1 Описание игры

Рассмотрим два поля размера $L \times L$, на которых агенты играют в модификацию игры со средним полем с выигрышами b1 и b2 соответственно. Плотность кооператоров на полях равна f_1 и f_2 . Модификация игры заключается в том, что вместо игры со средним кооператором на этом же самом поле, он играет против среднего кооператора с другого поля. (В таблице 2 представлен выигрыш агента с поля 1, при игре против агента с поля 2)

Таблица 1: Выигрыш агента при игре с соседями

$$egin{array}{cccc} & & & & Areht \\ & & \mathcal{D} & \mathcal{C} \\ & & \mathcal{D} & 0 & 0 \\ & \mathcal{C} & b_1 & 1 \end{array}$$

Таблица 2: Выигрыш агента с первого поля при игре против среднего кооператора со второго поля

2 Как считались данные

Для моделирования было сгенерировано 40 различных пар начальных полей 100×100 с начальной плотностью кооператоров равной 0.9. В каждой паре полей оба поля были идентичными. Моделирование проводилось на парах (b_1, b_2) , где $b_2 \geq b_1$ и b_1 , b_2 брались из интервала [0.9, 2.0]. Значение $\frac{f_1+f_2}{2}$ рассчитывалось как средняя плотность 40 полей с 10000 до 16000 шага. Так как оба поля в начальный момент времени совпадают, то поведение на первом и втором поле при параметрах (b_1, b_2) будет совпадать с поведением на втором и первом поле соответственно при параметрах (b_2, b_1) , что было использовано при моделировании.

3 Что не ожидаем увидеть?

Для начала обсудим, какие значения $\frac{f_1+f_2}{2}$ мы **не ожидаем** увидеть. Так как плотность кооператоров на первом поле зависит от распределения кооператоров на поле и плотности кооператоров на втором поле, то f_1 должно отличаться от плотности, если бы поля "не взаимодействовали". Аналогичные рассуждения верны для f_2 . Предположим что это не так, тогда $\frac{f_1+f_2}{2}$ будет принимать значения, показанные на рис. 1

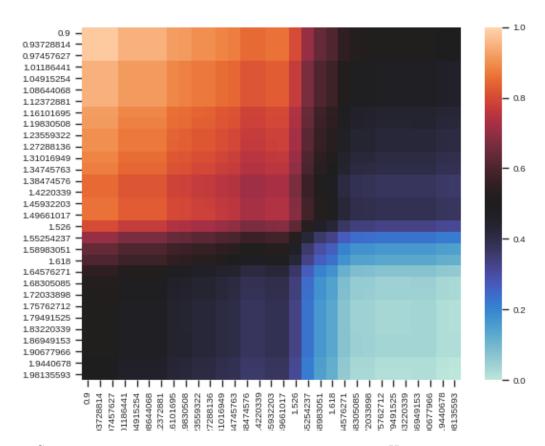


Рис. 1: Средняя плотность кооператоров на несвязанных полях. Цветом отмечена средняя плотность на двух полях. Данные показаны для точек, отличных от точек на других рисунках.

4 Что получилось

На рисунках 2, 4 и 5 показана зависимость $\frac{f_1+f_2}{2}$ от параметра выигрыша. При сравнении рис. 1 и 2 хорошо видно, что при игре на связанных полях происходит более резкий переход, в сравнении с игрой на несвязанных полях. Особенно хорошо переход виден на рис. 5^1 . Для более конкретных выводов требуются данные из большего числа точек.

На рис. 3 показана плотность на первом и втором полях. Можно заметить, что при "больших"и "маленьких"значениях выигрыша, плотность кооператоров на соответствующем поле не зависит от выигрыша на другом. На рис. 6 показана плотность кооператоров на первом поле.

 $^{^{1}}$ Почему-то в первый раз форма графика напомнила висячие сады или фермы в горах(не помню название технологии)

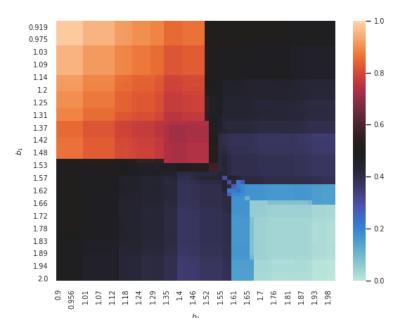


Рис. 2: Средняя плотность кооператоров на **связанных** полях. Цветом отмечена средняя плотность на двух полях. b_1 по вертикали, b_2 по горизонтали.

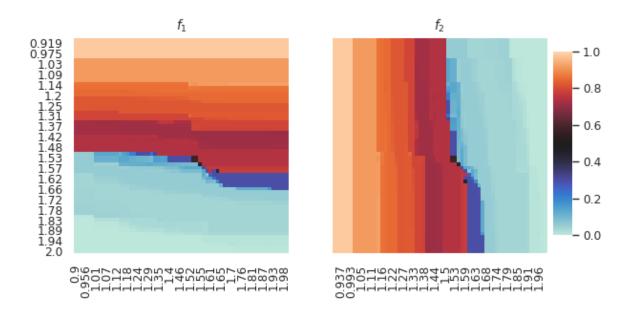


Рис. 3: Плотность кооператоров на первом и втором поле. b_1 по вертикали, b_2 по горизонтали.

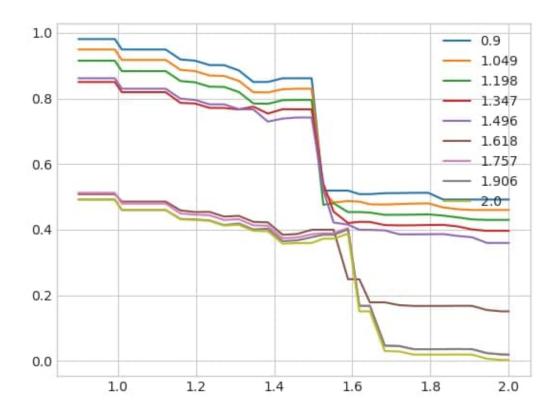


Рис. 4: Зависимость средней плотности кооператоров от b_2 при фиксированном значении b_1 .

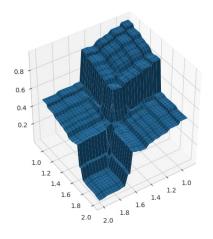


Рис. 5: Средняя плотность кооператоров на связанных полях. Тоже самое, что и рис. 2, но визуализированное по другому.

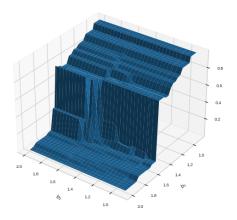


Рис. 6: Плотность кооператоров на первом поле.

5 Persistence

Чтобы посмотреть на поведение игры при различных значениях выигрыша мы посчитали persistence. Полученные данные отображены на рис. 7. Около крайних значений параметра выигрыша(0.9, 2) значение persistence на поле никак не зависит от выигрыша на другом поле, но при остальных значениях от параметра выигрыша на втором поле зависит наличие хаотического режима на первом поле и наоборот.

На рис. 8 показана зависимость persistence на втором поле от b_2 при некоторых значениях b_1 . При определенных значениях b_1 можно наблюдать возникновение хаотического режима в одной точке. Чтобы прояснить поведение в данной точке было взято несколько значений b_1 вокруг данной точки и для них был посчитан persistence при 1000, 2000, 10000 и 15000 шагах. Я не привожу графики для последних трех, так как они полностью совпадают с 1000.(рис. 9)

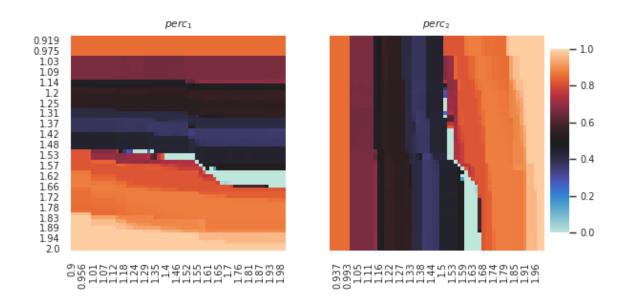


Рис. 7: persistence на первом и втором полях.

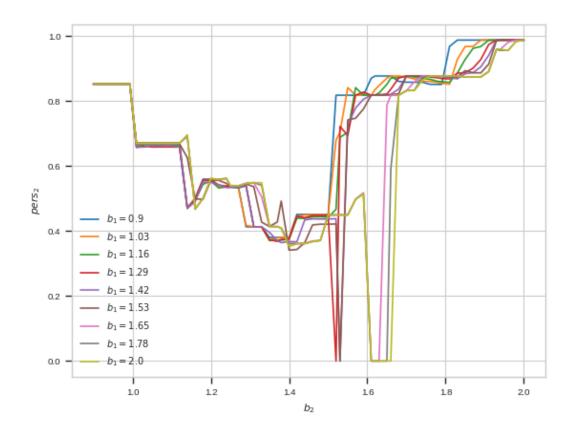


Рис. 8: persistence на втором поле при различных b_1 .

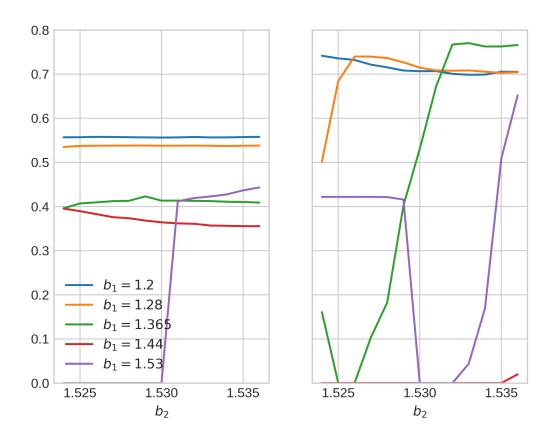


Рис. 9: persistence на первом и втором поле при различных b_1 около $b_2=1.53$.

5.1 Смена persistence

Наиболее интересным случаем для рассмотрения является $b_1 = 1.53$. При $b_2 < 1.53$ на первом поле агенты находятся в "хаотическом режиме"с крупными кластерами кооператоров(синее), в то время как на втором поле дефекторы образуют сеть каналов, с крупными кластерами кооператоров. При $b_2 = 1.53$ агенты на обоих полях находятся в хаотическом режиме с небольшими кластерами кооператоров и дефекторов. При $b_2 > 1.53$ ситуация на полях меняется и на первом поле дефекторы образуют сеть каналов, а на втором поле агенты находятся в хаотическом режиме с крупными кластерами кооператоров. (рис. 11)

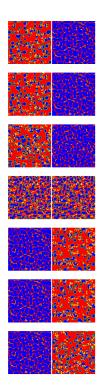


Рис. 10: Окрашенные поля при $b_1=1.53$ и $b_2=1.527, 1.528, 1.529, 1.53, 1.531, 1.532, 1.533$

6 Конфигурации поля

Так как существуют значения (b_1,b_2) при которых persistence не 0 и не 1 одновременно, было интересно посмотреть на конфигурации при различных значениях выигрыша. На рис. 11 показаны конфигурации поля на большом времени при $b_1,\ b_2\in\{0.9,1.24,1.4,1.55,1.7,1.98\}$. Предварительно нельзя говорить о появлении каких-либо новых конфигураций по сравнению с обычной игрой со средним полем.

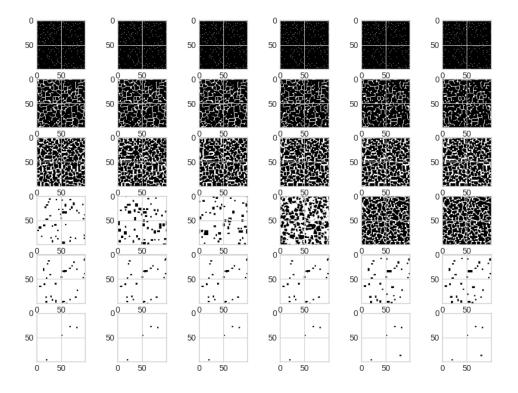


Рис. 11: Конфигурации поля.

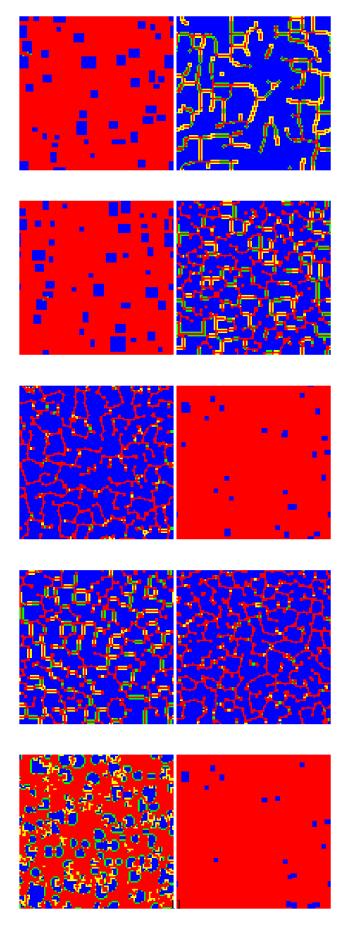


Рис. 12: Окрашенные поля при ((1.53, 1.38), (1.56, 1.46), (1.56, 1.7), (1.37, 1.46), (1.6, 1.8)).