

# 3D effects στο Stellarium

## (Ανάγλυφες επιφάνειες, σύννεφα)

Ελένη Μαρία Στέα  
elene.mst@gmail.com



foscomm 2012

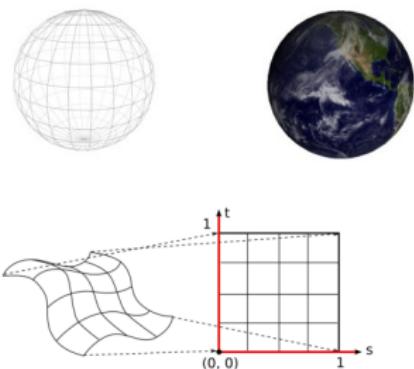
# Stellarium: ένα πλανητάριο για τον υπολογιστή

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

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

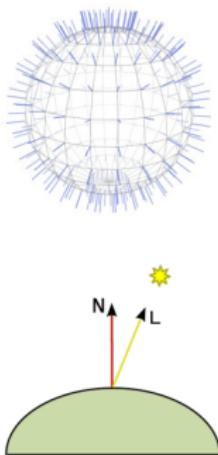


# Rendering: Πώς απεικονίζονταν μέχρι τώρα οι πλανήτες



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



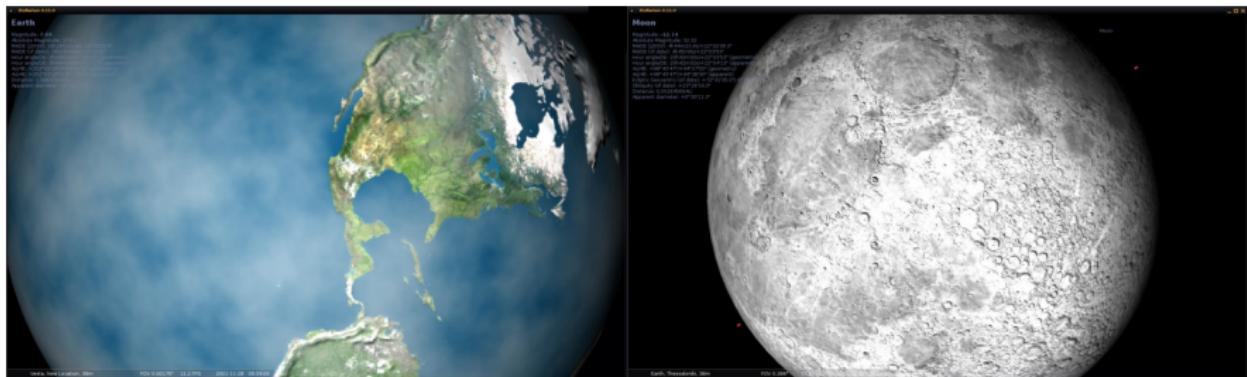
$$I = N \cdot L$$

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

# 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.



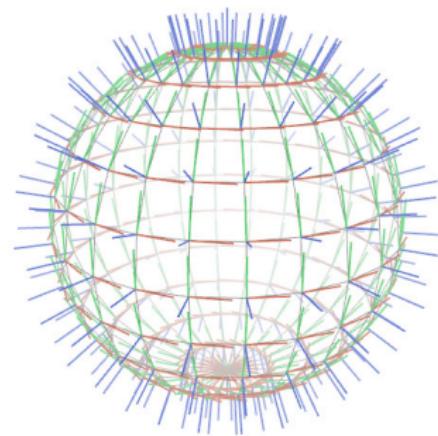
## Normal mapping: το αποτέλεσμα



# 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;
```

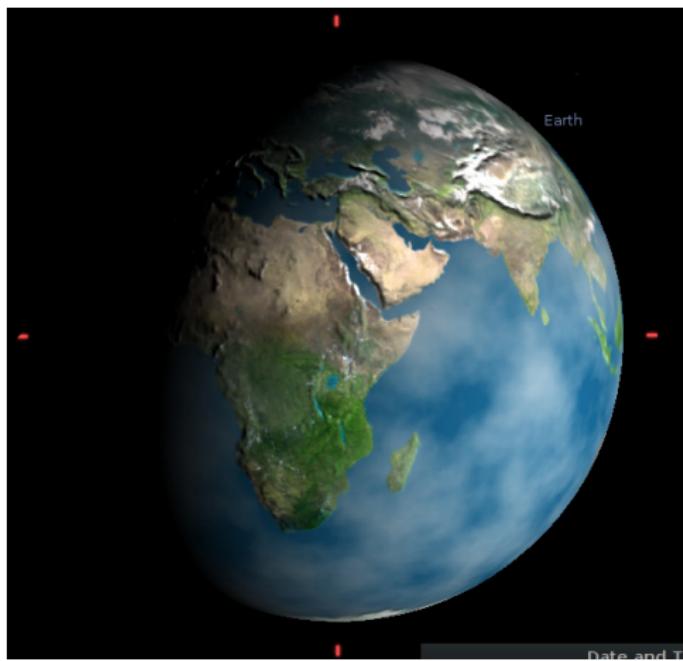


# Normal mapping: demonstration

Normal map demo

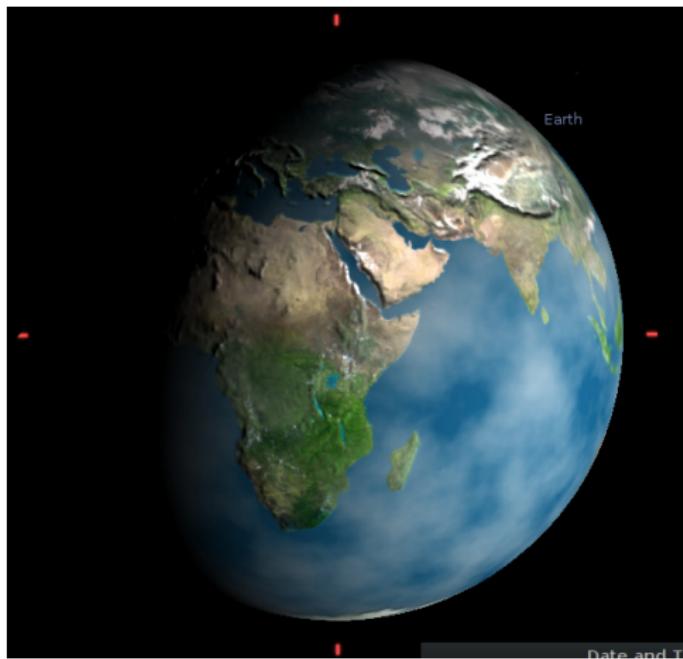
# Procedural σύννεφα

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



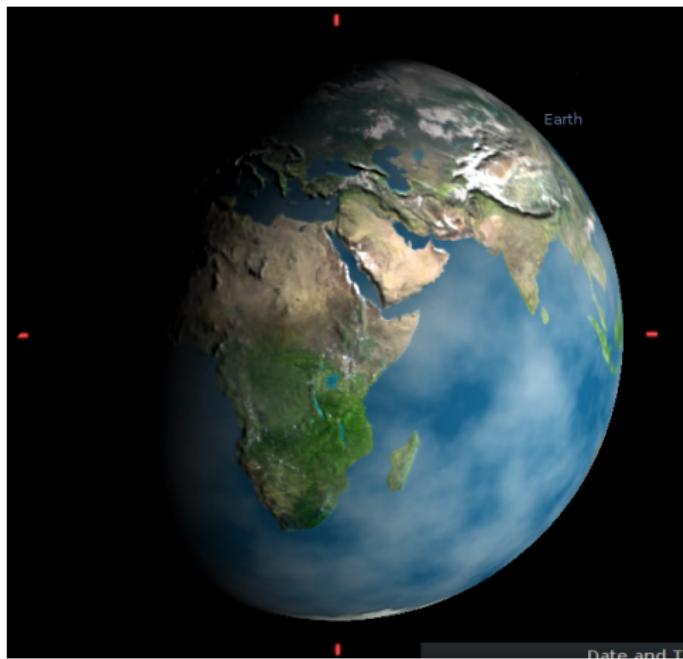
# Procedural σύννεφα

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



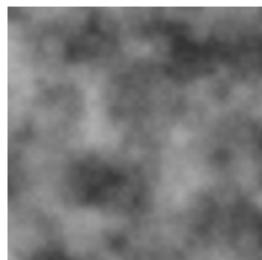
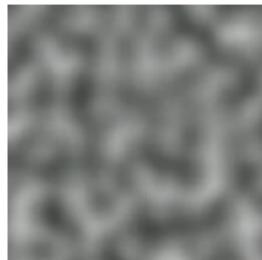
# Procedural σύννεφα

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



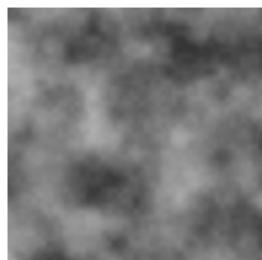
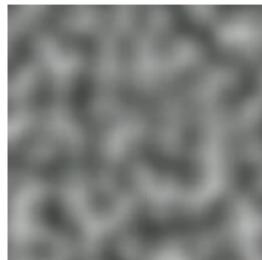
# Procedural σύννεφα: η ιδέα

- 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 εξιμοίωση τέτοιων περίπλοκων οπτικά φαινομένων.
- **Πώς:** Χρησιμοποιούμε σαν βάση ένα ψευδοτυχαίο σήμα και αθροίζουμε τις διαφορετικές συχνότητες του σήματος.



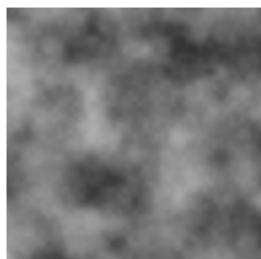
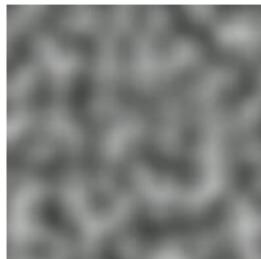
# Procedural σύννεφα: η ιδέα

- 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 εξιμοίωση τέτοιων περίπλοκων οπτικά φαινομένων.
- **Πώς:** Χρησιμοποιούμε σαν βάση ένα ψευδοτυχαίο σήμα και αθροίζουμε τις διαφορετικές συχνότητες του σήματος.



# Procedural σύννεφα: η ιδέα

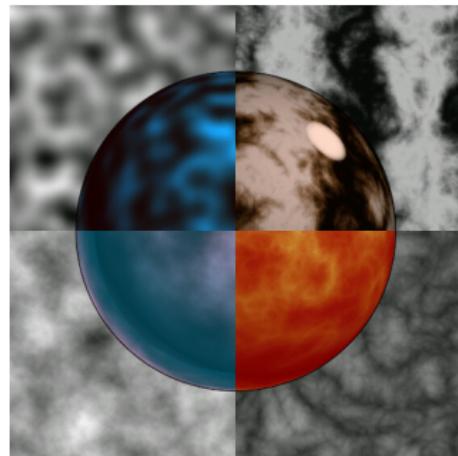
- Τα διάφορα φυσικά φαινόμενα (σύννεφα, νερό, φωτιά) δεν περιγράφονται από τέλεια μαθηματικά σχήματα (π.χ. γραμμές, κύκλους κ.α.)
- **Η ιδέα:** Χρήση ελεγχόμενης τυχαιότητας (noise) για την εξιμοίωση τέτοιων περίπλοκων οπτικά φαινομένων.
- **Πώς:** Χρησιμοποιούμε σαν βάση ένα ψευδοτυχαίο σήμα και αθροίζουμε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



# Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

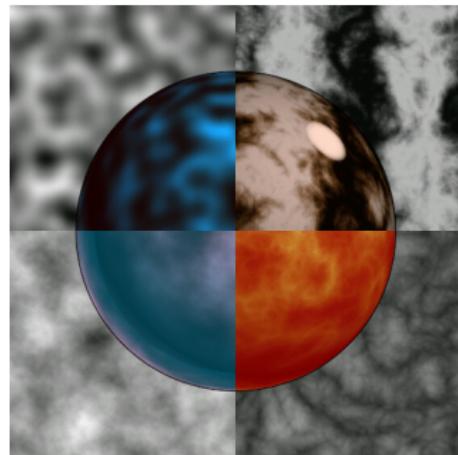
- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο  $[-1, 1]$



# Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

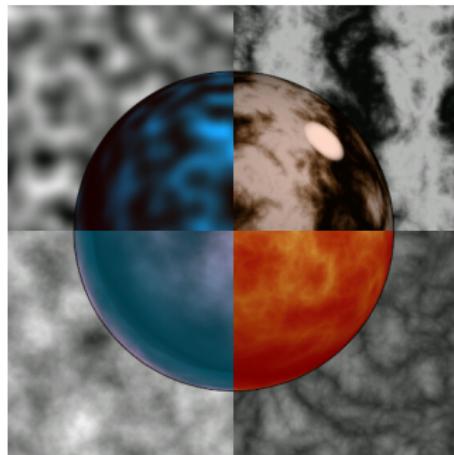
- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο  $[-1, 1]$



# Procedural σύννεφα με Perlin noise

Ιδιότητες του Perlin noise:

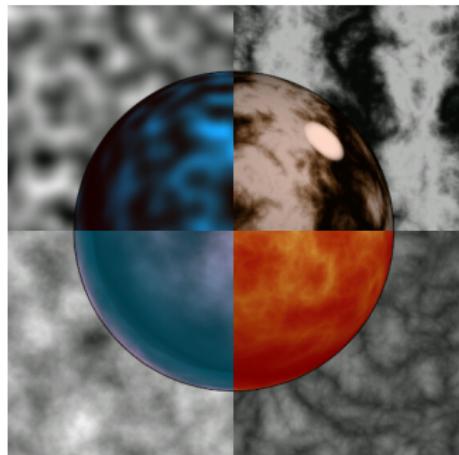
- Narrow band (θέλουμε μια συγκεκριμένη συχνότητα για την εικόνα)
- Scaling and rotationally invariant
- Gradient noise: αντί για τυχαίες τιμές έχουμε τυχαίες μερικές παραγώγους (integer points από regular grid)
- Τιμές στο  $[-1, 1]$



# 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 επιρρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- Sharpness: παράμετρος που επιρρεάζει 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 επιρρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- Sharpness: παράμετρος που επιρρεάζει 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 επιρρεάζει το πεδίο ορισμού της συνάρτησης (κλίμακα των συννέφων)
- Sharpness: παράμετρος που επιρρεάζει τη μορφή της εκθετικής συνάρτησης
- Velocity: ταχύτητα του animation (πόσο γρήγορα κινούνται τα σύννεφα)

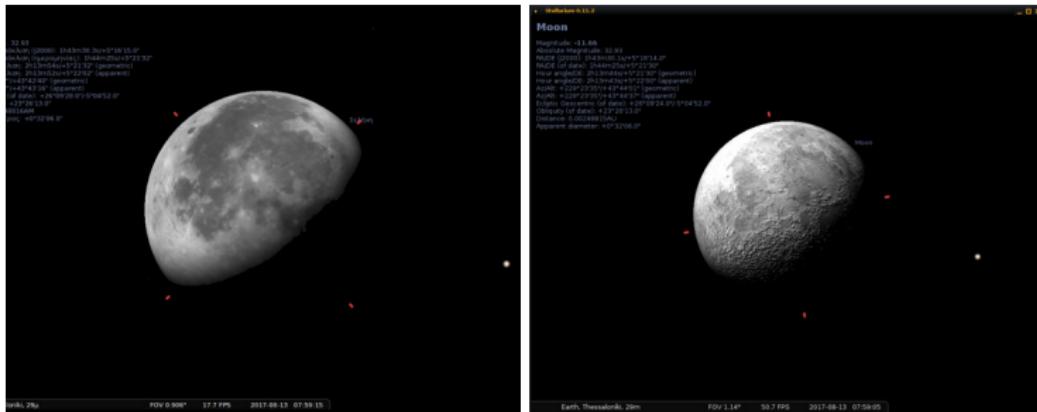
# Procedural σύννεφα με Perlin noise: implementation

Stellarium configuration file:

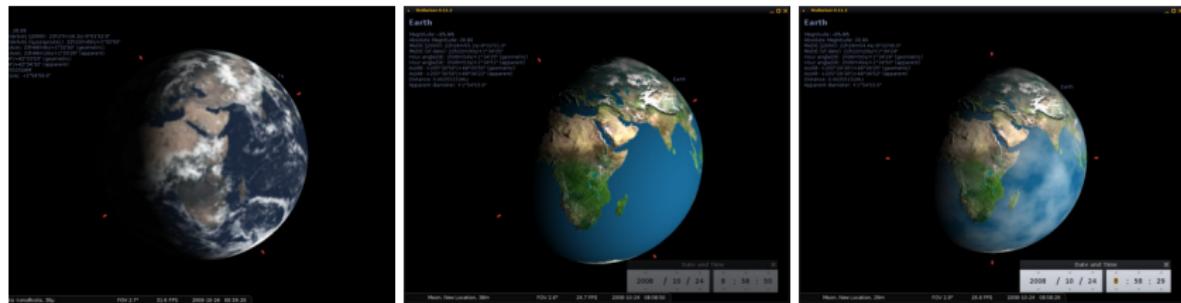
```
cloud_color = 1.0, 1.0, 1.0
cloud_density = 0.8
cloud_scale = 6.2
cloud_sharpness = 0.75
cloud_vel = 0.1, 0.0, 0.0
```

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

# To Stellarium πριν και μετά τις αλλαγές



# To Stellarium πριν και μετά τις αλλαγές



# Stellarium demo

Demonstration

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

Ευχαριστώ πολύ !!  
Ερωτήσεις;