

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Χειμερινό εξάμηνο ακ. έτους 2011-2012

Εργασία μαθήματος¹

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την αναπαράσταση της λειτουργίας ενός οικοσυστήματος. Αυτό περιέχει πεδία εδάφους στα οποία ζουν φυτά και ζώα. Προσομοιώνεται επίσης ένα σύστημα χρόνου και, κατά συνέπεια, εποχών.

1 Περιγραφή οικοσυστήματος

Το οικοσύστημα (Ecosystem) που προσομοιώνεται περιγράφεται από το έδαφος (terrain), το οποίο είναι ένα τετραγωνικό πλέγμα πεδίων (tiles) συγκεκριμένου πλάτους (terrainSize) τουλάχιστον 10 πεδίων. Περιέχει την τωρινή ημέρα του χρόνου (dayOfYear) καθώς και έναν παράγοντα που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό “ημερών αναπαραγωγής” και “ημερών ανάπτυξης” (οι οποίες είναι ημέρες πολλαπλάσιες των ποσοτήτων growthPeriod και breedingRepPeriod) που θα αναλυθούν αργότερα. Κάθε πεδίο περιγράφει περιβάλλον συγκεκριμένου τύπου και μπορεί να φιλοξενήσει ένα φυτό και οσοδήποτε πλήθος ζώων που βρίσκονται εκεί. Κάθε πεδίο περιγράφει και απεικονίζει ένα είδος περιβάλλοντος εκ των: νερό (#), λόφος (^), ή πεδιάδα (").

1.1 Περιγραφή δημιουργίας οικοσυστήματος

Δημιουργείται αρχικά το οικοσύστημα μέσω της εισαγωγής της διάστασής του και της εποχής με την οποία ξεκινά η προσομοίωση. Ακολουθεί μετά η δημιουργία του εδάφους (MapGenerator) στα εξής στάδια:

1. Αρχικά δημιουργείται ποτάμι (δηλαδή τα αντίστοιχα πεδία γίνονται νερό) στον χάρτη ώστε να τον τέμνει σε δύο κομμάτια (GenerateRiver). Αποφασίζεται τυχαία η αρχή του στο διάστημα $[5, \text{terrainSize} - 5]$ της μιας πλευράς του πλέγματος και αρχίζει να επεκτείνεται προς την απέναντι πλευρά. Εκτελούνται N επαναλήψεις όπου το ποτάμι έχει 30% πιθανότητα να παρεκκλίνει της πορείας του με 4 δυνατούς τρόπους, είτε προς τα δεξιά είτε προς τα αριστερά, είτε κατά ένα είτε κατά δύο πεδία.
2. Έπειτα δημιουργείται σε τυχαία θέση λίμνη μεγέθους lakeSize, δηλαδή δημιουργούνται πεδία νερού στις θέσεις από $[x, y]$ μέχρι $[x + \text{lakeSize}, y + \text{lakeSize}]$ (GenerateLake).
3. Έπειτα τοποθετούνται σε τυχαίες θέσεις ένας προκαθορισμένος αριθμός λόφων τυχαίου μεγέθους (από 2 μέχρι 4). Η λογική τοποθέτησης είναι αντίστοιχη της λίμνης (GenerateHills).
4. Σε όσα πεδία απομένουν (όπου δηλαδή δεν υπάρχει νερό ή λόφος) τοποθετείται πεδιάδα (GenerateMeadow).

Επόμενο βήμα της προσομοίωσης είναι η τοποθέτηση των φυτών (PlacePlants). Προκαθορισμένο πλήθος ανά είδος φυτού τοποθετείται σε τυχαία θέση, ακολουθώντας περιορισμούς με βάση το περιβάλλον του (αντίστοιχου) πεδίου. Τέλος, έρχεται η τοποθέτηση των ζώων, η οποία εκτελείται με τρόπο αντίστοιχο των φυτών (PlaceAnimals). Από κει και πέρα, εκτελούνται κύκλοι προσομοίωσης με τρόπο που θα εξηγηθεί παρακάτω.

¹Για την ιδέα, την ανάπτυξη της εργασίας και τη σύνταξη της εκφώνησής της, ευχαριστώ θερμά τον Βασίλειο-Μάριο Αναστασίου και τον Παναγιώτη Διαμαντόπουλο

1.2 Περιγραφή φυτών

Τα φυτά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Σε αυτά που έχουν καρπούς (Seeded) και σε αυτά που δεν έχουν (Seedless). Στα φυτά που δεν έχουν καρπούς ανήκουν το γρασίδι (Grass) και το φύκι (Algae). Στα φυτά που έχουν καρπούς ανήκουν η δρυς/βελανιδιά (Oak), το πεύκο (Pine) και ο σφένδαμος (Maple).

Κάθε φυτό, ανεξαρτήτως κατηγορίας, περιγράφεται από ένα όνομα (name), τις συντεταγμένες του (x, y) στο οικοσύστημα και έναν χαρακτήρα που το αναπαριστά στη προσομοίωση (token). Επιπλέον, κάθε είδος έχει συγκεκριμένη πιθανότητα αναπαραγωγής ανά εποχή (breedingProb) καθώς και πιθανότητα να αρρωστήσει (illnessProb). Κάθε φυτό έχει μετρητή ζωής (life) που όταν φτάσει στο 0 σημαίνει πως το φυτό πέθανε. Τέλος, θα χρειαστούμε και μια ποσότητα μεταβολής ζωής (lifeFactor), η οποία θα εξηγηθεί αργότερα.

Τα φυτά που δεν έχουν καρπούς (Seedless):

- Όταν φαγωθούν από ένα ζώο, τότε το φαγωθέν ποσό αφαιρείται από τον μετρητή ζωής τους (LoseLife).
- Υπάρχει πιθανότητα το φυτό να μην αναπτυχθεί την εποχή που πρέπει λόγω αρρώστιας, οπότε και μειώνεται η ζωή τους κατά lifeFactor. Σε αντίθετη περίπτωση, η ζωή τους αυξάνεται κατά lifeFactor.
- Την εποχή αναπαραγωγής των φυτών, υπάρχει πιθανότητα το φυτό να μην μπορέσει να αναπαραχθεί κανονικά (breedingProb), ενώ σε αντίθετη περίπτωση αναπαράγεται.

Το γρασίδι (με token G) φυτρώνει όπου υπάρχει πεδιάδα. Αρχικά, έχει ζωή 5 μονάδες. Αναπαράγεται με πιθανότητα 15%, έχει πιθανότητα να μην μπορέσει να αναπτυχθεί λόγω αρρώστιας 15% και η ζωή του μεταβάλλεται κατά 4 μονάδες (lifeFactor).

Το φύκι (με token A) φυτρώνει και αναπτύσσεται μόνο εκεί που υπάρχει νερό. Αρχικά, έχει ζωή 5 μονάδες. Αναπαράγεται με πιθανότητα 25%, υπάρχει πιθανότητα να μην μπορέσει να αναπτυχθεί λόγω αρρώστιας 25% και η ζωή του μεταβάλλεται κατά 2 μονάδες (lifeFactor).

Τα φυτά που έχουν καρπούς (Seeded):

- Έχουν φύλλωμα (foliage) και καρπούς (seeds).
- Όταν αυτά τα φυτά φαγωθούν από ένα ζώο, τότε:
 - Σε περίπτωση που το φυτό έχει ακόμα καρπούς, το ποσό που φαγώθηκε αφαιρείται από το σύνολο των καρπών του.
 - Σε περίπτωση που το φυτό δεν έχει καρπούς, το ποσό αυτό αφαιρείται από το φύλλωμα και κατ' επέκταση από την ζωή του.
- Υπάρχει πιθανότητα το φυτό να μην αναπτυχθεί την εποχή που πρέπει λόγω αρρώστιας (illnessProb). Σε αυτή τη περίπτωση, το φύλλωμά τους μειώνεται κατά ορισμένη ποσότητα (lifeFactor) και οι καρποί τους κατά διπλάσια αυτής. Σε αντίθετη περίπτωση, το φύλλωμά τους αυξάνεται κατά lifeFactor και οι καρποί τους κατά διπλάσια αυτής. Εφόσον το φυτό αποκτήσει foliage ανάλογο του lifeFactor τότε αυξάνει το μέγεθός τους (size) κατά μια μονάδα ή μειώνεται κατά μία μονάδα ανάλογα με το τις συνέβη στο foliage (αυξήθηκε ή μειώθηκε αντίστοιχα).
- Την εποχή αναπαραγωγής των φυτών, υπάρχει πιθανότητα το φυτό να μην μπορέσει να αναπαραχθεί κανονικά (breedingProb), ενώ σε αντίθετη περίπτωση αναπαράγεται.

Ο σφένδαμος (με token M) φυτρώνει οπουδήποτε σε στέρεο περιβάλλον. Αρχικά, έχει μέγεθος 2, 10 καρπούς, φύλλωμα 20, 5% πιθανότητα να αρρωστήσει, 5% πιθανότητα να αναπαραχθεί και παράγοντα μεταβολής ζωής 10 (lifeFactor).

Η βελανιδιά (με token O) φυτρώνει σε πεδιάδες. Αρχικά, έχει μέγεθος 5, 15 καρπούς, φύλλωμα 30, 20% πιθανότητα να αρρωστήσει, 20% πιθανότητα να αναπαραχθεί και παράγοντα μεταβολής ζωής 15 (lifeFactor). Η βελανιδιά μπορεί να ευδοκιμήσει μόνο σε κομμάτια του περιβάλλοντος που είναι πεδιάδα.

Το πεύκο (με token P) φυτρώνει σε βουνά. Αρχικά, έχει μέγεθος 5, 20 καρπούς, φύλλωμα 40, 15% πιθανότητα να αρρωστήσει, 15% πιθανότητα να αναπαραχθεί και παράγοντα μεταβολής ζωής 20 (lifeFactor). Το πεύκο μπορεί να ευδοκιμήσει σε οποιοδήποτε κομμάτι του περιβάλλοντος εκτός νερού.

1.3 Περιγραφή ζώων

Τα ζώα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. τα φυτοφάγα (Herbivores) και
2. τα σαρκοφάγα (Carnivores).

Κάθε ζώο περιγράφεται από το όνομά του (name), το μέγεθός του (size), το πόσες συνολικά μέρες έχει να φάει (hungerCount), το φαγητό που έχει καταναλώσει (eatenFood), τις μονάδες τροφής που καταναλώνει ανά ώρα/γεύμα (eatCount), τις συντεταγμένες του (x,y), το αν είναι ζωντανό ή νεκρό (isAlive), αν είναι πεινασμένο ή όχι (isHungry), αν είναι η περίοδος αναπαραγωγής του (inHeat), την ταχύτητά του (speed), το αν μπαίνει σε χειμερία νάρκη (hibernates) και το αν βρίσκεται σε χειμερία νάρκη (inHibernation). Ένα ζώο μπορεί να μετακινηθεί στο έδαφος (Move), να φάει κάποιο φυτό ή να φάει κάποιο ζώο ανάλογα με το είδος του (Eat) και να αναπτυχθεί σε σχετική φάση του κύκλου (Raise). Τέλος, υπάρχουν μέγιστα χαρακτηριστικά ανά είδος ζώου, όπως θα περιγραφεί παρακάτω. Η κλάση των φυτοφάγων αναπαρίσταται από το token 'H' και η κλάση των σαρκοφάγων από 'C'. Ενήλικο θεωρείται ένα ζώο που έχει φτάσει στο μέγιστο δυνατό του μέγεθος, όπως αυτό ορίζεται από την αντίστοιχη περιγραφή. Ως κατοικία του ζώου ορίζουμε το πεδίο στο οποίο δημιουργείται στην αρχή της προσομοίωσης.

Στα φυτοφάγα ανήκουν το ελάφι (Deer), ο λαγός (Rabbit), η μαρμότα (Groundhog) και ο σολομός (Salmon). Στα σαρκοφάγα ανήκουν η αλεπού (Fox), η αρκούδα (Bear) και ο λύκος (Wolf).

1.3.1 Φυτοφάγα ζώα

Τα φυτοφάγα ζώα έχουν επιπλέον δύο χαρακτηριστικά τα οποία επεκτείνουν την περιγραφή τους: το αν μπορούν να σκαρφαλώσουν (canClimb) και την αναγκαία ποσότητα τροφής που πρέπει να λάβει (neededFood). Όταν ένα φυτοφάγο ζώο τρώει ένα φυτό, προσθέτει συγκεκριμένες μονάδες τροφής (eatCount) στη ποσότητα τροφής που έχει καταναλώσει (eatenFood) μέχρι να χορτάσει με την απαραίτητη ποσότητα τροφής ανά ημέρα (neededFood). Αν φάει seedless φυτό, αφαιρεί αυτή τη ποσότητα από το μετρητή ζωής του φυτού (LoseLife). Αν φάει seeded φυτό, αν αυτό έχει ακόμα καρπούς αφαιρείται η αντίστοιχη ποσότητα από τους καρπούς του, αλλιώς αφαιρείται από το φύλλωμα και το μετρητή ζωής του φυτού (LoseLife).

Το νεαρό ελάφι έχει μέγεθος 2, ταχύτητα 4 και απαιτεί 4 μονάδες τροφής την μέρα. Το ενήλικο ελάφι έχει μέγεθος 5, ταχύτητα 8, απαιτεί 8 μονάδες τροφής τη μέρα, ενώ δε μπορεί να σκαρφαλώσει. Κατοικεί όπου υπάρχει πεδιάδα και μπορεί να κινηθεί οπουδήποτε στο περιβάλλον. Κατά την ανάπτυξη του ελαφιού, το μέγεθος του αυξάνεται κατά 1 και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά κατά δύο, χωρίς όμως να ξεπερνάνε τις μέγιστες τιμές για τα ελάφια. Τρώει φυτά που δεν έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από το δικό του παραπάνω από 4 μονάδες. Μπορεί να φάει 2 μονάδες τροφής σε μια ώρα.

Ο νεαρός λαγός έχει μέγεθος 1, ταχύτητα 2 και ανάγκη για τροφή 2. Ο ενήλικος λαγός έχει μέγεθος 2, ταχύτητα 6, ανάγκη για τροφή 4 και δε μπορεί να σκαρφαλώσει. Κατοικεί όπου υπάρχει πεδιάδα αλλά μπορεί να κινηθεί οπουδήποτε στο περιβάλλον εκτός από το βουνό. Τρώει όλα τα φυτά εκτός από φύκια, ενώ σε περίπτωση που φάει ένα φυτό που έχει καρπούς το μέγεθός του δεν πρέπει να ξεπερνάει το μέγεθος του λαγού. Μπορεί να φάει 1 μονάδα τροφής σε μια ώρα. Κατά την ανάπτυξη του λαγού, το μέγεθος του και οι ανάγκες του για τροφή αυξάνονται κατά 1 και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά κατά 2, χωρίς όμως να ξεπερνάνε τις μέγιστες τιμές για τους λαγούς.

Οι νεαρές μαρμότες έχουν μέγεθος 2, ταχύτητα 3 και έχουν ανάγκη για τροφή 3 μονάδες την ημέρα. Η ενήλικη μαρμότα έχει μέγεθος 3, ταχύτητα 5, απαιτεί 5 μονάδες τροφής την ημέρα και μπορεί να σκαρφαλώσει. Κατοικεί όπου υπάρχει πεδιάδα και δεν μπορεί να διασχίσει νερό. Τρώει όλα τα φυτά εκτός από φύκια. Μπορεί ακόμα να φάει φυτά που έχουν καρπούς, αν το μέγεθός της είναι μεγαλύτερο ή ίσο του μεγέθους του φυτού, καθώς και να σκαρφαλώσει σε δένδρα με μέγεθος μικρότερο ή ίσο του τριπλάσιου του μεγέθους της. Μπορεί να φάει 1 μονάδα τροφής σε μια ώρα. Είναι η μόνη που πέφτει σε χειμερία νάρκη από τα φυτοφάγα. Κατά την ανάπτυξη της μαρμότας, όλα της τα χαρακτηριστικά αυξάνονται κατά 1, χωρίς όμως να ξεπερνάνε τις μέγιστες τιμές για τις μαρμότες.

Ο σολομός έχει μέγεθος 1, ταχύτητα 5 και ανάγκη για τροφή 1 και δεν μπορεί να σκαρφαλώσει. Κατοικεί και κινείται μόνο σε νερό και μπορεί να φάει μόνο φύκια. Μπορεί να φάει 1 μονάδα τροφής σε μια ώρα.

1.3.2 Σαρκοφάγα ζώα

Τα σαρκοφάγα ζώα έχουν επιπλέον δύο χαρακτηριστικά τα οποία επεκτείνουν την περιγραφή τους: Την επίθεση (attack) και την άμυνα (defence). Όταν ένα σαρκοφάγο γευματίσει τότε καλύπτει πλήρως τις διατροφικές του ανάγκες, ανεξάρτητα από το είδος του ζώου με το οποίο τράφηκε.

Η αλεπού κατοικεί μόνο σε πεδιάδα, αλλά μπορεί να περπατήσει οπουδήποτε στο περιβάλλον. Τρώει όλα τα φυτοφάγα που είναι μικρότερα ή ίσα από το μέγεθός της και έχουν ταχύτητα μικρότερη από την ταχύτητά της, εκτός από σολομό. Σε περίπτωση που εμπλακεί με ένα σαρκοφάγο μπορεί να το νικήσει για να τραφεί μόνο αν το μέγεθος του άλλου σαρκοφάγου είναι μικρότερο του δικού της ή αν έχουν το ίδιο μέγεθος και η επίθεση της αλεπούς είναι μεγαλύτερη από την άμυνα του άλλου σαρκοφάγου. Οι νεαρές αλεπούδες έχουν μέγεθος 1, επίθεση 1, άμυνα 1 και ταχύτητα 1 και απαιτούν 2 μονάδες τροφής την μέρα. Όταν μια αλεπού μεγαλώνει, τα χαρακτηριστικά αυξάνονται κατά 1 χωρίς όμως να ξεπερνάνε τις μέγιστες τιμές για τις αλεπούδες. Οι ενήλικες αλεπούδες έχουν μέγεθος 4, επίθεση 5, άμυνα 5, ταχύτητα 6 και απαιτούν 6 μονάδες τροφής την μέρα.

Ο λύκος κατοικεί οπουδήποτε δεν υπάρχει νερό αλλά μπορεί να περπατήσει οπουδήποτε στο περιβάλλον. Τρέφεται όπως ακριβώς και η αλεπού. Οι νεαροί λύκοι έχουν μέγεθος 1, επίθεση 2, άμυνα 2, ταχύτητα 2 και απαιτούν 2 μονάδες τροφής την μέρα. Κατά την ανάπτυξη του λύκου, το μέγεθός του αυξάνεται κατά 1 και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά κατά δύο, χωρίς όμως να ξεπερνάνε τις μέγιστες τιμές για τους λύκους. Οι ενήλικες λύκοι έχουν μέγεθος 7, επίθεση 8, άμυνα 6, ταχύτητα 8 και απαιτούν 8 μονάδες τροφής την μέρα.

Η αρκούδα κατοικεί μόνο σε βουνό αλλά μπορεί να περπατήσει οπουδήποτε στο περιβάλλον. Τρώει όλα τα φυτοφάγα αλλά και όλα τα σαρκοφάγα εκτός από άλλες αρκούδες. Οι ενήλικες αρκούδες νικούν (αυτομάτως) οποιοδήποτε ζώο σε μάχη. Είναι η μόνη που πέφτει σε χειμερία νάρκη από τα σαρκοφάγα. Οι νεαρές αρκούδες έχουν μέγεθος 3, επίθεση 6, άμυνα 6, ταχύτητα 4 και απαιτούν 5 μονάδες τροφής την μέρα. Κατά την ανάπτυξη της αρκούδας, τα χαρακτηριστικά της αυξάνονται κατά 2 χωρίς φυσικά να ξεπερνάνε τις μέγιστες δυνατές τιμές αλλά χωρίς μεταβολή της ταχύτητάς της. Οι ενήλικες αρκούδες έχουν μέγεθος 10, επίθεση 10, άμυνα 10, ταχύτητα 4 και απαιτούν 10 μονάδες τροφής την μέρα.

2 Περιγραφή εκτέλεσης προσομοίωσης

Έχοντας ολοκληρώσει τη δημιουργία του οικοσυστήματος, αρχίζει η εκτέλεση της προσομοίωσης (**RunEcosystem**). Η προσομοίωση εκτελείται για προκαθορισμένο πλήθος ημερών, το οποίο καθορίζεται από το χρήστη. Κάθε κύκλος αντιστοιχεί σε μία ημέρα. Κάθε ημέρα έχει 24 ώρες και κάθε 90 μέρες αντιστοιχούν σε μία εποχή. Η προσομοίωση ξεκινάει σε προκαθορισμένη εποχή του χρόνου θεωρώντας πως ξεκινάει τη 1η μέρα.

Ανά 90 μέρες, το οικοσύστημα αλλάζει εποχή (**ApplySeason**). Κάθε μία από τις τέσσερις εποχές επηρεάζει το οικοσύστημα με διαφορετικό τρόπο, μεταβάλλοντας τον ρυθμό αναπαραγωγής και ανάπτυξης φυτών και ζώων.

Την άνοιξη, η **growthPeriod** των φυτών ορίζεται ως 5 και των ζώων ως 20, η **breedingRepPeriod** των φυτών ορίζεται ως 10 και η **breedingRepPeriod** των ζώων ορίζεται σε 12 για τα φυτοφάγα και 11 για τα σαρκοφάγα, ενώ επιπλέον τα ζώα που είναι σε χειμερία νάρκη ξυπνούν.

Το καλοκαίρι, η **growthPeriod** των φυτών ορίζεται ως 10 και των ζώων ως 30, η **breedingRepPeriod** των φυτών ορίζεται ως 10, και η **breedingRepPeriod** των ζώων ορίζεται σε 8 για τα φυτοφάγα και 9 για τα σαρκοφάγα.

Το φθινόπωρο, τα φυτά δεν αναπτύσσονται, η **growthPeriod** των ζώων ορίζεται ως 15, η **breedingRepPeriod** των φυτών ορίζεται ως 20, και η **breedingRepPeriod** των ζώων ορίζεται σε 5 για τα φυτοφάγα και 9 για τα σαρκοφάγα.

Το χειμώνα κάποια από τα ζώα πέφτουν σε χειμερία νάρκη, τα φυτά δεν αναπαράγονται αλλά αναπτύσσονται κάθε 10 μέρες, τα ζώα αναπτύσσονται κάθε 30 και η **breedingRepPeriod** των ζώων ορίζεται σε 18 για τα φυτοφάγα και 10 για τα σαρκοφάγα.

Σε κάθε κύκλο ακολουθείται η εξής σειρά βημάτων:

1. Εκτελείται ανανέωση ημέρας (**DailyReset**), δηλαδή περνάει μια ημέρα και επαναρχικοποιείται η πείνα των ζώων. Επίσης, εκτελείται η ανάπτυξη των ζώων και των φυτών, εφόσον είναι μέρα ανάπτυξης ($dayOfYear \% growthPeriod$), όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενες ενότητες.
2. Κάθε ώρα της ημέρας, τα ζώα πρώτα μετακινούνται (**AnimalMovement**) και μετά τρώνε (**AnimalEating**), εφόσον βρουν τροφή. Ένα ζώο μπορεί να φάει ένα άλλο μόνο όταν βρίσκεται στο ίδιο **tile**. Η διαδικασία τροφής περιγράφηκε παραπάνω για κάθε είδος ζώου. Τα φυτοφάγα ζώα χρειάζεται να φάξουν για τροφή συγκεκριμένες μέρες. Όταν ένα φυτοφάγο καλύψει τις ανάγκες του θα φάξει για τροφή ξανά μετά από 7 μέρες. Αντιθέτως, ένα σαρκοφάγο φάχνει κάθε μέρα για τροφή. Τα σαρκοφάγα τρώνε και άλλα σαρκοφάγα μόνο αν δεν έχουν βρει τροφή για 8 μέρες.
3. Νεκρά ζώα και φυτά αφαιρούνται από τη προσομοίωση (**CheckDeadEntities**). Σαρώνεται όλο το πλέγμα του εδάφους και κάθε φυτό ή ζώο που είναι νεκρό αφαιρείται από τη προσομοίωση. Ταυτόχρονα, γίνεται ο έλεγχος αν ένα ζώο δεν έχει καταφέρει να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες (**CheckHunger**). Αν για την τρέχουσα μέρα δεν έχει καταφέρει να τις καλύψει τότε αυξάνεται ο μετρητής πείνας του. Ζώα που δεν έχουν φάει για 10 συνεχόμενες μέρες πεθαίνουν. Ένα ζώο που καλύπτει τις διατροφικές ανάγκες του μηδενίζει το μετρητή πείνας του.
4. Τα ζώα αναπαράγονται αν είναι ημέρα αναπαραγωγής ζώων (**AnimalBreeding**), δηλαδή δημιουργείται ένα καινούριο ζώο του ίδιου είδους στο ίδιο τετράγωνο με τον γονέα του. Τα ζώα αναπαράγονται μόνο σε ημέρες αναπαραγωγής ($dayOfYear \% breedingRepPeriod$). Μόνο τα ενήλικα ζώα μπορούν να αναπαραχθούν.
5. Τα φυτά αναπαράγονται αν είναι ημέρα αναπαραγωγής φυτών (**PlantBreeding**), δηλαδή δημιουργείται ένα καινούριο φυτό σε ελεύθερο γειτονικό πεδίο. Γίνεται έλεγχος για ελεύθερο γειτονικό πεδίο (**FindFreeTile**) σε σειρά στα πεδία αριστερά, δεξιά, κάτω, πάνω. Στο πρώτο ελεύθερο πεδίο δημιουργείται νέο φυτό, και εάν είναι όλα κατειλημμένα τότε δε δημιουργείται.

Τα φυτά αναπαράγονται μόνο σε ημέρες αναπαραγωγής (*dayOfYear%breedingRepPeriod*). Επιπλέον, τα φυτά αναπληρώνουν ενέργεια και πιθανώς μεγαλώνουν όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Η προσομοίωση παρέχει την δυνατότητα εκτύπωσης της τωρινής ημέρας της προσομοίωσης, της μορφής του πλέγματος πεδίων, καθώς και το συνολικό πλήθος των φυτών, ζώων, φυτοφάγων ζώων και σαρκοφάγων ζώων (**PrintSystem**). Σε κάθε πεδίο, εκτυπώνεται το token του φυτού που βρίσκεται εκεί και, εάν δεν υπάρχει φυτό, εκτυπώνεται το token του εδάφους. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα εκτύπωσης του πλήθους κάθε είδους ζώων και φυτών της προσομοίωσης (**PrintPlantStatistics** και **PrintAnimalStatistics**). Κατά την εκτέλεση του προγράμματος, εκτυπώνεται η κατάσταση του συστήματος και τα χαρακτηριστικά ζώων/φυτών στην αρχή της προσομοίωσης, σε κάθε αλλαγή εποχής και στο τέλος της.

Υ.Γ.1 Οι συναρτήσεις που υλοποιούν τις λειτουργίες τοποθέτησης των φυτών και τοποθέτησης των ζώων απαιτούν είτε πλήθος παραμέτρων όσο και το πλήθος των διαφορετικών φυτών/ζώων (ώστε να καθοριστεί το πλήθος για κάθε είδος ξεχωριστά) είτε εισαγωγή αυτών μέσω πίνακα (να υλοποιήσετε όποια σας αρέσει καλύτερα).

Υ.Γ.2 Όπου αναφέρεται “προκαθορισμένο πλήθος τάδε ποσότητας” σημαίνει πως είτε παράγεται με τυχαίο τρόπο, είτε ορίζεται χειρονακτικά στον κώδικα. Δε μας ενδιαφέρει τι θα επιλέξετε. Κάντε δοκιμές αρχικά με το χέρι, με μικρά νούμερα, ώστε να είναι εύκολο να παρακολουθείτε την εξέλιξη του οικοσυστήματος. Στην εκφώνηση αναφέρονται ενδεικτικά νούμερα ώστε να υπάρχει μια κοινή γραμμή στις υλοποιήσεις. Είστε ελεύθεροι να εισάγετε στο οικοσύστημα όση τυχαιότητα θεωρείτε αναγκαία.

Υ.Γ.3 Με τον όρο νεαρό περιγράφουμε το ζώο που δημιουργείται από την διαδικασία αναπαραγωγής. Με τον όρο ενήλικο εννοούμε κάθε ζώο που έχει το μέγιστο δυνατό μέγεθος. Τα ζώα που δημιουργούνται κατά τη δημιουργία του οικοσυστήματος είναι ενήλικα με μέγιστες τιμές σε όλα τα χαρακτηριστικά τους, ενώ αυτά που δημιουργούνται μέσω αναπαραγωγής είναι νεαρά.