

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

MilkyWayDB

(Βάση Δεδομένων για πλανητικά συστήματα)

Πρώτο Παραδοτέο

Ομάδα 18

Κουδούνης Βασίλειος	10739	koudounis@ece.auth.gr
Τουλκερίδης Νικόλαος	10718	toulkeri@ece.auth.gr
Αξιμιώτης Δημήτριος	10622	dimiaxim@ece.auth.gr

6/11/2025

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή
1.1	Σκοπός Εφαρμογής
1.2	Περιγραφή Εφαρμογής
1.3	Απαιτήσεις Εφαρμογής σε Δεδομένα
2	Κατηγορίες Χρηστών και Απαιτήσεις τους
3	Μοντέλο Οντοτήτων/Συσχετίσεων
3.1	Γενική Περιγραφή
3.2	Καθορισμός Οντοτήτων
3.3	Καθορισμός Συσχετίσεων
3.4	Διάγραμμα Οντοτήτων/Συσχετίσεων
4	Σχεσιακό Μοντέλο
4.1	Πεδία Ορισμού
4.2	Σχέσεις
4.3	Σχεσιακό Διάγραμμα
4.4	Όψεις
5	Παραδείγματα
5.1	Παραδείγματα Πινάκων
5.2	Παραδείγματα Ερωτημάτων

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός Εφαρμογής

Σκοπός της παρούσας εφαρμογής είναι η ανάπτυξη μιας οργανωμένης και ενοποιημένης βάσης δεδομένων για τα εξωπλανητικά συστήματα του Γαλαξία μας, καθώς και η καταγραφή συστημάτων που ενδέχεται να υποστηρίζουν μορφές ζωής.

Σύμφωνα με τους αστρονόμους και ερευνητές του πεδίου, σήμερα παρουσιάζονται σημαντικά προβλήματα στη διαχείριση των σχετικών δεδομένων:

- Κάθε διαστημικός οργανισμός ή ερευνητική ομάδα χρησιμοποιεί διαφορετικές βάσεις δεδομένων, με ασύμβατα πεδία, ονομασίες χαρακτηριστικών και μονάδες μέτρησης.
- Ο ίδιος πλανήτης μπορεί να εμφανίζεται με διαφορετικές τιμές (μάζα, ακτίνα, θερμοκρασία) λόγω διαφορετικών μεθοδολογιών ή παρατηρήσεων.
- Οι υπάρχουσες βάσεις δυσκολεύονται να εκτελέσουν σύνθετα ή συνδυαστικά ερωτήματα (π.χ. “βρες όλα τα συστήματα με πάνω από 3 πλανήτες και θερμοκρασία άστρου $< 5000\text{ K}$ ”).
- Δεν υπάρχει κοινό πρότυπο (schema), με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διαλειτουργικότητα μεταξύ των βάσεων.

Η δημιουργία μιας ενιαίας, σωστά δομημένης βάσης δεδομένων, με πλήρη και ομογενοποιημένα χαρακτηριστικά, θα επιτρέψει την ολοκληρωμένη ανάλυση των εξωπλανητικών συστημάτων και θα διευκολύνει την εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων, όπως ο εντοπισμός πιθανών κατοικήσιμων κόσμων.

1.2 Περιγραφή Εφαρμογής

Η εφαρμογή MilkyWay στοχεύει στην καταγραφή και οργάνωση ολοκληρωμένων παρατηρήσεων εξωπλανητικών συστημάτων του Γαλαξία μας.

Η βάση δεδομένων θα περιλαμβάνει για κάθε σύστημα πληροφορίες όπως:

- τον αστερισμό στον οποίο ανήκει,
- το όνομα και τα χαρακτηριστικά του άστρου (τύπος, θερμοκρασία, φασματική κατηγορία),

- τους παρατηρημένους πλανήτες και τα βασικά τους στοιχεία (μάζα, ακτίνα, τροχιακή περίοδος),
- την έκταση της κατοικήσιμης ζώνης του άστρου (inner/outer bounds) με βάση επιστημονικά μοντέλα,
- και, όπου υπάρχουν, δορυφόρους ή άλλα ουράνια σώματα του συστήματος.

Σε πιο προχωρημένο στάδιο, η εφαρμογή θα εμπλουτιστεί με επιπλέον δεδομένα, όπως:

- η διάμετρος και η απόσταση των παρατηρούμενων σωμάτων,
- η μέθοδος ανακάλυψης (π.χ. radial velocity, transit, direct imaging),
- και αναφορές στις πηγές ή αποστολές που κατέγραψαν τις μετρήσεις (Kepler, Gaia, JWST κ.λπ.).

Στόχος της εφαρμογής είναι αφενός η αξιόπιστη ενημέρωση και οργάνωση της βάσης δεδομένων, και αφετέρου η παροχή μιας ευχάριστης και εκπαιδευτικής εμπειρίας στους χρήστες, επιτρέποντάς τους όχι μόνο να ενημερώνονται για τις τελευταίες ανακαλύψεις, αλλά και να συνεισφέρουν νέα δεδομένα για τη συνεχή βελτίωση του επιστημονικού αρχείου.

1.3 Απαιτήσεις Εφαρμογής σε Δεδομένα

Η εφαρμογή MilkyWayDB απαιτεί μια επεκτάσιμη, συνεκτική και υψηλής απόδοσης βάση δεδομένων, ικανή να διαχειριστεί μεγάλο όγκο αστρονομικών παρατηρήσεων και χαρακτηριστικών ουράνιων σωμάτων. Η αρχιτεκτονική της βασίζεται αποκλειστικά σε δομημένα δεδομένα (structured data), ενώ τα ογκώδη επιστημονικά αρχεία, όπως φάσματα και χρονοσειρές φωτός, **δεν αποθηκεύονται στη SQL βάση**, αλλά σε εξωτερικό σύστημα αποθήκευσης, με τη βάση να διατηρεί μόνο μεταδεδομένα και συνδέσμους.

Εκτιμώμενος όγκος δεδομένων

- **Αστρα:** ~1.000.000 εγγραφές
- **Πλανήτες και δορυφόροι:** ~100.000–150.000 εγγραφές
- **Παρατηρήσεις:** ~20.000.000 εγγραφές (πιο “βαρύ” dataset)
- **Μαύρες Τρύπες, Νεφελώματα, Debris Disks:** ~20.000–50.000 εγγραφές συνολικά
- **Χρήστες & ιστορικό ενεργειών:** ~5.000 χρήστες, έως ~1M εγγραφές/έτος σε logs

Ο συνολικός αρχικός όγκος της βάσης υπολογίζεται περίπου στα **20–40 GB**, με δυνατότητα επέκτασης σε πολλαπλάσια μεγέθη καθώς ενσωματώνονται νεότερα αστρονομικά δεδομένα (π.χ. Gaia, TESS, PLATO).

Απαιτήσεις κλιμακωσιμότητας

- Υποστήριξη εκατομμυρίων εγγραφών ανά πίνακα.
- Αποτελεσματικά ευρετήρια (indexes) σε πρωτεύοντα κλειδιά, ξένα κλειδιά και συχνά χρησιμοποιούμενα πεδία (τύπος ουράνιου σώματος, Constellation, Id).
- Δυνατότητα ταχείας ανάκτησης δεδομένων σε σύνθετα JOIN.

Απαιτήσεις απόδοσης

- Χρόνος απόκρισης σύντομων ερωτημάτων < 0.5s.
- Χρόνος εκτέλεσης σύνθετων ερωτημάτων με πολλαπλές συσχετίσεις < 2s.
- Υποστήριξη πολλών ταυτόχρονων αναγνώσεων χωρίς απώλεια απόδοσης.

Απαιτήσεις ακεραιότητας & πρόσβασης

- Ισχυρή επιβολή περιορισμών ακεραιότητας (primary/foreign keys, τύποι τιμών).
- Διαφοροποίηση ρόλων (Admin, Verified User, Hobbyist) με ξεχωριστά δικαιώματα.
- Οι προτάσεις εισαγωγής/τροποποίησης δεδομένων από Verified Users αποθηκεύονται πρώτα σε πίνακα “Pending Observations” και εγκρίνονται από Admin πριν ενσωματωθούν.

Η βάση δεδομένων σχεδιάζεται ώστε να είναι επεκτάσιμη, αποδοτική και συμβατή με την αύξηση αστρονομικών δεδομένων τα επόμενα χρόνια, παρέχοντας σταθερή πλατφόρμα για επιστημονική ανάλυση και συνεχείς ενημερώσεις.

2 Κατηγορίες Χρηστών και Απαιτήσεις τους

{Αναφέρετε όλους τους πιθανούς χρήστες του συστήματός σας και καταγράψτε επιγραμματικά τις απαιτήσεις τους}

Διαχειριστής:

Έχει ως ευθύνη την **πλήρη διαχείριση** και **διατήρηση** της βάσης δεδομένων, διασφαλίζοντας την επιστημονική ακρίβεια και την τεχνική ακεραιότητα του συστήματος. Τα δικαιώματά του είναι τα εξής:

- **Πλήρης Έλεγχος Δεδομένων:** Να προσθέτει, να τροποποιεί, να διαγράφει και να διαβάζει **όλα** τα αστρονομικά δεδομένα.
- **Διαχείριση Ρόλων:** Να δημιουργεί, να τροποποιεί και να ανακαλεί ρόλους και δικαιώματα όλων των χρηστών.
- **Επεξεργασία Αιτημάτων:** Να έχει πρόσβαση στον **Πίνακα Αιτήσεων** για να ελέγχει και να εγκρίνει ή να απορρίπτει τις προτάσεις των Ερασιτεχνών Verified Users.
- **Επικοινωνία:** Να έχει πρόσβαση στα στοιχεία επικοινωνίας των Verified Users για σκοπούς επαλήθευσης των υποβαλλόμενων δεδομένων.

Ερασιτέχνης Verified User:

Έχει ως ευθύνη την **υποβολή** νέων, επαληθευμένων αστρονομικών παρατηρήσεων ή διορθώσεων (π.χ. καταγραφή νέου μεταβλητού αστέρα, βελτίωση θέσης), οι οποίες πρέπει να εγκριθούν από τον Διαχειριστή πριν την ενσωμάτωση. Τα δικαιώματά του περιλαμβάνουν:

- **Πρόσβαση Ανάγνωσης:** Να αναζητά και να βλέπει **όλα** τα υπάρχοντα, επίσημα δεδομένα της βάσης (όπως ο Χομππίστας).
- **Υποβολή Προτάσεων:** Να μπορεί να καταχωρίζει **μόνο** νέες προτάσεις για εισαγωγή/τροποποίηση δεδομένων σε έναν προσωρινό **Πίνακα Αιτήσεων**.
- **Έλεγχος Κατάστασης:** Να παρακολουθεί την κατάσταση των προτάσεων που έχει υποβάλει ο ίδιος (π.χ. εκκρεμεί, εγκρίθηκε, απορρίφθηκε).
- **Αποφυγή Αλλαγών:** Να μην μπορεί να επεξεργαστεί ή να διαγράψει τα επίσημα, εγκεκριμένα δεδομένα.

Χομπίστας:

Έχει ως ευθύνη την **εξερεύνηση** και **κατανάλωση** των δεδομένων της βάσης για προσωπικούς ή εκπαιδευτικούς λόγους (π.χ. εύρεση του επόμενου αστερισμού που θα παρατηρήσει, μελέτη των φάσεων εξέλιξης).

- **Ανάγνωση Δεδομένων:** Να έχει πρόσβαση σε **όλο το πλήθος** των επίσημων αστρονομικών δεδομένων.
- **Αναζήτηση & Φιλτράρισμα:** Να εκτελεί σύνθετα ερωτήματα, φιλτράροντας και ταξινομώντας τα δεδομένα (π.χ. "όλοι οι ερυθροί γίγαντες στον αστερισμό του Ωρίωνα").
- **Ασφάλεια Δεδομένων:** Να μην μπορεί να εκτελέσει καμία ενέργεια που θα μπορούσε να μεταβάλει τα δεδομένα.

3 Μοντέλο Οντοτήτων/Συσχετίσεων

3.1 Γενική Περιγραφή

Οι οντότητες που παρουσιάζονται στην βάση δεδομένων είναι οι εξής:

- Constellation
- Planetary System
- Celestial Object
- Star
- Planet
- Satellite
- Debris Disk
- Black Hole
- Nebula
- Observer

Οι υποθέσεις που συνθέτουμε για την υλοποίηση της συγκεκριμένης βάσης είναι οι εξής:

1. Το **Constellation** αποτελείται από ένα σύνολο από πλανητικά συστήματα (Planetary System).Ακόμη αποτελείται και από άλλα αντικείμενα συγκεκριμένα Black Hole και Nebula που δεν ανήκουν στην κατηγορία Planetary System.Έχει χαρακτηριστικά όπως την συνολική του επιφάνεια,το τεταρτημόριο στην θέση του σύμπαντος,γεωμετρική περιγραφή ,την απόσταση από εμάς και το όνομα του.Κάθε αστερισμός είναι μοναδικός και έχει το δικό του id.
2. Τα **Planetary System** ανήκουν σε N σε πλήθος σε έναν συγκεκριμένο αστερισμό.Είναι υποσύνολο του Constellation και έχουν συγκεκριμένη δομή.Για αυτό τον λόγο θεωρούμε το Black Hole και Nebula οντότητες που δεν αποτελούν μέρος αυτής της οντότητας.Έχει σαν χαρακτηριστικά το id του,όνομα,constellation id,που δείχνει σε ποιον αστερισμό (Constellation) ανήκει και την ηλικία δημιουργίας του.Για να υφίσταται ένα Planetary System πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα αστέρι και να είναι μέρος ενός Αστερισμού Constellation.
3. Το **Star** είναι ένα από τα αστέρια που βρίσκονται σε ένα Planetary System.Έχουν ως χαρακτηριστικά,τον τύπο τους,μάζα,θερμοκρασία επιφάνειας,ηλικία,φάση εξέλιξης,φωτεινότητα,το id τους και το planetary system id που δείχνει σε ποιο πλανητικό σύστημα ανήκει.Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κάποιο Planetary System αποτελείται από 1 έως N τέτοιες οντότητες.
4. Το **Planet** είναι ο πλανήτης που περιστρέφεται γύρω από ένα συγκεκριμένο αστέρι.Έχει χαρακτηριστικά τον τύπο του πλανήτη ,διάμετρο,μάζα,περίοδος περιστροφής,εκκεντρότητα,θερμοκρασία επιφάνειας και θερμοκρασία πυρήνα,το PlanetarySystem_Id που δείχνει σε πιο πλανητικό σύστημα βρίσκεται και το όνομα του.Ακόμη υπάρχει και το Habitability που δείχνει αν ο πλανήτης ανήκει σε κατοικήσιμη ζώνη.Δεν μπορεί να υπάρξει πλανήτης που δεν ανήκει σε κάποιο πλανητικό σύστημα συνεπώς κάθε πλανήτης είναι μέρος ενός πλανητικού συστήματος.
5. Επόμενη Οντότητα είναι το **Satellite**.Κάθε πλανήτης μπορεί να έχει από 0 έως N φυσικούς δορυφόρους.Έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά του Planet με διαφορά ότι ένα Satellite δείχνει στο planet id,δηλαδή γύρω από ποιον πλανήτη περιστρέφεται.Ο δορυφόρος (Satellite) πρέπει ως χαρακτηριστικό το Planet_Id που δείχνει σε ποιον πλανήτη περιστρέφεται.Είναι εξαρτημένη οντότητα και δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς το Planet.

6. Ο **Observer** είναι οντότητα που περιγράφει ποιόν τύπο οντότητας παρατηρήσαμε και πως.Ως παρατηρήσιμη οντότητα για την δική μας βάση θεωρούμε το Planet,Star,Nebula,Black Hole,Debris Disk.Οι υπόλοιπες μορφές οντοτήτων αποτελούν ευρύτερα σύνολα που αποτελούνται από τα παραπάνω (Constellation,Planetary System).Ως χαρακτηριστικά για την συγκεκριμένη οντότητα έχουμε,την μέθοδο που ανακαλύφθηκε,την ημερομηνία,το observation status που αφορά την βεβαιότητα της παρατήρησης,το εργαλείο με το οποίο πραγματεύεται η παρατήρηση και το όνομα του παρατηρητή .Έχει N:M σχέση με το CelestialObject ως.Ένα CelestialObject μπορεί να παρακολουθείται από πολλούς observers ένας observer μπορεί να παρακολουθεί πολλά CelestialObjects.
7. Το **Debris Disk** αφορά σύνολα (δίσκοι, δακτύλιοι) κομητών, πετρωμάτων ή και αστρικών απομεινاريών που βρίσκονται σε ένα Planetary System. Έχει χαρακτηριστικά: αναγνωριστικό Id, τύπος, όνομα, εσωτερική και εξωτερική ακτίνα, μέση θερμοκρασία, μάζα, τη γωνία υπό την οποία το παρατηρούμε, την σύσταση του από χημικά στοιχεία, και το planetary system id που δείχνει σε ποιο Planetary System βρίσκεται.Είναι και αυτή εξαρτημένη οντότητα δηλαδή δεν μπορεί να υπάρξει debris disk χωρίς το Planetary System.
8. Το **Black Hole** είναι το table που περιγράφει μία μαύρη τρύπα. Έχει ως χαρακτηριστικά το αναγνωριστικό id της, τον τύπο μαύρης τρύπας, το όνομα της, τη μάζα της, την περιστροφή της, το ηλεκτρικό φορτίο της, την ακτίνα του Ορίζοντα Γεγονότων, την ακτίνα ISCO, την κατάσταση του Προσαυξηντικού Δίσκου και τον τρόπο δημιουργίας της. Επιπλέον έχει το χαρακτηριστικό **Observation_Id** που δείχνει στο table Observation που έχει πληροφορίες σχετικά με την παρατήρηση-ανακάλυψη της. Σημαντική διαφορά με άλλες διαστρικές οντότητες: Αποτελεί μια οντότητα που δεν είναι υποσύνολο του Planetary System. Συγκεκριμένα ένα Constellation αποτελείται, μεταξύ άλλων, και από ανεξάρτητα διαστρικά σώματα όπως νεφελώματα (Nebula) και μαύρες τρύπες (Black Hole). Ένα Constellation μπορεί να έχει από 0 έως N τέτοιες οντότητες. Συνεπώς το Black Hole έχει και χαρακτηριστικό **'Constellation_Id'**.Είναι εξαρτημένη οντότητα συνεπώς δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να είναι μέρος ενός αστερισμού.
9. Η οντότητα **Nebula** αποτελεί παρόμοια δομή με αυτή του Black Hole. Είναι ανεξάρτητο αντικείμενο σε έναν αστερισμό (Constellation). Ένα Constellation

μπορεί να έχει από 0 έως N τέτοιες οντότητες, εκ των οποίων τα χαρακτηριστικά τους περιλαμβάνουν: το αναγνωριστικό, τον τύπο, το όνομα, την μορφολογία, το φυσικό μέγεθος, τη μέση θερμοκρασίας εκπομπής και την κύρια σύσταση χημικών στοιχείων τους. Επιπλέον, αυτή η δομή έχει και τα **‘Constellation_Id’**.Είναι εξαρτημένη οντότητα συνεπώς δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να είναι μέρος ενός αστερισμού.

10. Τέλος το **Celestial Object** είναι μια υπερκλάση που η ύπαρξή της εξυπηρετεί τη διαχείριση κοινών σχέσεων και παρατηρήσεων (Observation), καθώς επιτρέπει την ενιαία αναφορά σε κάθε τύπο ουράνιου σώματος χωρίς επαναλήψεις ή περιττές συσχετίσεις.Στην ουσία ένα Celestial Object μπορεί να είναι μια οντότητα τύπου: Star, Debris Disk, Nebula, Planet, Black Hole. Αφαιρούμε το Satellite διότι είναι δύσκολο να παρατηρηθεί ως οντότητα από τηλεσκόπια.Είναι ένας βοηθητικός τύπος οντότητας που απλοποιεί την μορφή του πίνακα observation ωστε να μην δείχνει κάθε πίνακας σε αυτόν.Ακόμη για να αποφύγουμε πολλές εγγραφές με τα ονόματα των πλανητών,αστέρων κλπ,έχει ως χαρακτηριστικό το όνομα του αντίστοιχου αστρικού σώματος.

3.2 Καθορισμός Οντοτήτων

Όνομα Οντότητας	Planet
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες για τους πλανήτες που παρατηρούνται σε κάποιο ηλιακό σύστημα
Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα ως προς το PlanetarySystem.Ένα PlanetarySystem μπορεί να

	<p>υπάρξει χωρίς πλανήτες αλλά ένας πλανήτης δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς κάποιο PlanetarySystem.Κληρονομεί κλειδί από το CelestialObject.Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u>.</p>
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	PlanetarySystem_Id
	PlanetaryDistance
	Orbital_Period
	Habitability
	CoreTemp
	SurfaceTemp
	Diameter
	Mass
	Type

Όνομα Οντότητας	Satellite
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες για τους δορυφόρους που παρατηρούνται γύρω από κάποιον πλανήτη

Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα ως προς το Planet. Ένα Planet μπορεί να υπάρξει χωρίς δορυφόρους αλλά ένας δορυφόρος δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς Planet.
Γνωρίσματα	<u>Id</u>
	Planet_Id
	PlanetDistance
	Name
	SurfaceTemp
	Diameter
	Mass

Όνομα Οντότητας	Observer
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες για μια παρατήρηση που μπορεί να έχει πραγματοποιηθεί.
Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα ως προς πολλές οντότητες μιας και περιέχει type_id και target_type που δείχνουν ποιά αστρική οντότητα έχουμε παρατηρήσει.
Γνωρίσματα	<u>Id</u>
	Method
	InstrumentType
	Date
	ObservationStatus
	Celestial_Id
	Name

Όνομα Οντότητας	CelestialObject
Περιγραφή	Οντότητα που λειτουργεί ως γενικευμένη αφηρημένη οντότητα που ενοποιεί όλα τα είδη ουράνιων σωμάτων που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων.Είναι μια υπερκλάση με υποκλάσεις : (Star, Planet, Black Hole, Nebula, Debris Disk).
Ιδιότητες	Είναι ισχυρή οντότητα αφού δεν χρειάζεται κάποιο ξένο κλειδί από άλλη οντότητα για να περιγραφεί.Έχει υποκλάσεις : (Star, Planet, Black Hole, Nebula, Debris Disk).
Γνωρίσματα	<u>Id</u>

	Type
	Name

Όνομα Οντότητας	Debris Disk
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τους Δίσκους-Δακτύλιους Πετρωμάτων και Αστρικών Απομεινariών
Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα ως προς το Planetary System.Χρειαζόμαστε ως ξένο κλειδί για κάποιο Debris Disk το id ενός Planetary System.Κληρονομεί κλειδί από το <u>CelestialObject</u> .Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	Type
	PlanetarySystem_Id
	InnerRadius
	OuterRadius
	Mass

	MainComposition
--	-----------------

Όνομα Οντότητας	Black Hole
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τις Μαύρες Τρύπες
Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα ως προς το Constellation. Ένας αστερισμός (constellation) μπορεί να υπάρξει χωρίς μαύρες τρύπες αλλά μία μαύρη τρύπα δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να ανήκει σε κάποιον Αστερισμό.Κληρονομεί κλειδί από το <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	Type
	Constellation_Id
	DistanceFromEarth
	Mass
	Spin
	EventHorizonRadius

Όνομα Οντότητας	Nebula
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τα Νεφελώματα
Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα ως προς το Constellation. Ένας αστερισμός (constellation) μπορεί να υπάρξει χωρίς νεφελώματα αλλά ένα νεφέλωμα δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να ανήκει σε κάποιον Αστερισμό.Κληρονομεί κλειδί από το CelestialObject.Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	Type
	Constellation_Id
	DistanceFromEarth
	PhysicalSize
	PrimaryComposition

Όνομα Οντότητας	Star
Περιγραφή	Οντότητα που αποθηκεύει όλες τις κρίσιμες πληροφορίες για ένα άστρο (π.χ., Ήλιος, Proxima Centauri), το οποίο είναι το κεντρικό στοιχείο ενός Πλανητικού Συστήματος.
Ιδιότητες	Είναι ασθενής οντότητα για την ύπαρξη του απαιτείται το foreign key του Planetary System. Δεν μπορεί να υπάρξει Star χωρίς Planetary System. Κληρονομεί Primary Key από το <u>CelestialObject</u> . Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	PlanetarySystem_Id
	SurfaceTemp
	Age
	Distance
	Luminocity
	Mass
	Phase

Όνομα Οντότητας	Constellation
Περιγραφή	Οντότητα που περιγράφει μια μοναδική περιοχή του ουράνιου στερεώματος. Περιέχει Πλανητικά Συστήματα , Μαύρες Τρύπες (Black Hole) και Νεφελώματα (Nebula) .
Ιδιότητες	Είναι ισχυρή οντότητα. Λειτουργεί ως το υψηλότερο επίπεδο ομαδοποίησης στην βάση δεδομένων.
Γνωρίσματα	<u>Id (Πρωτεύον Κλειδί)</u>
	Name
	Area
	Age
	History
	Geometrical_Description
	Quadrant

Όνομα Οντότητας	PlanetarySystem
Περιγραφή	Οντότητα που περιγράφει ένα υποσύνολο ενός Αστερισμού. Περιλαμβάνει N σε πλήθος Άστρα (Stars) και Πλανήτες(Planets).
Ιδιότητες	Είναι Ισχυρή Οντότητα ως προς τον Αστερισμό (Constellation), αλλά έχει Εξάρτηση Ύπαρξης ως προς την οντότητα ΑΣΤΕΡΑΣ (Star). Δεν υφίσταται χωρίς τουλάχιστον ένα άστρο.

Γνωρίσματα	<u>Id</u> (Πρωτεύον Κλειδί)
	Name
	Constellation_id
	Age
	DistanceFromEarth

3.3 Καθορισμός Συσχετίσεων

Όνομα Συσχέτισης	PlanetarySystem_Has_Planet
Περιγραφή	Ένα Πλανητικό Σύστημα μπορεί να έχει ένα πλήθος πλανητών που περιφέρονται γύρω από αυτό.
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένα πλανητικό σύστημα μπορεί να έχει N σε πλήθος).
Συμμετοχή	PlanetarySystem: Μερική
	Planet: Ολική

Όνομα Συσχέτισης	PlanetarySystem_Has_Star
Περιγραφή	Κάθε Πλανητικό Σύστημα αποτελείται από N σε πλήθος Άστρα (το κεντρικό άστρο/άστρα).Για να υφίσταται πλανητικό σύστημα απαιτούμε την ύπαρξη τουλάχιστον ενός άστρου.
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένα Σύστημα έχει πολλά Άστρα, αλλά κάθε Άστρο ανήκει σε ένα μόνο Σύστημα)..
Συμμετοχή	Planetary System: Ολική
	Star: Ολική

Όνομα Συσχέτισης	PlanetarySystem_Has_DebrisDisk
Περιγραφή	Ένα Πλανητικό Σύστημα μπορεί να περιέχει N σε πλήθος Δίσκους Απομεινاريων (Debris Disks).
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένα Σύστημα έχει πολλούς Δίσκους).
Συμμετοχή	Planetary System: Μερική

	Debris Disk: Ολική (Ένας Δίσκος Απομειναρίων πρέπει να βρίσκεται σε ένα Πλανητικό Σύστημα).
--	---

Όνομα Συσχέτισης	Constellation_Has_PlanetarySystem
Περιγραφή	Κάθε αστερισμός περιέχει ένα πλήθος από Πλανητικά Συστήματα.
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένας αστερισμός περιέχει πολλά συστήματα, αλλά κάθε σύστημα ανήκει σε έναν μόνο αστερισμό).
Συμμετοχή	Constellation: Μερική
	Planetary System: Ολική

Όνομα Συσχέτισης	Constellation_Has_BlackHole
Περιγραφή	Ένας αστερισμός περιέχει N σε πλήθος Μαύρες Τρύπες που δεν είναι μέρος πλανητικού συστήματος.
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένας Αστερισμός περιέχει πολλές Μαύρες Τρύπες).
Συμμετοχή	Constellation: Μερική
	Black Hole: Ολική

Όνομα Συσχέτισης	Constellation_Has_Nebula
Περιγραφή	Ένας αστερισμός περιέχει N σε πλήθος Νεφελώματα, τα οποία αποτελούν αντικείμενα βαθέος ουρανού.
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένας Αστερισμός περιέχει πολλά Νεφελώματα)
Συμμετοχή	Constellation: Μερική
	Black Hole: Ολική

Όνομα Συσχέτισης	Planet_Has_Satellite
Περιγραφή	Κάθε πλανήτης μπορεί να έχει ένα πλήθος δορυφόρων που στρέφονται γύρω από αυτόν.
Ιδιότητες	Has-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:N
Συμμετοχή	Planet: Μερική Συμμετοχή του
	Satellite: Ολική Συμμετοχή του
	-

Όνομα Συσχέτισης	Planet_Is_A_CelestialObject
Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένας πλανήτης.
Ιδιότητες	Is-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:1

Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	Planet: Ολική Συμμετοχή του
	-

Όνομα Συσχέτισης	Star_Is_A_CelestialObject
Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένα αστέρι.
Ιδιότητες	Is-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	Star: Ολική Συμμετοχή του
	-

Όνομα Συσχέτισης	Nebula_Is_A_CelestialObject
------------------	------------------------------------

Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένα νεφέλωμα (Nebula).
Ιδιότητες	Is-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	Nebula: Ολική Συμμετοχή του
	-

Όνομα Συσχέτισης	BlackHole_Is_A_CelestialObject
Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι μια μαύρη τρύπα.
Ιδιότητες	Is-A, Προσδιορίζουσα

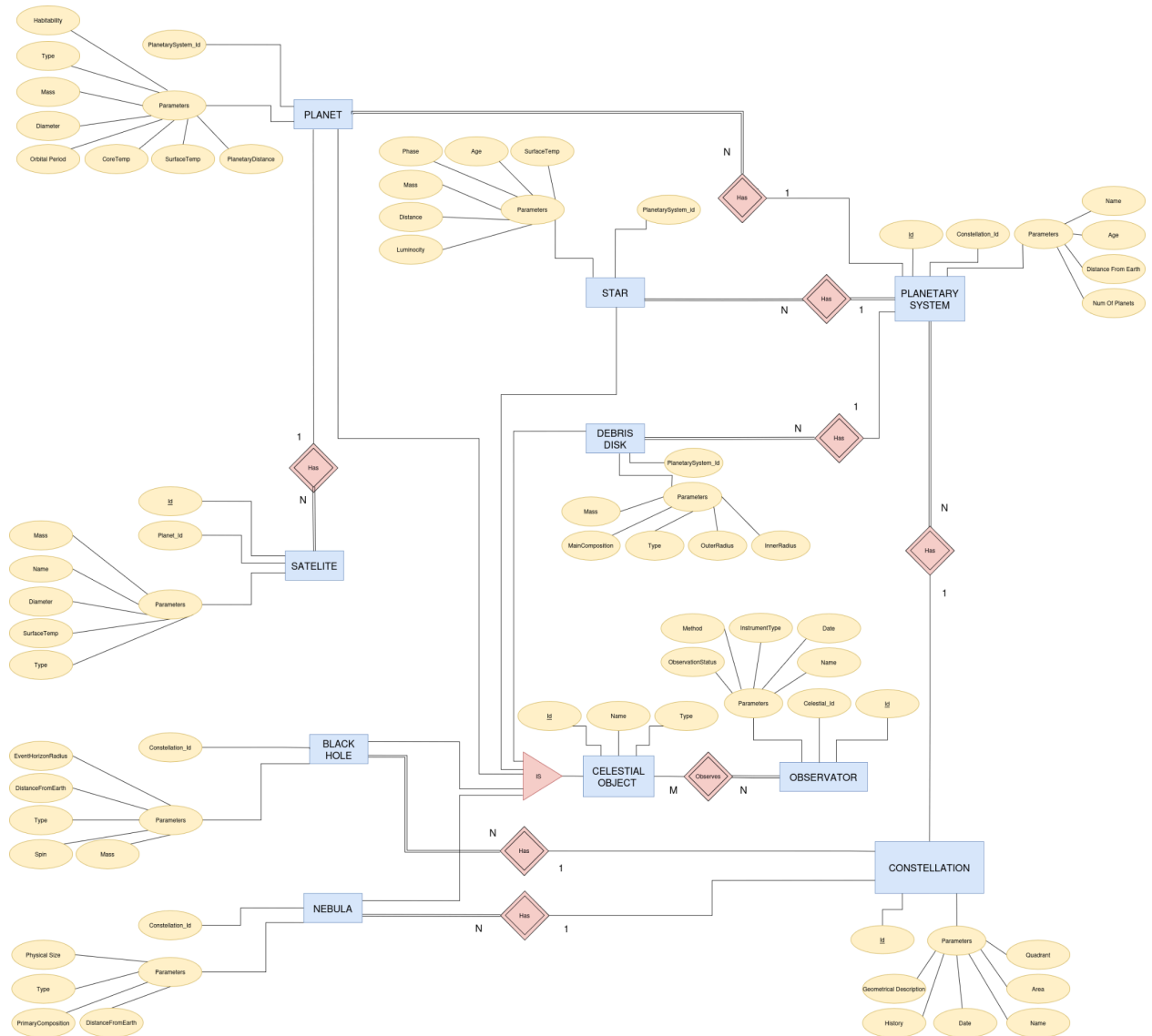
Λόγος πληθικότητας	1:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	BlackHole: Ολική Συμμετοχή του
	-

Όνομα Συσχέτισης	DebrisDisk_Is_A_CelestialObject
Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένας δίσκος κομητών.
Ιδιότητες	Is-A, Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθικότητας	1:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	DebrisDisk: Ολική Συμμετοχή του
	-

Όνομα Συσχέτισης	Observator_observes_CelestialObject
------------------	--

Περιγραφή	Πολλοί παρατηρητές μπορούν να παρατηρούν αστρικά σώματα (CelestialObject).
Ιδιότητες	Has-A
Λόγος πληθικότητας	N:M
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	Observation: Ολική Συμμετοχή του
	-

3.4 Διάγραμμα Οντοτήτων/Συσχετίσεων



4 Σχεσιακό Μοντέλο

4.1 Πεδία Ορισμού

Πεδίο Ορισμού	Τύπος
Ακέραιος	INTEGER
Όνομα	VARCHAR(50)
Αδιάστατο	DECIMAL(5,4)
Απλό Αλφαριθμητικό	VARCHAR(70)
Ακτίνα	DECIMAL(12,3) (Astronomical Units)
Απόσταση	DECIMAL(4,3) (Light Years)
Απόσταση_km	DECIMAL(12,2)
Διάμετρος_ly	DECIMAL(6,2)
Ηλικία	DECIMAL(11,2)
Γήινη Μάζα	DECIMAL(5,2)
Ηλιακή Μάζα	DECIMAL(6,3)
Εμβαδόν	DECIMAL(8,3)
Επιφάνεια	BIGINT
Μάζα_Δίσκου	DECIMAL(10,6)
Όργανο Παρακολούθησης	TEXT
Κείμενο	TEXT
Ημερομηνία	DATE
Ηλιακή Φωτεινότητα	DECIMAL(6,5)
Περίοδος	DECIMAL(8,5)

Κατοικησιμότητα	BIT
-----------------	-----

4.2 Σχέσεις

Όνομα Σχέσης	Star
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Celestial_Id	Ακέραιος
Diameter	Ακτίνα
PlanetarySystem_Id	Ακέραιος
Distance	Απόσταση
Mass	Ηλιακή Μάζα
Age	Ηλικία
SurfaceTemp	Θερμοκρασία
Lyminocity	Ηλιακή φωτεινότητα

Phase	Κείμενο
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{PlanetarySystem_Id, Celestial_Id}

Όνομα Σχέσης	Constellation
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Constellation_Id	Ακέραιος
Name	Όνομα
Area	Εμβαδόν
Age	Ηλικία
History	Κείμενο
Geometrical_Description	Κείμενο

Quadrant	Απλό Αλφαριθμητικό
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Constellation_Id}
Ξένα Κλειδιά	-

Όνομα Σχέσης	PlanetarySystem
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
PlanetarySystem_Id	Ακέραιος
Name	Όνομα
Distance	Απόσταση

Constellation_Id	Ακέραιος
Age	Ηλικία
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{PlanetarySystem_Id}
Ξένα Κλειδιά	{Constellation_Id}

Όνομα Σχέσης	Planet
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Celestia;_Id	Ακέραιος

Diameter	Ακτίνα
PlanetarySystem_Id	Αέρας
PlanetaryDistance	Απόσταση
Mass	Γήινη Μάζα
Type	Κείμενο
CoreTemp	Θερμοκρασία
SurfaceTemp	Θερμοκρασία
OrbitalPeriod	Περίοδος
Habitability	Κατοικισιμότητα
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{PlanetarySystem_Id, Celestial_Id}

Όνομα Σχέσης	Satellite
---------------------	-----------

Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Id	Ακέραιος
Name	Όνομα
Diameter	Ακτίνα
Planet_Id	Ακέραιος
Mass	Γήινη Μάζα
SurfaceTemp	Θερμοκρασία
PlanetDistance	Απόσταση_km
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Id}
Ξένα Κλειδιά	{Planet_Id}

Όνομα Σχέσης	Observer
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Id	Ακέραιος
Method	Ακτίνα
InstrumentType	Ακτίνα
Date	Ημερομηνία
Name	Όνομα
ObservationStatus	Απλό Αλφαριθμητικό
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Id}

Ξένα Κλειδιά	-
---------------------	---

Όνομα Σχέσης	CelestialObject
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Id	Ακέραιος
Type	Απλό Αλφαριθμητικό
Name	Όνομα
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Id}
Ξένα Κλειδιά	-

Όνομα Σχέσης	Observer-In-Celestial
Γνωρίσματα:	

Όνομα	Τύπος
CelestialObject_Id	Ακέραιος
Observer_Id	Ακέραιος
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{CelestialObject_Id, Observer_Id}
Ξένα κλειδιά	{CelestialObject_Id, Observer_Id}

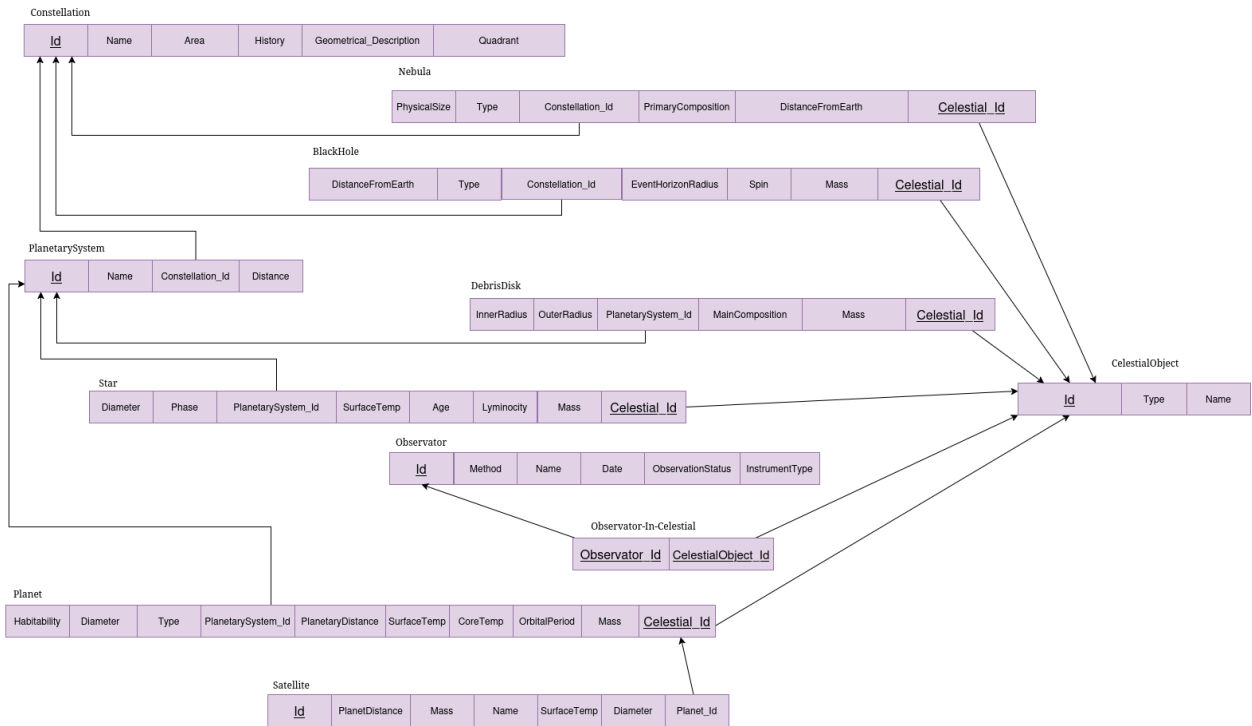
Όνομα Σχέσης	Black Hole
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Celestial_Id	Ακέραιος
Type	Απλό Αλφαριθμητικό
Constellation_Id	Ακέραιος
DistanceFromEarth	Απόσταση
Mass	Ηλιακή Μάζα

Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{PlanetarySystem_Id, Celestial_Id}

Όνομα Σχέσης	Debris Disk
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Celestial_Id	Ακέραιος
Type	Απλό Αλφαριθμητικό
PlanetarySystem_Id	Ακέραιος
InnerRadius	Ακτίνα
OuterRadius	Ακτίνα
Mass	Μάζα_Δίσκου
MainComposition	Απλό Αλφαριθμητικό
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}

Έένα Κλειδιά	{PlanetarySystem_Id, Celestial_Id}

4.3 Σχεσιακό Σχήμα



4.4 Όψεις

1) Όψη για τις επιβεβαιωμένες παρατηρήσεις

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- `CelestialObject(Id,Type,Name)`
- `Observer(Id,Method,Name,Date,ObservationStatus,InstrumentType)`
- `Observer-In-Celestial(Observer_Id,CelestialObject_Id)`

$\pi_{Type, CelestialObject.Name}(\sigma_{ObservationStatus=Confirmed}(Observer) \bowtie_{Observer.Id=ObserverInCelestial.Observer_Id} ObserverInCelestial \bowtie_{ObserverInCelestial.CelestialObject_Id=CelestialObject.Id} CelestialObject)$

2) Όψη για πλανητικά συστήματα που έχουν κόκκινους νάνους

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- `Star(Diameter,Phase,PlanetarySystem_Id,SurfaceTemp,Age,Luminocity,Mass,Celestial_Id)`

$\pi_{Mass,Luminocity}(\sigma_{Phase=Red_Dwarf}(Star))$

3) Όψη για τύπους από πλανήτες με μεγάλη θερμοκρασία επιφάνειας.

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- `Planet(Habitability,Diameter,Type,PlanetarySystem_Id,PlanetaryDistance,SurfaceTemp,CoreTempMa,,OrbitalPeriod,Celestial_Id)`

$\pi_{Type}(\sigma_{SurfaceTemp>400K}(Planet))$

4) Όψη για τους πλανήτες και το όνομα του πλανητικού συστήματος τους.

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- Planet(Habitability,Diameter,Type,PlanetarySystem_Id,PlanetaryDistance,SurfaceTemp,CoreTempMa,,OrbitalPeriod,Celestial_Id)
- PlanetarySystem(Id,Constellation_Id,Distance,Name,)

$\pi_{\text{Planet.name, PlanetarySystem.name}} \left(\text{Planet} \bowtie_{\text{Planet.PlanetarySystem_Id=PlanetarySystem.Id}} \text{PlanetarySystem} \right)$

5 Παραδείγματα

5.1 Παραδείγματα Πινάκων

Constellation

Constellation_Id	Name	Area	History	Geometrical_Description	Quadrant
1	Ωρίωνας	594	Ένας από τους πιο αναγνωρίσιμους, βασισμένος στον μυθικό κυνηγό. Περιλαμβάνει το Νεφέλωμα του Ωρίωνα (M42).	Διακρίνεται από τη χαρακτηριστική ζώνη τριών αστερών (Alnitak, Alnilam, Mintaka).	Ισημερινός
2	Ύδρα	1303	Ο μεγαλύτερος αστερισμός του ουρανού, που αντιπροσωπεύει τη μυθική Λερναία Ύδρα.	Πολύ μεγάλο και λεπτό σχήμα, που απλώνεται σε μεγάλο μέρος του ουρανού.	Νότιος

3	Νότιος Σταυρός	68	Ο μικρότερος αστερισμός, χρησιμοποιείται για την εύρεση του Νότιου Ουράνιου Πόλου (κύριος ναυτιλιακός δείκτης).	Έχει σχήμα σταυρού ή χαρταετού, με τέσσερα φωτεινά άστρα.	Νότιος
---	----------------	----	---	---	--------

PlanetarySystem

PlanetarySystem_Id	Name	Distance	Constellation_id
1	Alphard System	177	2
2	Acrux System	321	3
3	Betelgeuse System	642	1

Star

Celestial_Id	Diameter	Phase	PlanetarySystem_Id	SurfaceTemp	Age	Mass	Luminocity
1	10	Main Sequence	1	4,230	420	3	700
2	3,6	Subgiant	2	24000	18	14,5	25.000
3	800	Red Supergiant	3	3,500	10	15	100.000

Planet

Celestial_Id	Diameter	Type	PlanetarySystem_Id	PlanetaryDistance	SurfaceTemp	CoreTemp	OrbitalPeriod	Mass
4	180,000	Gas Giant	1	6.755	2,200	45,000	1752	1017
5	14,500	Rocky	2	0.821	850	7,900	64	5.8
6	96,000	Ice Giant	2	4.568	380	14,500	840	133.5

Satellite

Id	Planet_Id	PlanetDistance	Mass	Name	SurfaceTemp	Diameter
1	4	210.000	0.012	Thalmar	180	3.200
2	4	480.000	0.028	Kelython	150	5.400
3	4	1.120.000	0.19	Dravix	95	11.800

Observator

Id	Method	Name	Date	ObservationStatus	InstrumentType
----	--------	------	------	-------------------	----------------

1	Spectroscopy	Dr. Elena Korvin	2034-05-22	Completed	Infrared-Telescope
2	Radar Imaging	Prof. Luis Ortega	2035-01-14	In Progress	Deep-Space-Radar-Array
3	Transit Photometry	Dr. Mei-Ling Tan	2033-11-03	Failed	Optical-Space-Telescope

Celestial

Id	Type	Name
1	Star	Alphard
2	Star	Acrux

3	Star	Betelgeuse
4	Planet	Pyrrhos
5	Planet	Cyralon
6	Planet	Varunox
21	Black Hole	ORI-X1
22	Black Hole	HYD-BH2
23	Black Hole	Crux-A*
31	Nebula	Orionis Nebula-X
32	Nebula	Lerna Shadow Cloud
33	Nebula	Crux Blue Veil
41	Debris Disk	Alphard Dust Belt
42	Debris Disk	Acrux Outer Disk
43	Debris Disk	Betelgeuse Fragmentary Ring

Observer-In-Celestial

Observer_Id	CelestialObject_Id
1	1
2	4
3	6

Black Hole

<u>Celestial_Id</u>	Constellation_Id	Type	Mass	DistanceFromEarth	Spin	EventHorizonRadius
---------------------	------------------	------	------	-------------------	------	--------------------

20	1	Stellar	12,5	1340,5	0,67	37.000
21	2	Intermediate	520	8700,2	0,81	1.540.000
22	3	Supermassive	5.800.000	32.000,0	0,99	17.200.000.000

Nebula

Celestial_Id	Constellation_Id	Type	Physuical Size	DistanceFrom Earth	PrimaryComposition
30	1	Emission	24.0	1344.2	H ₂ , He, OIII
31	2	Dark	12.7	3900.5	Carbon Dust, H ₂
32	3	Reflection	8.1	620.3	Silicates, Molecular Gas

Debris Disk

Celestial_Id	PlanetarySystem_Id	Type	InnerRadius (AU)	OuterRadius (AU)	Mass	MainComposition
40	1	Dusty Ring	18.2	42.5	0.000021	Silicates, Ice Grains
41	2	Icy Debris	34.1	88.0	0.000305	Water Ice, CO Ice
42	3	Rocky Debris	12.7	29.3	0.000150	Carbonaceous Rock

5.2 Παραδείγματα Ερωτημάτων

1. Εύρεση Κατοικήσιμων Πλανητών

Ερώτημα:

Να βρεθούν οι Τίτλοι των Πλανητικών Συστημάτων στα οποία υπάρχουν πλανήτες που είναι super earth και ταυτόχρονα βρίσκονται εντός της Κατοικήσιμης Ζώνης (Habitability = 1) και σε απόσταση λιγότερη από 5 έτη φωτός από εμάς.

Σχέσεις:

- Planet(Celestial_Id, Habitability, Diameter, Type, PlanetarySystem_Id, PlanetaryDistance, SurfaceTemp, CoreTemp, OrbitalPeriod, Mass, Celestial_Id)
- PlanetarySystem(PlanetarySystem_Id, Name, Distance, Constellation_Id)
- Celestial(Id, Type, Name)

Λογική:

1. Συνδέουμε τους πίνακες PlanetarySystem και Planet μέσω της σχέσης $\text{PlanetarySystem.Id} = \text{Planet.PlanetarySystem_Id}$ και τον πλανήτη Planet με το CelestialObject στο Id μιας και το όνομα του βρίσκεται στον πίνακα CelestialObject.
2. Φιλτράρισμα Πλανητών: Εφαρμόζουμε τις συνθήκες στον πίνακα PLANET για να επιλέξουμε μόνο τους πλανήτες που ικανοποιούν:
 - a. Type = 'Super Earth'
 - b. Habitability = 1
3. Φιλτράρισμα Συστημάτων: Εφαρμόζουμε τη συνθήκη στον πίνακα PlanetarySystem για να επιλέξουμε μόνο τα συστήματα που ικανοποιούν:
 - a. Distance < 5.0
4. Προβολή: Επιστρέφουμε τα διακριτά ονόματα (Name) των συστημάτων που προκύπτουν από το φιλτράρισμα.

$$\pi_{\text{CelestialObject.Name, PlanetarySystem.Name, PlanetarySystem.Distance}} \left(\sigma_{\substack{\text{Planet.Type} = \text{'Super Earth'} \wedge \\ \text{Planet.Habitability} = 1 \wedge \\ \text{PlanetarySystem.Distance} < 5.0}} \left(\text{PlanetarySystem} \bowtie_{\text{PlanetarySystem.Id} = \text{Planet.PlanetarySystem_Id}} \text{Planet} \bowtie_{\text{Planet.Celestial_Id} = \text{CelestialObject.Id}} \text{CelestialObject} \right) \right)$$

2. Εύρεση τύπων αστέρων

Ερώτημα:

Ποιοί είναι οι τύποι των αστέρων στον αστερισμό Ωρίωνα με θερμοκρασία επιφάνειας πάνω από 3000K;

Σχέσεις:

- Constellation(Id,Name,Area,History,Geometrical_Description,Quadrant)
- PlanetarySystem(PlanetarySystem_Id, Name, Distance, ConstellationId)
- Star(Celestial_Id, Diameter, Phase, PlanetarySystem_id, SurfaceTemp, Age, Luminocity, Mass, Celestial_Id)

Λογική:

1. Κάνουμε select (σ) από τον πίνακα αστέρων αυτούς με θερμοκρασία $\geq 3000K$
2. Κάνουμε join τον πίνακα αστέρων με αυτών του PlanetarySystem στο κλειδί PlanetarySystem_Id
3. Επειδή θέλουμε συγκεκριμένο όνομα αστερισμό κάνουμε join τον παραπάνω πίνακα με τον πίνακα Constellation στο Constellation_Id.
4. Επιλέγουμε αυτούς με Constellation Name Orion και χρησιμοποιούμε προβολή (π) το Star.Type

$$\pi_{\text{Star.Type}} \left(\sigma_{\text{Constellation.Name}='Orion'} \left(\left(\sigma_{\text{Star.Temperature} \geq 3000} (\text{Star}) \bowtie_{\text{Star.SystemID}=\text{PlanetarySystem.SystemID}} \text{PlanetarySystem} \bowtie_{\text{PlanetarySystem.ConstellationID}=\text{Constellation.ConstellationID}} \text{Constellation} \right) \right) \right)$$

3. Εύρεση πλανητών που βρίσκονται μέσα στην ζώνη αστεροειδών

Ερώτημα:

Ποια είναι τα ονόματα των πλανητών του Πλανητικού Συστήματος Trappist που βρίσκονται μέσα στην ζώνη ;

Σχέσεις:

- Planet(Celestial_Id, Habitability, Diameter, Type, PlanetarySystem_Id, PlanetaryDistance, SurfaceTemp, CoreTemp, OrbitalPeriod, Name, Mass, Celestial_Id)
- PlanetarySystem(PlanetarySystem_Id, Name, Distance, Constellation_Id)
- DebrisDisk(Celestial_Id, InnerRadius, OuterRadius, Mass, MainComposition, PlanetarySystem_Id, Celestial_Id)
- CelestialObject(Id, Type, Name)

Λογική:

1. Κάνουμε join τους τον πίνακα CelestialObject με Planet στα κλειδιά, Planet με PlanetarySystem στο PlanetarySystem_Id και το Planetary System με το DebrisDisk.
2. Κάνουμε select το πλανητικό σύστημα με όνομα Trappist και τους πλανήτες με απόσταση από το πλανητικό σύστημα μεταξύ της εσωτερικής και εξωτερική ακτίνα ενός DebrisDisk.
3. Κάνουμε προβολή τα ονόματα των πλανητών.

$$\pi_{\text{CelestialObject.Name}} \left(\sigma_{\begin{array}{l} \text{PlanetarySystem.Name} = \text{'Trappist'} \\ \wedge \text{Planet.StarDistance} > \text{DebrisDisk.InnerRadius} \\ \wedge \text{Planet.StarDistance} < \text{DebrisDisk.OuterRadius} \end{array}} \left(((\text{CelestialObject} \bowtie_{\text{CelestialObject.Id} = \text{Planet.Celestial_Id}} \text{Planet}) \bowtie_{\text{Planet.PlanetarySystem_Id} = \text{PlanetarySystem.Id}} \text{PlanetarySystem}) \bowtie_{\text{PlanetarySystem.Id} = \text{DebrisDisk.PlanetarySystem_Id}} \text{DebrisDisk} \right) \right)$$