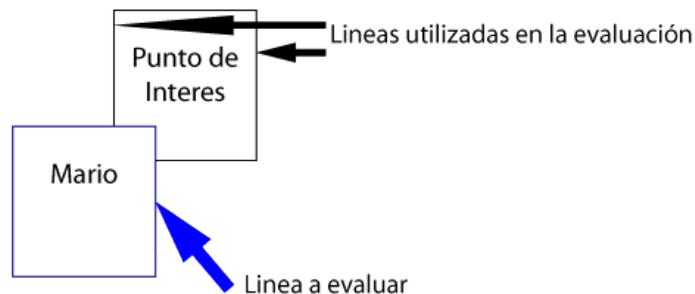


Figura 4. (Análisis de las líneas horizontales)

El mismo análisis realizado para las líneas horizontales, es aplicado a las líneas verticales.

Este análisis es realizado con las cuatro posiciones de los rectángulos azules (Figura 3). De esta forma sabremos cuando el usuario ha entrado en el área de un punto de interés.

Cabe resaltar que esta lógica es utilizada también para la interacción con los Non Player Character (NPC).

14.5 Unidad M3G

Cuando inicia la aplicación, el character tiene las coordenadas:

$$x = 96,5126 \text{ uM3g}$$

$$z = -490,0237 \text{ uM3g}$$

En 3ds Max, el character tiene las coordenadas:

$$x = 2,451\text{m}$$

$$y = 12,447\text{m (es la z en la aplicación)}$$

En centímetros las coordenadas de 3ds Max:

$$x = 2,451\text{m (100cm/1m)} = 245,1 \text{ cm}$$

$$y = 12,447\text{m (100cm/1m)} = 1244,7 \text{ cm}$$

Con una regla de 3 simple se saca el valor de una unidad de M3g en centímetros (uM3g):

$$96,5126 = 245,1$$

$$1 = X \quad X = 2,53956478$$

$$490,0237 = 1244,7$$

$$1 = X \quad X = 2,54008122$$

Promediando los dos valores tenemos un valor aproximado de:

$$1 \text{ uM3g} = 2,539823 \text{ cm aprox.}$$

15 Experimento

A fin de medir la usabilidad de la aplicación, se llevaron 4 jóvenes entre los 19 y 25 años a la universidad EAFIT y se realizó el siguiente procedimiento:

- Se le pidió a cada persona que navegara dentro del mundo virtual e hiciera uso de las diferentes características que tiene la aplicación.
- Se le pidió a las personas que se dirigieran a 4 uno de los siguientes puntos: Laboratorio de Física, Bloque 18, Bloque de Idiomas y CEC.
- Luego de encontrar el punto dentro de la aplicación se le pidió a la persona que tratara de llegar al lugar antes visto dentro del ambiente 3D.
- Por último se le entregó un cuestionario con el pool de preguntas, el cual debía responder individualmente.
- Este proceso se repitió con cada uno de los 4 jóvenes.

Las preguntas realizadas fueron:

1. ¿Logro identificar edificios de la universidad EAFIT en el programa del celular?
R= SI, NO
2. ¿Le ayudo en algo tener una visión previa en 3D del lugar a donde se dirigía?
R= SI, NO
3. ¿Presta el programa las mismas funcionalidades básicas de un mapa de la universidad?
R= SI, NO, No del todo.
4. ¿Si su respuesta a la anterior pregunta fue NO o No del todo, podría describir el porqué?
R = Abierta.
5. ¿Está de acuerdo con que crear una aplicación para celulares como esta, es una solución equiparable con un mapa?
R= De acuerdo, Indiferente, En desacuerdo
6. Si tuviera que dirigirse a un lugar desconocido y tuviera la posibilidad de escoger entre un mapa y un programa como el utilizado en esta prueba, ¿cual escogería?
R= Programa, Mapa
7. Después de recibir instrucciones de manejo y hacer uso del programa, ¿qué grado de complejidad de uso le otorga?

R= Fácil, Normal, Compleja

8. ¿Los mecanismos de navegación ofrecidos por el programa (teclas de dirección y pantalla táctil), le parecen suficientes para recorrer el mundo virtual?

R= SI, NO

9. ¿Si la respuesta anterior fue NO, podría explicar el porqué?

R=Abierta.

10. ¿Le cambiaría o agregaría algo al programa?

R= SI, NO.

11. ¿Si la respuesta fue si a la anterior pregunta, podría especificar los cambios?

R= Abierta.

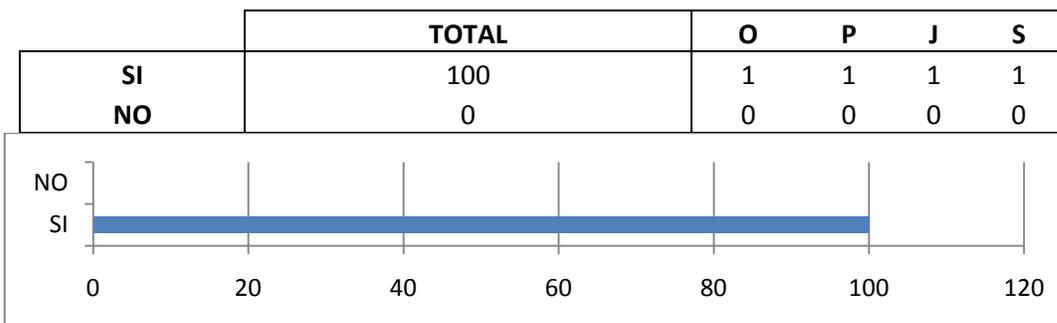
15.1 Respuestas

Las personas que participaron en el experimento fueron:

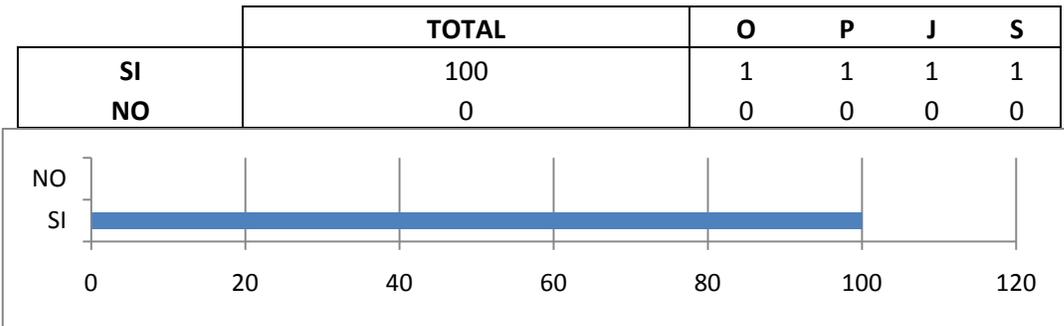
- Oscar Mauricio Zapata Quinceno
- Pablo Cesar Rendón Hoyos
- Johan Osorno
- Sergio Luis Ospina

Participantes	Inicial
Oscar Mauricio Zapata Quinceno	O
Pablo Cesar Rendón Hoyos	P
Johan Osorno	J
Sergio Luis Ospina	S

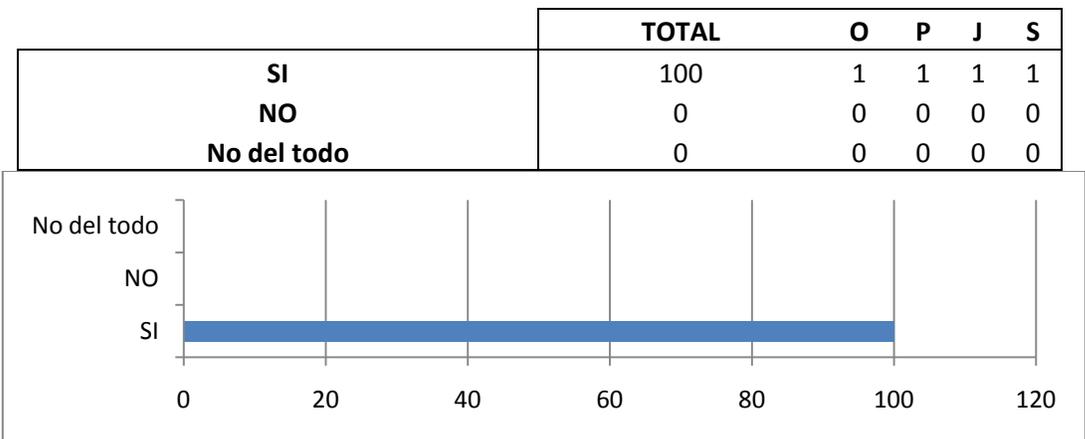
1. ¿Logro identificar edificios de la universidad EAFIT en el programa del celular?



2. ¿Le ayudo en algo tener una visión previa en 3D del lugar a donde se dirigía?



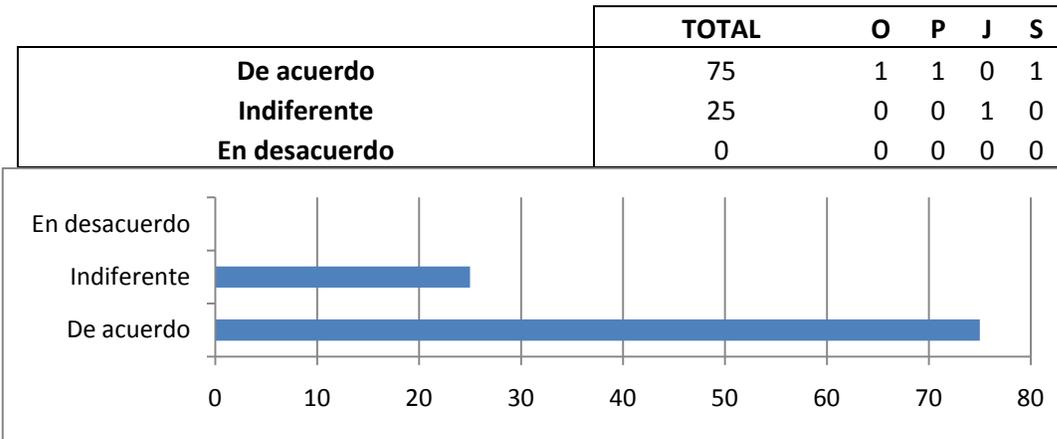
3. ¿Presta el programa las mismas funcionalidades básicas de un mapa de la universidad?



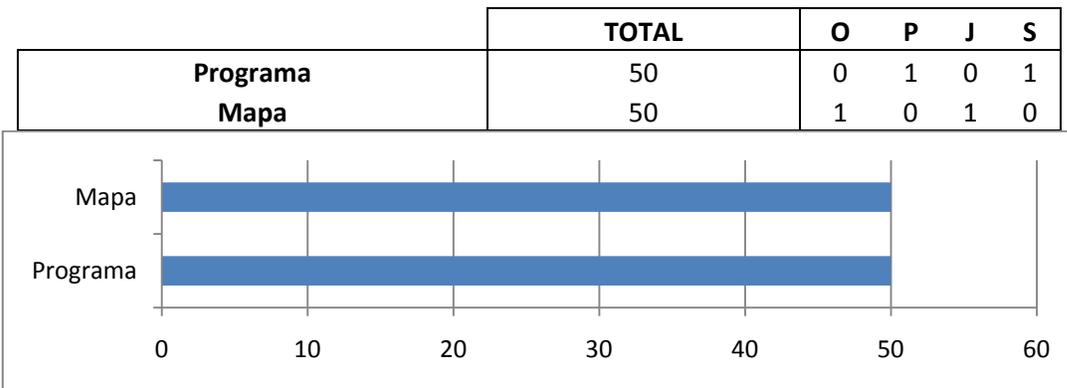
4. Si su respuesta a la anterior pregunta fue NO o No del todo, ¿podría describir el porqué?

Como todas las respuestas fueron SI, no hay resultados para esta pregunta.

5. ¿Está de acuerdo con que crear una aplicación para celulares como esta, es una solución equiparable con un mapa?



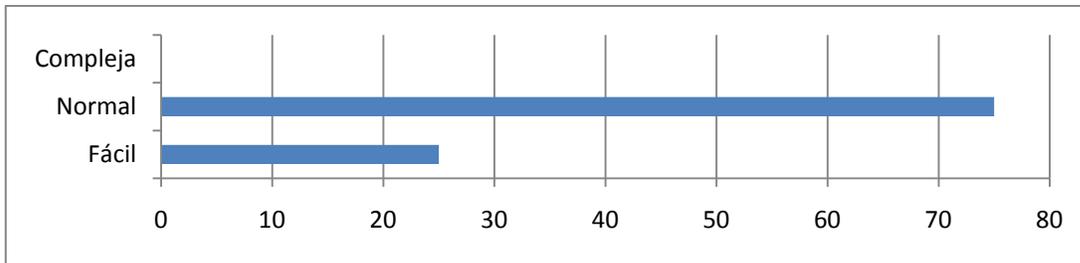
6. Si tuviera que dirigirse a un lugar desconocido y tuviera la posibilidad de escoger entre un mapa y un programa como el utilizado en esta prueba, ¿cual escogería?



Nota: Oscar opino: “Depende de saber o no manejar el programa”

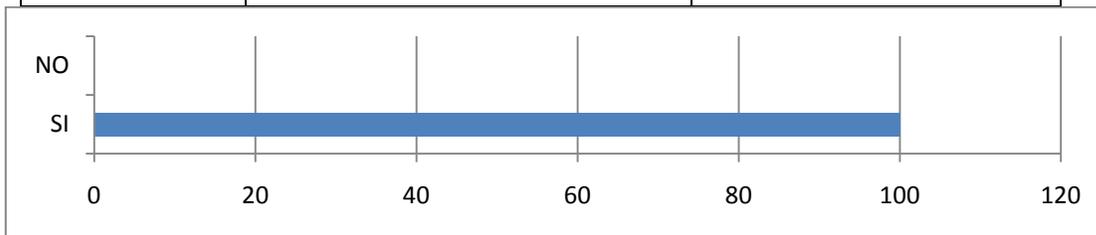
7. Después de recibir instrucciones de manejo y hacer uso del programa, ¿qué grado de complejidad de uso le otorga?

	TOTAL	O	P	J	S
Fácil	25	0	1	0	0
Normal	75	1	0	1	1
Compleja	0	0	0	0	0



8. ¿Los mecanismos de navegación ofrecidos por el programa (teclas de dirección y pantalla táctil), le parecen suficientes para recorrer el mundo virtual?

	TOTAL	O	P	J	S
SI	100	1	1	1	1
NO	0	0	0	0	0

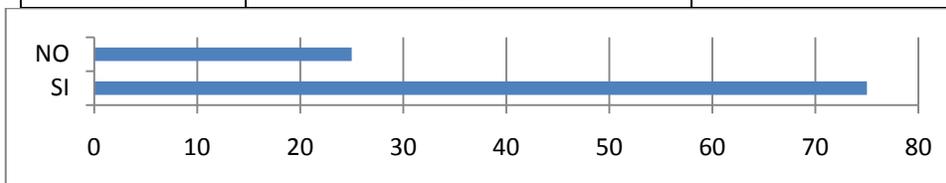


9. ¿Si la respuesta anterior fue NO, podría explicar el porqué?

Como todas las respuestas fueron SI, no hay resultados para esta pregunta.

10. ¿Le cambiaría o agregaría algo al programa?

	TOTAL	O	P	J	S
SI	75	1	1	1	0
NO	25	0	0	0	1



11. ¿Si la respuesta fue si a la anterior pregunta, podría especificar los cambios?

- Oscar: “Si yo solo sé el nombre como “laboratorio de mecánica” y no el numero del bloque, es difícil.”
- Pablo: “En el mapa cuando uno señala un bloque, deberían de aparecer el titulo de las cosas que hay en ese bloque.”
- Johan: “Le agregaría un buscador alfabético de dependencias de la universidad.”

15.2 Resultados obtenidos

A continuación se listan los logros obtenidos en el experimento.

- El 100% de los usuarios logran identificar edificios reales del campus universitario de EAFIT dentro de la escena 3D.
- Al 100% de los usuarios les ayudo tener una visión previa en 3D del lugar donde se dirigían.
- El 100% de los usuarios opina que la aplicación presta las mismas funcionalidades básicas de un mapa de la universidad.
- El 75% de los usuarios está de acuerdo con que una aplicación para celulares como esta es una solución equiparable con un mapa.
- El 50% de los usuarios escogerían utilizar la aplicación para celulares para guiarse en un lugar desconocido.
- El 75% de los usuarios opina que el grado de complejidad de uso de la aplicación es "Normal".
- El 100% de los usuarios están satisfechos con los mecanismos de navegación ofrecidos por el programa.
- El 75% de los usuarios cambiarían o agregarían algo a la aplicación
- Se logro crear una solución enfocada a cuidar el medio ambiente.

De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que la aplicación, además de cumplir con sus objetivos técnicos, satisface en un alto porcentaje a los usuarios finales.

Después de ver las respuestas de la última pregunta, se evidencia que se hace necesario (como trabajo futuro), crear un buscador alfabético de las dependencias de la universidad.

16 Conclusiones

El fácil acceso a nuevas tecnologías nos permitió crear una aplicación que presta la misma funcionalidad de un mapa impreso del campus universitario y adicionalmente tener funcionalidades como uso del GPS interno provisto por algunos celulares para la navegación dentro del mundo virtual.

Haciendo uso de dispositivos de pantalla táctil se logro una mejor interacción del usuario con el mundo virtual. Así mismo, para lograr una mejor inmersión en el mundo virtual se implementaron características como colisiones de objetos 3D, reconocimiento de puntos específicos dentro del mundo virtual y algoritmos para optimizar la aplicación y lograr mayor cantidad de frames per second (FPS).

Aunque el proyecto fue terminado con éxito y se cumplieron todos los objetivos, las herramientas utilizadas para el desarrollo presentan una serie de problemas que listo a continuación, los cuales deben ser tenidos en cuenta para futuros desarrollos.

La fidelidad con que el emulador emula los celulares en que se correrá la aplicación no es muy alta, lo cual implica que algunos errores de programación solo serán percibidos cuando se ejecute la aplicación en el celular deseado. Algunos de estos errores son ajenos al programador (precisión numérica, disponibilidad de memoria, entre otros). Por tanto, no basta realizar el desarrollo haciendo uso de los emuladores, se debe tener a disposición el celular en donde se ejecutará la aplicación.

El plugin "H3T exporter" tiene algunas limitaciones tales como: no permite visualizar correctamente como se verán las texturas de los objetos 3D en el celular. No exporta de manera estándar los Sprites3D al formato M3G.

Para realizar un desarrollo a nivel empresarial se debe tener muy encuentra las limitaciones que tiene el plugin "H3T exporter" tanto para la creación de la escena 3D en 3DS Max 2010 como para exportar el archivo al formato M3G.

Dada las limitaciones de hardware de los celulares y las diferentes implementaciones de la JVM en los celulares, no se puede utilizar la filosofía de Java (Write once, run anywhere) en dispositivos móviles.

La falta de tutoriales o guías para niveles intermedios o avanzados en el área de 3D para dispositivos móviles dificulta el proceso de desarrollo.

17 Trabajo Futuro

17.1 Puntos de interés del usuario

Estos puntos de interés funcionarían de forma similar a como lo hacen los actuales puntos de interés, sin embargo estarían definidos por el usuario y tendrían asociada información tal como: posición virtual, posición real (latitud y longitud), datos de un contacto, entre otros.

17.2 Buscador alfabético de dependencias de la Universidad EAFIT

Como lo evidencio el experimento realizado en este trabajo, se hace necesario crear una interfaz de usuario que permita hacer búsquedas de dependencias de la universidad. Cuando se seleccione una de las dependencias, se puede mostrar las opciones de trasladar al usuario a la dependencia seleccionada o mostrar la flecha guía hasta el punto en cuestión.

17.3 Adición de la librería LWUIT

Para mejor interacción con el usuario, se puede agregar la librería grafica para j2me LWUIT, la cual además de brindar portabilidad permite desarrollar interfaces de usuario mas amigables, fáciles y acertadas para este tipo de aplicaciones.

17.4 Aplicación multiusuario

Desarrollar un modulo que permita le permita a la aplicación conectarse con un servidor remoto, para así lograr que uno o más usuarios puedan encontrarse e interactuar dentro del mundo virtual.

17.5 Principios Físicos (Gravedad)

Siendo consientes de las limitaciones de hardware, implementar algoritmos que permitan hacer uso de la gravedad dentro del mundo virtual.

Logrando esto, el modelo 3D puede evolucionar y permitirá hacer uso de rampas, escalones, elevadores, entre otros.

18 Bibliografía

- Universidad EAFIT, Manual de Reglamento Estudiantil, 2009.
- Kelly L. Murdock, 3ds Max 2009 Bible, Wiley, 2008-08-11, ISBN 0470381302
- Universidad EAFIT, materias: Computación Grafica, Computación móvil.
- John W. Muchow , Core J2ME Technology, Dec 21- 2001
- Sony Ericsson Developer World, (M3G, papers y tutoriales).
http://developer.sonyericsson.com/site/global/home/p_home.jsp

- M3G Toolkit.
<http://www.mascotcapsule.com>
- Emulator N97 series 60.
<http://www.forum.nokia.com>
- LG cookie emulator.
<http://developer.lgmobile.com>