

単純再帰型ニューラルネットワークSRN

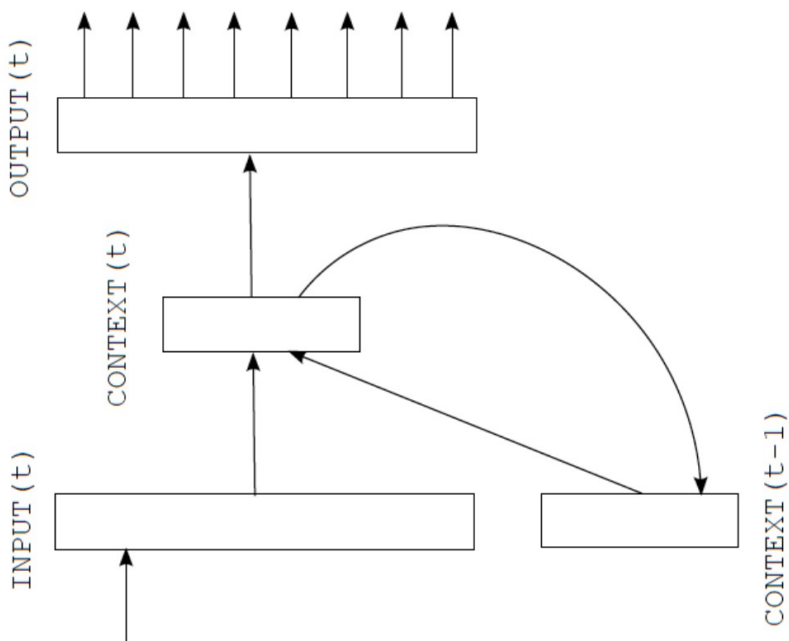
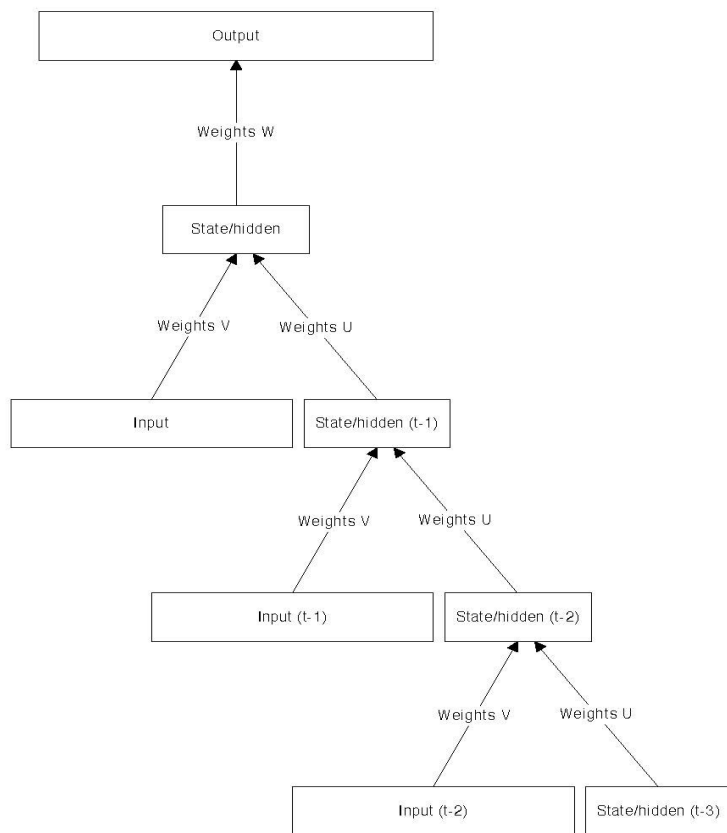


Figure 1: Simple recurrent neural network.

Mikolov (2010) Fig. 1

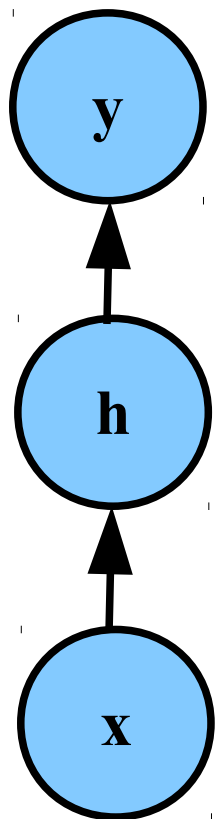
単純再帰型ニューラルネットワークSRN



Booden (2001) Fig. 5

Figure 5: The effect of unfolding a network for BPTT ($\tau = 3$).

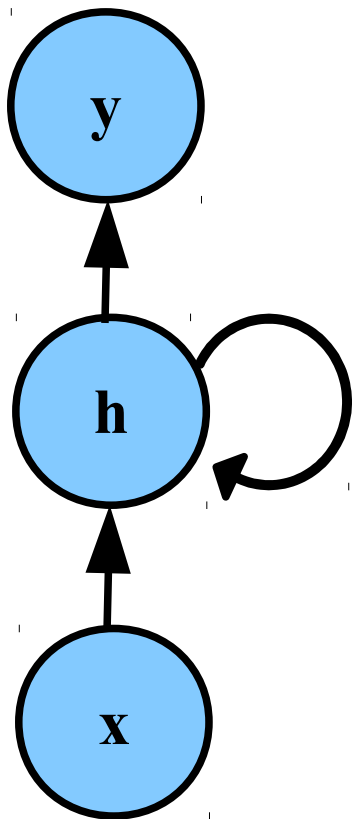
表記と基本グラフ



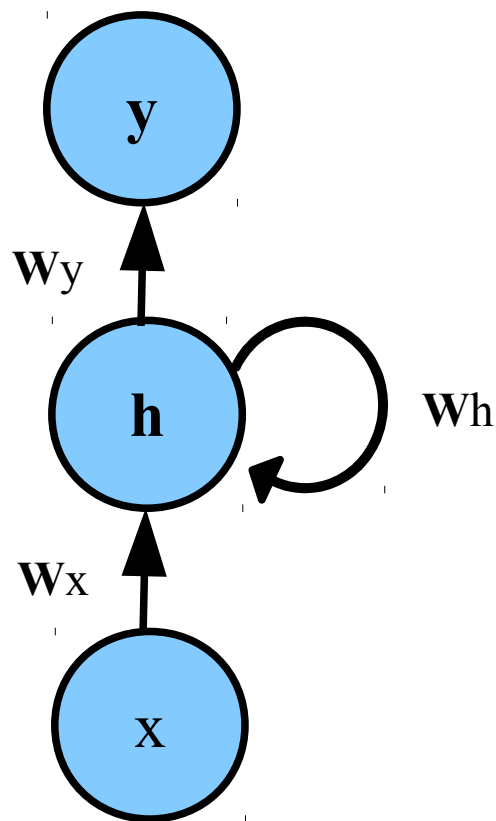
y : 出力層ニューロン

h : 中間層ニューロン

x : 入力層ニューロン



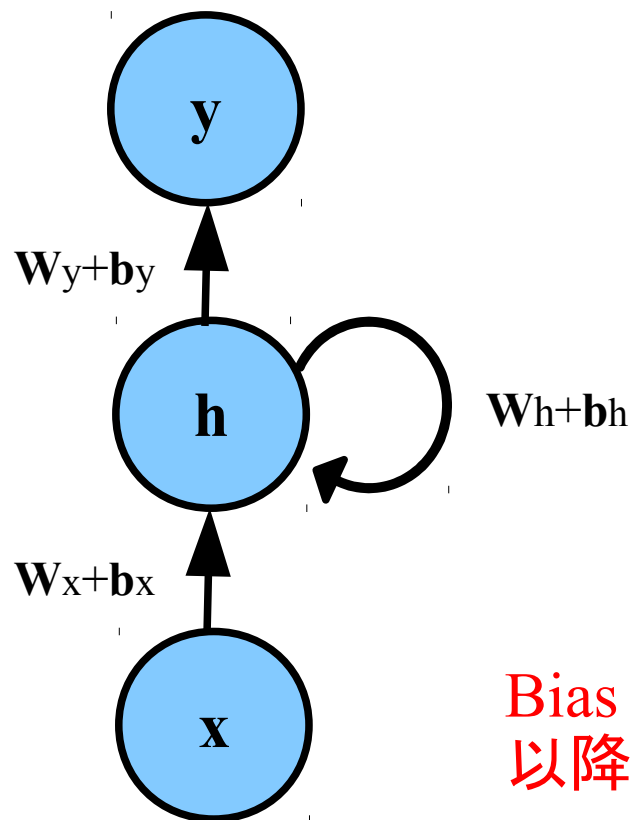
再帰結合 (recurrent connections)



w_y :結合係数行列(中間から出力)

w_h :結合係数行列(再帰結合)

w_x :結合係数行列(入力から中間)

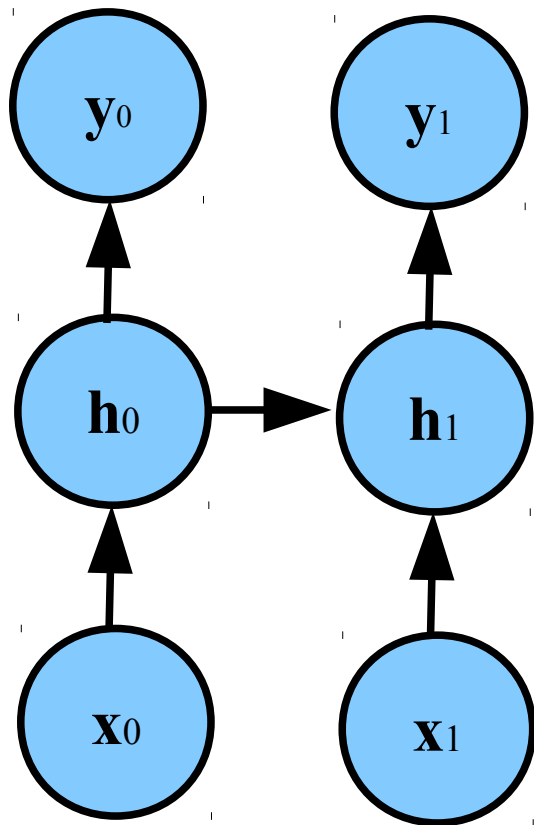


b_y : バイアス (中間から出力)

b_h : バイアス (再帰結合)

b_x : バイアス (入力から中間)

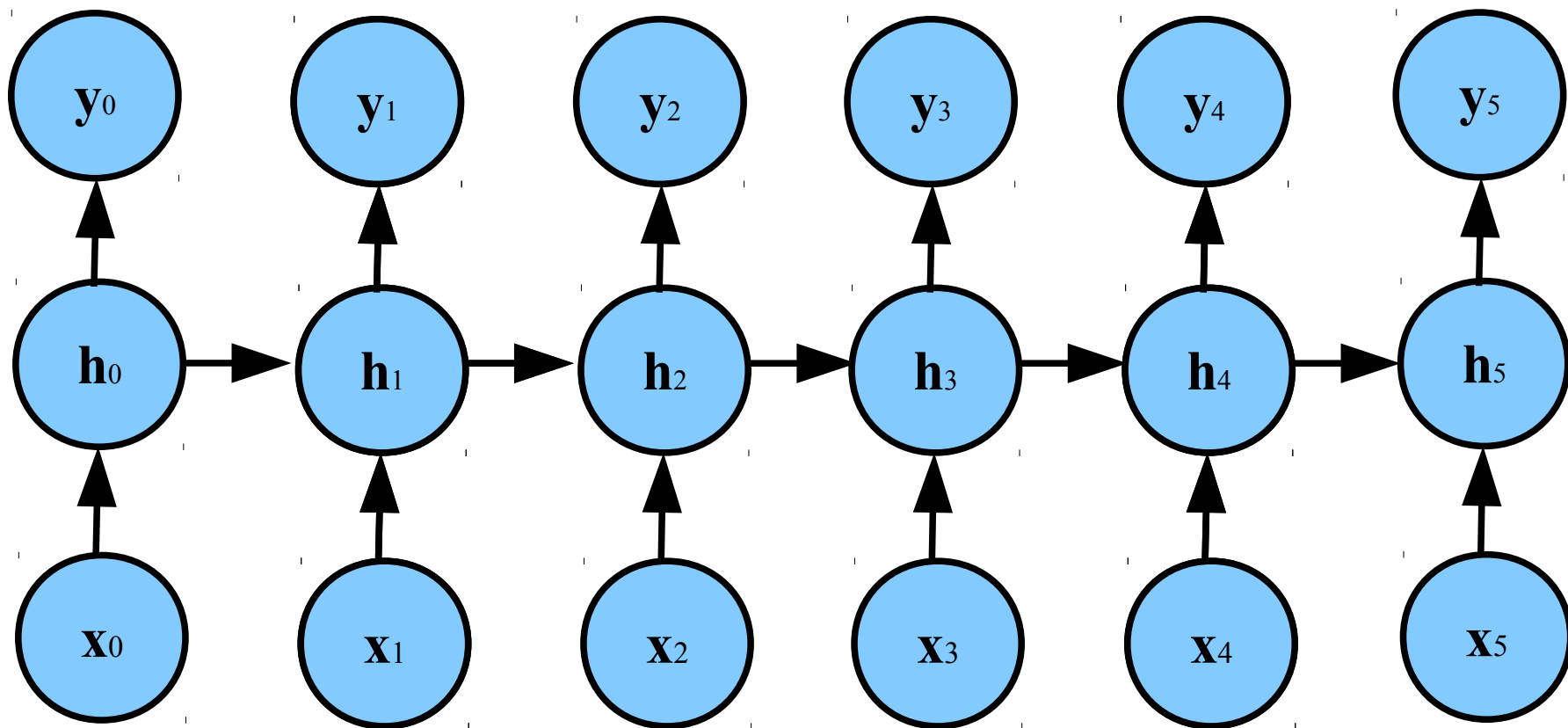
Bias terms will be omitted, henceforth
以降バイアス項は省略

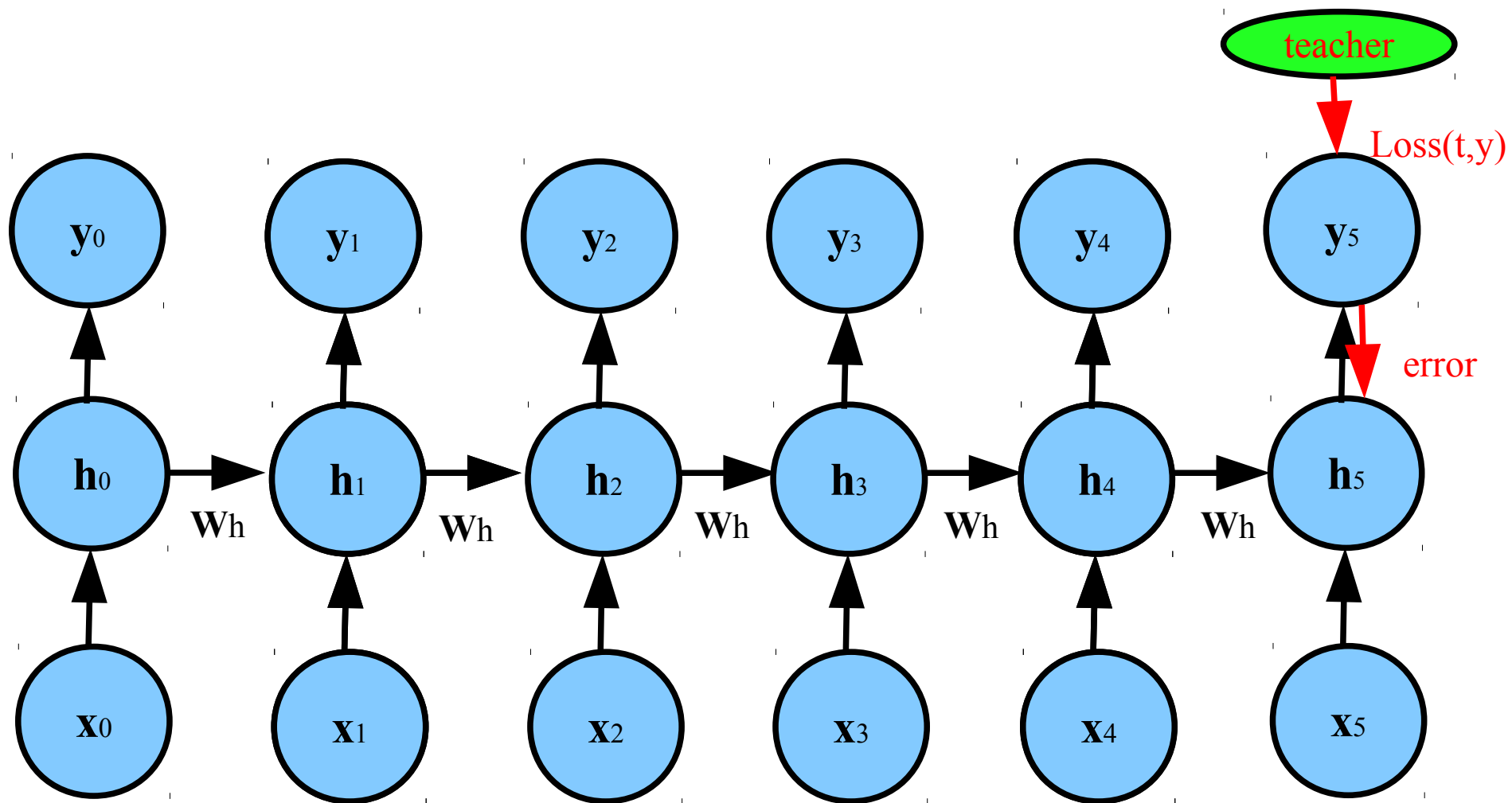


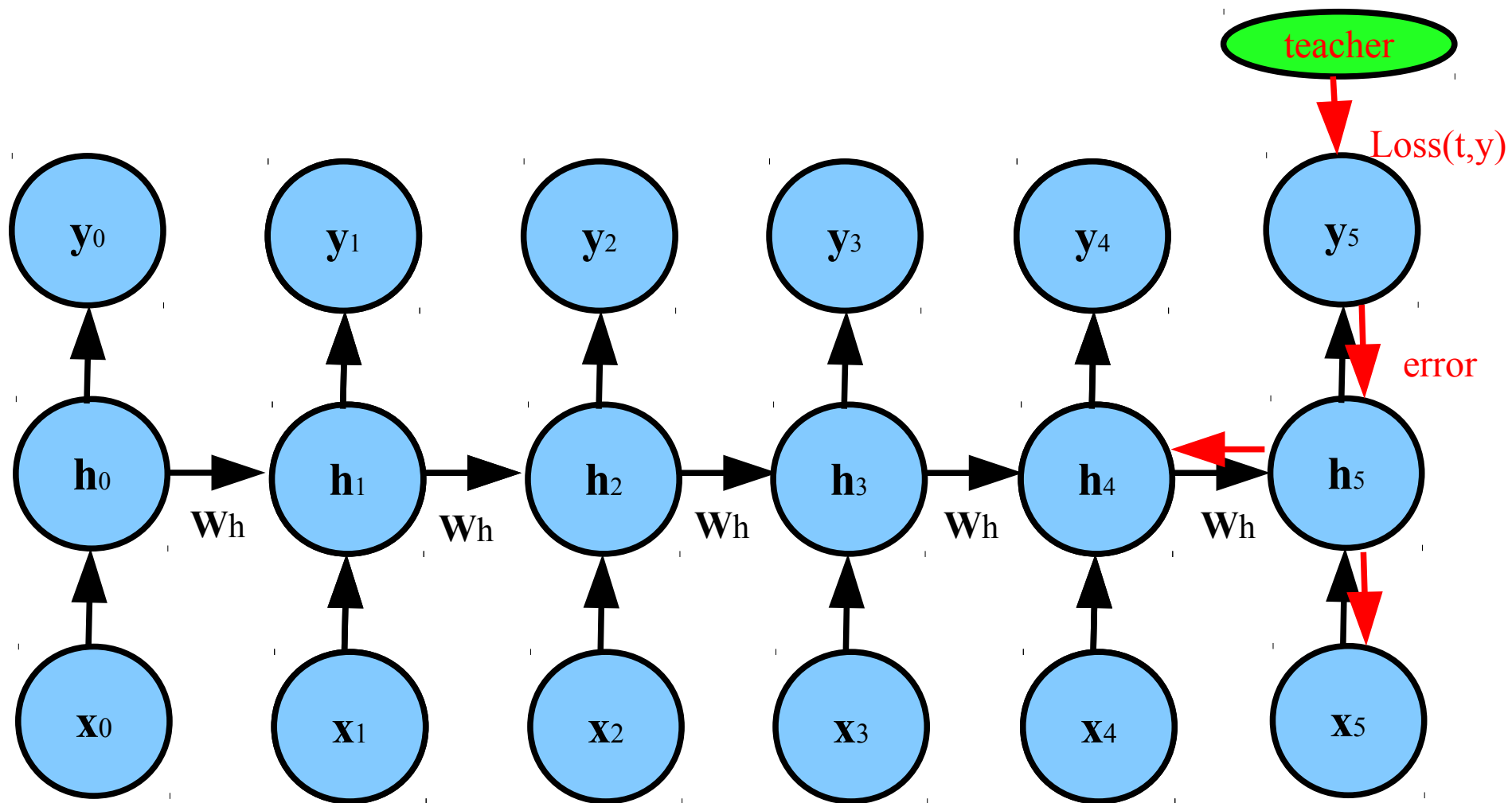
Digits subscripted indicate time

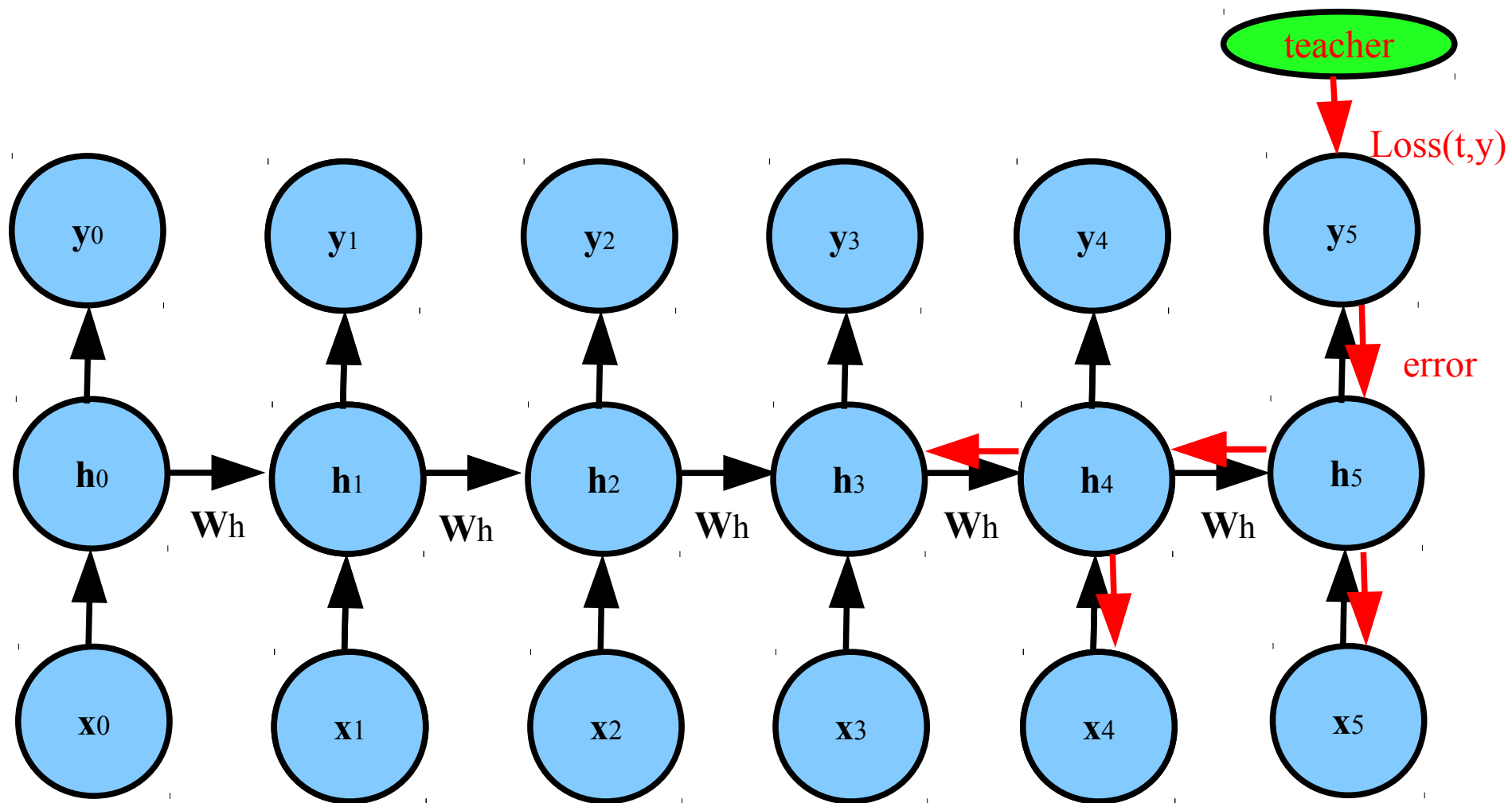
$\tau := 0 \dots$

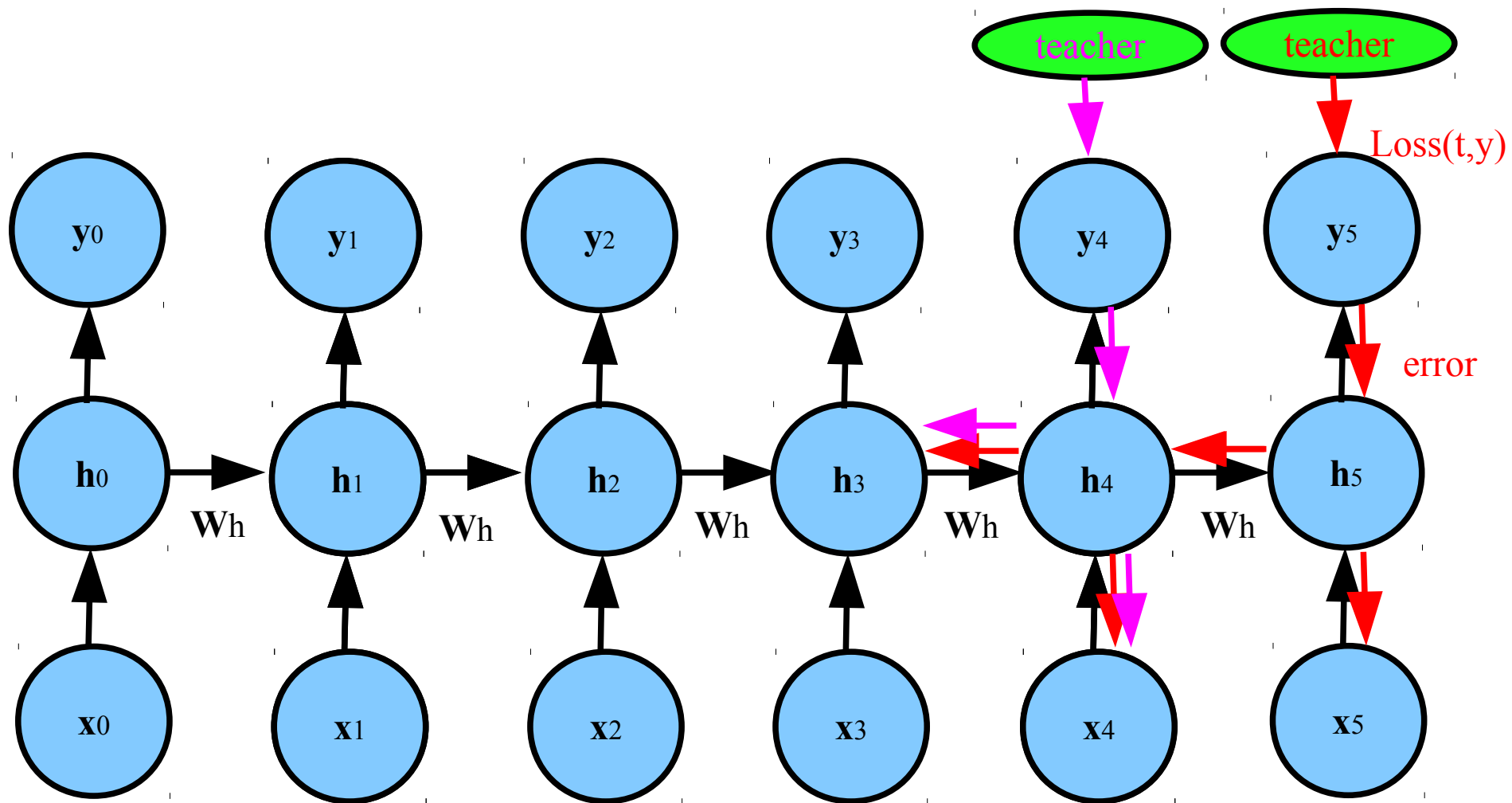
下付き添字は時刻を表す。
カッコで表記する流儀もある
(e.g. $x(t)$)

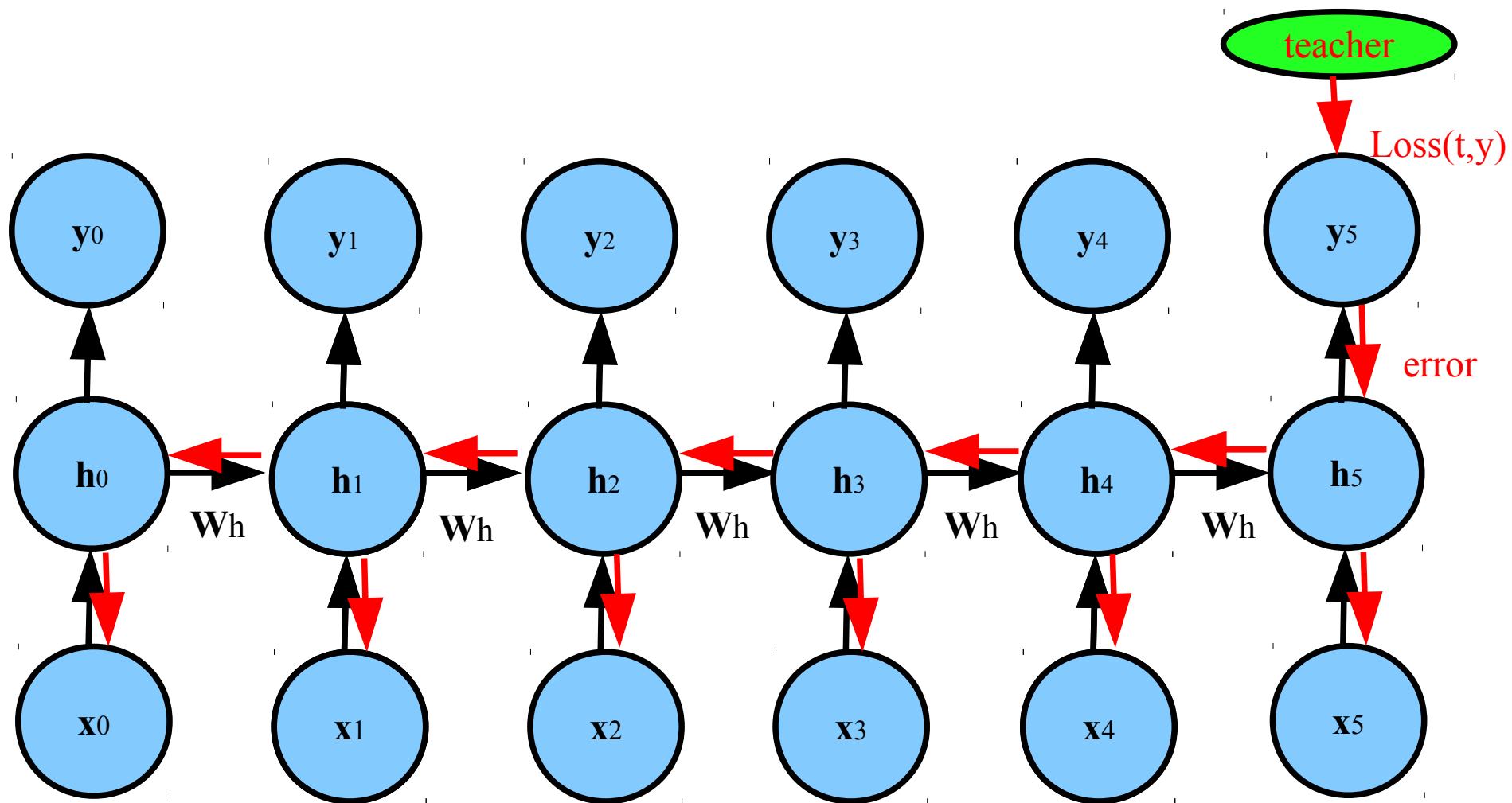




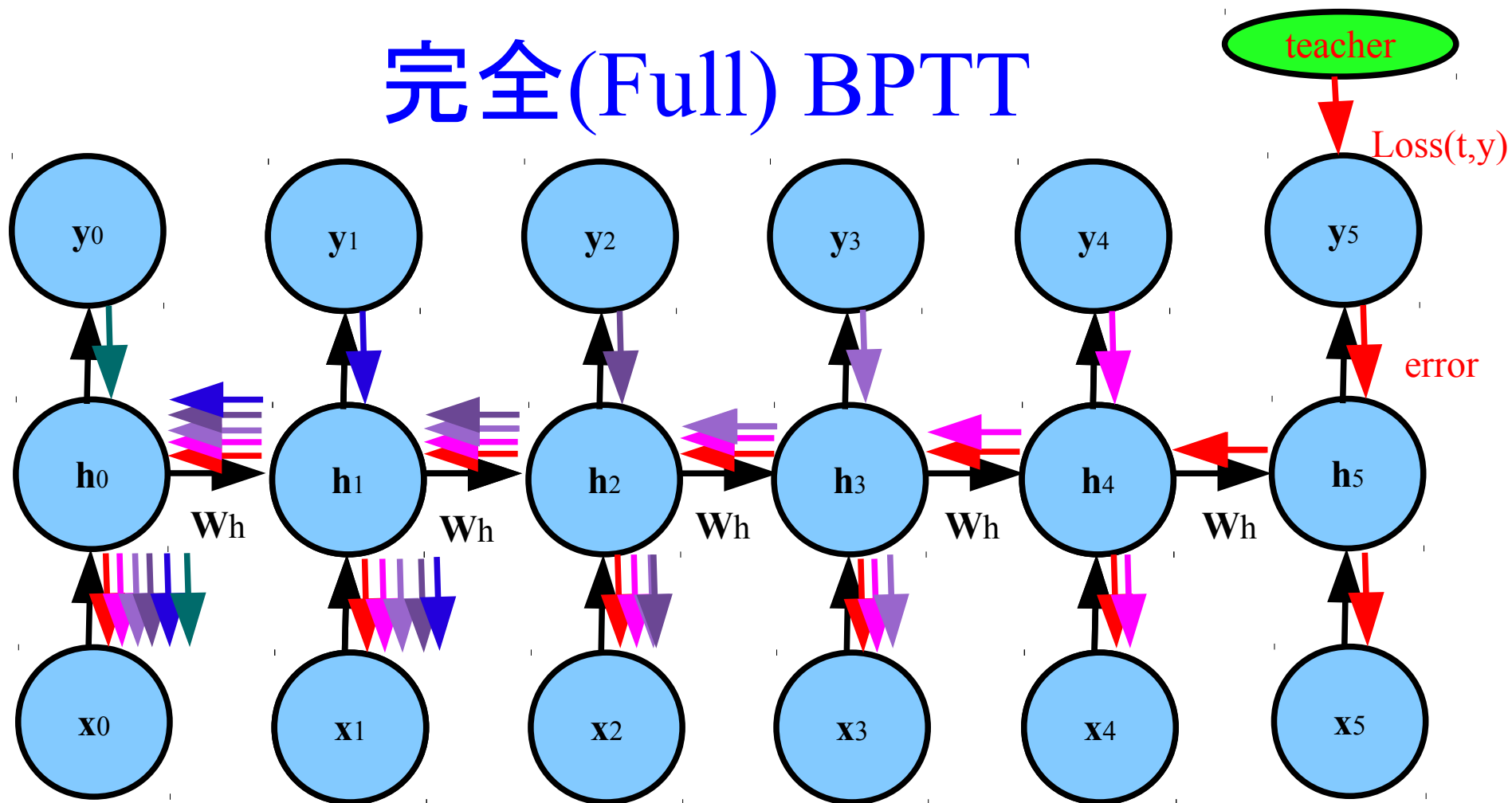




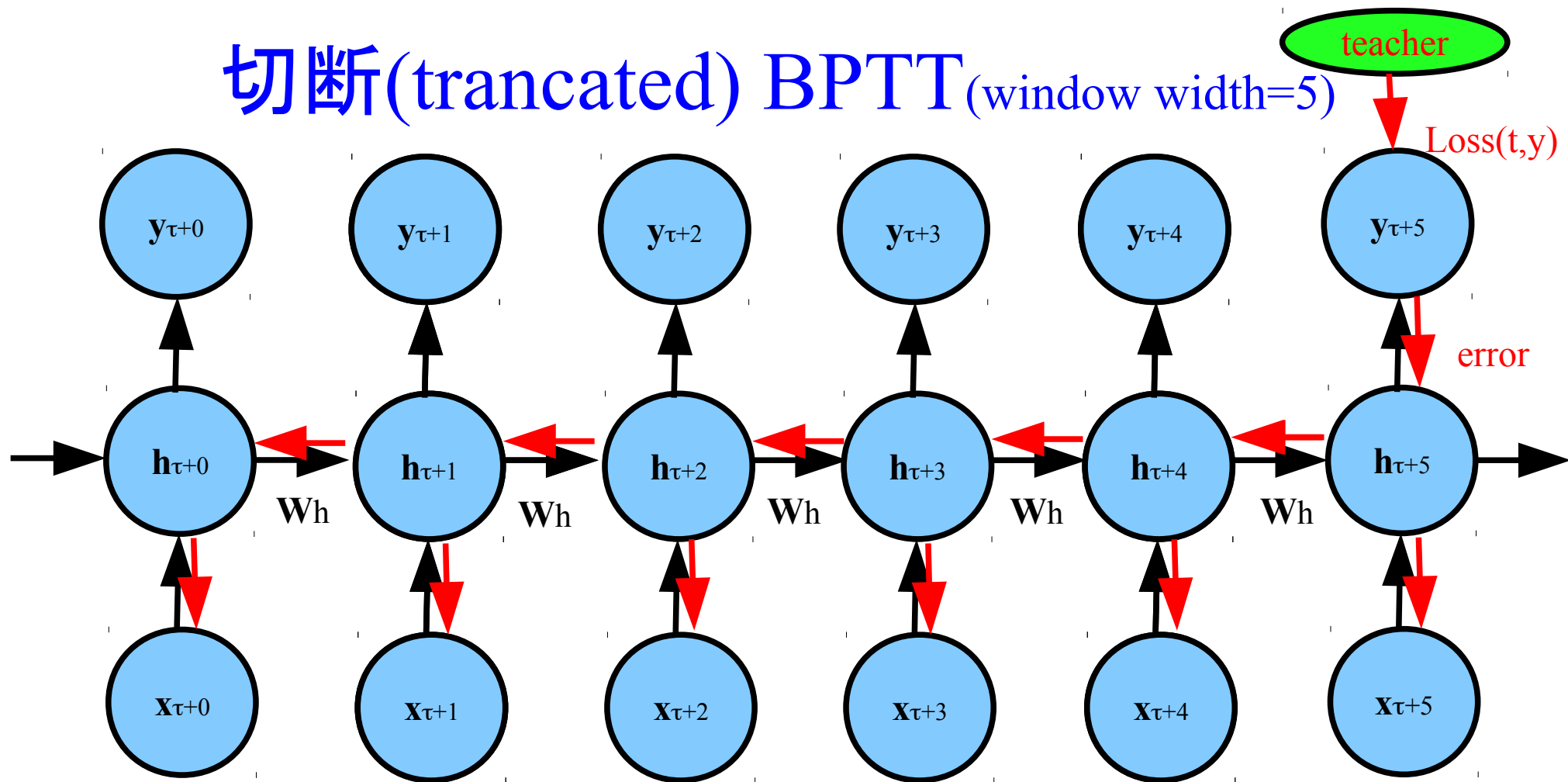




完全(Full) BPTT



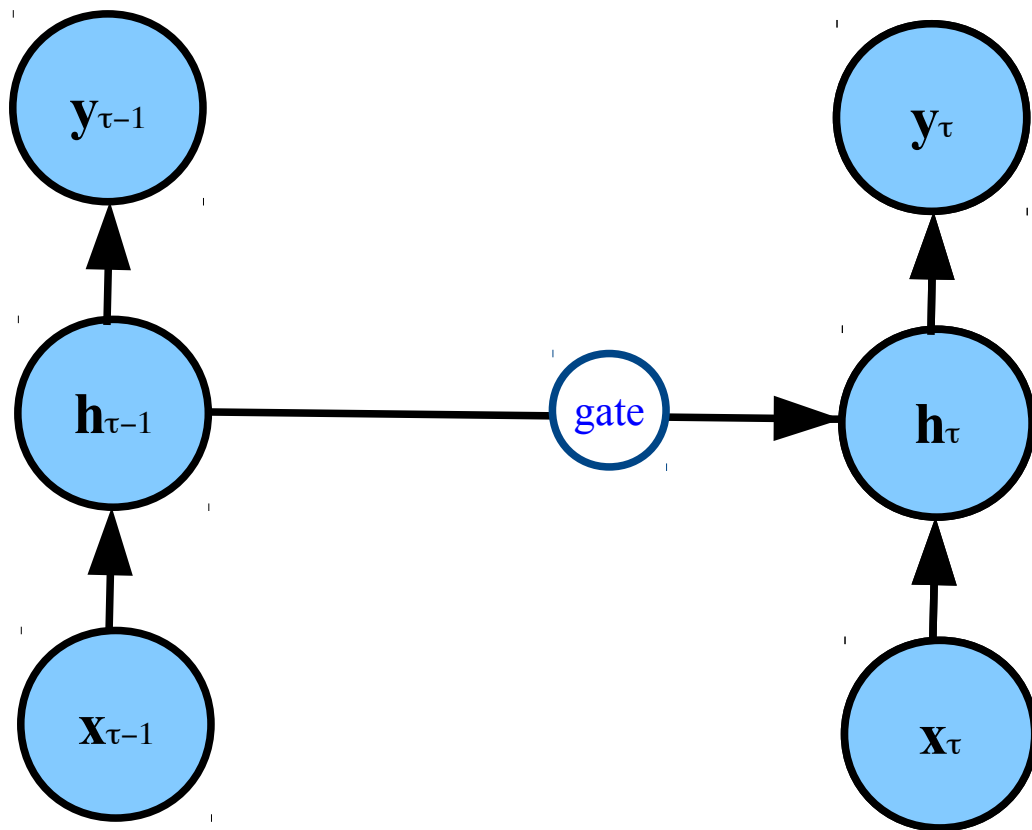
切断(trancated) BPTT (window width=5)



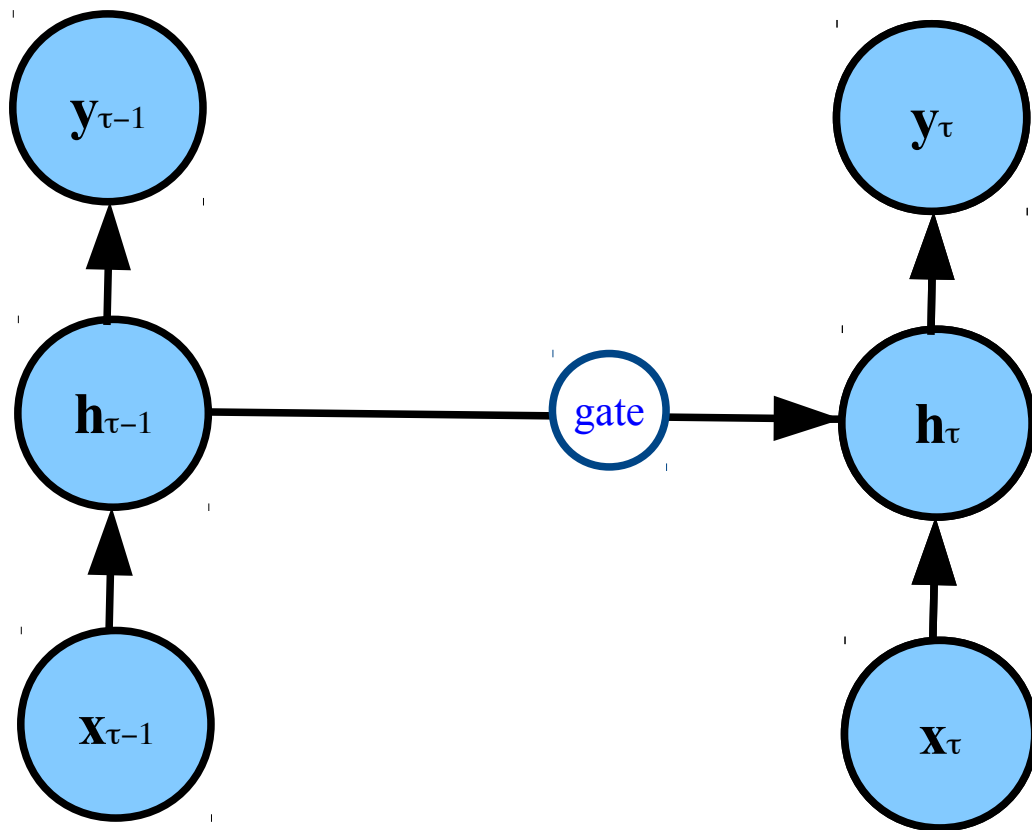
改良可能？

Can we improve?

ゲートの導入 introducing gates to control hidden state

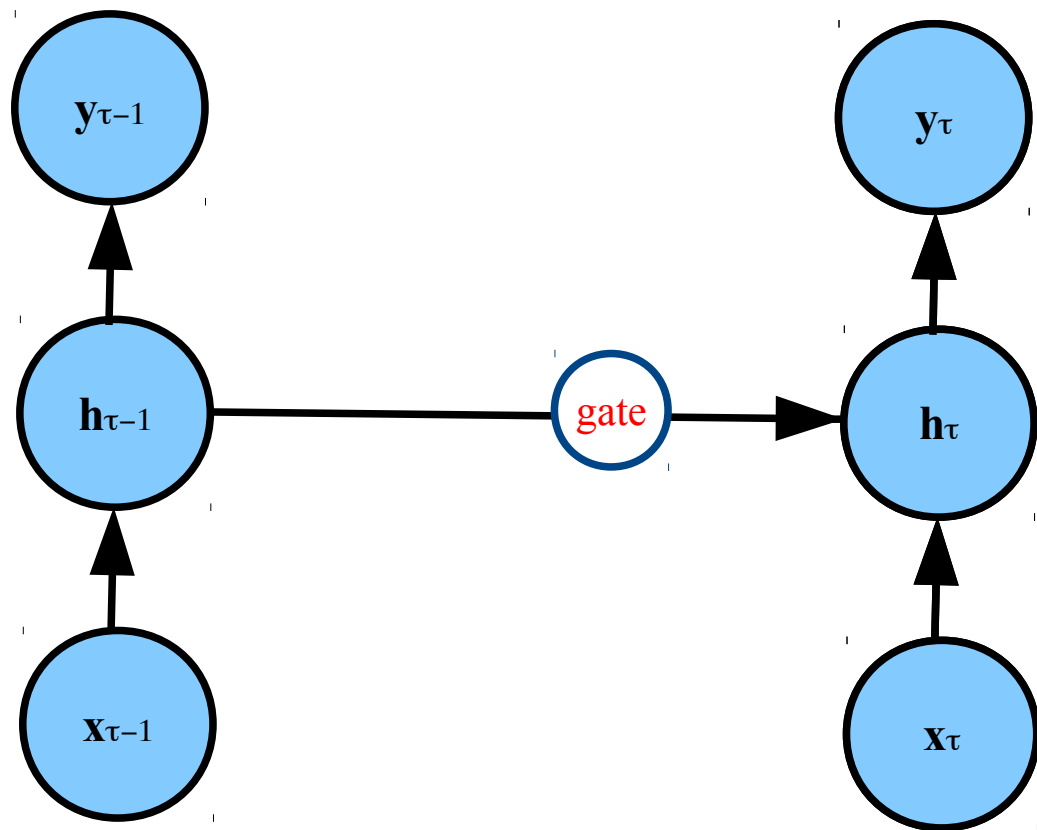


ゲートの導入 introducing gates to control hidden state



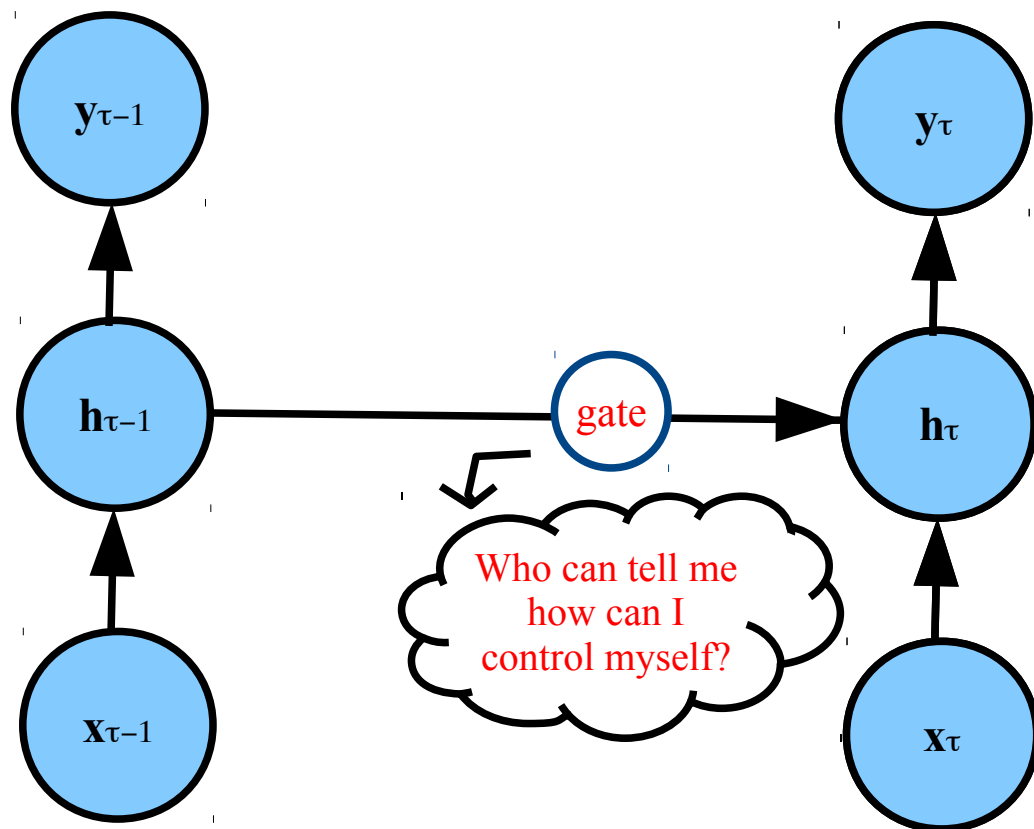
でも,
なぜゲート?
Why gates?

忘却ゲートの導入



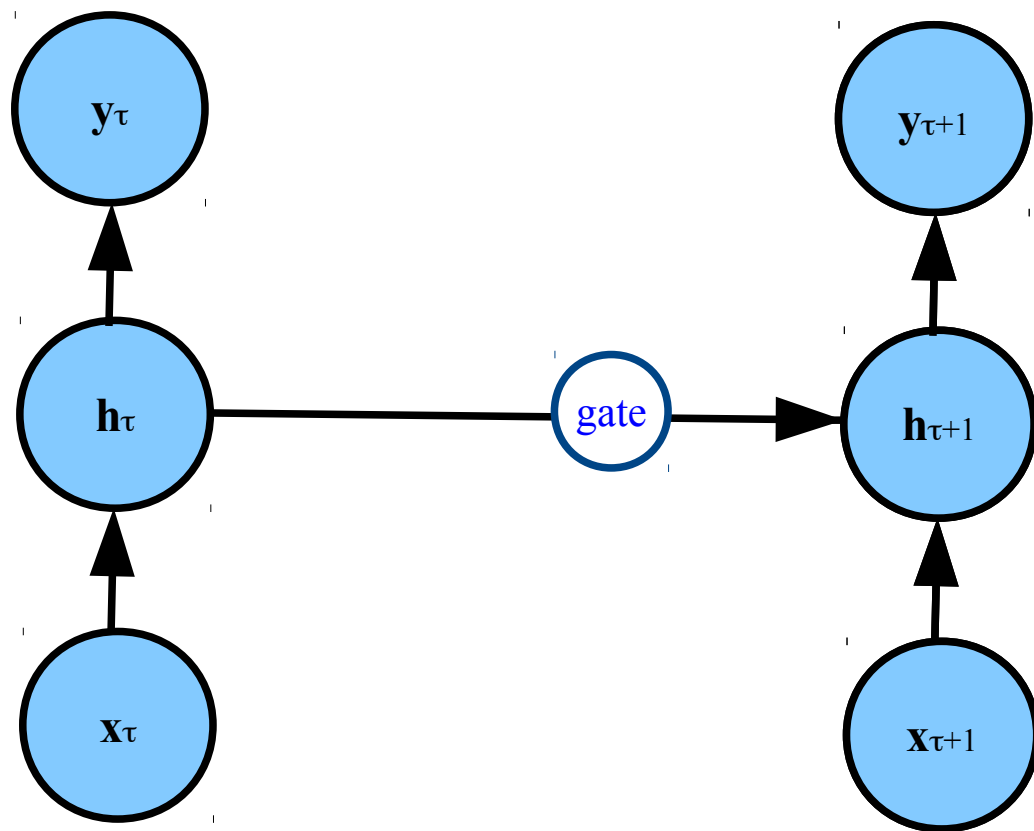
Who can control
gates?
誰がどうやって
ゲート制御？

忘却ゲートの導入



Who can control
gates?
誰がどうやって
ゲート制御？

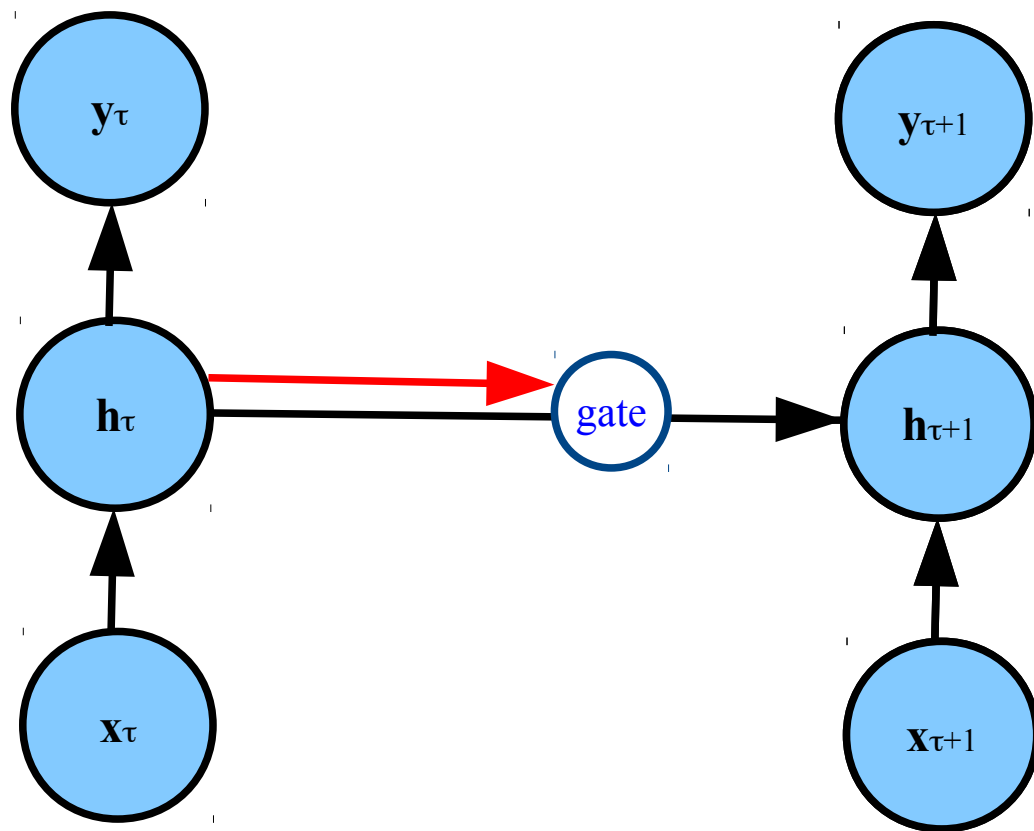
忘却ゲートの導入



who can control gates?
誰がどうやって
ゲートを制御？

3 候補

忘却ゲートの導入

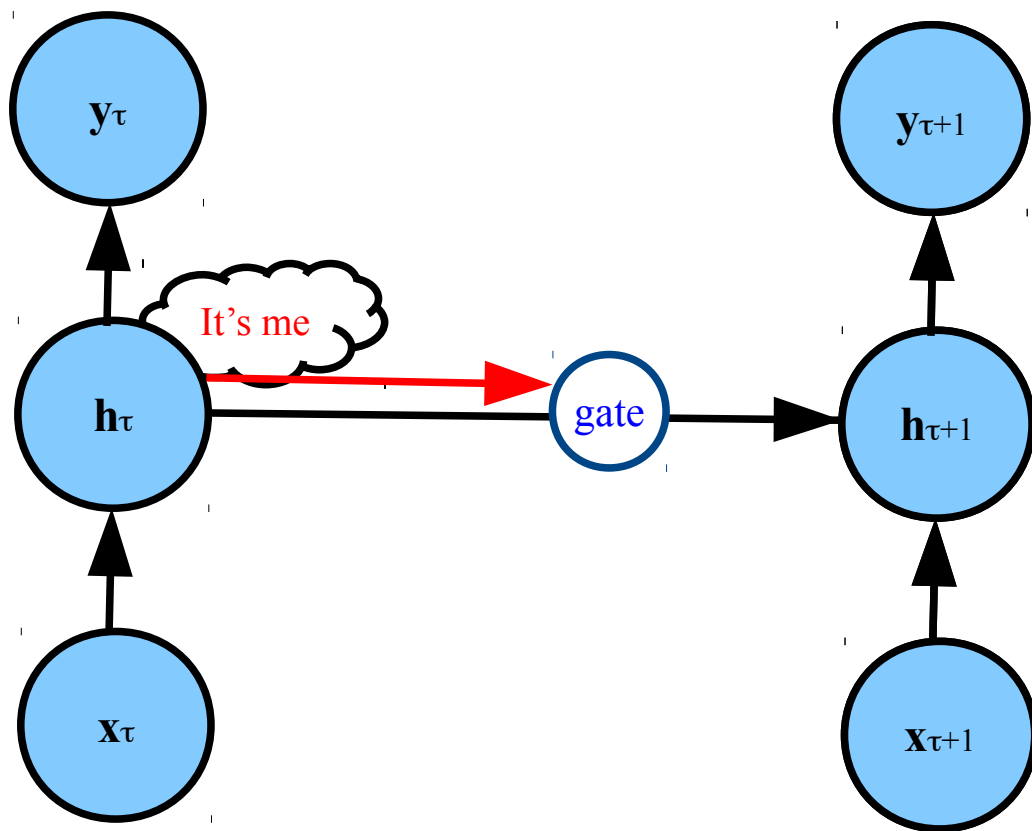


who can control gates?
誰がどうやって
ゲートを制御？

3 つ候補

1. h_τ

忘却ゲートの導入

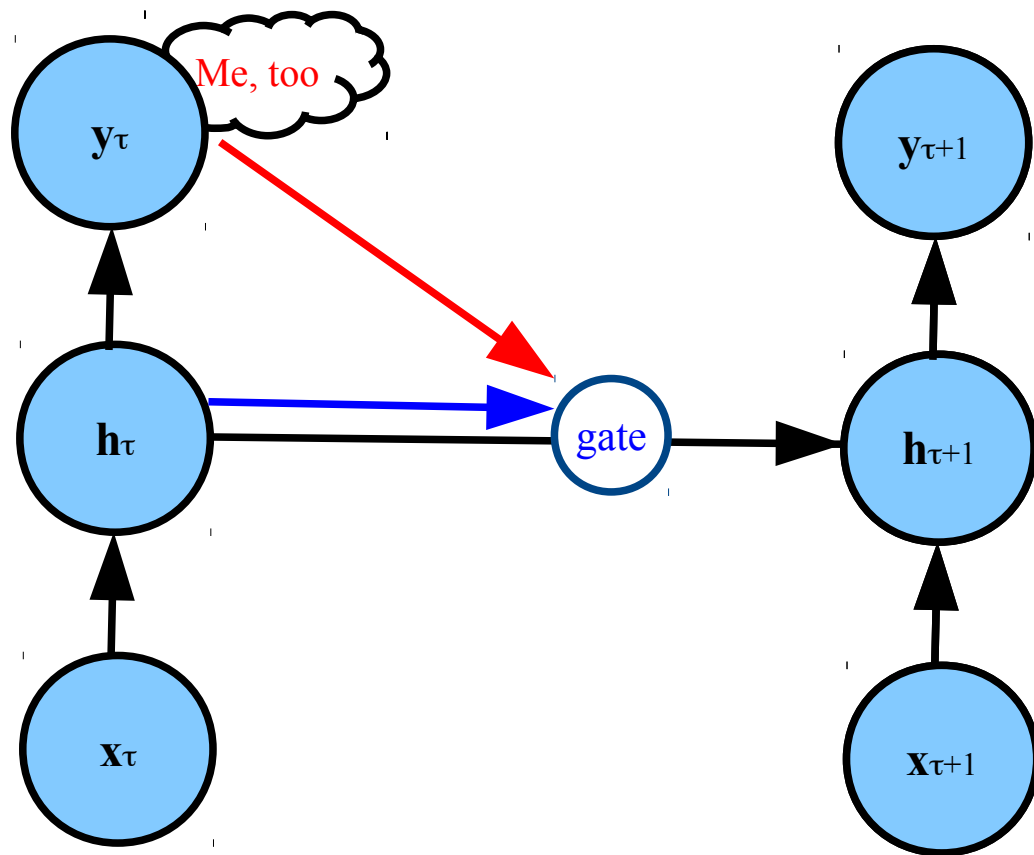


who can control gates?
誰がどうやって
ゲートを制御？

3 つ候補

1. h_τ

忘却ゲートの導入

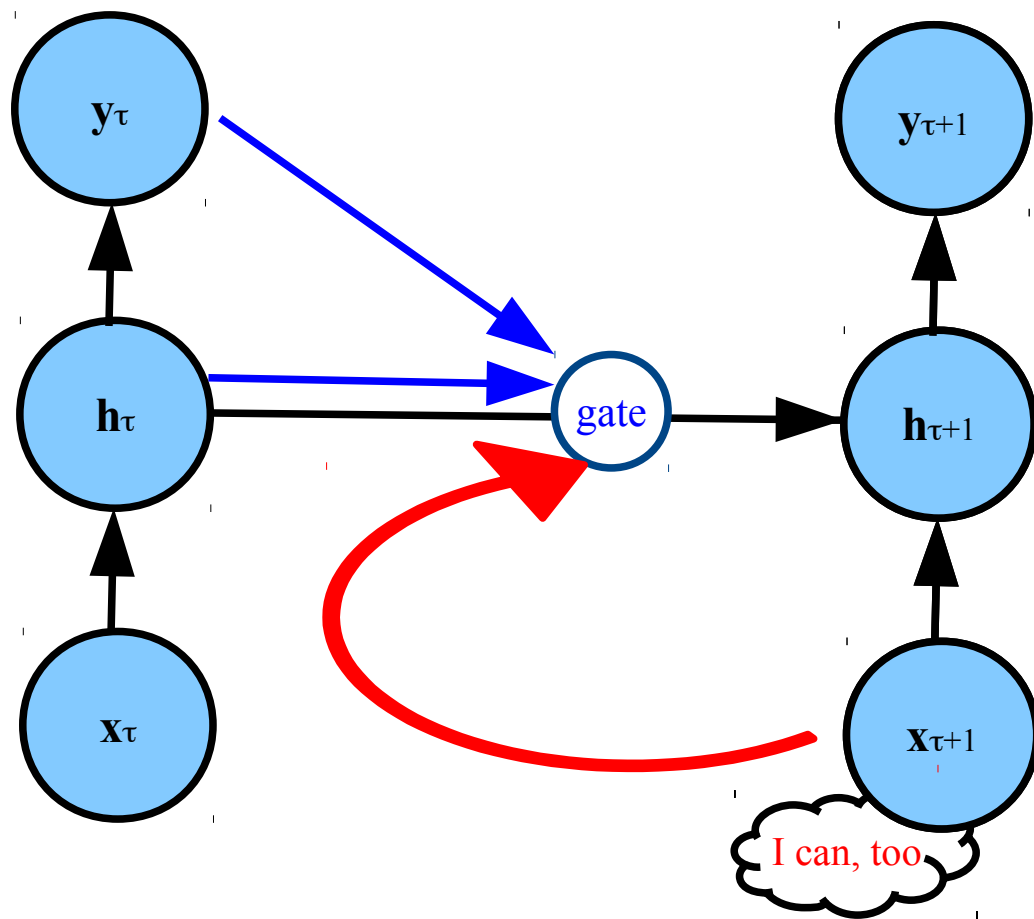


who can control gates?
誰がどうやって
ゲートを制御？

3 つ候補

1. h_τ
2. y_τ

忘却ゲートの導入

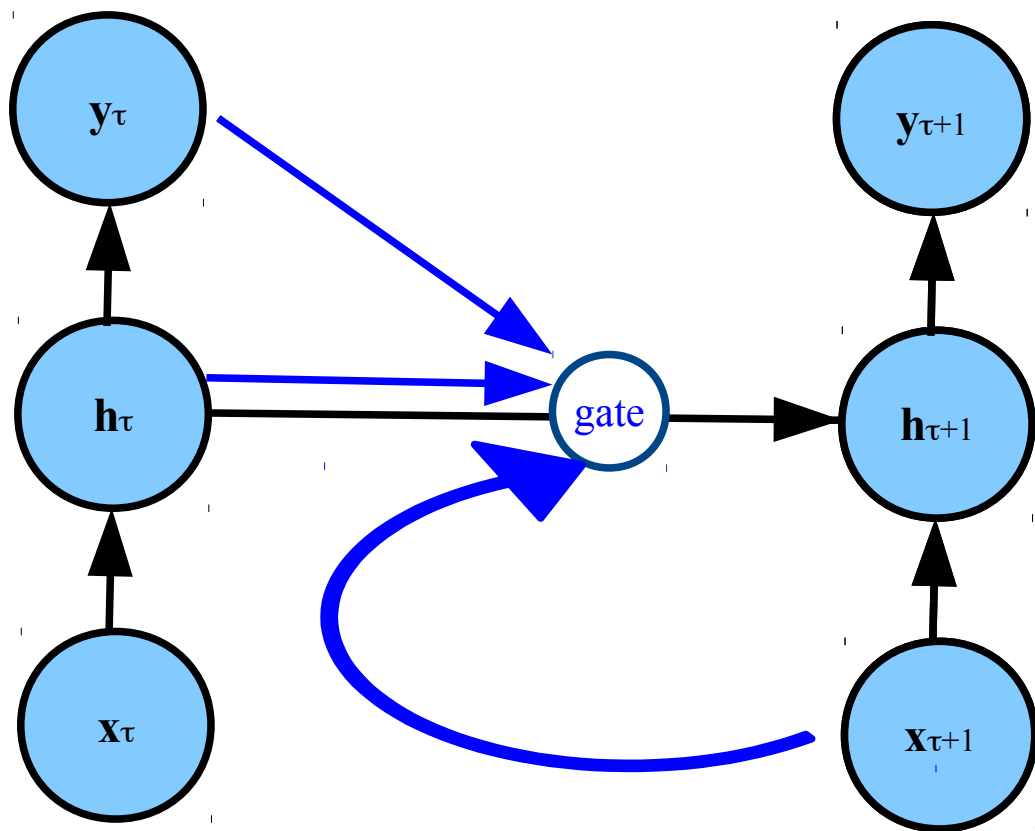


who can control gates?
誰がどうやって
ゲートを制御？

3 つ候補

1. h_τ
2. y_τ
3. $x_{\tau+1}$

忘却ゲートの導入



1. h_τ

2. y_τ ゲート制御

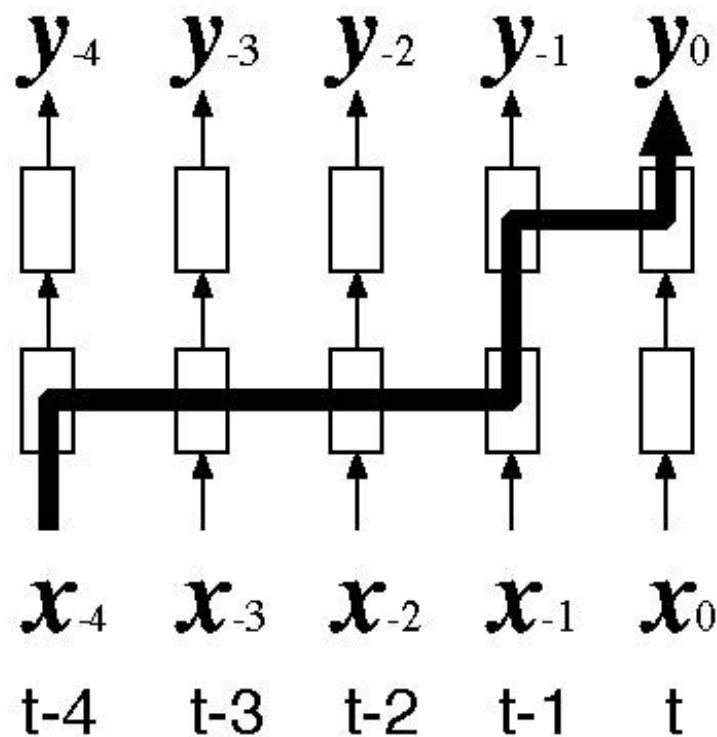
3. $x_{\tau+1}$

$$h_{\tau+1} = h_\tau \sigma(x)$$

- $\sigma(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$

- $x = W_f(y_\tau + h_\tau + x_{\tau+1})$

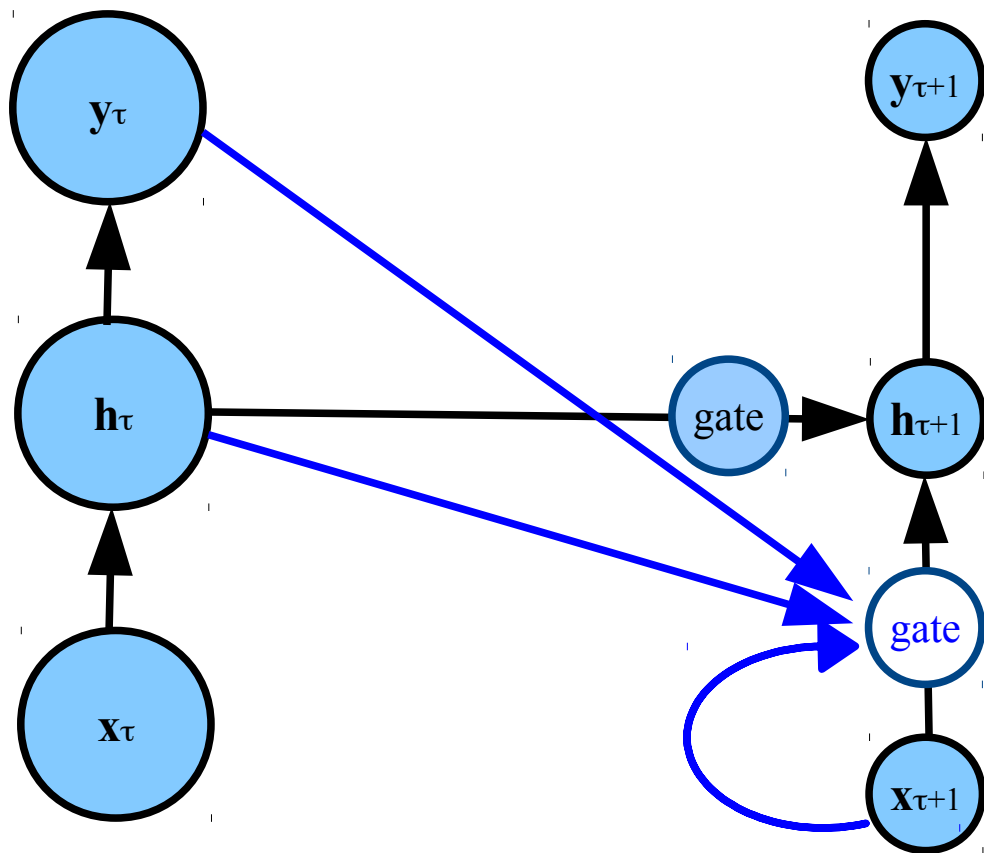
ゲートによって長距離依存LTDを解消可能



もっと改良可能？

Can we improve more?

入力ゲートの導入



$$h_{\tau+1} = h_\tau \sigma(w(h_\tau + x_{\tau+1}))$$

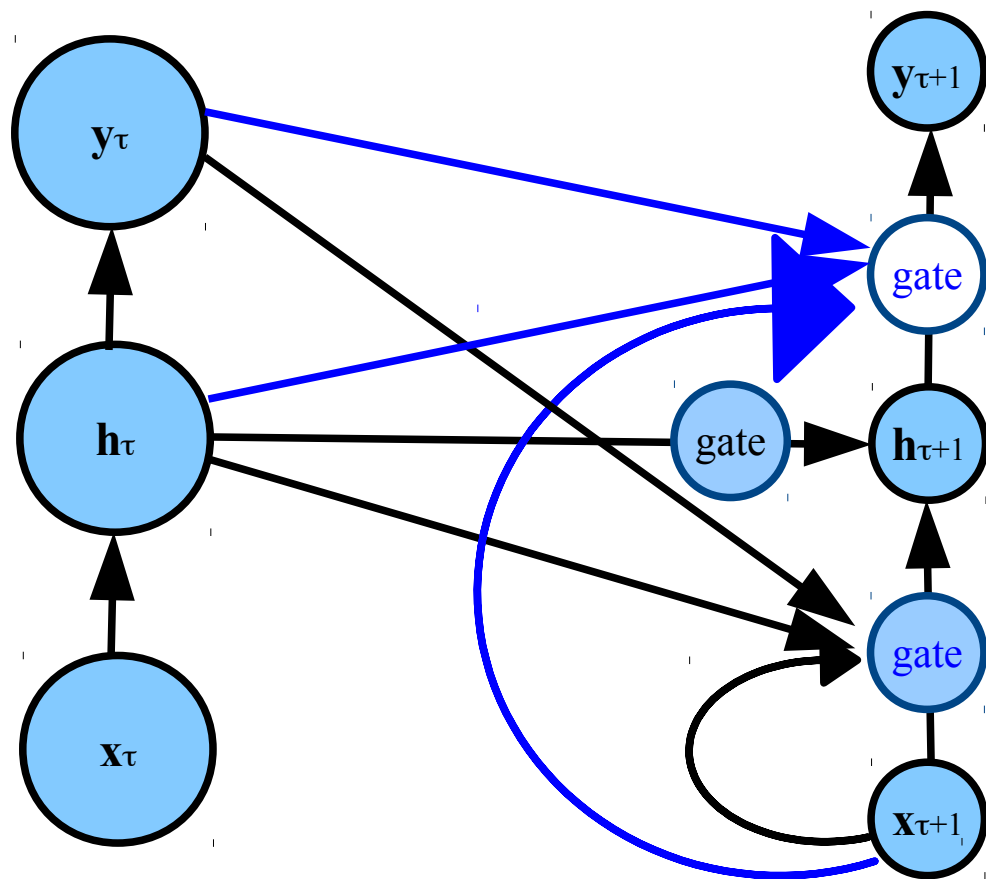
- $\sigma(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$

- $x = y_\tau + h_\tau + x_{\tau+1}$

もっともっと可能？

You need more?

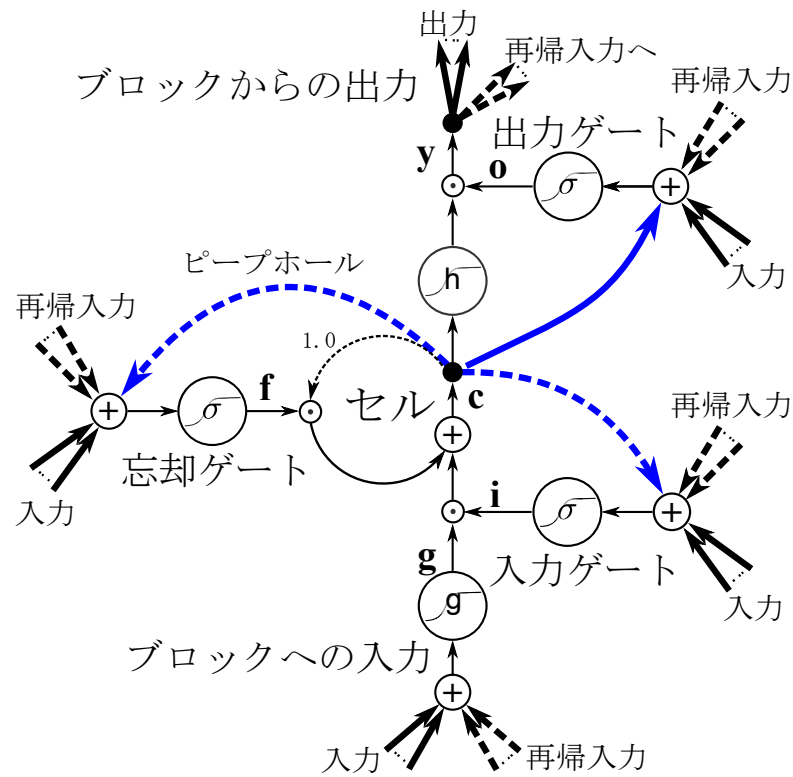
出力ゲートの導入



$$h_{\tau+1} = h_\tau \sigma(w(h_\tau + x_{\tau+1} + y_{\tau+1}))$$

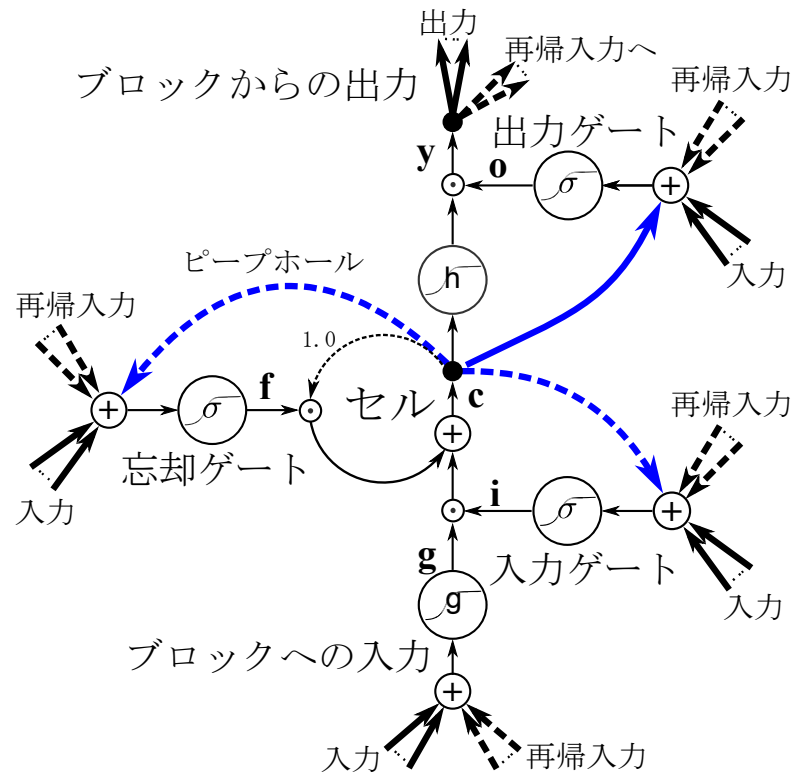
- $\sigma(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$
- $x = y_\tau + h_\tau + x_{\tau+1}$

LSTM



- 入力ゲート $i = \sigma(\cdot)$
- 忘却ゲート $f = \sigma(\cdot)$
- 出力ゲート $o = \sigma(\cdot)$
- 入力全体 $g = \phi(\cdot)$
- セル $c = f @ c + i @ g$
- 出力 $y = o @ \phi(\cdot)$

LSTM



$$\begin{aligned} i_t &= \sigma(W_{xi}x_t + W_{hi}h_{t-1} + b_i), \\ f_t &= \sigma(W_{xf}x_t + W_{hf}h_{t-1} + b_f), \\ o_t &= \sigma(W_{xo}x_t + W_{ho}h_{t-1} + b_o), \\ g_t &= \phi(W_{xc}x_t + W_{hc}h_{t-1} + b_c), \\ c_t &= f_t \odot c_{t-1} + i_t \odot g_t, \\ y_t &= o_t \odot \phi(c_t) \end{aligned}$$

LSTMの生理学的対応物

