

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

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 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 ομοιγενοποιημένα 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

- **Άστρα:** ~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 δικαιώματα 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 δικαιώματα του περιλαμβάνουν:

- Πρόσβαση Ανάγνωσης:** Να αναζητά και να βλέπει όλα τα υπάρχοντα, επίσημα δεδομένα της βάσης (όπως ο Χομπίστας).
- 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.

Ερευνητής:

Έχει ως ευθύνη την **άμεση εισαγωγή** νέων, επιστημονικά έγκυρων αστρονομικών δεδομένων στη βάση, καθώς και την επικαιροποίηση των δικών του καταχωρίσεων. Τα δικαιώματα του περιλαμβάνουν:

- **Ανάγνωση Δεδομένων:** Να έχει πρόσβαση σε όλο το πλήθος των επίσημων αστρονομικών δεδομένων (όπως ο Χομπίστας).
- **Εισαγωγή (Insert) Δεδομένων:** Να μπορεί να προσθέτει **άμεσα** νέες καταχωρίσεις (αστρικά σώματα, παρατηρήσεις, μετρήσεις) στους κύριους πίνακες δεδομένων.
- **Τροποποίηση (Update) Δεδομένων:** Να μπορεί να τροποποιεί ή να διαγράφει **μόνο** τα δεδομένα που έχει εισάγει ο ίδιος (π.χ. διόρθωση μίας δικής του μέτρησης ή παρατήρησης).
- **Διαγραφή (Delete) Δεδομένων:** Να μπορεί να διαγράφει **μόνο** τις καταχωρίσεις που έχει εισάγει ο ίδιος.
- **Αποφυγή Διαχείρισης:** Να μην μπορεί να επεξεργαστεί δεδομένα που εισήχθησαν από άλλους χρήστες ή να εκτελέσει ενέργειες διαχείρισης συστήματος (π.χ. διαχείριση ρόλων ή επεξεργασία αιτημάτων).

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
- Observation

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 και το όνομα του. Κάθε αστερισμός είναι μοναδικός και έχει το δικό του id.
2. Τα **Planetary System** 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, την απόσταση από τη γη, την ηλικία δημιουργίας του και το constellation_id που δείχνει σε ποιον αστερισμό ανήκει. Για να υφίσταται ένα Planetary System πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα αστέρι και έναν πλανήτη και να είναι μέρος ενός Αστερισμού Constellation.
3. Το **Star** είναι ένα από τα αστέρια που βρίσκονται σε ένα Planetary System. Έχουν ώς χαρακτηριστικά τη φάση εξέλιξή τους, τη μάζα, τη θερμοκρασία επιφάνειας, την ηλικία, την φωτεινότητα, το id τους (κληρονομήθηκε από το celestial object) και το planetary system id που δείχνει σε ποιο πλανητικό

σύστημα ανήκει. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κάποιο Planetary System αποτελείται από 1 εώς N Stars.

4. Το **Planet** είναι ο πλανήτης που ανήκει σε κάποιο πλανητικό σύστημα. Έχει χαρακτηριστικά τον τύπο του πλανήτη, διάμετρο, μάζα, περίοδος περιστροφής, θερμοκρασία επιφάνειας και θερμοκρασία πυρήνα, απόσταση από τη Γη, απόσταση από το κέντρο του συστήματος που ανήκει, το PlanetarySystem_Id που δείχνει σε πιο πλανητικό σύστημα βρίσκεται, το id και το όνομα του (τα οποία κληρονομεί από το celestial object). 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.
5. Επόμενη Οντότητα είναι το **Satellite**. Κάθε πλανήτης μπορεί να έχει από 0 εώς 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. Είναι ασθενής οντότητα και δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς το Planet.
6. Το **Observation** είναι οντότητα που αποθηκεύει δεδομένα σχετικά με κάποια παρατήρηση κάποιου αστρικού αντικειμένου. Ως παρατηρίσιμη οντότητα για την δική μας βάση θεωρούμε τα Planet, Star, Nebula, Black Hole, Debris Disk. Οι υπόλοιπες μορφές οντοτήτων αποτελούν ευρύτερα σύνολα που συντελούνται από τα παραπάνω (Constellation, Planetary System). Ως χαρακτηριστικά για την συγκεκριμένη οντότητα έχουμε την μέθοδο μέσω της οποίας ανακαλύφθηκε, την ημερομηνία, το observation status που αφορά την βεβαιότητα της παρατήρησης, το εργαλείο με το οποίο έγινε η παρατήρηση και το όνομα του ερευνητή. Έχει N:1 σχέση με το Celestial_Object καθώς πολλά observations μπορούν να κατοχυρωθούν για ένα Celestial Object.
7. Το **Debris Disk** αφορά σύνολα (δίσκοι, δακτύλιοι) κομητών, πετρωμάτων ή και αστρικών απομειναριών που βρίσκονται σε ένα Planetary System. Έχει χαρακτηριστικά: αναγνωριστικό Id, όνομα (κληρονομούνται από το celestial object), τύπος, εσωτερική και εξωτερική ακτίνα, μέση θερμοκρασία, μάζα, την σύσταση του από χημικά στοιχεία, και το planetary system id που δείχνει σε ποιο Planetary System βρίσκεται.

8. Το **Black Hole** είναι το table που περιγράφει μία μαύρη τρύπα. Έχει ως χαρακτηριστικά το αναγνωριστικό id της και το όνομα της (κληρονομούνται από το celestial object), τον τύπο μαύρης τρύπας, τη μάζα της, την περιστροφή της, την ακτίνα του Ορίζοντα Γεγονότων και την απόσταση της από τη γη. Επιπλέον έχει το χαρακτηριστικό **Constellation_Id** που δείχνει στο table Constellation που έχει πληροφορίες σχετικά με τον αστερισμό που αυτή ανήκει. Σημαντική διαφορά με άλλες διαστρικές οντότητες: Αποτελεί μια οντότητα που δεν είναι υποσύνολο του Planetary System. Συγκεκριμένα ένα Constellation μπορεί να αποτελείται, μεταξύ άλλων, και από ανεξάρτητα διαστρικά σώματα όπως νεφελώματα (Nebula) και μαύρες τρύπες (**Black Hole**). Ένα Constellation μπορεί να έχει από 0 εώς N τέτοιες οντότητες. Είναι ισχυρή οντότητα αλλά 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 εώς N τέτοιες οντότητες. Τα χαρακτηριστικά της είναι τα εξής: το αναγνωριστικό και το όνομα (κληρονομούνται από το celestial object), τον τύπο, το φυσικό μέγεθος, την κύρια σύσταση χημικών στοιχείων τους και την απόσταση της από τη γη. Επιπλέον, αυτή η δομή έχει και το 'Constellation_Id'. Είναι ισχυρή οντότητα αλλά 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 ώστε να μην δείχνει κάθε πίνακας σε αυτόν. Έχει ως χαρακτηριστικά ένα id και το object_type, τον τύπο του αντίστοιχου αστρικού σώματος. 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 ισχυρή οντότητα αλλά δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να δείχνει σε κάποιο PlanetarySystem. Κληρονομεί κλειδί από το CelestialObject. Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u> <u>DistanceFrom_Earth</u> <u>DistanceFrom_Center</u> <u>Orbital_Period</u> <u>Habitability</u> <u>CoreTemp</u> <u>SurfaceTemp</u> <u>Diameter</u> <u>Mass</u> <u>Planet_Type</u>

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>Name</u> SurfaceTemp Satellite_Type Diameter Mass

Όνομα Οντότητας	Observation
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες για μια παρατήρηση που μπορεί να έχει πραγματοποιηθεί.
Ιδιότητες	Είναι ισχυρή οντότητα αλλά δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να δείξει σε κάποιο celestial object (δεν μπορεί να υφίσταται παρατήρηση χωρίς κάποιο αντικείμενο να παρατηρηθεί).
Γνωρίσματα	<u>Id</u> Method InstrumentType Date ObservationStatus Researcher_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 (υπερκλάση) αφού δεν χρειάζεται κάποιο ξένο κλειδί από άλλη οντότητα για να περιγραφεί. Επιβάλλεται όμως να έχει παρατηρηθεί τουλάχιστον μία φορά. Έχει υποκλάσεις : (Star, Planet, Black Hole, Nebula, Debris Disk).
Γνωρίσματα	<u>Id</u> Object_Type Name

Όνομα Οντότητας	Debris Disk
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τους Δίσκους-Δακτύλιους Πετρωμάτων και Αστρικών Απομειναριών
Ιδιότητες	Είναι ισχυρή οντότητα. Κληρονομεί κλειδί από το CelestialObject . Είναι υποκλάση του CelestialObject . Δεν μπορεί να υπάρξει αν δεν ανήκει σε κάποιο Planetary System
Γνωρίσματα	Celestial_Id
	DebrisDisk_Type
	InnerRadius
	OuterRadius
	Mass
	MainComposition

Όνομα Οντότητας	Black Hole
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τις Μαύρες Τρύπες

Ιδιότητες	Είναι ισχυρή οντότητα. 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>
	BlackHole_Type
	DistanceFromEarth
	Mass
	Spin
	EventHorizonRadius

Όνομα Οντότητας	Nebula
Περιγραφή	Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τα Νεφελώματα
Ιδιότητες	Είναι ισχυρή οντότητα. 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 <u>CelestialObject</u> . Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	Nebula_Type
	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 ισχυρή οντότητα. Δεν μπορεί να υπάρξει Star χωρίς Planetary System, αλλά ούτε Planetary System χωρίς Star. Κληρονομεί Primary Key από το <u>CelestialObject</u> . Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> .
Γνωρίσματα	<u>Celestial_Id</u>
	SurfaceTemp
	Age
	Distance
	Luminosity
	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. Δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς 1 ή περισσότερα Planetary Systems, και αντίστοιχα ένα planetary system δεν μπορεί να μην ανήκει σε κάποιο Constellation.
Γνωρίσματα	Id
	Name
	Area
	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. Ένα planetary system δεν μπορεί να μην ανήκει σε κάποιο Constellation, όπως επίσης πρέπει να έχει τουλάχιστον 1 Star και 1 τουλάχιστον Planet.
Γνωρίσματα	<u>Id</u>
	Name
	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, Μη Προσδιορίζουσα

Λόγος πληθικότητας	1:N (Ένα πλανητικό σύστημα μπορεί να έχει N σε πλήθος πλανήτες).
Συμμετοχή	PlanetarySystem: Ολική
	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, Μη 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 Ν σε πλήθος Δίσκους Απομειναριών (Debris Disks).
Ιδιότητες	Has-A, Μη Προσδιορίζουσα
Λόγος πληθυκότητας	1:N (Ένα Σύστημα έχει πολλούς Δίσκους).
Συμμετοχή	<p>Planetary System: Μερική</p> <p>Debris Disk: Ολική (Ένας Δίσκος Απομειναρίων πρέπει να βρίσκεται σε ένα Πλανητικό Σύστημα).</p>

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

Συμμετοχή	Constellation: Ολική
	Planetary System: Ολική

Όνομα Συσχέτισης	Constellation_Has_BlackHole
Περιγραφή	Ένας αστερισμός περιέχει Ν σε πλήθος Μαύρες Τρύπες.
Ιδιότητες	Has-A, Μη 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 Ν σε πλήθος Νεφελώματα.
Ιδιότητες	Has-A, Μη 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

	Planet_Is_A_CelestialObject
Όνομα Συσχέτισης	
Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένας πλανήτης.
Ιδιότητες	Is-A, Εξειδίκευση
Λόγος πληθικότητας	1:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του Planet: Ολική Συμμετοχή του

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

Όνομα Συσχέτισης	BlackHole_Is_A_CelestialObject
-------------------------	---------------------------------------

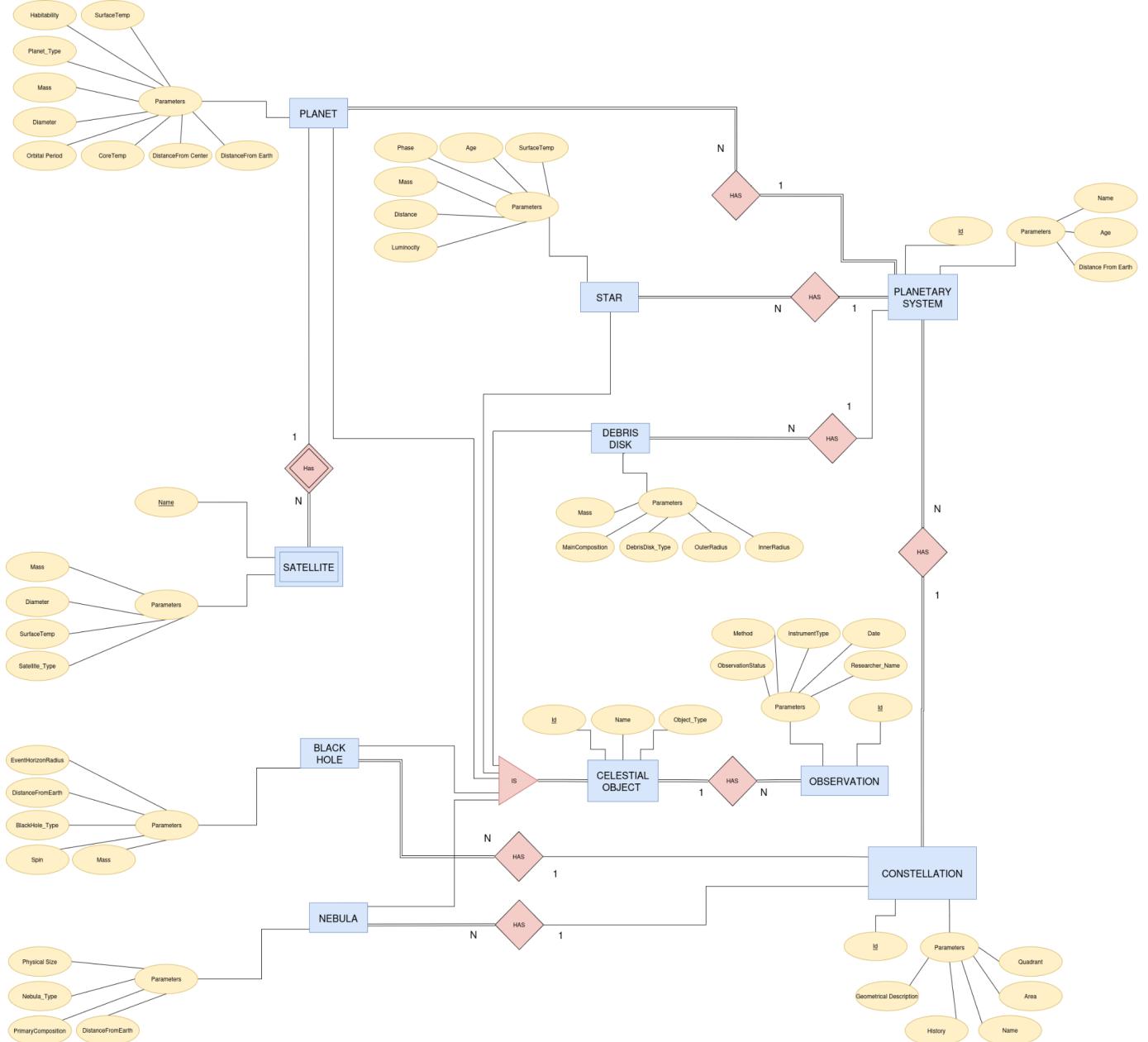
Περιγραφή	Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι μια μαύρη τρύπα.
Ιδιότητες	Is-A, Εξειδίκευση
Λόγος πληθικότητας	1:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του
	BlackHole: Ολική Συμμετοχή του

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

Όνομα Συνσχέτισης	Observation_has_CelestialObject
--------------------------	--

Περιγραφή	Πολλές παρατηρήσεις μπορούν να έχουν κατοχηρωθεί για ένα αστρικό σώμα (CelestialObject).
Ιδιότητες	Has-A
Λόγος πληθυκότητας	N:1
Συμμετοχή	CelestialObject: Ολική 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	ENUM
Τύπος_Σώματος	ENUM

Κείμενο	TEXT
Ημερομηνία	DATE
Ηλιακή Φωτεινότητα	DECIMAL(6,5)
Περίοδος	DECIMAL(8,5)
Κατοικησιμότητα	BIT

4.2 Σχέσεις

Όνομα Σχέσης	Star
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τόπος
Celestial_Id	Ακέραιος
PlanetarySystem_Id	Ακέραιος
Distance	Απόσταση
Mass	Ηλιακή Μάζα
Age	Ηλικία
SurfaceTemp	Θερμοκρασία

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

Όνομα Σχέσης	Constellation
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τόπος
Constellation_Id	Ακέραιος
Name	Όνομα
Area	Εμβαδόν
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
DistanceFromEarth	Απόσταση

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

Όνομα Σχέσης	Planet
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Celestial_Id	Ακέραιος

DistanceFrom_Center	Απόσταση_km
PlanetarySystem_Id	Ακέραιος
DistanceFrom_Earth	Απόσταση
Mass	Γήινη Μάζα
Planet_Type	Κείμενο
CoreTemp	Θερμοκρασία
SurfaceTemp	Θερμοκρασία
OrbitalPeriod	Περίοδος
Habitability	Κατοικισμότητα
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{PlanetarySystem_Id, Celestial_Id}

Όνομα Σχέσης	Satellite
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Name	Όνομα
Diameter	Ακτίνα
Planet_Id	Ακέραιος
Mass	Γήινη Μάζα
SurfaceTemp	Θερμοκρασία
Satellite_Type	Κείμενο
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
ΜΕΡΙΚΟ Κλειδί	{Name}
Ξένα Κλειδιά	{Planet_Id}

Όνομα Σχέσης	Observation
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Observation_Id	Ακέραιος
Celestial_Id	Ακέραιος
Method	Ακτίνα
InstrumentType	Ακτίνα
Date	Ημερομηνία
Researcher_Name	Όνομα
ObservationStatus	Απλό Αλφαριθμητικό
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Observation_Id}
Ξένα Κλειδιά	{Celestial_Id}}

Όνομα Σχέσης	CelestialObject
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τόπος
Celestial_Id	Ακέραιος
Object_Type	Τύπος_Σώματος
Name	Όνομα
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	-

Όνομα Σχέσης	Black Hole
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τόπος
Celestial_Id	Ακέραιος

BlackHole_Type	Απλό Αλφαριθμητικό
Constellation_Id	Ακέραιος
DistanceFromEarth	Απόσταση
Mass	Ηλιακή Μάζα
Spin	Αδιάστατο
EventHorizonRadius	Απόσταση_km
Περιορισμοί Ακεραιότητας:	
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{Constellation_Id, Celestial_Id}

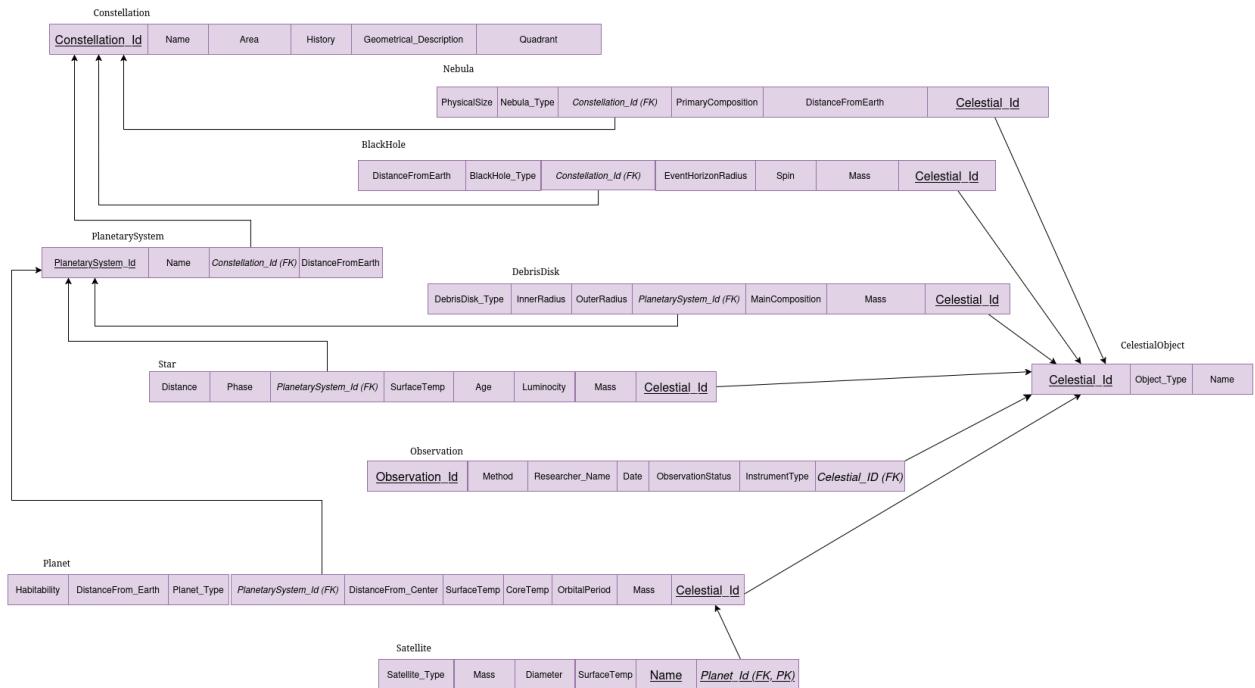
Όνομα Σχέσης	Nebula
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τύπος
Celestial_Id	Ακέραιος
Nebula_Type	Απλό Αλφαριθμητικό

Constellation_Id	Ακέραιος
DistanceFromEarth	Απόσταση
Physical Size	Διάμετρος_ly
PrimaryComposition	Απλό Αλφαριθμητικό
Περιορισμοί	Ακεραιότητας:
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{Constellation_Id, Celestial_Id}

Όνομα Σχέσης	Debris Disk
Γνωρίσματα:	
Όνομα	Τόπος
Celestial_Id	Ακέραιος
Debrisdisk_Type	Απλό Αλφαριθμητικό
PlanetarySystem_Id	Ακέραιος
InnerRadius	Ακτίνα
OuterRadius	Ακτίνα

Mass	Μάζα_Δίσκου
MainComposition	Απλό Αλφαριθμητικό
	Περιορισμοί Ακεραιότητας:
Πρωτεύον Κλειδί	{Celestial_Id}
Ξένα Κλειδιά	{PlanetarySystem_Id, Celestial_Id}

4.3 Σχεσιακό Σχήμα



4.4 Όψεις

1) Όψη για Φυσικούς Δορυφόρους, τον Μητρικό τους Πλανήτη και το Σύστημα

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Satellite**(Name, Diameter, SurfaceType, Satellite_Type, Mass)
- **Planet**(Habitability, Diameter, Type, DistanceFrom_Earth, DistanceFrom_Center, SurfaceTemp, CoreTempMa, OrbitalPeriod, Celestial_Id)
- **PlanetarySystem**(Id, Constellation_Id, Distance, Name)
- **CELESTIAL_OBJECT**(Id, Object_Type, Name)



2) Όψη για πλανητικά συστήματα που έχουν κόκκινους νάνους

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Star**(Diameter, Phase, SurfaceTemp, Age, Luminosity, Mass, Celestial_Id)

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

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

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

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



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 αστέρων (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 αστρα.	Νότιος

PlanetarySystem

PlanetarySystem_Id	Name	DistanceFromEarth	Constellation_id	Age
1	Alphard System	177	2	420.000.000
2	Acrux System	321	3	11.000.000
3	Betelgeuse System	642	1	13.000.000

Star

Celestial_Id	PlanetarySystem_Id	Distance	Phase	Surface Temp	Age	Mass	Luminosity
1	1	177	Main Sequence	4,230	420	3	700
2	2	321	Subgiant	24000	18	14,5	25.000
3	3	640	Red Supergiant	3,500	10	15	100.000

Planet

Celestial_Id	PlanetarySystem_Id	DistanceFrom_Earth	Planet_Type	DistanceFrom_Earth	DistanceFrom_Center	Habitability	SurfaceTemp	CoreTemp	OrbitalPeriod	Mass
4	2	180,620	Gas Giant	25	54236.75	0	2,200	45,000	1752	1017
5	1	14,500	Rocky	20	8589579.82	0	850	7,900	64	5.8
6	3	9556,007	Ice Giant	22	9898579.56	0	380	14,500	840	133.5

Satellite

Name	Planet_Id	Satellite_Type	Mass	SurfaceTemp	Diameter
Thalmar	4	Quasi	0.012	180	3.200
Kelython	5	Natural	0.028	150	5.400
Dravix	6	Natural	0.19	95	11.800

Observation

Observation_Id	Celestial_Id	Method	Researcher_Name	Date	Observation_Status	InstrumentType
1	2	Spectroscopy	Dr. Elena Korvin	2034-05-15	Completed	Infrared-Telescope
2	7	Radar Imaging	Prof. Luis Ortega	2035-01-10	In Progress	Deep-Space-Radar-Array
3	21	Transit Photometry	Dr. Mei-Ling Tan	2033-11-05	Failed	Optical-Space-Telescope

Celestial

ID	Object_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

Black Hole

Celestial_Id	Constellation_Id	BlackHole_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	2.000,0	0,99	17.200.000.000

Nebula

Celestial_Id	Constellation_Id	Nebula_Type	PhysicalSize	DistanceFromEarth	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	Planet arySystem_Id	DebrisDisk_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 PlanetarySystem.Id = 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.

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

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

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

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 εξωτερικής ακτίνα ενός DebrisDisk.
3. Κάνουμε προβολή τα ονόματα των πλανητών.

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

3. Εύρεση Πλανητικών Σωμάτων για Παρατήρηση

Ερώτημα:

Ποια είναι τα ονόματα και οι επιφανειακές θερμοκρασίες (SurfaceTemp) όλων των **Πλανητών** και των **Δορυφόρων** (Satellites) που ανήκουν σε **Πλανητικά Συστήματα** (Planetary Systems) τα οποία περιέχουν **περισσότερους από 3 Πλανήτες**;

Σχέσεις:

Σχέσεις:

- Planet {Id, Mass, PlanetarySystemId, Name, ...}
- Satellite {Id, Mass, PlanetId, Name, ...}

- PlanetarySystem {Id, Name, ...}

Λογική:

- **Συναθροίση (Aggregation):** Υπολογίζουμε τον αριθμό των πλανητών (Planet) για κάθε πλανητικό σύστημα (PlanetarySystem).
- **Φιλτράρισμα:** Φιλτράρουμε τα αποτελέσματα της συναθροίσης, κρατώντας μόνο τα PlanetarySystem_Id όπου ο αριθμός των πλανητών είναι **μεγαλύτερος από 3** ($COUNT(*) > 3$).
- **Ένωση :**

Set A: Βρίσκουμε τα ονόματα και τις επιφανειακές θερμοκρασίες όλων των **Πλανητών** (Planet) που ανήκουν στα φιλτραρισμένα PlanetarySystem_Id.

Set B: Βρίσκουμε τους **Δορυφόρους** (Satellite) που συνδέονται με τους πλανήτες του Set A και κρατάμε τα ονόματα και τις επιφανειακές θερμοκρασίες τους.

Εκτελούμε Set A ένωση Set B για να εμφανίσουμε όλα τα σώματα μαζί.

- **Προβολή:** Κάνουμε προβολή του ονόματος (Name) και της θερμοκρασίας (SurfaceTemp) για όλα τα σώματα.

Βρίσκουμε τα PlanetarySystems που έχουν περισσότερους από 3 πλανήτες.

A. Υπολογίζουμε τον αριθμό των πλανητών για κάθε σύστημα (G).

$$\text{Planets_Count} = G_{\text{PlanetarySystem_Id}, \text{COUNT}(\text{Celestial_Id})} \rightarrow \text{Num_Plans}(Planet)$$

B. Επιλέγουμε τα PlanetarySystem_Id όπου ο αριθμός των πλανητών είναι μεγαλύτερος από 3 (σ και π).

$$\text{Target_Systems} = \pi_{\text{PlanetarySystem_Id}}(\sigma_{\text{Num_Plans} > 3}(\text{Planets_Count}))$$

C. Βρίσκουμε τους πλανήτες που ανήκουν στα συστήματα-στόχους.

- **C.** Φιλτράρουμε τους πλανήτες κάνοντας join.

$$\text{Target_Plans} = \text{Planet} \bowtie \text{Target_Systems}$$

- D. Κρατάμε τα γνωρίσματα Name (από το CelestialObject μέσω κληρονομικότητας) και SurfaceTemp, μετονομάζοντας το Name σε BodyName.

$$\text{Set_A} = \rho_{\text{Name} \rightarrow \text{BodyName}, \text{SurfaceTemp}}(\pi_{\text{Name}, \text{SurfaceTemp}}(\text{Target_Planets}))$$

Βρίσκουμε τους δορυφόρους Satellite που συνδέονται με τους Target_Planets.

E. Συνδέουμε τους Satellites με τους Target_Planets μέσω του Planet_Id

$$\text{Set_B} = \rho_{\text{Name} \rightarrow \text{BodyName}, \text{SurfaceTemp}}(\pi_{\text{Name}, \text{SurfaceTemp}}(\text{Target_Satellites}))$$

F. Κρατάμε τα γνωρίσματα Name και SurfaceTemp, μετονομάζοντας το Name σε BodyName.

$$\text{Result} = \text{Set_A} \cup \text{Set_B}$$

Ποια είναι τα ονόματα (Name) των **Αστρων (Star)** τα οποία:

1. έχουν SurfaceTemp μεγαλύτερη από 5000 Kelvin.
2. **Και ταυτόχρονα** ανήκουν στον Αστερισμό (Constellation) 'Lyra'.

Σχέσεις:

- Star (Celestial_Id, PlanetarySystem_Id, SurfaceTemp, Name, ...)
- PlanetarySystem (Id, Constellation_Id, ...)
- Constellation (Id, Name, ...)

Λογική:

1. Δημιουργούμε το **Σύνολο Α** (Θερμά Άστρα): Επιλέγουμε τα Star} με SurfaceTemp>5000(σ) και προβάλλουμε τα ονόματά τους (π).
2. Δημιουργούμε το **Σύνολο Β** (Άστρα στον Lyra): Φιλτράρουμε τις Constellation με όνομα 'Lyra', συνδέουμε με τα PlanetarySystem, συνδέουμε με τα Star, και προβάλλουμε τα ονόματά τους (π).
3. Εκτελούμε την **Τομή** (\cap) των Συνόλων Α και Β για να βρούμε μόνο τα άστρα που ικανοποιούν *και τις δύο* συνθήκες.

$$\text{Set_A} = \pi_{\text{Name}}(\sigma_{\text{SurfaceTemp}>5000}(\text{Star}))$$

$$\text{TargetConstellations} = \pi_{\text{Id}}(\sigma_{\text{Name}='\text{Lyra}'}(\text{Constellation}))$$

$$\text{StarInLyra} = \text{Star} \bowtie_{\text{PlanetarySystem_Id}=\text{Id}} \text{TargetPlanetarySystems}$$

$$\text{Set_B} = \pi_{\text{Name}}(\text{StarInLyra})$$

$$\text{Result} = \text{Set_A} \cap \text{Set_B}$$