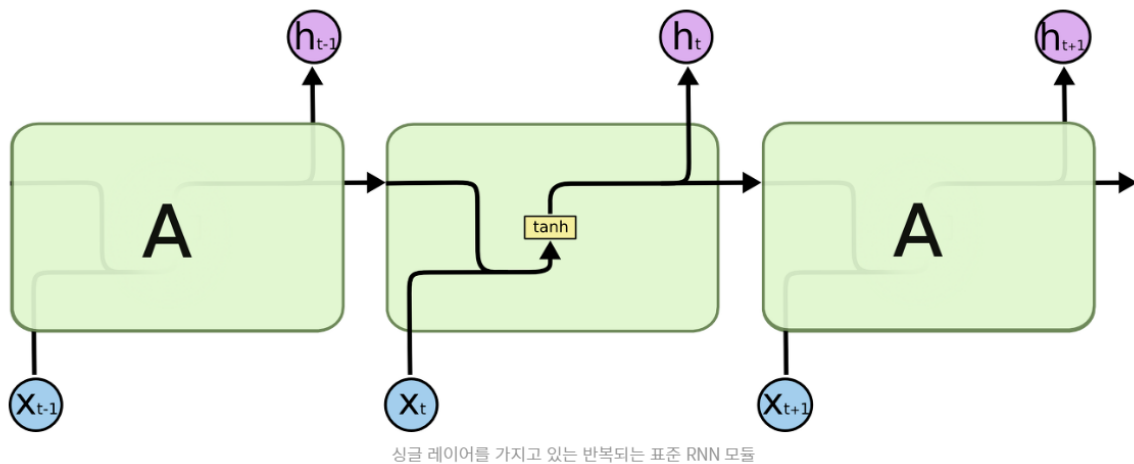


장단기 메모리(Long Short-Term Memory, LSTM)

바닐라 RNN의 한계

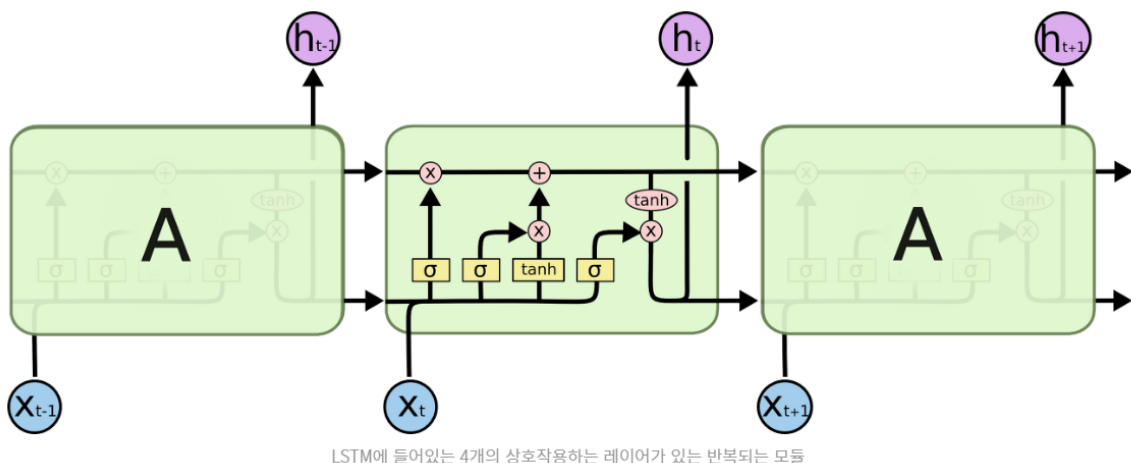
바닐라 RNN : 가장 단순한 형태의 RNN을 의미 (RNN : 이전의 계산 결과(h_{t-1})와 현재 입력(x_t)이 출력 결과(h_t)에 영향을 주는 sequence 모델)

바닐라 RNN의 단점 : 비교적 짧은 시퀀스에 대해서만 효과를 보임. ← 바닐라 RNN의 시점(time step)이 길어질수록 앞의 정보가 뒤로 충분히 전달되지 못함. 이를 **장기 의존성 문제(the problem of Long-Term Dependencies)**라고 함



LSTM(Long Short-Term Memory)

LSTM : 바닐라 RNN의 장기 의존성 문제를 보완하기 위한 RNN 모델



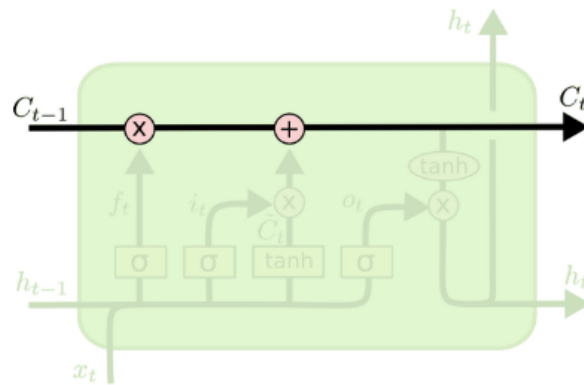
LSTM의 특징 : 은닉층의 메모리 셀에 **input gate, forget gate, output gate**를 추가하여 불필요한 기억을 지우고, 기억해야 할 것들을 정함

즉, LSTM은 hidden state를 계산하는 식이 더 복잡해졌으며, **셀 상태(cell state)**라는 개념이 추가됨

LSTM 특징

- cell state

cell state는 아래 그림에서 왼쪽에서 오른쪽으로 가는 굵은 선. C_{t-1} 가 C_t 를 계산하기 위한 입력으로 사용됨.



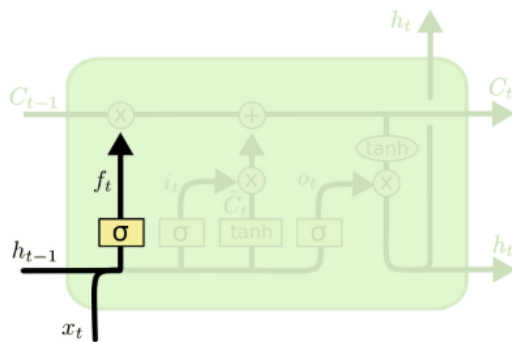
LSTM의 cell state

- 3개의 gate

3개의 gate에는 공통적으로 시그모이드 함수가 존재 → 0~1의 값을 가지는데 이 값들을 이용해 cell state와 hidden state를 반환

LSTM의 단계

1. forget gate layer : 기억을 삭제하기 위한 게이트

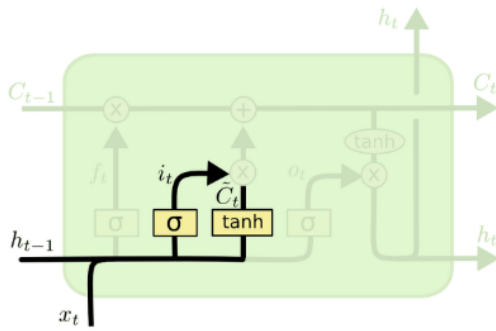


LSTM의 forget gate layer

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

f_t : 현재 시점의 입력인 x_t 와 이전 시점의 hidden state인 h_{t-1} 가 MLP를 거쳐 시그모이드 함수를 지남 → 0~1의 값을 가짐 → 0에 가까울수록 정보를 많이 삭제하고 1에 가까울수록 정보를 온전히 기억.

2. input gate layer : 현재 정보를 기억하기 위한 게이트



LSTM의 input gate layer

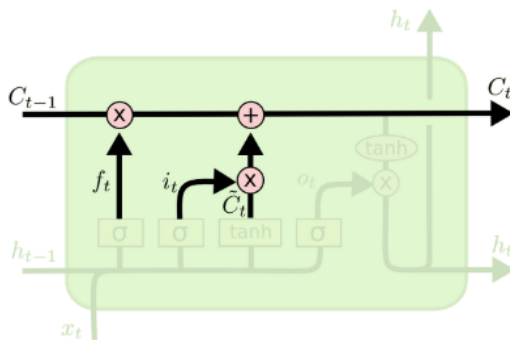
$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C)$$

i_t : 현재 시점의 입력인 x_t 와 이전 시점의 hidden state인 h_{t-1} 가 MLP를 거쳐 시그모이드 함수를 지남 $\rightarrow 0 \sim 1$ 의 값을 가짐 $\rightarrow 0$ 에 가까울수록 정보를 많이 삭제하고 1에 가까울수록 정보를 온전히 기억.

\tilde{C} : 새로운 cell state의 후보 값 vector. (새로운 cell state로 업데이트 될 vector)

3. cell state (장기 상태) : cell state update

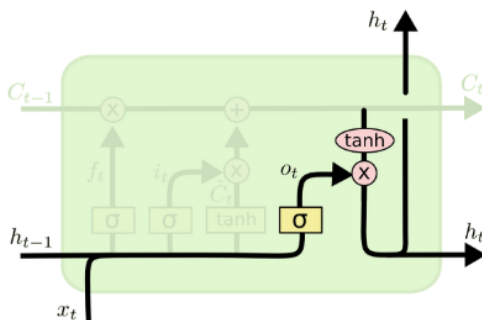


LSTM의 cell state 업데이트

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t$$

우선 이전 state에 f_t 를 곱해서 가장 첫 단계에서 잊어버리기로 정했던 것들을 진짜로 잊어버린다. 그리고 나서 $i_t * \tilde{C}_t$ 를 더한다. 이 값은 input gate layer 단계에서 업데이트하기로 한 값을 얼마나 업데이트할 지 정한 만큼 scale한 것.

4. output gate layer와 hidden state(단기 상태) : 무엇을 output으로 내보낼지 정함



LSTM의 output gate layer

$$o_t = \sigma(W_o [h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t)$$

o_t : x_t 와 h_{t-1} 가 MLP와 시그모이드 함수를 거쳐 cell state의 어느 부분을 output으로 내보낼지 결정

h_t : C_t 가 tanh를 거쳐 $-1 \sim 1$ 의 값을 받은 뒤, 이전에 계산된 o_t 와 곱해준다. \rightarrow output으로 보내고 자 하는 부분만 내보낼 수 있게됨

참조

- <https://wikidocs.net/22888>
- <https://dgkim5360.tistory.com/entry/understanding-long-short-term-memory-lstm-kr>