

# 1

## 脳のモデルとしての ニューラルネットワーク

### 1.1 Spiking model

---

ホジキンハクスレーの式

#### 1.1.1 LIF

### 1.2 発火率モデル

---

いよいよ NN を見ていきます。私の話で恐縮ですが、NN を正しく脳のモデルと理解するまでかなり時間がかかりました。混乱した原因は「加算」と「閾値を超えると発火」という点です。結論から先に言うと、今言われている典型的なニューラルネットワークは「発火率モデル」というものです。

まず、初めにマカロック-ピッツ (McCulloch-Pitts) から見てみます。ANN は脳のようであると言われているが実際にはそうではない。発火率モデルとして捉えられる。ので、ミクロに見ればスパイクを出してはいないが、少しマクロにニューロンの活動のダイナミ

クスを見ると一致している。

### 1.2.1 RNN

#### RNN

微分方程式で書くと、

$$\tau \frac{d\mathbf{r}}{dt} = -\mathbf{r} + f(W^{\text{rec}}\mathbf{r} + W^{\text{in}}\mathbf{u} + \mathbf{b}^{\text{rec}} + \boldsymbol{\xi})$$

これを first-order Euler approximation を用いて離散化 (time step  $\Delta t$ ) すると、

$$\mathbf{r}_t = (1 - \alpha)\mathbf{r}_{t-1} + \alpha f(W^{\text{rec}}\mathbf{r}_{t-1} + W^{\text{in}}\mathbf{u}_t + \mathbf{b}^{\text{rec}} + \boldsymbol{\xi}_t)$$

#### Dale の原理を守った RNN

Dale の法則. この法則は現在は修正されていますが、それでも

## 1.3 これは section

我輩は猫である\*<sup>1</sup>。

どこで生れたかとうんを見当がつかぬ。何でも薄暗いじめじめした所でニャーニャー泣いていた事だけは記憶している。吾輩はここで始めて人間というものを見た。しかもあとで聞くとそれは書生という人間中で一番獰悪な種族であったそうだ。この書生というのは時々我々を捕えて煮て食うという話である。

```
1  /* ここにはソースコードを書く */
2  #include<stdio.h>
3
4  int main(void)
5  {
6      printf("Hello, World!\n");
7      return 0;
8  }
9  /* breakable を付けるとこんな感じで改行にも対応できる */
```

---

\*<sup>1</sup> こんな感じで脚注を書く

```
## ここにはコマンドを書く
$ echo "Hello, World!"
```

図表はキャプションを付けたときに、先頭に「▲」や「▼」を付けるようにした。

▼ 表 1.1 表のサンプル

日本	hoge	fuga	piyo
アメリカ	foo	bar	baz

これはコラム

コラムも随時挟めるようにした。

tcolorbox は title を指定するといい感じにタイトル付きの枠で囲ってくれる。