

6. The components of ABM: Agents, Environments, Interactions, Observers

Αποκεντρωμένος Υπολογισμός και Μοντελοποίηση

28 Νοεμβρίου 2022

Κυτταρικά Αυτόματα - Cellular Automata ("Game of Life")

- ▶ Ο χώρος του προβλήματος διαχωρίζεται σε κύτταρα.
- ▶ Κάθε κύτταρο μπορεί να βρίσκεται σε μια κατάσταση από πεπερασμένο αριθμό καταστάσεων.
- ▶ Τα κύτταρα επηρεάζονται από τα γειτονικά τους με βάση ορισμένους κανόνες, ενώ όλα τα κύτταρα επηρεάζονται ταυτόχρονα σε μια «γενιά».
- ▶ Οι κανόνες επαναδιατυπώνονται στις διαδοχικές γενεές ώστε τα κύτταρα να αναπτύσσονται ή να αλλάζουν κατάσταση από γενιά σε γενιά.
- ▶ Το πιο γνωστό κυτταρικό αυτόματο είναι το «Παιχνίδι της Ζωής» διατυπωμένο από τον John Horton Conway, μαθηματικό του Cambridge.

Fun fact: Google "Game of Life"

<https://pmap.eu/stuff/javascript-game-of-life-v3.1.1/>

Τι είναι το Game of Life;

Παιχνίδι πίνακα - θεωρητικά άπειρων σειρών από κύτταρα σε δύο διαστάσεις. Κάθε κύτταρο είναι ικανό να διατηρεί έναν «οργανισμό» και έχει οχτώ γειτονικά κύτταρα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που βρίσκονται διαγωνίως. Σε αρχικό στάδιο τα κύτταρα αναπτύσσονται. Εφαρμόζονται οι κάτωθι κανόνες:

1. Κάθε οργανισμός έχει δύο ή τρεις γείτονες οργανισμούς, επιβιώνει για την επόμενη γενεά.
2. Κάθε οργανισμός με τέσσερις ή περισσότερους γείτονες πεθαίνει από υπερπληθυσμό.
3. Κάθε οργανισμός με ένα ή κανένα γείτονα πεθαίνει από απομόνωση.
4. Κάθε κενό κύτταρο με τρεις κατοικημένους γείτονες θα δώσει ζωή σε έναν οργανισμό.

Οι κανόνες αυτοί έχουν παραχθεί από τον Conway έπειτα από μακρά πειραματική περίοδο.

Gardner's publication

<https://web.stanford.edu/class/sts145/Library/life.pdf>

Από την στιγμή που δημοσιεύτηκε η έκδοση του Gardner για το παιχνίδι της ζωής του Conway (The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game "life"), πολλοί είναι εκείνοι που έχουν εξερευνήσει και έχουν μείνει έκπληκτοι από το εύρος της ποικιλότητας αναφορικά με τις μορφές και τα μοτίβα που αναδύονται από τέτοιους απλούς κανόνες. Θα χρησιμοποιήσουμε τη NetLogo για την κατασκευή του Game of Life.

Για τους κανόνες του Game of Life

Βασικοί παράγοντες που οδήγησαν τον Conway στους κανόνες του παιχνιδιού του είναι:

- ▶ Να μην υπάρχει απότομη αύξηση του πληθυσμού των κυττάρων
- ▶ Να υπάρχουν απλά μοτίβα που δύνανται να εξελιχθούν σε πολύπλοκα και απρόβλεπτα σχήματα
- ▶ Να υπάρχει προοπτική για υλοποίηση της μηχανής του von Neumann
- ▶ Να έχει όσο το δυνατόν απλούστερους κανόνες

NETLOGO Game of Life model

<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Life>

<http://www.netlogoweb.org/launch#http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/models/Sample%20Models/Computer%20Science/Cellular%20Automata/Life.nlogo>

Πράγματα για να δοκιμάσετε

- ▶ Υπάρχουν καθόλου επαναλαμβανόμενες μορφές πέραν των gliders και blinkers;
- ▶ Κατασκεύασε μερικά αντικείμενα τα οποία δεν πεθαίνουν (χρησιμοποίησε DRAW-CELLS).
- ▶ Πόση ζωή μπορεί ένας πίνακας να κρατήσει και να παραμείνει ακίνητος και απaráλλαχτος; (χρησιμοποίησε DRAW-CELLS).
- ▶ Το glider guns είναι μια μεγάλη συλλογή από κύτταρα τα οποία επαναλαμβανόμενα «γεννούν» gliders. Βρες ένα "glider gun" (πολύ, πολύ δύσκολο! - [https://en.wikipedia.org/wiki/Gun_\(cellular_automaton\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Gun_(cellular_automaton))).

Εκτείνοντας το μοντέλο

Δώσε μερικούς διαφορετικούς κανόνες για την ζωή (Life) για να δεις τι θα συμβεί.
Πειραματίσου με την χρήση neighbors4 αντί για neighbors (δείτε εδώ:
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/dict/neighbors.html> και εδώ:
https://en.wikipedia.org/wiki/Von_Neumann_neighborhood).

Αναφορές

1. Von Neumann, J. and Burks, A. W., Eds, 1966. Theory of Self-Reproducing Automata. University of Illinois Press, Champaign, IL.
2. "LifeLine: A Quarterly Newsletter for Enthusiasts of John Conway's Game of Life", nos. 1-11, 1971-1973.
3. Martin Gardner, "Mathematical Games: The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game 'life'," , Scientific American, October, 1970, pp. 120-123.
4. Martin Gardner, "Mathematical Games: On cellular automata, self-reproduction, the Garden of Eden, and the game 'life'," , Scientific American, February, 1971, pp. 112-117.
5. Berlekamp, Conway, and Guy, Winning Ways for your Mathematical Plays, Academic Press: New York, 1982.
6. William Poundstone, The Recursive Universe, William Morrow: New York, 1985.

Heroes and Cowards

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/HeroesandCowards>

<http://www.netlogoweb.org/launch#http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/models/IABM%20Textbook/chapter%202/Heroes%20and%20Cowards.nlogo>

Τι είναι;

Το παιχνίδι «Ήρωες και Δειλοί», ("Heroes and Cowards") καλείται επίσης και «Φίλοι και Εχθροί» ("Friends and Enemies") ή ακόμα και «Επιθετικοί και Αμυντικοί» ("Aggressors and Defenders"). Δημιουργήθηκε στο Fratelli Theater Group στο 1999 Embracing Complexity conference, ή ακόμα και νωρίτερα.

Στην έκδοση του παιχνιδιού με ανθρώπους, κάθε άτομο αυθαίρετα επιλέγει κάποιον άλλον στο δωμάτιο και να τον θεωρεί φίλο, ενώ κάποιον άλλον να το θεωρεί εχθρό. Δεν λένε ποιον πρέπει να επιλέξουν, αλλά όλοι μετακινούνται μόνοι τους στις θέσεις ώστε να α) βρίσκονται ανάμεσα στον φίλο και τον εχθρό τους (BRAVE/DEFENDING), ή β) βρίσκονται πίσω από τον φίλο που σχετίζεται με τον εχθρό τους (COWARDLY/FLEEING). Αυτό είναι ένα πολύ απλό μοντέλο που αντικατοπτρίζει μια ιδανική φόρμα του παιχνιδιού με υπολογιστικούς πράκτορες. Περισσότερο όμως, αντικατοπτρίζει πώς η πλούσια, σύνθετη και αναπάντεχη συμπεριφορά μπορεί να αναδυθεί από απλούς κανόνες και αλληλεπιδράσεις.

Πώς δουλεύει;

Οι κανόνες αυτού του μοντέλου, διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους προσωπικότητας. Όλοι οι πράκτορες του μοντέλου, επιλέγουν έναν φίλο και έναν εχθρό. Αν κάποια προσωπικότητα είναι BRAVE, τότε όλοι οι πράκτορες προσπαθούν να μείνουν ανάμεσα στον εχθρό και στον φίλο τους, ώστε να προστατεύουν τον φίλο τους. Διαφορετικά, αν η προσωπικότητα είναι COWARDLY, τότε ο πράκτορας προσπαθεί να διατηρήσει έναν φίλο και έναν εχθρό, και να κρυφτεί στην ουσία πίσω από τον φίλο.

Αναφορές

1. Bonabeau, E., & Meyer, C. (2001). Swarm intelligence. A whole new way to think about business. Harvard Business Review, 5, 107-114.
2. Bonabeau, E., Funes, P. & Orme, B. (2003). Exploratory Design Of Swarms. 2nd International Workshop on the Mathematics and Algorithms of Social Insects. Georgia Institute of technology, Atlanta, GA.
3. Sweeney, L. B., & Meadows, D. (2010). The systems thinking playbook: Exercises to stretch and build learning and systems thinking capabilities.

Simple Economy

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/SimpleEconomy>

<http://www.netlogoweb.org/launch#http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/models/IABM%20Textbook/chapter%202/Simple%20Economy.nlogo>

Τι είναι;

Το μοντέλο αυτό, είναι ένα πολύ απλό μοντέλο οικονομικής ανταλλαγής. Μέσω πειραμάτων ενός κόσμου, όπου σε κάθε βήμα, κάθε άτομο δίνει ένα δολάριο σε ένα άλλο άτομο (τυχαίο), στην περίπτωση που έχει λεφτά να του δώσει. Διαφορετικά, αν δεν έχει καθόλου λεφτά, τότε δεν δίνει καθόλου.

Πώς δουλεύει;

Το SETUP αυτού του μοντέλου δημιουργεί 500 πράκτορες δίνοντάς τους 100 δολάρια στον καθένα. Σε κάθε tick, δίνουν αν μπορούν, ένα δολάριο σε άλλον πράκτορα. Στην περίπτωση που δεν έχουν καθόλου λεφτά, δεν κάνουν τίποτα.

Αναφορές

1. Dragulescu, A. & V.M. Yakovenko, V.M. (2000). Statistical Mechanics of Money. European Physics Journal B.

The Fire Model

`https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Fire`

`http://www.netlogoweb.org/launch#http://ccl.northwestern.edu/netlogo/
models/models/Sample%20Models/Earth%20Science/Fire.nlogo`

Τι είναι;

Αυτή η εφαρμογή προσομοιάζει την εξάπλωση της φωτιάς μέσα σε ένα δάσος. Αναδεικνύει ότι η πιθανότητα της φωτιάς να φτάσει στην δεξιά άκρη του δάσους εξαρτάται από την πυκνή βλάστηση. Αυτό είναι ένα παράδειγμα ενός κοινού χαρακτηριστικού στα σύνθετα συστήματα, η ύπαρξη ενός μη γραμμικού ορίου (threshold) ή κριτικής παραμέτρου.

Πώς δουλεύει;

Η φωτιά ξεκινάει στην αριστερή άκρη του δάσους και εκτείνεται προς τα γειτονικά δέντρα. Η φωτιά εξαπλώνεται προς τέσσερις κατευθύνσεις: βορράς, ανατολή, νότος και δύση. Το μοντέλο υποθέτει ότι δεν υπάρχει καθόλου άνεμος. Επομένως η φωτιά θα πρέπει να συναντήσει δέντρα στο πέρασμά της για να «αναπτυχθεί». Δεν μπορεί επίσης να παρακάμψει μια περιοχή χωρίς δέντρα (patch) και άρα η περιοχή αυτή λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας για την εξάπλωσή της προς εκείνη την κατεύθυνση.

Πράγματα για να παρατηρήσουμε

- ▶ Όταν το μοντέλο βρίσκεται σε εξέλιξη, πόσο από το δάσος μπορεί να καεί. Αν το τρέξεις ξανά με τις ίδιες ρυθμίσεις, θα καούν τα ίδια δέντρα; Πόση ομοιότητα θα έχει αυτό το κάψιμο με αυτές τις ρυθμίσεις σε σχέση με το προηγούμενο κάψιμο;
- ▶ Κάθε χελώνα που αναπαριστά ένα κομμάτι από την φωτιά γεννιέται και πεθαίνει χωρίς καν να κινηθεί. Αν η φωτιά είναι φτιαγμένη από χελώνες, αλλά οι χελώνες δεν κινούνται, τότε έχει νόημα να πούμε ότι η φωτιά μετακινείται; Αυτό είναι ένα παράδειγμα από διαφορετικά επίπεδα του ίδιου συστήματος: στο επίπεδο των ατομικών χελωνών, δεν υπάρχει κίνηση, αλλά στο επίπεδο των συλλογικών χελωνών στην πάροδο του χρόνου, η φωτιά μετατοπίζεται.

Πράγματα προς δοκιμή

- ▶ Να θέσετε την πυκνότητα των δέντρων στο 55%. Σε αυτή τη ρύθμιση, δεν υπάρχει καμία πιθανότητα η φωτιά να φτάσει στην άκρη του δάσους. Στη συνέχεια, να θέσετε την πυκνότητα των δέντρων στο 70%. Σε αυτή τη ρύθμιση, είναι σχεδόν βέβαιο η φωτιά να φτάσει στην άκρη. Υπάρχει μια λεπτή μεταβατική γραμμή στο 59% της πυκνότητας. Σε αυτό το σημείο, η φωτιά έχει 50/50 πιθανότητα να φτάσει στο δεξιό άκρο.
- ▶ Προσπαθήστε να ρυθμίσετε και να θέσετε σε εφαρμογή ένα πείραμα BehaviorSpace (δες Tools στο menu της εφαρμογής), ώστε να αναλύσετε το ποσοστό καψίματος στα επίπεδα διαφορετικής πυκνότητας. Σχεδιάστε σε γραφική παράσταση το ποσοστό-καψίματος με βάση την πυκνότητα. Τι είδος καμπύλης παίρνετε ως αποτέλεσμα;
- ▶ Προσπαθήστε να διαφοροποιήσετε το μέγεθος του πλέγματος (max-pxcor and max-pycor in the Model Settings). Διαφοροποιείται η συμπεριφορά της φωτιάς;

Αναφορές

1. Wilensky, U. (1997). NetLogo Fire model.
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Fire>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Segregation

<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Segregation>

<http://www.netlogoweb.org/launch#http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/models/Sample%20Models/Social%20Science/Segregation.nlogo>

Τι είναι;

Το μοντέλο αυτό μοντελοποιεί στην ουσία την συμπεριφορά δύο ειδών πρακτόρων σε μια γειτονιά. Οι πορτοκαλί πράκτορες και οι μπλε πράκτορες τα πηγαίνουν καλά μεταξύ τους. Αλλά κάθε πράκτορας θέλει να σιγουρέψει ότι μένει κοντά σε κάποιον «δικό του». Για τον λόγο αυτό, κάθε πορτοκαλί πράκτορας θέλει να ζει κοντά σε μερικούς πορτοκαλί πράκτορες και κάθε μπλε πράκτορας θέλει να ζει κοντά σε μερικούς μπλε πράκτορες. Η προσομοίωση αναδεικνύει πώς ατομικές προτιμήσεις μεταδίδονται μέσα στις γειτονιές, οδηγώντας σε μοτίβα μεγάλης κλίμακας. Το σχέδιο αυτό, έχει εμπνευστεί από τις δημοσιεύσεις του Thomas Schelling για τα κοινωνικά συστήματα (όπως είναι τα μοτίβα για τα σπίτια στις πόλεις).

Πώς να το χρησιμοποιήσετε

Κλικάρετε το κουμπί SETUP για να διαμορφώσετε τους πράκτορες. Υπάρχουν περίπου ίσοι αριθμητικά πορτοκαλί και μπλε πράκτορες. Οι πράκτορες είναι διαμορφωμένοι ώστε κανένα patch να μην έχει πάνω από έναν πράκτορα. Κλικάρετε GO για να ξεκινήσει η προσομοίωση. Στην περίπτωση που οι πράκτορες δεν έχουν «επαρκές» ίδιο ποσοστό χρώματος με τους γείτονές τους, τότε μετακινούνται σε γειτονικό patch. (Η τοπολογία είναι «περιτυλίγματος» ώστε τα patches στην βάση της άκρης να είναι γειτονικά πατσης με τα από πάνω και όμοια με τα δεξιά και αριστερά).

Το DENSITY Slider ελέγχει την χωρητικότητα της πυκνότητας της γειτονίας (και το σύνολο του αριθμού των πρακτόρων). Το %-SIMILAR-WANTED slider ελέγχει το ποσοστό το πράκτορα με το ίδιο χρώμα που κάθε πράκτορας επιθυμεί ανάμεσα στους γείτονες. Για παράδειγμα, αν το slider είναι στα 30, κάθε μπλε πράκτορας θέλει το λιγότερο 30% από τους γείτονές να είναι μπλε πράκτορες.

Πώς να το χρησιμοποιήσετε II

Η % SIMILAR οθόνη δείχνει το μέσο ποσοστό του ίδιου χρώματος γειτόνων για κάθε πράκτορα. Ξεκινά περίπου στο 50%, εφόσον κάθε πράκτορας ξεκινά (κατά μέσο όρο) με έναν ίσο αριθμό πορτοκαλί και μπλε πρακτόρων ως γείτονες. Η οθόνη NUM-UNHAPPY δείχνει τον αριθμό των πρακτόρων που δεν είναι χαρούμενοι και η % οθόνη UNHAPPY δείχνει το ποσοστό των πρακτόρων που είναι λιγότεροι ως προς το ίδιο χρώμα με τους γείτονες που θέλουν (και επομένως θέλουν να μετακινούνται). Η % SIMILAR και η NUM-UNHAPPY οθόνη είναι και οι δύο επίσης πλεγμένες. Ο VISUALIZATION επιλογέας δίνει δύο επιλογές για οπτικοποίηση των πρακτόρων. Η επιλογή OLD, κάνει χρήση του οπτικοποιητή που έχει χρησιμοποιηθεί από το μοντέλο διαχωρισμού στο παρελθόν. Η SQUARE-X επιλογή, οπτικοποιεί τους πράκτορες σαν τετράγωνα. Οι δυσαρεστημένοι πράκτορες οπτικοποιούνται ως Χs.

Πράγματα προς παρατήρηση

- ▶ Όταν εκτελείτε την εντολή SETUP, οι πορτοκαλί και μπλε πράκτορες κατανέμονται τυχαία στην γειτονιά. Πολλοί όμως από τους πράκτορες είναι «δυσανεστημένοι», αφού δεν έχουν αρκετό από το ίδιο χρώμα με τους γείτονες. Οι δυσανεστημένοι πράκτορες μετακινούνται σε νέες τοποθεσίες στην γύρω περιοχή. Στις νέες αυτές τοποθεσίες, ωστόσο, είναι πιθανό να ταραξούν την ισορροπία του τοπικού πληθυσμού, παρακινώντας με αυτό τον τρόπο άλλους πράκτορες να αποχωρήσουν. Στην περίπτωση που μερικοί πράκτορες μετακινηθούν προς μια περιοχή, το πιο πιθανό είναι κάτοικοι-πράκτορες να θελήσουν να φύγουν. Ομοίως όταν οι μπλε πράκτορες μετακινηθούν στην περιοχή των πορτοκαλί, είναι πιθανό να εξαναγκάσουν τους πορτοκαλί να αποχωρήσουν από την εκεί περιοχή.
- ▶ Με την πάροδο του χρόνου, ο αριθμός των δυσανεστημένων πρακτόρων μειώνεται, αλλά αυτό έχει ως αποτέλεσμα για τους γείτονες να καθίστανται πλέον περισσότερο διαχωρισμένοι, αποτελούμενοι τόσο από συστάδες (clusters) μπλε όσο και πορτοκαλί πρακτόρων.
- ▶ Στην περίπτωση που ο κάθε πράκτορας χρειάζεται το λιγότερο 30% ομοιοχρωμία με τους γείτονες, ο πράκτορας καταλήγει συνήθως σε ποσοστό 70%. Επομένως, για να το δούμε και συσχετιστικά, μικρός αριθμός ατομικών προτιμήσεων, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικό διαχωρισμό.

Πράγματα να προσπαθήσετε

- ▶ Προσπαθήστε να εισάγετε διαφορετικές τιμές για %-SIMILAR-WANTED. Πώς ο συνολικός βαθμός διαχωρισμού δύναται να αλλάξει;
- ▶ Αν κάθε πράκτορας χρειάζεται το λιγότερο 40% ομοιοχρωμίας γειτόνων, ποιο είναι το ποσοστό περίπου ομοιοχρωμίας που θα καταλήξει;
- ▶ Δοκίμασε διαφορετικές τιμές DENSITY. Πώς η αρχική πυκνότητα μπορεί να επηρεάσει σε ποσοστό τους δυσανεσθημένους πράκτορες; Πώς μπορεί να επηρεάσει την χρονική στιγμή που χρειάζεται το μοντέλο ώστε να ολοκληρωθεί;
- ▶ Μπορείτε να τοποθετήσετε τους sliders ώστε το μοντέλο να συνεχίσει να τρέχει αδιάκοπα, αναζητώντας νέες τοποθεσίες για τους πράκτορές του;

Αναφορές

Schelling, T. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton. See also:
Rauch, J. (2002). *Seeing Around Corners*; *The Atlantic Monthly*; April 2002; Volume 289, No. 4; 35-48. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2002/04/seeing-around-corners/302471/>

El Farol Model

```
https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/ElFarol  
http://www.netlogoweb.org/launch#http:  
//ccl.northwestern.edu/netlogo/models/models/IABM%20Textbook/chapter/  
203/El%20Farol%20Extensions/El%20Farol.nlogo
```

Τι είναι αυτό;

Το El Farol είναι ένα πραγματικό μπαρ στο Santa Fe, του New Mexico (<https://www.elfarolsantafe.com>). Το μπαρ αυτό είναι ιδιαίτερος δημοφιλής ειδικά για τις Πέμπτες το βράδυ, όπου ακούγεται Ιρλανδική μουσική. Ωστόσο, μερικές φορές, λόγω υπερπληθυσμού, γίνεται δυσάρεστο. Πιο συγκεκριμένα, αν οι θαμώνες του μπαρ θεωρήσουν ότι θα γίνει υπέρπληρες από άτομα, παραμένουν σπίτι, διαφορετικά πηγαίνουν για διασκέδαση στο El Farol. Το συγκεκριμένο μοντέλο, ψάχνει να δει τι συμβαίνει σε σχέση με τον συνολικό αριθμό παρόντων στο συγκεκριμένο μπαρ, όσον αφορά αυτές τις δημοφιλείς Πέμπτες, που οι θαμώνες χρησιμοποιούν διαφορετικές στρατηγικές για να καθορίσουν το ποσοστό πληθυσμού στο μπαρ. Το El Farol χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον Brian Arthur (1994) ως ένα βασικό παράδειγμα για το πώς κάποιος μπορεί να μοντελοποιήσει ένα οικονομικό σύστημα ισχυρά δεμένων πρακτόρων που χρησιμοποιούν επαγωγικό συλλογισμό. Αυτή, είναι μια εκδοχή του μοντέλου El Farol model στις Κοινωνικές Επιστήμες της NetLogo Models Library.

Πώς δουλεύει I

Ένας πράκτορας θα πάει στο μπαρ μια Πέμπτη βράδυ θεωρώντας ότι δεν θα υπάρχει πάνω από ένας συγκεκριμένος αριθμός ατόμων εκεί. Ένας αριθμός, δοσμένος από το OVERCROWDING-THRESHOLD. Για να μπορέσει να προβλέψει τον αριθμό των συμμετεχόντων για κάθε εβδομάδα, κάθε πράκτορας έχει πρόσβαση σε ένα σετ από στρατηγικές πρόβλεψης, καθώς και στον ακριβή αριθμό συμμετεχόντων για τις προηγούμενες Πέμπτες. Μια στρατηγική πρόβλεψης αναπαρίσταται ως λίστα από βάρη, που καθορίζει πώς οι πράκτορες πιστεύουν ότι κάθε χρονική περίοδο των γεγονότων του παρελθόντος επηρεάζει τον αριθμό συμμετεχόντων την τρέχουσα εβδομάδα. Ένα από αυτά τα βάρη (το πρώτο) είναι ένας μόνιμος όρος που επιτρέπει στο επίπεδο αναφοράς της πρόβλεψης την δυνατότητα τροποποίησης. Ο ορισμός αυτός είναι βασισμένος στην υλοποίηση του μοντέλου του Arthur, όπως αυτό έχει τροποποιηθεί από τους David Fogel et al. (1999). Οι πράκτορες επιλέγουν ποια από όλες τις στρατηγικές χρησιμοποιείται για να καθορίσει ποια είναι η καλύτερη από αυτές που έχουν χρησιμοποιηθεί τις προηγούμενες εβδομάδες.

Πώς δουλεύει II

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η βέλτιστη επιλογή για μια ιδανικά λογική οπτική, είναι καλύτερο να πηγαίνεις πάντα στο μπαρ εφόσον δεν τιμωρείσαι όταν πηγαίνεις και είναι πολυπληθές. Ωστόσο, στο μοντέλο του Arthur, οι πράκτορες δεν βελτιστοποιούνται με την έλευσή τους σε πλήρες μπαρ, αλλά αντίθετα για την ικανότητα πρόβλεψης της συμμετοχής τους. Ο αριθμός των δυνατών στρατηγικών που έχει ένας πράκτορας δίνεται από NUMBER-STRATEGIES, και όλες αυτές οι στρατηγικές κατανέμονται ισάξια σε όλους τους πράκτορες κατά την διάρκεια του SETUP. Καθώς ένα μοντέλο βρίσκεται σε εξέλιξη, σε κάθε χτύπο κάθε πράκτορα θα χρησιμοποιηθεί μόνο μια στρατηγική. Η στρατηγική αυτή, βασίζεται σε προηγούμενες ικανότητες πρόβλεψης για την συμμετοχή στο μπαρ. Σε αυτή την εκδοχή του μοντέλου El Farol, δίνονται στους πράκτορες στρατηγικές που δεν αλλάζουν. Ωστόσο, εφόσον δεν μπορούν να αλλάξουν στρατηγικές σε κάποια στιγμή, η οικολογία της στρατηγικής που χρησιμοποιείται από τον πληθυσμό, μπορεί να αλλάξει ανά πάσα στιγμή.

Πώς δουλεύει III

Η διάρκεια χρονικού πλαισίου συμμετοχής που μπορούν οι πράκτορες να χρησιμοποιήσουν για μια πρόβλεψη ή εκτίμηση, δίνεται από τη MEMORY-SIZE. Η εκτίμηση αυτής τη κατάστασης, δίνεται με UPDATE-STRATEGIES, οι οποίες δεν διαφοροποιούν τις στρατηγικές, αλλά στην πραγματικότητα τις αναβαθμίζουν δοκιμάζοντές τες. Έτσι, επιλέγουν στρατηγική, η οποία έχει δώσει τα καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα τρέχοντα δεδομένα. Για να μπορέσει να δοκιμαστεί η απόδοση μιας στρατηγικής στο MEMORY-SIZE οφείλουν να περάσουν μερικές μέρες επεξεργασίας και υπολογισμών. Για να μπορέσει να λειτουργήσει το μοντέλο, καταγράφονται διπλά τα ιστορικά δεδομένα MEMORY-SIZE ώστε να δίνεται η δυνατότητα δοκιμής σε MEMORY-SIZE μέρες από την στιγμή χρήσης πλήρους MEMORY-SIZE δεδομένων για πρόβλεψη.

Πράγματα προς παρατήρηση / πράγματα να προσπαθήσετε

Το πράσινο τμήμα του κόσμου, αναπαριστά τα σπίτια των θαμώνων, ενώ το μπλε τμήμα αναπαριστά το μπαρ El Farol. Με την πάροδο του χρόνου οι συμμετέχοντες μπορεί να μειωθούν, δηλαδή η αξία του είναι πλέον πιο κοντά στο OVERCROWDING-THRESHOLD. Προσπάθησε να θέσεις σε εφαρμογή ένα μοντέλο με διαφορετικές ρυθμίσεις για το MEMORY-SIZE καθώς και NUMBER-STRATEGIES. Το συμβαίνει όταν υπάρχει ποικιλία στους συμμετέχοντες καθώς μειώνεις τις NUMBER-STRATEGIES; Τι συμβαίνει όταν υπάρχει ποικιλία στο πλέγμα μειώνοντας την MEMORY-SIZE;

Εκτείνοντας το μοντέλο

Πλέον, τα βάρη που καθορίζουν κάθε στρατηγική παράγοντα τυχαία κατά την περίοδο ρύθμισης του μοντέλου. Προσπαθήστε να διαφοροποιήσετε αυτά τα βάρη, όπως μπορείτε κατά την διάρκεια των ρυθμίσεων ώστε να αντανakλούν ένα κράμα από τις ακόλουθες στρατηγικές πρακτόρων: - πάντα να προβλέπουν τους συμμετέχοντες αυτής της εβδομάδας, όπως και την προηγούμενης – μια μέση τιμή των συμμετεχόντων των τελευταίων εβδομάδων – το ίδιο και για δύο εβδομάδες πριν. Μπορείτε να σκεφτείτε απλούς κανόνες που θα σας βοηθήσουν σε αυτές τις ρυθμίσεις; Στο τέλος του άρθρου του Arthur, αναφέρει ότι αυτός χρησιμοποιεί απλές τεχνικές (η μέθοδος «τσαντα των στρατηγικών» που χρησιμοποιούμε εδώ) σχεδόν κάθε άλλο είδος τεχνικής μηχανικής μάθησης θα είχαν τέτοια επιτυχή αποτελέσματα, Η μέθοδος αυτή είναι μερικώς περιορισμένη στις στρατηγικές που ο πράκτορας δίνεται μέσω ρυθμίσεων σε όλες τις στρατηγικές που έχουν για να τρέξει το μοντέλο. Οι περισσότερες μέθοδοι μηχανικής μάθησης εμπεριέχουν πράκτορες που διαφοροποιούν τις στρατηγικές τους με την πάροδο των ετών. Για την ακρίβεια οι Fogel et al. (1999) εφάρμοσαν έναν γενετικό αλγόριθμο και πήραν διαφορετικού είδους αποτελέσματα. Προσπάθησε να εφαρμόσεις κάποιου άλλου είδους μηχανική μάθηση και δες τα διαφορετικά αποτελέσματα. Μπορείς να αναλογιστείς άλλους καλύτερους τρόπους να μετρήσεις την επιτυχία των στρατηγικών;

Αναφορές

1. Rand, W. and Wilensky, U. (1997). NetLogo El Farol model.
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/ElFarol>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
2. This model is inspired by a paper by W. Brian Arthur. "Inductive Reasoning and Bounded Rationality", W. Brian Arthur, The American Economic Review, 1994, v84n2, p406-411.
https://sites.santafe.edu/~wbarthur/Papers/El_Farol.pdf
3. David Fogel et al. also built a version of this model using a genetic algorithm. "Inductive reasoning and bounded rationality reconsidered", Fogel, D.B.; Chellapilla, K.; Angeline, P.J., IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1999, v3n2, p142-146.