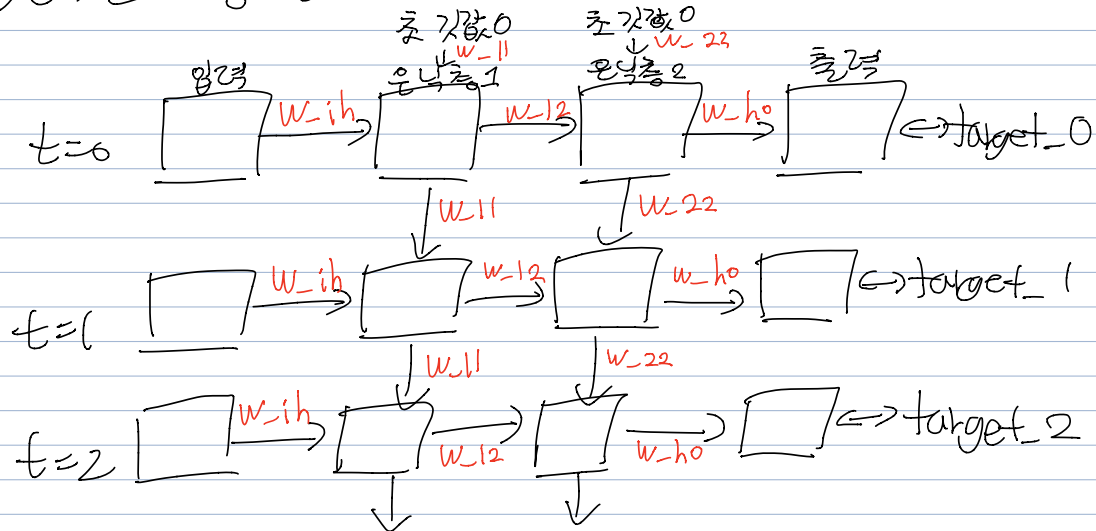


## Chapter 6. 순환신경망

### 6.2 순환 신경망의 작동 원리

일반적인 인공 신경망에 순환성을 추가한다.



**시간에 따른 역전파(BPTT):** 모든 값이 계산되면, 모델을 학습하기 위해 결과값과 목표값의 차이를 손실함수를 통해 계산하고 역전파해야 하는데 기존의 역전파와 다르게 계산에 사용된 시간의 순서 영향을 받기 때문에 그 시간 전체에 대해 역전파해야 함  
 $\Rightarrow$  손실을 입력과 은닉층들 사이의 가중치로 미분하여 손실에 대한 각각의 비중을 구해 업데이트한다.

$$O = w_{ho} \times h_{2out} + bias$$

$$h_{2out} = \tanh(w_{12} \times h_1 + w_{22} \times h_{2t=1} + bias)$$

$$h_{1out} = \tanh(w_{ih} \times i + w_{11} \times h_{1t=0} + bias)$$

$$h_{2in} = W_{12} \times h_1 + W_{22} \times h_{2t-1} + b_{bias}$$

$$h_{1in} = W_{11} \times i + W_{12} \times h_{2t-1} + b_{bias}$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial W_{22}} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial h_{2out}} \times \frac{\partial h_{2out}}{\partial h_{2in}} \times \frac{\partial h_{2in}}{\partial W_{22}} = h_{2t-1}$$

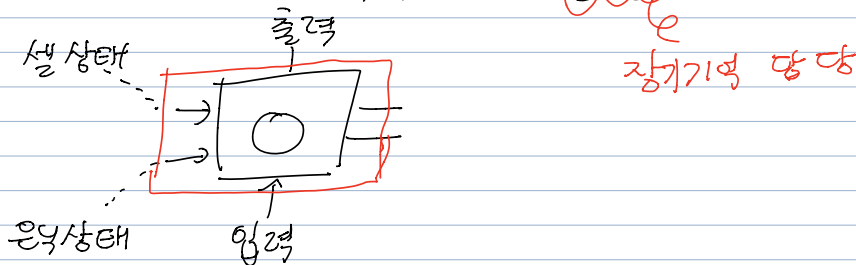
(이전 시점의 값들의  
중간으로 이루어져 있고  
내부적으로  $W_{22}$ 를  
포함하고 있기 때문에  
 $t=0$ 까지 계속 미분  
해야 함.)

## 6.4 순환신경망의 한계 및 개선방안

**기울기 손실:** 하이퍼볼릭 탄젠트 함수를 미분하면 0에서 1 사이의 값이 나오고 기울기 값이 역전파될 때 타원 시퀀스가 길어질수록 모델이 제대로 학습을 하지 못하게 됨.

### 1. LSTM (Long Short-term memory)

기존의 순환 신경망 모델에 장기기억을 담당하는 부분 추가.  
기존에는 은닉 상태만 있었다면 **셀 상태**를 추가.



**망각게이트:** 셀 상태의 값을 얼마나 잊어먹을 것인지 정하는 부분

$$f_t = \sigma(W_{if}x_t + b_{if} + W_{hf}h_{t-1} + b_{hf})$$

**입력게이트:** 어떤 정보를 얼마나 셀 상태에 새롭게 저장할 것인지 정하는 부분

$$i_t = \sigma(W_{ii}x_t + b_{ii} + W_{hi}h_{t-1} + b_{hi})$$

$$\tilde{c}_t = \tanh(W_{ic}x_t + b_{ic} + W_{hc}h_{t-1} + b_{hc})$$

$$\text{셀 상태 업데이트: } C_t = f_t \times C_{t-1} + i_t \times \tilde{C}_t$$

$$\text{은닉 상태 업데이트: } h_t = o_t \times \tanh(C_t)$$

## 2. GRU (Gated Recurrent Unit)

LSTM과 달리 셀 상태와 은닉 상태를 분리하지 않고  
은닉 상태 하나로 합침.

$$\text{업데이트 게이트: } i_t = \sigma(W_{i1}x_t + b_{i1} + W_{i2}h_{t-1} + b_{i2})$$

$$\text{리셋 게이트: } z_t = \sigma(W_{z1}x_t + b_{z1} + W_{z2}h_{t-1} + b_{z2})$$

$$\text{기준 은닉 상태를 얼마나 반영할 것인지: } \tilde{h}_t = \tanh(W_{h1}x_t + b_{h1} + r_t \times (W_{h2}h_{t-1} + b_{h2}))$$

$$\text{새로운 은닉 상태 } h_t = (1 - z_t) \times \tilde{h}_t + z_t \times h_{t-1}$$

## 3. 임베딩

알파벳이나 단어 같은 기호 단위 요소들을 일정한 길이를  
가지는 벡터 공간에 투영하는 것

**wordvec**: 단어들을 벡터화하는 것

1) CBOW 방식: 주변 단어로부터 가운데 들어갈 단어가  
나오도록 임베딩하는 방식

2) Skip-gram 모델: 중심 단어로부터 주변 단어들이 나오도록  
모델을 학습하여 임베딩 벡터를 얻는 방식

`torch.nn.Embedding`