

# Projekt SUI - Dokumentácia - skupina 56

**Matúš Liščinský (xlisci02), Vladimír Dušek (xdusek27), Šimon Stupinský (xstupi00)**

Táto dokumentácia popisuje vytvorenú umelú inteligenciu (AI) pre hru Diceswars. Postupne budú popísané jednotlivé metódy a ich heuristiky pre výber jednotlivých ťahov.

## Výber možných útokov

V každom ťahu daného hráča je potrebné vybrať čo najvhodnejší útok zo všetkých možných útokov. Vytvorená AI získava množinu všetkých možných útokov, ktoré sú realizovateľné pre hráča na ťahu, s využitím funkcie `possible_attacks` z balíčka `dicewars.ai.utils`. Následne prebieha vyhodnotenie každého možného útoku, ktorý je reprezentovaný dvojicou (`source`, `target`), kde `source` reprezentuje pole hráča na ťahu a `target` cieľové pole protihráča. V prípade, že je pravdepodobnosť úspešného útoku menšia ako **0.2**, daný útok nie je ďalej uvažovaný.

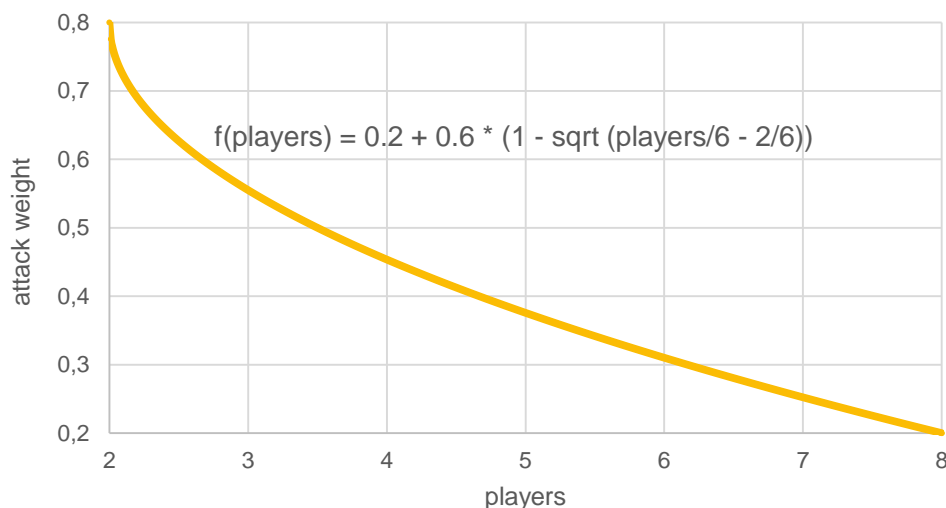
## Ohodnotenie možného útoku

V prípade, že je pravdepodobnosť úspešného útoku väčšia ako **0.2**, nasleduje výpočet jednotlivých metrík, ktoré ohodnotia vhodnosť tohto útoku.

**Attack coefficient.** Prvá metrika je reprezentovaná váženým priemerom z troch nasledujúcich hodnôt: pravdepodobnosť úspešného útoku, pravdepodobnosť udržania poľa `source` a poľa `target` do nasledujúceho ťahu. Váhy týchto zložiek vo výslednom váženom priemeru sú odvodené od funkcie znázornenej na Grafe 1. Na základe tejto funkcie je určená váha pre pravdepodobnosť úspešného útoku a váhy dvoch zvyšných hodnôt sú následne odvodené od tejto váhy v pomere  $\frac{1}{3}$  pre pole `source`, respektíve  $\frac{2}{3}$  pre pole `target`. Výsledný vzťah teda môže vyzerať nasledovne:

$$\text{attack\_coeff} = \frac{\omega_A * w_p + \frac{1}{3} * (1 - \omega_A) * s_p + \frac{2}{3} * (1 - \omega_A) * t_p}{3},$$

kde  $\omega_A$  je aktuálna hodnota funkcie  $f(\text{players})$ ,  $w_p$  je pravdepodobnosť úspešného útoku,  $s_p$  a  $t_p$  reprezentujú pravdepodobnosť udržania poľa `source` a poľa `target` po úspešnom útoku. Pre úplnosť dodáme, že tieto pravdepodobnosti sú počítané s využitím dostupných funkcií `probability_of_successful_attack` a `probability_of_holding_area` z balíčka `dicewars.ai.utils`.



**Obr. 1.** Funkcia  $f(\text{players})$  vyjadrujúca závislosť hodnoty váh pre výpočet `attack_coeff` na počte živých hráčov.

**Evaluate the state of the game.** Ďalšími dvoma metrikami ktoré sú vypočítavané pre každý útok, je ohodnotenie stavu hry po úspešnom a neúspešnom útoku. Presnejšie tieto metriky reprezentujú zmenu voči ohodnoteniu aktuálneho stavu hry pred prevedením daného útoku. Ohodnotenie daného stavu hry je rávané z pohľadu hráča, ktorý je na ťahu a cieľom je maximalizovať jeho úžitok, teda jeho *skóre* a taktiež *počet kociek*. Pri hre dvoch hráčov je zohľadňovaná aj

miera uškodenia protihráčovi daným útokom, teda cieľom je naopak minimalizácia jeho *skóre* a taktiež čo najmenší počet kociek. Výsledný vzťah teda môžeme zapísať nasledovne:

$$eval = \begin{cases} \frac{\omega_S \sqrt{\frac{S_p}{S_{max}^2}} + \omega_D \sqrt{\frac{D_p}{D_{max}^2}} + \frac{\omega_S}{2} (1 - \sqrt{\frac{S_e}{S_{max}^2}}) + \frac{\omega_D}{2} (1 - \sqrt{\frac{D_e}{D_{max}^2}})}{4}, & \text{if alive players} = 2 \\ \frac{\omega_S \sqrt{\frac{S_p}{S_{max}^2}} + \omega_D \sqrt{\frac{D_p}{D_{max}^2}}}{2}, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

kde  $\omega_S$  značí váhu *skóre* a  $\omega_D$  značí váhu *počtu kociek* (dices) vo výslednom priemere,  $S_p$  a  $D_p$  značí aktuálne skóre a počet kociek hráča na ľahu,  $S_e$  a  $D_e$  značí aktuálne skóre a počet kociek protihráča,  $S_{max}$  a  $D_{max}$  reprezentuje maximálne možné skóre v danej hre, respektíve maximálny možný počet kociek. Vo vzťahu bola použitá funkcia  $y = \sqrt{\frac{x}{n}}$  pre hráča na ľahu a  $y = 1 - \sqrt{\frac{x}{n}}$  pre protihráča pri hre dvoch hráčov. Tieto funkcie boli použité práve za účelom maximalizácie úžitku aktuálneho hráča na ľahu a naopak minimalizácie úžitku protihráča.

Následne sú vyhodnotené stavy hry, ktoré nastanú po prípadnom úspešnom či neúspešnom útoku z poľa *source* na *target*. Rozdiel v porovnaní s ohodnotením aktuálneho stavu hry pred útokom dáva výsledné hodnoty metrík, ktoré môžeme definovať nasledovne:

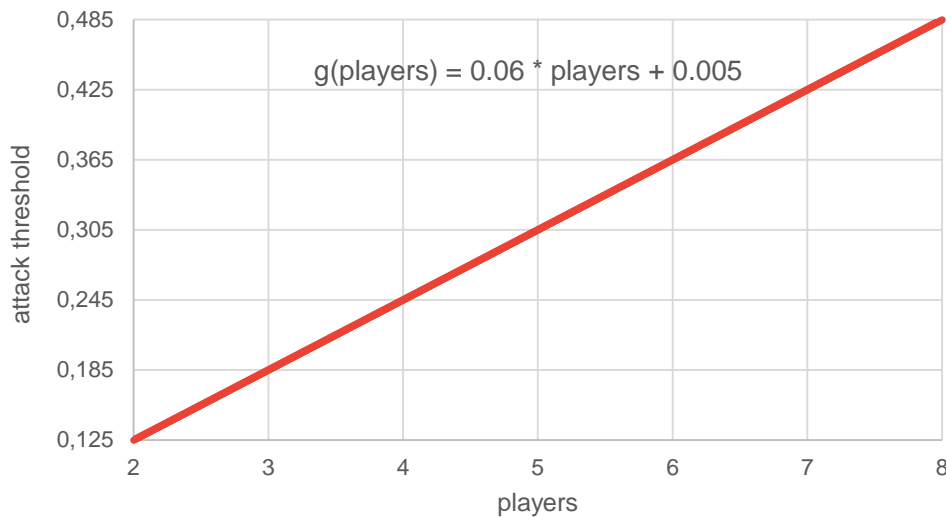
$$\begin{aligned} win\_coeff &= eval(win\_board) - eval(current\_board), \\ lose\_coeff &= eval(lose\_board) - eval(current\_board), \end{aligned}$$

kde *current\_board* obsahuje aktuálny stav hry, *win\_board* stav hry po úspešnom útoku a *lose\_board* stav hry po neúspešnom útoku.

**Lose holding coefficient.** Poslednou metrikou pre ohodnotenie vhodnosti útoku je pravdepodobnosť, že po neúspešnom útoku budeme držať pole *source* aj v nasledujúcom ľahu. K výpočtu hodnoty tejto metriky je znova použitá funkcia *probability\_of\_holding\_area* z balíčka *dicewars.ai.utils*, ktorej vstupom je stav hry po neúspešnom útoku. Táto metrika zvýhodní útoky z polí, ktoré v prípade neúspešného útoku nebudú priamo ohrozené ostatnými protihráčmi.

### Označenie vhodného útoku

Po vyrátaní jednotlivých metrík pre aktuálne vyhodnocovaný útok, bude tento útok spolu s hodnotami jeho metrík zaradený do zoznamu vhodných útokov pri splnení nasledujúcich podmienok. V prípade hry **2** hráčov musí byť hodnota *attack\_coeff* väčšia ako vopred stanovená hranica alebo pravdepodobnosť úspešného útoku väčšia ako **0.95**, čo reprezentuje takmer istotu úspešného útoku. Hranica pre *attack\_coeff* je určená dynamicky v uniformnom rozsahu istého intervalu určeného na základe hodnoty funkcie znázornenej na Grafe 2.



**Obr. 2.** Funkcia  $g(\text{players})$  vyjadrujúca závislosť hodnoty prahu pre *attack\_coeff* na počte živých hráčov.

V prípade hry **viacerých** hráčov musia hodnoty metrík *attack\_coeff* a *win\_coeff* dosiahnuť aspoň hodnoty stanovených prahov, ktoré sú znova určené v rámci uniformného intervalu daného na základe hodnoty príslušnej funkcie

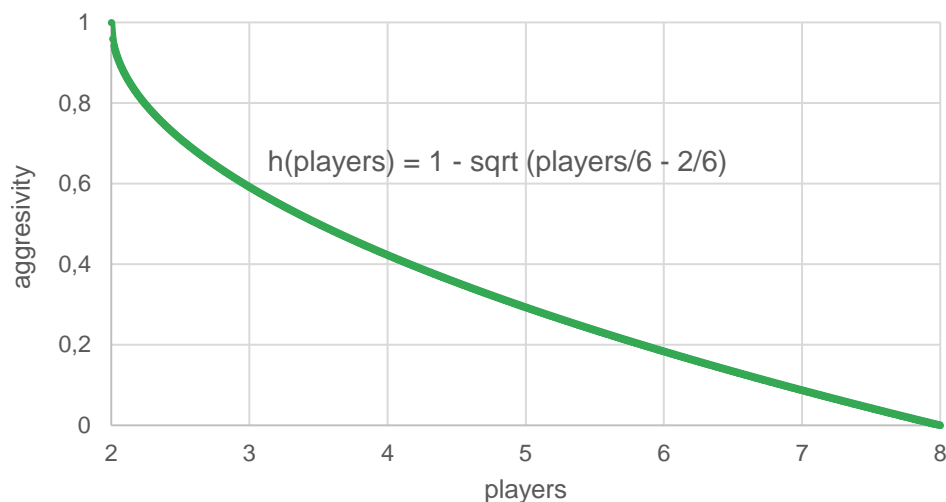
(Graf 2), alebo rovnako ako v prvom prípade, musí hodnota pravdepodobnosti úspešného útoku dosiahnuť aspoň hodnotu ako **0.95**. Pri hre **viacerých** hráčov sú uprednostňované útoky, ktoré majú potenciál zvýšiť skóre hráča na ľahu v nasledujúcom ľahu. Táto možnosť je overovaná skutočnosťou, či cieľové pole `target` susedí s nejakým ďalším poľom, ktoré nepatrí aktuálnemu hráčovi, avšak, susedí s jeho najväčšou oblasťou. Navyše musí platiť, že pravdepodobnosť udržania poľa `target` do nasledujúceho ľahu je dostatočne vysoká a rovnako pravdepodobnosť úspešného útoku z tohto poľa na pole, ktoré susedí s najväčšou oblasťou hráča na ľahu, je väčšia ako vopred stanovený prah.

### Výber najvhodnejšieho útoku

Z vytvoreného zoznamu obsahujúceho potencionálne vhodné útoky bude vybraný najlepší útok nasledujúcim spôsobom. Z príslušných metrík  $attack\_coeff(c_a)$ ,  $win\_coeff(c_w)$ ,  $lose\_coeff(c_l)$  a  $lose\_hold\_coeff(c_h)$  bude vyrátaný vážený priemer nasledovne:

$$attack\_eval = \frac{\omega_{AE} * c_a + (1 - \omega_{AE}) * \frac{1}{2} * c_w + (1 - \omega_{AE}) * \frac{1}{4} * c_l + (1 - \omega_{AE}) * \frac{1}{4} * c_h}{4},$$

kde  $\omega_{AE}$  je hodnota funkcie  $h(players)$  znázornená na Grafe 3. Táto funkcia reprezentuje mieru agresivity daných útokov závislú od počtu živých hráčov v aktuálnej hre. Ako môžeme vidieť na priloženom grafe, čím väčší počet živých hráčov, tým je agresivita menšia, čo odpovedá požiadavkám jednotlivým hrám s rôznym počtom hráčov. V poslednom kroku bude vybraný útok, ktorý má najväčšiu hodnotu  $attack\_eval$  v porovnaní so zvyšnými útokmi v danom zozname.



**Obr. 3.** Funkcia  $h(players)$  vyjadrujúca závislosť miery agresivity pre výpočet  $attack\_eval$  na počte živých hráčov.