

8. Verification, Validation and Replication. Voter models. Flocking models

Αποκεντρωμένος Υπολογισμός και Μοντελοποίηση

12 Δεκεμβρίου 2022

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Social%20influence%20in%20networks>
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Opinion%20Diffusion%20in%20Congressional%20Committees>
http://modelingcommons.org/browse/one_model/4967#model_tabs_browse_nlw

Μέτρηση ακρίβειας μοντέλου

Εάν ένα μοντέλο πρόκειται να είναι χρήσιμο για απαντήσεις σε ερωτήσεις του πραγματικού κόσμου, είναι σημαντικό το μοντέλο να παρέχει αποτελέσματα που αντιμετωπίζουν τα σχετικά ζητήματα και τα αποτελέσματα να είναι ακριβή: Το μοντέλο πρέπει να παρέχει αποτελέσματα που είναι χρήσιμα στο χρήστη του μοντέλου. Η ακρίβεια του μοντέλου μπορεί να αξιολογηθεί μέσω τριών διαφορετικών διαδικασιών μοντελοποίησης: επικύρωσης (validation), επαλήθευσης (verification) και αναπαραγωγής (replication).

Επικύρωση μοντέλου

Η επικύρωση (validation) μοντέλου είναι η διαδικασία προσδιορισμού του εάν το εφαρμοσμένο μοντέλο αντιστοιχεί και εξηγεί κάποιο φαινόμενο στον πραγματικό κόσμο.

Επαλήθευση μοντέλου

Η επαλήθευση (verification) μοντέλου είναι η διαδικασία προσδιορισμού του εάν ένα εφαρμοσμένο μοντέλο αντιστοιχεί στο εννοιολογικό μοντέλο-στόχο. Αυτή η διαδικασία ισοδυναμεί με τη διασφάλιση ότι το μοντέλο έχει εφαρμοστεί σωστά.

Αναπαραγωγή μοντέλου

Η αναπαραγωγή (replication) του μοντέλου είναι η υλοποίηση από έναν ερευνητή ή ομάδα ερευνητών ενός εννοιολογικού μοντέλου που είχε προηγουμένως υλοποιηθεί από κάποιον άλλο.

Με τη διασφάλιση ότι ένα εφαρμοσμένο μοντέλο αντιστοιχεί σε ένα εννοιολογικό μοντέλο (επαλήθευση) του οποίου τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζονται στον πραγματικό κόσμο (επικύρωση), αυξάνεται η εμπιστοσύνη στην ορθότητα και την επεξηγηματική δύναμη τόσο του εννοιολογικού όσο και του εφαρμοσμένου μοντέλου. Επιπλέον, καθώς άλλοι επιστήμονες και κατασκευαστές μοντέλων αναπαράγουν το έργο του αρχικού επιστήμονα, η επιστημονική κοινότητα στο σύνολό της αποδέχεται το μοντέλο ως σωστό. Η επαλήθευση, η επικύρωση και η αναπαραγωγή υποστηρίζουν συλλογικά την ορθότητα, και συνεπώς τη χρησιμότητα, ενός μοντέλου.

Ωστόσο, η απόδειξη ότι ένα συγκεκριμένο σύνολο αποτελεσμάτων από ένα μοντέλο αντιστοιχεί στον πραγματικό κόσμο δεν αρκεί. Λόγω της στοχαστικής φύσης των ABMs, απαιτούνται συχνά πολλαπλές εκτελέσεις για να επιβεβαιωθεί ότι ένα μοντέλο είναι ακριβές. Επομένως, οι μεθοδολογίες επαλήθευσης, επικύρωσης και αναπαραγωγής βασίζονται συχνά σε στατιστικές μεθόδους.

model verification

Μια γενική κατευθυντήρια γραμμή για την επαλήθευση μοντέλου περιλαμβάνει την κατασκευή «όσο το δυνατόν απλού» μοντέλου στην αρχή, επεκτείνοντας την πολυπλοκότητα του μοντέλου μόνο όταν είναι απαραίτητο. Εάν ένα μοντέλο είναι απλό στην αρχή, είναι ευκολότερο να επαληθευτεί από ένα σύνθετο μοντέλο. Ομοίως, εάν τα τμήματα που προστίθενται στο μοντέλο είναι επίσης στοιχειώδους χαρακτήρα - βασίζονται στο ερώτημά σας που σας ενδιαφέρει αντί να προσπαθείτε να αναπτύξετε όλη την επεξεργασία του μοντέλου ταυτόχρονα - αυτά τα τμήματα θα είναι επίσης πιο εύκολο να επαληθευτούν (και κατ'έπекταση, το μοντέλο του οποίου αποτελούν μέρος). Ακόμα κι έτσι, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη και αν όλα τα στοιχεία ενός μοντέλου επαληθεύονται, το ίδιο το μοντέλο μπορεί να μην είναι επαληθευμένο, καθώς μπορεί να προκύψουν πρόσθετες περιπλοκές από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων του μοντέλου.

Voting Component Verification

```
http://www.netlogoweb.org/launch#http:  
//ccl.northwestern.edu/netlogo/models/models/IABM%  
20Textbook/chapter%207/Voting%20Component%  
20Verification.nlogo
```

ΤΙ ΕΙΝΑΙ;

Αυτό το μοντέλο είναι ένα απλό κυτταρικό αυτόματο που προσομοιώνει τη διανομή ψηφοφορίας βάζοντας κάθε patch να παίρνει μια «ψηφοφορία» των οκτώ γύρω γειτόνων του και μετά ίσως να αλλάξει τη δική του ψήφο ανάλογα με το αποτέλεσμα. Η επέκταση επαλήθευσης των τμημάτων προσθέτει τη διαδικασία CHECK-SETUP που εξετάζει εάν οι αρχικές συνθήκες του μοντέλου υπερβαίνουν ή όχι τις αναμενόμενες αρχικές συνθήκες.

ΠΩΣ ΝΑ ΤΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ

Κάντε κλικ στο κουμπί SETUP για να δημιουργήσετε μια περίπου ίση αλλά τυχαία κατανομή μπλε και πράσινων μπαλωμάτων. Κάντε κλικ στο GO για να εκτελέσετε την προσομοίωση. Όταν και οι δύο διακόπτες είναι απενεργοποιημένοι, το κεντρικό patch αλλάζει χρώμα για να ταιριάζει με την πλειοψηφία, αλλά εάν υπάρχει ισοπαλία 4-4, τότε δεν αλλάζει. Αν ο διακόπτης CHANGE-VOTE-IF-TIED? είναι ενεργοποιημένος, τότε σε περίπτωση ισοπαλίας, το κεντρικό patch θα αλλάζει πάντα την ψήφο του. Αν ο διακόπτης AWARD-CLOSE-CALLS-TO-LOSER? είναι ενεργοποιημένος, τότε εάν το αποτέλεσμα είναι 5-3, το κεντρικό patch ψηφίζει με την ηττημένη πλευρά αντί για τη νικήτρια πλευρά.

ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΝΑ ΠΡΟΣΕΞΕΤΕ

Δημιουργεί ποτέ το μοντέλο την προειδοποίηση που είναι γραμμένη στη ρουτίνα CHECK-SETUP;

ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΓΙΑ ΝΑ ΔΟΚΙΜΑΣΕΤΕ

Αλλάξτε τις συνθήκες για τη ρουτίνα CHECK-SETUP ώστε να δημιουργεί περιστασιακά το προειδοποιητικό μήνυμα.

ΕΠΕΚΤΕΙΝΟΝΤΑΣ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Δοκιμάστε άλλους κανόνες ψηφοφορίας. Ξεκινήστε με ένα μη τυχαίο πράσινο-μπλε μοτίβο. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να κάνει τον μισό κόσμο μπλε και τον μισό πράσινο. Μπορείτε να βελτιώσετε το μοντέλο ώστε να ενσωματώνει πολλά χρώματα και πολλές ψήφους; Κάποιος θα μπορούσε να ερμηνεύσει τις αποχρώσεις του χρώματος για να αντιπροσωπεύει τον βαθμό της γνώμης ενός patch για ένα θέμα: έντονα κατά, κατά, ουδέτερο κ.λπ. Κάθε ενημέρωση κώδικα θα μπορούσε να έχει περισσότερες από δύο επιλογές και σταθμισμένες ψήφους: η ψήφος των μπλε μπαλωμάτων θα μπορούσε να μετρήσει δύο φορές, κ.λπ.

Αναφορές

Wilensky, U. (2008). NetLogo Voting Component Verification model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/VotingComponentVerification>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern Institute on Complex Systems, Northwestern University, Evanston, IL.

Flocking

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

ΤΙ ΕΙΝΑΙ;

Αυτό το μοντέλο είναι μια προσπάθεια να μιμηθεί το σμήνος πουλιών. (Η κίνηση που προκύπτει μοιάζει επίσης με κοπάδι ψαριών.) Τα σμήνη που εμφανίζονται σε αυτό το μοντέλο δεν δημιουργούνται ή οδηγούνται με κανέναν τρόπο από ειδικά πτηνά-ηγέτες. Αντίθετα, κάθε πουλί ακολουθεί ακριβώς το ίδιο σύνολο κανόνων, από τους οποίους προκύπτουν σμήνη.

ΠΩΣ ΔΟΥΛΕΥΕΙ

- ▶ Τα πουλιά ακολουθούν τρεις κανόνες: «ευθυγράμμιση», «διαχωρισμός» και «συνοχή».
- ▶ «Ευθυγράμμιση» σημαίνει ότι ένα πουλί τείνει να στρίβει έτσι ώστε να κινείται προς την ίδια κατεύθυνση που κινούνται τα κοντινά πουλιά.
- ▶ «Διαχωρισμός» σημαίνει ότι ένα πουλί θα γυρίσει για να αποφύγει ένα άλλο πουλί που πλησιάζει πολύ.
- ▶ «Συνοχή» σημαίνει ότι ένα πουλί θα κινηθεί προς άλλα κοντινά πουλιά (εκτός εάν ένα άλλο πουλί είναι πολύ κοντά).
- ▶ Όταν δύο πουλιά είναι πολύ κοντά, ο κανόνας «διαχωρισμού» παρακάμπτει τους άλλους δύο, οι οποίοι απενεργοποιούνται μέχρι να επιτευχθεί ο ελάχιστος διαχωρισμός.
- ▶ Οι τρεις κανόνες επηρεάζουν μόνο την κατεύθυνση του πουλιού. Κάθε πουλί κινείται πάντα προς τα εμπρός με την ίδια σταθερή ταχύτητα.

ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΝΑ ΠΡΟΣΕΞΕΤΕ

- ▶ Κεντρικό στοιχείο του μοντέλου είναι η παρατήρηση ότι σχηματίζονται σμήνη χωρίς αρχηγό.
- ▶ Δεν χρησιμοποιούνται τυχαίοι αριθμοί σε αυτό το μοντέλο, εκτός από την αρχική τοποθέτηση των πτηνών. Η ρευστή, ρεαλιστική συμπεριφορά των πουλιών παράγεται εξ ολοκλήρου από ντετερμινιστικούς κανόνες.
- ▶ Επίσης, παρατηρήστε ότι κάθε είναι δυναμικό. Ένα σμήνος, όταν είναι μαζί, δεν είναι εγγυημένο ότι θα κρατήσει όλα τα μέλη του. Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;
- ▶ Αφού τρέξετε το μοντέλο για λίγο, όλα τα πουλιά έχουν περίπου την ίδια κατεύθυνση. Γιατί;
- ▶ Μερικές φορές ένα πουλί ξεφεύγει από το σμήνος του. Πώς συμβαίνει αυτό; Ίσως χρειαστεί να επιβραδύνετε το μοντέλο ή να το εκτελέσετε βήμα προς βήμα για να παρατηρήσετε αυτό το φαινόμενο.

ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΓΙΑ ΝΑ ΔΟΚΙΜΑΣΕΤΕ

- ▶ Παίξτε με τα ρυθμιστικά για να δείτε αν μπορείτε να πάρετε πιο σφιχτά σμήνη, πιο χαλαρά σμήνη, λιγότερα σμήνη, περισσότερα σμήνη, περισσότερο ή λιγότερο διαχωρισμό και ένωση σμηνών, περισσότερη ή λιγότερη αναδιάταξη πουλιών μέσα σε σμήνη κ.λπ.
- ▶ Μπορείτε να απενεργοποιήσετε εντελώς έναν κανόνα θέτοντας το ρυθμιστικό γωνίας αυτού του κανόνα στο μηδέν. Αρκεί ένας κανόνας από μόνος του για να δημιουργήσει τουλάχιστον κάποιο σμήνος; Τι γίνεται με δύο κανόνες; Τι λείπει από τη συμπεριφορά που προκύπτει όταν αφήνετε έξω τον κάθε κανόνα;
- ▶ Η λειτουργία του μοντέλου για μεγάλο χρονικό διάστημα θα παράγει ένα στατικό σμήνος; Ή τα πουλιά δεν θα εγκατασταθούν ποτέ σε έναν αμετάβλητο σχηματισμό; Θυμηθείτε, δεν χρησιμοποιούνται τυχαίοι αριθμοί σε αυτό το μοντέλο.

ΕΠΕΚΤΕΙΝΟΝΤΑΣ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

- ▶ Επί του παρόντος τα πουλιά μπορούν να «βλέπουν» παντού γύρω τους. Τι θα συμβεί αν τα πουλιά μπορούν να δουν μόνο μπροστά τους;
- ▶ Υπάρχει κάποιος τρόπος να αποκτήσετε σμήνη σε σχήμα V, όπως μεταναστευτικές χήνες;
- ▶ Τι θα συμβεί αν βάλετε τοίχους γύρω από τις άκρες του κόσμου όπου τα πουλιά δεν μπορούν να πετάξουν;
- ▶ Μπορείτε να κάνετε τα πουλιά να πετούν γύρω από εμπόδια στη μέση του κόσμου;
- ▶ Τι θα συνέβαινε αν δίνετε στα πουλιά διαφορετικές ταχύτητες; Για παράδειγμα, θα μπορούσατε να κάνετε τα πουλιά που δεν είναι κοντά σε άλλα πουλιά να πετούν πιο γρήγορα για να προλάβουν το σμήνος. Ή, θα μπορούσατε να προσομοιώσετε τη μειωμένη αντίσταση του αέρα που βιώνουν τα πουλιά όταν πετούν μαζί, κάνοντας τα να πετούν πιο γρήγορα όταν βρίσκονται σε ομάδα.
- ▶ Υπάρχουν άλλοι ενδιαφέροντες τρόποι με τους οποίους μπορείτε να κάνετε τα πουλιά διαφορετικά μεταξύ τους; Θα μπορούσε να υπάρχει τυχαία διακύμανση στον πληθυσμό ή θα μπορούσατε να έχετε διακριτά «είδη» πουλιών.

Αναφορές

Wilensky, U. (1998). NetLogo Flocking model.
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Flocking>.
Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling,
Northwestern University, Evanston, IL.