

Predator-Prey Agent Based

Proiect realizat de:

Feier Denis

Pescaru Alexandru

1. Descrierea sistemului modelat

1.1 Prezentarea sistemului real care se modelează. Obiective

Sistemul din lumea reala modelat este relația prădător - pradă. În lumea reală sunt prezente 3 tipuri de indivizi. Prădătorii sunt animale (indivizi) care vânează alte animale pentru a supraviețui. În acest sens ar exista 2 tipuri de prădători: Prădători care pot deveni și pradă la rândul lor pentru niște prădători mai mari și prădători care în general nu devin pradă pentru alți prădători. A treia categorie este reprezentată de pradă – animale care nu sunt prădători niciodată și se hrănesc din alte surse, cum ar fi plantele.

În sistemul real există un echilibru între numărul de prădători și cel al prăzii, astfel încât o creștere a numărului de prădători poate duce la o scădere prea bruscă a prăzii, urmând o perioadă de foamete pentru prădători în urma căreia se reduce numărul de prădători – fie pentru că mor de foame, fie pentru că nu se mai înmulțesc așa de mult. Pe de altă parte, o creștere a numărului de prădători va conduce eventual la o creștere a natalității din partea prăzii, care încearcă să supraviețuiască. O creștere a cantității de pradă pe de altă parte va determina o creștere a natalității din partea prădătorilor, aceștia având o sursă mai bogată de hrană.

În lumea reală raportul dintre prădători și pradă trebuie să fie balansat. În cazul creșterii necontrolate a unei dintre părți, pot apărea efecte nefavorabile. Creșterea numărului de prădători poate duce chiar și la exterminarea totală a prăzii, lucru care va duce în final la moarte prădătorilor. Creșterea necontrolată a prăzii poate avea alte efecte – asupra florei (aspecte ce nu vor fi urmărite în modelul final).

Înțelegerea relației dintre pradă și prădător este importantă pentru om, deoarece acesta poate afecta în mod negativ (dar și pozitiv) balanța din natură. Pentru a nu afecta prea grav în acest sens este important să înțelegem cum funcționează și cât de ușor poate fi afectat prin activitatea noastră. Astfel, obiectivele acestei modelări a relației pradă-prădător din natură este acela de a pute urmări și învăța cum variația numărului de indivizi din cele 2 categorii poate afecta cealaltă categorie. În acest sens putem urmări cum afectează creșterea sau scăderea natalității sau a numărului de pui născuți de un individ ecosistemul

1.2 Prezentarea modelului. Atribute

Modelul rezultat reprezintă o variantă simplificată a sistemului real. Acesta conține doar un prădător – râsul – și un animal pradă – iepurele de câmp. Modelul cuprinde o aproximare cât mai apropiată a realității, în sensul în care acesta ține cont de date luate din natură (număr de pui născuți, de câte ori se naște pe an, perioade de vânat etc.). Acesta nu este o imagine în totalitate a ecosistemului totuși, deoarece modelul exact ar fi mult prea complicat și, de cele mai multe ori, nerealizabil. Pentru simplificarea sistemului, nu considerăm sexul animalelor. Iepurele se presupune că are acces la o cantitate nelimitată de hrană. Nu se ține cont de existența unor posibile boli în sistemul simulat, care ar putea exista în realitate.

Atributele modelului sunt:

1. **Populație inițială.** Deoarece simularea noastră trebuie să aibă un punct de plecare. Aceste atribute sunt 2 numere întregi care în modelul nostru pentru iepuri este între 1 și 1000, iar pentru râși este o valoare între 1 și 100. Acest număr poate fi variat o singură dată la începutul simulării – valorile implicite au fost alese: 5 râși și 500 de iepuri.
2. **Dimensiunile spațiului de simulare.** Spațiul real este mult prea mare pentru memoria și performanța calculatoarelor din ziua de azi, astfel vom limita simularea la un spațiu restrâns. Pentru favorizarea calculelor și a apropierii de realitate vom împărți spațiul în căsuțe, fiecare căsuță va avea un număr limitat de indivizi și o 2 dimensiuni (pe axele x și y) de tip întreg. Acest lucru va favoriza și afișarea grafică a modelului.
3. **Densitatea maximă.** Număr întreg care reprezintă numărul maxim de indivizi dintr-o celulă. Pentru iepuri este 4, iar pentru râși nu este nevoie, deoarece aceștia migrează dacă nu mai au mâncare și nu se înmulțesc așa de repede ca iepurii.
4. **Speranța de viață.** Număr fracționar care reprezintă durata maximă de viață – în sistem, exprimată în ani. Valorile implicite sunt 3 ani pentru iepuri și 8 ani pentru râși.
5. **Rata natalității.** Reprezintă de câte ori se pot naște pui în fiecare an (de câte ori poate naște o femelă pe an). Număr fracționar, râș în intervalul $[0.5, 3]$ cu valoarea implicită 1; pentru iepuri, $[1,6]$ și valoare implicită 3.
6. **Numărul puilor la o naștere.** Reprezintă numărul puilor născuți la fiecare naștere. Este un număr întreg. La iepuri este un număr între 2 și 9, cu valoare implicită 4. La râși este în intervalul $[1,5]$ cu valoare implicită 2.
7. **Timpul dintre două vânători.** Reprezintă cât timp trece de la ultima masă până când râsul își caută din nou de mâncare. Este un număr rațional cu valoarea 0.01, exprimată în ani
8. **Timpul maxim petrecut fără mâncare.** Este timpul maxim de la ultima masă până când râsul moare din lipsă de hrană. Este un număr rațional cu valoare implicită 0.03 (ani).

2. Descrierea tehnicii de modelare

Tehnica utilizată este modelarea bazată pe agenți (MBA, *en. Agent-Based Modeling*).

Modelarea bazată pe agenți este o tehnică de modelare și simulare în care sistemul este compus dintr-o mulțime de entități numite agenți. Agenți interacționează uni cu alți și, separat, interacționează cu mediul înconjurător - în care este prezent sistemul.

Această tehnică de modelare are ca scop simularea sistemului prin intermediul relațiilor stabilite între entități. Aceste relații trebuie să definească comportamentul agenților în realitate.

Tehnica de modelare bazată pe agenți, după cum este definită anterior, poate fi folosită pentru a descrie și modela diferite relații, cum ar fi structura socială, relații economice, comportamentul unor entități într-un mediu oarecum controlat și a oricăror evenimente care relațiile sunt cele care definesc comportamentul și evoluția sistemului.

Construirea unui model de acest tip începe cu observarea sistemului și a actorilor/agenților care urmează să fie modelați.

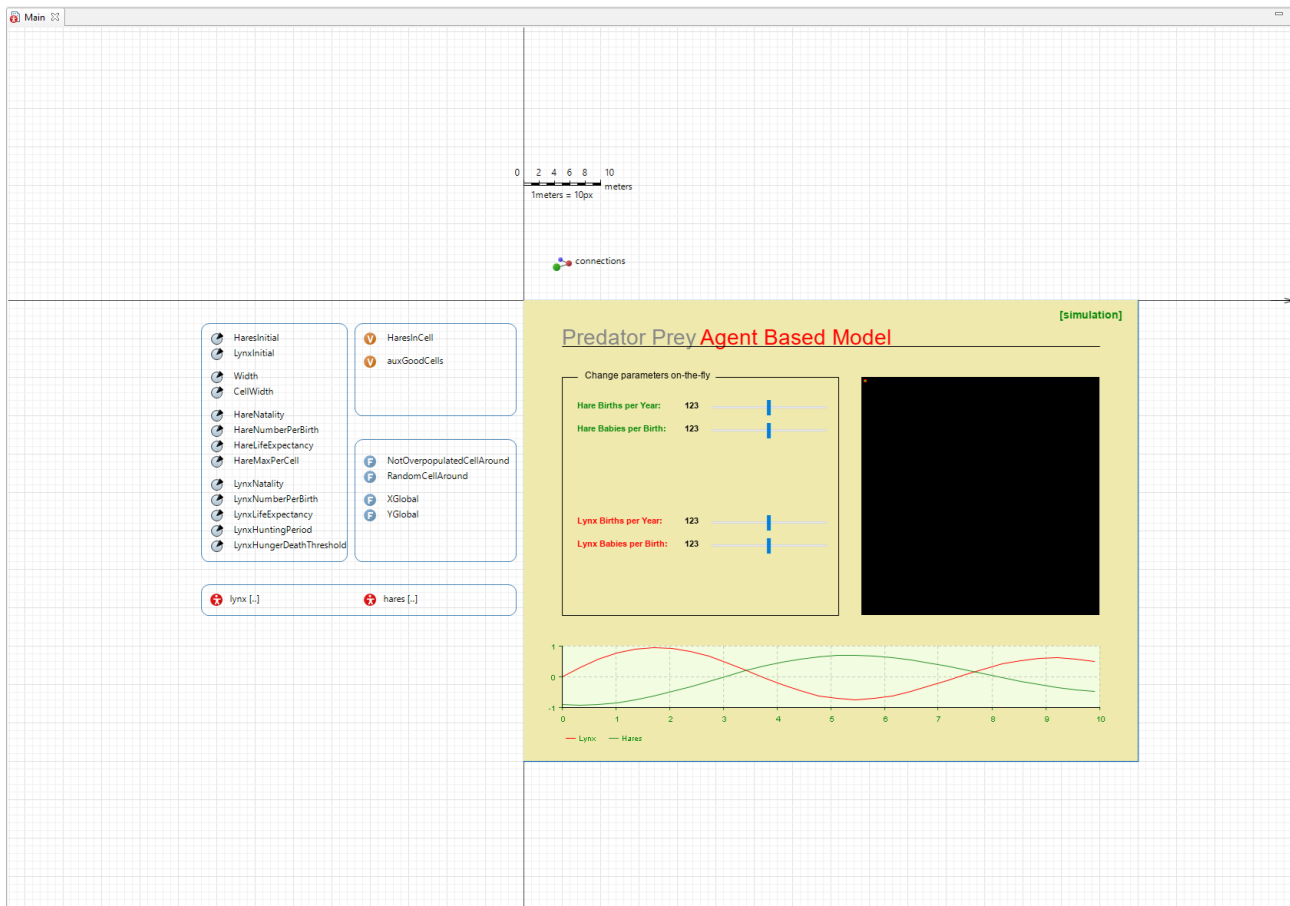
Este util să se definească exact contextul în care se va construi modelul. În acest sens ar fi bine să se conceapă și răspunde la o serie de întrebări, cum ar fi întrebări legate de scopul modelului și obiectivele urmărite, rolul și poziția agenților, structura și comportamentul acestora și nu în ultimul rând ce interacțiuni există între aceștia.

Un rol important în această tehnică de modelare îl are agentul. Acesta este definit ca o entitate care funcționează continuu și autonom într-un mediu în care au loc acțiuni și în care sunt prezenți și alți agenți. [10.2.1 Agenți utilizați în ABM. Concepte]

Agentul este definit de acțiunile sale în mediu și de interacțiunea cu ceilalți agenți/celelalte tipuri de agenți. Acțiunile sale pot fi sau nu afectate de interacțiunea cu ceilalți agenți și de starea mediului.

3. Descrierea pașilor de construire a modelului

I. Componentele modelului

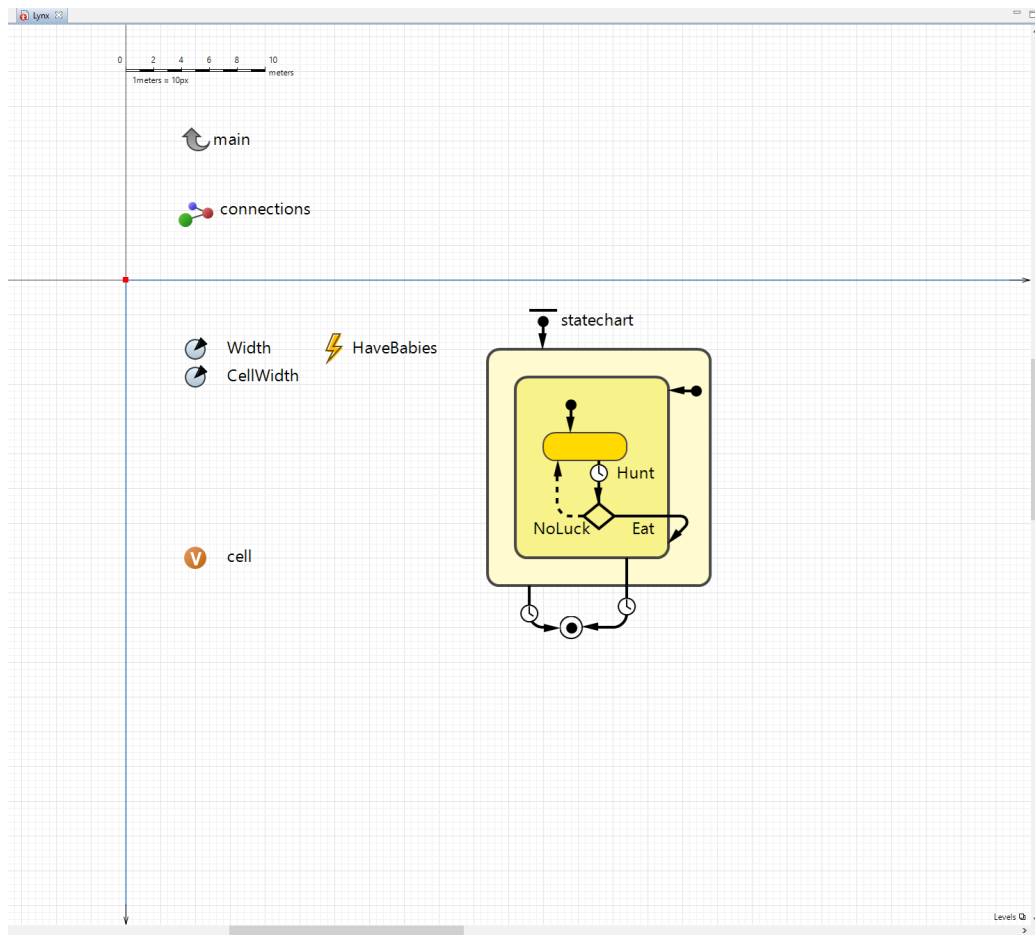


Componenta main, conține toți parametrii descriși în capitolul anterior. În plus are 2 variabile: HaresInCell în care reținem o matrice cu câți iepuri sunt în fiecare sector al spațiului de simulare; auxGoodCells este o variabilă prin intermediul căreia se memorează căsuțele goale adiacente unei căsuțe, valoare setată prin funcția NotOverpopulatedCellAround.

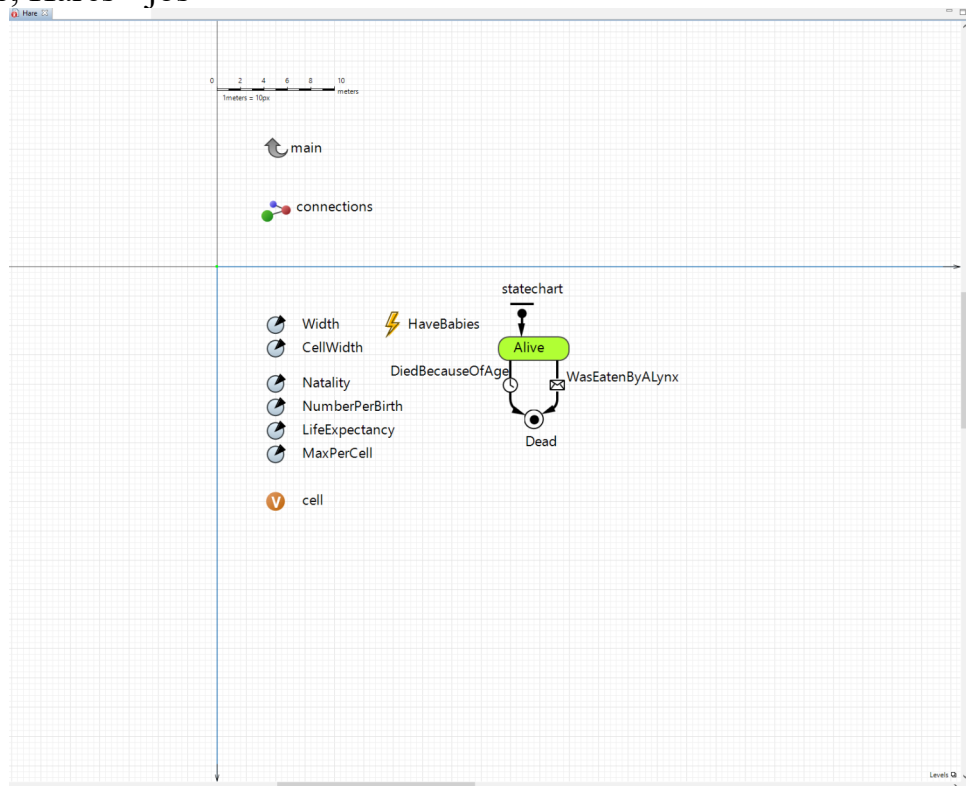
Avem definite și 4 funcții de ajutor pentru setarea căsuțelor și a coordonatelor iepurilor.

Variabilele de tip array lynx și hares vor reține mulțimea agenților corespunzători.

Componentele Lynx și Hares de pe pagina următoare descriu comportamentul celor 2 agenți. Interacțiunile sunt modelate prin intermediul state chart-urilor iar fenomenul de înmulțire este implementat ca un eveniment cu timeout. În plus se mai rețin variabile care sunt legate de agenți în parte (cum ar fi celula în care se află) sau referințe/valori către parametri din main.

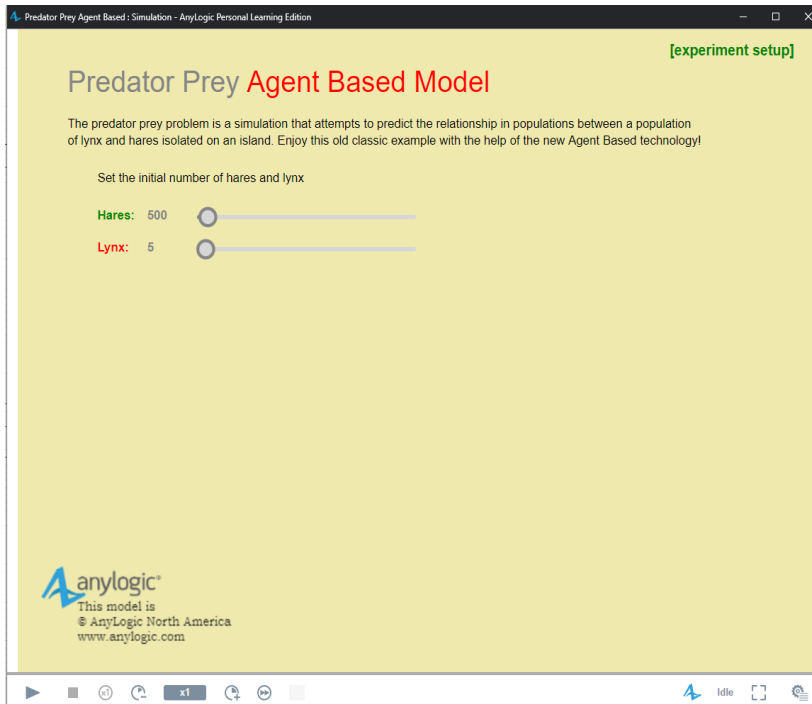


Lynx – sus; Hares - jos

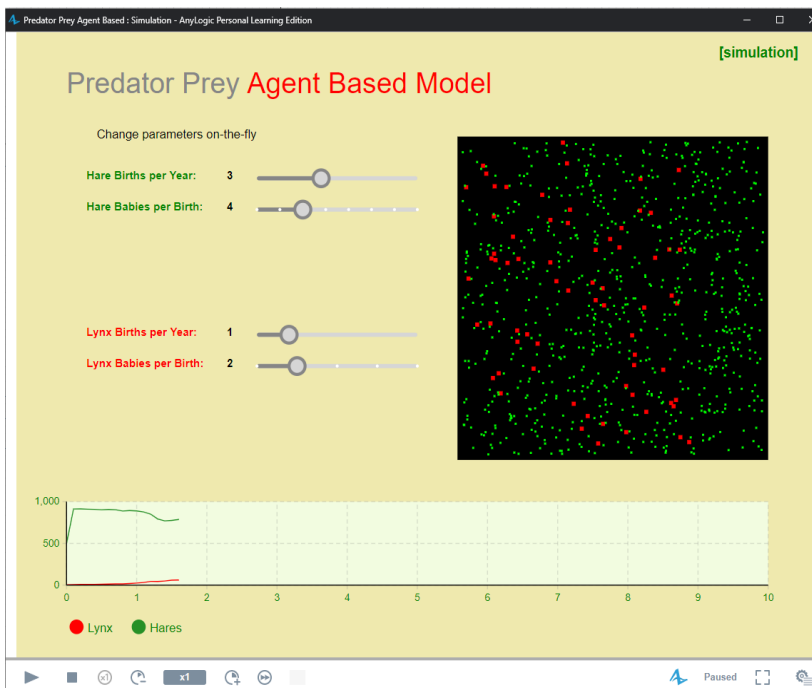


II. Punerea în funcție a modelului

Se pornește modelul „Simulation: Main” de la butonul de rulare.



Prima pagină care apare este cea în care putem seta valorile inițiale pentru populațiile celor 2 agenți care fac parte din simulare: Rași(Lynx) și Iepuri(Hares) prin intermediul slide bar-urilor disponibile. După ce am decis populațiile inițiale apăsăm butonul de pornire a simulării.



În cadrul ferestrei de simulare vom avea acces să modificăm în timp real parametri ratei natalității și a numărului de pui și putem urmări cum influențează acestea sistemul.

4. Prezentarea valorilor indicilor de performanță

Indici de performanță ai modelului ar fi durata dintre două vânători ai rașilor, respectiv rata natalității și numărul de pui. Aceste valori sunt luate din sistemul real. În model acestea sunt 0.01 ani (~3 zile) pentru durata dintre două vânători, pentru iepuri ~3 nașteri pe an cu 4 pui născuți într-o tură, la râși cam o naștere pe an cu 1 pui născut o dată. Aceste valori sunt foarte importante pentru evoluția în timp a sistemului (numărul de iepuri, respectiv râși vii la un moment dat).

4.1 Experiment 1 – modificarea structurii modelului

Unul din experimentele implementate în proiectul “Predator Prey Agent Based” este implementarea unui noi populații de agenți cu rol de prădător, omul (Human). Acesta funcționează asemănător cu Lynx doar ca are un life expectancy mult mai mare dar nu se înmulțește, numărul de Humans fiind stabilit de la începutul simulării și rămâne constant. Exact ca și populația de agenți Lynx, agenții Human o sa vâneze agenții din populația Hare dar fata de Lynx, aceștia o sa vâneze într-un mod mult mai agresiv și mai rapid, agenții Lynx rămânând astfel fără hrana necesara pentru a supraviețuii și a se înmulții.

Pentru a implementa populația de agenți “Human” s-a introdus o noua configurare în simulare, slider care ne permite sa setam numărul de agenți Humans. Acesta permite setarea de la 0 pana la 100 de agenți. Odată cu lansarea simulării o sa avem un counter care o sa ne arate câți agenți Humans au fost instanțiați.

Pentru a defini comportamentul acestei populații de agenți s-a folosit un flowchart care reprezinta starea unui agent de tip Human. Acest flowchart este asemănător cu cel al populației de agenți Lynx dar mult mai simplificat pentru ca populația de agenți Human nu prezintă capacitatea de a se înmulții și nici nu prezintă riscul de a muri de foame dacă nu a reușit sa prindă prada într-un anumit timp. Comportamentul populației de agenți Human este definit de o stare principala la care este conectat EntryPoint-ul principal și o tranziție de tip timeout, care are ca și valoare parametrul HumanDeathThreshold, care trece în starea finala reprezentând sfârșitul vieții al unui agent Human. Starea principala are tot odată o stare interna care reprezinta desfășurarea vieții al unui agent de tipul Human. Aceasta stare conectata printr-o tranziție de tipul timeout la un block branch. Aceasta tranziție are ca și valoare parametrul HumanHuntingPeriod. Odată cu tranziția în block-ul branch, un agent Human poate fie sa reușească sa prindă un agent Hare fie sa eșueze, șansa de a captura fiind calculata în funcție de cat de multi agenți Hare se afla în jurul agentului Human. Odată cu capturarea unui Hare, agentul Human o sa sară la o noua poziție în harta și o sa repete ciclul de a captura agenți Hare.

Agentul Human a fost introdus pentru a testa ce s-ar întâmpla dacă în acest ecosistem s-ar introduce un nou tip de prădător mult mai agresiv decât un Lynx, care are o durata de viata foarte lunga și care nu moare de foame și nici nu se înmulțește. Rezultatele au arătat ca în cazul introducerii unui număr mare de prădători Human, prădătorii Lynx o sa rămână fără hrana pentru ca nu pot concura cu aceștia sau populația lor o sa scadă dramatic. Prin introducerea unui număr foarte mare de prădători Human s-a remarcat o scădere brusca al populației de Lynx dar și a populației de Hare.

4.2 Experiment 2 – modificarea valorilor

Acest experiment a fost realizat peste experimentul anterior, adică cuprinde și oamenii (Human).

I. modificarea 1: zero oameni

În cadrul acestui experiment am pus numărul de oameni pe 0, acest experiment fiind de fapt cazul inițial. Am lăsat pe valorile initiale ale modelului Anylogic restul parametrilor sistemului. Acest caz ar reprezenta un sistem în care oameni există în sistemul real, sunt cunoscuți ca și agent, dar lipsesc din cadrul sistemului simulat, astfel simulând un cadru „natural”, neatins de oameni. În acest cadru, cu valori medii ale parametrilor există un echilibru între numărul de iepuri și râși.

II. modificarea 2: oameni vânează relativ intensiv iepuri.

Am adus numărul de oameni prezenți în simulare la 72 și am intensificat vânătoarea acestora, cu un întârziere între perioadele de vânătoare de la 0.05 unități la 0.01 unități. În acest scenariu, vânătoare este suficient de intensivă pentru a duce la exterminarea râșilor, care nu au mai avut destulă hrană. Iepuri nu au fost totuși exterminați.

5. Concluzie

Simularea Predator Prey Agent Based prezintă mai multe cazuri în care diferite populații de agenți concurează pentru supraviețuire. În varianta prezentată se disting 3 cazuri cu diferite variații.

Unul din respectivele cazuri este reprezentat de dispariția agenților de tip Lynx datorită vânătorii în masă a agenților Hare de către Human. Cu o populație mare de agenți Human se remarcă faptul că agenții Lynx nu au timp să se dezvolte și să crească în populație ajungându-se la dispariția întregii populații. Dispariția populației de Lynx se observă în cazul în care simularea începe cu un număr de peste 50 de agenți Human. În cazul în care simularea începe cu un număr de peste 80 de agenți Human se ajunge la dispariția populației de Lynx și Hare.

Un alt caz este cel în care nu avem agenți Human. În acest caz atât populația de Lynx și Hare pot supraviețui și prospera, astfel simularea tinde către o balanță în numărul de agenți Hare și Lynx.

Un ultim caz testat este cel cu o populație mică de agenți Human, sub 50 de agenți. În acest caz se observă stabilirea unei balanțe între toate cele 3 populații de agenți.