

3D effects στο Stellarium

(Ανάγλυφες επιφάνειες, σύννεφα)

Ελένη Μαρία Στέα

elene.mst@gmail.com

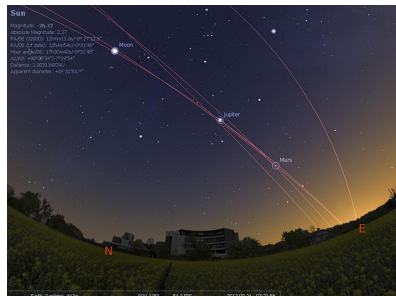


fosscomm 2012

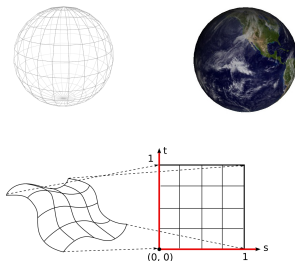
Stellarium: ένα πλανητάριο για τον υπολογιστή

Official site: <http://www.stellarium.org>

Official branch: <http://launchpad.net/stellarium>

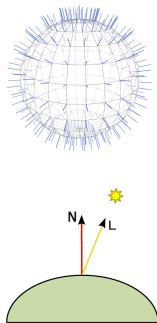


Rendering: Πώς απεικονίζονταν μέχρι τώρα οι πλανήτες



Ο κάθε πλανήτης ήταν ένα 3D ελλειψοειδές αποτελούμενο από πολύγωνα με μια εικόνα τυλιγμένη γύρω του (texture map).

Rendering: Πώς απεικονίζονταν μέχρι τώρα οι πλανήτες



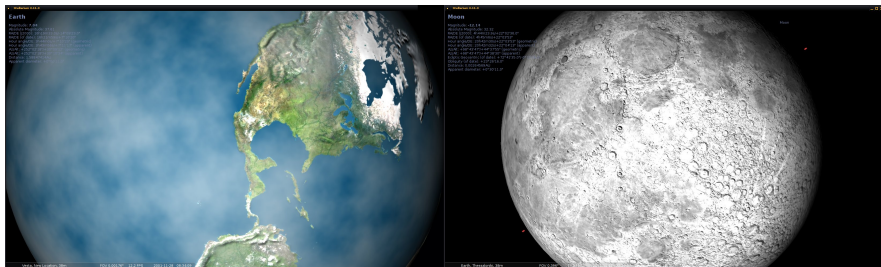
Ο κάθε πλανήτης φωτιζόταν από μια σημειακή πηγή φωτός με το μοντέλο φωτισμού του Lambert (Lambertian illumination model).

$$I = N \cdot L$$

3D effects για πιο αληθοφανές αποτέλεσμα

C++, OpenGL, GLSL

- Ανάγλυφες επιφάνειες με Bump Mapping.
- Σύννεφα με Perlin Noise.



“Ανάγλυφες” επιφάνειες με Bump Mapping

- **Στόχος:** Με τον κατάλληλο υπολογισμό φωτισμού να δώσουμε την ψευδαίσθηση ότι η επιφάνεια που φωτίζουμε είναι ανάγλυφη ενώ στην πραγματικότητα είναι λεία.
- **Πώς:** Υπολογίζουμε (για κάθε pixel) τα normals της επιφάνειας που θέλουμε να φωτίσουμε σύμφωνα με ένα heightfield που περιγράφει την επιφάνεια που θέλουμε να προσεγγίσουμε.

“Ανάγλυφες” επιφάνειες με Bump Mapping

- **Στόχος:** Με τον κατάλληλο υπολογισμό φωτισμού να δώσουμε την ψευδαίσθηση ότι η επιφάνεια που φωτίζουμε είναι ανάγλυφη ενώ στην πραγματικότητα είναι λεία.
- **Πώς;** Υπολογίζουμε (για κάθε pixel) τα normals της επιφάνειας που θέλουμε να φωτίσουμε σύμφωνα με ένα heightfield που περιγράφει την επιφάνεια που θέλουμε να προσεγγίσουμε.

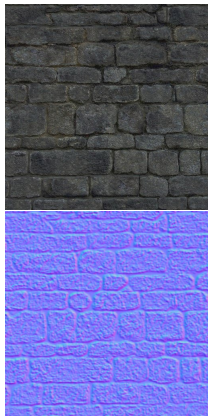
Normal mapping: η ιδέα

- Κάνουμε τους υπολογισμούς του φωτισμού σαν η επιφάνειά μας να ήταν ανάγλυφη και χρησιμοποιούμε **αντί για τα δικά της normals τα normals μιας ανάγλυφης επιφάνειας**
- Μετασχηματίζουμε τις φωτεινές πηγές στον κατάλληλο χώρο για να μπορούμε να κάνουμε σωστά τους υπολογισμούς.



Normal mapping: η ιδέα

- Κάνουμε τους υπολογισμούς του φωτισμού σαν η επιφάνειά μας να ήταν ανάγλυφη και χρησιμοποιούμε **αντί για τα δικά της normals τα normals μιας ανάγλυφης επιφάνειας**
- Μετασχηματίζουμε τις φωτεινές πηγές στον κατάλληλο χώρο για να μπορούμε να κάνουμε σωστά τους υπολογισμούς.



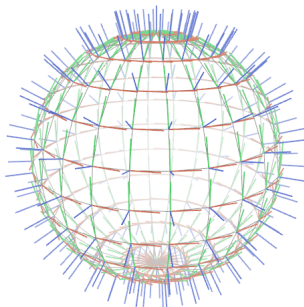
Normal mapping: το αποτέλεσμα



Normal mapping: implementation

Μετασχηματίζουμε το διάνυσμα κατεύθυνσης της κάθε φωτεινής πηγής σε tangent space (χώρος που ορίζεται από μια ορθοκανονική βάση TBN: tangent, binormal, normal)

```
mat3 tbnv = mat3(  
    tangent.x, binormal.x, normal.x,  
    tangent.y, binormal.y, normal.y,  
    tangent.z, binormal.z, normal.z);  
var_ldir = tbnv * ldir;
```

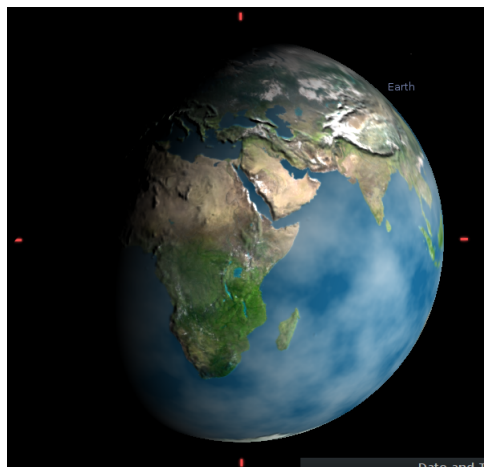


Normal mapping: demonstration

Normal map demo

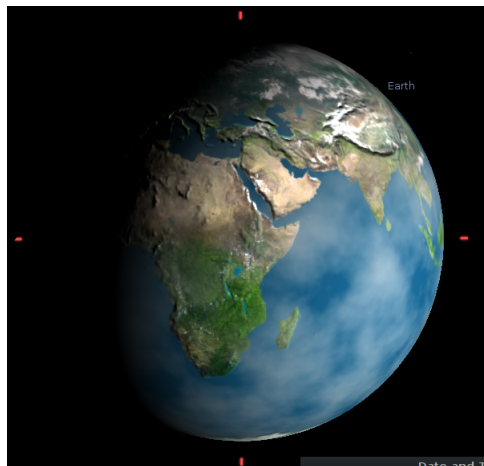
Procedural σύννεφα

- Σύννεφα που υπολογίζονται αλγοριθμικά σε πραγματικό χρόνο.
- Επιτρέπουν τον παραμετρικό έλεγχο διάφορων χαρακτηριστικών από κάποιο configuration file για κάθε πλανήτη.
- Μπορούν να έχουν animation.



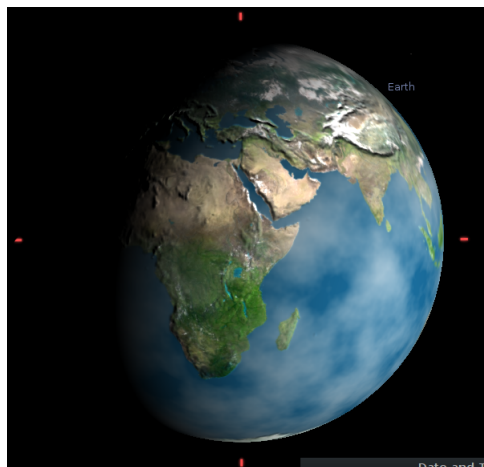
Procedural σύννεφα

- Σύννεφα που υπολογίζονται αλγοριθμικά σε πραγματικό χρόνο.
- Επιτρέπουν τον παραμετρικό έλεγχο διάφορων χαρακτηριστικών από κάποιο configuration file για κάθε πλανήτη.
- Μπορούν να έχουν animation.



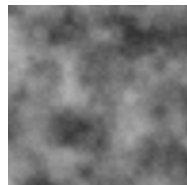
Procedural σύννεφα

- Σύννεφα που υπολογίζονται αλγοριθμικά σε πραγματικό χρόνο.
- Επιτρέπουν τον παραμετρικό έλεγχο διάφορων χαρακτηριστικών από κάποιο configuration file για κάθε πλανήτη.
- Μπορούν να έχουν animation.



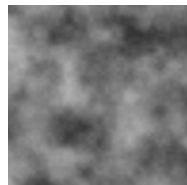
Procedural σύννεφα: η ιδέα

- Τα διάφορα φυσικά φαινόμενα (σύννεφα, νερό, φωτιά) δεν περιγράφονται από τέλεια μαθηματικά σχήματα (π.χ. γραμμές, κύκλους κ.α.)
- **Η ιδέα:** Χρήση ελεγχόμενης τυχαιότητας (noise) για την εξομοίωση τέτοιων περίπλοκων οπτικά φαινομένων.
- **Πώς:** Χρησιμοποιούμε σαν βάση ένα ψευδοτυχαίο σήμα και αθροίζουμε τις διαφορετικές συχνότητες του σήματος.



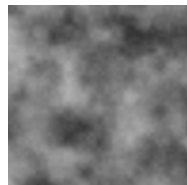
Procedural σύννεφα: η ιδέα

- Τα διάφορα φυσικά φαινόμενα (σύννεφα, νερό, φωτιά) δεν περιγράφονται από τέλεια μαθηματικά σχήματα (π.χ. γραμμές, κύκλους κ.α.)
- **Η ιδέα:** Χρήση ελεγχόμενης τυχαιότητας (noise) για την εξομοίωση τέτοιων περίπλοκων οπτικά φαινομένων.
- **Πώς:** Χρησιμοποιούμε σαν βάση ένα ψευδοτυχαίο σήμα και αθροίζουμε τις διαφορετικές συχνότητες του σήματος.



Procedural σύννεφα: η ιδέα

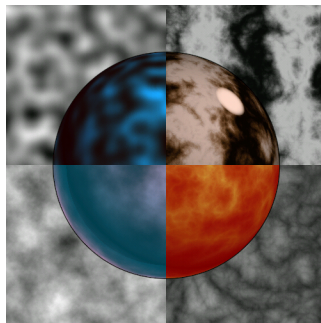
- Τα διάφορα φυσικά φαινόμενα (σύννεφα, νερό, φωτιά) δεν περιγράφονται από τέλεια μαθηματικά σχήματα (π.χ. γραμμές, κύκλους κ.α.)
- **Η ιδέα:** Χρήση ελεγχόμενης τυχαιότητας (noise) για την εξομοίωση τέτοιων περίπλοκων οπτικά φαινομένων.
- **Πώς:** Χρησιμοποιούμε σαν βάση ένα ψευδοτυχαίο σήμα και αθροίζουμε τις διαφορετικές συχνότητες του σήματος.



Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

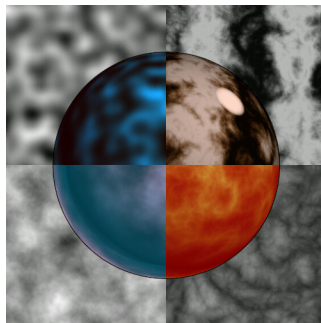
- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο $[-1, 1]$



Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

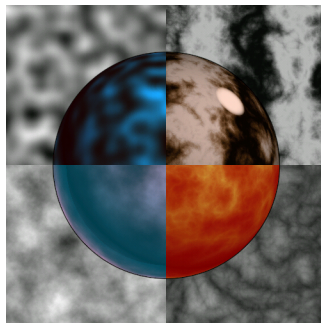
- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο $[-1, 1]$



Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

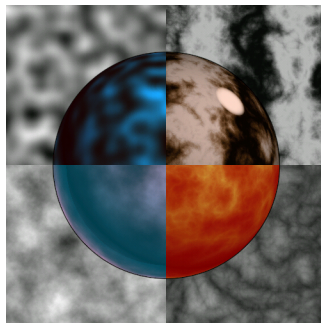
- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο $[-1, 1]$



Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο $[-1, 1]$



Procedural σύννεφα με Perlin noise: implementation

Stellarium configuration file:

```
cloud_color = 1.0, 1.0, 1.0  
cloud_density = 0.8  
cloud_scale = 6.2  
cloud_sharpness = 0.75  
cloud_vel = 0.1, 0.0, 0.0
```

- **Density:** Χρησιμοποιούμε μια εκθετική συνάρτηση σαν threshold για την πυκνότητα των συννέφων σε κάποιο σημείο
- **Scale:** παράμετρος που επηρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- **Sharpness:** παράμετρος που επηρεάζει τη μορφή της εκθετικής συνάρτησης
- **Velocity:** ταχύτητα του animation (πόσο γρήγορα κινούνται τα σύννεφα)

Procedural σύννεφα με Perlin noise: implementation

Stellarium configuration file:

```
cloud_color = 1.0, 1.0, 1.0  
cloud_density = 0.8  
cloud_scale = 6.2  
cloud_sharpness = 0.75  
cloud_vel = 0.1, 0.0, 0.0
```

- **Density:** Χρησιμοποιούμε μια εκθετική συνάρτηση σαν threshold για την πυκνότητα των συννέφων σε κάποιο σημείο
- **Scale:** παράμετρος που επηρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- **Sharpness:** παράμετρος που επηρεάζει τη μορφή της εκθετικής συνάρτησης
- **Velocity:** ταχύτητα του animation (πόσο γρήγορα κινούνται τα σύννεφα)

Procedural σύννεφα με Perlin noise: implementation

Stellarium configuration file:

```
cloud_color = 1.0, 1.0, 1.0  
cloud_density = 0.8  
cloud_scale = 6.2  
cloud_sharpness = 0.75  
cloud_vel = 0.1, 0.0, 0.0
```

- **Density:** Χρησιμοποιούμε μια εκθετική συνάρτηση σαν threshold για την πυκνότητα των συννέφων σε κάποιο σημείο
- **Scale:** παράμετρος που επηρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- **Sharpness:** παράμετρος που επηρεάζει τη μορφή της εκθετικής συνάρτησης
- **Velocity:** ταχύτητα του animation (πόσο γρήγορα κινούνται τα σύννεφα)

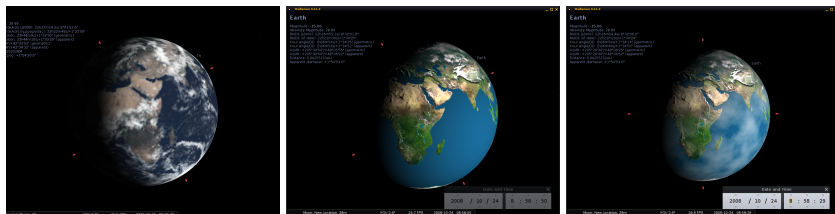
Procedural σύννεφα με Perlin noise: implementation

Stellarium configuration file:

```
cloud_color = 1.0, 1.0, 1.0  
cloud_density = 0.8  
cloud_scale = 6.2  
cloud_sharpness = 0.75  
cloud_vel = 0.1, 0.0, 0.0
```

- **Density:** Χρησιμοποιούμε μια εκθετική συνάρτηση σαν threshold για την πυκνότητα των συννέφων σε κάποιο σημείο
- **Scale:** παράμετρος που επηρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- **Sharpness:** παράμετρος που επηρεάζει τη μορφή της εκθετικής συνάρτησης
- **Velocity:** ταχύτητα του animation (πόσο γρήγορα κινούνται τα σύννεφα)

Το Stellarium πριν και μετά τις αλλαγές



Stellarium demo

Demonstration

Stellarium code (official branch): `bzr branch lp:stellarium`

Ευχαριστώ πολύ!!
Ερωτήσεις;