

Socio-cognitive hybrid metaheuristics

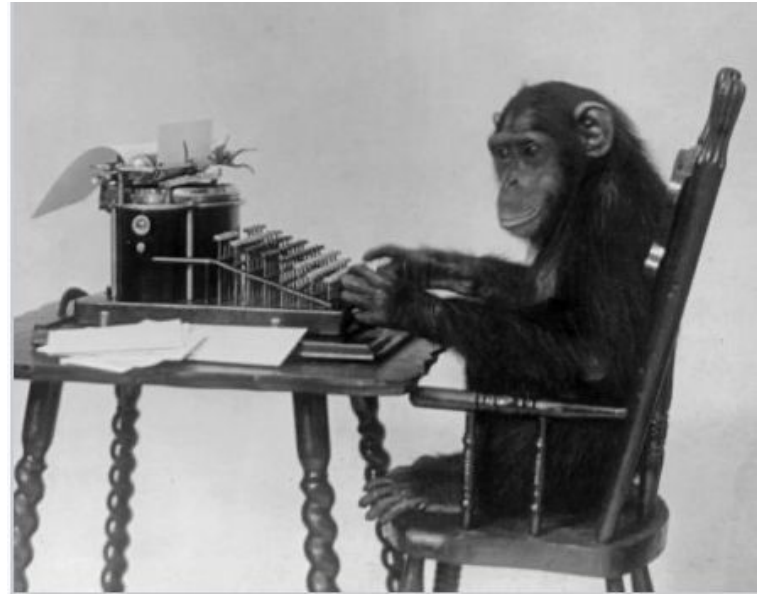
Piotr Kipiński, Mateusz Nabywaniec,
Aleksandra Urbańczyk, Aleksander Byrski

Agenda

- Motivation
- Social Cognitive Theory
- Agent-based metaheuristics
- Socio-cognitive DE and EMAS (fresh results)
- Summary

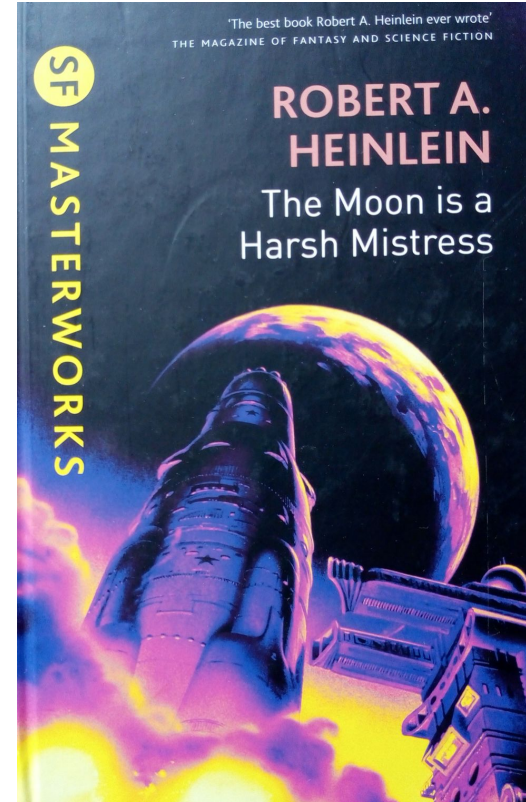
Infinite monkey theorem

- Monkey sitting at a typewriter for a sufficiently long time, will reproduce complete works of Shakespeare.
- A keyboard has 101 keys, the probability of reproducing the word: “computer” is: $(1/101)^8 = 9,23e-17$ (approx).
- But it is not zero!



There ain't no such thing as a free lunch

- Robert Heinlein - an award winning SF novel. Milton Friedman - Nobel prize in Economics.
- If you get a free beer to your meal ordered at the restaurant, you know, it's actually not free ;).
- Wolpert and MacReady have proven that any two optimization algorithms are equivalent when their performance is averaged across all possible problems.
- There is always need to properly parameterize the algorithm to the particular problem.
- There is no “golden hammer” in the optimization algorithms.



Bobo Doll experiments - Albert Bandura in 1960s.

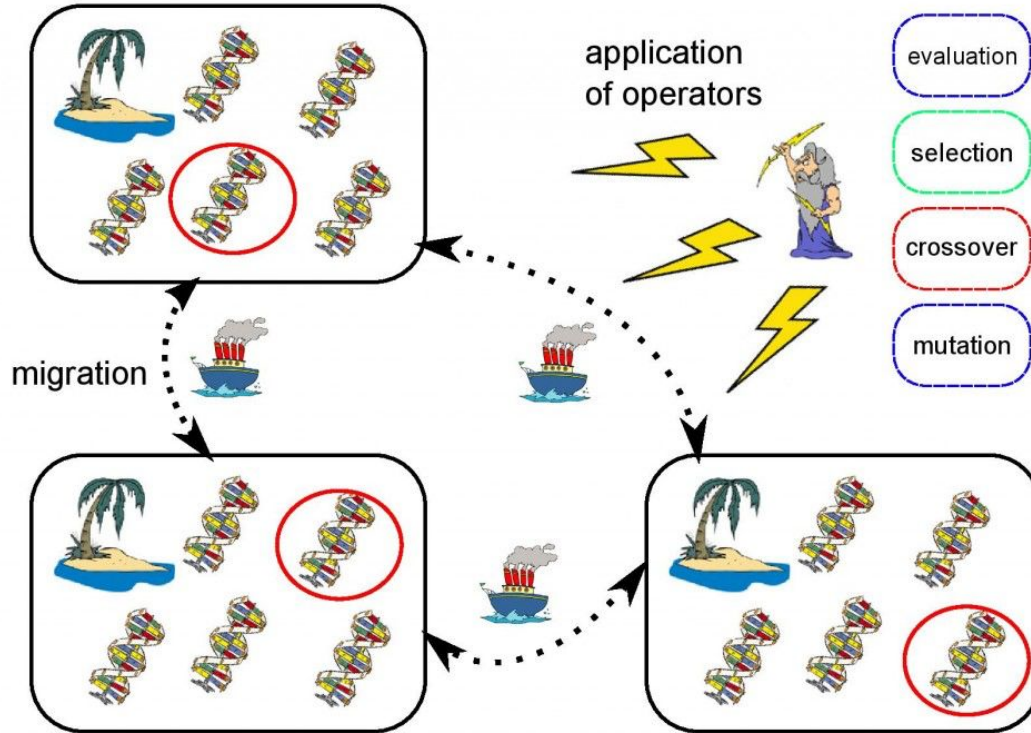
- Groups of children were exposed to neutral and aggressive behaviour towards a doll (by an adult).
- Their aggression was later aroused: they were taken into another room with attractive toys, but they were quickly removed from this room, being told these toys are the best and reserved for other children.
- In the next room their delayed imitation was tested.
- Higher aggression was observed among the children who earlier saw aggressive models.
- We also learn by observing others, not only by having our own experiences.
- Bandura has Polish roots, he is the most cited living psychologist, compared to Skinner, Freud and Piaget.



Bandura's social-cognitive theory

- portions of an individual's acquisition of knowledge can be directly related to observing others in the course of their social interactions, their experiences, and outside media influences,
- the individuals use this gathered information to guide their behaviors, not solely learning them by themselves (e.g., during the course of trials and errors).
- the individuals can replicate others' deeds and predict the consequences based on observations, thus possibly reaching their goals sooner.

Classic population-based evolutionary-like algorithm



Agent systems

- agent - a system situated within, and a part of an environment, that senses that environment and acts on it, over time, in pursuit of its own agenda, and so as to effect what it senses in the future,
- key concepts: situatedness, **autonomy**, responsiveness, goal-orientation, proactivity....
- agent-based system - a computer system in which the key abstraction used is that of an agent,
- multi-agent system - a computer system which is designed and implemented as several interacting agents,

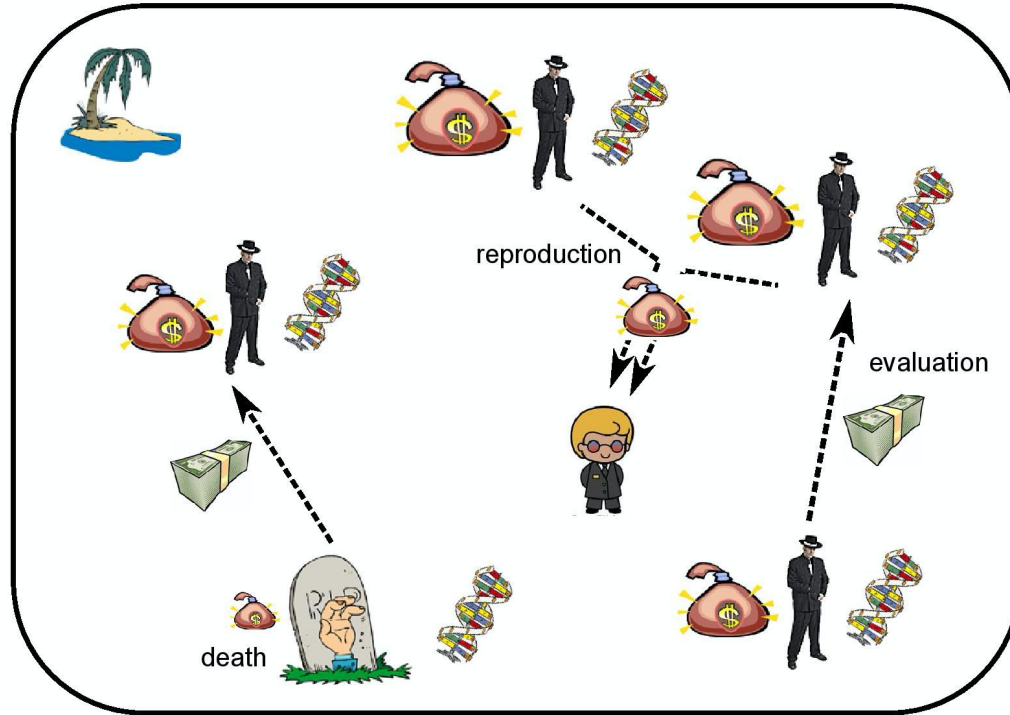
Putting together agency and evolution

- processes of evolution are decentralised by nature, we do not reproduce in a synchronized way, our individual decisions, our culture affect our mating preferences...
- ...thus a multi-agent system turn out to be a good tool for modelling them,
- agent can act as individual (or a group of individuals), undertaking certain actions (e.g. reproduction) in order to pursuit its agenda (reaching certain solution).

EMAS (Krzysztof Cetnarowicz 1996)

- phenomena of death and reproduction are modelled as agent actions
- inheritance is accomplished by an appropriate definition of reproduction, like in classical evolutionary algorithms
- proposed principle of selection corresponds to its natural prototype and is based on the existence of non-renewable resource called life energy
 - selection mechanisms according to classical evolutionary computation cannot be used because of:
 - assumed lack of global knowledge (which makes it impossible to evaluate all individuals at the same time)
 - autonomy of agents (which causes that reproduction is achieved asynchronously)
 - dynamics of the agents population should also be considered

EMAS scheme

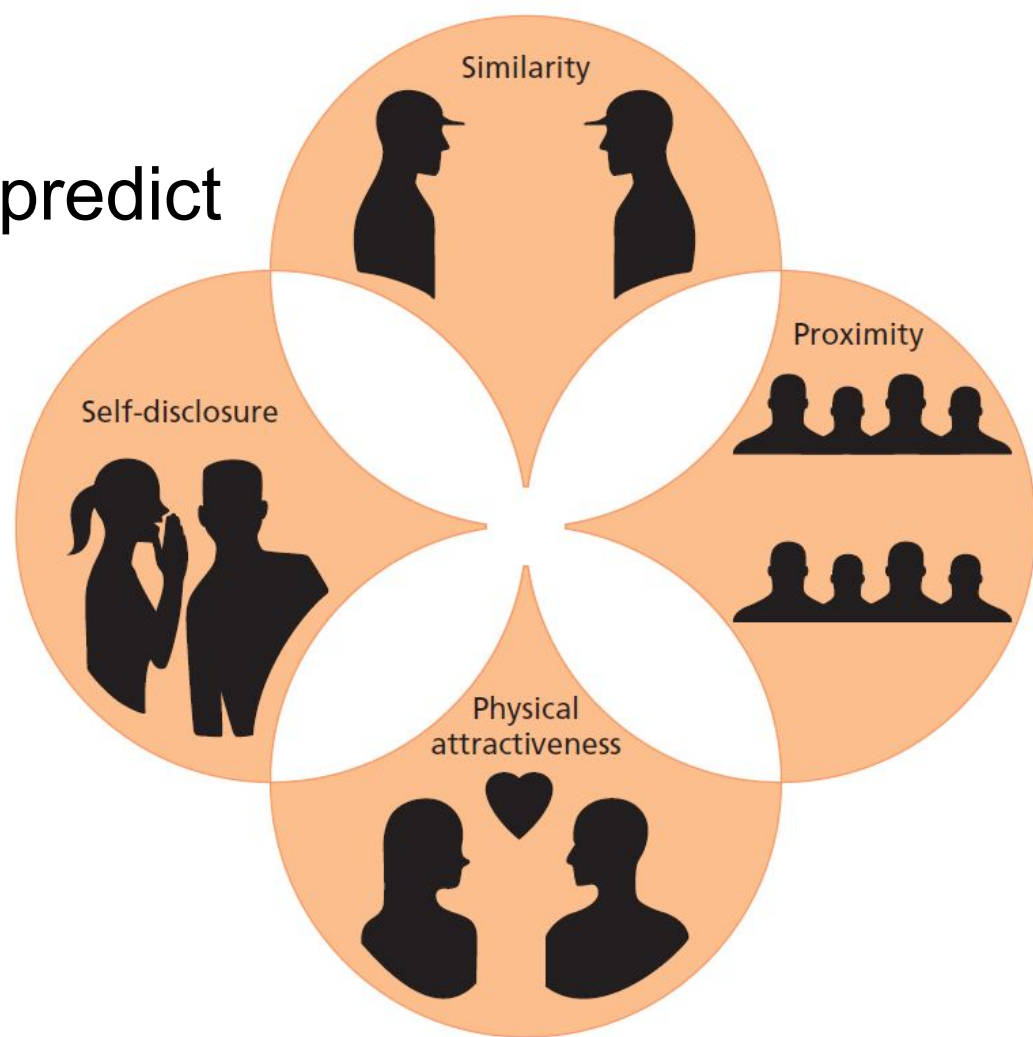


A reward theory of attraction by E. Aronson as sociocognitive inspiration

- Philip G. Zimbardo , Robert L. Johnson , Vivian McCann (2017):
*“...attraction is a form of **social learning**”*
- Elliot Aronson (2011)
*“By looking at the social **costs** and **benefits** we can usually understand why people are **attracted** to each other. (...) we like best those who give us maximum rewards at minimum cost.”*

Sources of reward that predict interpersonal attraction

- Proximity
- Similarity
- Physical attractiveness
- Self-disclosure



Physical attractiveness

Socio-cognitive theory

- Physical attractiveness is the best predictor of how well a person would be liked after a first meeting (Aronson, 2004)
- People consider a composite of “average” features to be the most attractive (Rhodes and others, 1999)

Use in metaheuristics

- Physical attractiveness understood as fitness or energy
- A parameter for grouping or selection

Proximity

Socio-cognitive theory

- When two individuals are equally attractive, we are more likely to make friends with the nearest one
- The rewards are equal, but the cost is less in terms of time and inconvenience (Gilbertson and others, 1998)

Use in metaheuristics

- How far individuals are from each other in the vector space
- A parameter for grouping or selection

Similarity

Socio-cognitive theory

- people usually find it more rewarding to strike up a friendship with someone who shares their attitudes, interests, values, and experiences than to bother with people who are disagreeable or merely different (Montoya & Horton, 2013; Simpson & Harris, 1994)

Use in metaheuristics

- New parameter for comparing how similar/different individuals are
- A parameter for grouping or selection

Self-disclosure

Socio-cognitive theory

- People exchanging confidences and details about their lives are becoming more and more attracted to each other.



- 1: Biographical Data (Age, Gender, Name)
- 2: Preference in Clothes, food & Music
- 3: Goals, Aspirations
- 4: Religious Convictions
- 5: Deeply Held Fears & Fantasies
- 6: Self-concept

Zimbardo, Johnson, McCann (2017)

Use in metaheuristics

- Incremented history of meetings between two individuals
- A parameter for grouping or selection

Castes

- Castes - understood as a system of social organisation. In sociological writings it is often viewed as a “closed system”.
- Caste membership depends on social status and is transferred to next generations.
- Thanks to castes the information about past generations is passed to individuals in next generations.

Introducing castes in evolutionary algorithms

- Our idea: during first step - initialization, each individual is assigned to a caste. Initially, there is the same number of individuals in each caste.
- Individuals belonging to the same caste are more likely to reproduce with themselves.
- Depending on the interaction between the individual inside and among the castes, this idea may be somewhat compatible with parallel evolutionary algorithm with overlapping islands.

Parameters:

- number of castes - $[1, \text{number of individuals}]$
- chance for non caste parents - $[0, 1]$

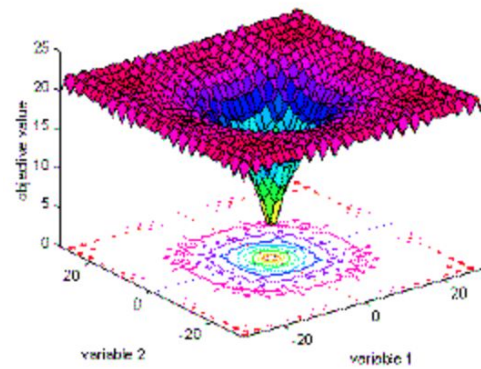
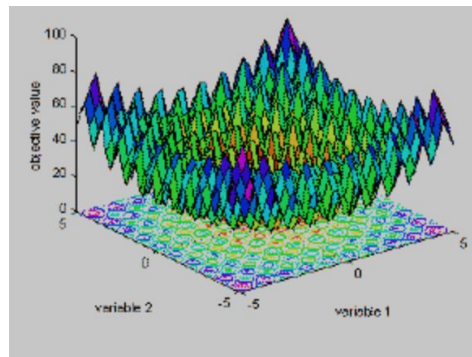
Two types of castes assignment

In our experiments we are checking two approaches to initialize castes:

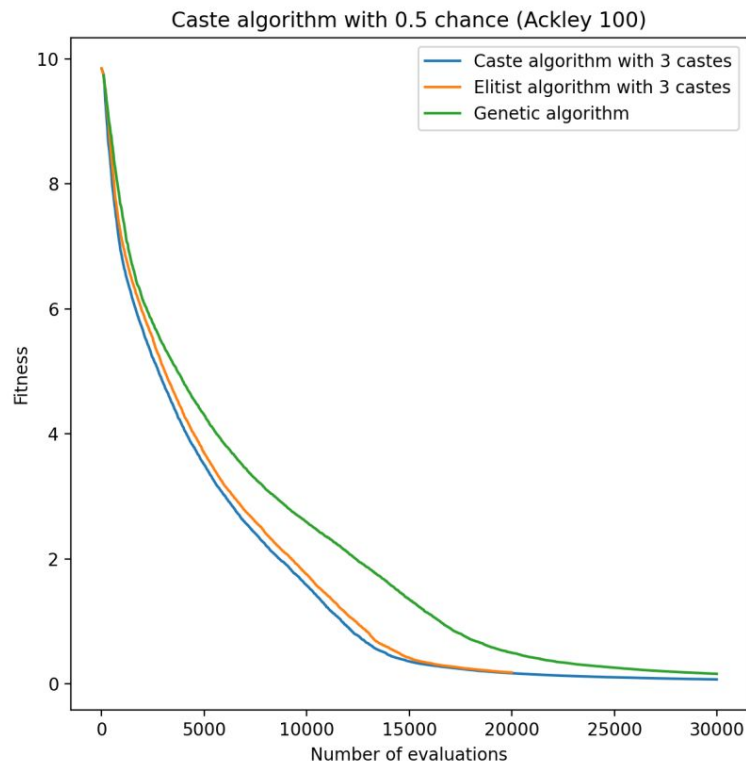
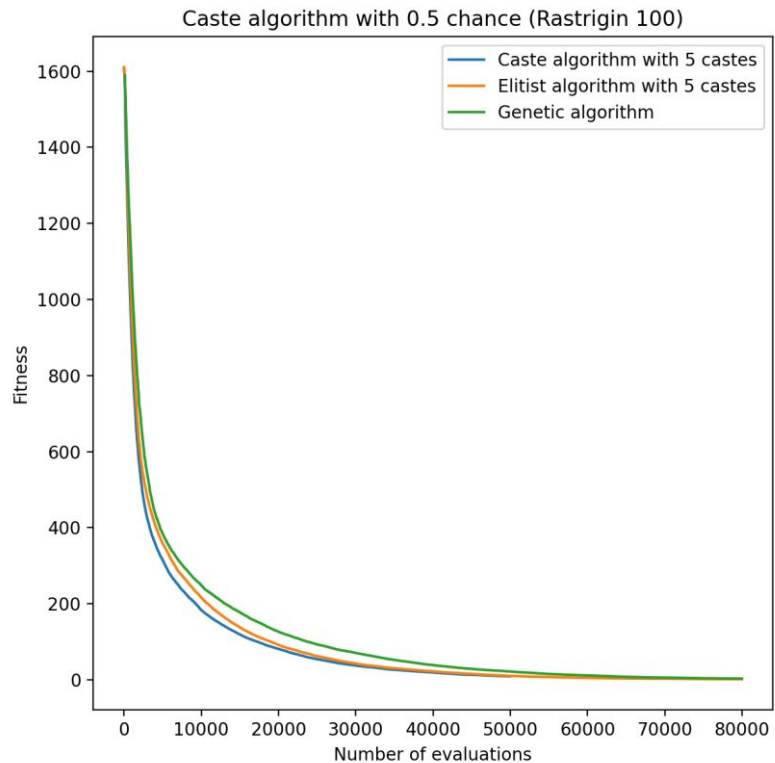
- First: each individual is assigned to a randomly chosen caste
- Second: individuals are sorted by their fitness and are assigned to castes accordingly - that approach is called “elitist”

Experimental setting

- Rastrigin, Ackley benchmarks.
- Stopping condition: 30-80k (depending on the benchmark) evaluations of the fitness function.
- 20 repetitions of each experiment.
- Regular, Caste and elitist/caste versions of the algorithms were tested.
- Realized on a PC grade computer, using jMetalPy framework.



Castes Evolutionary Algorithm - results



Differential Evolution

- Differential Evolution - example of agent evolutionary algorithm

Idea:

- Each individual is treated as an agent. In reproduction phase, individual picks three agents a , b , and c from population.
- Potential new position of the agent is computed according to a , b , c agents position.
- If agent's potential position has better fitness, than it replaces the previous.

Castes in Differential Evolution

Castes are introduced similarly to previously mentioned algorithm:

- each individual is assigned to a caste at initial phase of algorithm
- individual is more likely to choose agents a, b, c from its own caste

In our experiments we choose agents randomly.

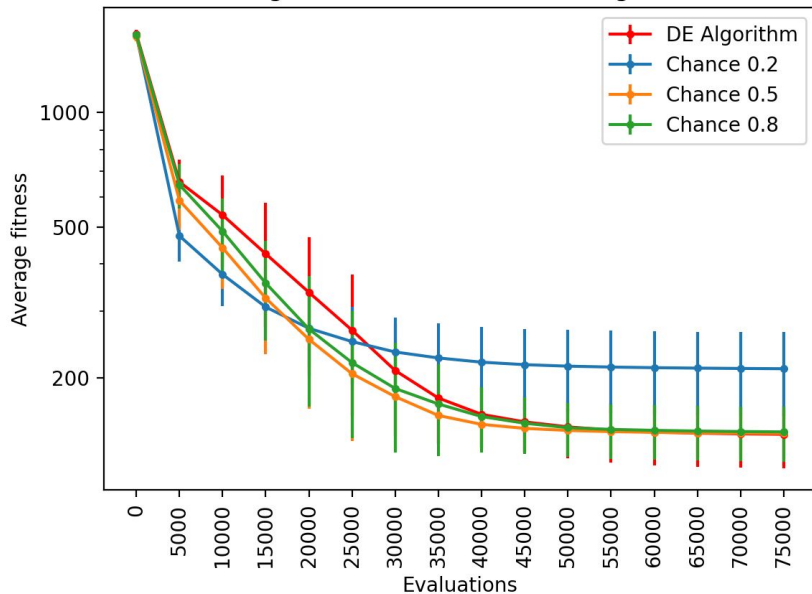
The agent possible position is computed using best/1/bin variant:

$$y = a + F \cdot (b - c), \text{ where } F \text{ is differential weight}$$

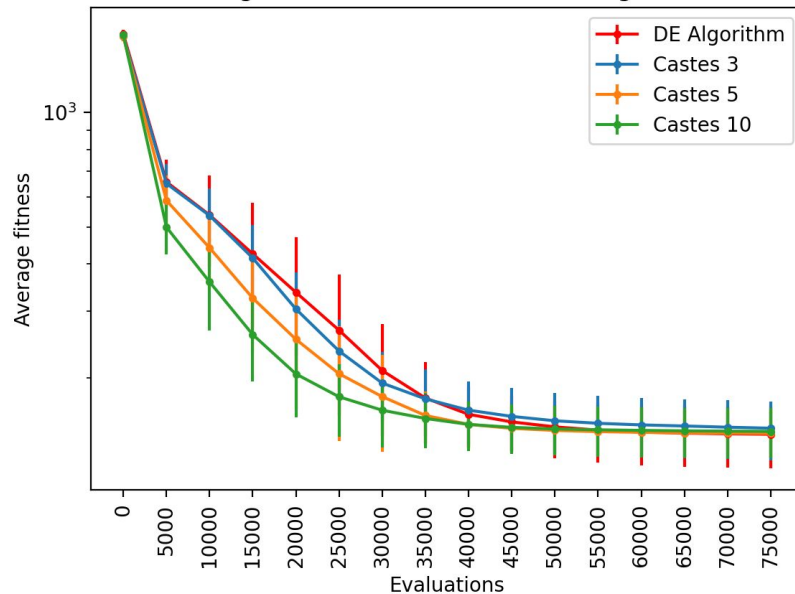
Castes in Differential Evolution - results

Parameters: CR = 0.9, F = 0.2

DE algorithm with 5 castes (Rastrigin 100)



DE algorithm with 0.5 chance (Rastrigin 100)



Castes in EMAS

Castes are introduced similarly to previously mentioned algorithms:

- each individual is assigned to a caste at initial phase of algorithm.

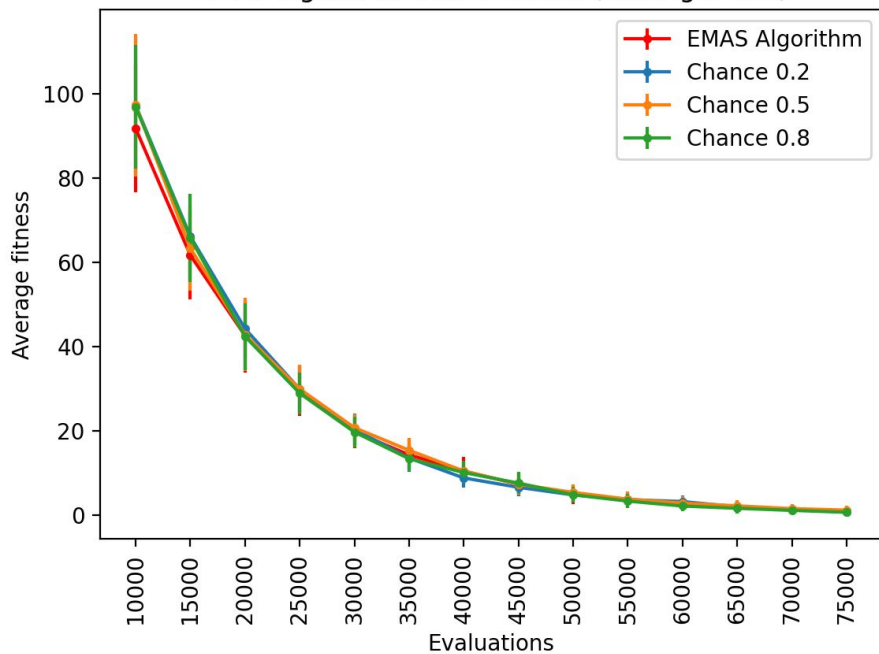
In our implementation each action (energy redistribution, reproduction and death) is run depending on probability - probabilities are parameters of the algorithm.

EMAS parameters

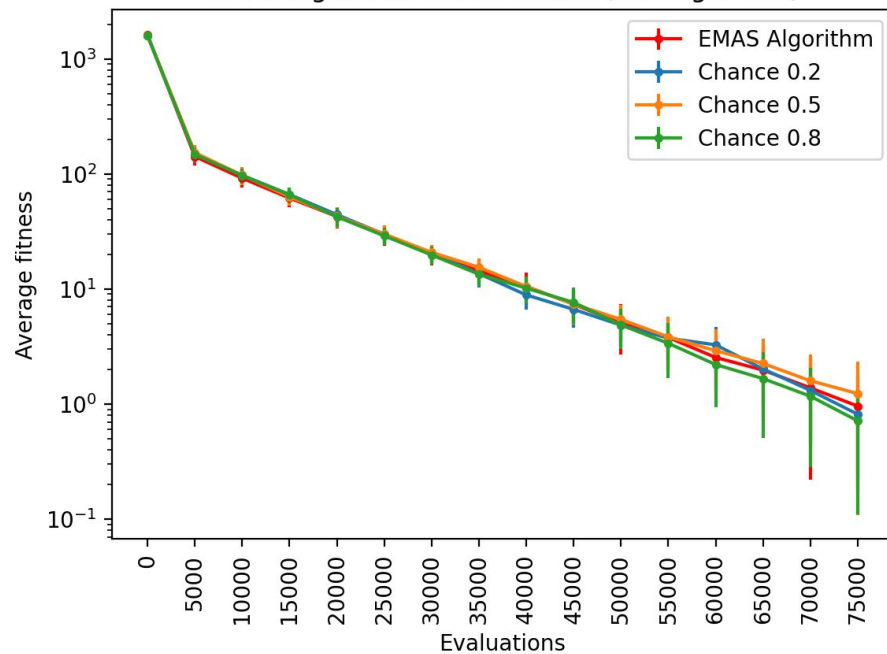
- Initial energy - in our implementation each agent has the same energy on start.
- Redistribution energy value - energy that is transferred during redistribution phase, it is constant
- Reproduction energy value - energy transferred from parent agents to child, it is also constant
- Death energy level - level of energy at which agent might die
- Reproduction level - level of energy at which agent is allowed to reproduce

Castes in EMAS - results

EMAS algorithm with 5 castes (Rastrigin 100)



EMAS algorithm with 5 castes (Rastrigin 100)



Summary

- We have presented the relation between the classic Social Cognitive Theory and metaheuristics.
- This theory extensively encourages using the notion of agency in metaheuristics.
- Selected ideas for developing new hybrids of metaheuristics were pointed out.
- Fresh results focused on caste-based algorithms introduced into GA, EMAS and DE were shown.
- Introduction of castes has apparent influence on the efficacy of the GA and DE, while EMAS requires more research effort.



Hybrydowe symulacje społeczne

Michał Cyrkowski, Oskar Teeninga, Aleksander Byrski



Plan prezentacji

1. Motywacja
2. Tworzone środowiska
3. Plany symulacji hybrydowych
4. Wstępne wyniki badań symulacyjnych
5. Podsumowanie

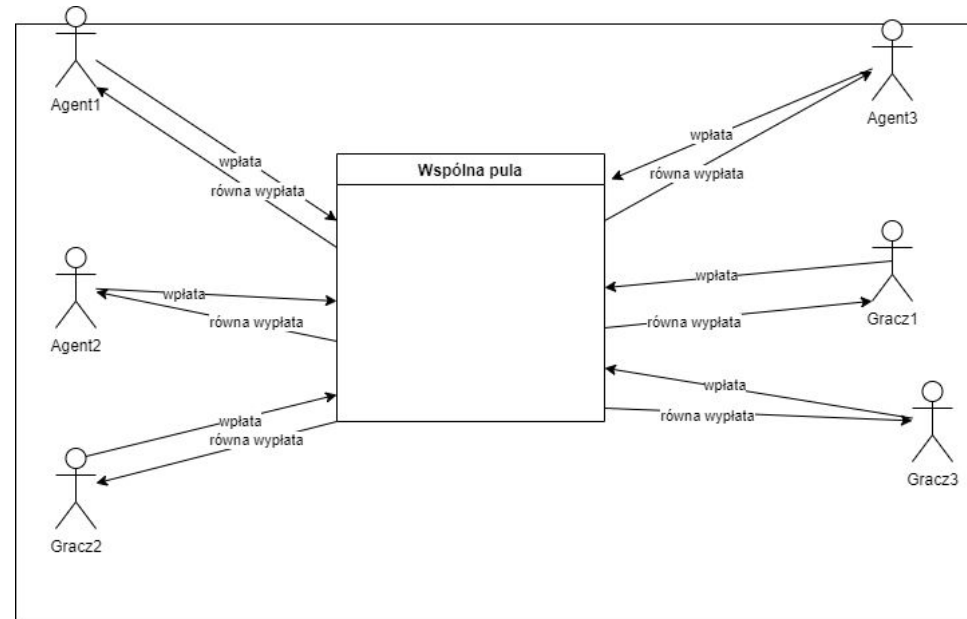


Motywacja

- Symulacje fenomenów społecznych mają niewątpliwą wartość dla decydentów: ewakuacja, gry, konkurencja, rynki dóbr, wybory.
- Badania prowadzi się na poziomie czysto teoretycznym (np. złożoność obliczeniowa wyborów - Piotr Faliszewski AGH), symulacje agentowe, symulacje oparte na użyciu automatów komórkowych i in.
- Prowadzi się sztuczne badania symulacyjne (IPD, zdrada, przeprosiny i in). Lenaerts, Fernandez ULB.
- Często sztuczne badania symulacyjne uzupełniane są udziałem ludzi.
- Ciekawym zarówno z punktu widzenia humanistów (psychologów, socjologów) jak i informatyków są symulacje hybrydowe:
 - w jaki sposób można przystosować do gier agenty, aby mogły konkurować z ludźmi?
 - czy ludzie mogą swobodnie grać przeciwko sztucznym agentom, nie orientując się z kim mają do czynienia?
- Dodatkowo można uwzględnić elementy tzw. informatyki afektywnej, w szczególności modelując emocje (przykład z wyborami i nienawiścią).

Środowisko dla prowadzenia gier społecznych

- Opracowanie środowiska dla prowadzenia gier społecznych (typu dobra publiczne).
- Aktualnie środowisko zostało zaimplementowane jako aplikacja webowa i jest gotowe do pierwszych testów z udziałem ludzi.
- Bazując na tym środowisku można implementować dowolne gry społeczne (korzystając z dostarczonego kodu - Java, Angular - jako punktu startowego).
- Testowe zastosowanie: gra dobra publiczne.
- Docelowo planuje się prowadzenie badań symulacyjnych i hybrydowych w ramach prowadzonych prac magisterskich.





Środowisko szkoleniowo-symulacyjne

- Opracowanie środowiska symulacyjnego wykorzystującego HPC w celu prowadzenia szeroko zakrojonych symulacji gier społecznych (agenty grający ze sobą w różne gry w dowolnej topologii i relacji sąsiedztwa, agenty nadzorujące - np. niezbędne do PGG, niekonieczne w IPD).
- Umożliwienie prowadzenia treningu modeli typu ML w celu przygotowania ich do działania w środowisku rzeczywistym.
- Aktualnie trwa realizacja pracy magisterskiej, środowisko zostaje oparte o technologie Kotlin, wykorzystywane są zasoby superkomputerowe ACK Cyfronet AGH.
- Środowisko planowane jako uzupełnienie rzeczywistych eksperymentów - planowane sprzężenie: dane zebrane w rzeczywistych eksperymentach mogą służyć do uczenia modeli i eksperymentów w środowisku sztucznym, modele wykształcone w środowisku sztucznym mogą służyć do rzeczywistych eksperymentów.

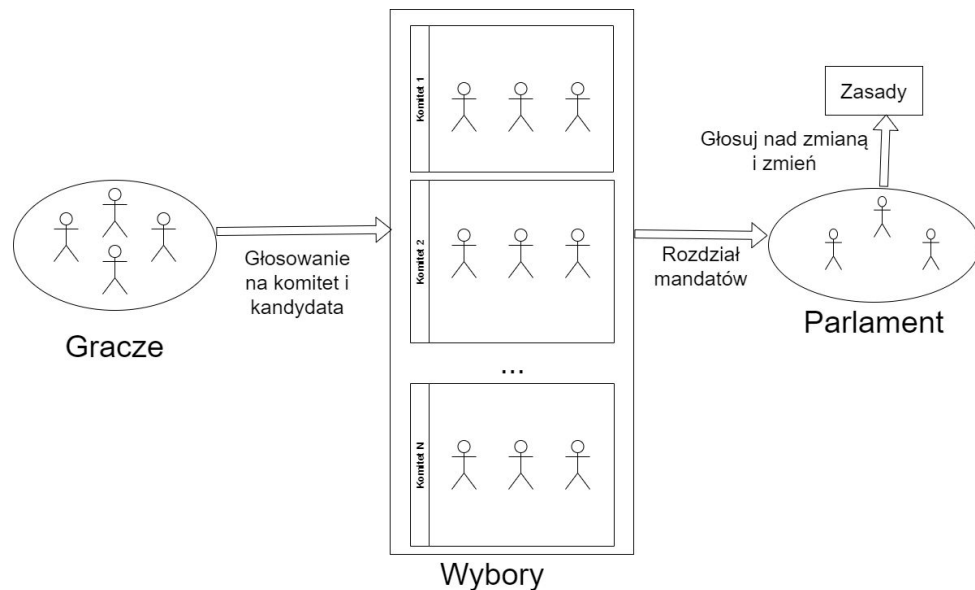


Modelowanie emocji

- Jedną z opcji planowanych gier jest wykorzystanie symulowanych emocji, aby agenty nie kierowały się tylko suchymi danymi dotyczącymi rozgrywki.
- Emocje typu gniew/spokój mogą być w bardzo prosty sposób zasymulowane w grze typu IPD (zdradzony zwiększa współczynnik “gniewu”, albo go obniża).
- Co więcej, charakterystyka odpowiedzi emocjonalnej może być zmierzona (planujemy badania przy pomocy pulsometru, EEG, poligrafu i urządzeń do śledzenia ruchu gałek ocznych).
- Agenty emocjonalne będą modelowane sztucznie ale również trenowane na podstawie danych zmierzonych u ludzi.

Symulacje wyborów

- Bazując na PGG proponujemy następującą symulację:
 - Gracze grają w PGG i od czasu do czasu biorą udział w wyborach prezydenta (albo rządu).
 - Prezydent (albo rząd) jest wybierany na kadencję (pewną liczbę tur).
 - W trakcie tych tur payoff prezydenta (lub rządu) zależy odwrotnie proporcjonalnie od wypłat graczy, optaca mu/im się oszczędzać.
 - Następuje konflikt interesów: prezydent chce być ponownie wybrany, żeby to zrobić nie powinien oszczędzać, a jak nie będzie oszczędzał to nie zarobi nic w czasie gdy jest prezydentem.
- Planowane są badania nad manipulacjami, przekupstwami w trakcie takich wyborów.
- Planowane jest uwzględnienie emocji.
- Planowane są symulacje hybrydowe.



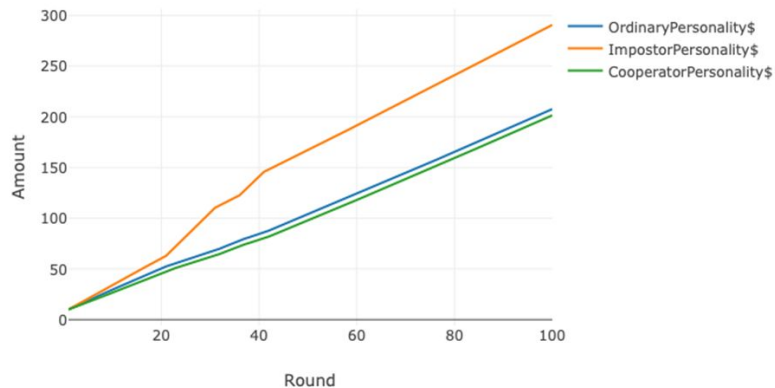


Dotychczasowe, wstępne wyniki

Przez ostatnie pół roku została stworzona symulacja agentowa gry dobra publiczne (Public Goods Game) wzbogacona o osobowość i emocje agentów oraz wybory tak zwanego prezydenta. Symulowane agenty posiadają osobowość oraz zmienny humor. Na podstawie podziwu i swojego nastawienia potrafią głosować na swojego reprezentanta. W kolejnych slajdach prezentujemy wyniki z symulacji

Wykres stanu konta

OrdinaryPersonality\$: 10, ImpostorPersonality\$: 5, CooperatorPersonality\$: 12

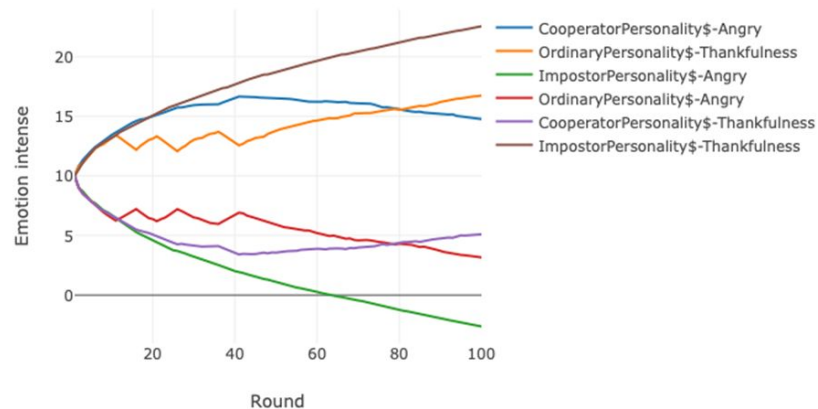


Na wykresie została przedstawiona funkcje średniego stanu konta od czasu dla poszczególnych typów osobowości. W symulacji udział wzięło 10 osób działających losowo, 5 nastawionych na oszukiwanie i 12 będących w stanie wpłacić więcej pieniędzy. Można zaobserwować że przy takiej konfiguracji w grze optaca się oszukiwać.

Wykres intensywności emocji od osobowości

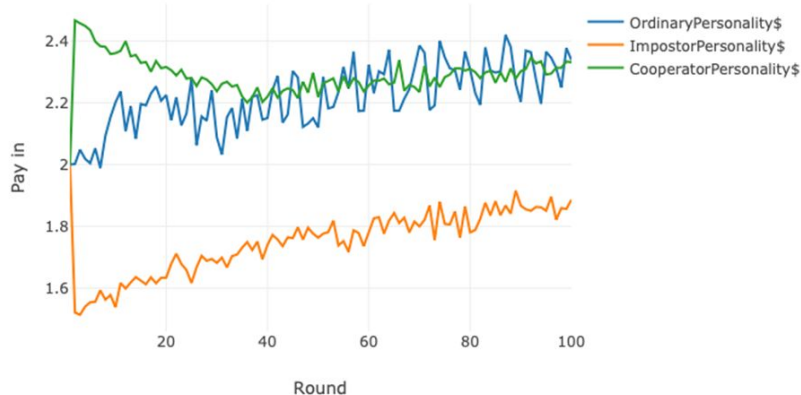
Na wykresie została przedstawiona funkcje średniego natężenia emocji (wdzięczności i złości) od czasu dla poszczególnych typów osobowości. W symulacji udział wzięło 10 osób działających losowo, 5 nastawionych na oszukiwanie i 12 będących w stanie wpłacić więcej pieniędzy. Widzimy, że złość osób oszukujących z biegiem gry spada, a wdzięczność rośnie takie zachowanie zachęca ich do wpłacania większej ilości pieniędzy i powoduje, że nie bogacą się zbyt szybko kosztem osób nastawionych na kooperację. U graczy nastawionych na kooperację możemy zauważyć odwrotną sytuację. Skutkiem tego jest spadek wpłacanych przez nich pieniędzy, a w efekcie brak sytuacji, że osoby nastawione na kooperację pozbywają się całego swojego majątku. Warto dodać, że w modelu emocji uwzględniono czynnik losowy i z pewnym prawdopodobieństwem po wygraniu rundy złość może rosnąć, a zadowolenie maleć.

OrdinaryPersonality\$: 10, ImpostorPersonality\$: 5, CooperatorPersonality\$: 12



Wykres wysokości wpłaty od osobowości

OrdinaryPersonality\$: 1, ImpostorPersonality\$: 3, CooperatorPersonality\$: 12

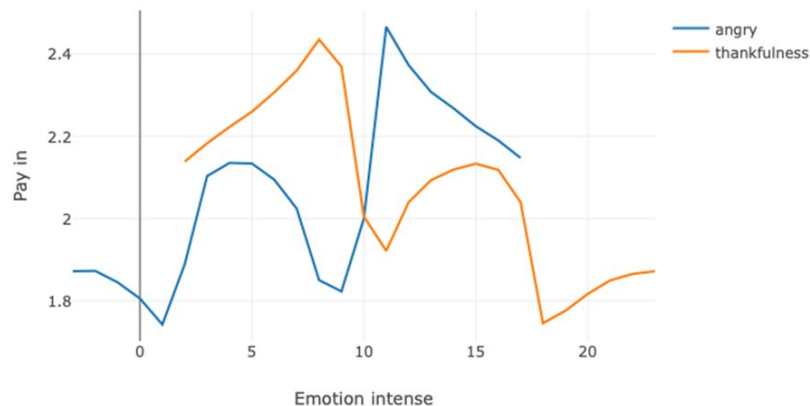


Wykres przedstawia średnią wpłatę w zależności od osobowości gracza w czasie. Widzimy że Osoby nastawione na kooperację na początku wpłacają najwięcej, ale że skutkuje to przegraną to z powodu wzrostu niezadowolenia ich wpłaty maleją. Osoby oszukujące wpłacają na początku mało, ale z powodu wygranych wpłacają więcej. Osoby posiadające zrównoważone zachowanie początkowo wpłacają średnią ilość pieniędzy, ale z faktu iż sytuacja jest dla nich korzystna ich wpłaty rosną.

Wykres wysokości wpłaty od emocji

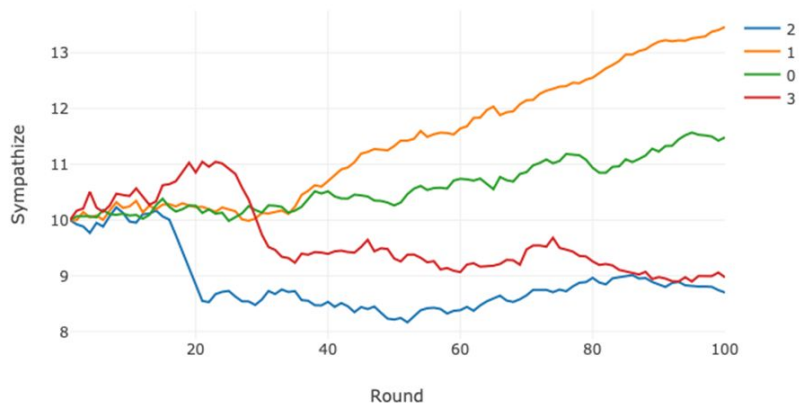
Na wykresie przedstawiono funkcję średniej wpłaty od emocji. Przez zróżnicowane osobowości graczy funkcja ta nie jest po prostu linią prostą, a jest bardziej poszarpana. Widać jednak, że wzrost złości prowadzi do spadku wpłat, a wdzięczności do ich wzrostu.

OrdinaryPersonality\$: 10, ImpostorPersonality\$: 5, CooperatorPersonality\$: 12



Wykres głosowania w wyborach prezydenckich

OrdinaryPersonality\$: 1, ImpostorPersonality\$: 3, CooperatorPersonality\$: 12



Wykres przedstawia sympatię do poszczególnych kandydatów w zależności od tury. Kandydaci 0 i 1 są nastawieni na kooperację, a 2 i 3 nie



Podsumowanie

- Przedstawiono plan badań symulacyjnych dotyczących homogenicznych i hybrydowych gier społecznych, w tym wyborów.
- Badania będą wykorzystywać żywych i symulowanych graczy.
- Planuje się uwzględnienie emocji w symulacjach, a także próbę odczytania i zamodelowania stanu emocjonalnego gracza przy pomocy dedykowanych urządzeń.
- Planuje się przeprowadzić szeroko zakrojone eksperymenty bazując na studentach różnych wydziałów AGH i innych uczelni.
- Planuje się realizację również ciekawej gry społecznej: Chłopska szkoła biznesu (prace trwają).