

PokemonSquad

Mateusz Kobierski Piotr Zawadka

Dokumentacja końcowa

Mateusz Kobierski

Dane

Dane, które posłużą za podstawę do wykonania projektu pochodzą ze strony [Kaggle](#), a także uzupełnione zostały przez dane ze strony [Serebii](#). W danych znajdują się wszystkie pokemony wraz z wariantami do 8 generacji włącznie.

Wszystkie pokemony są przechowywane w pliku csv. Każdy z nich posiada takie właściwości jak:

- ID pokemona
- wariant
- nazwa
- statystyki
 - punkty życia
 - atak
 - obrona
 - specjalny atak
 - specjalna obrona
 - szybkość
- umiejętności (które w pierwszej wersji nie będą brane pod uwagę)
- współczynniki obrażeń od odpowiednich typów
- klasyfikacja
- typ pierwszy i drugi pokemona
- średnia wysokość
- średnia waga
- procent męskich osobników
- boolowska reprezentacja czy pokemon jest legendarny/mityczny
- generacja, z której pochodzi
- częstotliwość występowania
- posiadane ruchy

Niektóre dane nie będą wpływać na wybór pokemona, lecz są przechowywane dla ogólnych statystyk.

W drugiej zakładce pliku zapisane są wszystkie ruchy, które mogą być wykorzystane przez pokemony w walce. Każdy z nich ma swoją oryginalną nazwę, typ, rodzaj, poziom mocy oraz

w przyszłych wersjach możliwe, że zostaną dodane efekty narzucane na zaatakowanego pokemona.

Trzecia zakładka przechowuje dane o umiejętnościach, a dokładnie ich nazwy oraz efekty, które powodują.

W czwartej zakładce pliku zapisane są różne rodzaje pogody jaka może wystąpić w trakcie walki (zgodnie z rozkładem normalnym) oraz wywołany przez nią efekt.

Natomiast w piątej, ostatniej zakładce wypisane są nazwy terenów oraz efekty, które wywołują na walczące na niej pokemony. Należy nadmienić, że zapisane są wyłącznie tereny, które wytwarzane są przez umiejętności pokemonów i opisane są jako dodatkowa mechanika gier.

Założenia i uproszczenia

1. Pokemony nie zdobywają doświadczenia jak w normalnej grze, przez co ich poziom jest stały i równy 1. Implikuje to dodatkowo, że statystyki nie będą się zmieniać.
2. Pogoda w trakcie walki nie będzie mogła się zmienić (wyjątkiem są sytuacje, w których użyte umiejętności/ruchy powodują jej zmianę).
3. Ruchy statusowe zostają pominięte ze względu na dogmat o niezmienności statystyk (wyjątkiem jest sytuacja, w której pogoda/umiejętności powodują ich zmianę).
4. Do walki wybierany jest najsilniejszy z pokemonów (w stosunku do przeciwnika) i wykorzystywać będzie najkorzystniejszy z ruchów, który wyrządzi najwięcej szkód. Wybór dokonywany jest na podstawie typów walczących pokemonów tzn. gdy przeciwnik będzie typu ognistego, z naszej drużyny zostanie wybrany pokemon typu wodnego.
5. Pokemony z przeciwnej drużyny walczą zgodnie z kolejnością dodania.
6. Walki prowadzone są w trybie 1v1 (po wybraniu pokemona, nie może on opuścić pola walki, póki nie straci wszystkich punktów życia).
7. W drużynie może być wyłącznie jeden pokemon danego rodzaju.
8. Każdy pokemon będzie mieć przypisaną częstotliwość występowania, dzięki czemu będzie łatwiej uniknąć sytuacji, w której drużyna będzie się składać wyłącznie z pokemonów legendarnych/mitycznych.
9. Wymiana danego pokemona, powoduje zmniejszenie szansy na ponowny jego wybór.

Propozycja rozwiązania

Aby wyłonić najlepszą drużynę, zdecydowaliśmy się użyć algorytmu genetycznego.

Populacją w takim przypadku są losowe zespoły złożone z sześciu pokemonów, które są wybierane spośród wszystkich możliwości. W celu porównania drużyn, stworzona zostanie funkcja symulacji bitwy.

Działanie algorytmu

Program składa się z głównej pętli ograniczonej ilością generacji. Jako optymalną liczbę iteracji wybraliśmy 250. Na początku działania, program inicjuje pierwszą populację składającą się z losowych drużyn. Populacja jest następnie sortowana w celu dalszej selekcji najlepszych osobników. Z zadanyim prawdopodobieństwem odbywa się krzyżowanie genotypów, a następnie ich mutacja. Metody ewolucji są sterowane za pomocą dobranych parametrów, które są wymienione w dalszej części dokumentacji.

Symulacja walki

Polegać ona będzie na przeprowadzeniu typowej dla gier Pokemon, walki pomiędzy stworkami. Symulacja walki ze wszystkimi drużynami zostanie przeprowadzona dla każdego z osobników populacji osobno, czyli łącznie walk będzie tyle ile wynosi kwadrat populacji. W każdej z symulacji, zmierzą się dwie drużyny - drużyna analizowana i jedna z drużyn przeciwnych. Kolejność pokemonów w drużynie przeciwnej nie ma znaczenia - jest ona dowolna. Walkę można opisać w następujących punktach:

1. Analizowana drużyna "dowiaduje się" o kolejności pokemonów drużyny przeciwnej (a w szczególności o pierwszym przeciwniku)
2. Analizowana drużyna "wystawia" najsilniejszego pokemona do walki z pierwszym z przeciwników. Przy tej decyzji brane będą pod uwagę właściwości obu pokemonów.
3. Następuje wymiana ciosów
4. W przypadku utraty przytomności jednego z pokemonów, następuje powrót do punktu numer 1

Walka będzie się toczyć zgodnie z zasadami gry Pokemon - szybszy pokemon zawsze rozpoczyna walkę, a więc będzie atakować jako pierwszy. Przeciwnik następnie odpowiada na atak (o ile jest w stanie). Symulacja dla dwóch drużyn zakończy się, gdy w którejś z nich, zabraknie pokemonów zdolnych do dalszej walki. Dodatkowo, różne mechanizmy takie jak pogoda i teren będą uwzględniane. Ten sposób pozwoli nam na wyłonienie najlepiej przystosowanych zespołów.

W trakcie walki obrażenia zadawane przez pokemony będą wyliczane w zależności od ich typów, wybranego ruchu oraz otoczenia (pogody, terenu). Sumaryczna siła każdego ataku będzie wyliczana na podstawie wartości siły ruchu, ataku (lub specjalnego ataku) pokemona oraz wartości obrony (lub specjalnej obrony) drugiego pokemona. Od punktów życia pokemona broniącego się odjęta zostanie sumaryczna siła ataku. Jeżeli punkty życia spadną poniżej zera, pokemon broniący się traci przytomność, a jeżeli nie, przystępuje do kontrataku.

Zaimplementowana symulacja - turniej

Ze względu na ponadprzeciętny nakład pracy, walka została zaimplementowana w sposób mniej złożony niż było to zakładane. Zabrakło w niej zastosowania mechaniki pogody oraz terenu, ze względu na fakt, że konieczne byłoby zaimplementowanie każdego efektu. Z tego samego powodu zrezygnowaliśmy z efektów umiejętności i ruchów.

Główną funkcją symulacji jest tak zwana funkcja turnieju, który odbywa się w każdej stworzonej generacji. Parametrem jest populacja poddawana sprawdzeniu. Turniej odbywa

się w dwóch wersjach, *każdy przeciw każdemu* oraz *podwójnie każdy przeciw każdemu* (wersja ta gwarantuje, że wszystkie drużyny będą prowadzone przez “gracza”). Wersje te zostały przez nas wprowadzone ze względu na fakt, że drużyny “gracza” miały zbyt wielką przewagę z powodu wyboru najlepszego osobnika i częstym efektem był stosunek wygranych i przegranych równy 50:50.

1. Każdy przeciw każdemu - w tym trybie istnieją dwa rodzaje selekcji pokemona biorącego udział w walce. Pokemon będzie wybierany w sposób czysto losowy, albo zgodnie z kolejnością w jakiej znajduje się w drużynie.
2. Podwójnie każdy przeciw każdemu - tryb ten daje możliwość wyboru najlepszego pokemona, który będzie walczył z kolejnymi pokemonami z drużyny przeciwnej.

Walka

Główny element turnieju, dzięki któremu określana jest lepsza/zwycięska drużyna. To właśnie w tej funkcji dokonywany jest wybór pokemonów, które mają zostać sprawdzone. Tak jak zostało to opisane wcześniej, tryb wyboru określony jest w zależności od typu turnieju. Walka składa się z selekcji pokemonów, porównania ich oraz eliminacji przegranego z dalszego udziału. Gdy któraś z drużyn straci wszystkie swoje pokemony, walka zostaje zakończona, a punkty rozdysponowane.

Porównanie

Podczas porównywania, każdy z pokemonów wybiera najlepszy atak wobec przeciwnika, a następnie ustalone są punkty wytrzymałości. Na koniec sprawdzana jest potencjalna wartość obrażeń. Wynik porównywania zależy od ilorazu punktów wytrzymałości pokemona i zadanych obrażeń przez przeciwnika. Wygrywa osobnik, którego wynik jest większy. Takie podejście pozwala na szybsze wykonywanie symulacji, dzięki czemu możliwe było wykonanie większej liczby testów w skończonym czasie.

$$HP_{pok} = (3 * hp) + 15$$

hp - parametr pobierany ze statystyk pokemona

$$Damage_{pok} = \left(\frac{2 * Power_{move} * \left(\frac{Attack_{pok}}{Defense_{opp}} \right)}{25} + 2 \right) * TypeMulti_{opp}$$

Power - Siła ruchu

Attack - Atak pokemona/Specjalny atak pokemona; Zależy od kategorii ruchu

Defense - Obrona przeciwnika/Specjalna obrona przeciwnika; Zależy od kategorii ruchu

TypeMulti - Mnożnik zależny od typu ataku, zapisany w tabeli przeciwnika

Selekcja

W ramach projektu zostały zaimplementowane dwie metody selekcji: rankingowa oraz ruletkowa. Selekcja jest wywoływana przez metodę krzyżowania, która to z zadanyim prawdopodobieństwem wybiera rodziców przyszłego dziecka (k=2) lub losowy osobnik (k=1) poddawany później metodzie mutacji. Selekcja dokonuje wyboru drużyny z populacji ze zwracaniem, w sposób odpowiedni dla swojej implementacji.

Selekcja rankingowa

Selekcja rankingowa przyjmuje na wejściu posortowaną kolekcję drużyn pokemonów i zwraca z równym prawdopodobieństwem te osobniki, które mieszczą się ponad ustalonym progiem. Selekcja rankingowa charakteryzuje się twardością selekcji, ponieważ najgorsze osobniki, czyli te poniżej progu nie mają żadnych szans na sukcesję do kolejnej generacji.

Selekcja ruletkowa

Selekcja ruletkowa, w przeciwieństwie do rankingowej nie wymaga posortowanej populacji. Wybiera ona osobniki na podstawie uzyskanych przez nich wyników symulacji walki. Każda z drużyn ma szansę na bycie wybranym z prawdopodobieństwem proporcjonalnym do uzyskanego przez nią wyniku. Selekcja ruletkowa cechuje się znacznie większą miękkością od selekcji rankingowej - jedynie osobniki o wyniku równym 0 nie mają szans na przejście do następnej generacji.

Krzyżowanie

Za mechanizm krzyżowania odpowiadać będzie wymiana pokemonów między dwoma drużynami. Również ten mechanizm został zaimplementowany na dwa sposoby. Pierwszym z nich jest podzielenie genotypu rodziców na połowy i ich losowe połączenie (z założeniem, że każda z części musi pochodzić od innego rodzica). Drugi nie zachowuje kolejności pokemonów - dziecko jest wynikiem zmieszania pokemonów rodziców.

Mutacja

Mutacja odpowiada za losową zmianę już istniejących drużyn. Każda z drużyn mutuje poprzez mutację każdego z osobników. Pokemon może losowo zmienić jeden, dwa, trzy lub wszystkie jego ruchy. Dodatkowo, z pewnym prawdopodobieństwem może zamienić się w losowo wybranego, innego pokemona. Rozkład prawdopodobieństwa jest zadany jako jeden z parametrów programu przez co mutacja może cechować się większą lub mniejszą lokalnością.

Sukcesja

W programie zostały zaimplementowane dwa sposoby sukcesji: elitarny oraz generacyjny. Elitarna sukcesja wykorzystuje parametr definiujący wielkość elity.

Funkcja celu

Aby zapewnić możliwie "sprawiedliwą" ocenę zespołów, brana jest pod uwagę nie tylko skuteczność w walkach ale również liczba odbytych walk. Funkcja celu będzie w tym wypadku procentem wygranych bitew pomnożonym przez wartość logarytmu odbytych walk powiększonym o 1. Program będzie miał na celu maksymalizację funkcji celu.

Sposób pomiaru jakości rozwiązania

Jakością rozwiązania będzie ocena najlepszego z osobników, odchylenie standardowe oraz średnia ocen populacji. Najlepsza ocena będzie jednocześnie wynikiem programu, jednak dzięki średniej ocen oraz ich odchyleniu będziemy w stanie ocenić stan, w jakim aktualnie znajduje się populacja. Średnia zbliżona do najlepszej oceny oraz niskie odchylenie będzie oznaczać stabilną populację osadzoną w pobliżu pewnego maksimum, a wysokie odchylenie będzie oznaczało, że działanie algorytmu zostało przedwcześnie zakończone.

Parametry

- typ selekcji: ruletkowa lub rankingowa
- typ krzyżowania: pół na pół lub zmieszane
- typ sukcesji: elitarna lub generacyjna
- wartość progu w selekcji rankingowej: mała (20) oraz duża (100)
- prawdopodobieństwo krzyżowania: niskie (10%) oraz duże (50%)
- wielkość elity w sukcesji elitarniej: mała(5) oraz duża (15)
- licznosc populacji: mała (50) oraz duża (400)
- rozkład prawdopodobieństwa w mutacji: normalny, normalny przesunięty do środka układu
- sposób wybierania pokemona z drużyny w bitwie: losowy, pierwszy z brzegu, najlepszy

Testy

W pierwszej fazie testowania, przeanalizowaliśmy skuteczność każdego z parametrów. Dla każdego z nich przetestowaliśmy działanie algorytmu i wybraliśmy ten wariant, dla którego funkcja celu przyjmowała większe wartości.

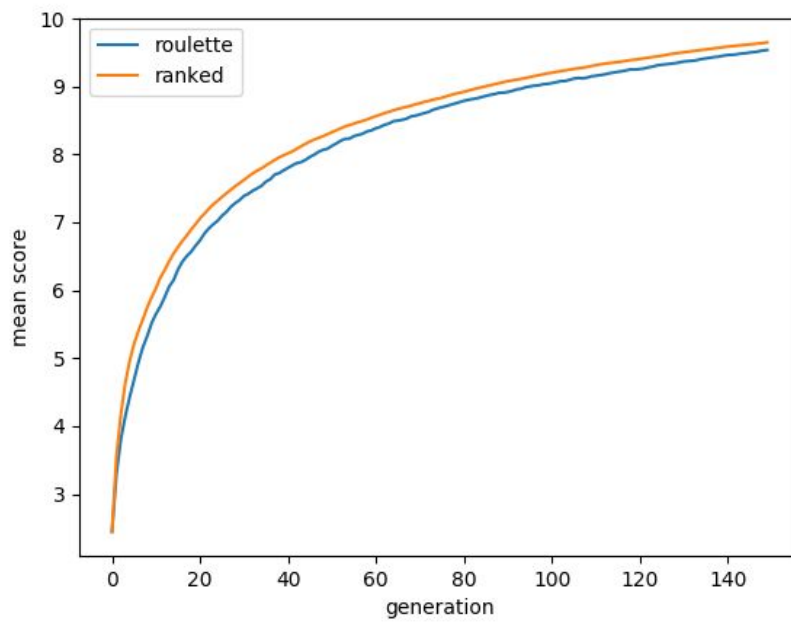
Każdy test składał się z 10-ciu powtórzeń działania algorytmu. Obliczając średnią wartość funkcji celu dla każdej z generacji, stworzyliśmy wykresy, które posłużyły do wyboru najbardziej optymalnych parametrów.

Domyślnymi wartościami parametrów, z którymi uruchamiane były testy są:

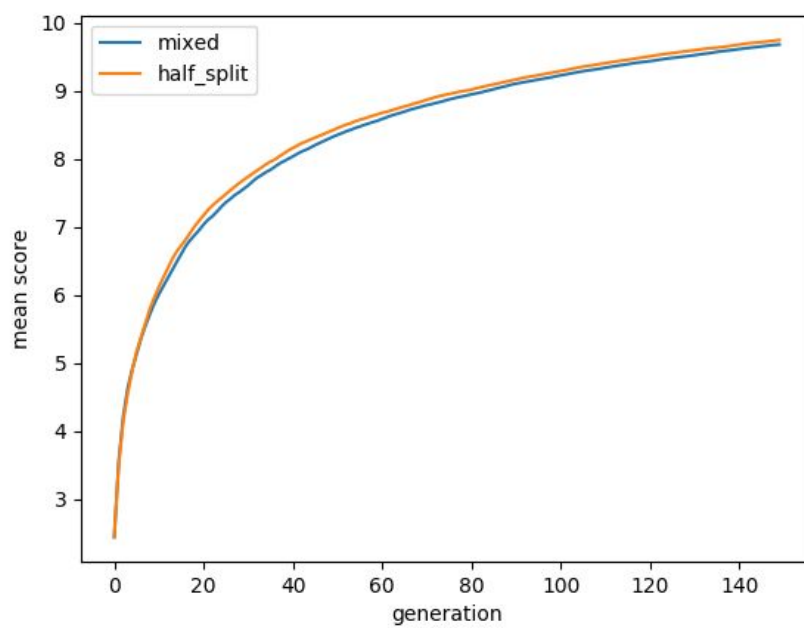
- typ selekcji: rankingowa
- typ krzyżowania: pół na pół
- typ sukcesji: elitarna
- wartość progu w selekcji rankingowej: mała (20)
- prawdopodobieństwo krzyżowania: duże (50%)
- wielkość elity w sukcesji elitarniej: mała(5)
- licznosc populacji: mała (50)
- rozkład prawdopodobieństwa w mutacji: normalny
- sposób wybierania pokemona z drużyny w bitwie: pierwszy z brzegu

Wyniki testów prezentują się następująco:

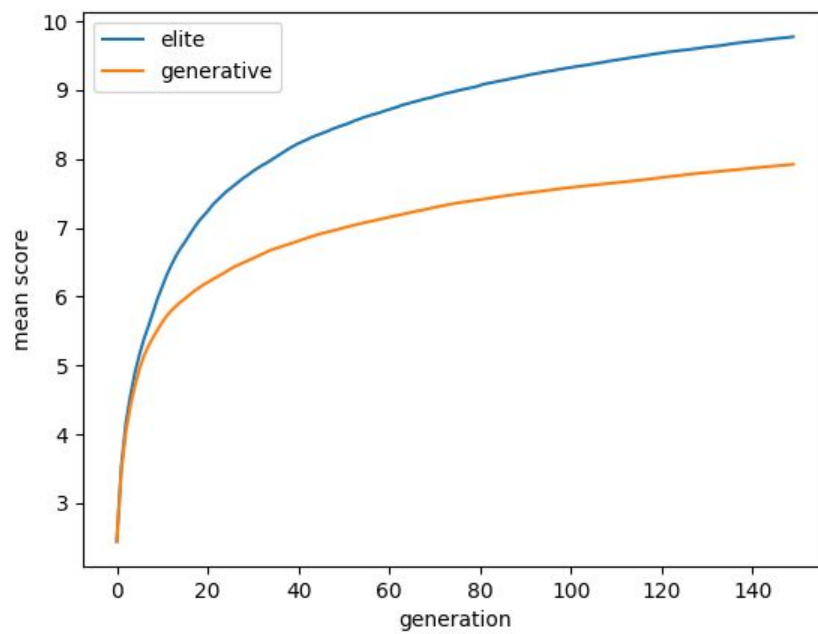
Selekcja



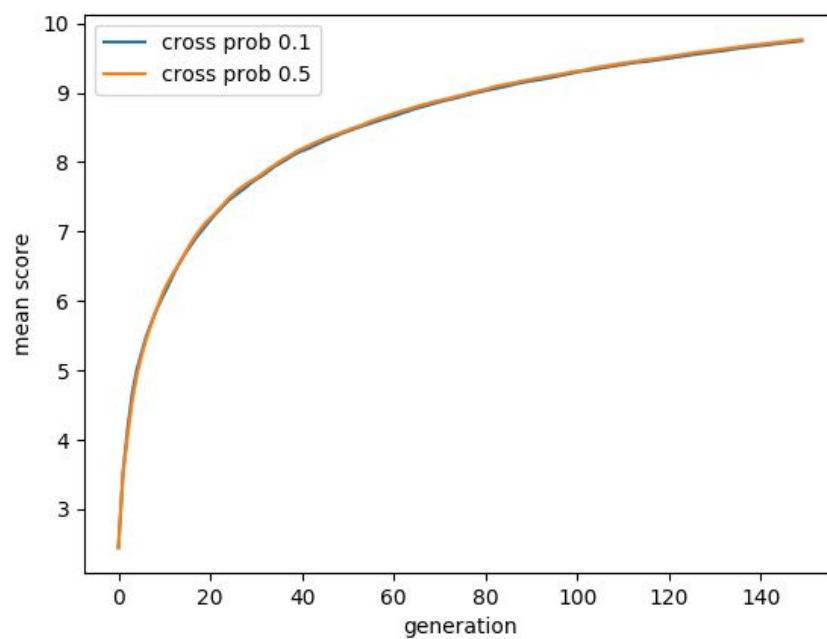
Krzyżowanie



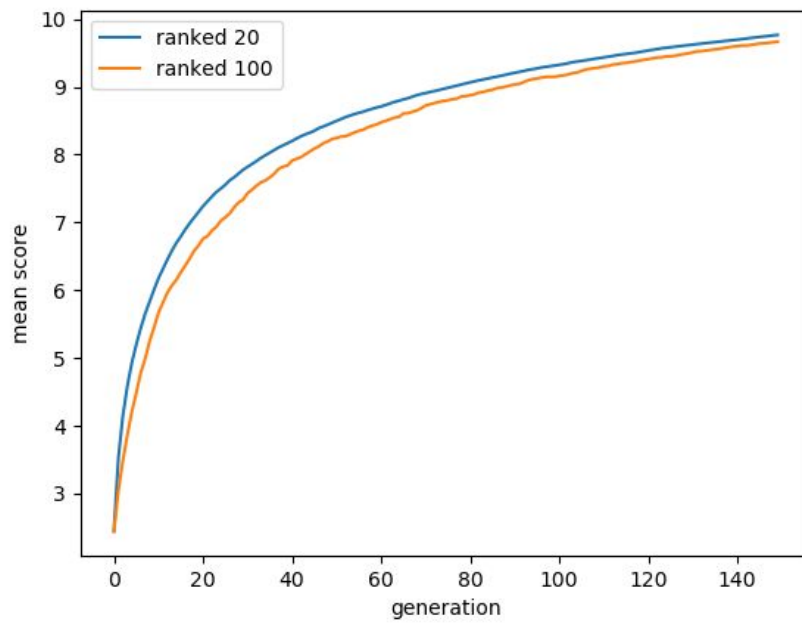
Sukcesja



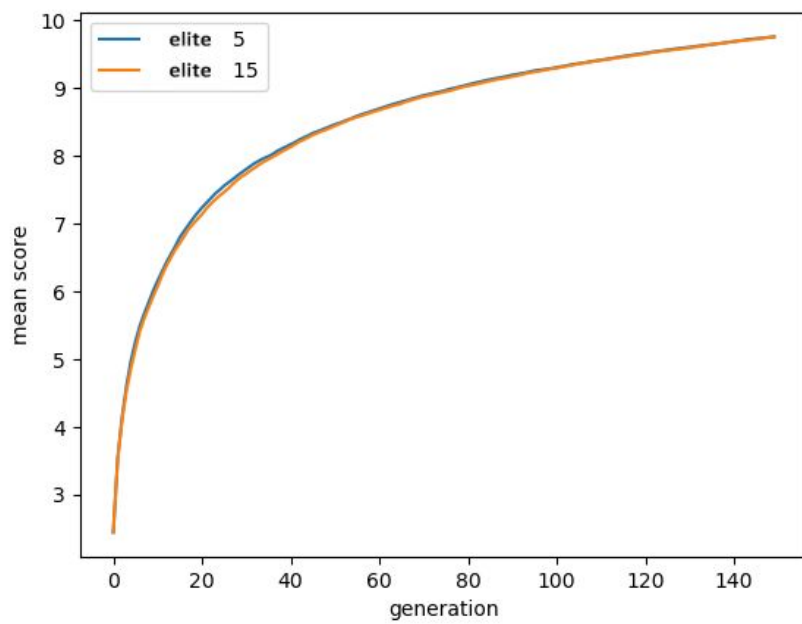
Prawdopodobieństwo krzyżowania



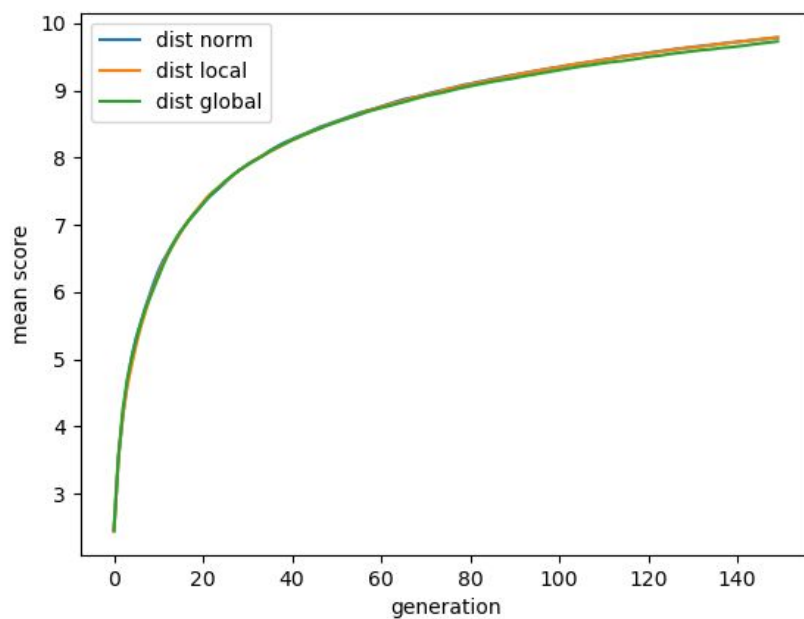
Próg selekcji



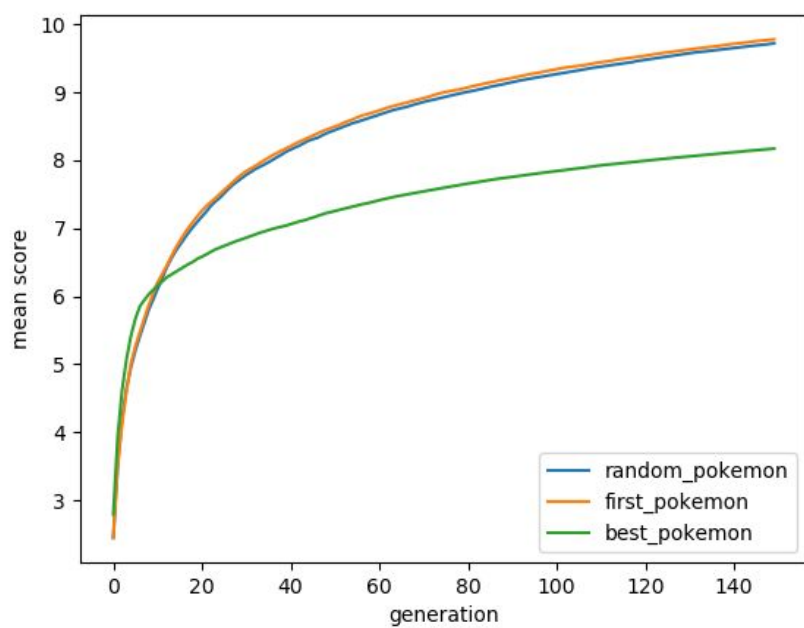
Próg wyboru elity



Rodzaj dystrybucji



Wybór pokemona



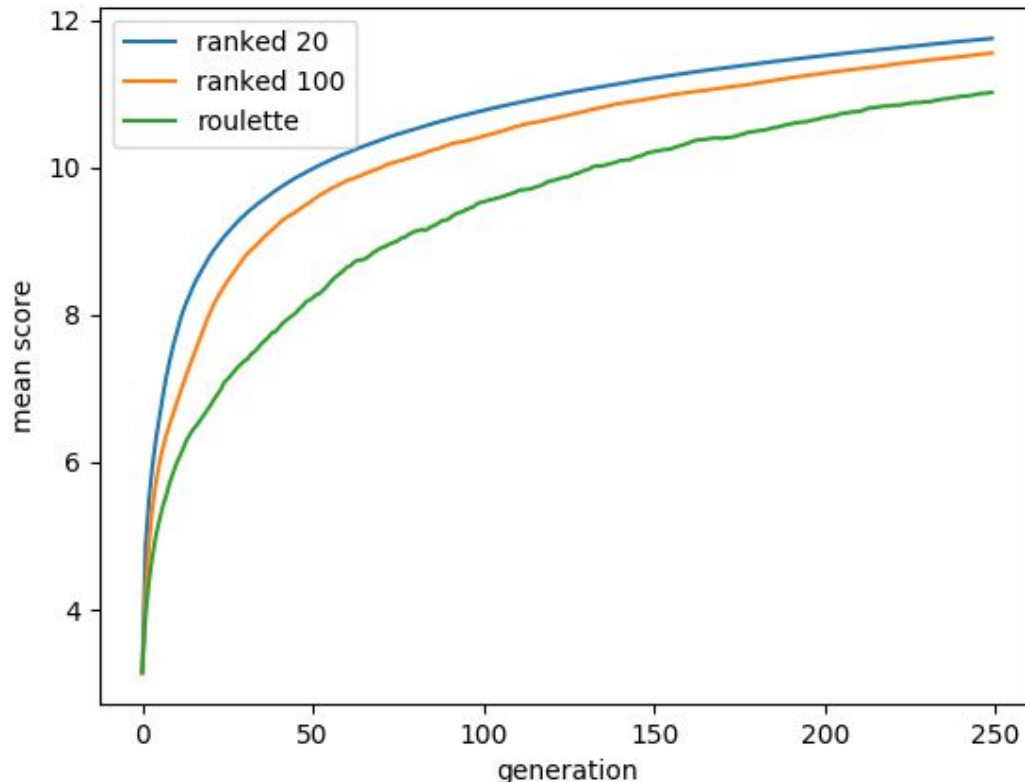
Wnioski i dalsze testy

Na podstawie wyżej zaprezentowanych wykresów można stwierdzić, że największy wpływ na wyniki miał rodzaj sukcesji oraz wybór pokemona, a najmniejszy rodzaj dystrybucyjności i prawdopodobieństwo krzyżowania.

Jednocześnie zgodnie z powyższymi wynikami, do kolejnych testów wybraliśmy następujące parametry:

- typ krzyżowania: pół na pół
- typ sukcesji: elitarna
- prawdopodobieństwo krzyżowania: duże (50%)
- wielkość elity w sukcesji elitarniej: mała(5)
- rozkład prawdopodobieństwa w mutacji: normalny
- sposób wybierania pokemona z drużyny w bitwie: pierwszy z brzegu

Stwierdziliśmy, że w celu rozstrzygnięcia wyboru selekcji oraz progu selekcji przeprowadzimy dalsze, bardziej dokładne testy. Dokładniejsze testy składały się z 10 powtórzeń, z których wyliczona została średnia wyników oraz przeprowadzone zostały na większej populacji (200) i były one dłuższe w stosunku do początkowych testów (250 generacji). Wyniki dokładnych testów prezentują się następująco:



Finalnie, najbardziej optymalnymi parametrami okazały się być:

- typ selekcji: rankingowa
- typ krzyżowania: pół na pół
- typ sukcesji: elitarna
- wartość progu w selekcji rankingowej: mała (20)
- prawdopodobieństwo krzyżowania: duże (50%)
- wielkość elity w sukcesji elitarniej: mała(5)
- licznosc populacji: mała (50)
- rozkład prawdopodobieństwa w mutacji: normalny
- sposób wybierania pokemona z drużyny w bitwie: pierwszy z brzegu

Najlepsza drużyna:

battles: 49749, won: 49603, lost: 146, score: 11.780072525563995,

pokemony:

variant: None,

name: FLETCHINDER,

moves: [

name: RAZOR WIND, type: NORMAL, category: SPECIAL, power: 80,

name: NATURAL GIFT, type: NORMAL, category: PHYSICAL, power: 60,

name: RAZOR WIND, type: NORMAL, category: SPECIAL, power: 80,

name: FLAME CHARGE, type: FIRE, category: PHYSICAL, power: 50

],

variant: MEGA,

name: AGGRON,

moves: [

name: DOUBLE-EDGE, type: NORMAL, category: PHYSICAL, power: 120,

name: ROCK TOMB, type: ROCK, category: PHYSICAL, power: 60,

name: ROCK SLIDE, type: ROCK, category: PHYSICAL, power: 75,

name: METAL CLAW, type: STEEL, category: PHYSICAL, power: 50

],

variant: None,

name: YVELTAL,

moves: [

name: DARK PULSE, type: DARK, category: SPECIAL, power: 80,

name: FOCUS BLAST, type: FIGHTING, category: SPECIAL, power: 120,

name: PHANTOM FORCE, type: GHOST, category: PHYSICAL, power: 90,

name: FOUL PLAY, type: DARK, category: PHYSICAL, power: 95

],

variant: MEGA,

name: SWAMPERT,

moves: [

name: HYDRO PUMP, type: WATER, category: SPECIAL, power: 110,

name: ROCK SLIDE, type: ROCK, category: PHYSICAL, power: 75,

name: HAMMER ARM, type: FIGHTING, category: PHYSICAL, power: 100,

name: MUD BOMB, type: GROUND, category: SPECIAL, power: 65

],

```

variant: None,
name: PANSAGE,
moves: [
    name: BITE, type: DARK, category: PHYSICAL, power: 60,
    name: ACROBATICS, type: FLYING, category: PHYSICAL, power: 55,
    name: NATURAL GIFT, type: NORMAL, category: PHYSICAL, power: 60,
    name: LICK, type: GHOST, category: PHYSICAL, power: 30
],
variant: None,
name: CHERRIM,
moves: [
    name: PETAL BLIZZARD, type: GRASS, category: PHYSICAL, power: 90,
    name: SOLAR BEAM, type: GRASS, category: SPECIAL, power: 120,
    name: TAKE DOWN, type: NORMAL, category: PHYSICAL, power: 90,
    name: TACKLE, type: NORMAL, category: PHYSICAL, power: 40
]

```

Jedyną kwestią, którą można by było rozwinąć jest mechanizm efektów, który ze względu na specyfikę przedmiotu, nie był najbardziej istotny. Oczywiście pozostawione przez nas dane, mogą w przyszłości posłużyć jako podłoże do dalszej rozbudowy projektu.

Kod źródłowy

Kod źródłowy naszego projektu znajduje się w repozytorium git'a pod linkiem:
<https://github.com/WorkingFen/PokeSquad>