

Squad Maprotagenerator 2.0

Für politische Entscheidungsträger

timbow, fletschoa, kappakay

22. September 2022

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
1 Einleitung	5
1.1 Problemdarstellung	5
1.2 Ziel	5
2 Theoretische Grundlagen	6
2.1 Definitionen	6
2.1.1 Maprota	6
2.2 Wahrscheinlichkeitsmaß	6
2.2.1 Verteilungsfunktionen	6
2.3 Oberflächliches Model - Baumdiagramm	6
2.4 Mapvoteweights	7
2.5 Die Kugel	8
2.6 Mapweight	8
2.6.1 Distanzweight	8
2.6.2 Mapvoteweight	9
2.7 blub2	9
3 Aufbau	10
3.1 Grundlegende Struktur	10
3.2 Aufbau im Detail - Mode	10
3.3 Aufbau im Detail - Map	10
3.4 Aufbau im Detail - Layer	10
4 Mapweights	11
5 Ergebnisse	12
5.1 Bewertung des Systems	12
5.1.1 Mapverteilung	12
5.1.2 Mode/Modus verteilung	14
5.1.3 Varriation der Maps	14
5.1.4 Map Wiederholung	14
5.2 Grenzen des Systems	15
6 Ein Blick in die Glaskugel	17
6.1 Diskussion	17
6.2 Ausblick	17

Memory Colonel, der du bist in GooseBay, geheiligt werde dein
Name.
Deine Rota komme.
Deine Locktime geschehe.
Unser täglich Squad gib und heute.
Und vergib uns unser Minen legen, wie auch wir vergeben unseren
Snipern
Und führe uns nicht in Versuchung, sondern erlöse uns von Tällil
Denn dein ist die Rota und Biome und die Abwechslung in Ewigkeit.
Amen

- *Das Maprota Gebet*

Abbildungsverzeichnis

1	Baumdiagramm zur Zusammensetzung der Mapwahrscheinlichkeiten. Die Wahrscheinlichkeiten, einen Mode zu ziehen, sind q_1 und q_2 für Mode 1 und 2 repsektiv. Die Wahrscheinlichkeit, eine Map unter gegebenen Modus zu ziehen, ist gegeben durch p_{ij} , d.h. p_{12} ist die bedingte Wahrscheinlichkeit dass Map 2 gezogen wird wenn vorher Mode 1 gezogen wurde.	7
2	Cluster	10
3	erwartete Mapverteilung im Modus RAAS nach den Layervotes vom 19.09.2022	13
4	generierte Mapverteilung im Modus RAAS nach den Layervotes vom 19.09.2022 (1.Mio. Layer Rota)	13
5	Häufigkeiten des gleitenden Mittelwertes der Distanzen	14
6	Häufigkeiten der Map Wiederholung	15

1 Einleitung

1.1 Problemdarstellung

Aus den historischen Debatten über die Maprota wurden die Hauptprobleme versucht herauszuheben und im folgenden erklärt.

Der Mapgenerator soll qualitativ hochwertige Rotas generieren. Zur Klassifizierung werden wir nun zunächst Eckpunkte definieren, welche die Qualität einer Rota bemessen sollen.

Zunächst sollte sich eine Map nicht zu stark wiederholen. Desweiteren gab es in der Community Bedenken, welche sich damit beschäftigen, dass nicht zu ähnliche Maps zu kurz hintereinander gespielt werden sollten. Ein Beispiel für letzteres wäre die Abfolge

Sumari → Logar Valley → Fallujah.

Hier würden direkt nacheinander folgend drei relativ ähnliche Maps gezogen werden. Der Charakter dieser Maps wird im wesentlichen über die Eigenschaften "Wüste", "Stadt", "Infanterie lastig/klein" der Map definiert. Eine gute Rota sollte solche Map-Ketten vermeiden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Vermeidung von Mustern in der Rota. Das bedeutet, dass die generierten Rotas nicht deterministisch verteilt, sondern aus zufälligem Ziehen entstehen sollen.

Das seit einiger Zeit bestehende Layervote-System muss direkten Einfluss auf die Rota haben, um die Verteilung den Wünschen der Community anzupassen.

1.2 Ziel

Zusammenfassend werden wir im folgenden die Qualität der Maprota an folgenden Eigenschaften messen:

- Ähnlichkeit der gezogenen Maps in kurzem Zeitraum
- Wiederholung der selben Map in kurzem Zeitraum
- Keine Muster/Nicht-deterministische Verteilung
- Layervotes müssen direkten Einfluss haben

Der in diesem Dokument beschriebene Algorithmus soll alle vier genannten Eigenschaften so gut wie möglich erfüllen. Kurz gesagt ist das Ziel des Maprota Generators: Ein probabilistisches System, dessen globale Verteilung durch Mapvotes gegeben ist und lokal Wiederholung ähnlicher Maps vermeidet. Anders ausgedrückt:

Das System sollte global einer Verteilung folgen, welche die Map/Layervotes widerspiegeln und lokal eine gewisse Varianz unter den Mapcharakteristiken hervorruft.

Im weiteren Verlauf wird ein Algorithmus präsentiert, welcher alle oben genannten Aspekte so gut wie möglich abdeckt. Es sei aber darauf hingewiesen, dass nicht alle Punkte gleichzeitig perfekt umgesetzt werden können, aufgrund kritischer Eigenschaften des Systems und der gesetzten Nebenbedingungen.

2 Theoretische Grundlagen

Im Folgenden sollen die zuvor genannten Ziele genau definiert werden. Desweiteren wird ein mathematisches Modell aufgebaut, welches den späteren Algorithmus repräsentieren wird.

2.1 Definitionen

2.1.1 Maprota

Eine Maprota setzt sich aus einer geordneten Menge von einer fest gesetzten Anzahl an Layern zusammen. Es können verschiedene Modi vorhanden sein.

2.2 Wahrscheinlichkeitsmaß

Wie im vorherigen Kapitel dargelegt ist das Ziel eine Mapverteilung zu bekommen, welche einer Vorgegebenen Verteilung folgt. Letztere wird aus den Layervotes generiert. Die Maprota kann durch folgende multivariate Verteilung modelliert werden

$$p_{G,M,L}(g, m, l) = P(G = g, M = m, L = l) \quad (1)$$

$$= P(G = g) \cdot P(M = m|G = g) \cdot P(L = l|G = g, M = m) \quad (2)$$

wobei G, M, L die Zufallsvariablen "Gamemode", Map und Layer sind und $P(A|B)$ die bedingte Wahrscheinlichkeit für das Ereignis A unter der Nebenbedingung das zuvor B eingetreten ist. Die Wahrscheinlichkeit für ein Layer wie "Yehorivka RAAS v3" ist damit gegeben durch

$$\mathbb{P}(\text{"Yehorivka RAASv3"}) = p_{G,M,L}(\text{"RAAS"}, \text{"Yehorivka"}, \text{"RAASv3"})$$

2.2.1 Verteilungsfunktionen

Die Gamemode-Wahrscheinlichkeiten werden von Hand gesetzt. Sollte eine Map m nicht im Gamemode g vorhanden sein, so ist die bedingte Wahrscheinlichkeit $P(M = m|G = g) = 0$. Falls die Map vorhanden ist so wird die Wahrscheinlichkeit zum ziehen der Map errechnet aus den Mapvotes verglichen mit den anderen Maps und der Ähnlichkeit zu den zuvor gezogenen Maps. Wenn eine Map m gezogen wurde wird ein Layer l nach der Verteilung der Mapvotes der in frage kommenden Layern gezogen. Es ist dann gegeben durch

$$\mathbb{P}(\text{"Layer A"}) = \frac{S(v_i)}{\mathcal{N}} \quad (3)$$

2.3 Oberflächliches Model - Baumdiagramm

Die statistische Natur der Maprota kann als "Würfel" verschiedener Layer verstanden werden. Der Algorithmus setzt sich aus zwei Schichten zusammen: Zunächst wird ein Modus gezogen z.b. "Invasion". Die Wahrscheinlichkeit dass ein Modus gezogen wird ist *a priori* gesetzt und wird als externe Größe in den Generator gegeben. Nach ziehen des

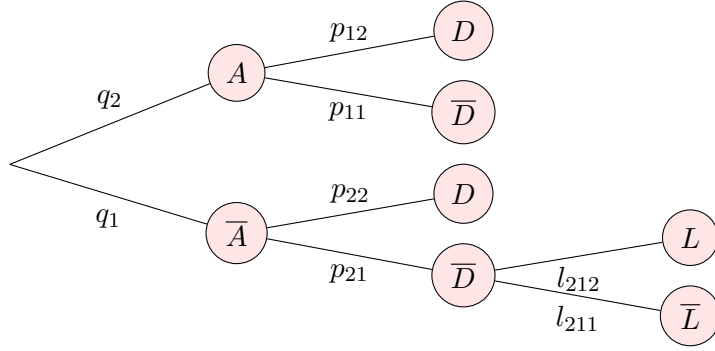


Abbildung 1: Baumdiagramm zur Zusammensetzung der Mapwahrscheinlichkeiten. Die Wahrscheinlichkeiten, einen Mode zu ziehen, sind q_1 und q_2 für Mode 1 und 2 repektiv. Die Wahrscheinlichkeit, eine Map unter gegebenen Modus zu ziehen, ist gegeben durch p_{ij} , d.h. p_{12} ist die bedingte Wahrscheinlichkeit dass Map 2 gezogen wird wenn vorher Mode 1 gezogen wurde.

Modus folgt nun die Auswahl der Map. Die Wahrscheinlichkeit das eine Map gezogen wird hängt von den Mapvotes ab und weiteren internen Parametern.

2.4 Mapvoteweights

Zur Realisierung der Verteilung werden Mapwahrscheinlichkeiten benötigt. Diese werden aus den Layervotes wie folgt gewonnen:

Sei \mathcal{M} die Menge aller Maps. Desweiteren sei $v \in \mathbb{Z}$ die Anzahl an Votes eines Layers. Dann wird das Weight für ein $m \in \mathcal{M}$ berechnet nach

$$\begin{aligned}\mu_i &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \\ w_i &= \exp \left(-(\mu_i - v_i)^2 \right) \\ \bar{w}_i &= \frac{w_i}{\sum_i w_i} \\ \bar{v}_{\text{map}} &= \sum_{i=1}^N \bar{w}_i \cdot v_i\end{aligned}$$

Der Mapvote einer Map für einen Modus errechnet sich als das gewichtete arithmetische Mittel aller Votes im selben Modes der Map. Das Gewicht eines Votes ist so definiert dass Vote-summen fern des Erwartungswertes weniger stark ins Gewicht fallen. Damit soll verhindert werden, dass einzelne „Äusreißer“ die globale Map-Bewertung zu sehr her-unterziehen.

2.5 Die Kugel

Um den "Map-Charakter" verschiedener Maps zu vergleichen, werden zunächst verschiedene Charakteristiken definiert wie zum Beispiel "Wüste" oder "Stadt". Jede Map wird ein Anteil an jeder Charakteristik zwischen 0 und 1 zugeschrieben, was respektiv dafür steht dass die Eigenschaft gar nicht oder absolut zutrifft für die Map. Zum Beispiel würde eine Map mit "Winter-Setting" welche nur aus Gebirge besteht in jeder der beiden Eigenschaften den Wert 1 erhalten. Die Bewertung der einzelnen Maps ist jedoch subjektiv. Um den Vergleich zweier Maps zu schaffen wird das System wie folgt repräsentiert: Zu jeder Map m existiert ein "Biom-Vektor" $\vec{b} = (b_1, \dots, b_n)^T$. Hier stehen die Vektorkomponenten b_i für die obengenannte Zuordnung der entsprechenden Charakteristik und n ist die Anzahl der Vorhandenen Charakteristiken. Anschließend wird der Vektor normiert sodass $|\vec{b}| = 1$. Dadurch wird genau genommen der Raum aller Maps-Charakteristiken definiert durch die Hyperfläche

$$\mathcal{L} = \{\vec{x} \in \mathbb{R}^n \mid |\vec{x}| = 1 \wedge 0 \leq x_i \leq \frac{\pi}{2} \quad \forall i \in \{1 \dots n\}\}$$

Das bedeutet, dass die Maps durch Punkte auf dem Rand der $1/2^n$ -tel Kugel beschrieben werden.

Zwei Maps sind "ähnlich", sofern die Punkte nahe beieinander liegen, da in diesem Fall die Vektorkomponenten fast alle gleich sind wodurch sich die beiden Vektoren lediglich um einen kleinen Winkel unterscheiden. Da die Vektoren normiert sind, entspricht dies einer kleinen Distanz auf der Kugeloberfläche. Die Distanz l zweier Punkte auf der Kugel wird im Mapweight verrechnet und ist gegeben durch

$$d = 2 \arccos(\vec{a} \cdot \vec{b}) \quad (4)$$

für zwei Map-Charakteristiken \vec{a} und \vec{b} , wobei \cdot das innere Produkt ("Skalar Produkt") bezeichnet.

2.6 Mapweight

Das Weight errechnet sich als Produkt aus einem "Distanz-Weight" und einem "Mapvote-Weight".

$$w_m(m, d, v) = \frac{1}{\mathcal{N}} w_d(d, m) w_v(v, m) \quad (5)$$

wobei \mathcal{N} das Produkt-Weight normiert sodass $\sum_m w_m = 1$.

2.6.1 Distanzweight

Das Distanzweight ist eine allgemeine kontinuierliche Funktion definiert durch

$$w_d : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+, d \mapsto w_d(d), \quad (6)$$

und der Nebenbedingung $w_d(d) \xrightarrow{d \rightarrow 0} 0$. In der momentanen Version ist die Funktion gegeben durch

$$w_d(d) = 1_{[0, d_{\min}]}(d) \quad (7)$$

mit $d_{\min} \geq 0$ als Mindestdistanz. Sollte eine Map näher als d_{\min} an einer zuvor gezogenen Map liegen ist das Distanzweight und damit das Mapweight 0 und wird damit nicht gezogen.

2.6.2 Mapvoteweight

Das Mapvoteweight wird aus dem Mapvote berechnet unter Nutzung einer Sigmoid funktion.

$$w_v(v) = \frac{1}{1 + \exp(-(av + b))} \quad (8)$$

wobei v die Summe aller Layervotes eines Modus einer Maps ist und a und b zwei freie Parameter sind. Während a die Steigung moduliert kann mit b ein Offset erzeugt werden. Die Sigmoid funktion erlaubt es, ein kontinuierliches weight zu definieren, wodurch eine Map oder ein Layer nicht abrupt verschwindet, sondern graduierlich ändert.

2.7 blub2

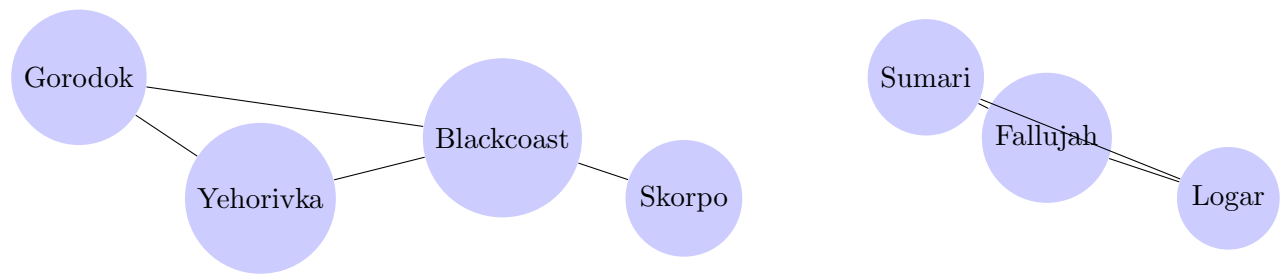


Abbildung 2: Cluster

3 Aufbau

Im Folgenden wird der Aufbau des Algorithmus näher beschrieben. Nach einem kurzem Überblick werden die einzelnen Subsysteme detailliert erklärt.

3.1 Grundlegende Struktur

Die Grundlegende Struktur lässt sich im wesentlichen durch das unten gegebene Baumdiagramm !!!FIGURE!!! beschreiben.

3.2 Aufbau im Detail - Mode

3.3 Aufbau im Detail - Map

3.4 Aufbau im Detail - Layer

4 Mapweights

5 Ergebnisse

5.1 Bewertung des Systems

Um den entstandenen Maprotagenerator bewerten zu können und den Grad der Qualität feststellen zu können, werden die Metriken aus Kapitel ?? zur Hilfe genommen. Die Metriken sind für Squadmaprotas allgemeingültig und anhand dessen könnten sie miteinander verglichen werden. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass durch eine schlechte oder auch falsche Wahl der Einstellparameter das Maprotasystem leicht bis hin zu sehr stark beeinträchtigen werden kann. Genauer dazu ist unter 5.2 nachzulesen. Daher ist bei diese Bewertung zu berücksichtigen, dass von uns wohl überlegte Einstellparameter festgelegt wurden und als Referenz für Änderungen herangezogen werden sollten. Das Wählen passender Einstellparameter kann im User manual nachgelesen werden.

ref

Es folgt die Auswertung der Maprota anhand der vorgegebenen Werten.

5.1.1 Mapverteilung

Die Mapverteilung wird von den Layervotes beeinflusst, dieses ist in Kapitel ?? nachzulesen. Diese Verteilung ist die Vorgabe für das System und dieses versucht es optimal anzunähern. Da durch die Zielvorgaben die Verteilungsvorgabe nicht immer erreicht werden kann, tritt ein Abweichung in der Verteilung auf. Diese Abweichung wird hier als mittlere quadratische Abweichung (MSD) pro Modus angegeben. Für diese Auswertung wurden den Verteilungen genommen, die aus den Layervotes vom 19.09.2022 entstanden sind. Dabei ist zu beachten, dass der Modus TC zu diesem Zeitpunkt „Verbugged“ ist und daher in der Tabelle 1 nicht auftaucht.

ref

ac?

Modus	MSD
RAAS	0.00192
AAS	0.00090
Invasion	0.00336
Insurgency	0.00836
Destruction	0.04831

Tabelle 1: mittlere quadratische Abweichung Mapverteilung

Um eine Vorstellung zu Entwickeln wird im Folgenden die angestrebte und generierte Verteilung als Diagramm dargestellt (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4).

Bei der Betrachtung der Diagramme (Abbildung 3 und Abbildung 4) ist zu beachten, dass es sich hier nur um den Modus RAAS handelt. Beispielsweise ist die Karte Al-Bashrah hier deutlich unterrepräsentiert diese ist im Modus Invasion nicht der Fall, da die Layervotes dort für AlBashrah deutlich besser ausfallen. Zudem lässt sich erkennen, dass die Karte Yehorivka, Blackcoast und Gorodok nicht den angestrebten Verteilung erreichen. Dieses Phänomen 5.2 näher behandelt.

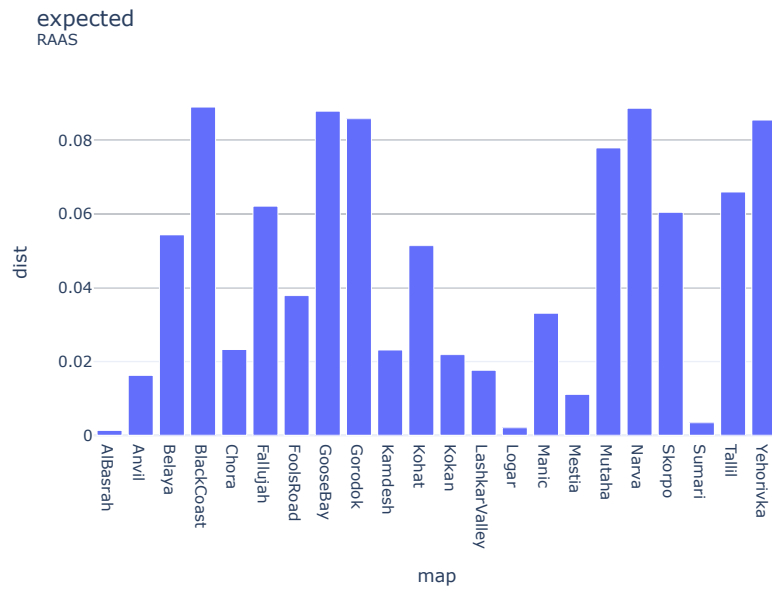


Abbildung 3: erwartete Mapverteilung im Modus RAAS nach den Layervotes vom 19.09.2022

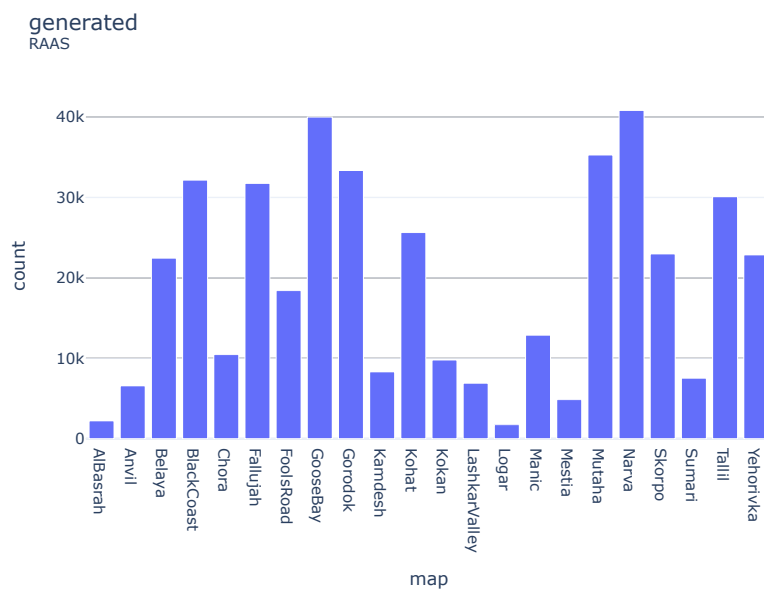


Abbildung 4: generierte Mapverteilung im Modus RAAS nach den Layervotes vom 19.09.2022 (1.Mio. Layer Rota)

5.1.2 Mode/Modus verteilung

Wie bei den Mapverteilungen kann bei den Modusverteilungen die mittlere quadratische Abweichung als quantifizierendes Mitteln genommen werden. Bei den Modi ergibt sich eine $MSD = 0.04514$. Dieser Wert ist für die vorgesehenen Einstellparameter akzeptabel, da Modi die nicht RAAS oder AAS sind einen Mindestabstand haben. In diesem Falle ist dieser Abstand 4 Runden.

5.1.3 Variation der Maps

Für den die Messbarkeit, der Differenz aufeinander folgende Maps, kann das arithmetische Mittel der Distanzen auf der Hyperfläche genutzt werden. Zudem ist es noch sinnvoll sich den gleitenden Mittelwert der Distanzen zu betrachten.

Das arithmetische Mittel der Distanzen beträgt $d_m = 1.08946$

Die Betrachtung des gleitenden Mittelwertes ergibt sich für eine Mittelwertbreite von 5 und einer Rota mit 100000 Layern eine Verteilung die auf Abbildung 5 zu sehen ist.

Bewertung
des wertes

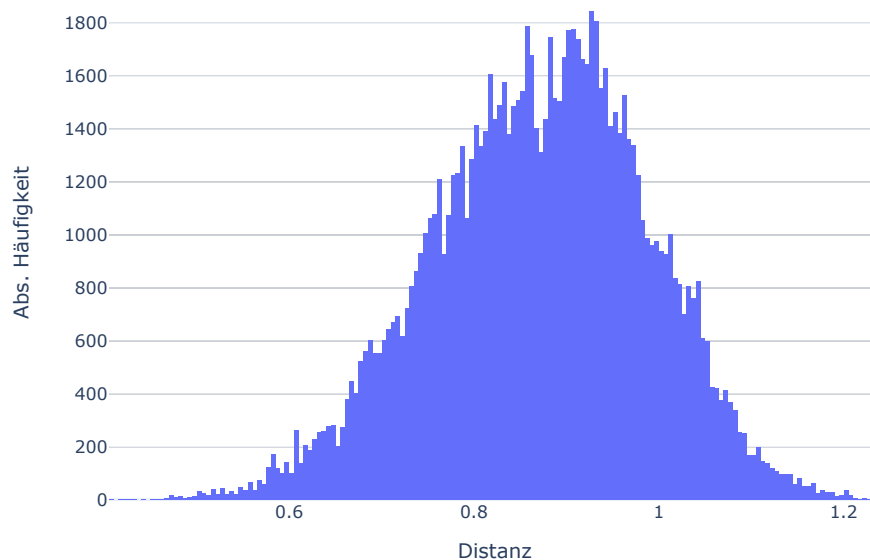


Abbildung 5: Häufigkeiten des gleitenden Mittelwertes der Distanzen

bewertung
des histo-
grams

5.1.4 Map Wiederholung

Das nächste und hier letzte benutzte Mittel, um eine Mapota zu bewerten ist, nach wie vielen Runden sich eine Map wiederholt. Hierfür wurde eine Histogramm aus einer

100000 Layer Rota erstellt. Die Abbildung 6 zeigt die Häufigkeit einer Map Wiederholung. Es ergibt sich ein Minimum von 3 Runden bevor sich eine Map wiederholen kann. Am Häufigsten ist jedoch eine Map Wiederholung nach 6 bis 9 Runden. Dabei muss bedacht werden, das Squad aktuell (09.2022) spielbare Maps beinhaltet. Daher ist dieses ein gutes Wiederholverhalten.

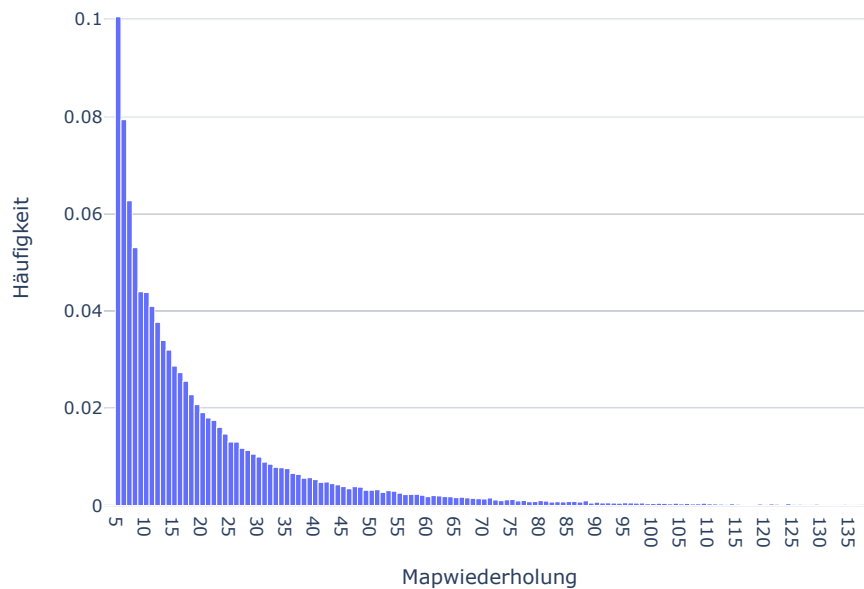


Abbildung 6: Häufigkeiten der Map Wiederholung

5.2 Grenzen des Systems

Um dieses Sektion am besten nachzuvollziehen zu können, sollte nochmal ein Blick auf die Ziele des Systems geworfen werden. Es wird eine qualitativ hohe Maprota gefordert, die zum einen der Voteverteilung folgen soll und zum anderen in der Map-Reihenfolge einige gewisse Diversität garantieren soll. Bei genauere Überlegung ist das schon ein Widerspruch in sich. Angenommen eine einzelne Map hat unendlich viele Stimmen und die Maprota folgt strikt den Votes. Es würde Resultieren, dass nur noch die eine Map drankommen würde. Diese, von der Maprota, angenommene Verteilung bildet aber einen Konflikt mit dem Ziel, dass die Maps eine gewisse Diversität bieten sollen. Daher sind an der Stelle die Möglichkeiten das Systems beschränkt und die Voteverteilung kann nicht immer in einer generierten Rota abgebildet werden. Sehr stark hoch gewählte Maps können nur so oft drankommen, wie es die Clusterstruktur und die Locktime zulässt. Dieser Aspekt des Systems muss aber nicht als negativer Punkt aufgefasst werden, denn keiner will immer nur eine Map spielen (solange es nicht GooseBay ist). Dieses „Feature“


wirkt damit aktiv gegen die Befürchtung, welche im Feedback-chat angesprochen wurde, dass nur noch Yehorivka und Gorodok drankommen. Um trotzdem das Optimum zwischen vorgegebener Verteilung und Diversität der Maps zu garantieren wird ein Optimizer eingesetzt.

6 Ein Blick in die Glaskugel

6.1 Diskussion

6.2 Ausblick

Anhang

An orange horizontal line spans the width of the page, ending in a small L-shaped bracket that points to an orange rounded rectangle containing text.

hier mem
colonel
einfügen