

Recurrent Neural Networks & Long Short-Term Memory models

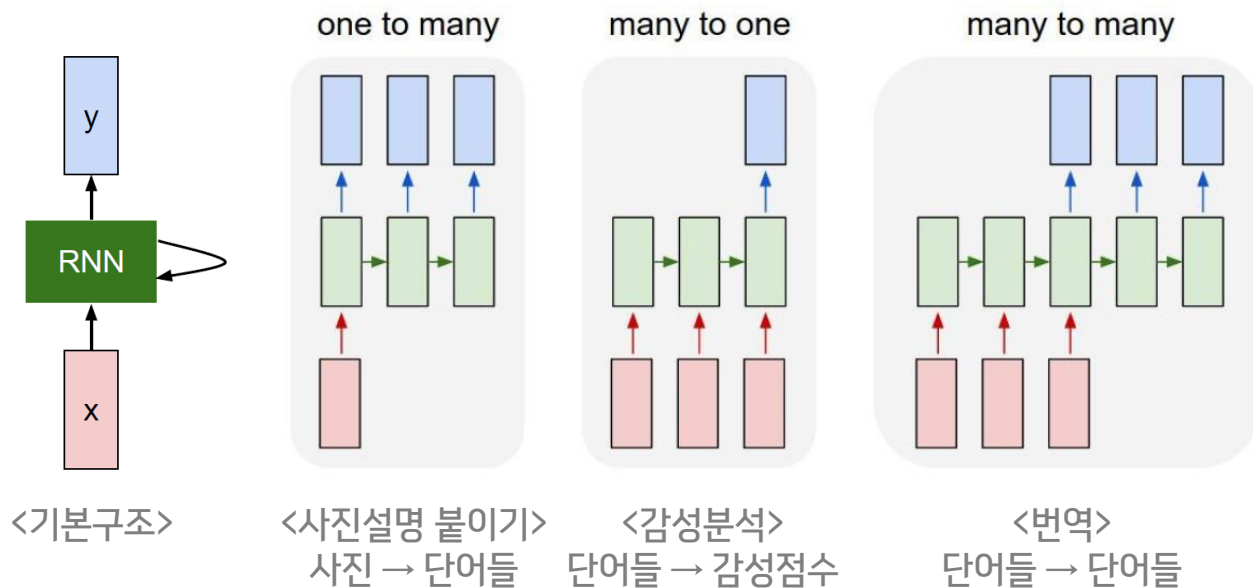
석사과정 이기창

목차

- RNN
- LSTM
- Tutorial1 - Character-level Model
- Tutorial2 - Image captioning

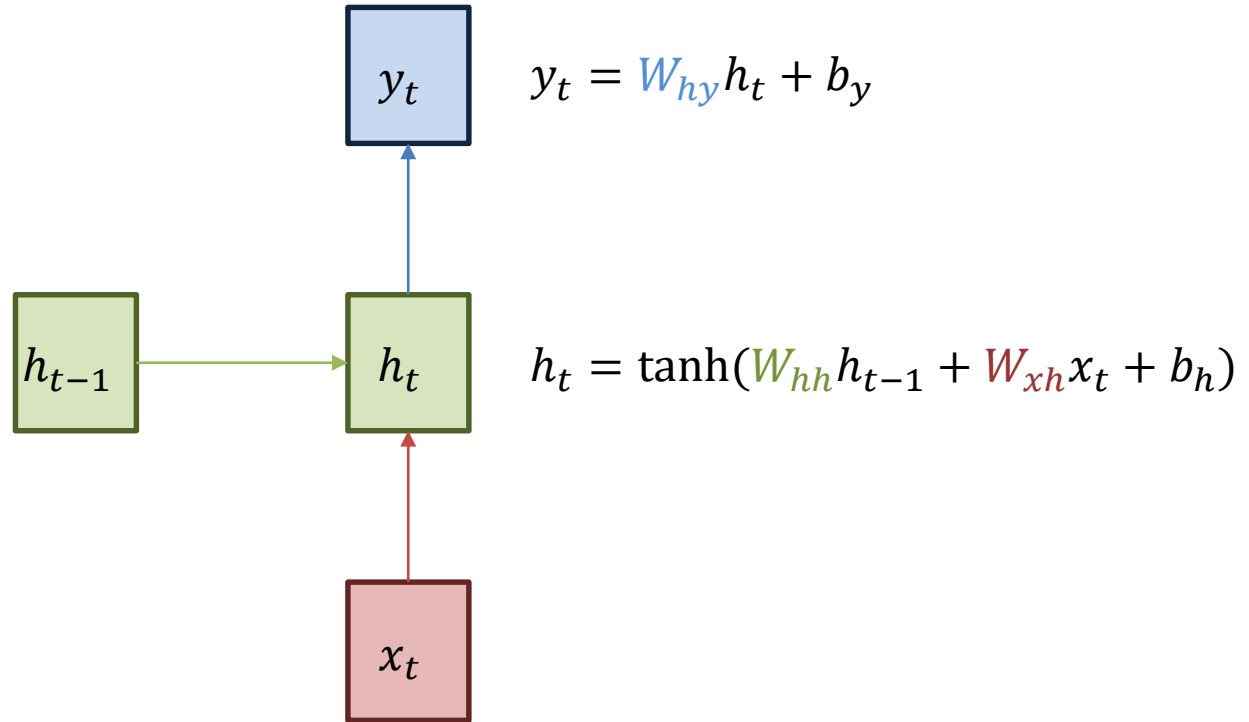
❖ Recurrent Neural Networks (순환신경망)

- 히든 노드가 directed cycle을 형성하는 인공신경망의 한 종류
- 음성, 문자 등 순차적으로 등장하는 데이터 처리에 적합
- 다양하고 유연하게 네트워크 구성 가능



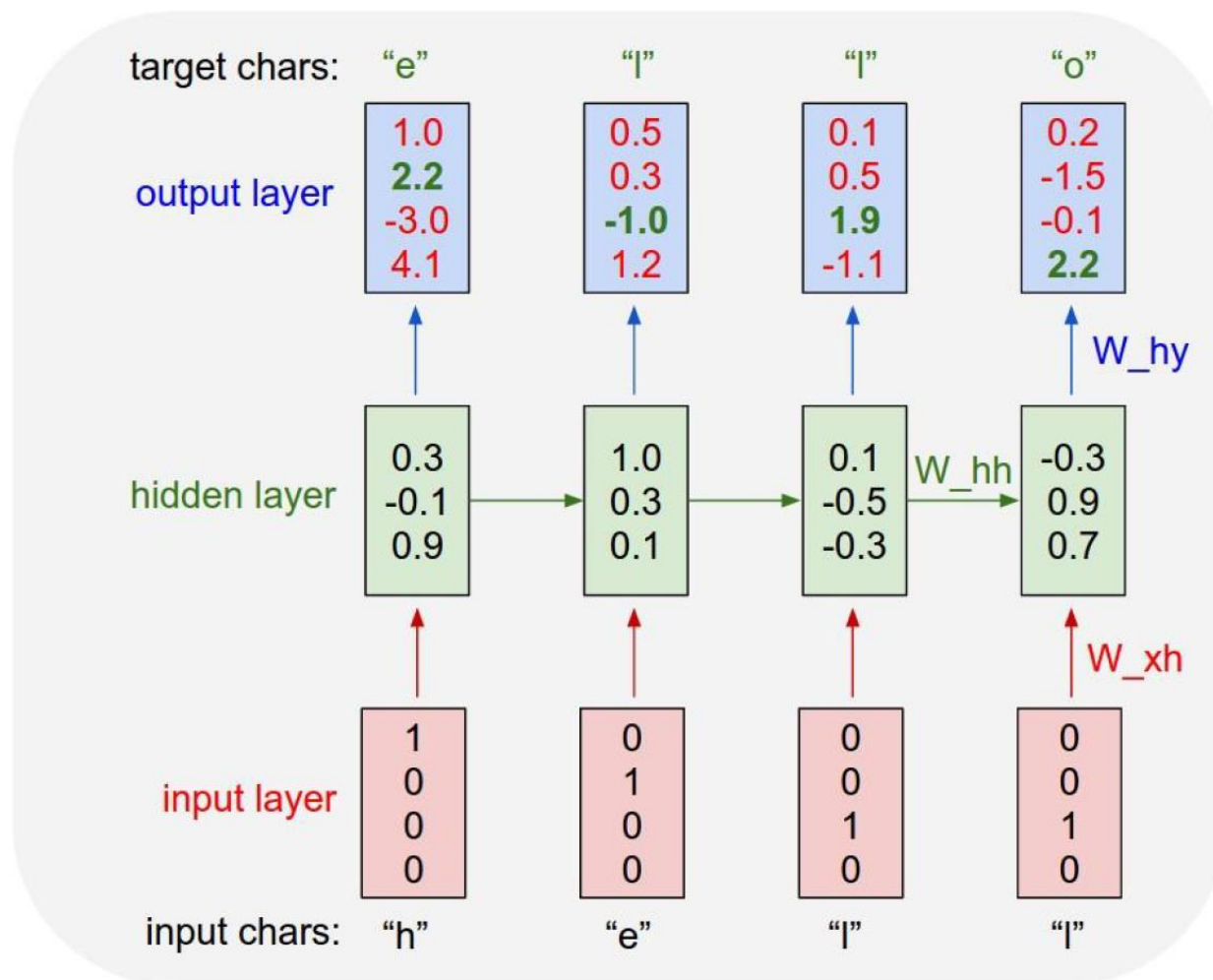
RNN

❖ RNN의 기본 동작



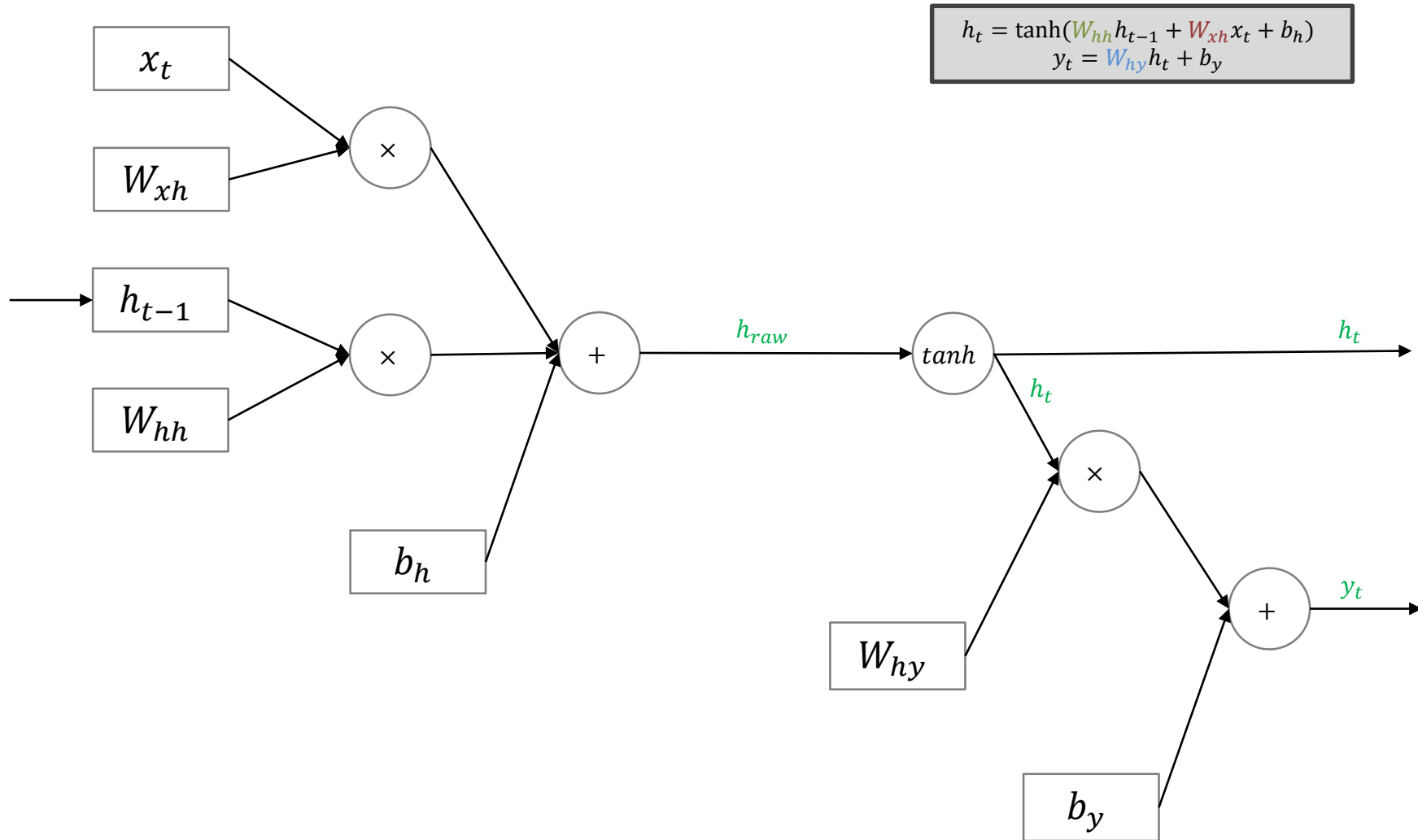
RNN

❖ RNN의 기본 동작



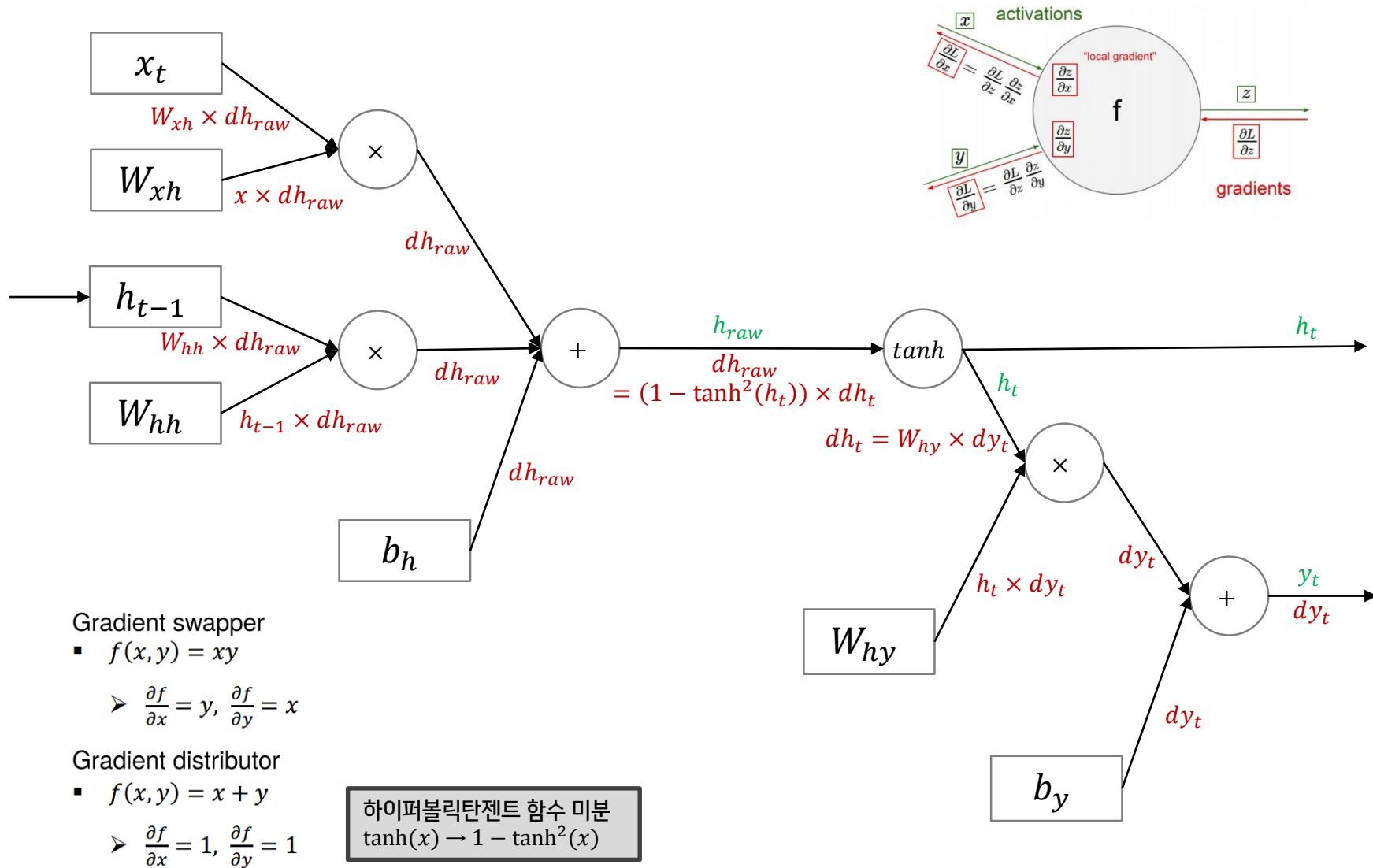
RNN

❖ RNN의 forward pass



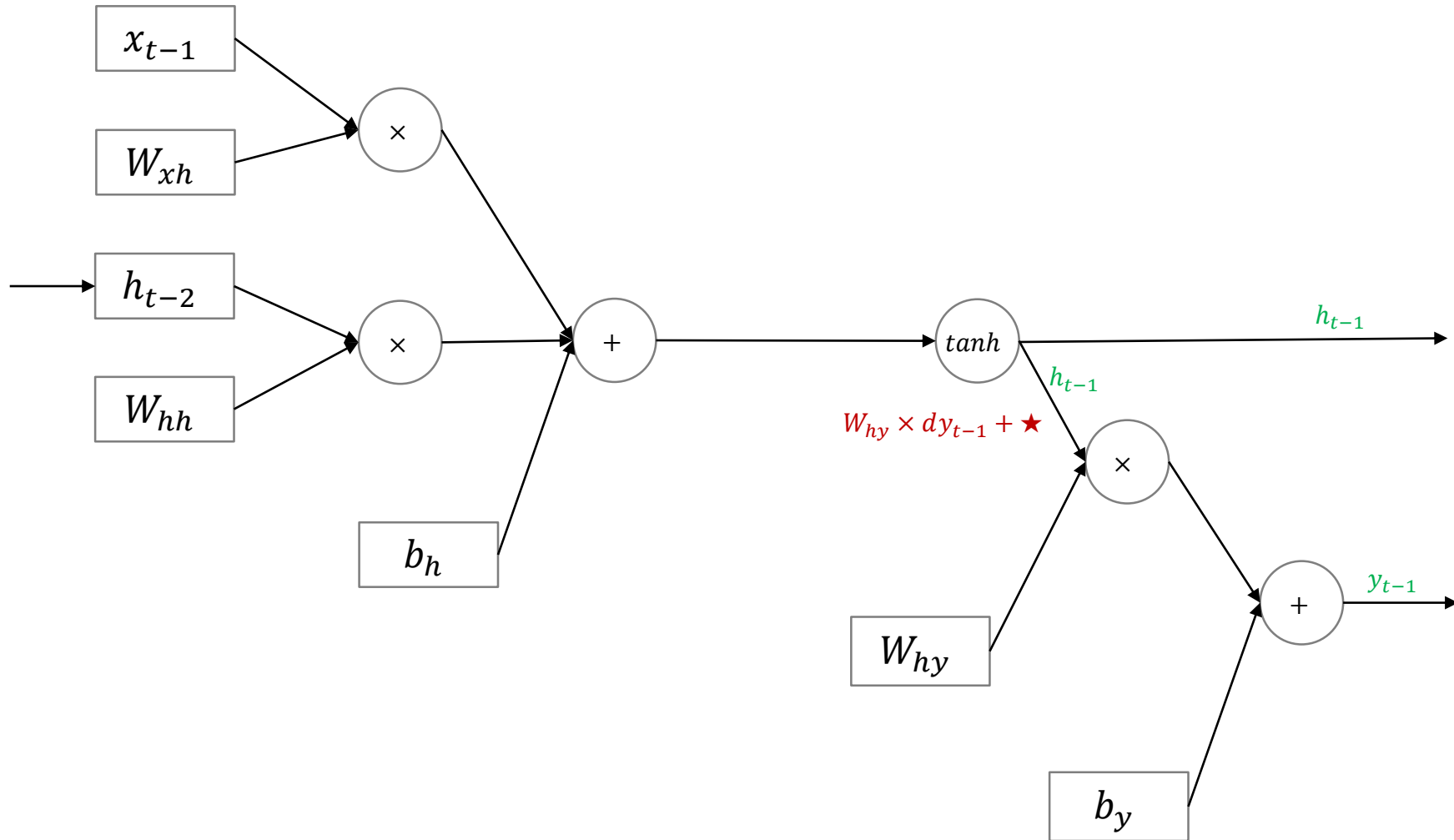
RNN

❖ RNN의 backward pass



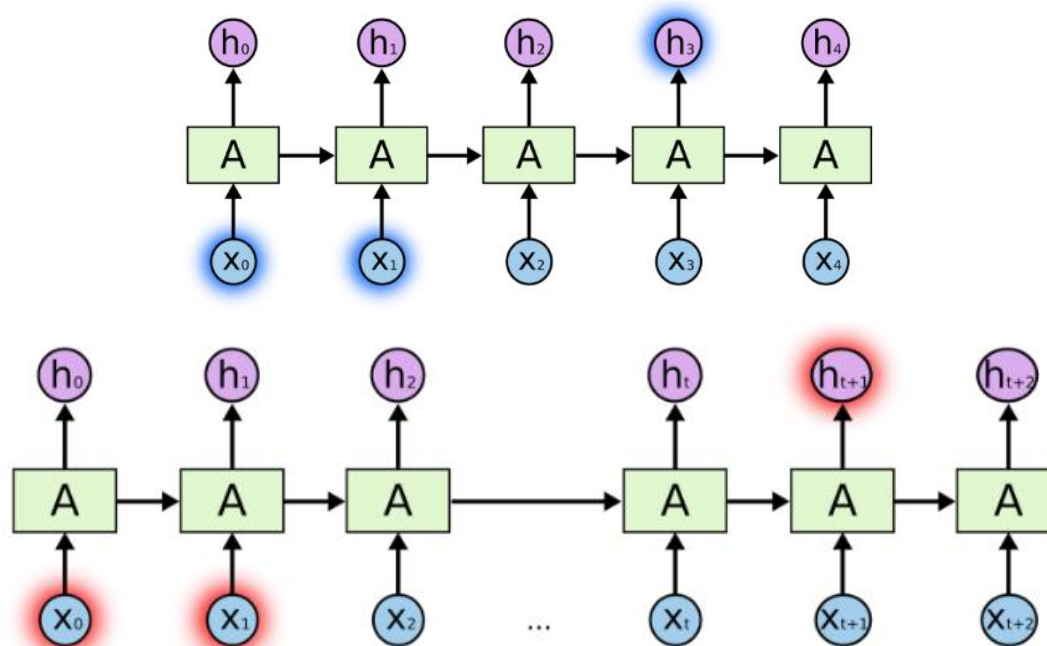
RNN

❖ RNN의 backward pass



❖ Long Short-Term Memory models

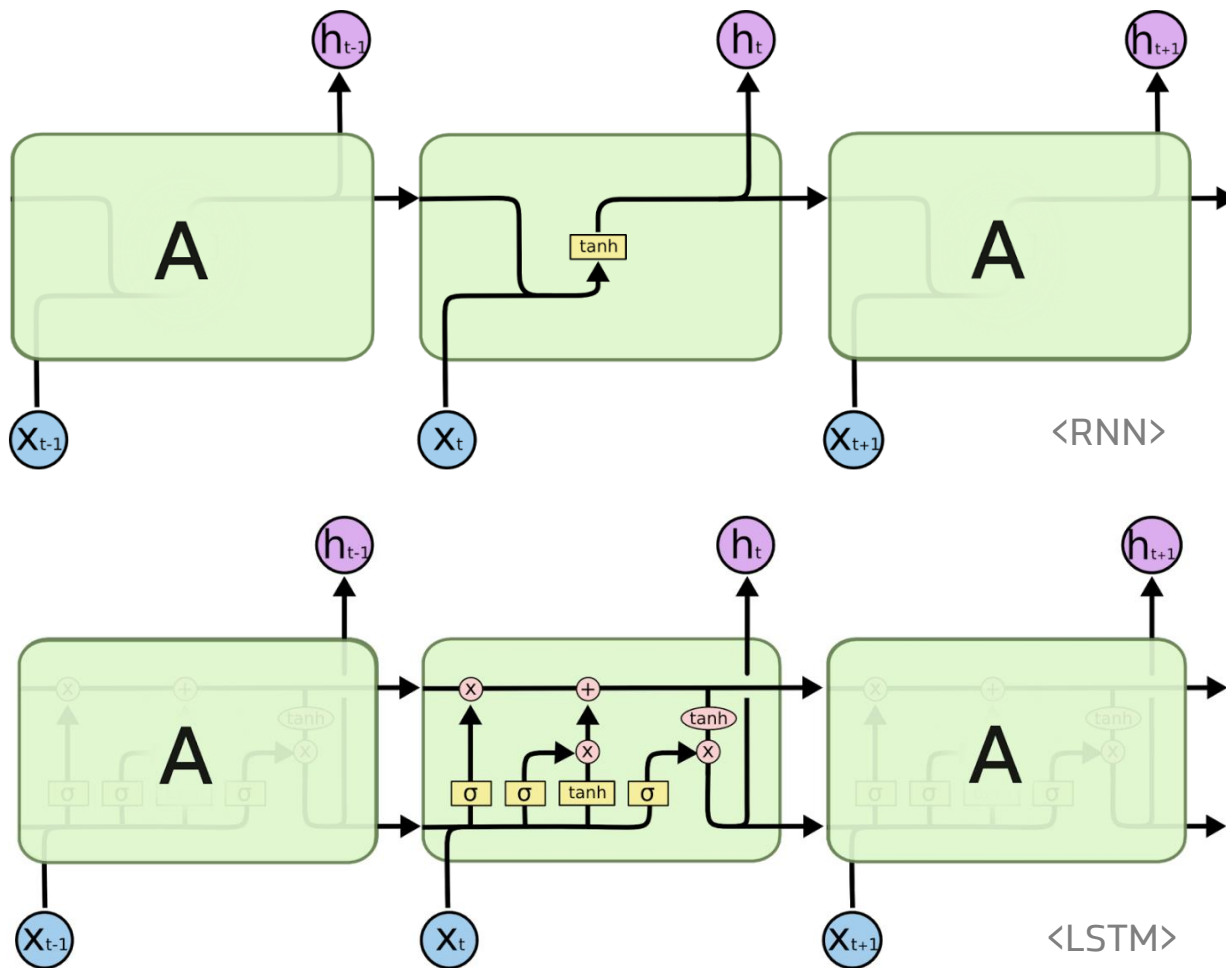
- Vanishing gradient problem을 극복하기 위한 RNN의 일종
- Hidden state + cell state



<관련 정보와 그 정보를 사용하는 지점 사이 거리가 멀 경우 RNN 학습능력 저하>

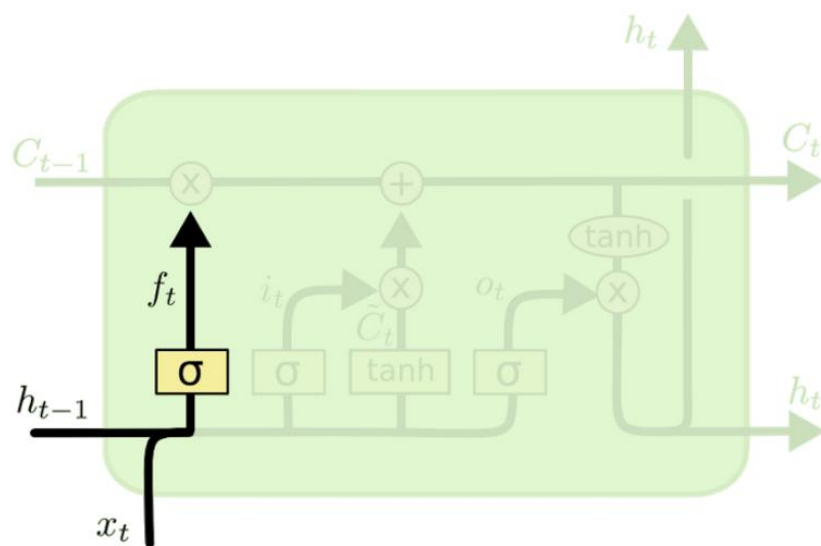
LSTM

❖ LSTM의 기본 동작

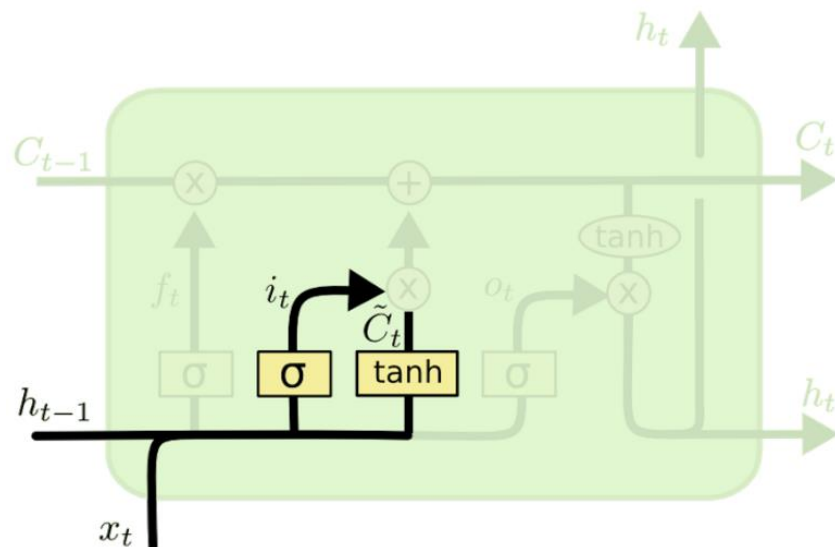


LSTM

❖ LSTM의 기본 동작



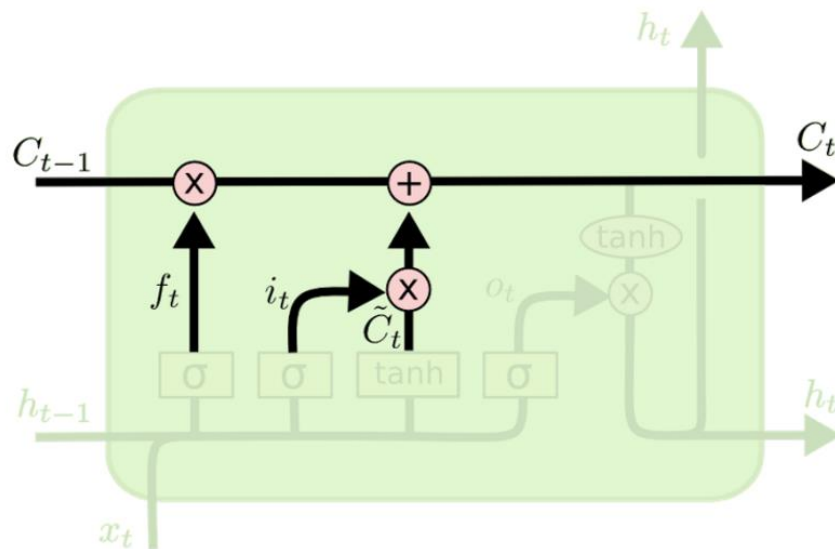
<forget gate>



<input gate>

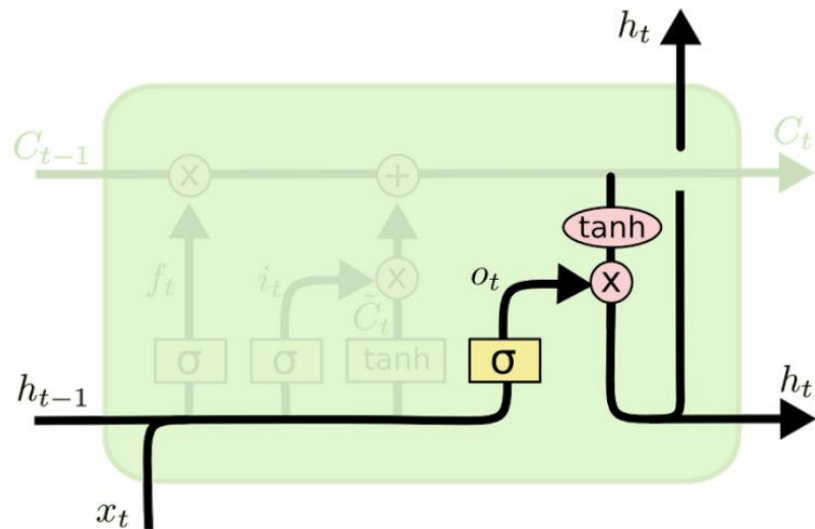
LSTM

❖ LSTM의 기본 동작



<cell state update>

$$c_t = f_t \times c_{t-1} + i_t \times g_t$$

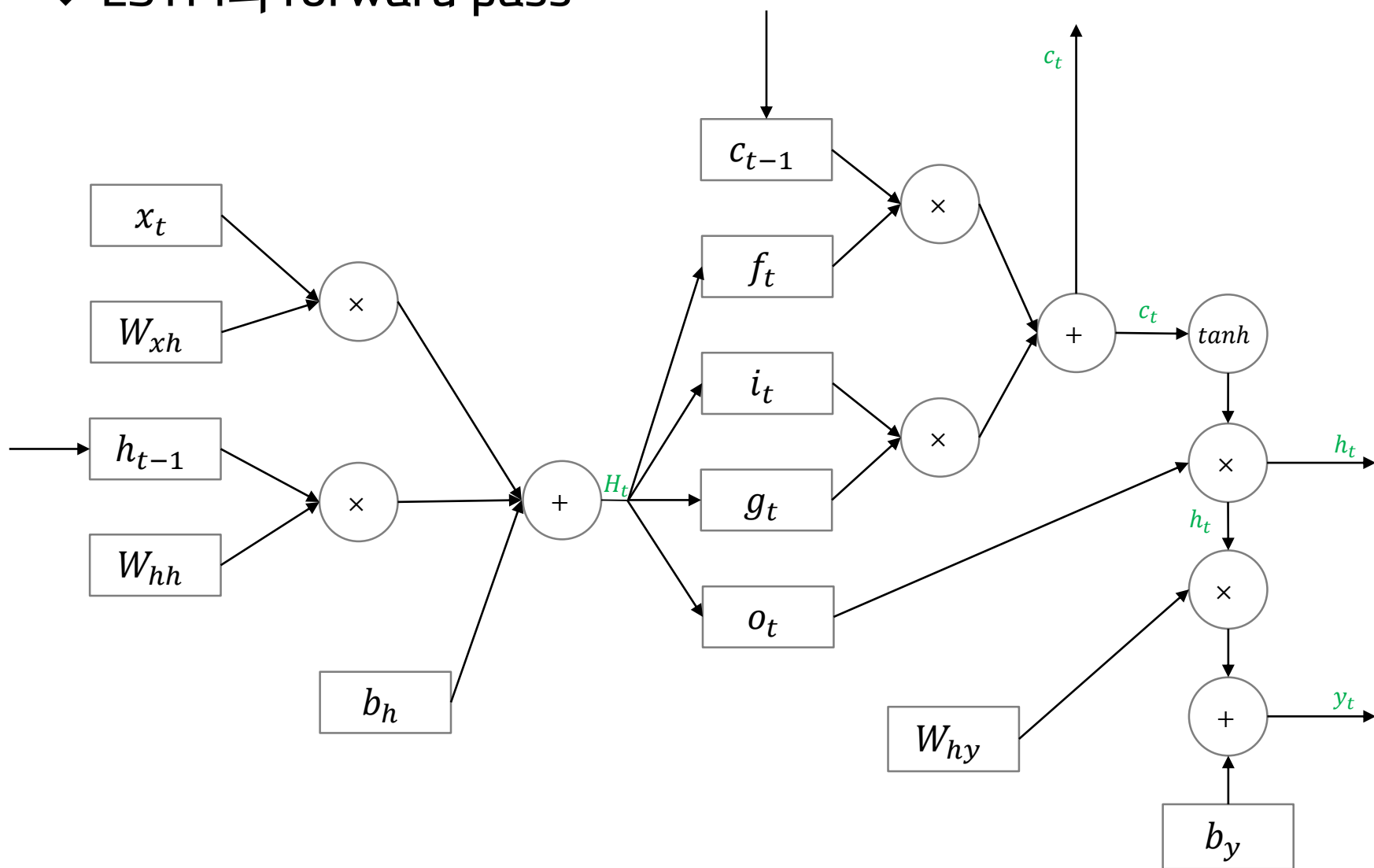


<hidden state update>

$$h_t = o_t \times \tanh(c_t)$$

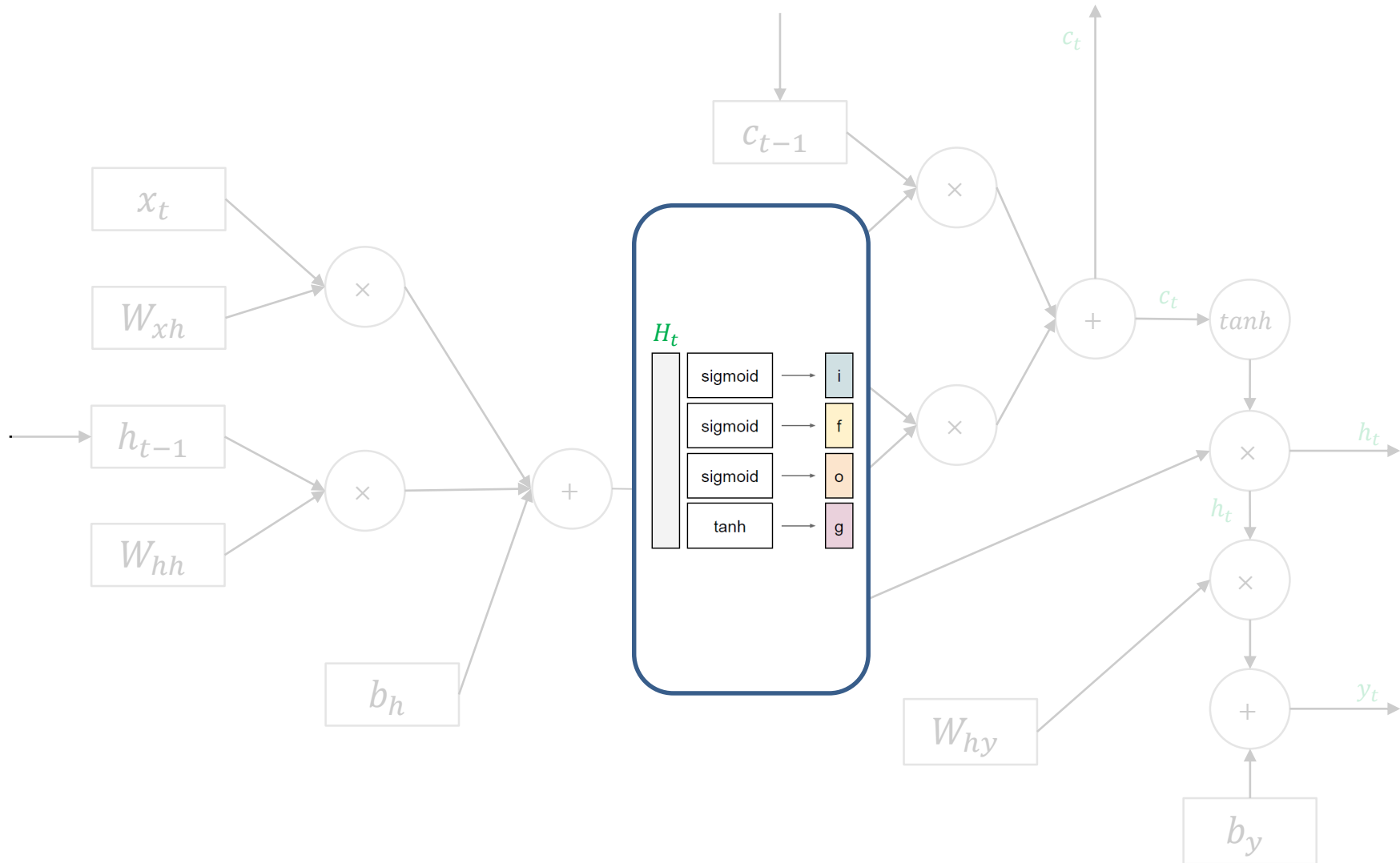
LSTM

❖ LSTM의 forward pass



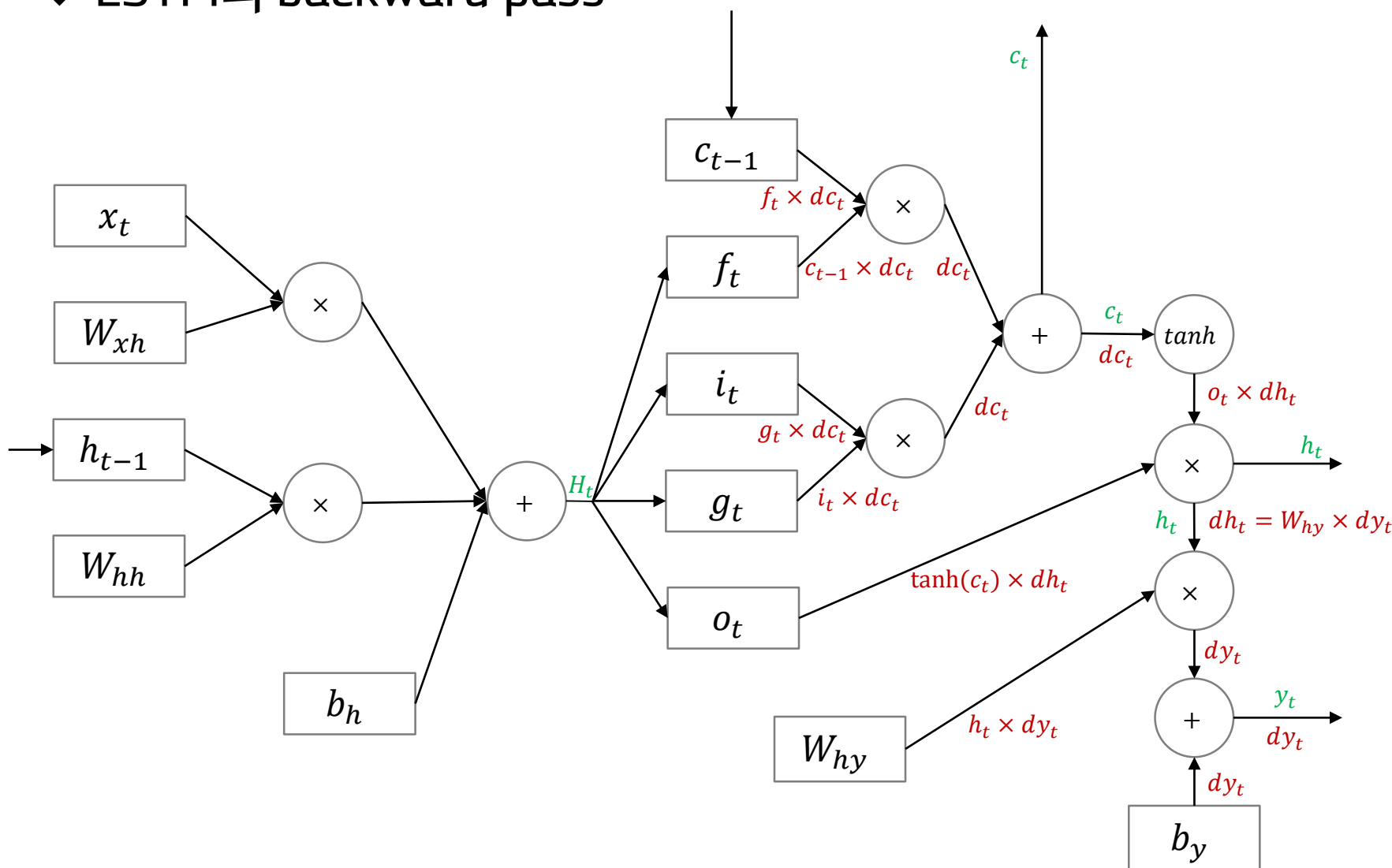
LSTM

❖ LSTM의 forward pass



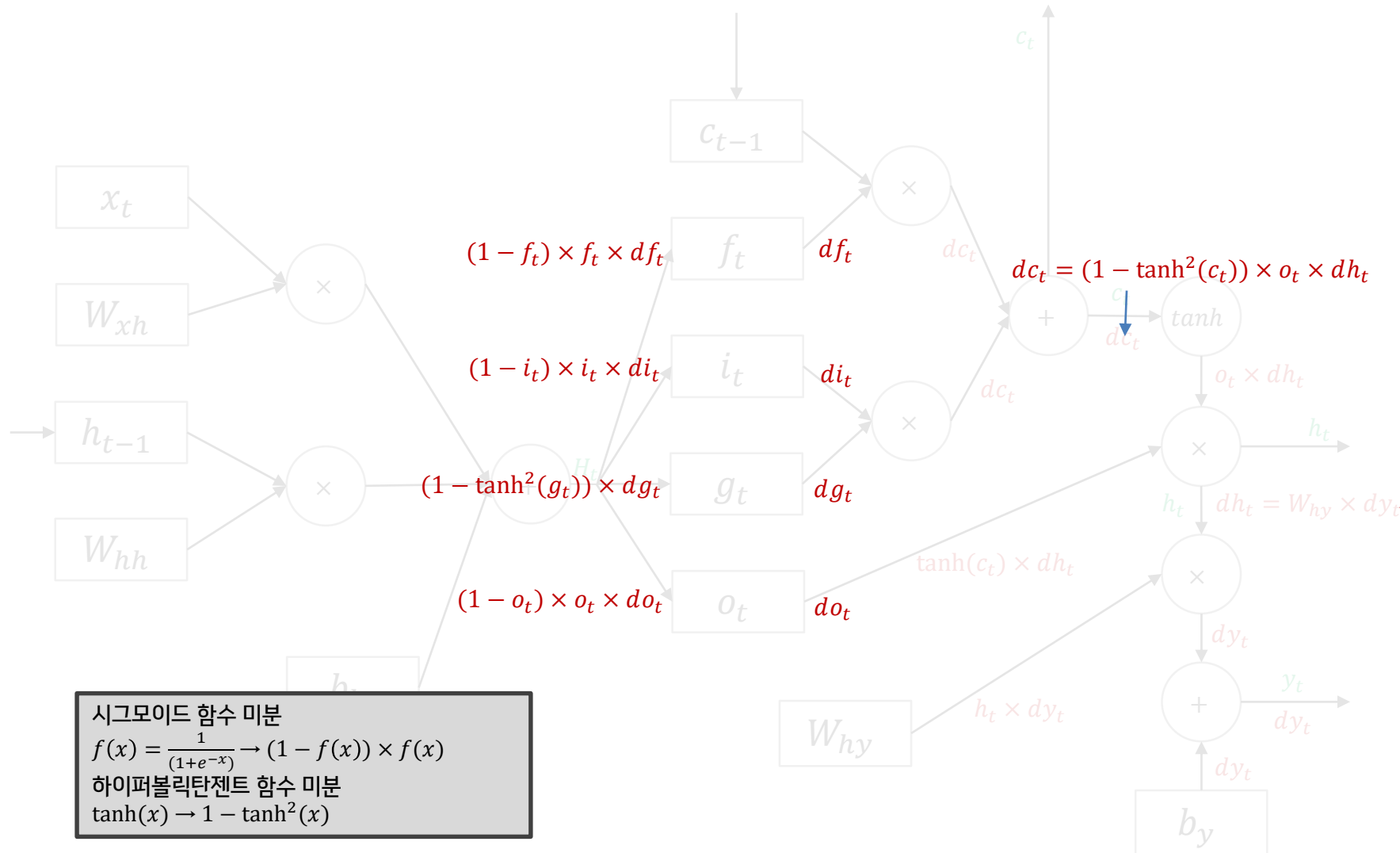
LSTM

❖ LSTM의 backward pass



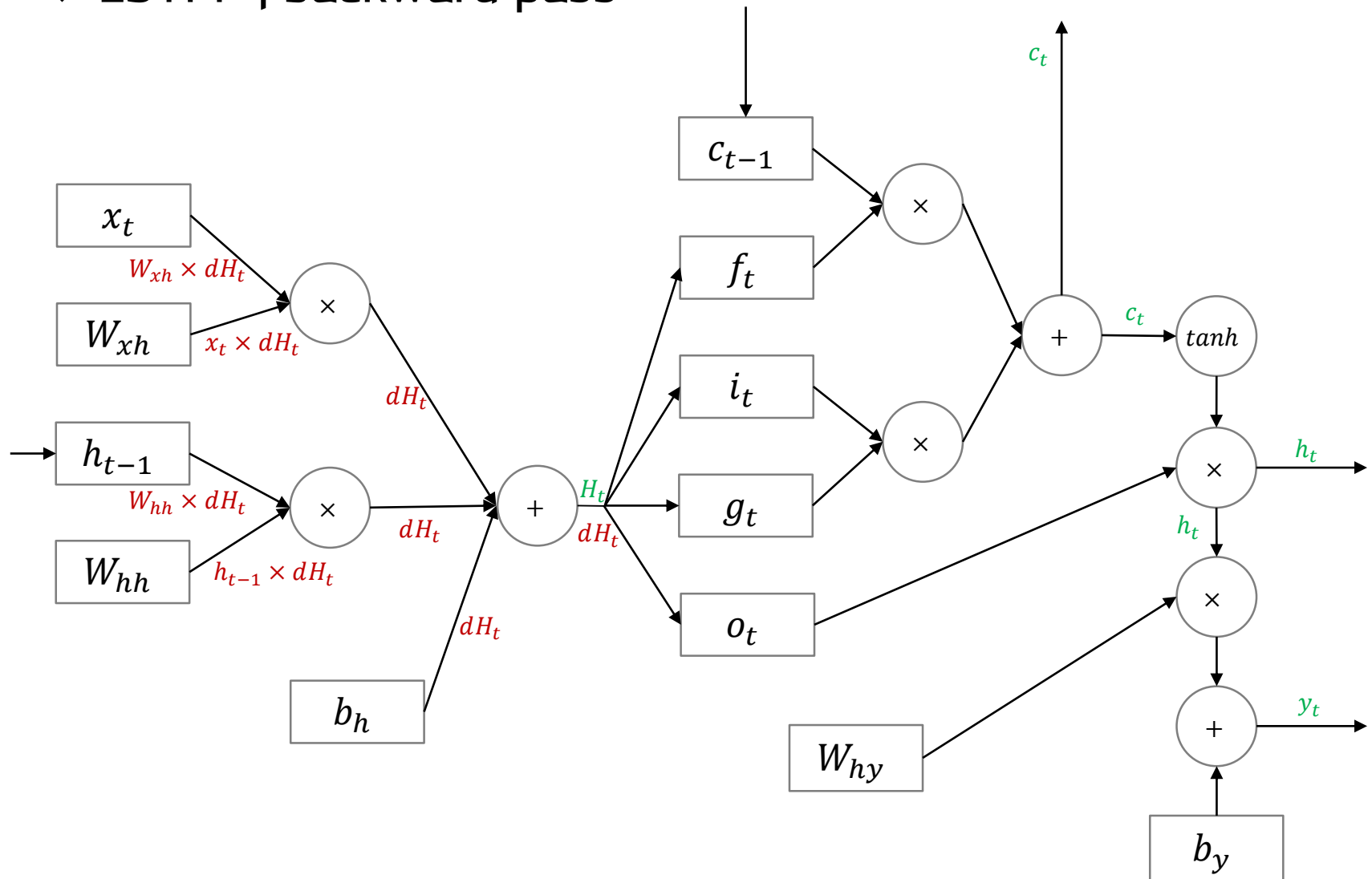
LSTM

❖ LSTM의 backward pass



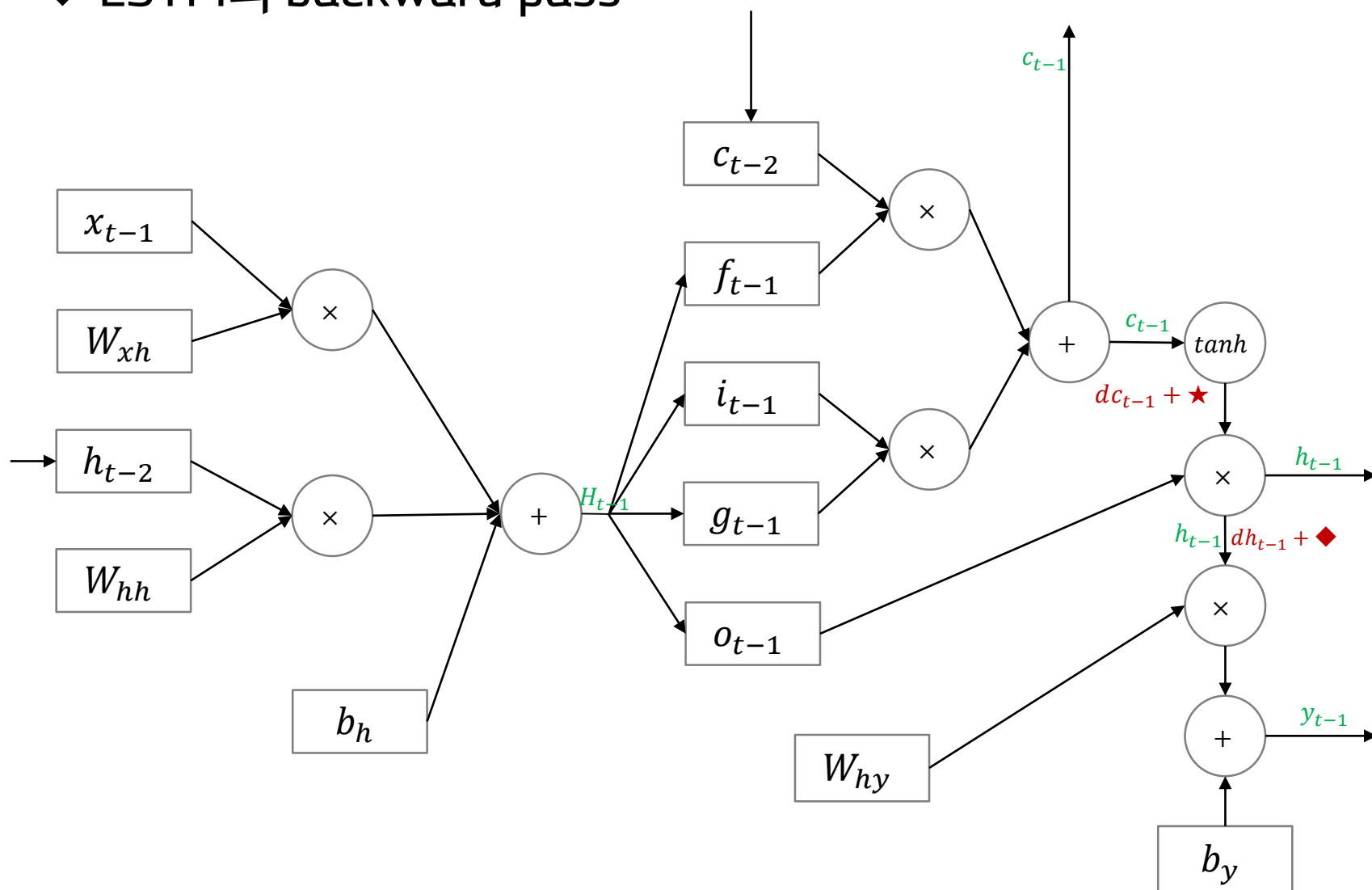
LSTM

❖ LSTM의 backward pass



LSTM

❖ LSTM의 backward pass



Character-level Model

❖ LSTM 코드

```
def lossFun(inputs, targets, hprev, cprev):
    xs, hs, cs, is_, fs, os, gs, ys, ps = {}, {}, {}, {}, {}, {}, {}, {}, {}
    hs[-1] = np.copy(hprev)
    cs[-1] = np.copy(cprev)
    loss = 0
    H = hidden_size
    # forward pass (compute loss)
    for t in range(len(inputs)):
        xs[t] = np.zeros((vocab_size, 1)) # encode in 1-of-k representation
        xs[t][inputs[t]] = 1
        tmp = np.dot(Wxh, xs[t]) + np.dot(Whh, hs[t - 1]) + bh # hidden state
        is_[t] = sigmoid(tmp[:H])
        fs[t] = sigmoid(tmp[H:2 * H])
        os[t] = sigmoid(tmp[2 * H:3 * H])
        gs[t] = np.tanh(tmp[3 * H:])
        cs[t] = fs[t] * cs[t-1] + is_[t] * gs[t]
        hs[t] = os[t] * np.tanh(cs[t])
        ys[t] = np.dot(Why, hs[t]) + by # unnormalized log probabilities for next chars
        ps[t] = np.exp(ys[t]) / np.sum(np.exp(ys[t])) # probabilities for next chars
        loss += -np.log(ps[t][targets[t], 0]) # softmax (cross-entropy loss)
```

Character-level Model

❖ LSTM 코드

```
# backward pass: compute gradients going backwards
dWxh, dWhh, dWhy = np.zeros_like(Wxh), np.zeros_like(Whh), np.zeros_like(Why)
dbh, dby = np.zeros_like(bh), np.zeros_like(by)
dhnext, dcnext = np.zeros_like(hs[0]), np.zeros_like(hs[0])
for t in reversed(range(len(inputs))):
    dy = np.copy(ps[t])
    dy[targets[t]] -= 1 # backprop into y
    dWhy += np.dot(dy, hs[t].T)
    dby += dy
    dh = np.dot(Why.T, dy) + dhnext # backprop into h
    dc = dcnext + (1 - np.tanh(cs[t]) * np.tanh(cs[t])) * dh * os[t]
    dcnext = dc * fs[t]
    di = dc * gs[t]
    df = dc * cs[t-1]
    do = dh * np.tanh(cs[t])
    dg = dc * is_[t]
    ddi = (1 - is_[t]) * is_[t] * di
    ddf = (1 - fs[t]) * fs[t] * df
    ddo = (1 - os[t]) * os[t] * do
    ddg = (1 - np.tanh(gs[t]) * np.tanh(gs[t])) * dg
    da = np.hstack((ddi.ravel(), ddf.ravel(), ddo.ravel(), ddg.ravel()))
    dWxh += np.dot(da[:, np.newaxis], xs[t].T)
    dWhh += np.dot(da[:, np.newaxis], hs[t-1].T)
    dbh += da[:, np.newaxis]
    dhnext = np.dot(Whh.T, da[:, np.newaxis])
return loss, dWxh, dWhh, dWhy, dbh, dby, hs[len(inputs) - 1], cs[len(inputs) - 1]
```

Character-level Model

❖ 실험 설계

- 데이터 : 이광수 장편소설 ‘무정’ (총 32만3660 어절, 1680개 단어)
- 특징 : 1917년 작품이라 한자어가 많이 쓰였음, 큰따옴표와 줄바꿈을 포함한 대화체 문장이 많으며, 중고교생 대상으로 읽히는 작품이라 중간중간 괄호 속에 편집자 주석이 끼어 있음
- Input/Target : 글자 단위 one-hot-encoding
- Parameter : hidden size=100 / learning rate = 0.1

형식은, 아뿔싸! 내가 어찌하여 이러한 생각을 하는가, 내 마음이 이렇게 약하던가 하면서 두 주먹을 불끈 쥐고 전신에 힘을 주어 이러한 약한 생각을 떼어 버리려 하나, 가슴속에는 이상하게 불길이 확확 일어난다. 이때에, “미스터 리, 어디로 가는가” 하는 소리에 깜짝 놀라 고개를 들었다. (중략) 형식은 얼마큼 마음에 수치한 생각이 나서 고개를 돌리며, “아직 그런 말에 익숙지를 못해서.....” 하고 말끝을 못 맺는다. “대관절 어디로 가는 길인가? 급지 않거든 점심이나 하세그려.” “점심은 먹었는걸.” “그러면 맥주나 한잔 먹지.” “내가 술을 먹는가.” (중략) “요— 오메데토오(아— 축하하네). 이이나즈케(약혼한 사람)가 있나 보네그려. 음 나루호도(그러려니). 그러구도 내게는 아무 말도 없단 말이야. 예, 여보게” 하고 손을 후려친다.

Character-level Model

❖ 실험 결과

Iter 0 : 랫萬게좁늬쁠름곤玄큰작발裸觀갈나말文플조바능형伍下잇별홀툭뤼혈調記운피悲럽司狼독벗칼뚝견착날完갓老
엇낫業4改‘촉수롸낫깁잇좁죽道년友련친씩앗웅타雲채發造거크휘탁亨律與命텐암먼형평琵琶落유 리벤産이馨텐

Iter 1300 : 를 옷 사가 려만다밤 말어변 대니 심로 려이, 순 과 이을 죄사글를 . 사람을 영채와 이니아베을 니러, 다가 달고 면
를 아잘 하 기 성구을 을 실통으루 아잠 고 이 그와 매못 더 (띄어쓰기)

Iter 4900 : 를 왔다내 루방덩이종 은 열에는 집어흔영채는 아무 우선을 에서가며 건들하아버전은 애양을 자에 운 모양이
랴다. 은 한다선과 ‘마는 .식세식가들어 ,
형식다
“내었다.있이 문 (줄바꿈)

Iter 100000 : 면서 치현분들더 중 한통 선교자다.
“처럼 우셨다시사..... 것이 말사도? 여자려겠습니까” 하는 마음(裸生)은 이런 적드렸다. 그 말이 얼굴이 딸로 나고 얼굴이 마
음불 하고 따라 선

Iter 300000 : 씌었다. 선형은 형식의 형식은 빛이 가슴을 오고 걸현감에는 일이 는 눈과 의고 아이양어 알로 자기의 구원
을 내어려가 여러 짓을 패쳐게 안아 말고였는 악한 순간에 속으로 두 학교에

Iter 500000 : 본다. 성학과 평양으로 새로도 처음의 타던 공격하였다. ‘영채의 꿈인의 생각을 하면 때에 기생의 이는 것 보
더니 나는 듯이 제인 소세건과 영채의 모양이를 대하였다. 형식을 생각하여

Iter 750000 : 으로 유안하였다. 더할까 하는 세상이 솔이요, 알고 게식도 들어울는 듯하였다. 태에그려 깔깔고 웃는 듯이
흔반다. 우선형은 사람을 어려보낸다.
“그려가?” (간접 인용)
한다. 영채는 손을 기쁘

Iter 1000000 : 에 돌내면서,
“여러 넣어오습데다. 그 말대 아무도 좀 집림과 시오 백매, 저는 열녀더러, 기런 소년이가 아니라.”
“어리지요.”
노파도 놀라며,
“저희마다가 말없습니까.”
“아니 (대화체)

Character-level Model

❖ 갓파시의 실험들

"You mean to imply that I have nothing to eat out of.... On the contrary, I can supply you with everything even if you want to give dinner parties," warmly replied Chichagov, who tried by every word he spoke to prove his own rectitude and therefore imagined Kutuzov to be animated by the same desire.

Kutuzov, shrugging his shoulders, replied with his subtle penetrating smile: "I meant merely to say what I said."

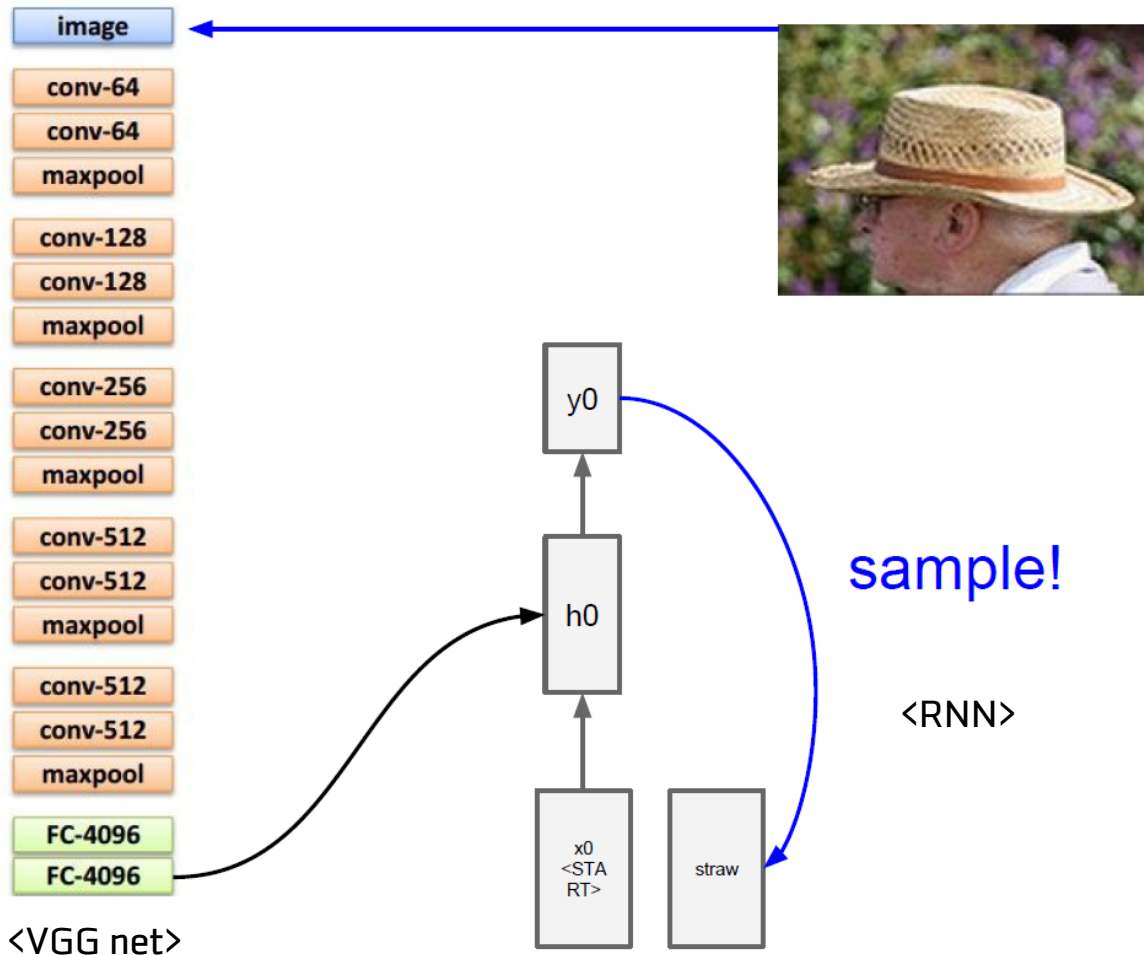
<quote detection cell>

The sole importance of the crossing of the Berezina lies in the fact that it plainly and indubitably proved the fallacy of all the plans for cutting off the enemy's retreat and the soundness of the only possible line of action--the one Kutuzov and the general mass of the army demanded--namely, simply to follow the enemy up. The French crowd fled at a continually increasing speed and all its energy was directed to reaching its goal. It fled like a wounded animal and it was impossible to block its path. This was shown not so much by the arrangements it made for crossing as by what took place at the bridges. When the bridges broke down, unarmed soldiers, people from Moscow and women with children who were with the French transport, all--carried on by vis inertiae--pressed forward into boats and into the ice-covered water and did not, surrender.

<line length tracking cell>

Image Captioning

❖ 실험 설계



test image

데이터셋 : Microsoft COCO
설명어 달린 사진 12만장
(학습 8만장, 검증 4만장)

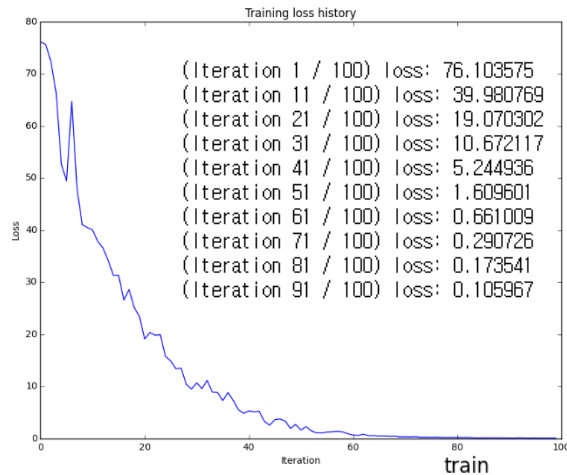
sample!

<RNN>

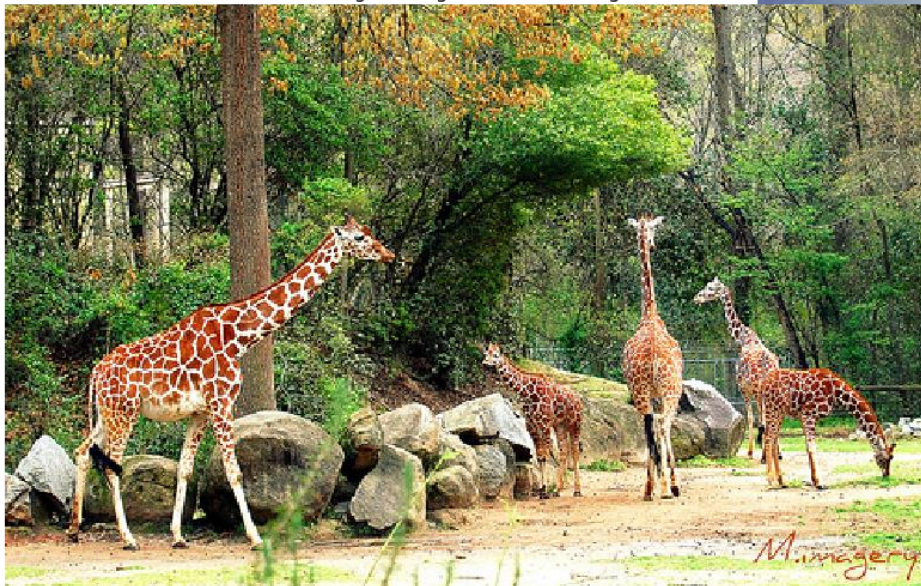
<VGG net>

Image Captioning

❖ 실험 결과



beautiful giraffes graze in the lush green forest <END>
GT:<START> beautiful giraffes graze in the lush green forest <END>



train
a white and blue bus parked on the side of the road <END>
GT:<START> a white and blue bus parked on the side of the road <END>

