



**FATEC RUBENS LARA
CURSO DE CIÊNCIA DE DADOS**

ENTROPIA DA INFORMAÇÃO

**GUSTAVO MIRANDA SILVA
GUSTAVO FERREIRA GONÇALVES LIMA**

Santos - São Paulo
11/05/2023

Pokémon Fire Red é um jogo eletrônico lançado em 2004 como parte da franquia Pokémon. Ele é uma versão aprimorada do clássico Pokémon Red lançado para o Game Boy original em 1996. Fire Red foi desenvolvido pela Game Freak e publicado pela Nintendo, e é ambientado na região fictícia de Kanto.

Na primeira geração que possui um total de 151 Pokémons, que são seres fictícios que habitam o mundo Pokémon com variações em termos de aparência, habilidades e características.

Incluídos no Fire Red existem 17 tipos diferentes de Pokémons, cada tipo possui características únicas e vantagens estratégicas durante as batalhas feitas entre os mesmos, além de batalhas, é possível também a captura dos mesmos.

Esses tipos são: Normal, Fire, Water, Electric, Grass, Ice, Fighting, Poison, Ground, Flying, Psychic, Bug, Rock, Ghost, Dragon, Steel e Fairy. Um destaque é que existem Pokémons que abrangem mais de um tipo como por exemplo o Charizard sendo um tipo Fire e Flying.

Neste presente trabalho será calculado a entropia dos tipos Pokémons, entre os 151, destacando novamente que a quantidade de tipos será maior que a total de Pokemons, a divisão de pokemons com os respectivos tipos se dá por:

Normal : 24

Fire : 12

Water : 32

Electric : 9

Grass : 14

Ice : 5

Fighting : 8

Poison : 33

Ground : 14

Flying : 19

Psychic : 14

Bug : 12

Rock : 11

Ghost : 3

Dragon : 3

Steel : 2

Fairy : 5

Total : 220

A entropia da informação é um conceito fundamental em teoria da informação e tem aplicações relevantes na ciência de dados. Ela mede a incerteza ou o grau de imprevisibilidade em um conjunto de dados ou em uma distribuição de probabilidade.

Na ciência de dados, a entropia da informação é frequentemente utilizada para medir a quantidade de informação contida em uma variável ou para avaliar a importância das variáveis na classificação ou no processo de tomada de decisão.

Para realização do cálculo da entropia de dados é utilizado a fórmula abaixo:

$$H = - \sum (p_i \log_2(p_i))$$

Onde p_i representa a probabilidade de cada tipo de Pokémon e para comparação é calculada sua máxima de acordo com a segunda fórmula:

$$H(X) = \log_2(n)$$

Onde n é o total dos tipos Pokemons, para realização do cálculo é preciso dos valores da probabilidade de cada classe, ou seja os tipos Pokemons, com isso temos os valores de:

Normal:	$\frac{24}{220} \approx 0.1091$	Ground:	$\frac{14}{220} \approx 0.0636$
Fire:	$\frac{12}{220} \approx 0.0545$	Flying:	$\frac{19}{220} \approx 0.0864$
Water:	$\frac{32}{220} \approx 0.1455$	Psychic:	$\frac{14}{220} \approx 0.0636$
Electric:	$\frac{9}{220} \approx 0.0409$	Bug:	$\frac{12}{220} \approx 0.0545$
Grass:	$\frac{14}{220} \approx 0.0636$	Rock:	$\frac{11}{220} \approx 0.0500$
Ice:	$\frac{5}{220} \approx 0.0227$	Ghost:	$\frac{3}{220} \approx 0.0136$
Fighting:	$\frac{8}{220} \approx 0.0364$	Dragon:	$\frac{3}{220} \approx 0.0136$
Poison:	$\frac{33}{220} \approx 0.1500$	Steel:	$\frac{2}{220} \approx 0.0091$
		Fairy:	$\frac{5}{220} \approx 0.0227$

Em seguida é feito Log_2 de cada probabilidade:

$$\begin{aligned}
\log_2(0.1091) &\approx -3.1938 \\
\log_2(0.0545) &\approx -4.2016 \\
\log_2(0.1455) &\approx -2.7816 \\
\log_2(0.0409) &\approx -4.6147 \\
\log_2(0.0636) &\approx -3.9719 \\
\log_2(0.0227) &\approx -5.4594 \\
\log_2(0.0364) &\approx -4.7869 \\
\log_2(0.1500) &\approx -2.7360 \\
\log_2(0.0636) &\approx -3.9719 \\
\log_2(0.0864) &\approx -3.5361 \\
\log_2(0.0636) &\approx -3.9719 \\
\log_2(0.0545) &\approx -4.2016 \\
\log_2(0.0500) &\approx -4.3219 \\
\log_2(0.0136) &\approx -6.1962 \\
\log_2(0.0136) &\approx -6.1962 \\
\log_2(0.0091) &\approx -6.7823 \\
\log_2(0.0227) &\approx -5.4594
\end{aligned}$$

E por fim, a realização da fórmula com os valores obtidos é:

$$\begin{aligned}
H &= -(0.1091 \cdot (-3.1938) + 0.0545 \cdot (-4.2016) + 0.1455 \cdot (-2.7816) + 0.0409 \cdot (-4.6147) \\
&\quad + 0.0636 \cdot (-3.9719) + 0.0227 \cdot (-5.4594) + 0.0364 \cdot (-4.7869) + 0.1500 \cdot (-2.7360) \\
&\quad + 0.0636 \cdot (-3.9719) + 0.0864 \cdot (-3.5361) + 0.0636 \cdot (-3.9719) + 0.0545 \cdot (-4.2016) \\
&\quad + 0.0500 \cdot (-4.3219) + 0.0136 \cdot (-6.1962) + 0.0136 \cdot (-6.1962) + 0.0091 \cdot (-6.7823) \\
&\quad + 0.0227 \cdot (-5.4594)) \\
H &= -((0.3484) + (0.2291) + (0.4047) + (0.1887) + (0.2528) + (0.1240) + (0.1742) \\
&\quad + (0.4104) + (0.2528) + (0.3053) + (0.2528) + (0.2291) + (0.2161) + (0.0842) \\
&\quad + (0.0842) + (0.0617) + (0.1240)) \\
H &\approx 3.7428
\end{aligned}$$

E sua entropia máxima sendo:

$$\begin{aligned}
H_{\max}(X) &= \log_2(17) \\
H_{\max}(X) &\approx 4.0875.
\end{aligned}$$

A aplicação da fórmula para calcular a entropia dos tipos Pokémons, foi realizada no python

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import math
3 import numpy as np
4
5 # Definição dos tipos de Pokémon e suas quantidades
6 types = {
7     'Normal': 24,
8     'Fire': 12,
9     'Water': 32,
10    'Electric': 9,
11    'Grass': 14,
12    'Ice': 5,
13    'Fighting': 8,
14    'Poison': 33,
15    'Ground': 14,
16    'Flying': 19,
17    'Psychic': 14,
18    'Bug': 12,
19    'Rock': 11,
20    'Ghost': 3,
21    'Dragon': 3,
22    'Steel': 2,
23    'Fairy': 5
24 }
25 # Cálculo da entropia
26 total_pokemon = sum(types.values())
27 probabilities = {type_name: count / total_pokemon for type_name, count
28                  in types.items()}
29 entropy = -sum(probability * math.log2(probability) for probability in
30               probabilities.values())
31
32 # Cálculo da entropia máxima
33 num_types = len(types)
34 max_entropy = math.log2(num_types)
35
36 print(f"Entropia dos tipos de Pokémon: {entropy:.4f}")
37 print(f"Entropia Máxima dos tipos de Pokémon: {max_entropy:.4f}")
38
39 # Calcular a contribuição de cada tipo para a entropia
40 entropy_contributions = {type_name: -(probability * math.log2(
41     probability)) for type_name, probability in probabilities.items()}
42
43 # Plotando o gráfico de barras para ilustrar o cálculo da entropia
44 plt.figure(figsize=(10, 6))
45 plt.bar(entropy_contributions.keys(), entropy_contributions.values(),
46        color='orange')
47 plt.xlabel('Tipo de Pokémon')
48 plt.ylabel('Contribuição para a Entropia')
49 plt.title('Contribuição de Cada Tipo para a Entropia Total')
50 plt.xticks(rotation=45)
51 plt.show()
```

Listing 1: Código referente ao cálculo da fórmula da entropia

Print do console provando os valores:

```
Entropia dos tipos de Pokémon: 3.7428  
Entropia Máxima dos tipos de Pokémon: 4.0875
```

Figura 1: Console python

CONCLUSÃO

No contexto dos tipos de Pokémon, se a entropia calculada for menor que a entropia máxima, isso pode indicar que os tipos de Pokémon não estão distribuídos de forma uniforme. Isso significa que alguns tipos de Pokémon podem ser mais comuns ou mais predominantes em comparação com outros tipos. Essa distribuição desigual pode estar relacionada à disponibilidade dos Pokémon em determinadas regiões fictícias de Kanto, à preferência dos jogadores ou a outros fatores.

Por exemplo, se a entropia calculada for menor que a entropia máxima, isso pode indicar que alguns tipos de Pokémon são mais frequentes do que outros. Isso pode ser resultado de um desequilíbrio nas probabilidades de encontro ou captura de diferentes tipos de Pokémon no jogo.

No entanto, é importante notar que a interpretação da entropia em relação aos tipos de Pokémon pode variar dependendo da perspectiva e do contexto do jogo. O equilíbrio e a variedade dos tipos de Pokémon podem ser considerados desejáveis em alguns casos, enquanto em outros casos a concentração de certos tipos pode ser estratégica ou desejada pelos jogadores.