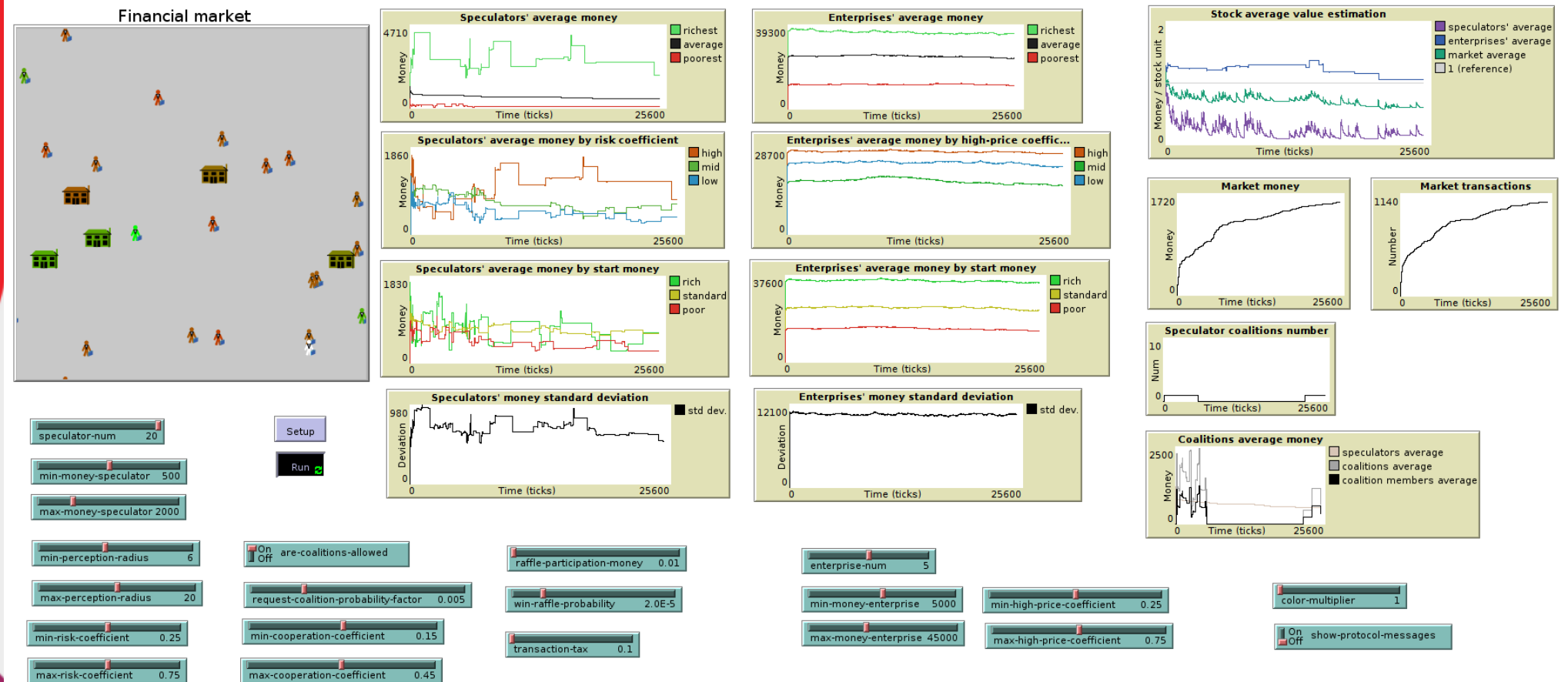


Intel·ligència Artificial Distribuïda: Simulació d'un mercat financer



Pau Sanchez
Albert Espín

Continguts de la presentació

- 1) Introducció i descripció del sistema simulat
- 2) Especificació dels protocols d'interacció entre agents
- 3) Descripció de la interfície dissenyada
- 4) Anàlisi i conclusions dels experiments realitzats
- 5) Explicació de possibles millores o ampliacions

Introducció i descripció del sistema

- Mercat financer amb especuladors i empreses
- Producte del mercat: paquets d'accions d'empreses

Producte: paquet d'accions

Nom	Unitats	Tipus	Valor
Id empresa	-	NUM	[0, num-empreses - 1]
Quantitat	u.	NUM	[1, max-stock]
Preu	u. divisa	NUM	[1, max-preu]

- Negociació de compravenda de paquets d'accions
- Tots els agents busquen maximitzar el seu patrimoni (diners)

Especuladors

- Compren accions a empreses o especuladors per intentar revendre-les més cares a altres especuladors
- Coeficient de risc: determina l'agressivitat de les seves operacions financeres, generant tres tipus:
 - Especulador arriscat
 - Especulador intermig
 - Especulador conservador



Coalicions d'especuladors

- Es formen en situacions de cert bloqueig (per exemple tenir pocs diners però moltes accions difícils de vendre)
- Coeficient de cooperació: incentiva a formar coalicions i tendeix a fer que durin més
- Dos especuladors: portaveu (representa la coalició quan es comunica) i subordinat
- Repartiment equitatiu de beneficis: el percentatge recuperat de la coalició per cada membre és el percentatge que va aportar



Empreses

- Generen accions per vendre-les als especuladors
- Es modelen fluctuacions econòmiques assumint inversions, guanys o pèrdues en mercats exteriors
- Coeficient de preu elevat: determina la tendència a mantenir un preu de venda d'accions elevat, generant tres tipus d'empreses:
 - Empresa que ven car (menys vendes, més benefici per venda)
 - Empresa intermitja
 - Empresa que ven barat (més vendes, menys benefici per venda)



Especificació dels protocols d'interacció entre agents

- Interacció basada en comunicació
- Comunicació en forma de negociació bilateral (agent-agent)
- Dos tipus de negociació que requereixen un protocol:
 - Negociació de compravenda
 - Formació de coalicions
- Protocol basat en pas de missatges per torns, negociació exclusiva (no s'atenen interrupcions mentre s'està negociant)

Protocol general de comunicació

- Esquema de protocol genèric que implementen els protocols específics de la simulació

Protocol general de comunicació

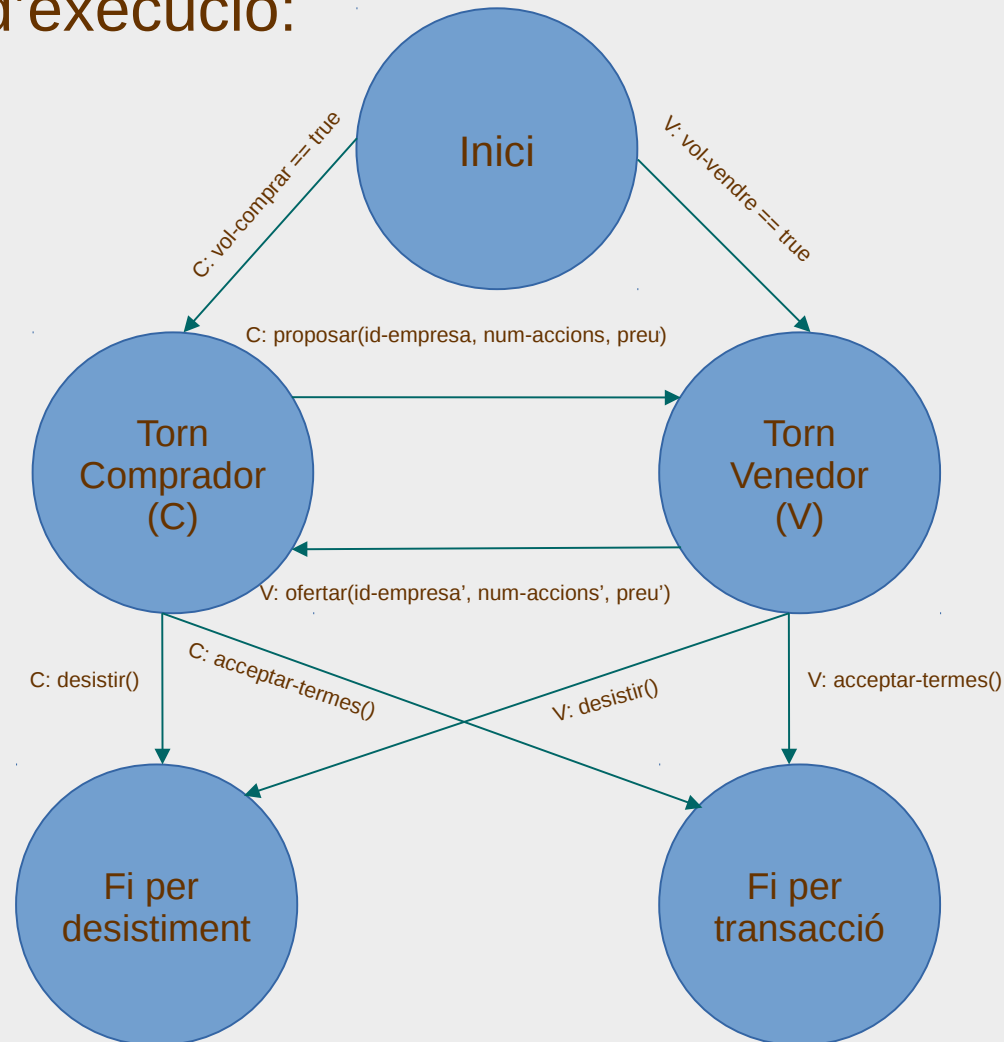
Inicialment, $i = 0$ ("i" és el nombre de peticions enviades)

Iteració	Accions Agent A (inicia la comunicació)	Accions Agent B
0	Elaborar i enviar petició i-èsima	Si $i > 0$: Esperar (*)
1	Esperar	Si Agent A ha enviat petició: a) Ignorar (no respondre) [Fi comunicació] b) Acceptar termes [Mercat fa transacció] c) Elaborar i enviar resposta Sinó, si $i > 0$: [Fi comunicació]
2	Si Agent B ha enviat resposta: a) Ignorar (no respondre) [Fi comunicació] b) Acceptar termes [Mercat fa transacció] c) Repetir cicle $[i++]$ [Iteració 0] Sinó: [Fi comunicació]	Si ha enviat oferta: Esperar

(*) si $i == 0$, l'Agent B encara no és conscient de la comunicació i per tant encara no participa en ella

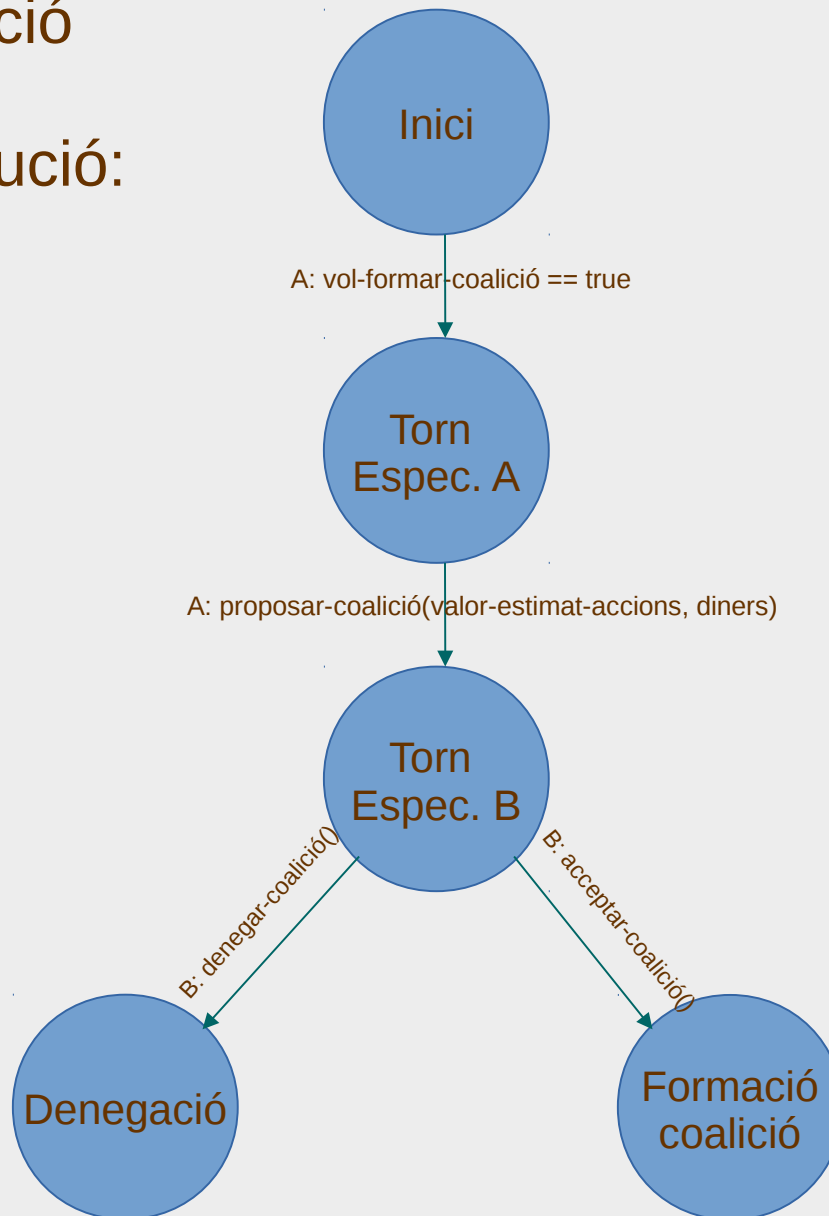
Protocol de negociació per a la compravenda de paquets d'accions

- Implementa i adapta el protocol general de comunicació
- Flux d'execució:



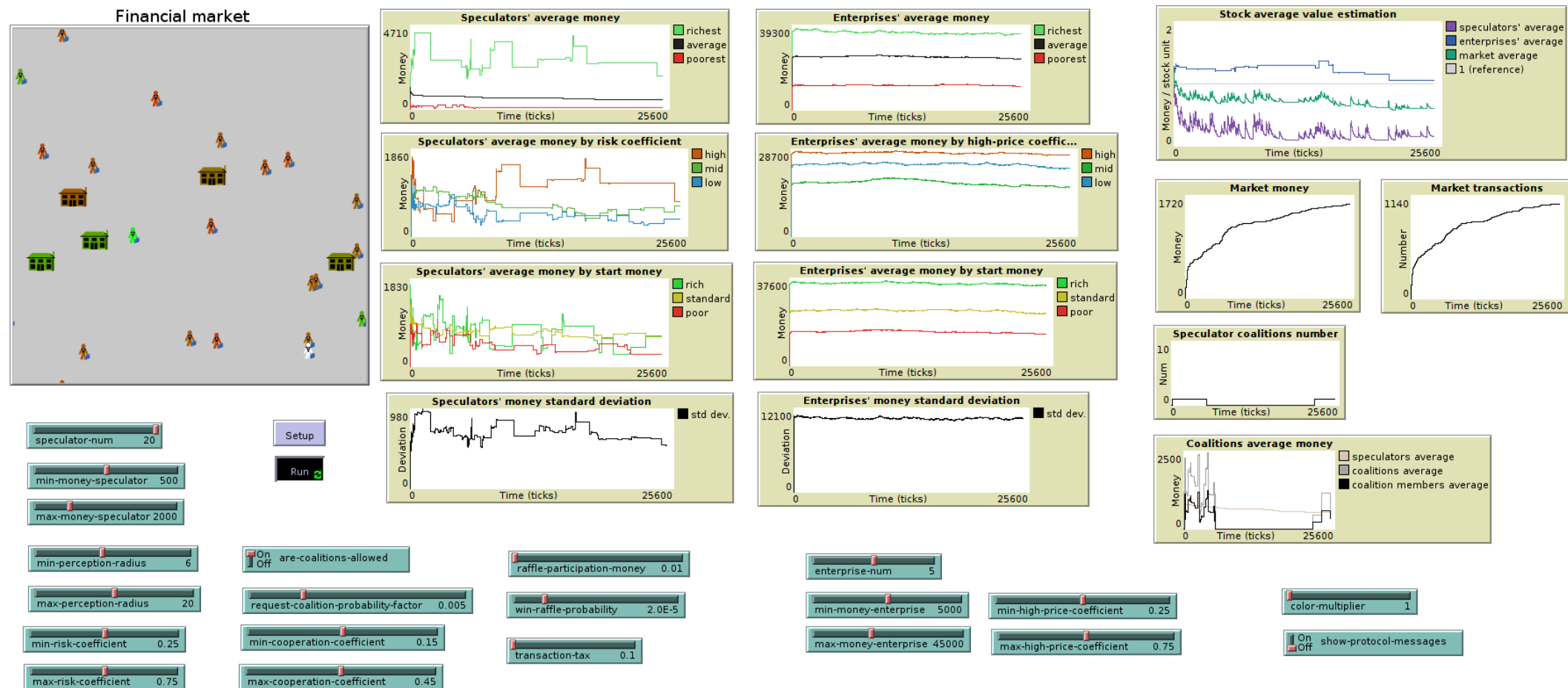
Protocol de negociació per a la formació d'una coalició

- Implementa i adapta el protocol general de comunicació
- Flux d'execució:



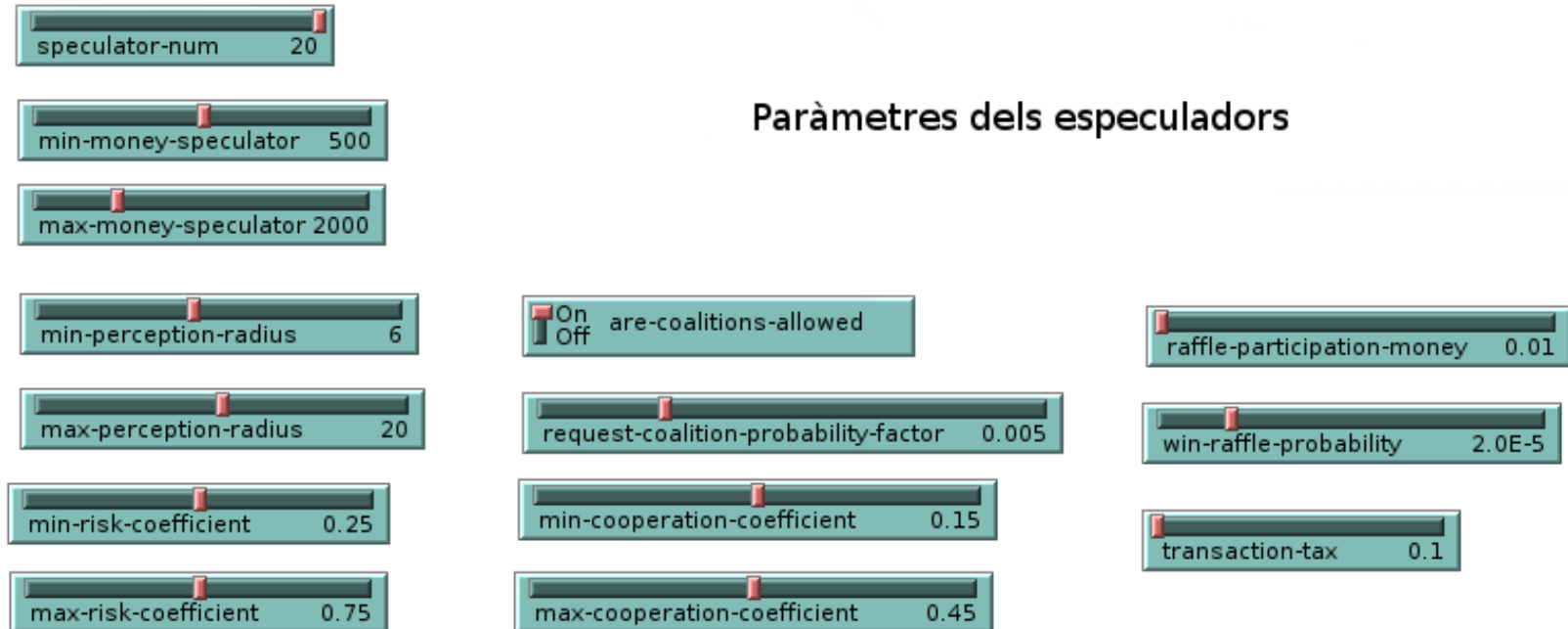
Descripció de la interfície dissenyada

- Formada per paràmetres configurables, una pantalla de visualització de la simulació i gràfiques per estudiar-la

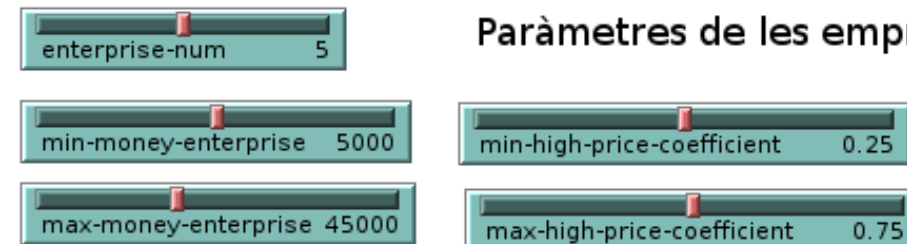


Paràmetres configurables

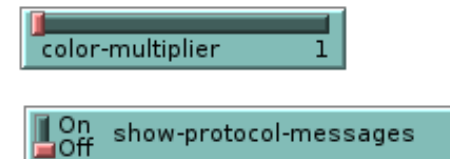
Paràmetres dels especuladors



Paràmetres de les empreses

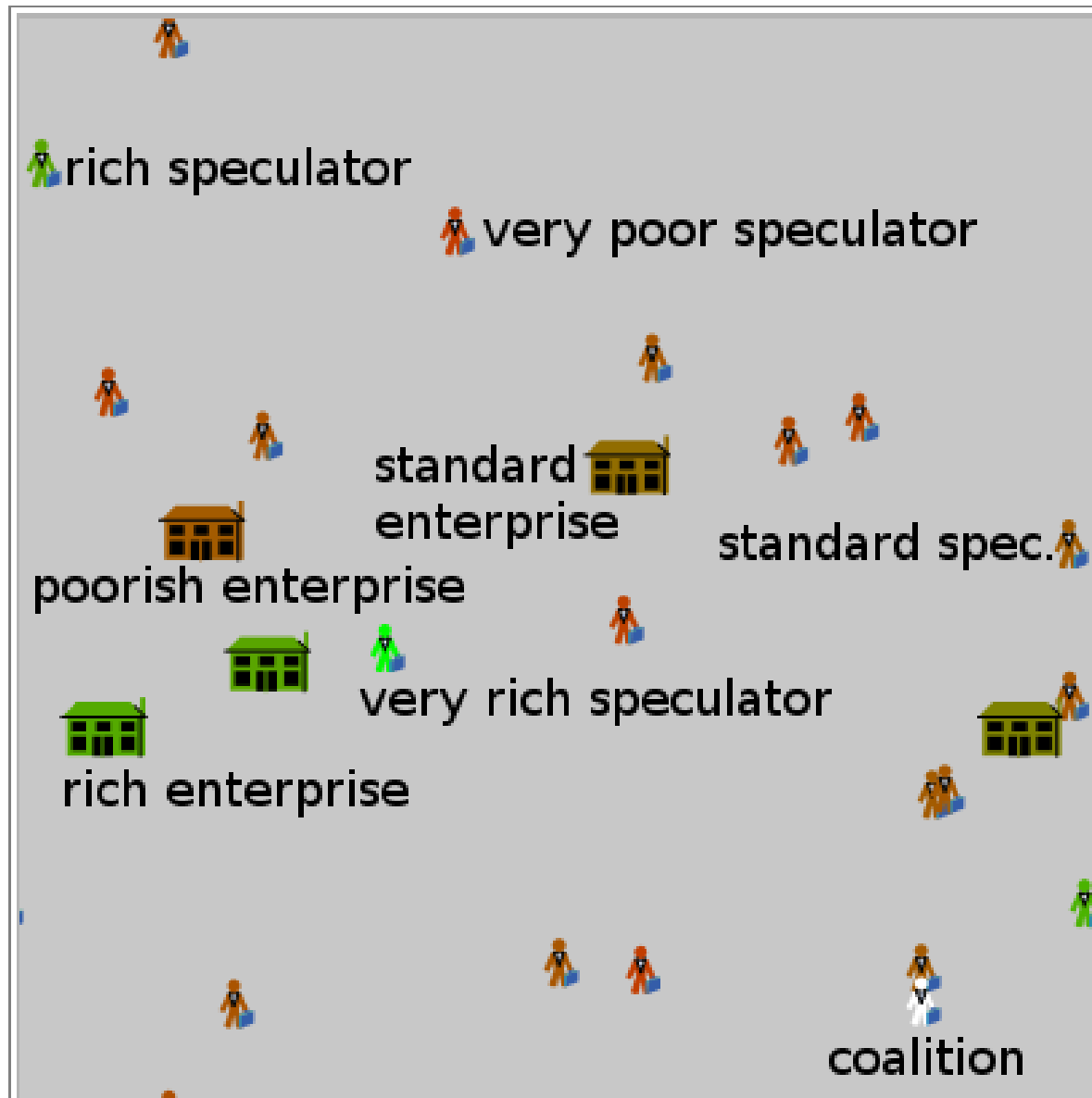


Altres paràmetres



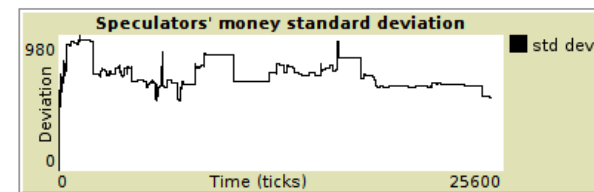
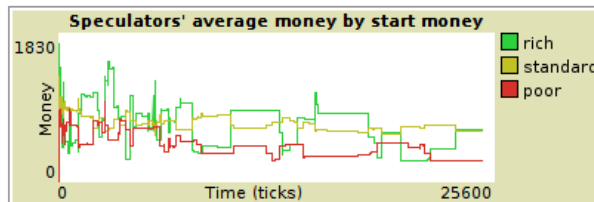
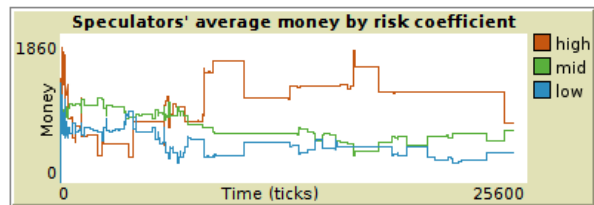
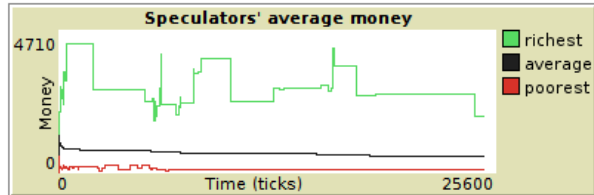
Pantalla de la simulació

Financial market

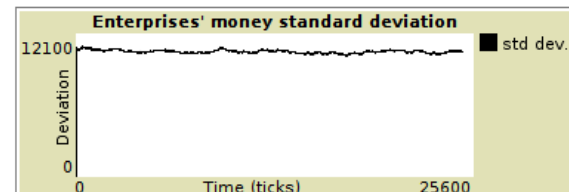
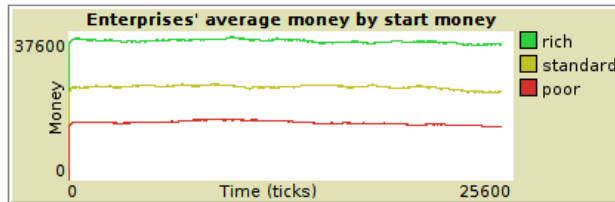
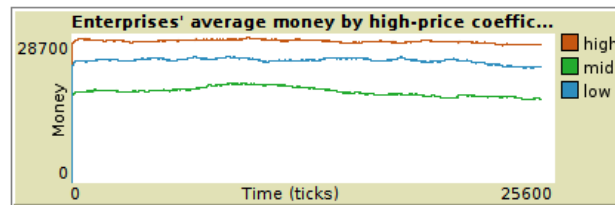
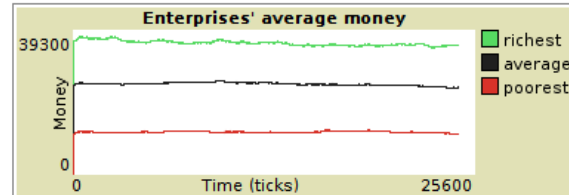


Gràfiques

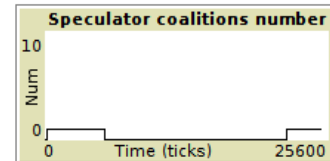
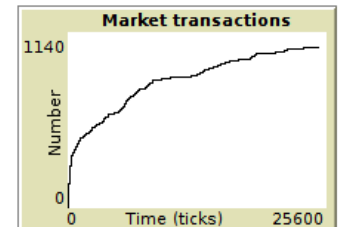
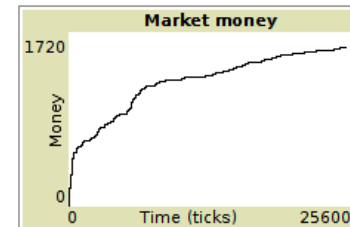
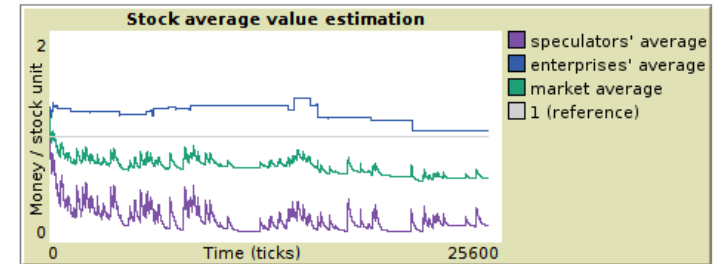
Gràfiques dels especuladors



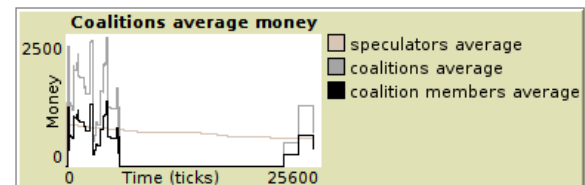
Gràfiques de les empreses



Gràfiques del mercat



Gràfiques de les coalicions



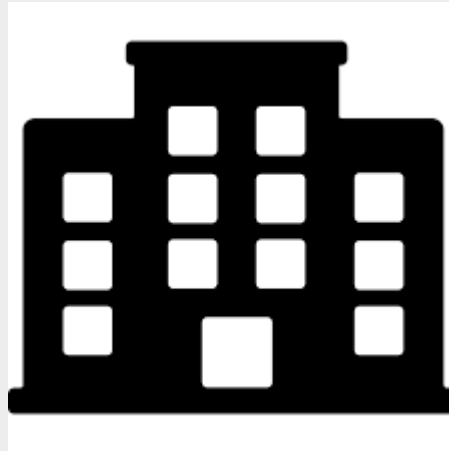
Missatges de la consola de comandes

- Permeten veure els missatges de protocol comunicats pels agents per veure que la comunicació funciona
- Estadístiques addicionals demostren que efectivament es realitzen transaccions i es formen i trenquen coalicions

Command Center	Command Center
<pre>(enterprise 20) -> (speculator 0): OFFER [20 2958 2377.021011691253] (speculator 14) -> (speculator 11): OFFER [23 429 4180] (enterprise 22) -> (speculator 1): OFFER [22 236 134.45309983921635] (speculator 3) -> (enterprise 22): PROPOSE [22 95 40.85] (speculator 17) -> (enterprise 22): PROPOSE [22 101 62.62] (speculator 16) -> (speculator 6): REQUEST-COALITION [83.8297284338445 207.83872875661808] (speculator 19) -> (speculator 15): PROPOSE [24 102 4.998] (speculator 0) -> (enterprise 20): PROPOSE [20 2958 1318.2120561963643] (speculator 18) -> (speculator 1): OFFER [24 444 1480] (speculator 7) -> (enterprise 24): PROPOSE [24 357 22.134] (speculator 10) -> (enterprise 23): PROPOSE [23 105 5.04] (enterprise 24) -> (speculator 7): OFFER [24 412 236.9926442506596] (speculator 1) -> (enterprise 22): PROPOSE [22 449 21.552000000000003] (speculator 6) -> (speculator 16): PROPOSE [20 128 5.5040000000000004] (enterprise 20) -> (speculator 0): OFFER [20 3609 3597.316070633938] (enterprise 23) -> (speculator 10): OFFER [23 116 84.79960617752462] (enterprise 22) -> (speculator 1): OFFER [22 417 204.00101302486016] (speculator 18) -> (speculator 1): OFFER [22 416 1620] (speculator 10) -> (enterprise 23): PROPOSE [23 133 6.517] (speculator 14) -> (speculator 11): OFFER [23 429 3360] (speculator 4) -> (enterprise 24): PROPOSE [24 626 30.048] (speculator 7) -> (enterprise 24): PROPOSE [24 724 31.856] (speculator 16) -> (speculator 6): OFFER [21 113 6.294162225264628] (speculator 0) -> (enterprise 20): PROPOSE [20 3550 1944.2497967296479] (enterprise 23) -> (speculator 10): OFFER [23 125 80.4593229007844] (speculator 19) -> (speculator 4): OFFER [20 334 3640] (speculator 9) -> (enterprise 22): PROPOSE [22 278 16.958] (speculator 1) -> (enterprise 22): PROPOSE [22 638 31.900000000000002] (enterprise 24) -> (speculator 7): OFFER [24 813 632.2281914026496] (speculator 5) -> (speculator 8): OFFER [24 538 4840] (enterprise 20) -> (speculator 0): OFFER [20 3914 3265.809112594781] (speculator 7) -> (enterprise 23): PROPOSE [23 635 29.21] (speculator 10) -> (enterprise 23): PROPOSE [23 137 6.439] (speculator 0) -> (enterprise 20): PROPOSE [20 3914 966.1627781486952] (speculator 8) -> (speculator 5): PROPOSE [20 62 31.62] (speculator 8) -> (speculator 5): MAKE-TRANSACTION [20 62 31.62]</pre>	<pre>(speculator 14) has lived for 140027 ticks: start money: 1680; current money: 25.665719320686783; best moment money: 1680 transaction num: 44 (purchases: 16; sales: 28) risk coefficient: 0.5900000000000001 (speculator 19) has lived for 140027 ticks: start money: 1067; current money: 0.002617302313390333; best moment money: 1684.4885194079259 transaction num: 26 (purchases: 8; sales: 18) risk coefficient: 0.29 (speculator 13) has lived for 140027 ticks: start money: 1386; current money: 3.0127258665683656; best moment money: 4415.553964325209 transaction num: 99 (purchases: 50; sales: 49) risk coefficient: 0.6 (speculator 1) has lived for 140027 ticks: start money: 1634; current money: 394.4194457000575; best moment money: 2320.164464806794 transaction num: 37 (purchases: 18; sales: 19) risk coefficient: 0.28 (speculator 16) has lived for 140027 ticks: start money: 746; current money: 89.92813886920787; best moment money: 1658.8453117050863 transaction num: 13 (purchases: 6; sales: 7) risk coefficient: 0.71 (speculator 7) has lived for 140027 ticks: start money: 1688; current money: 53.837428814043044; best moment money: 2331.611895675254 transaction num: 51 (purchases: 24; sales: 27) risk coefficient: 0.72 (enterprise 20) has lived for 140027 ticks: start money: 9267; current money: 12349.81817962932; best moment money: 13815.861984051207 transaction num: 29 (purchases: 0; sales: 29) high price coefficient 0.54 (enterprise 24) has lived for 140027 ticks: start money: 10362; current money: 15242.947921037538; best moment money: 16255.445371050886 transaction num: 41 (purchases: 0; sales: 41) high price coefficient 0.49 total market money: 1644.369130777612 (speculator 15) and (speculator 3) have formed a coalition. (speculator 2) and (speculator 10) have formed a coalition. (speculator 15) and (speculator 3) have broken their coalition. (speculator 2) and (speculator 10) have broken their coalition.</pre>

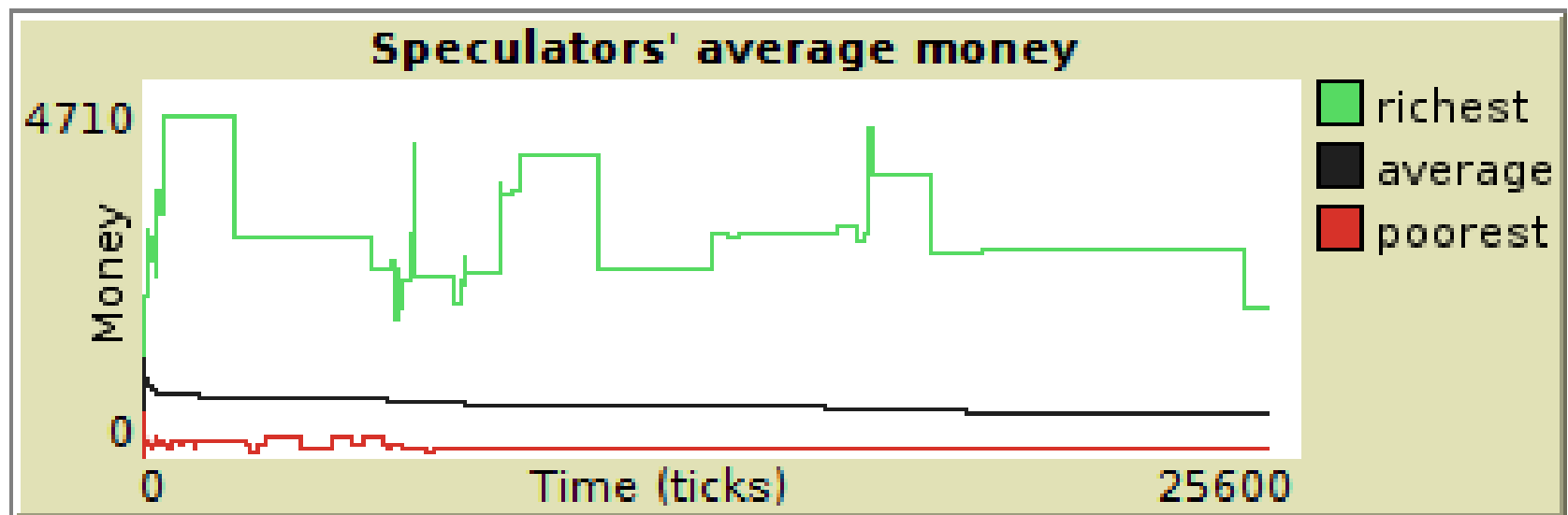
Anàlisi i conclusions dels experiments

- S'han realitzat nombroses execucions amb diferents configuracions dels paràmetres
- Tot seguit es mostren imatges de casos representatius de cada gràfica i s'extreuen conclusions



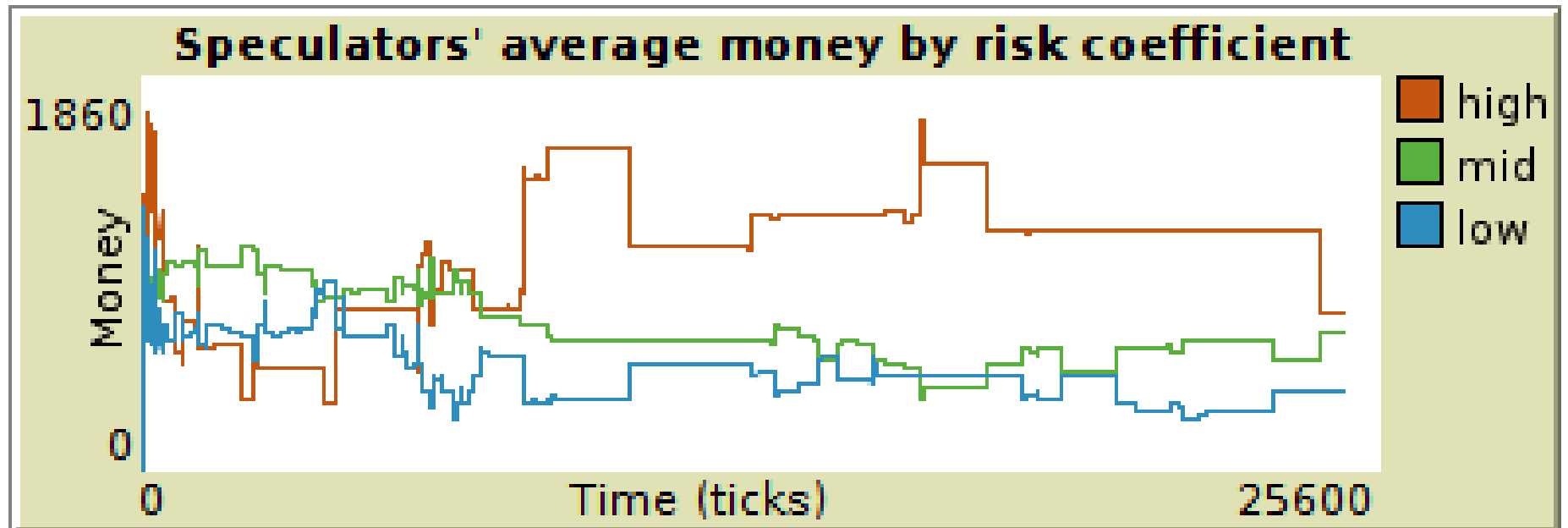
Especuladors

- Comencen invertint molts diners en la compra d'accions (per intentar-les revendre més cares)
- Gran competitivitat: la gran majoria perd diners (-20%-90%) ja que no aconsegueix vendre més car que el cost que va pagar
- Una minoria expandeix considerablement el seu patrimoni (+100-400%) gràcies a l'èxit en les operacions
- La mitja tendeix a estabilitzar-se (el que uns guanyen altres ho perden)



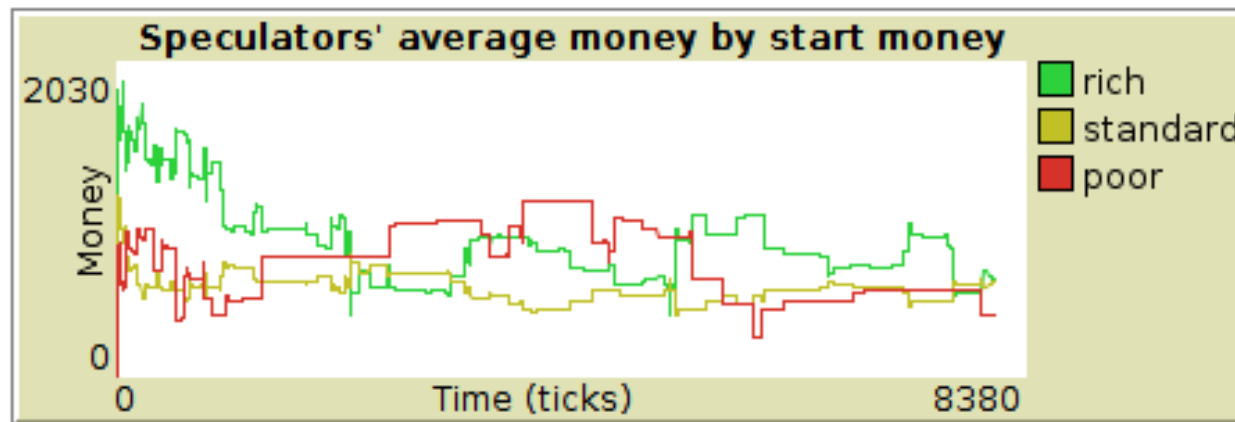
Especuladors

- Cap valor del coeficient de risc garanteix aconseguir grans beneficis de forma continuada
- Ocasionalment un coeficient de risc alt produeix grans beneficis (casos en què una operació arriscada de gran volum econòmic resulta exitosa)
- Generalment, però, tots els rangs de coeficient de risc es comporten de manera similar

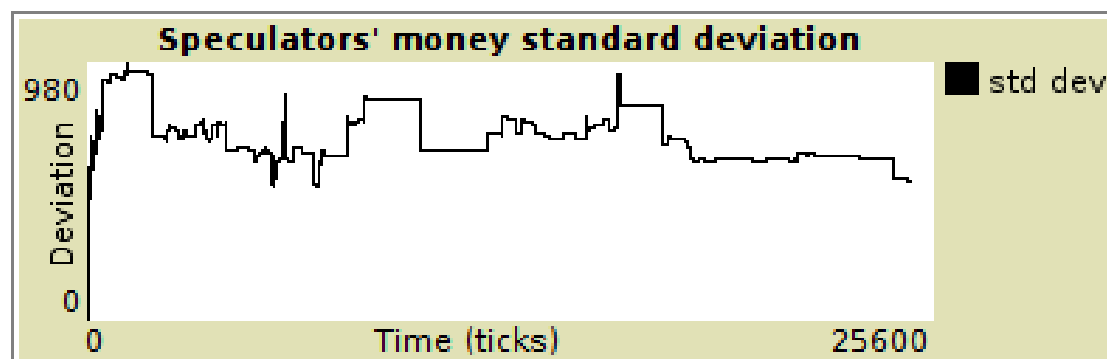


Especuladors

- Els que inicialment són rics parteixen amb avantatge, però tendeixen a acabar perdent la seva posició capdavantera amb el temps

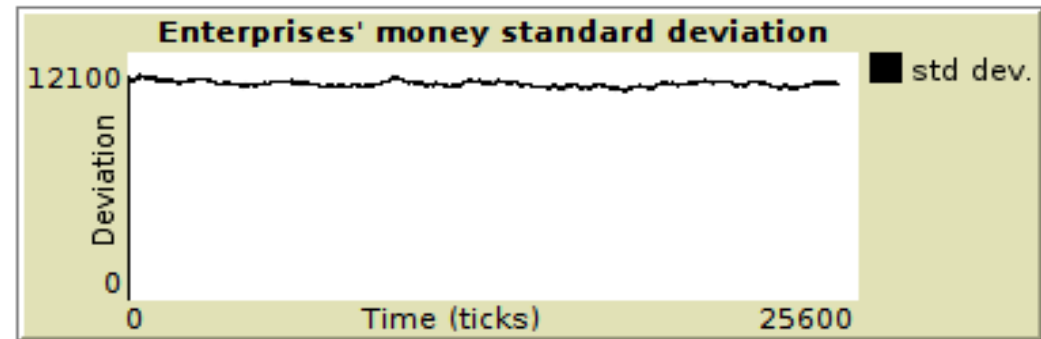
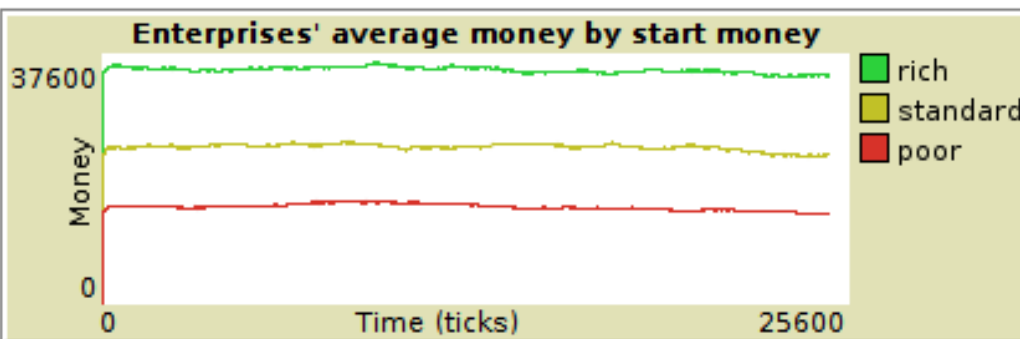
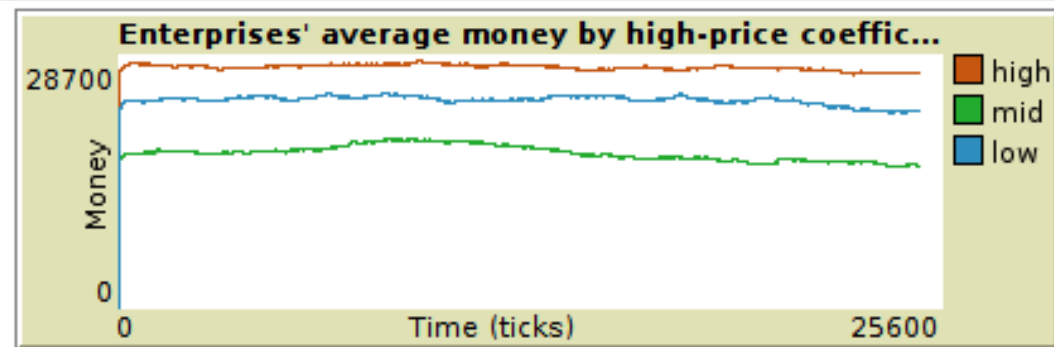
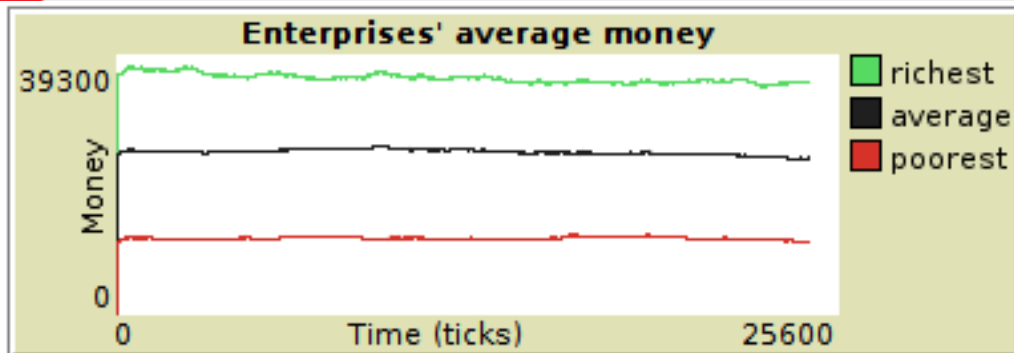


- La desviació estàndard demostra que hi ha desigualtat, que fluctua quan uns perden molt a canvi que altres ho guanyin, però tendeix a ser constant a la llarga



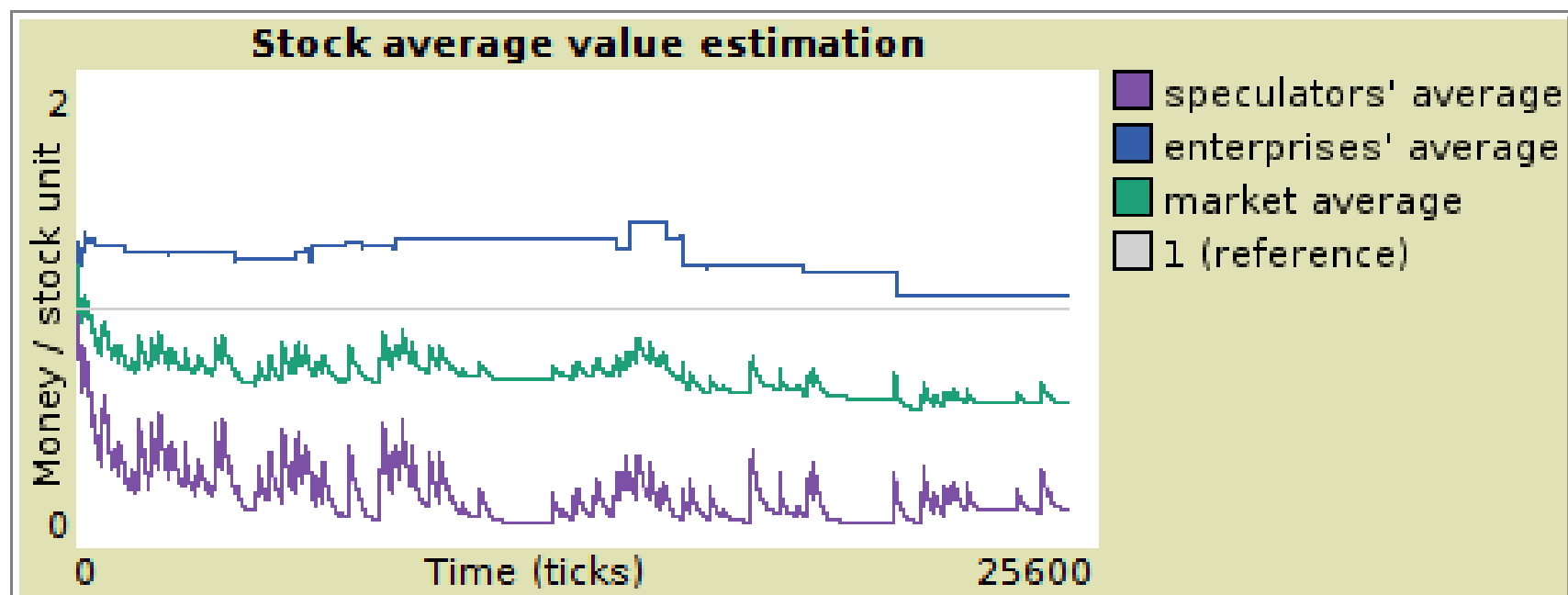
Empreses

- Molt més estables, ja que només venen accions, no en compren (les lleugeres variacions es deuen als ingressos d'accions i a l'activitat simulada de mercats exteriors)
- Coeficient de preu alt no determinant: vendre poc però car o vendre barat però molt són dues estratègies igualment bones



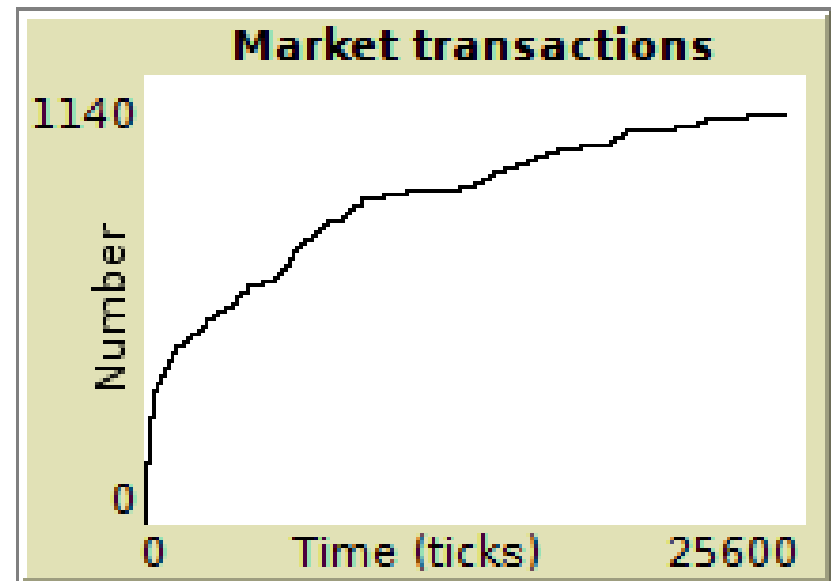
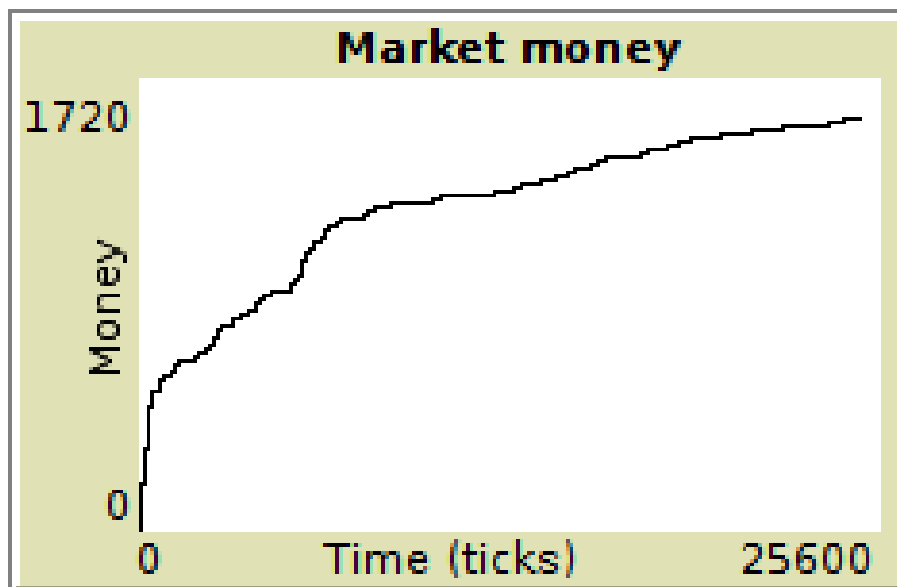
Valor estimat de les accions

- Depèn dels raonaments que facin els agents, no està fixat ni és conegut (parteix de l'assumpció inicial d'1 unitat de diners per acció, però es va modificant)
- Llei de la oferta i la demanda: les empreses apugen el preu de venda quan tenen moltes peticions mentre que els especuladors deprecien la seva estimació de valor si no aconsegueixen revendre



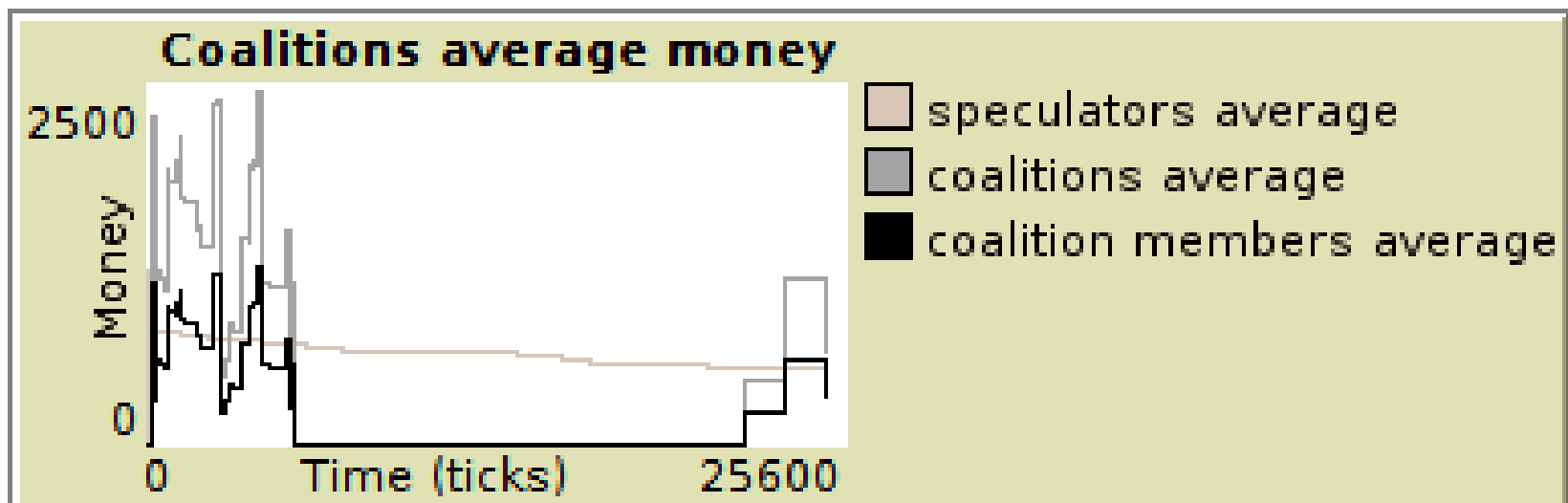
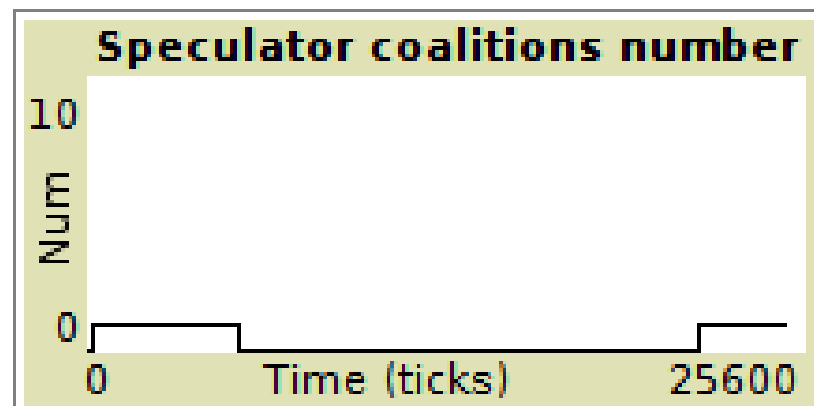
Transaccions del mercat

- Explosió inicial quan cap especulador té accions i tots corren a comprar-ne
- El mercat recapta impostos per transacció (i pel sorteig, que si toca dóna al guanyador gran part dels diners recaptats)



Coalicions

- Tant rics com pobres les formen (sobretot en situacions de bloqueig, de no aconseguir revendre accions)
- La suma de diners invertits indueix a operacions molt voluminoses, cosa que implica grans guanys o grans pèrdues



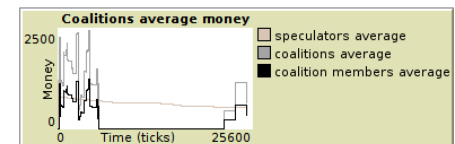
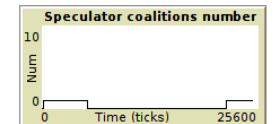
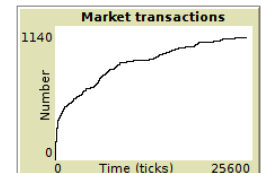
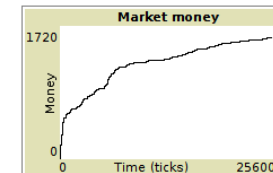
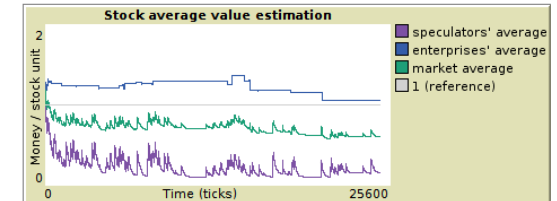
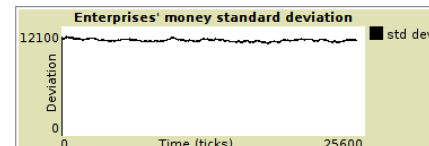
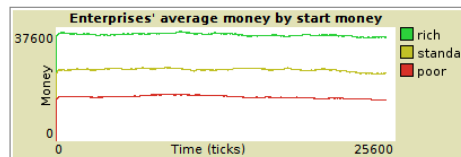
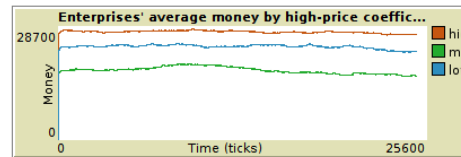
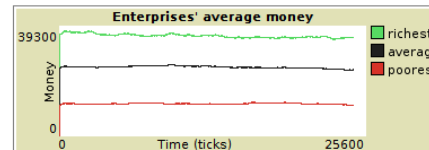
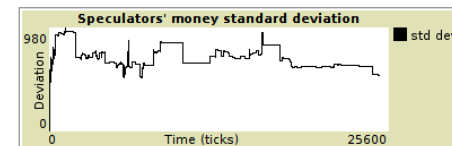
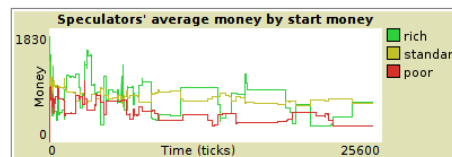
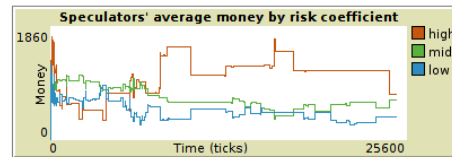
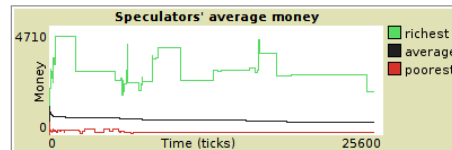
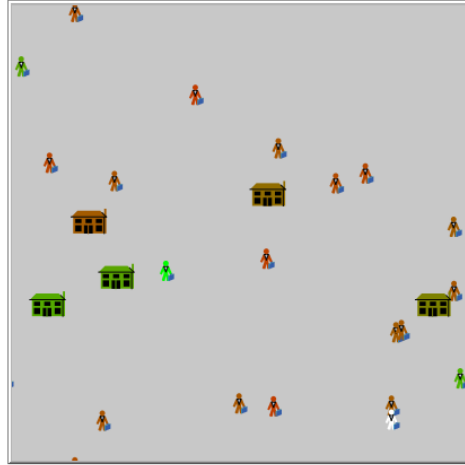
Possibles ampliacions o millores

- Més límits o controls en la producció d'accions per part de les empreses, i que puguin comprar accions d'altres empreses
- Coalicions més complexes: amb més integrants i també d'empreses, no només especuladors
- Múltiples mercats interconnectats entre sí, amb diferents normes, impostos i aranzels
- Múltiples divises, permetent l'especulació de divises, no només d'accions

Gràcies per l'atenció.

Alguna pregunta?

Financial market



speculator-num 20

min-money-speculator 500

max-money-speculator 2000

min-perception-radius 6

max-perception-radius 20

min-risk-coefficient 0.25

max-risk-coefficient 0.75

Setup

Run

☒ are-coalitions-allowed

request-coalition-probability-factor 0.005

min-cooperation-coefficient 0.15

max-cooperation-coefficient 0.45

raffle-participation-money 0.01

win-raffle-probability 2.0E-5

transaction-tax 0.1

enterprise-num 5

min-money-enterprise 5000

max-money-enterprise 45000

min-high-price-coefficient 0.25

max-high-price-coefficient 0.75

color-multiplier 1

☒ show-protocol-messages