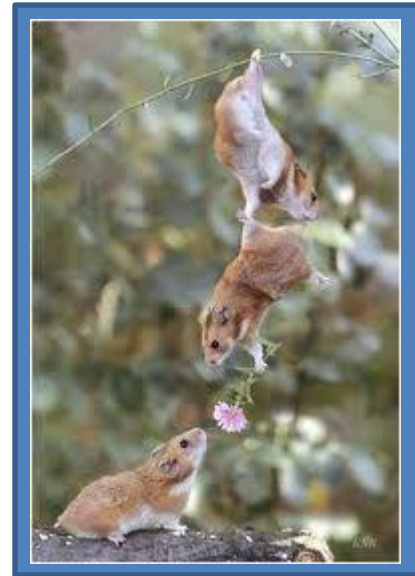


Istraživanje pozitivne i negativne recipročnosti u evolucionarnim igrama

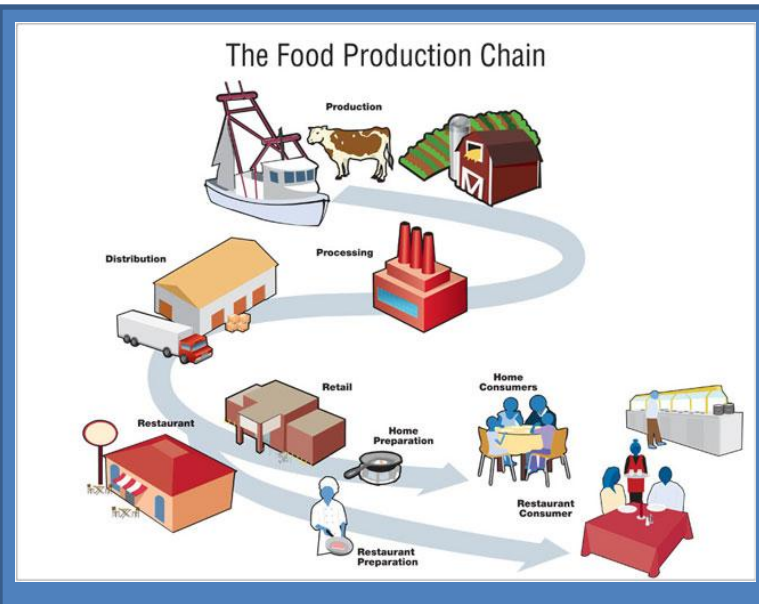
Petar Fumić

Kooperacija



Proces u kojem se grupa organizama udružuje radeći za zajedničko dobro

Kooperacija

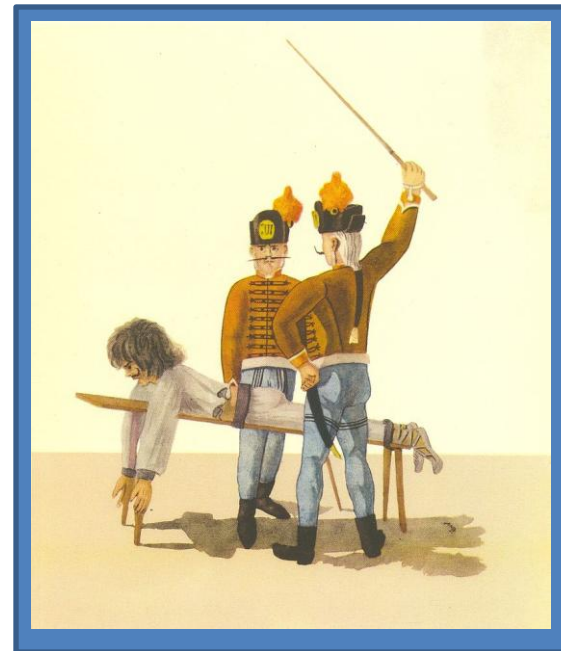


Kooperacija

Pozitivna recipročnost, dobro se dobrim vraća



Negativna recipročnost, kazna za nekooperativno ponašanje



Kooperacija

Pitanje : postoji li korelacija između negativne i pozitivne recipročnosti?

Ako da, **koji su uvjeti** za ostvarivanje te korelacije?

Eksperimentalni podatci daju indicaciju da je odgovor ne.

Provjerimo tvrdnju pomoću evolucionarne teorije igara i metoda statističke fizike.

Evolucionarna teorija igara

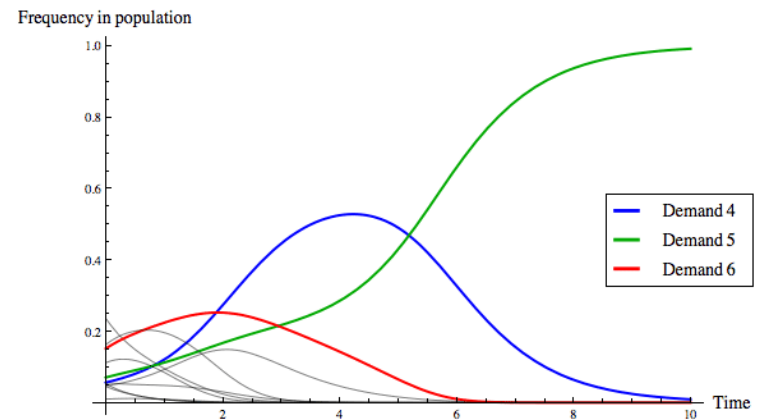
Klasična teorija igara

- igrači imaju set poteza
- "racionalni" igrači
- pronazak optimalne strategije
- maksimizacija "payoff-a"

Evolucionarna teorija igara

- fokusira se na dinamiku sustava i promijenu strategije
- igrači ne moraju biti racionalni
- cilj je raširiti svoju strategiju na cijeli sustav

		WOMAN	
		Boxing	Shopping
MAN	Boxing	<u>2, 1</u>	0, 0
	Shopping	0, 0	<u>1, 2</u>



Igra javnog dobra

- alat eksperimentalne ekonomije
- u svojoj osnovnoj formi igra ima dvije elementarne strategije, defekciju i kooperaciju

-isplata kooperatora:

$$\Pi_C = r \cdot N_C / G - 1$$

doprinos

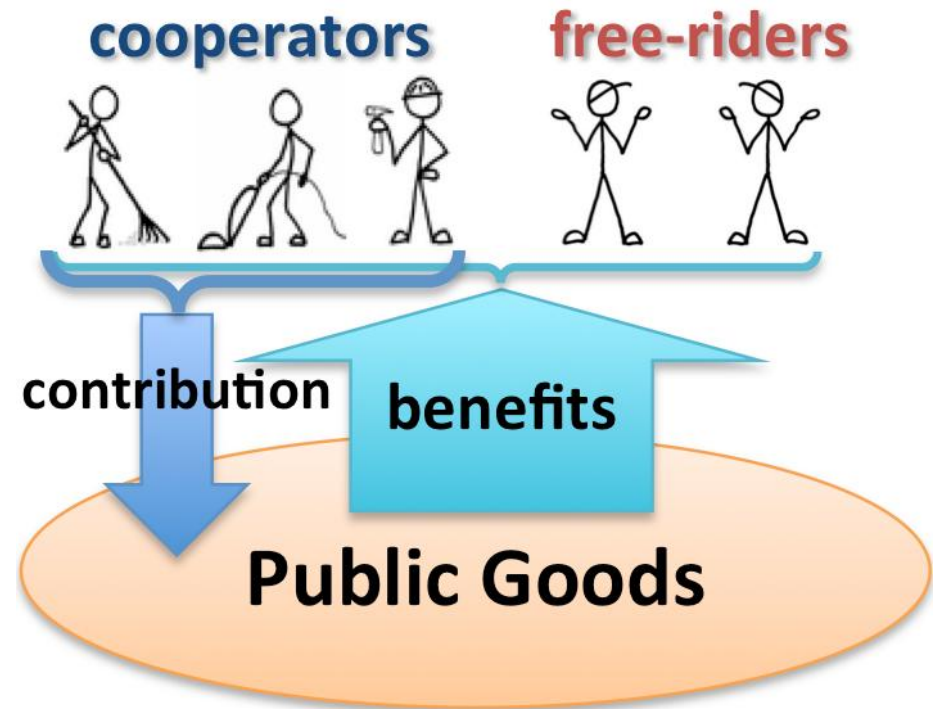
broj kooperatora u grupi

-isplata defektora:

$$\Pi_D = r \cdot N_C / G$$

faktor sinergije

broj igrača u grupi



Igra javnog dobra

- promatramo igru s četiri strategije
- defektori (D) i tri kooperativne strategije
(kazna defektora, nagrađivanje kooperatora i kombinirana strategija, P, R, B)

-par vrijednosti (β, γ) koje predstavljaju kaznu/nagradu, cijenu kažnjavanja/nagrađivanja

Funkcije isplate (payoff)

-defektori:

$$\Pi_D = r(N_P + N_R + N_B)/G - \beta(N_P + N_B)/(G - 1)$$

-kažnjavači:

$$\Pi_P = r(N_P + N_R + N_B + 1)/G - 1 - \gamma(N_D)/(G - 1) + \beta(N_R + N_B)/(G - 1)$$

-nagrađivači:

$$\Pi_R = r(N_P + N_R + N_B + 1)/G - 1 - \gamma(N_P + N_R + N_B)/(G - 1) + \beta(N_R + N_B)/(G - 1)$$

-kombinirana strategija:

$$\Pi_B = r(N_P + N_R + N_B + 1)/G - 1 - \gamma + \beta(N_R + N_B)/(G - 1)$$

Igra javnog dobra

-igru igramo na kvadratnoj mreži dimenzija $L \times L$ s veličinom grupa $G = 5$

-svaki igrač pripada u G grupa

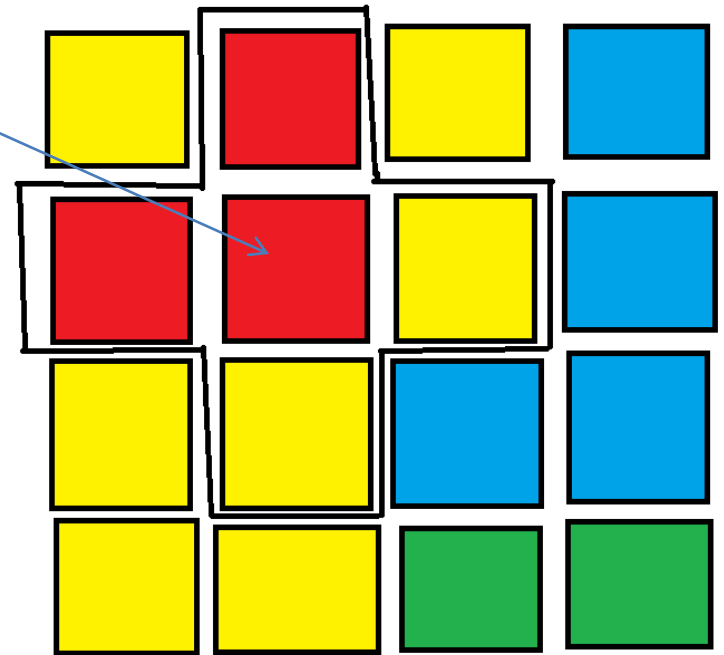
jedna grupa

-bira se nasumični igrač x i računa mu se isplata u svim grupama kojih je član, Π_x

-zatim se bira nasumični susjed igrača x , i računa mu se isplata, Π_y

-igrač x pokušava promijeniti taktiku igrača y , vjerojatnost je dana s Fermi funkcijom:

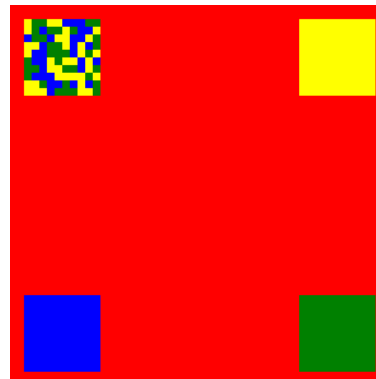
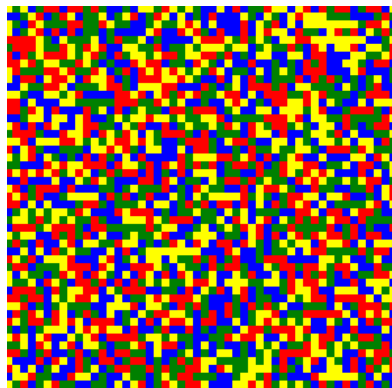
$$\omega(s_x \rightarrow s_y) = 1 / \{1 + \exp[(\Pi_{s_y} - \Pi_{s_x}) / K]\}$$



Igra javnog dobra

- Monte Carlo Step(MCS), svaki igrač u prosjeku može jednom pokušati promijeniti taktiku susjeda
- L je 150, na sustavam namećemo periodičke rubne uvjete
- puštamo da sustav evoluirira tokom 10^4 MCS

- nakon evolucije računamo frakcije preživjelih strategija
- osim nasumične inicijalne distribucije strategija mogu se testirati i pripremljena stanja



- crveno(D)
- žuto(P)
- zeleno(R)
- plavo(B)

Igra javnog dobra

-ako su igri samo defektori i čisti kooperatori:

$r > 3.74$ kooperatori preživljavaju

$r > 5.49$ kooperatori pobijeduju defektore

-evolucija 4-strategijskog sustava za $r = 4.5$ i $r = 2.5$



-računa se fazni dijagram za (β, γ)

O numerici

prva verzija programa, **C#/.NetFramework**

- vrlo spori račun, puno kalkulacija
- rad na CPU
- lijepo vizualno sučelje

druga verzija programa, **C/OpenCL**

- komputacije pomoću GPU-a
- puno bolje performanse



OpenCL – framework za pisanje programa na višejezgrenim uređajima

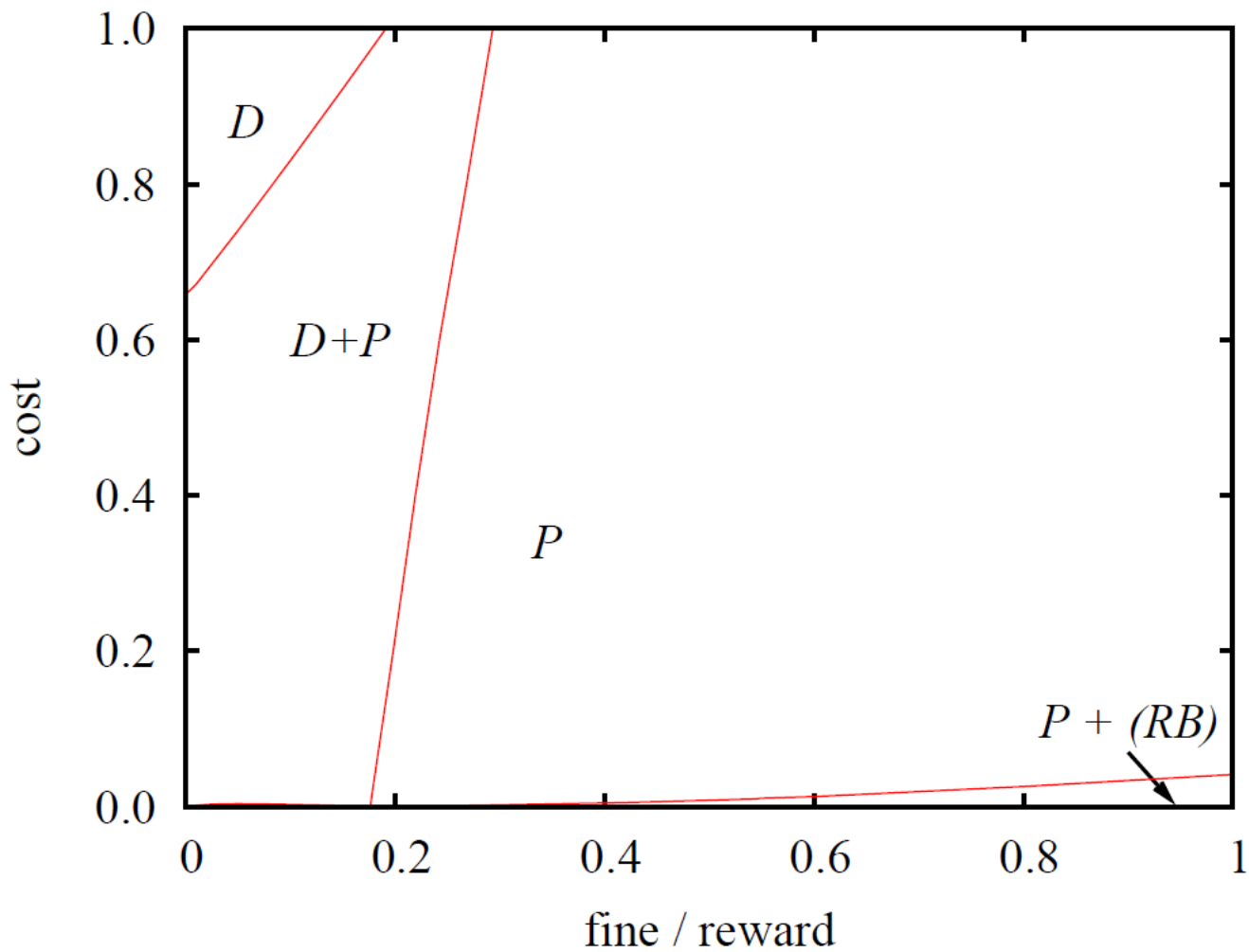
- paralelizam, work unit kao temeljna komputacijska jedinica
- 256 threadova, računanje 256 točaka faznog prostora od jednom
- loš u izvođenju serijskih računa

vrijeme računa: -CPU → 40min/točki

-GPU → 140min/256 točaka

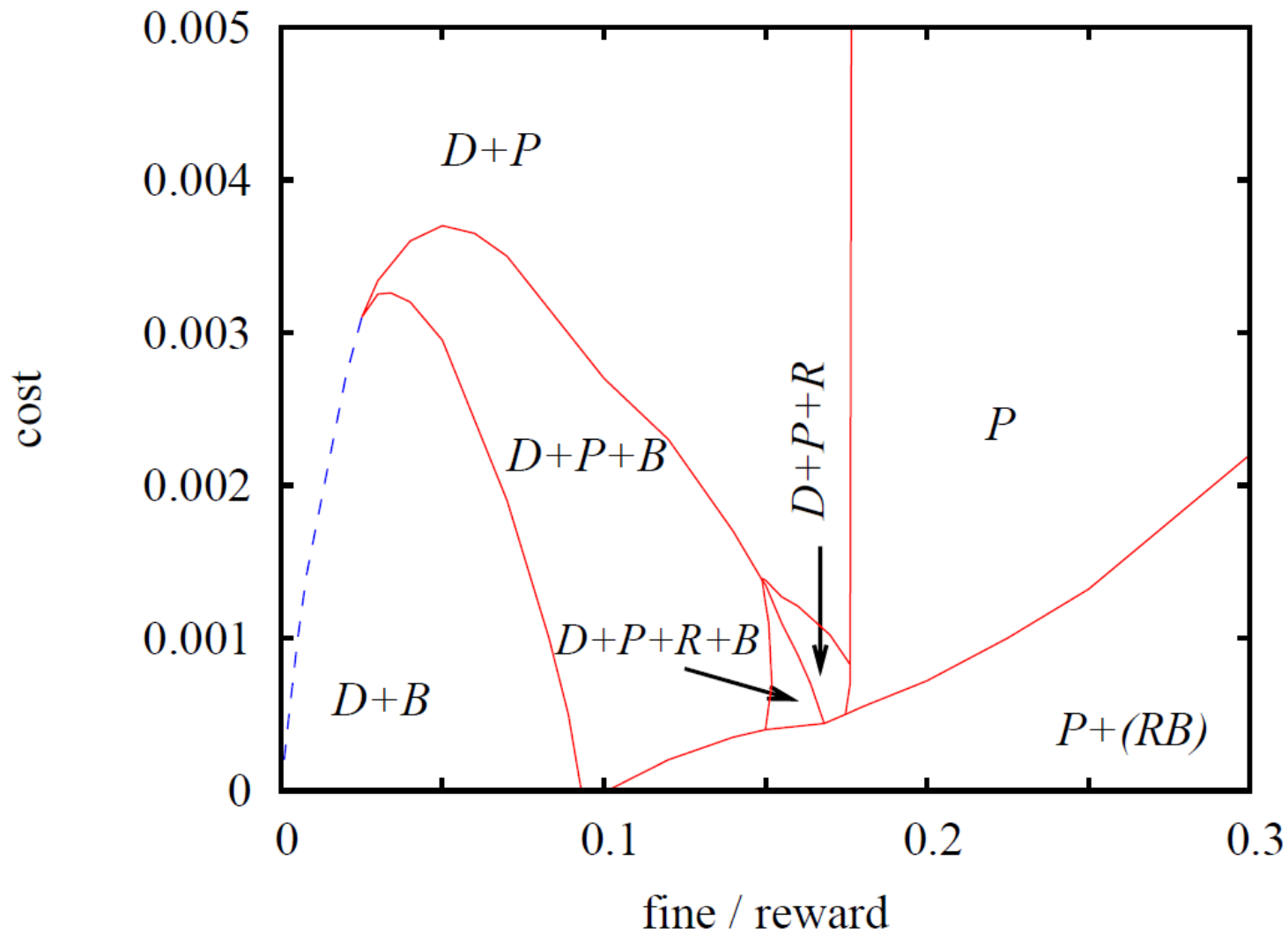
Rezultati

$r = 4.5$



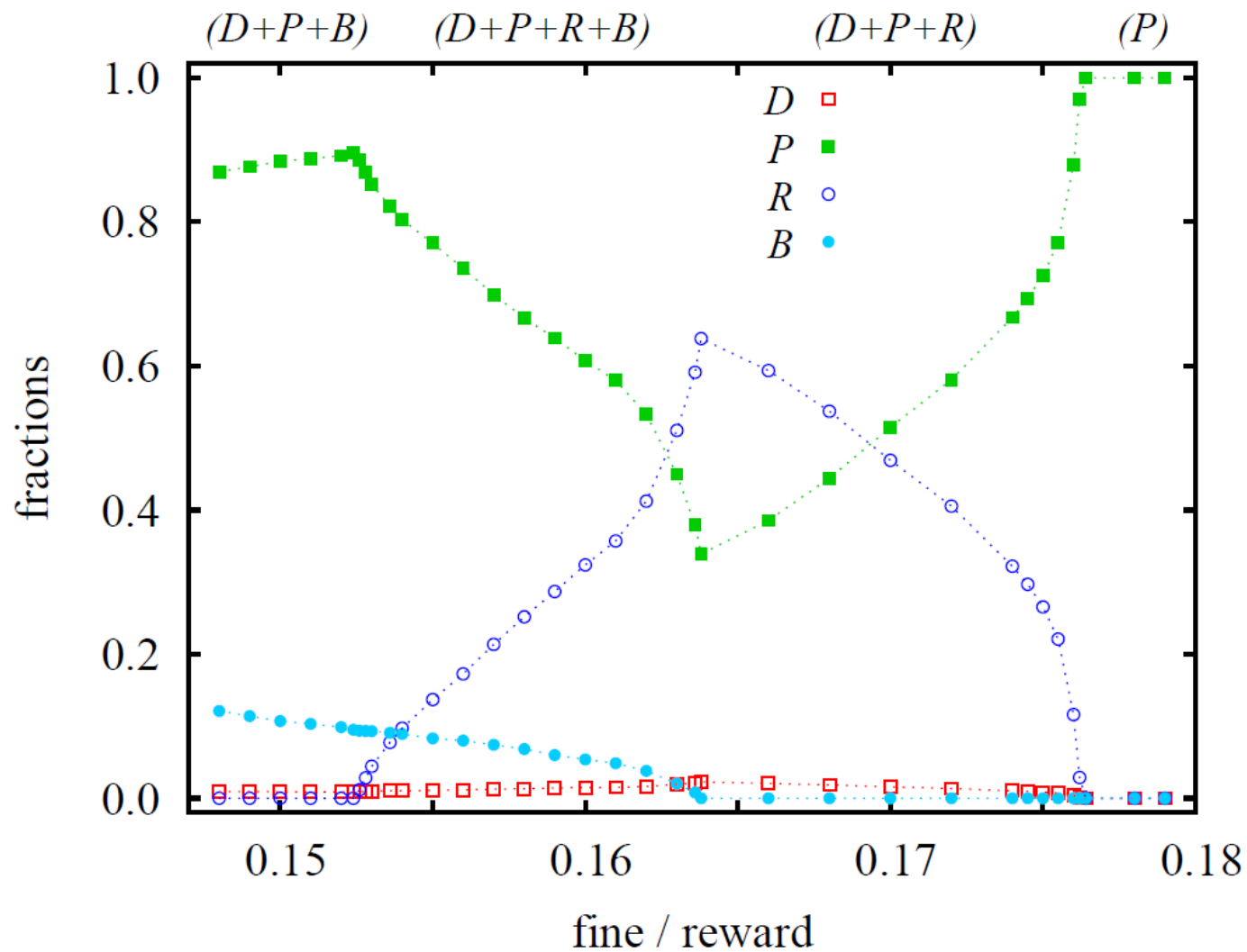
Rezultati

$r = 4.5$



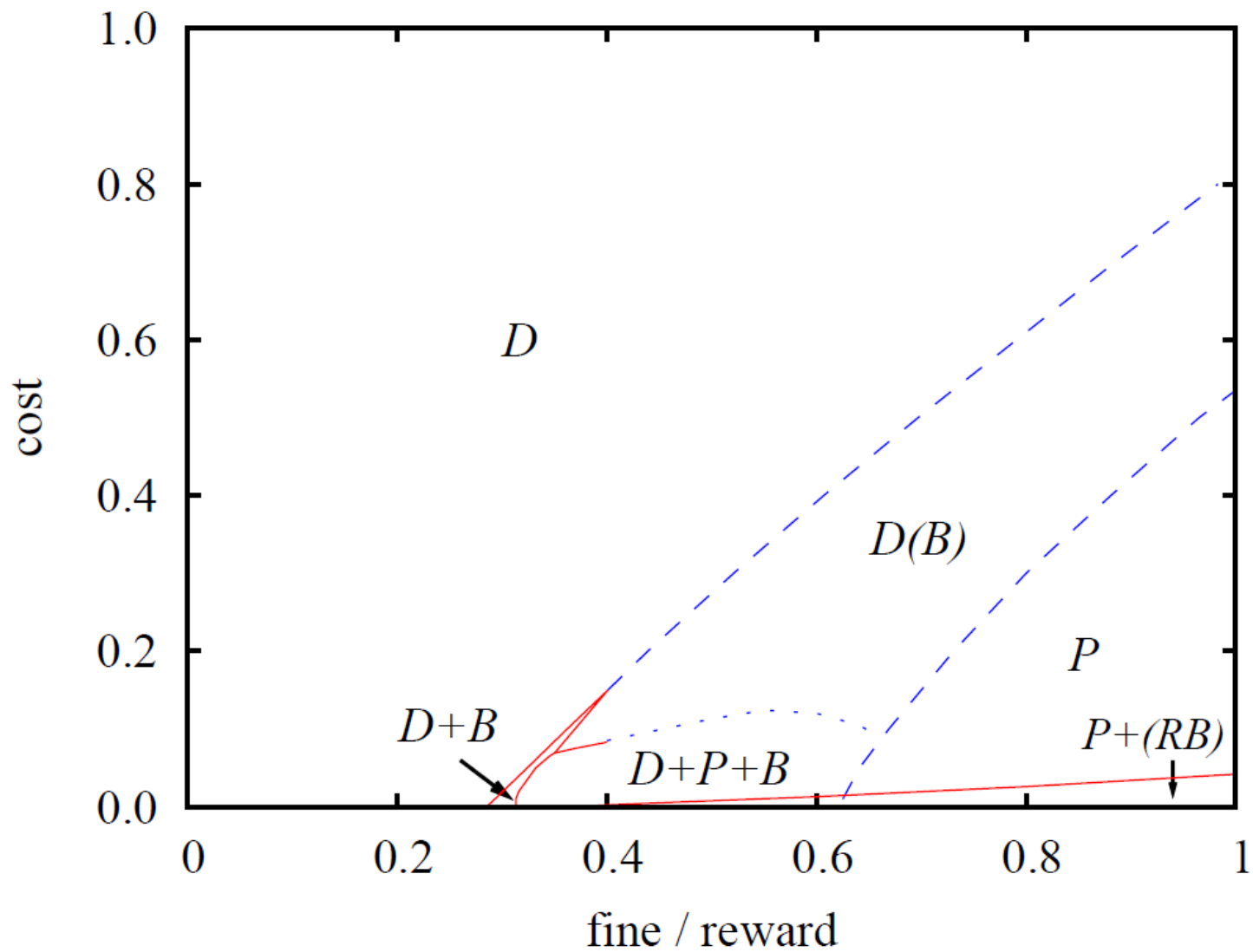
Rezultati

$r = 4.5$



Rezultati

$r = 2.5$



Rezultati

- B strategija preživljava u uskom području
 - teži uvjeti razvoja kooperacije → B bolja strategija
 - elementarne strategije efikasnije
-

-neke od pojava poput cikličke dominacije, indirektnog teritorijalnog nadmetanja i divergentnih fluktuacija se teško reproduciraju u eksperimentu

Toliko o tome!
Hvala na slušanju.