Αναφορά Εργαστηριακής Άσκησης 1

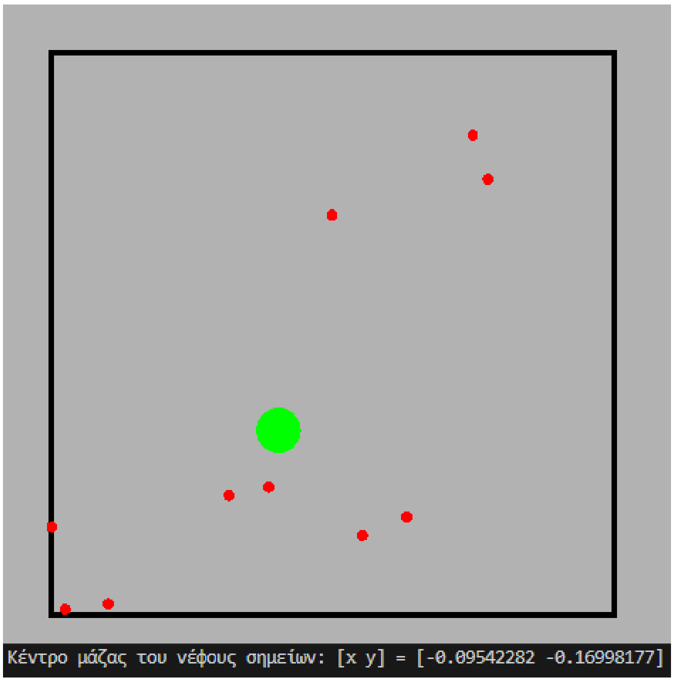
Ονοματεπώνυμο: Νικόλαος Γέροντας
Αριθμός Μητρώου: 1092813

✓ Task 1

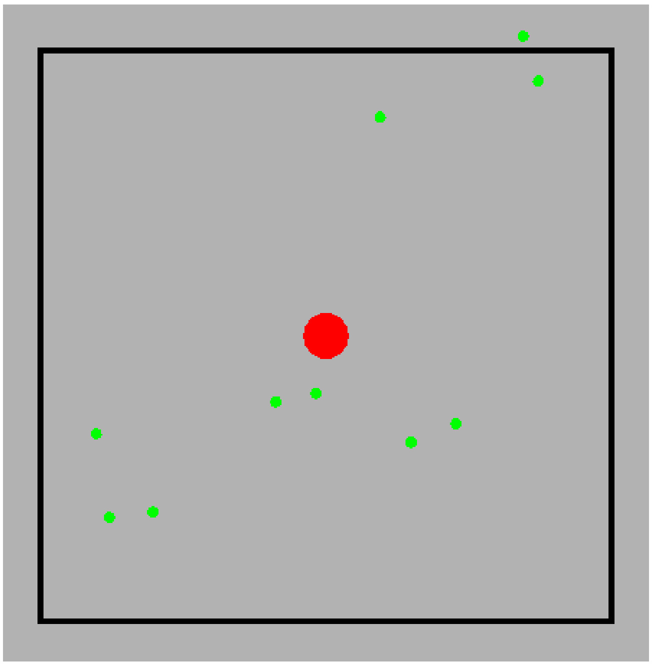
Κατά την υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε το seed: "compgeo"

a. Υπολογίστε το κέντρο μάζας του νέφους σημείων.

Για τον προσδιορισμό του κέντρου μάζας του νέφους σημείων, υπολογίζουμε τον μέσο όρο των συντεταγμένων όλων των σημείων κατά μήκος κάθε άξονα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση της συνάρτησης numpy.mean(), ορίζοντας axis = 0 ώστε η μέση τιμή να υπολογιστεί ξεχωριστά για κάθε διάσταση (x, y)! Η προσέγγιση αυτή υποθέτει ότι όλα τα σημεία έχουν την ίδια βαρύτητα/αξία!



b. Μετατοπίστε όλο το νέφος σημείων ώστε το κέντρο μάζας να έρθει στο (0,0).



Για να μεταφέρουμε το νέφος σημείων έτσι ώστε το κέντρο μάζας του να έρθει στη θέση (0,0), αφαιρούμε τις συντεταγμένες του κέντρου μάζας από κάθε σημείο. Με αυτόν τον τρόπο, μετατοπίζουμε (κεντράρουμε) ολόκληρο το σύστημα σημείων χωρίς να αλλάξουμε τη μεταξύ τους διάταξη/απόσταση!

c. Μετατρέψτε όλα τα σημεία του νέφους σημείων σε πολικές συντεταγμένες.

Για να μετατρέψουμε τις καρτεσιανές συντεταγμένες των σημείων του νέφους σε πολικές συντεταγμένες, χρησιμοποιούμε τις εξής σχέσεις:

$$\boxed{r = \sqrt{x^2 + y^2}} \;\&\; \boxed{\theta = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)}$$

Αρχικά, διαχωρίζουμε τις x και y συντεταγμένες των σημείων, στη συνέχεια υπολογίζουμε τις αντίστοιχες τιμές των r και θ, και τέλος τις συνδυάζουμε σε έναν πίνακα χρησιμοποιώντας την εντολή:

```
np.hstack()
```

Έτσι, καταλήγουμε με έναν πίνακα όπου κάθε γραμμή περιέχει το r και το θ ενός σημείου. Αυτός ο πίνακας περιέχει όλη την πληροφορία που χρειαζόμαστε για την περιγραφή των σημείων στο πολικό σύστημα συντεταγμένων!

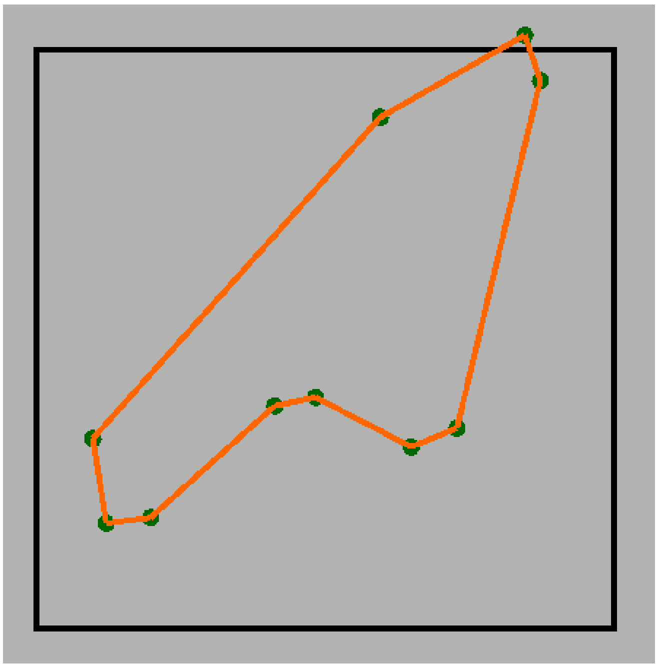
<u>Ενδεικτικά:</u>

```
[[ 0.43331961 -2.73794218]
 [ 0.10087221 -1.73980645]
 [ 0.2722222  -0.59467269]
 [ 0.62233368  0.98919463]
 [ 0.39087267  1.32756468]
 [ 0.42785612 -2.34628933]
 [ 0.57562657  0.87604418]
 [ 0.14353445 -2.22058833]
 [ 0.49023298 -2.44332299]
 [ 0.23606275 -0.89695985]]
```

d. Ταξινομήστε τα σημεία του νέφους σημείων με βάση τη γωνία θ.

Τώρα που έχουμε εκφράσει τις συντεταγμένες των σημείων σε πολική μορφή, μπορούμε να τα ταξινομήσουμε με βάση τη γωνία τους θ κατά αύξοντα σειρά, δηλαδή με τη σειρά που «περιστρέφονται» γύρω από το κέντρο μάζας. Για να το πετύχουμε, χρησιμοποιούμε τη μέθοδο argsort() στη στήλη των πολικών γωνιών του **πίνακα πολικών συντεταγμένων**. Η argsort() δεν ταξινομεί απευθείας τις τιμές, αλλά <u>επιστρέφει τις θέσεις (indexes)</u> που θα είχαν αν τις ταξινομούσαμε! Έτσι, χρησιμοποιώντας αυτές τις θέσεις, μπορούμε να αναδιατάξουμε (σε αύξουσα σειρά) ολόκληρο το array των σημείων που βρίσκονται ακόμα σε Καρτεσιανή μορφή!

e. Δημιουργήστε το πολύγωνο, ενώνοντας τα σημεία που έχουν ταξινομηθεί.

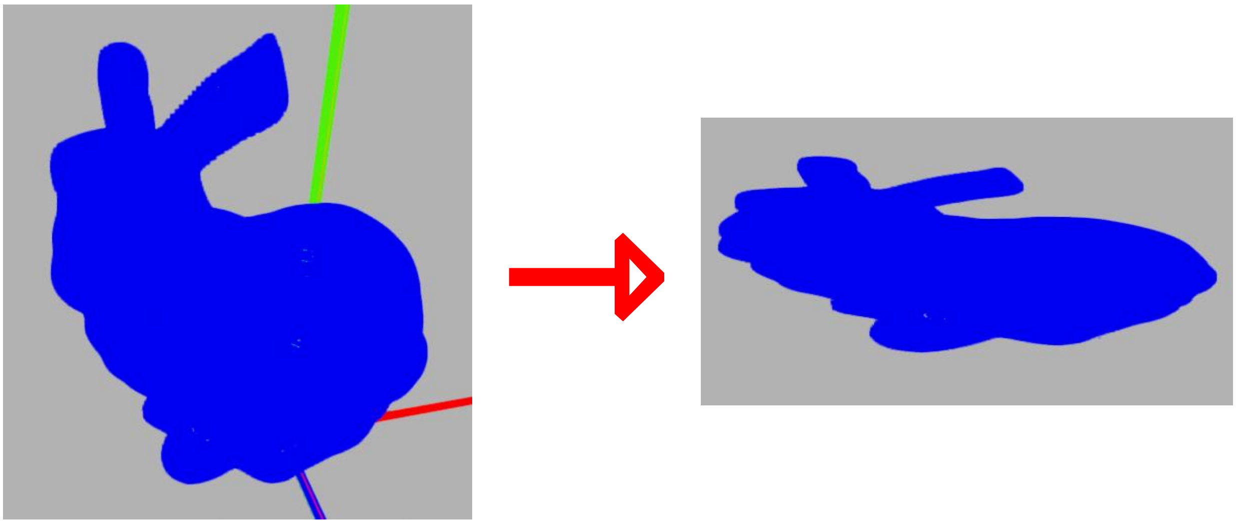


Ως συνέχεια του προηγούμενου ερωτήματος, μπορούμε τώρα πια να δημιουργήσουμε ένα πολύγωνο το οποίο είναι μη επικαλυπτόμενο! Συγκεκριμένα, διατρέχουμε όλα τα σημεία έτσι όπως έχει υποδείξει η ταξινόμηση του ερωτήματος d και τα ενώνουμε με γραμμές.

✓ Task 2

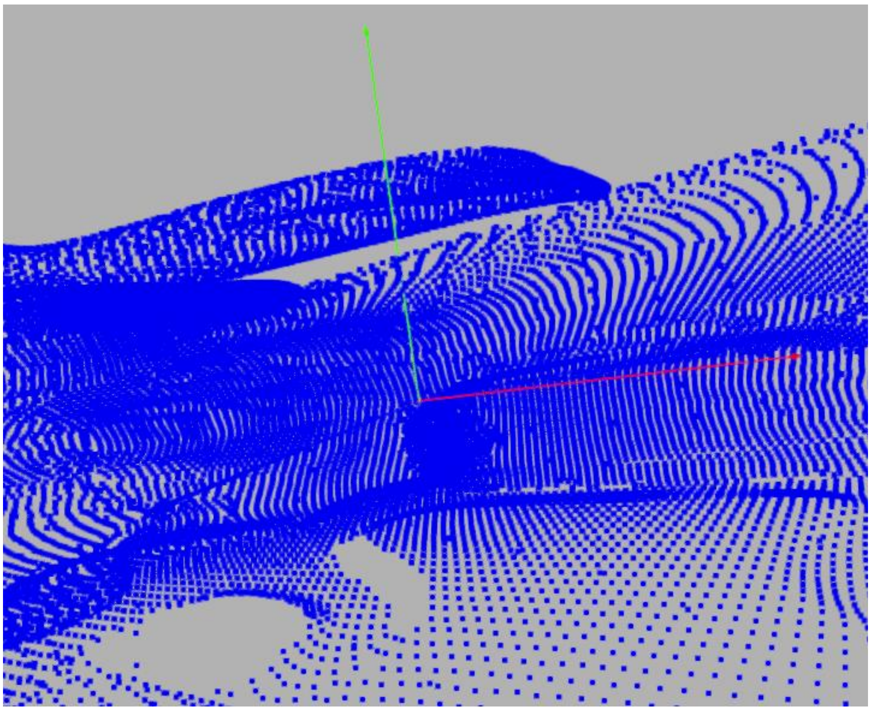
a) Εφαρμόστε ανισοτροπική κλιμάκωση (δηλαδή, κλιμάκωση με διαφορετικό συντελεστή σε κάθε διάσταση) στο νέφος σημείων.

Η ανισοτροπική κλιμάκωση επιτρέπει να «τεντώσουμε» ή να «συμπιέσουμε» τα σημεία του **3D αντικειμένου** διαφορετικά σε κάθε άξονα (x, y, z). Για να το πετύχουμε, χρησιμοποιούμε έναν πίνακα scale, ο οποίος περιέχει 3 τιμές (μία για κάθε άξονα) και καθορίζει πόσο θα αλλάξει το μέγεθος σε κάθε κατεύθυνση. Χάρη στο broadcasting της NumPy, μπορούμε να εφαρμόσουμε αυτή την κλιμάκωση απλά πολλαπλασιάζοντας απευθείας τις συντεταγμένες των σημείων με τον πίνακα κλιμάκωσης!



b) Μετατοπίστε το νέφος σημείων ώστε το κέντρο μάζας του να βρίσκεται στο σημείο (0, 0, 0).

Χρησιμοποιώντας την λογική που είδαμε και στο Task 1, υπολογίζουμε το κέντρο μάζας του **αντικειμένου** και μετά το αφαιρούμε από κάθε σημείου του!



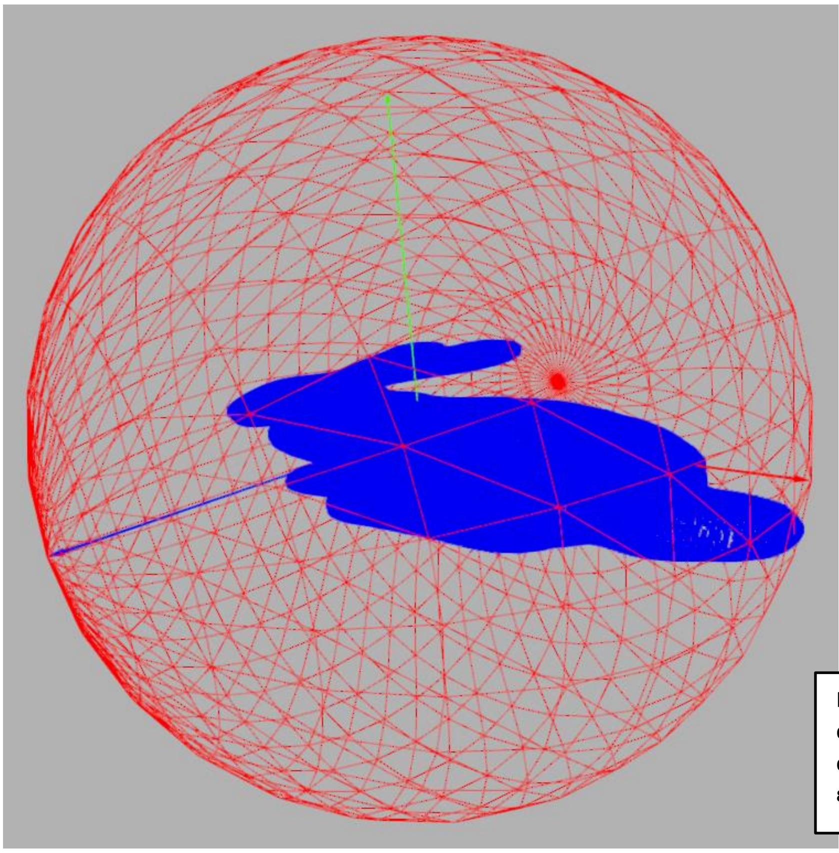
*Φαίνεται σαν να μετατοπίστηκε η αρχή τον αξόνων, αλλά στην πραγματικότητα απλά κεντράραμε το **3D αντικείμενο**!*

c) **Εφαρμόστε κλιμάκωση κανονικοποίησης του νέφους σημείων, ώστε αυτό να καταλαμβάνει το εσωτερικό μιας σφαίρας στο κέντρο των αξόνων με μοναδιαία ακτίνα. Τα πιο απομακρυσμένα σημεία θα εφάπτονται της μοναδιαίας σφαίρας, όμως το κέντρο θα παραμένει στο σημείο (0, 0, 0).**

Χρησιμοποιώντας το σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων, εφαρμόζουμε τον τύπο:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

σε κάθε γραμμή του πίνακα. Βρίσκουμε την μέγιστη ακτίνα σφαίρας που προκύπτει και διαιρούμε με αυτή όλα τα σημεία του **αντικειμένου**!



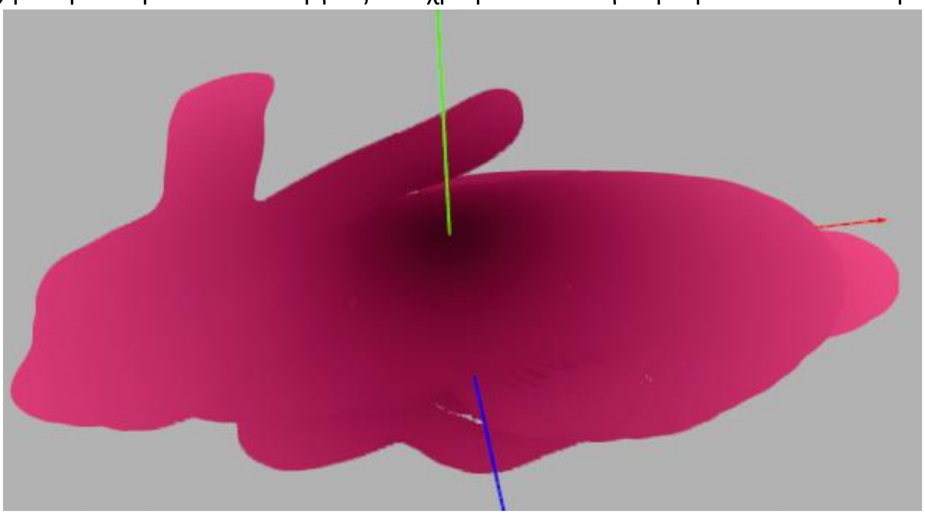
Παρατηρούμε ότι τα πιο απομακρυσμένα σημεία ακουμπούν ακριβώς την επιφάνεια της σφαίρας!

d) **Δώστε σε κάθε σημείο διαφορετικό χρώμα που θα εξαρτάται από την απόσταση του εκάστοτε σημείου από την αρχή των αξόνων.**

Χρησιμοποιώντας ξανά σφαιρικές συντεταγμένες, αυτή την φορά όμως με την χρήση της εντολής:

`np.linalg.norm`,

όπου κάνει και κανονικοποίηση ($0 \le r \le 1$), δημιουργούμε έναν πίνακα με πλήθος γραμμών ίσο με το πλήθος των σημείων του αντικειμένου και πλήθος στηλών ίσο με 3 (λόγο του RGB, δηλαδή 3 τιμές). Παράλληλα, πολλαπλασιάζουμε τον πίνακα αυτόν (πίνακας χρώματος) με έναν πίνακα απόχρωσης (crimson), ο οποίος είναι κανονικοποιημένος, βάση του τρόπου λειτουργίας των χρωμάτων στα γνωρίσματα των αντικειμένων!



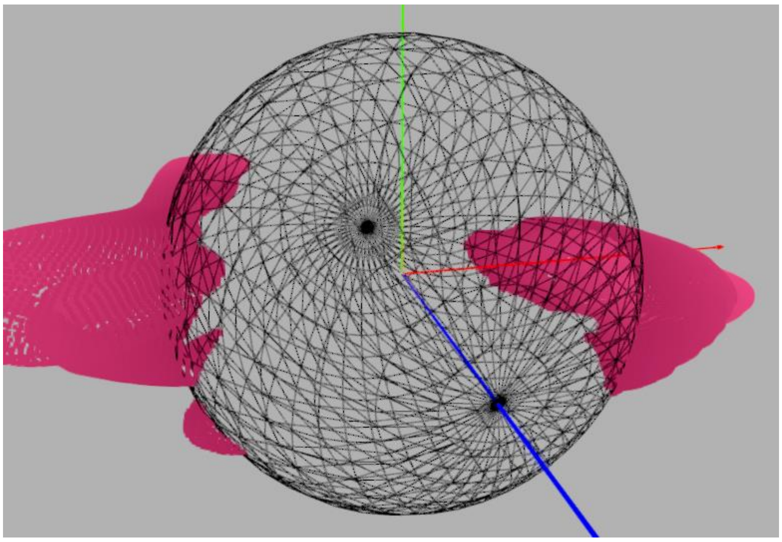
e) **Απαλείψτε μερικά από τα σημεία του νέφους. Κρατήστε μόνο εκείνα που έχουν απόσταση από την αρχή των αξόνων μεγαλύτερη/μικρότερη ενός κατωφλίου.**

Χρησιμοποιώντας πάλι την εντολή:

`np.linalg.norm`,

και <u>ελέγχοντας αν η τιμή του στοιχείου του πίνακα είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την τιμή του threshold</u>, δημιουργούμε έναν πίνακα αληθείας, τον οποίο χρησιμοποιούμε για την εμφάνιση ή όχι των στοιχείων/σημείων του **αντικειμένου** βάση Boolean array indexing!

"greater"



"less"