

## Capitolo 9°

### Città Virtuali 3D

### Città Virtuali 3D

- 9.1 – Introduzione
- 9.2 – CityGML
- 9.3 – Google Earth
- 9.4 – Virtual Earth
- 9.5 – Conclusioni

### 9.1 - Introduzione

- Visualizzazione della città a 3D
- Nuovi progetti coprendo la terra
  - Google Earth
  - Virtual Earth della Microsoft
- Visione globale e ricerca locale
- Integrazione dati provenienti da fonti molteplici

### Componenti

- Modellazione degli edifici
- Modellazione dei terreni
- Modellazione degli oggetti urbani

## Berlino



## Heidelberg

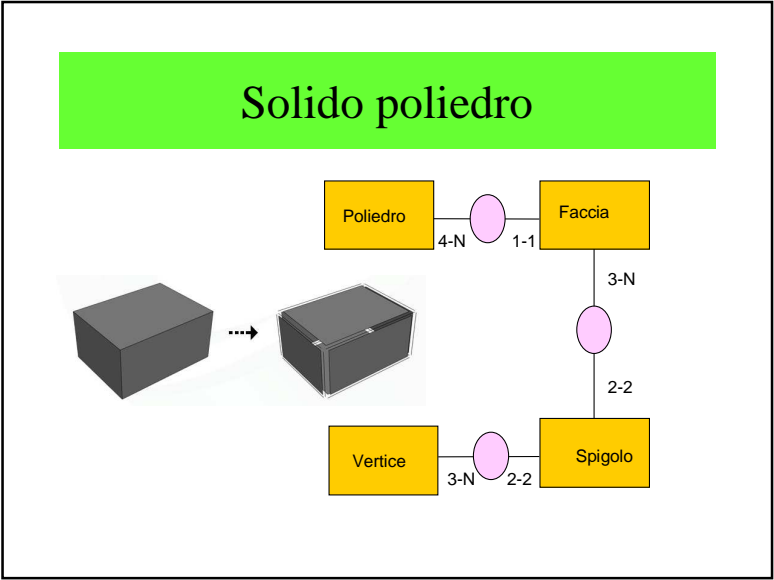
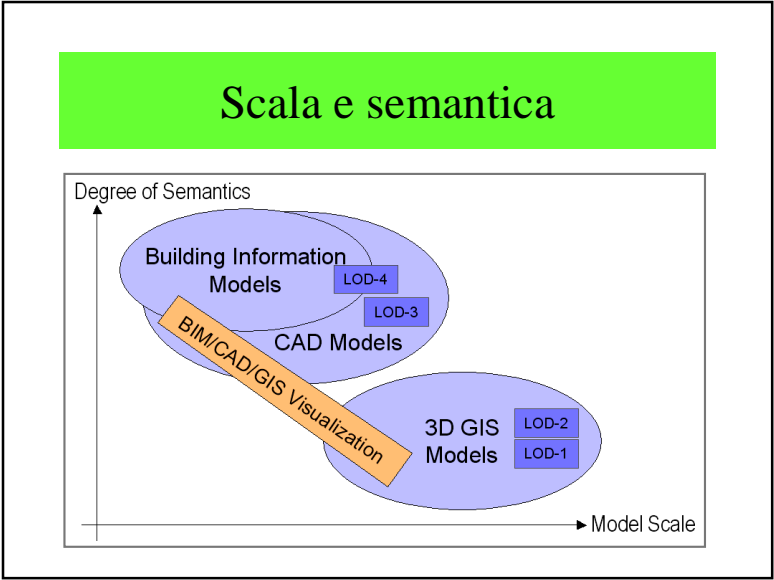


## Applicazioni potenziali

- Simulazione del rumore urbano, dell'inquinamento dell'aria
- Simulazione delle inondazioni
- Simulazione dei rischi naturali e tecnologici
- Paragonare le altezze dei fabbricati con le altezze legali
- Impatto visuale di un nuovo progetto
- Verifica delle dichiarazioni per le tasse locali
- ecc

## Altre applicazioni

- Geomarketing: impatto visuale della pubblicità
- Agenzie immobiliari: dare un'idea agli acquirenti della vicinanza
- Turismo: monumenti e luoghi da visitare
- Telefono mobile: localizzazione delle antenne (intervisibilità)
- Pannelli solari: ubicazione ottimale
- Elicotteri: luoghi per atterrare
- Storia ed archeologia: modellare una città nei secoli/millenni precedenti
- ecc.



## Ricostituzione di Pompei



## Architettura maya



## Modellazione dei tetti



## Grammatiche di forme

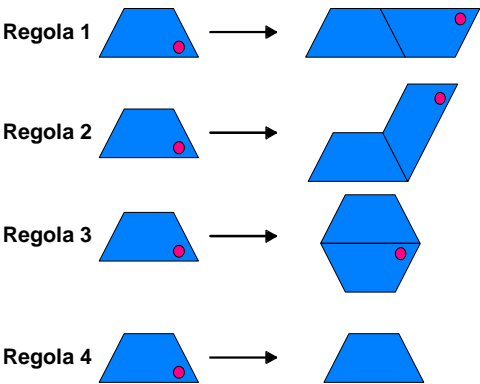
- Grammatica (insieme di regole) per descrivere le forme geometriche
- Vocabolario
  - forme terminali
  - marcatore
  - forma iniziale
- Esempio:



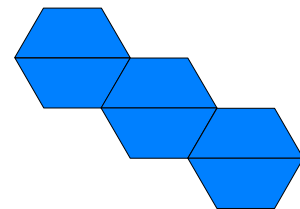
## Regole e programmi

- Regole di produzione
  - Forma A  $\longrightarrow$  Forma B
  - Forme eventualmente marcate
  - I marcatori consentono la ripetizione
- Programmi
  - Sequenza di regole
  - Codificazione

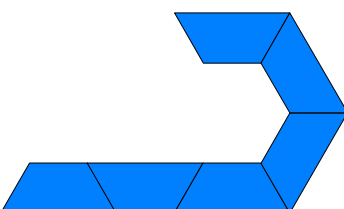
## Esempio di grammatica di forme



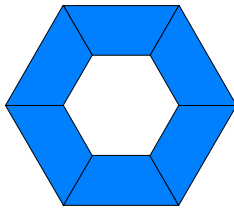
Programma: {3, 3, 3, 4}



Programma: {1, 1, 2, 2, 2, 4}

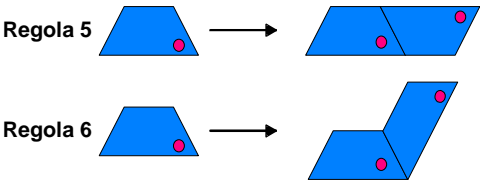


Programma: {2, 2, 2, 2, 2, 4}



Esempi di forme  
generate dalla  
grammatica  
precedente

## Altri esempi



→ Uso per la generazione dei fabbricati, ecc.

## 9.2 – CityGML

- Iniziativa tedesca
- Estensione di GML
- Scopo: città virtuali a 3D

## Oggetti di CityGML

- Terreni nudi
- Edifici, ponti, gallerie, mura
- Scave, stade, trasporti, binari, acqua, vegetazione
- Semafori, mobili urbani

## Esempi di oggetti CityGML



## Modellazione 3D dei fabbricati

**GIS: *accumulative***  
**Boundary Representation**

- Aggregation of all surfaces enclosing the object's volume

**CAD: *generative***  
**Constructive Solid Geometry**

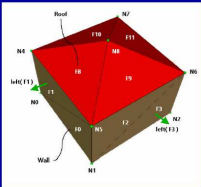
- Volumetric primitives
- Set theoretical operators for combination:  
 $\cup, \cap, \setminus$



Modello semplice

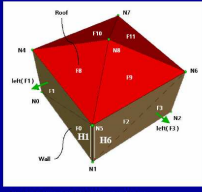
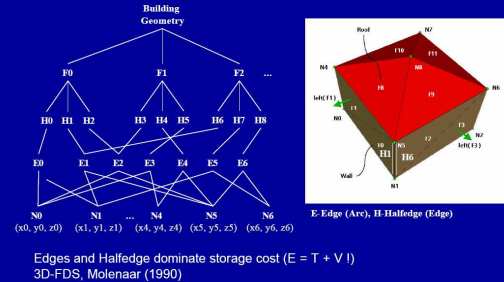
3D Data Model 1

- Define Geometry by point coordinates
- Example:  
x0 y0 z0, x1 y1 z1, x5 y5 z5, #F0  
x0 y0 z0, x5 y5 z5, x4 y4 z4, #F1  
x1 y1 z1, x6 y6 z6, x5 y5 z5, #F2
- Redundancy: Each Point coordinate is stored 6 times !!!
- Used in CityGML, Spatial DB



Modello più sofisticato

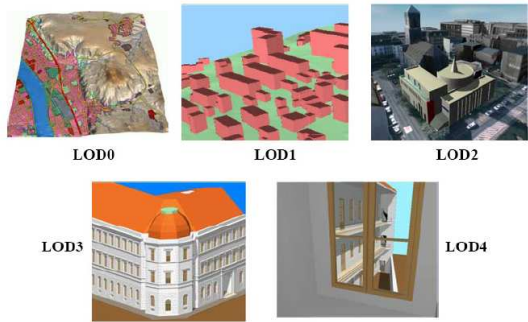
3D Data Model 2



Livelli di dettaglio

- LOD0 – Modello Regionale
  - 2.5D Modello di terreno
- LOD1 – Città/Modello del sito
  - Modello di blocco con o senza tetti
- LOD2 – Città/Modello del sito
  - Texture dei tetti e delle facciate
- LOD3 –Città/Modello del sito
  - Modello architettonico dettagliato
- LOD4 –Modello dell'interno
  - Navigazione all'interno dell'edificio

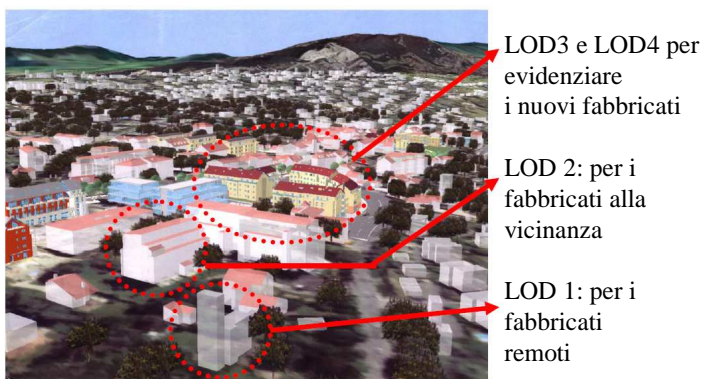
Livelli di dettaglio



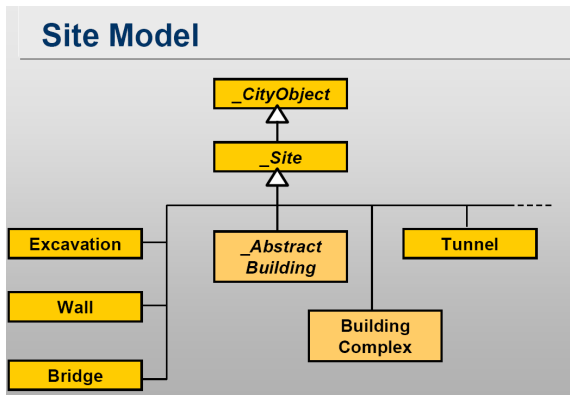
### Livelli di dettagli – esempio 1



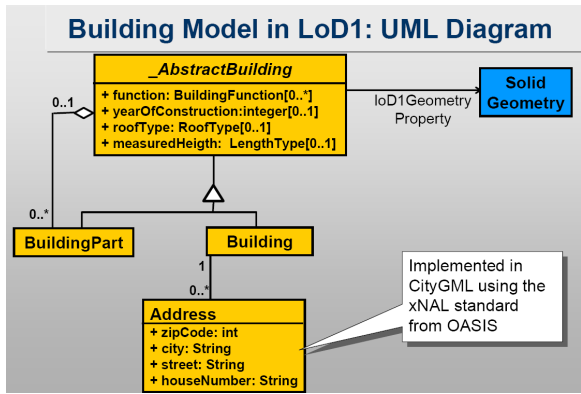
### Livelli di dettaglio – esempio 2



### Modello generale UML

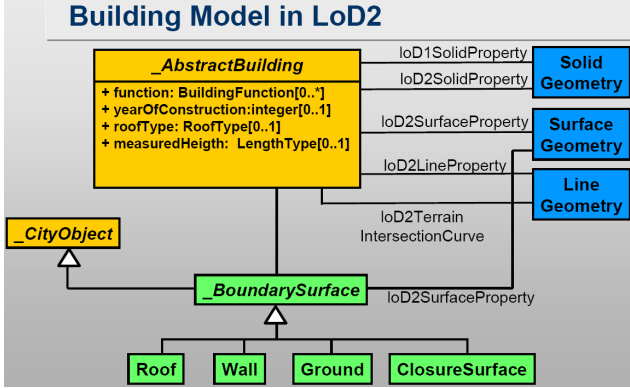


### Modello dei fabbricati – LOD 1

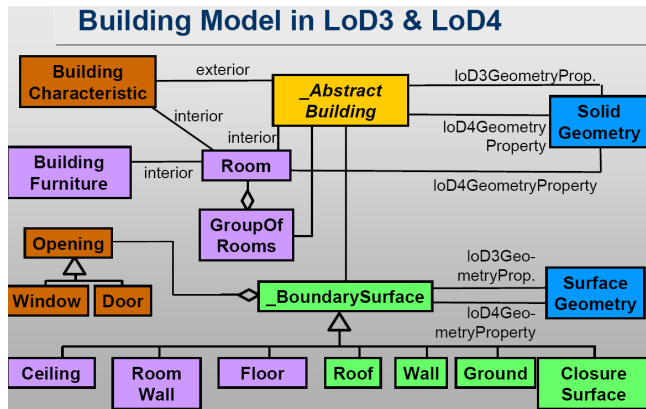




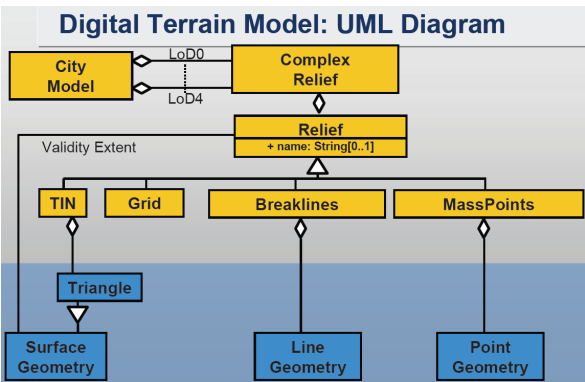
Modello dei fabbricati – LOD 2



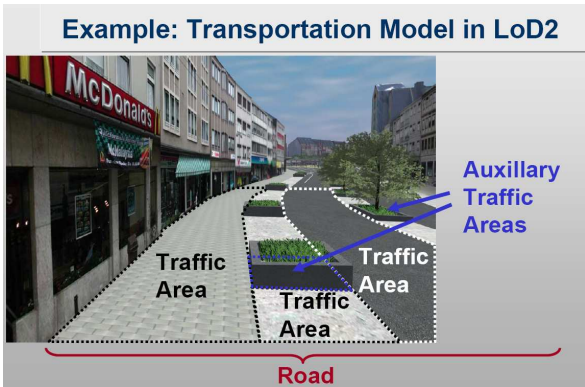
Modello dei fabbricati – LOD 3 e 4



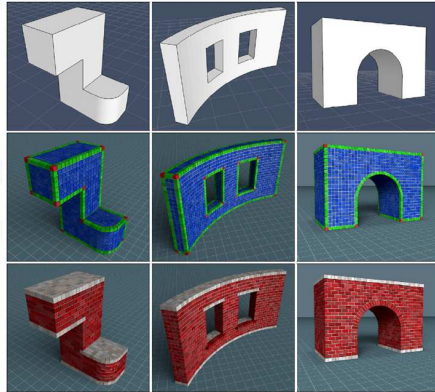
Modello di terreno



Esempio modello di trasporto



## Applicazione delle texture



## 9.3 – Google Earth

- « *Organize the world's information and make it universally accessible and useful* »
- Keyhole → Google
- Infrastruttura globale per organizzare l'informazione
- Google book search: luoghi menzionati nei libri

## Google Maps/Earth

- <http://maps.google.com/help/maps/streetview/index.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=MGfozDZDS18>
- <http://www.youtube.com/watch?v=fHkXYaRP0ls>
- <http://video.google.com/videoplay?docid=-3097896187368461444&q=%22google+earth%22&total=11996&start=0&num=10&so=0&type=search&plindex=3>

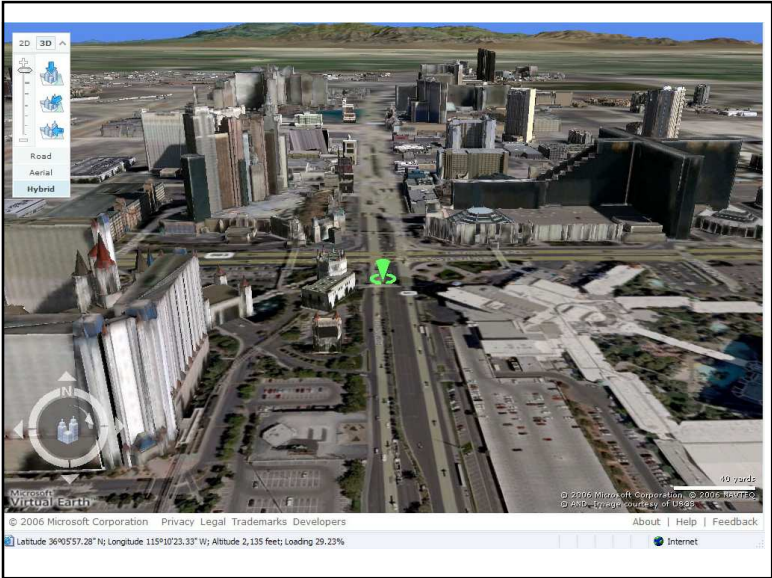
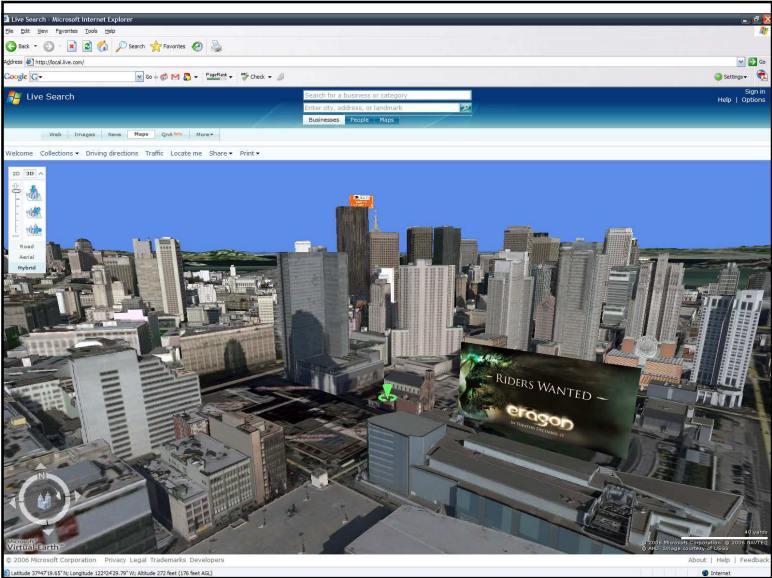


## 9.3 – Virtual Earth di Microsoft

- « *Mind-expanding* »
- Vexcel → Microsoft
- Infrastruttura globale per le applicazioni geo-referenziate
- Foto aeree con rettificazione (pixel = 15cm)
- Visione d'uccello
- Fabbricati tessiturati
- Realtà aumentata

Microsoft

- Virtual Earth:
  - <http://maps.live.com/>
  - [http://www.metacafe.com/fplayer/496241/flying\\_in\\_virtual\\_earth.swf](http://www.metacafe.com/fplayer/496241/flying_in_virtual_earth.swf)
  - [http://www.metacafe.com/watch/511066/boston\\_virtual\\_real\\_estate\\_viewing/](http://www.metacafe.com/watch/511066/boston_virtual_real_estate_viewing/)



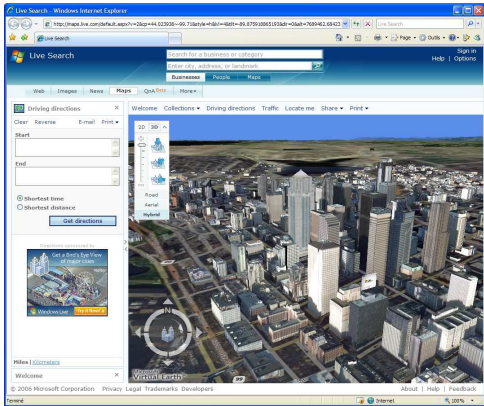
Baltimore

A screenshot of the Microsoft Live Search web interface in Internet Explorer. The main content area displays a 3D aerial view of a city skyline, likely Baltimore, with a large billboard for 'RIDERS WANTED eragon' visible. The interface includes a search bar at the top and navigation controls on the left.

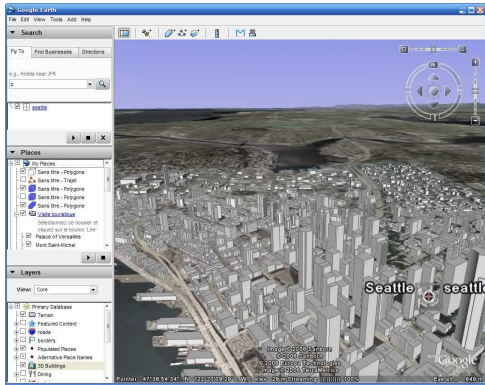
Confronto

- [http://www.metacafe.com/watch/496217/google\\_and\\_virtual\\_earth\\_city\\_by\\_city/](http://www.metacafe.com/watch/496217/google_and_virtual_earth_city_by_city/)

Seattle (Virtual Earth)



Seattle (Google Earth)

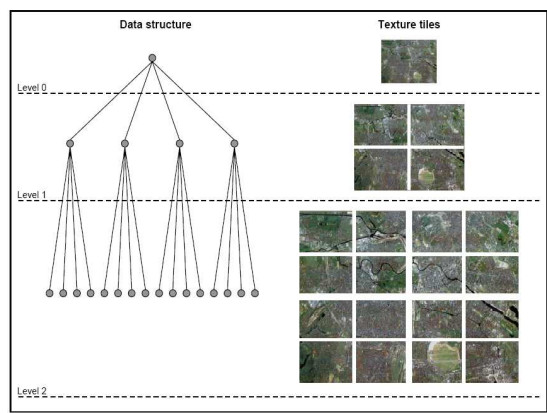


9.4 – Conclusioni

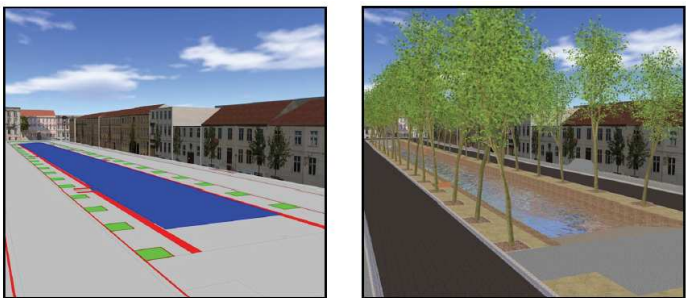
- Importanza della visualizzazione 3D
- Esistono applicazioni 3D
- CityGML
- Uso della fotogrammetria
- Ricerca del realismo



Multiresolution terrain texture



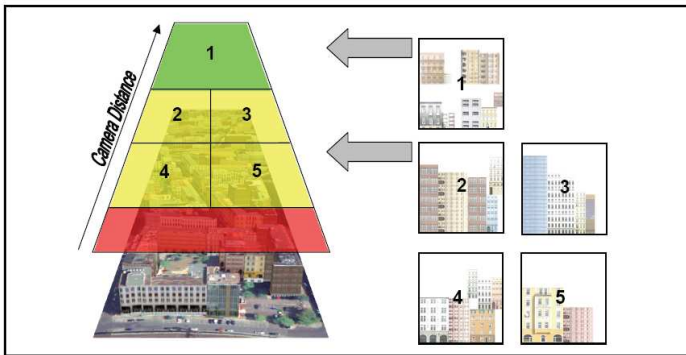
Habillage



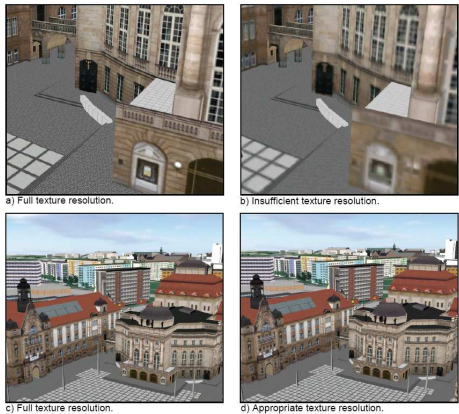
Terrain 3D City Model



Hierarchical texture atlas composition



Texture and resolution



Structure of a texture atlas tree

