



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών  
Υπολογιστών  
Εξάμηνο 7ο

## Τελική εργασία στο μάθημα Τεχνολογία Πολυμέσων

### Περιγραφή Εφαρμογής

Στην παρούσα εργασία καλείστε να υλοποιήσετε την προσομοίωση ενός συνόλου από αεροπλάνα τα οποία κινούνται σε μια εναέρια περιοχή. Στην εφαρμογή θα υπάρχουν διάφορα είδη αεροπλάνων που θα κινούνται μέσα σε έναν προκαθορισμένο χώρο, ο οποίος θα αποτελεί τον χάρτη του κόσμου προσομοίωσης, εκτελώντας κάποιο δρομολόγιο μεταξύ δυο αεροδρομίων.

### Α. Περιβάλλον προσομοίωσης και είδη αεροπλάνων

Ο χώρος της προσομοίωσης μοντελοποιείται ως ένα πλέγμα 30 γραμμών και 60 στηλών. Σε κάθε θέση του πλέγματος αντιστοιχεί ένα σημείο του χώρου προσομοίωσης που χαρακτηρίζεται μεταξύ των άλλων από τις ακόλουθες ιδιότητες:

- συντεταγμένες (θεωρούμε πως το σημείο  $[0,0]$  αντιστοιχεί στην γωνία πάνω αριστερά)
- υψόμετρο σε μέτρα ( ακέραιος  $\geq 0$  , με την τιμή 0 να αντιστοιχεί στην ύπαρξη θάλασσας )

Στα πλαίσια της εφαρμογής θεωρούμε τρεις διαφορετικούς τύπους αεροπλάνων: *μονοκινητήρια*, *turboprop* και *jet*. Η λειτουργία και απόδοση κάθε αεροπλάνου χαρακτηρίζεται από μια σειρά από παραμέτρους:

- ταχύτητα απογείωσης & προσγείωσης
- μέγιστη ταχύτητα πτήσης
- μέγιστη ποσότητα καυσίμου
- κατανάλωση καυσίμου
- μέγιστο ύψος πτήσης
- ρυθμός ανόδου/καθόδου

Επιπλέον, για αυτές τις παραμέτρους υπάρχουν διαφορετικές τιμές και όρια ανάλογα με τον τύπο του αεροπλάνου που συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

	Ταχύτητα Απογείωσης & Προσγείωσης	Μέγιστη Ταχύτητα Πτήσης	Μέγιστη Ποσότητα Καυσίμου	Μέγιστο Ύψος Πτήσης	Ρυθμός Ανόδου Καθόδου	Κατανάλωση
<i>Μονοκινητήρια</i>	60 knots	110 knots	280 Kg	8000 feet	700 ft/min	3 Kg/nm
<i>Turboprop</i>	100 knots	220 knots	4200 Kg	16000 feet	1200 ft/min	9 Kg/nm
<i>Jet</i>	140 knots	280 knots	16000 Kg	28000 feet	2300 ft/min	15 Kg/nm

**Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά απόδοσης και λειτουργίας για τα αεροπλάνα της προσομοίωσης**

Σε συγκεκριμένα σημεία θεωρούμε πως υπάρχουν αεροδρόμια μεταξύ των οποίων μπορεί να εκτελούνται δρομολόγια αεροπλάνων διαφόρων τύπων. Κάθε αεροδρόμιο χαρακτηρίζεται από:

- μοναδικό αναγνωριστικό
- όνομα
- κατηγορία ( 1 => μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από μονοκινητήρια αεροπλάνα, 2 => μπορεί να χρησιμοποιηθεί μίνι από turboprop & jet , 3 => μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους τύπους αεροπλάνων )
- κατάσταση λειτουργίας (ανοικτό ή κλειστό)
- προσανατολισμό αεροδιαδρόμου (βορράς, ανατολή, νότος, δύση)

Οι πληροφορίες για το χώρο της προσομοίωσης παρέχονται από ένα αρχείο που περιλαμβάνει 30 γραμμές κάθε μια από τις οποίες αποτελείται από 60 αριθμούς διαχωρισμένους με κόμμα που εκφράζουν το υψόμετρο (σε μέτρα) της αντίστοιχης περιοχής. Τα αρχεία με τις συγκεκριμένες πληροφορίες θα πρέπει να ονομάζονται **“world\_MAPID.txt”**. Οι πληροφορίες για τα διαθέσιμα αεροδρόμια περιέχονται σε ένα άλλο αρχείο που πρέπει να ονομάζεται **“airports\_MAPID.txt”** κάθε γραμμή του οποίου περιγράφει ένα αεροδρόμιο ως μια σειρά από τιμές που διαχωρίζονται με κόμμα. Αντίστοιχα, οι περιγραφές των διαφόρων πτήσεων που πρέπει να προσομοιωθούν περιγράφονται σε ένα αρχείο με όνομα **“flights\_MAPID.txt”** κάθε γραμμή του οποίου περιγράφει μια πτήση.

Στη σελίδα του εργαστηρίου μαζί με την εκφώνηση μπορείτε να βρείτε το αρχείο **“examples.zip”** που περιλαμβάνει ένα παράδειγμα χάρτη προσομοίωσης (world\_default.txt), διαθέσιμων αεροδρομίων (airports\_default.txt) και πτήσεων για προσομοίωση flights\_default.txt) καθώς και σημειώσεις για την σύνταξη των αρχείων περιγραφής των αεροδρομίων και των πτήσεων.

## B.1. Δημιουργία γραφικής διεπαφής (25%)

Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την ανάπτυξη της κατάλληλης γραφικής διεπαφής χρήστη (Graphical User Interface - GUI) χρησιμοποιώντας το swing [3]. Για την ανάπτυξη του GUI δεν συνιστάται (αλλά και δεν απαγορεύεται) η χρήση κάποιου εργαλείου για την αυτοματοποίηση του σχεδιασμού του.

Για την δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος του παιχνιδιού θα πρέπει να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα:

1. Δημιουργήστε ένα «παράθυρο» με τίτλο “MediaLab Flight Simulation ”, δώστε του τις κατάλληλες διαστάσεις και τοποθετήστε το στο κέντρο της οθόνης τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κάθετο άξονα.
2. Χωρίστε το παράθυρο σε τρία μέρη.
3. Στο πάνω μέρος της οθόνης θα εμφανίζονται βασικές πληροφορίες για κάθε ενεργό σενάριο προσομοίωσης:
  - a. Ο προσομοιωμένος χρόνος από την έναρξη του σεναρίου, π.χ. “Simulated Time: 00:25”
  - b. Τρέχων αριθμός αεροσκαφών που εκτελούν κάποιο δρομολόγιο, π.χ. “Aircrafts: 3”
  - c. Συνολικός αριθμός αποτυχημένων πτήσεων λόγω συγκρούσεων ή , πτώσεων, π.χ. “Crashes: 0”
  - d. Αριθμός πτήσεων που έχουν ολοκληρωθεί επιτυχώς, π.χ. “Landings: 1”
4. Στο μεσαίο τμήμα που θα αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα:
  - a. Στο πρώτο τμήμα, που θα είναι και το μεγαλύτερο, θα σχεδιάζετε τον εκάστοτε χάρτη της προσομοίωσης. Η περιγραφή του χάρτη θα ακολουθεί όλες τις προδιαγραφές που δίνονται στη συνέχεια. Μόλις ξεκινάει η εφαρμογή θα πρέπει να εμφανίζεται στο χρήστη ο σχεδιασμός του αρχικού χάρτη μόνο με τα διαθέσιμα αεροδρόμια και χωρίς κάποιο αεροσκάφος. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να ορίσετε κάποια προκαθορισμένη περιγραφή χάρτη και αεροδρομίων ως αρχική.
  - b. Στο δεύτερο τμήμα, που θα βρίσκεται δεξιά, θα εμφανίζονται μέσω ενός κατάλληλου component σύντομα μηνύματα που θα περιγράφουν κάποιο σημαντικό γεγονός στα πλαίσια της προσομοίωσης. Πρόκειται για απλά μηνύματα με σκοπό να βοηθούν τους τελικούς χρήστες να κατανοούν την εξέλιξη της προσομοίωσης. Επιλέξτε μόνοι σας ποιες πληροφορίες θα εμφανίζεται και τότε, παραδείγματα πιθανών περιπτώσεων μπορεί να αποτελούν: αρχικοποίηση, σφάλματα στη προδιαγραφή κάποιας πτήσης, σύγκρουση, επιτυχής προσγείωση κ.λ.π.

Το περιβάλλον της προσομοίωσης στη γραφική διεπαφή θα σχεδιάζεται ως ένα πλέγμα τετραγώνων 30 γραμμών x 60 στηλών. Κάθε τετράγωνο, που αντιστοιχεί σε ένα σημείο του χάρτη προσομοίωσης, θα έχει διαστάσεις 16 x 16 pixels. Επιπλέον, θεωρούμε διαφορετικές χρωματικές απεικονίσεις για κάθε τετράγωνο με βάση το υψόμετρο του αντίστοιχου σημείου στο χάρτη. Ο Πίνακας 2 περιλαμβάνει ένα παράδειγμα χρωματικής αντιστοίχισης, αν θέλετε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε περισσότερες κατηγορίες αλλά όχι λιγότερες από όσες περιλαμβάνονται στο πίνακα.

Τέλος, σε όποια σημεία υπάρχει αεροδρόμιο θα πρέπει να εμφανίζεται μια επιπλέον σήμανση στο συγκεκριμένο τετράγωνο (Στο αρχείο *SimulationImages.zip* περιλαμβάνετε μεταξύ άλλων κατάλληλο εικονίδιο, ωστόσο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιαδήποτε άλλη εικονίδιο/σήμανση θέλετε).

Υψόμετρο (μέτρα)	Χρώμα (RGB color code)
0	0,0,255
(0, 200]	60,179,113
(200, 400]	46,139,87
(400, 700]	34,139,34
(700, 1500]	222,184,135
(1500, 3500]	205,133,63
>3500	145, 80, 20

Πίνακας 2 Χρωματική απεικόνιση βάση υψομέτρου



Εικόνα 1: Γραφική διεπαφή με το χάρτη προσομοίωσης του παραδείγματος

## B.2. Υλοποίηση κίνησης αεροπλάνων (40%)

Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει η υλοποίηση της προσομοίωσης των περιγραφόμενων πτήσεων και της κίνησης των αεροπλάνων σε συνδυασμό με την κατάλληλη ανανέωση των πληροφοριών στη γραφική διεπαφή.

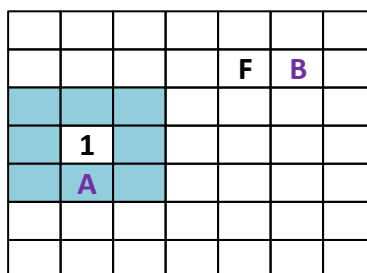
Τα δρομολόγια των αεροπλάνων που πρέπει να προσομοιωθούν περιγράφονται στο αρχείο *"flights\_MAPID.txt"*. Μόλις ο χρήστης επιλέξει *"Start"* από το menu (λεπτομέρειες στην επόμενη ενότητα) αρχικά θα πρέπει να γίνεται έλεγχος των περιγραφόμενων δρομολογίων ώστε στη συνέχεια να προσομοιωθούν μόνο όσα έχουν έγκυρη περιγραφή. Πρόκειται για δρομολόγια μεταξύ διαφορετικών ανοιχτών αεροδρομίων που εκτελούνται με τύπο αεροπλάνου που μπορεί να απογειωθεί/προσγειωθεί από αυτά τα αεροδρόμια. Ακόμη, οι παράμετροι που έχουν προσδιοριστεί για την ταχύτητα πτήσης, το διαθέσιμο φορτίο καυσίμου και το ύψος πτήσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τις αντίστοιχες μέγιστες τιμές για τον συγκεκριμένο τύπο αεροπλάνου όπως καθορίζονται στον Πίνακα 1. Μετά τον αρχικό έλεγχο ξεκινά η ροή της προσομοίωσης ενώ μόλις ολοκληρωθούν όλα τα δρομολόγια θα πρέπει να εμφανίζεται ένα κατάλληλο μήνυμα και να σταματάει η προσομοίωση.

Κάθε σημείο του αρχείου που περιγράφει το χάρτη της προσομοίωσης θεωρούμε ότι αντιστοιχεί σε μια περιοχή με διαστάσεις 20x20 nm (ναυτικά μίλια), έτσι ο συνολικός χώρος της προσομοίωσης αντιστοιχεί σε 600x1200 nm, ενώ κάθε αεροδρόμιο βρίσκεται στο κέντρο της εκάστοτε περιοχής. Επιπλέον, στα πλαίσια της προσομοίωσης αντιστοιχίζουμε το χρονικό διάστημα 5 δευτερολέπτων να αντιστοιχεί σε 1 λεπτό πραγματικού χρόνου. Επομένως, αν μια πτήση με βάση την απόσταση που πρέπει να διανύσει και τους κανόνες που ακολουθούν έχει θεωρητική διάρκεια 20 λεπτά στα πλαίσια της προσομοίωσης θα πρέπει να ολοκληρωθεί σε 100 δευτερόλεπτα από τη στιγμή της απογείωσης.

Σχετικά με την κίνηση των αεροπλάνων ισχύουν οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Τα αεροπλάνα υποχρεωτικά απογειώνονται και προσγειώνονται από την κατεύθυνση που ορίζει ο προσανατολισμός του αεροδιαδρόμου, έτσι στην περιοχή που αντιστοιχεί στο αεροδρόμιο μπορούν να κινηθούν μόνο σε μια από τις 4 βασικές κατευθύνσεις (βορράς, ανατολή, νότος, δύση).
- Τα αεροπλάνα κινούνται υποχρεωτικά με την ταχύτητα απογείωσης/προσγείωσης που ορίζει ο εκάστοτε τύπος τόσο για τα αρχικά 10 nm που αντιστοιχούν στη περιοχή γύρω από το αεροδρόμιο απογείωσης/προσγείωσης όσο και για τις γειτονικές με αυτό περιοχές.
- Σε όλα τα άλλα ενδιάμεσα σημεία κινούνται σταθερά με την ταχύτητα πτήσης που έχει καθοριστεί στην περιγραφή της πτήσης και η οποία δεν μπορεί να ξεπερνά την μέγιστη ταχύτητα πτήσης που ορίζει ο τύπος του αεροπλάνου.

- Η διαθέσιμη ποσότητα καυσίμου μειώνεται με σταθερό ρυθμό που καθορίζεται από την παράμετρο της «Κατανάλωσης». Αν τα καύσιμα μηδενιστούν πριν την προσγείωση τότε η πτήση θεωρούμε ότι έχει συντριβεί λόγω έλλειψης καυσίμων.
- Ένα αεροπλάνο ανεβαίνει προς το καθορισμένο ύψος πτήσης με σταθερό ρυθμό που καθορίζεται από τον ρυθμό ανόδου/καθόδου για τον αντίστοιχο τύπο. Ομοίως, κατά την φάση της προσγείωσης κατεβαίνει προς το αεροδρόμιο με τον ίδιο σταθερό ρυθμό.
- Θεωρούμε ότι υπάρχει σύγκρουση μεταξύ αεροπλάνων όταν βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 2 nm και έχουν διαφορά ύψους πτήσης μικρότερη των 500 feet.
- Αν ένα αεροπλάνο βρίσκεται σε ίδιο ή χαμηλότερο ύψος από το υψόμετρο του αντίστοιχου σημείου στο χάρτη προσομοίωσης θεωρούμε ότι η πτήση έχει συντριβεί.
- Σχετικά με την μετάβαση μεταξύ διαφορετικών γειτονικών περιοχών στο χάρτη προσομοίωσης ισχύουν τα παρακάτω:
  - Από την περιοχή του αεροδρομίου απογείωσης η μετάβαση γίνεται μόνο προς την κατεύθυνση που ορίζει ο αεροδιάδρομος ομοίως και η μετάβαση προς την περιοχή του αεροδρομίου προσγείωσης γίνεται μόνο προς την κατεύθυνση του αντίστοιχου αεροδιαδρόμου.
  - Από κάθε άλλη περιοχή μπορούμε να πάμε σε οποιαδήποτε από τις 8 γειτονικές της περιοχές. Για παράδειγμα στο παρακάτω σχήμα ο αεροδιάδρομος στο αεροδρόμιο A έχει κατεύθυνση προς το βορρά άρα πάμε αναγκαστικά προς το σημείο 1, στη συνέχεια μπορούμε να ακολουθήσουμε οποιαδήποτε κατεύθυνση προς τα γειτονικά του (8 χρωματισμένα σημεία) ενώ τέλος η προσγείωση στο αεροδρόμιο B που έχει προσανατολισμό προς τα δυτικά θα πρέπει να γίνει υποχρεωτικά από το σημείο F.



- Για την επιλογή της διαδρομής κάθε πτήσης μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όποια πολιτική θέλετε αρκεί να ακολουθείτε όλους τους παραπάνω κανόνες.

### **Εικονίδια αεροπλάνων:**

Για την κίνηση των αεροπλάνων θα χρησιμοποιείτε τα εικονίδια που σας δίδονται στο αρχείο *SimulationImages.zip*.

### B.3 Ολοκλήρωση προσομοίωσης (15%)

Το τελευταίο μέρος περιλαμβάνει την ολοκλήρωση της εφαρμογής μέσω της υλοποίησης επιπρόσθετης λειτουργικότητας στην γραφική διεπαφή που θα επιτρέπει την χρήση διαφόρων χαρτών προσομοίωσης και παράλληλα θα παρέχει αναλυτικές πληροφορίες για τα διάφορα σενάρια προσομοίωσης.

Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή σας θα πρέπει να είναι σε θέση να φορτώνει και να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε περιγραφή του χάρτη προσομοίωσης η οποία ακολουθεί τις προδιαγραφές που περιγράφονται πιο πάνω σχετικά με τα μεγέθη και την μορφοποίηση.

Τέλος, θα πρέπει στη γραφική διεπαφή της εφαρμογής να προστεθεί ένα menu bar που θα αποτελείται από:

- a. Menu “Game” το οποίο θα περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές
  - I. Start: Θα ξεκινά μια νέα εκτέλεση για την προσομοίωση των πτήσεων που περιγράφονται στο προκαθορισμένο αρχείο χρησιμοποιώντας το περιβάλλον που ορίζεται από την τρέχουσα περιγραφή του χάρτη και των διαθέσιμων αεροδρομίων. Αν υπάρχει κάποια ενεργή εκτέλεση θα πρέπει να διακόπτεται και να αρχίζει μια νέα με κατάλληλη αρχικοποίηση όλων των παραμέτρων και των πληροφοριών που υπάρχουν στην γραφική διεπαφή.
  - II. Stop: Θα πρέπει να τερματίζεται η τρέχουσα εκτέλεση της προσομοίωσης.
  - III. Load: Μέσω ενός popup παραθύρου χρήστη θα προσδιορίζει το **“MAPID”**. Στη συνέχεια η εφαρμογή θα αναζητά τα αντίστοιχα αρχεία (*world\_MAPID.txt*, *airports\_MAPID.txt*, *flights\_MAPID.txt*) και αν υπάρχουν θα φορτώνει τον αντίστοιχο χάρτη προσομοίωσης μαζί με τα αεροδρόμια. Διαφορετικά θα εμφανίζεται ένα μήνυμα σφάλματος.
  - IV. Exit: Τερματισμός εφαρμογής.
- b. Menu “Simulation” το οποίο θα περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές
  - I. Airports: Μέσω ενός popup παραθύρου θα παρουσιάζει για όλα τα διαθέσιμα αεροδρόμια τις παρακάτω πληροφορίες: μοναδικό αναγνωριστικό, όνομα, κατηγορία, κατάσταση λειτουργίας και προσανατολισμό αεροδιαδρόμου.
  - II. Aircrafts: Μέσω ενός popup παραθύρου θα παρουσιάζει για όλα τα αεροπλάνα που εκτελούν εκείνη τη στιγμή κάποιο δρομολόγιο τις παρακάτω πληροφορίες: όνομα αεροδρομίου απογείωσης και προσγείωσης, ταχύτητα πτήσης, ύψος πτήσης και διαθέσιμα καύσιμα.
  - III. Flights: Μέσω ενός popup παραθύρου θα παρουσιάζει για όλες τις έγκυρες πτήσεις που περιλαμβάνει το αρχείο περιγραφής τις παρακάτω πληροφορίες: όνομα αεροδρομίου απογείωσης και προσγείωσης, τύπος αεροπλάνου και κατάσταση πτήσης.

## B.4 Λοιπές απαιτήσεις (20%)

- Η υλοποίηση θα πρέπει να ακολουθεί τις αρχές σχεδίασης του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού (OOP design principles) [1].
- Κάθε public μέθοδος σε τουλάχιστον μια κλάση θα πρέπει να είναι τεκμηριωμένη [2].

**Σημείωση:** Για οτιδήποτε δεν είναι ξεκάθαρο από την εκφώνηση μπορείτε να κάνετε δικές σας παραδοχές και υποθέσεις. Γενικότερα, στην εκφώνηση περιγράφονται οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να ακολουθεί η εφαρμογή σας, ωστόσο μπορείτε να κάνετε δικές σας παραδοχές προσπαθώντας να κάνετε πιο ρεαλιστική την προσομοίωση, χωρίς παράλληλα να κάνετε πολύπλοκη την υλοποίηση σας.

## Παραδοτέα

- Το project (του IDE της επιλογής σας) με την υλοποίηση της εφαρμογής.
- Μια σύντομη αναφορά που θα περιγράφεται το σχεδιασμό της υλοποίησής σας και θα αναφέρετε όποια λειτουργικότητα δεν έχετε υλοποιήσει.

## Αναφορές

[1] <http://www.oodesign.com/design-principles.html>

[2] <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/index-137868.html>

[3] <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/components/index.html>