

機械学習（12回目）

創域理工学部 情報計算科学科

桂田 浩一

1

12/3/2023

2

前回の復習

- 深層学習（2）
 - 画像処理とCNN
 - 深層学習で使われるテクニックについて

12/3/2023

3

本日の内容

- RNN (Recurrent Neural Network)
 - RNNとは？
 - 従来のRNN
 - LSTM
 - GRU

12/3/2023

4

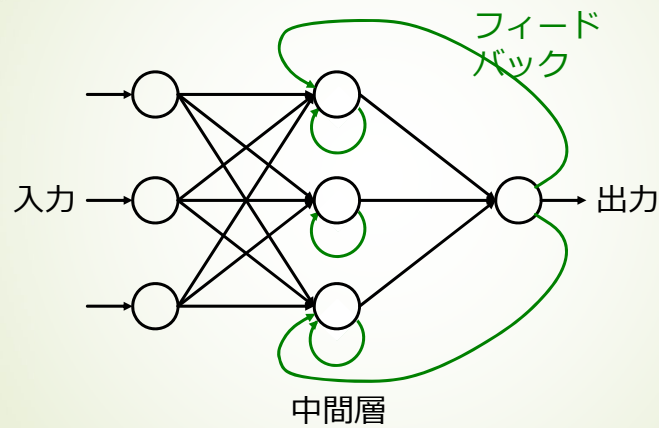
RNNとは？

- フィードバック機構が組み込まれたニューラルネット
- 系列データを入力とするとき，ある入力を与えた時の中間層・出力層のユニットの値が，次の入力を与えた時の中間層に戻る
 - 記憶の役割を果たす
 - ⇔通常の多層ニューラルネットワーク：フィードフォワード（入力→出力の方向に一方通行）
- （時）系列データ（音声，動画像，自然言語）の処理に用いられる

12/3/2023

5

RNNのネットワーク構成図（1）

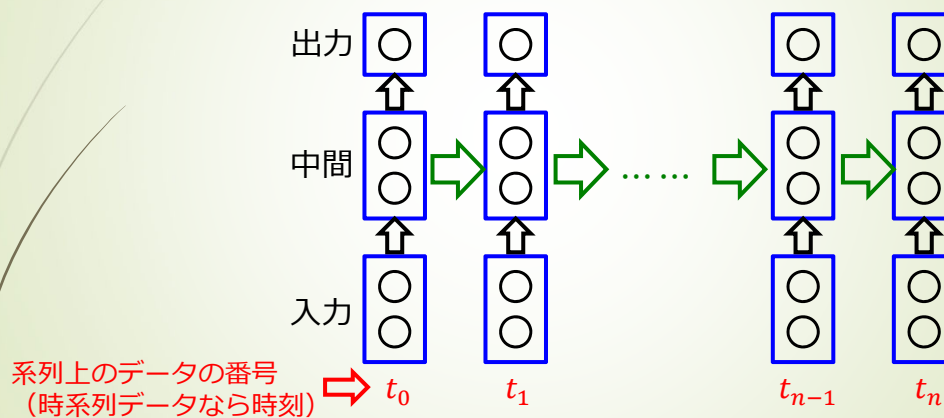


12/3/2023

6

RNNのネットワーク構成図（2）

- 入力が系列データであることを図示するために、下のような図も用いられる。



t_n のみで出力を行うネットワーク（系列全体で一出力）と
 $t_0 \dots t_n$ で常に出力を行うネットワーク（系列を出力）が考えられる

12/3/2023

7

RNNの学習法

(出力が t_n の時のみの学習の場合)

- 通時的逆伝播法 (BPTT : Back Propagation Through Time)
 - RNNを, 時刻 t_0 を下層, 時刻 t_n を上層とする多層ニューラルネットに見立てて, 時刻 t_n に与えた教師データから誤差を算出, 伝搬する
 - ← 時刻 t_n において時刻 t_0 に向かって逆伝搬を計算し始めるので学習に時間がかかる

12/3/2023

8

RNNの学習法

(出力が t_n の時のみの学習の場合)

- 実時間リカレント学習 (RTRL : Real Time Recurrent Learning)
 - 各時刻 t_i で中間パラメータ $p_{ji}^k(t) = \frac{\partial o_k(t)}{\partial w_{ji}}$ を計算し, これを各時刻で更新する. 時刻 t_n で $p_{ji}^k(t)$ を用いて w_{ji} を更新する.
 - ← 総計算量, メモリ使用量は大きい, 時刻 t_n の入力時点ですぐに重みを更新できる

12/3/2023

9

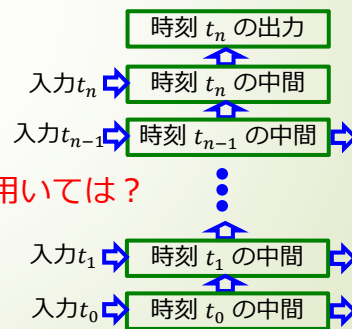
従来のRNNの問題点

■ 勾配消失問題

- 多層ニューラルネットワークのように誤差を逆伝播させているため、深い（すなわち n が大きい）と最初の方の（すなわち時刻 t_0 に近い）入力を反映した重み更新ができなくなる。

⇒ 長時間の記憶を実現し難い

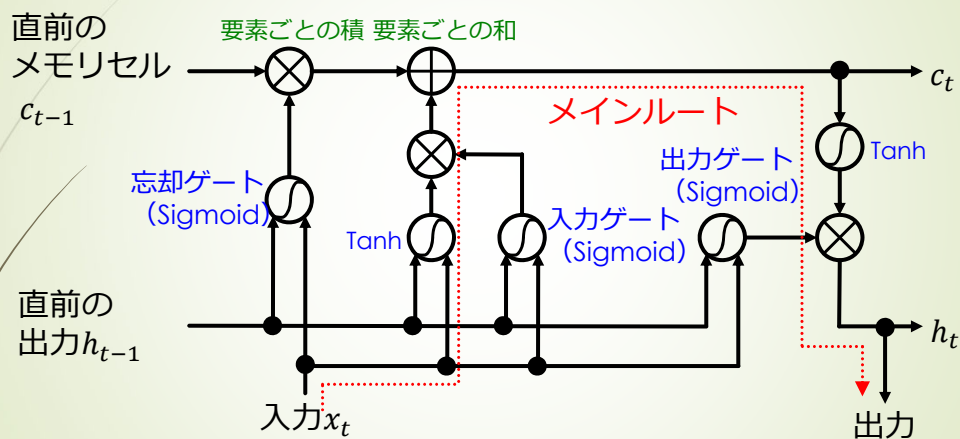
「記憶素子」のようなものを用いては？



12/3/2023

10

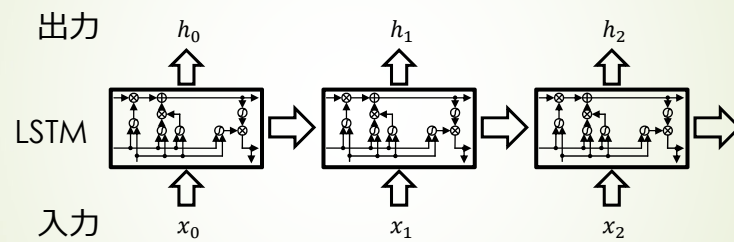
LSTM(Long Short-Term Memory)



12/3/2023

11

LSTMの別の表現



12/3/2023

12

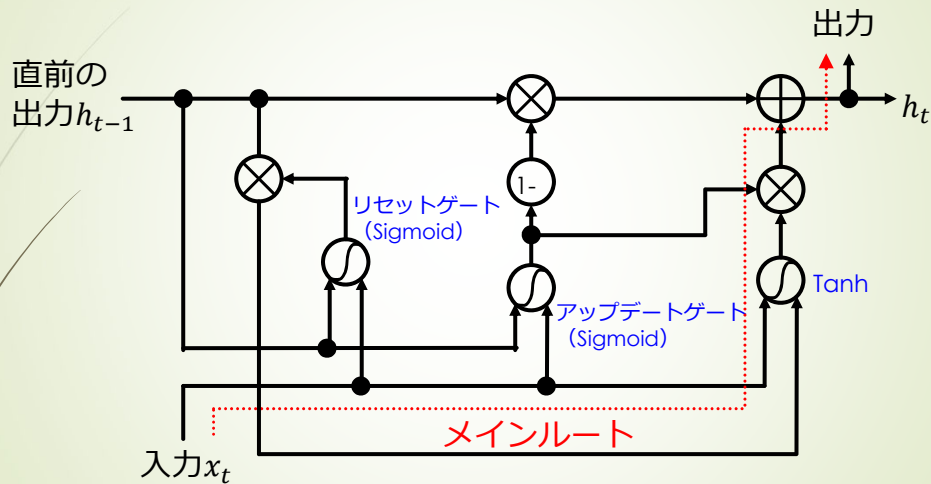
LSTMの解説

- ゲートの学習によって、入力および直前の出力がメモリに及ぼす影響をコントロールできる。
(メモリの忘却ゲートを1 (オープン), 入力ゲートを0 (クローズ) に学習できると長期に記憶を維持することができる。)
- 複雑な構成に見えるが、基本的には従来のRNNと同じような構成なので、BPTT法などがそのまま使える。

12/3/2023

13

GRU(Gated Recurrent Unit)



①- は入力 z に対して $1 - z$ を返す

12/3/2023

14

LSTMとGRUの比較

- LSTMはゲートが3つ（入力ゲート、忘却ゲート、出力ゲート）
- GRUはゲートが2つ（リセットゲート、アップデートゲート）
- GRUはメモリセルを持たない（直前の出力のみ維持）
- 表現能力（LSTM）を取るか、学習効率（GRU）を取るか。

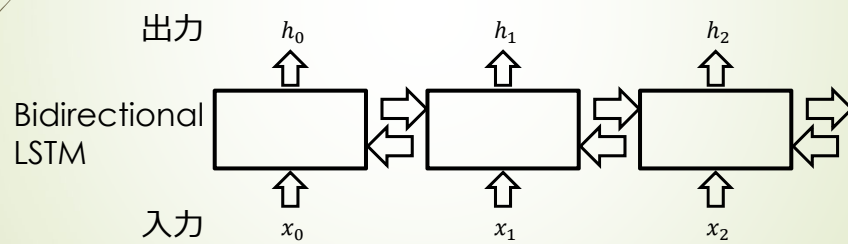
12/3/2023

15

RNN, LSTM, GRUの応用

■ Bidirectional (RNN | LSTM | GRU)

- $t_0 \rightarrow t_n$ の方向と, $t_n \rightarrow t_0$ の両方向の入力を用い, 出力を一つにしたネットワーク
(系列データが一括で与えられるときに有効)



12/3/2023

出題予定の演習課題

- 演習課題 10 を復習しておいてください