

Desarrollo de un interfaz inmersivo para un simulador de conducción de automóviles



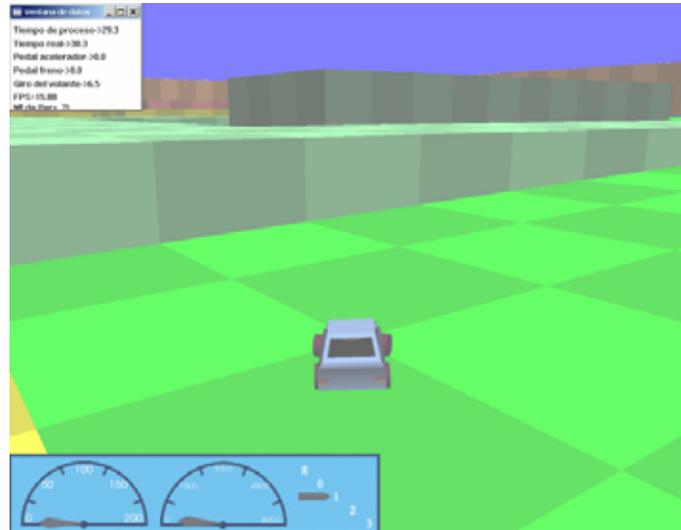
Alberto Luaces Fernández
Escola Politécnica Superior Ferrol
Universidade da Coruña
17 Enero 2006

Introducción

- ❑ Proyecto del Laboratorio de Ingeniería Mecánica de simulación del comportamiento dinámico de un vehículo automóvil; comportamiento y aplicación de los sistemas multicuerpo.
- ❑ Predicción de comportamiento del sistema en entornos reales.
- ❑ Instrumento de adiestramiento de personal.

Antecedentes

- ❑ Proyecto ya existente; entorno puramente geométrico.



Objetivos

- ❑ Mejora del modelo del vehículo.
- ❑ Uso de diversas técnicas para aumentar el grado de realismo e inmersión del usuario.

Índice

- Geometría de masas discreta
- Fuerzas aerodinámicas sobre el chasis
- Grabación y reproducción de maniobras
- Simulación inmersiva
- Integración en un entorno real

1 – Geometría de masas discreta

Problema:

- ❑ La simulación dinámica requiere conocer las características físicas (masa, centro de gravedad, tensor de inercia) de los elementos del sistema multicuerpo.
- ❑ En piezas complejas, como los cubos de las ruedas no es factible realizar el cálculo mediante métodos analíticos.

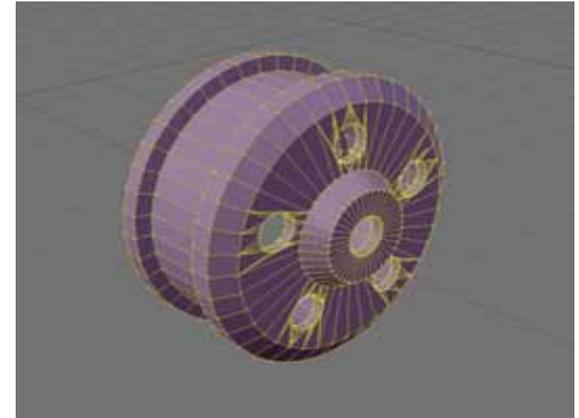
Discretización y utilización de piezas reales en la simulación

- ❑ A partir de planos (abaratamiento de costes)
- ❑ A partir de elementos de los que se dispone (eliminación de ensayos de caracterización física)

1 – Geometría de masas discreta

Modelado en un programa 3D

- ❑ Obtención de mallas de triángulos
- ❑ Control sobre la “densidad” de la malla



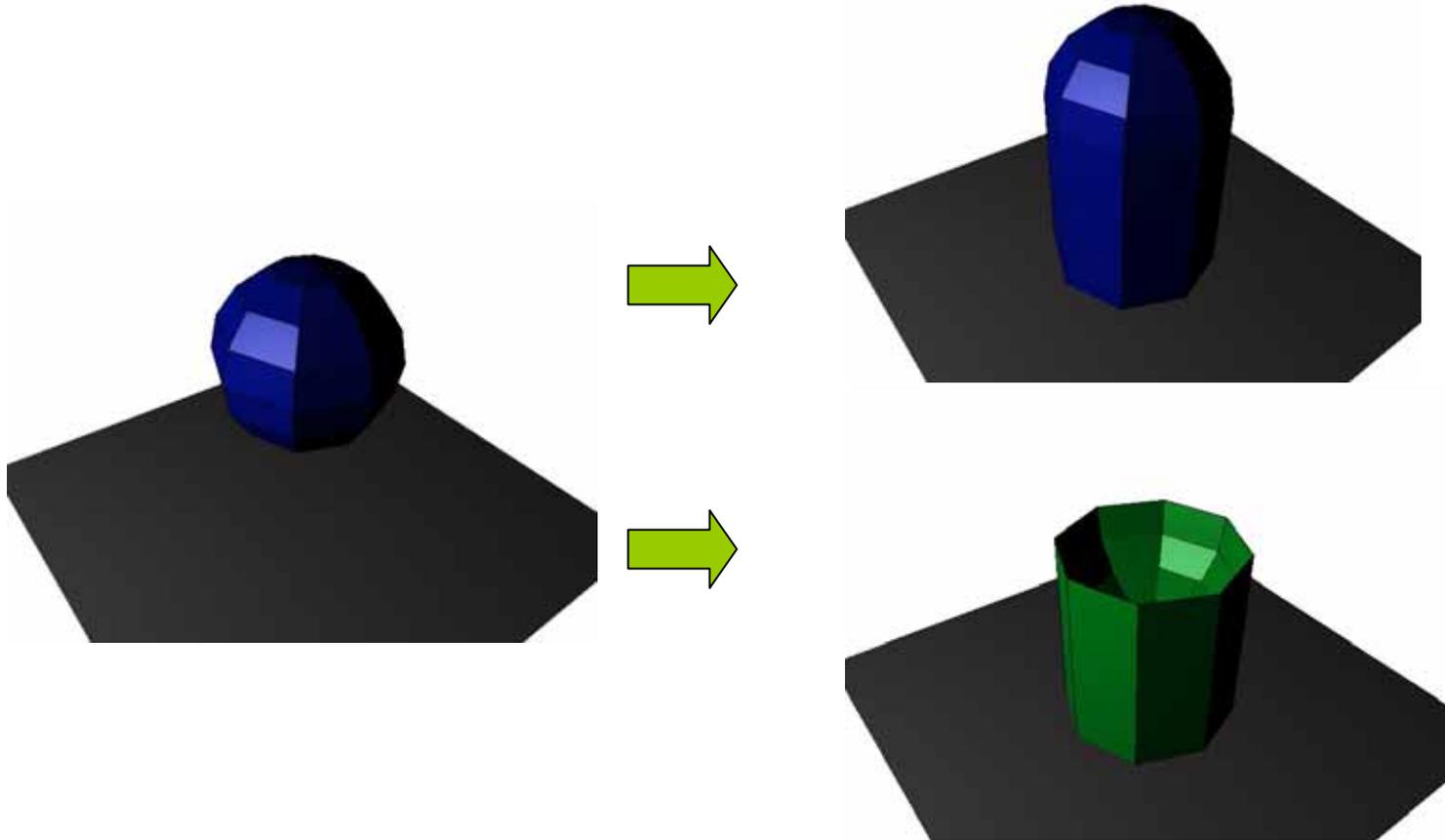
Datos de entrada al programa de cálculo:

- ❑ Geometría
- ❑ Densidad del material (supuesta homogénea en todo el volumen)

Requerimientos de la geometría

- ❑ Se requiere que la malla defina un volumen cerrado.

1 – Geometría de masas discreta



2 – Fuerzas aerodinámicas sobre el chasis

- La influencia física de los factores externos mejora el modelo dinámico.
- Cálculo aproximado de la repercusión de las fuerzas aerodinámicas sobre el chasis del vehículo.

2 – Fuerzas aerodinámicas sobre el chasis

Fuerzas aerodinámicas

- Movimiento relativo del aire con respecto al vehículo durante el movimiento.
- Dirección arbitraria del viento durante la simulación.

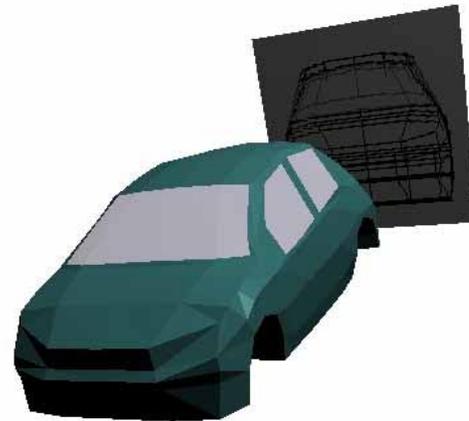
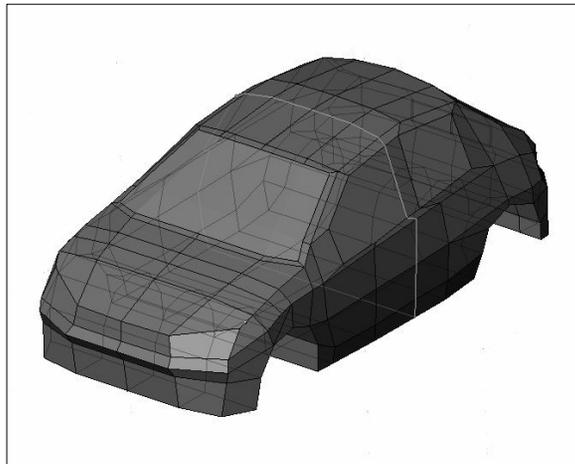
Se emplea la expresión

$$F = c_v \cdot A \cdot v^2$$

2 – Fuerzas aerodinámicas sobre el chasis

Área proyectada

Las aristas del contorno se proyectan sobre el plano perpendicular al avance, obtención del área



3 – Grabación y reproducción de maniobras

- Necesidad de una función de registro y representación de maniobras
 - La interactividad con el usuario impide reproducir exactamente una maniobra cualquiera.
 - Cálculo de parámetros físicos derivados de la simulación (aceleraciones, velocidades, tensiones...)
 - Registro de valores para inspección.
 - Depuración interna del programa ante errores difícilmente reproducibles.

3 – Grabación y reproducción de maniobras3

- ❑ Para replicar la maniobra basta con registrar el comportamiento del usuario ante los controles en cada instante.



- Interfaz de marcha/paro y de grabación/reproducción.
- Registro de las posiciones de volante y pedales en cada instante.
- Durante la reproducción, conductor “virtual”, que suministra las entradas al simulador según los datos anteriormente registrados.

4 – Simulación inmersiva

- ❑ Existen métodos adicionales para incrementar el realismo a parte de los meramente físicos.
- ❑ Uno de ellos es el desarrollo de la visión subjetiva:
 - Ilusión de profundidad (estereoscopía).
 - Ilusión de orientación.

Solución:

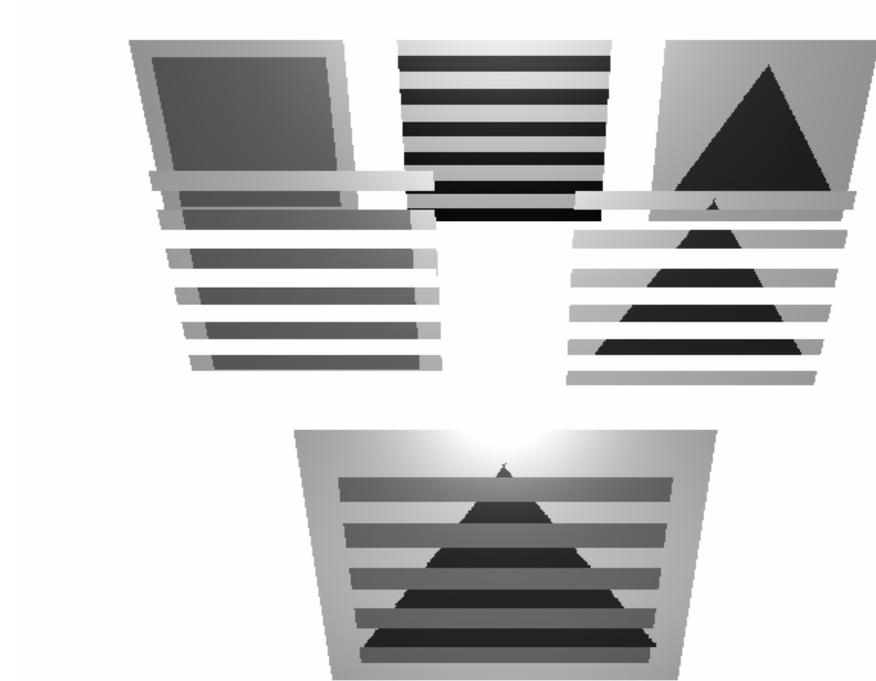
- Gafas estereoscópicas.
- Sensor de posición y orientación.

4 – Simulación inmersiva

□ Ilusión de profundidad

- Suministrar a cada ojo la información que, por su posición, debería de ver.
- Comportamiento de las gafas estereoscópicas como un sistema de monitores duales.
- Transmisión de ambas imágenes a las gafas por ciclo (imágenes entrelazadas en una única imagen).

4 – Simulación inmersiva



Imágenes entrelazadas

4 – Simulación inmersiva

- ❑ Las gafas decodifican la imagen enviada y dibujan la imagen correspondiente para cada ojo.

- ❑ Desventajas:
 - La resolución de la imagen disminuye en un 50%
 - Requiere que se dibuje dos veces la escena para cada instante.

- ❑ Ventajas:
 - Sensación de profundidad y respuesta a los movimientos del usuario.
 - La representación del entorno no es muy costosa en tiempo de CPU con relación al cálculo dinámico.

4 – Simulación inmersiva



Desarrollo de un interfaz inmersivo para
un simulador de conducción de
automóviles - E.P.S. Ferrol

4 – Simulación inmersiva

- Sensor de posición y orientación
 - Sencillo dispositivo para pequeños rangos de posición y orientación
 - Consta de
 - Unidad central
 - Generador de campo magnético
 - Sensor
 - Cables, software

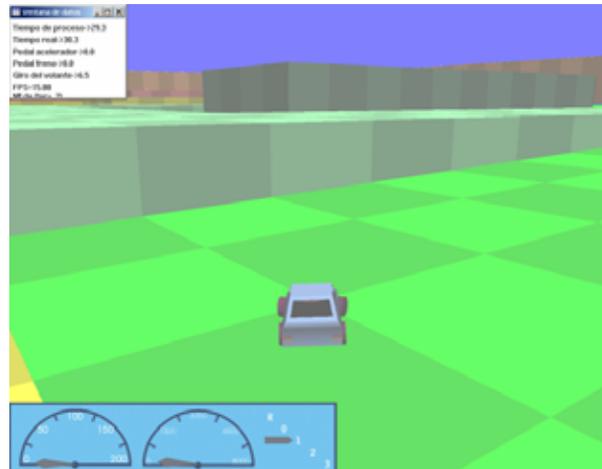


4 – Simulación inmersiva

- Interacción del simulador con sensor mediante librería de C++
 - Inicialización y reconocimiento del dispositivo.
 - Selección del formato y unidades de los datos a recibir (sistema métrico, matriz de orientación).
 - Establecimiento de la memoria del programa donde se vuelcan los datos.
 - Lectura de los datos recibidos en la memoria durante la simulación.

5 – Integración con el entorno

- Sistema de partida: entorno geométrico
 - Cuadrículas de 8x8m.
 - Vector normal que define la orientación de la superficie de la cuadrícula.
 - Información estética (color).



5 – Integración con el entorno

□ Ventajas:

- Sencillez.
- Detección inmediata del contacto con el suelo.

□ Desventajas:

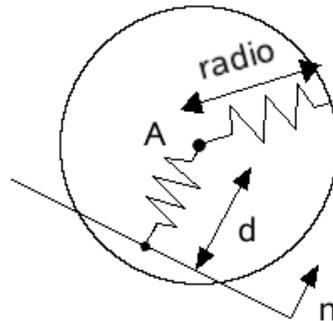
- Difícil de adaptar a geometría “real”.
- Sólo se puede incrementar el detalle de toda la malla a la vez; se incurre en penalizaciones de eficiencia y rendimiento.
- No pueden existir superficies situadas unas sobre otras (puente).

5 – Integración con el entorno

- Modelización mediante mallas de triángulos:
 - Generalidad: Se puede representar cualquier tipo de entorno.
 - Independencia: Cualquier otro modelo de escenario puede ser expresado fácilmente como malla poligonal.
 - Permite incrementar el detalle únicamente en las zonas que lo requieran.
 - Admite la existencia de superficies superpuestas.
 - La detección de colisión no es evidente.

5 – Integración con el entorno

- Interacción neumático – entorno (I):
 - Búsqueda de polígonos lo suficientemente cercanos como para existir contacto con las ruedas.
 - Cálculo del punto de intersección entre la rueda y el plano.



5 – Integración con el entorno

- Interacción neumático – entorno (II)
 - Cálculo de la fuerza de reacción del neumático con base en la compresión obtenida en el apartado anterior. (En dirección perpendicular al suelo)

$$F = k_{radial} \cdot (radio - d)$$

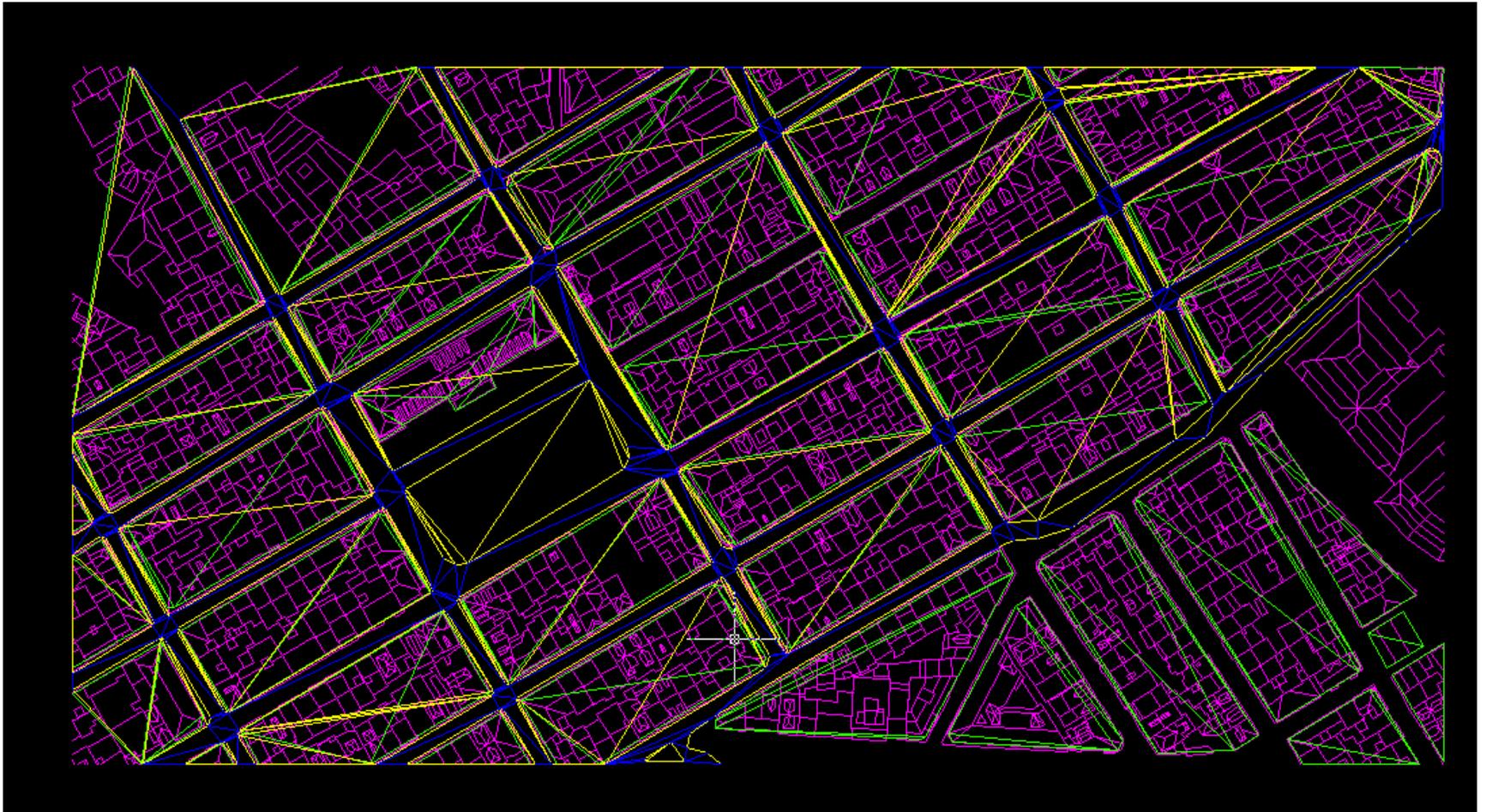
- Carácter acumulativo de las fuerzas.
- Cálculo de las fuerzas transversales al neumático.

5 – Integración con el entorno

□ Modelo de entorno:

- Barrio de *A Magdalena* de Ferrol.
- Datos topográficos 3D cedidos por el Excmo. Ayuntamiento de Ferrol en formato *DWG* de AutoCAD.
- Información urbanística completa.
- Sólo se necesita las cotas de calzada, aceras y plantas de edificios.

5 – Integración con el entorno



5 – Integración con el entorno

- Preproceso de la información en AutoCAD
 - Generación de contornos.
 - Triangularización de los contornos.
 - Exportación de los datos en formato *DXF*.

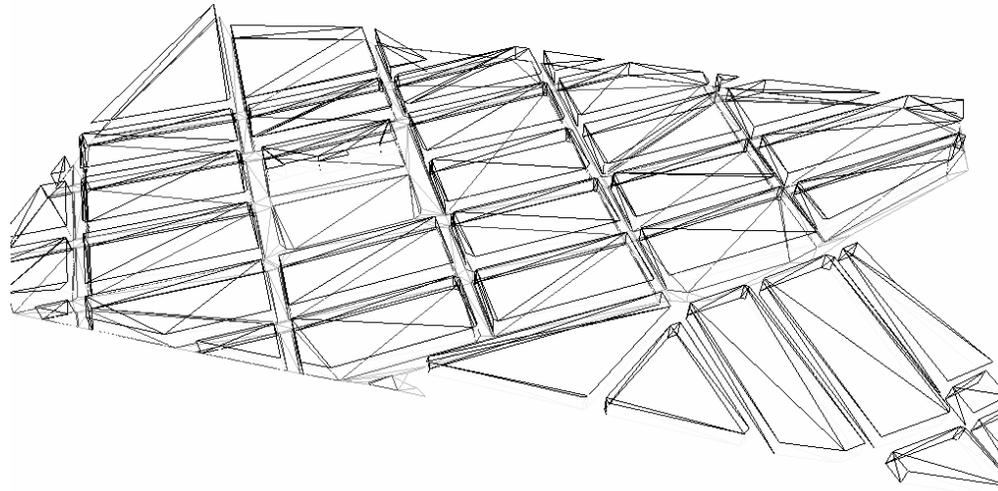
- El simulador recibe el fichero *DXF*:
 - Conjuntos de segmentos desagrupados y ordenados por capas.

5 – Integración con el entorno

- Proceso de la información en el simulador
 - Para cada capa (calzada, aceras, edificios) el programa encuentra las caras triangulares formadas por los segmentos.
 - Determina cuáles de estos segmentos definen contornos cerrados de manzanas o edificios.

5 – Integración con el entorno

- Generación de bloques por extrusión
 - Caso especial de aceras y edificios.
 - Se extruden los edificios verticalmente y se crean las caras laterales de fachada correspondientes.



5 – Integración con el entorno

□ Aplicación de texturas

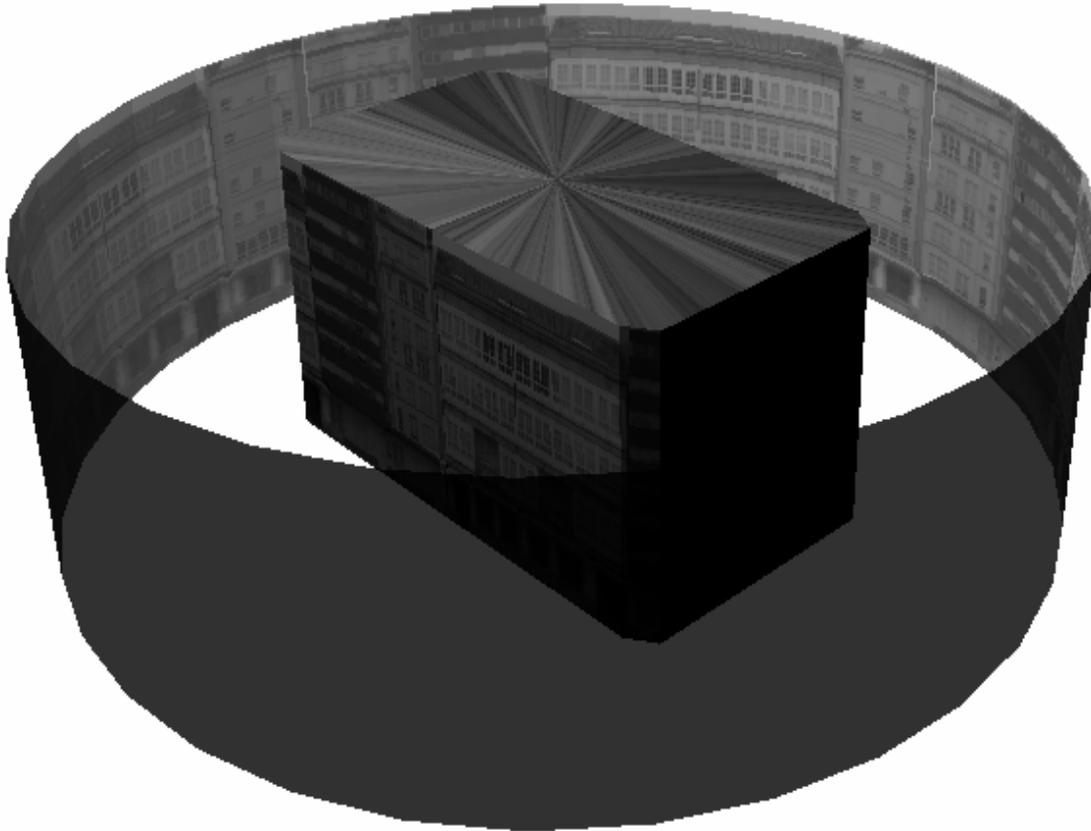
- Aporte de realismo y autenticidad.
- Toma de fotografías del barrio.
- No exhaustivo, únicamente representativo.
- Automatización del cálculo de las coordenadas de proyección mediante un desarrollo cilíndrico.

5 – Integración con el entorno

□ Proyección de texturas:

- Asignar a cada vértice 3D las coordenadas de la imagen que le corresponda. Las coordenadas de textura del resto de puntos del polígono se interpolan.

5 – Integración con el entorno



Conclusión

- ❑ Introducción de nuevos factores físicos en el simulador.
- ❑ Se ha aumentado la sensación de movimiento.
- ❑ Prueba del modelo en escenario real.