

Лекция №12

Введение в машинное обучение

Спасёнов Алексей



Содержание лекции

1. Рекуррентные нейронные сети
2. Обучение рекуррентных нейронных сетей
3. LSTM
4. GRU

Нейронные сети. RNN.



Рекуррентные нейронные сети, технострим:

Методы обработки больших объёмов данных

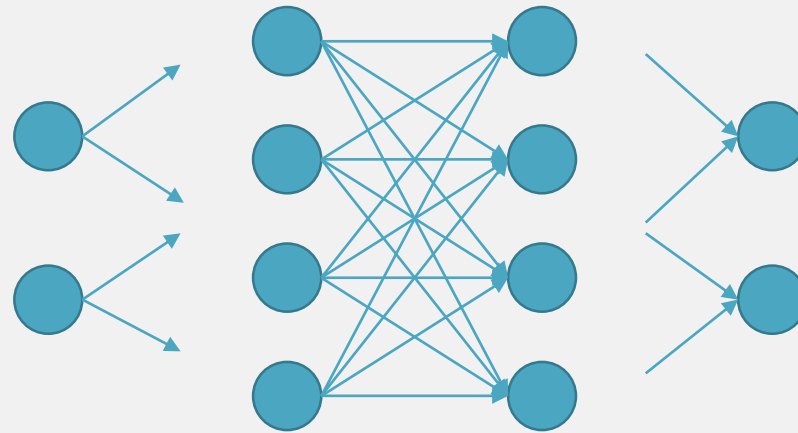
<https://www.youtube.com/watch?v=KPT8akr3udk&index=13&list=PLrCZzMib1e9pXgyJ8Y9lo4AocGy66pj1X>

Нейронные сети в машинном обучении:

https://www.youtube.com/watch?v=MiXzBce-9zl&index=9&list=PLrCZzMib1e9oOGLNh6_d65HyfdqIJwTQP



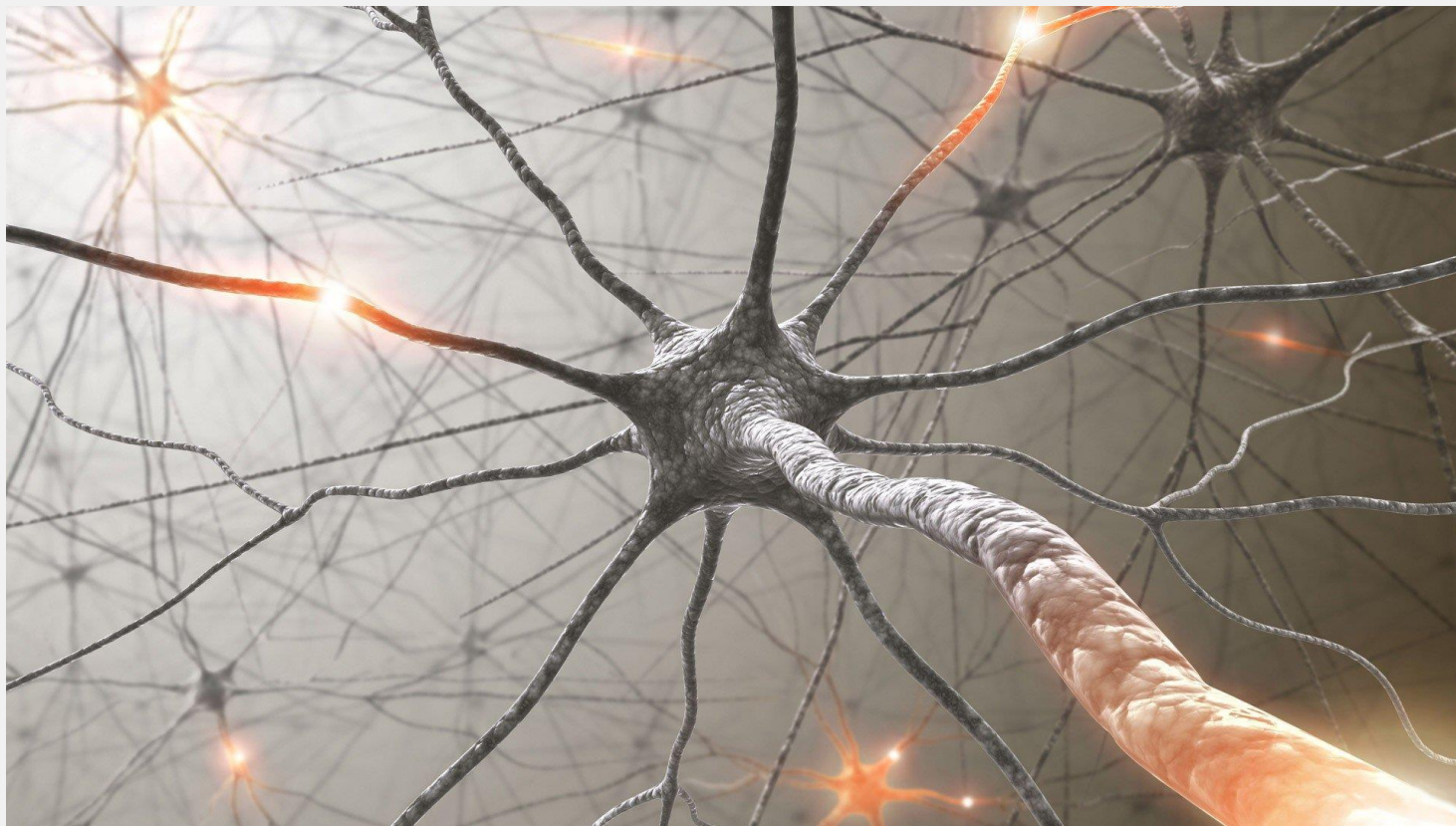
Feedforward neural network



Сети прямого распространения:

- аппроксимируют любую функцию
- большинство публикаций по сетям данного вида
- до последнего времени в основном только они применялись на практике

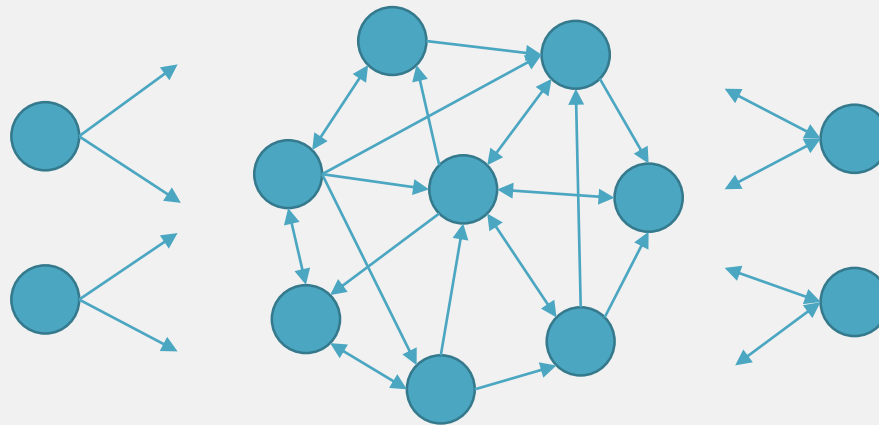
Нейронные сети. RNN.



Все биологические сети рекуррентные



Recurrent neural network



Рекуррентные нейронные сети:

- моделируют динамическую систему
- имеют несколько алгоритмов обучения без явного лидера
- недавно стали использоваться на практике



Универсальная теорема аппроксимации

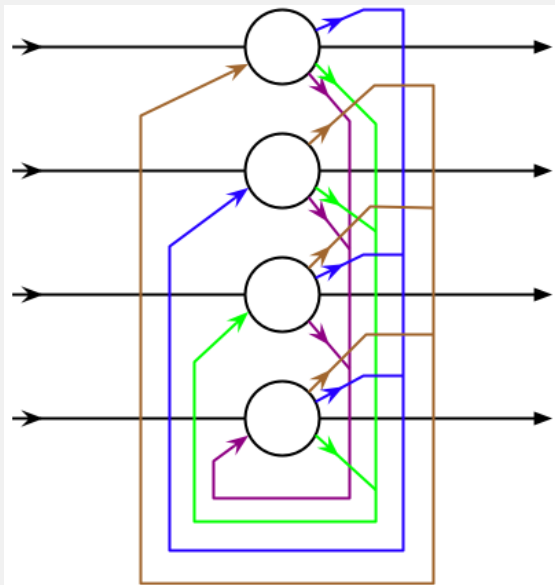
- MLP аппроксимирует любую функцию
- RNN аппроксимирует поведение любой динамической системы
- Все машины Тьюринга могут быть смоделированы полносвязной рекуррентной нейронной сетью с сигмоидальной функцией активации

Тренировка MLP – оптимизация функции

Тренировка RNN – оптимизации программ



Нейросеть Хопфилда

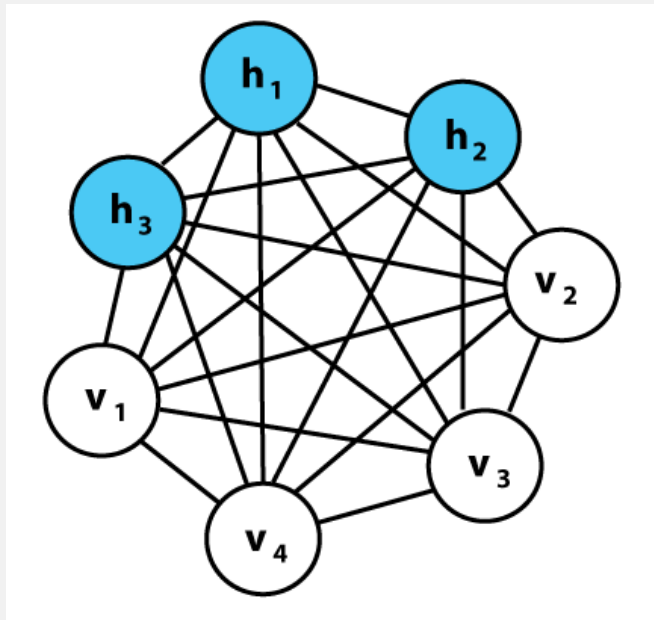


- Ассоциативная память
- Обратная связь
- Пороговая функция активации

При симметричной матрице весов существует такая функция бинарных состояний системы, что при симуляции система эволюционирует в одно из низко-энергетических состояний



Машина Больцмана – стохастический генеративный вариант сети Хопфилда



- Энергия не изменилась:

$$E = - \sum_i s_i b_i - \sum_{i < j} s_i s_j w_{ij}$$

- Симметричная матрица весов $w_{ij} = w_{ji}$, но нет обратных связей $w_{ii} = 0$
- Появились скрытые состояния

Цель – научиться описывать видимые переменные \bar{v} с помощью скрытых \bar{h}

- $\forall i: s_i \in \{0,1\}$
- стохастический нейрон



Моделирование последовательностей

Преобразование последовательностей одной природы в последовательность другой природы

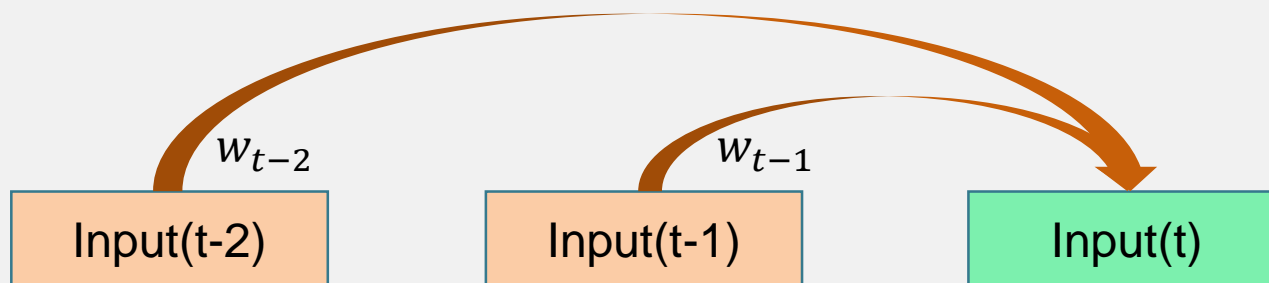
- Преобразование звуков в последовательность слов

Предсказание следующего члена последовательности

- Временные ряды
- Изображения – прогнозирование следующего пикселя на основе окружения
- Видео – следующий кадр на основе предыдущего
- Текст – генерация следующего слова

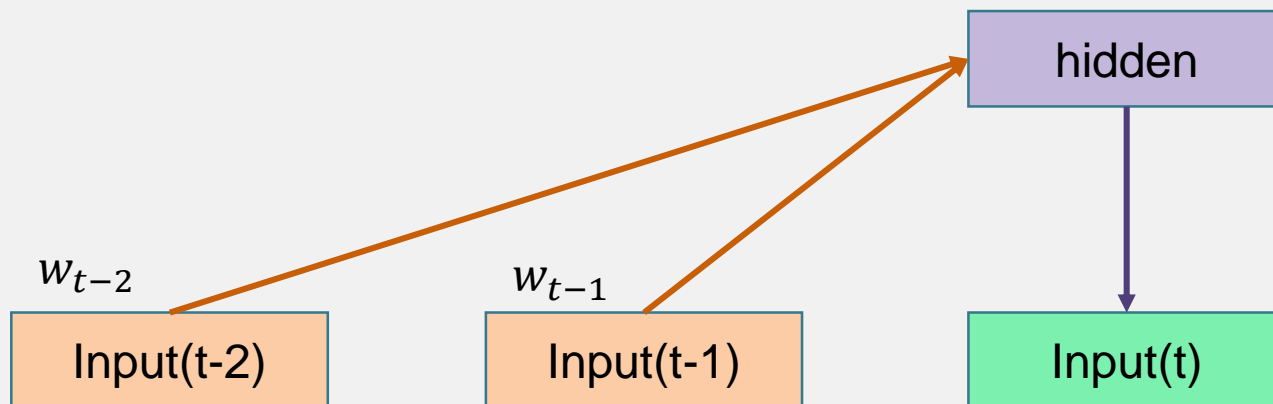


Авторегрессионная модель



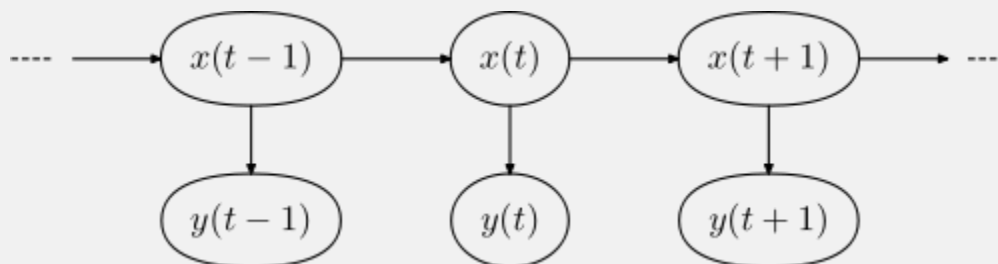


MLP



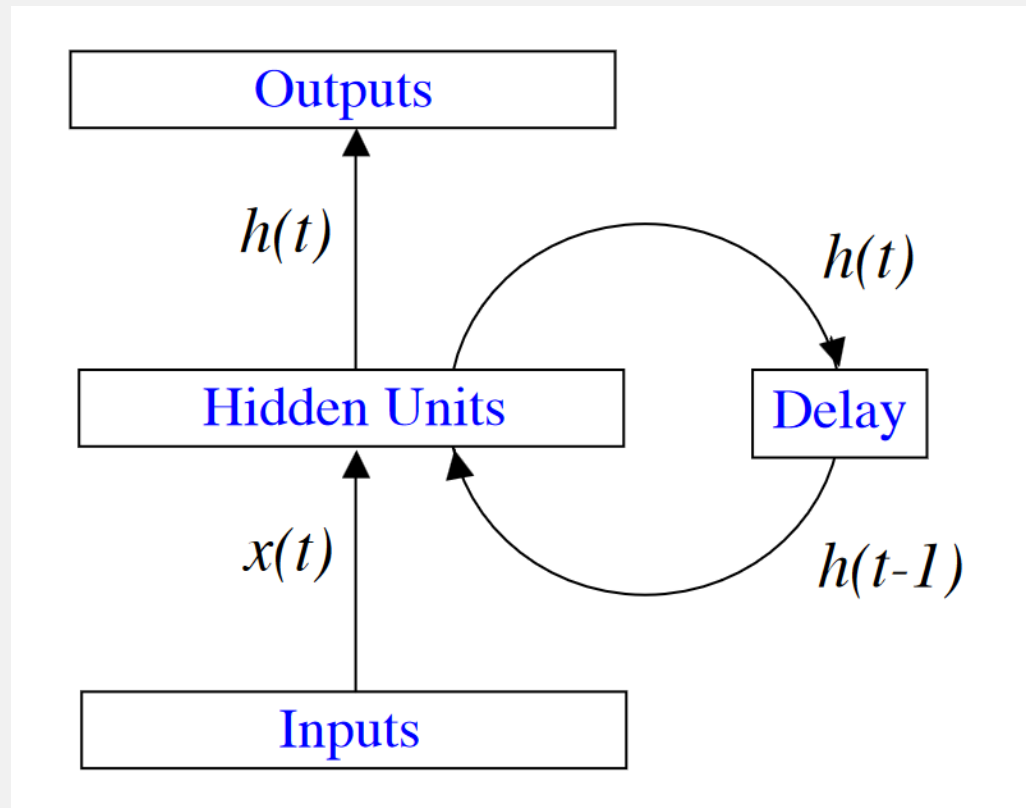


Скрытые модели Маркова





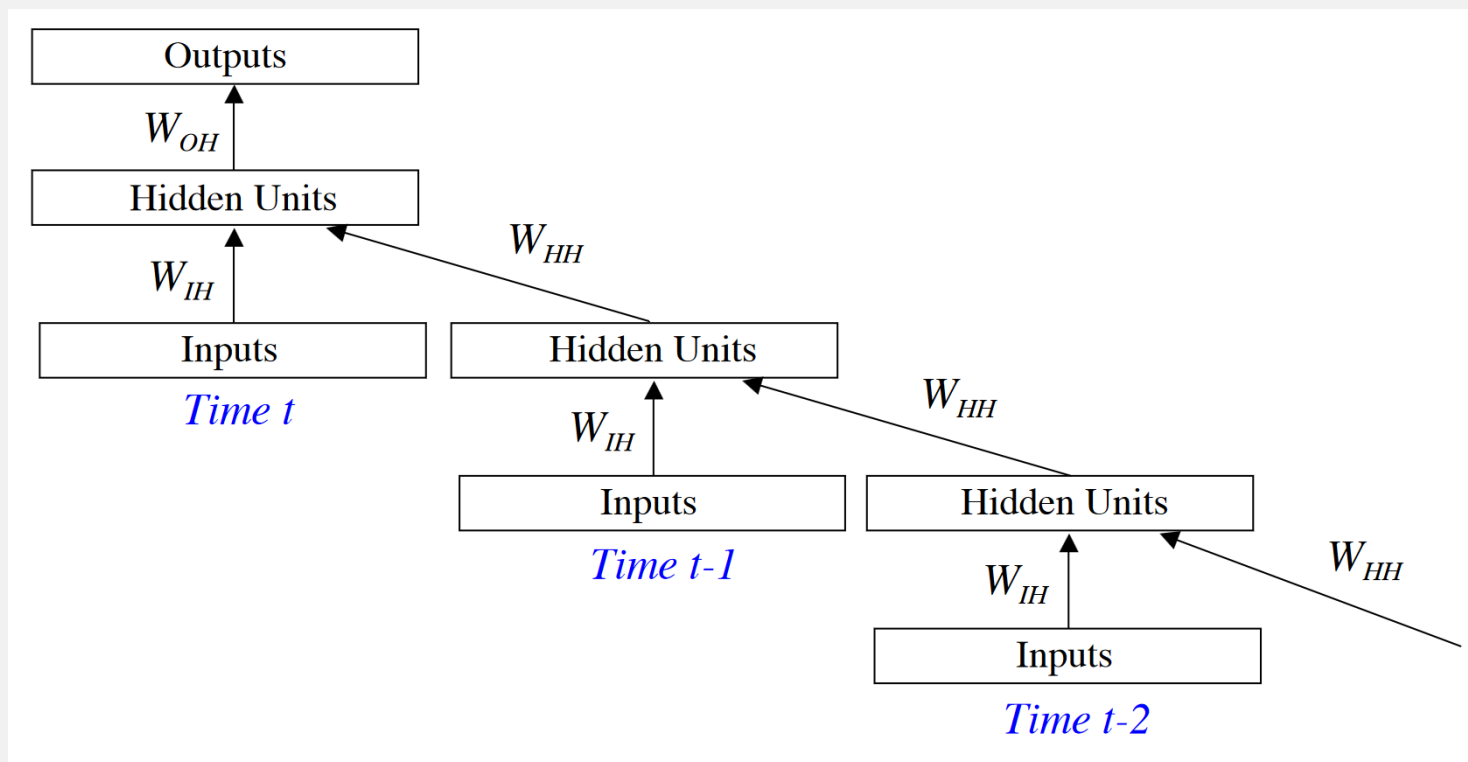
Backpropagation through time



RNN с задержкой на скрытом слое



Backpropagation through time

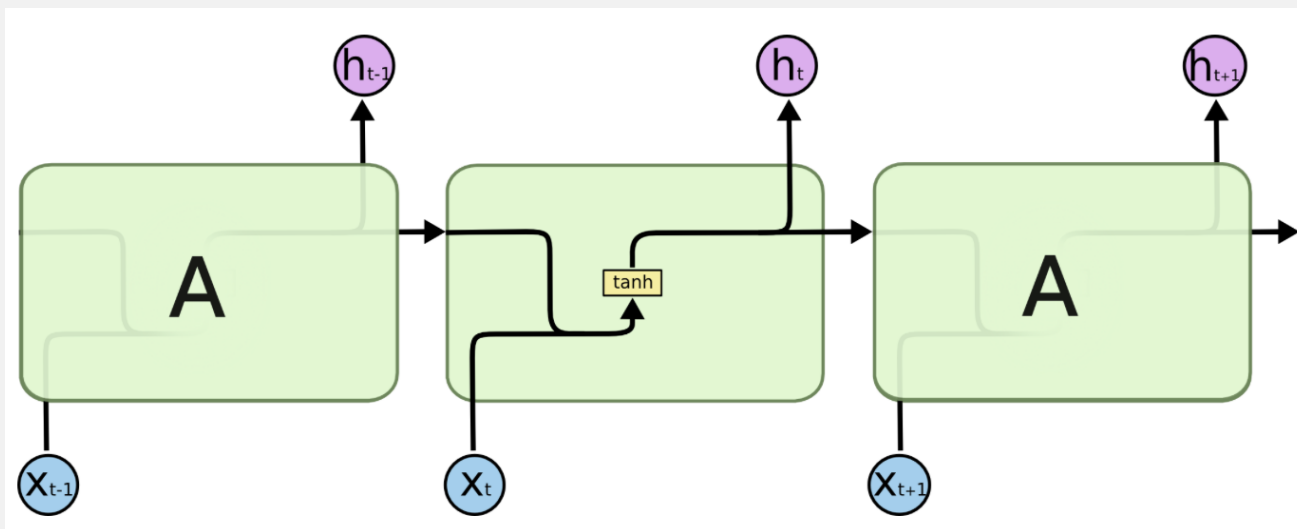
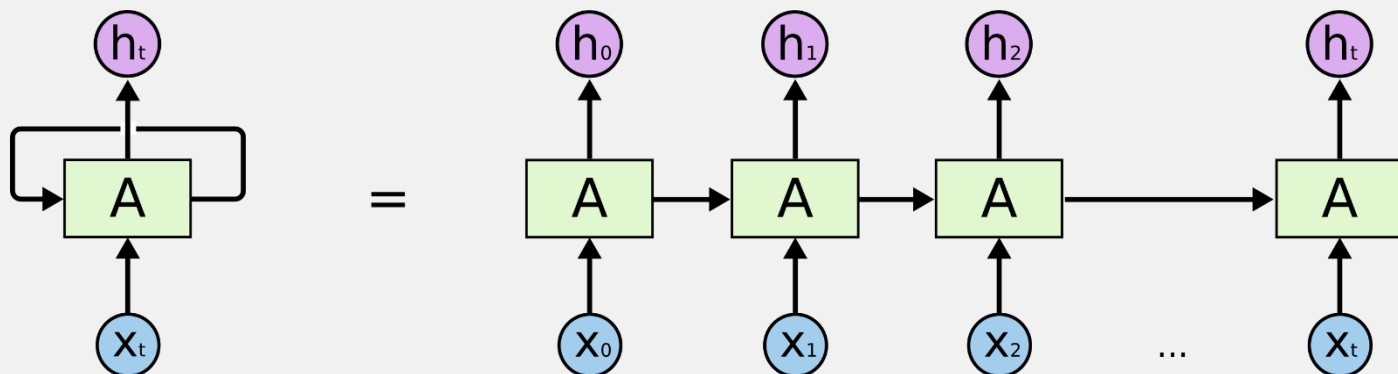


unfolding over time

Нейронные сети. RNN.



Обычные RNN





Обычные RNN

Weights sharing

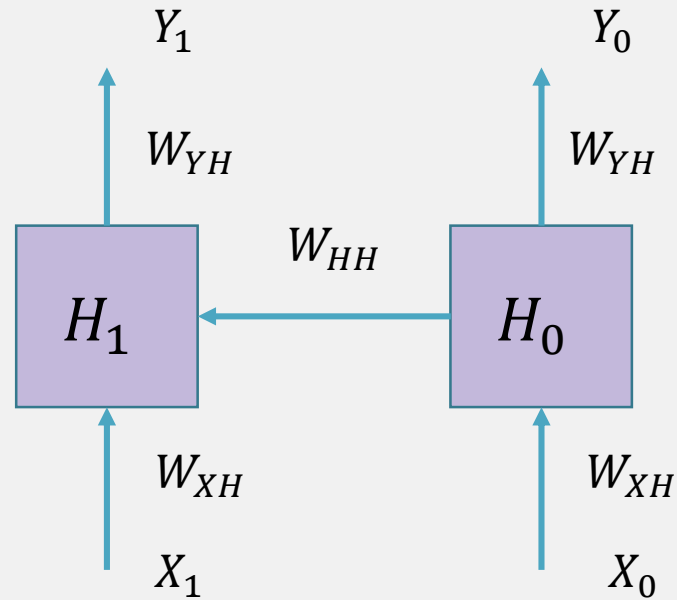
Алгоритм обратного распространения ошибки легко модифицируется так, чтобы можно было наложить любые линейные ограничения на веса. Допустим мы хотим, чтобы $w_1 = w_2$:

$$w_1 = w_2 \Rightarrow \Delta w_1 = \Delta w_2 \Rightarrow \frac{\partial E}{\partial w_1} = \frac{\partial E}{\partial w_2}$$

$$\Delta w_1^{new} = \Delta w_2^{new} = \frac{\partial E}{\partial w_1} + \frac{\partial E}{\partial w_2}$$



Обычные RNN



$$Y_1 = W_{YH}(W_{XH}X_1 + W_{HH}H_0)$$

$$H_0 = W_{XH}X_0$$

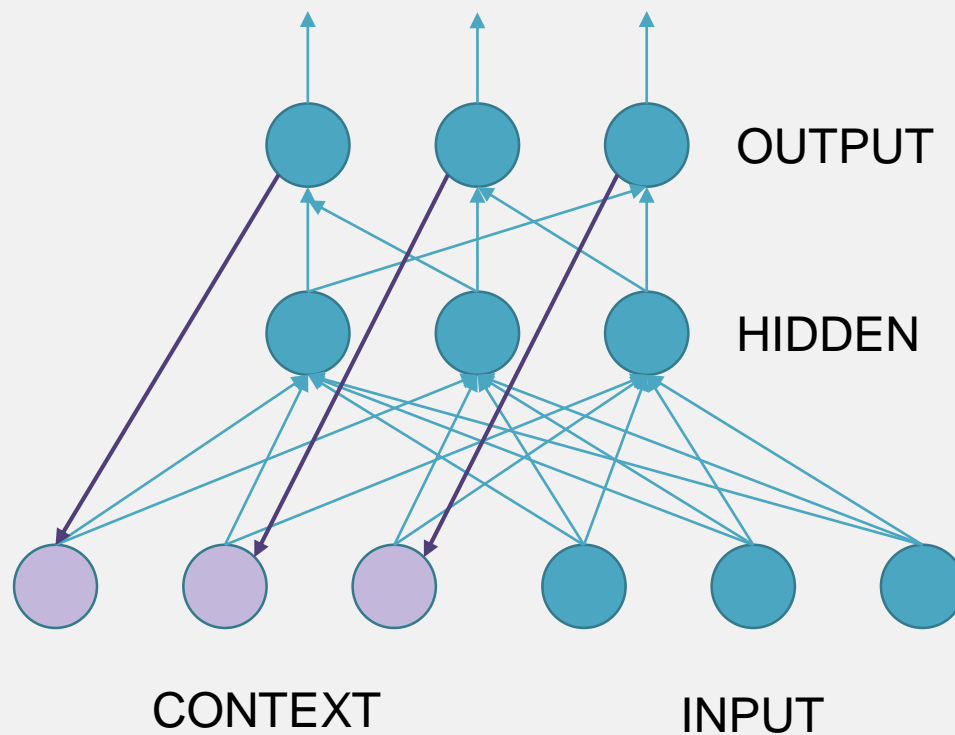


Развитие рекуррентных нейронных сетей

- 1958, Розенблатт, персептрон с обратной связью, но после статьи Минского про него забыли;
- 1978, Хопфилд: энергетическая интерпретация сетей с обратной связью;
- 1986, Майкл Джордан: рекуррентная нейросеть с единичной задержкой;
- 1990, Джэф Элман: дополняет сеть Джордана и внедряет на практике;
- 1997, Ёрген Шмидтхубер: Long Short Term Memory
- 2005+, всё: глубокие сети и мультимодальное обучение

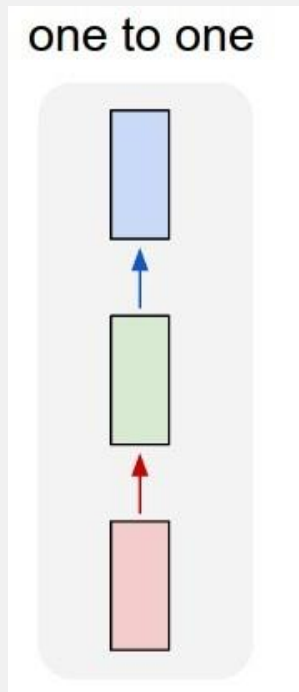


Нейронная сеть Джордан





Обычный MLP

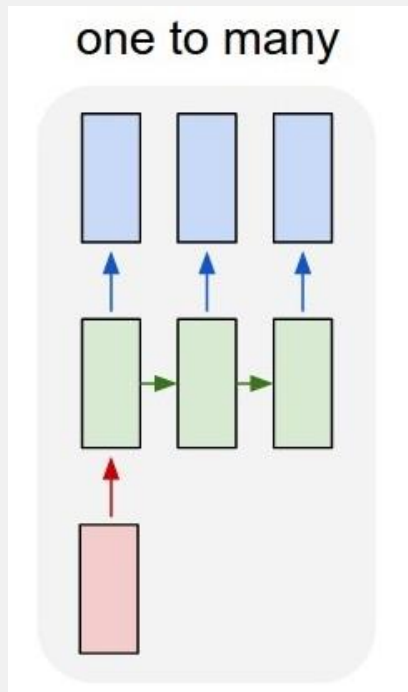


Отображение одного объекта в другой, например для классификации или регрессии

Нейронные сети. RNN.



RNN один ко многим

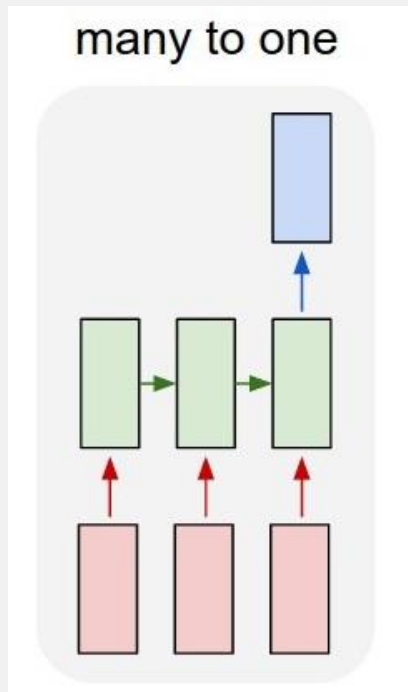


Последовательность в последовательность:

- Описание изображения естественным языком
- Генерация музыки по стилю



RNN многие к одному

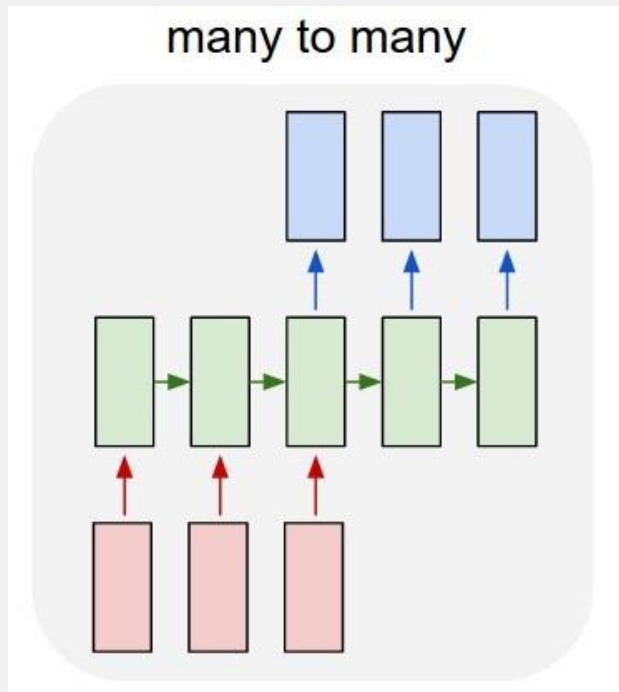


Последовательность в объект:

- Определение тональности текста
- Определение стиля изображения



RNN многие ко многим асинхронно

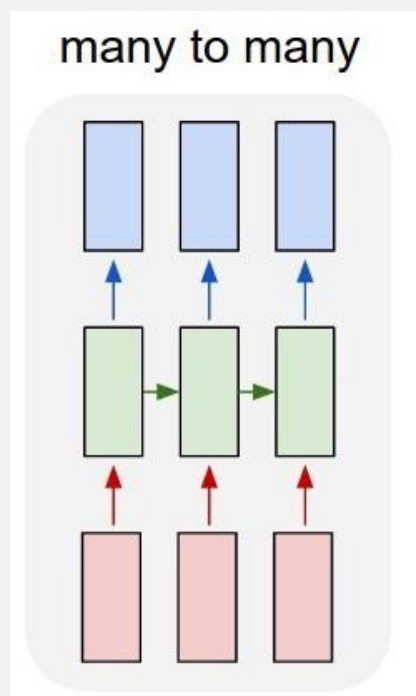


Отображение одного объекта
последовательность:

- Перевод текста (асинхронность нужна в том случае, если необходимо иметь полное представление (исходную последовательность) для перевода в новую)



RNN многие ко многим синхронно



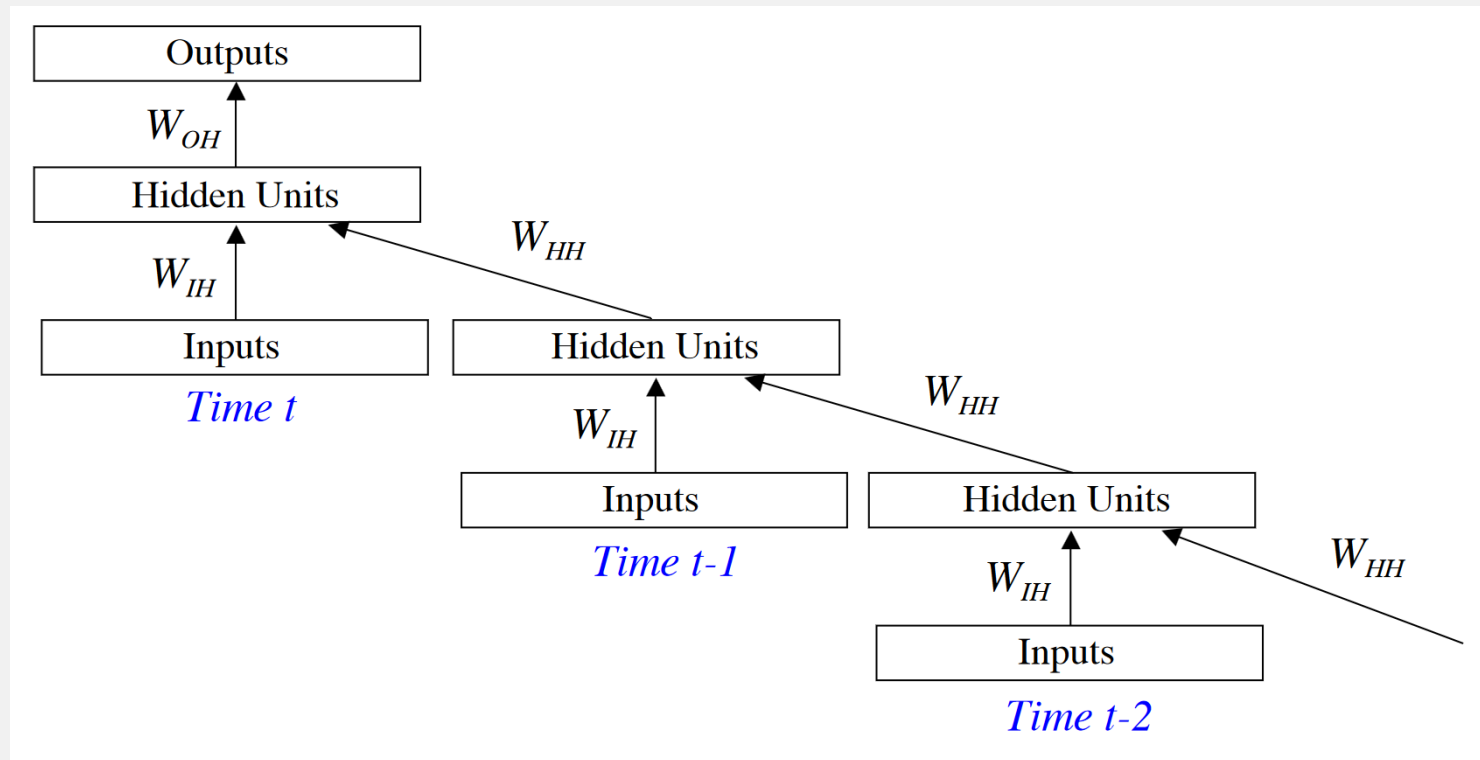
Последовательность в последовательность:

- Описание каждого кадра в видео

Нейронные сети. RNN.



Проблема обычных RNN

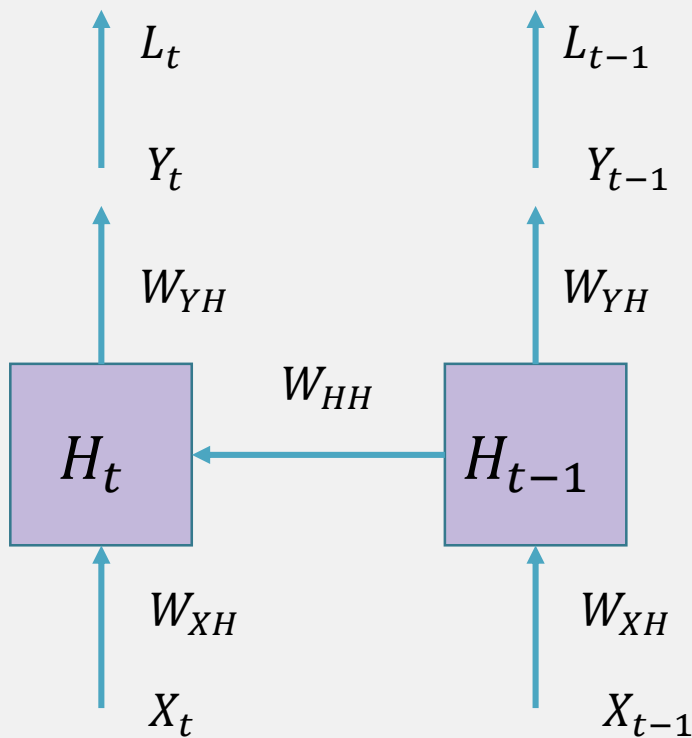


unfolding over time

Нейронные сети. RNN.



Проблема обычных RNN



Loss

$$L = \sum_t L_t$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial w} = \frac{\partial L_t}{\partial y_t} \frac{\partial y_t}{\partial w}$$

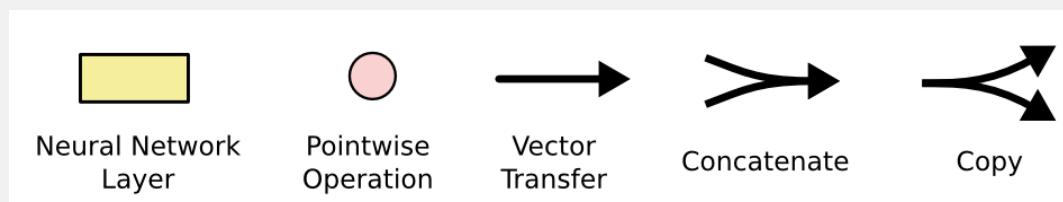
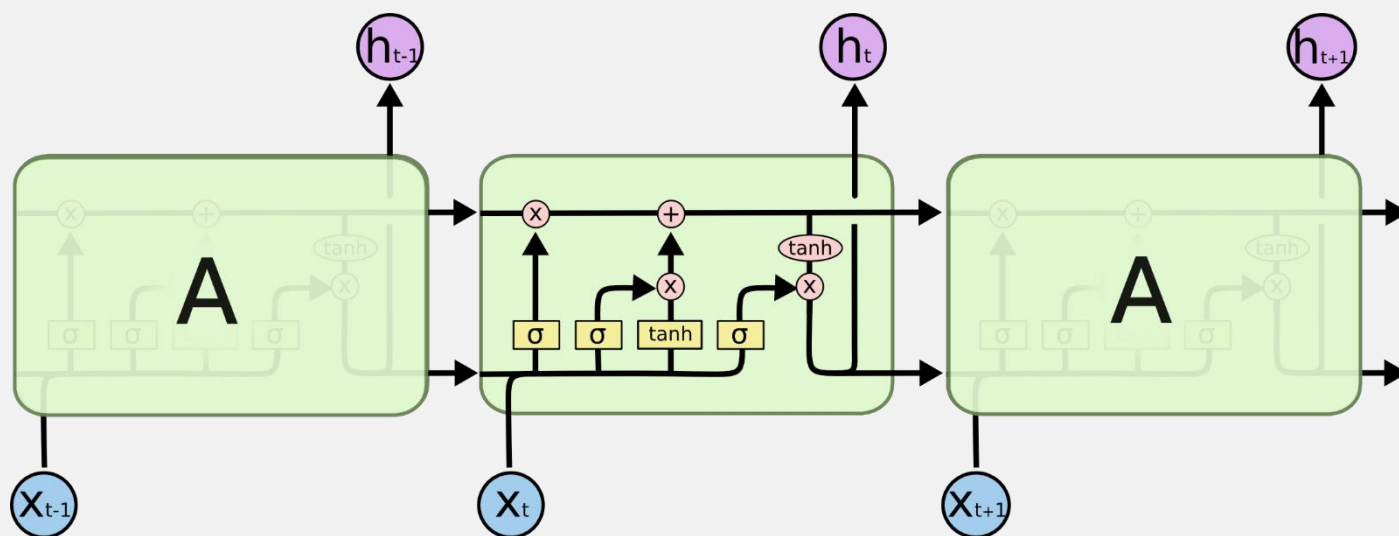
$$\frac{\partial y_t}{\partial w} = \frac{\partial y_t}{\partial h_t} \left(\frac{\partial h_t}{\partial w} + \frac{\partial h_t}{\partial h_{t-1}} \frac{\partial h_{t-1}}{\partial w} + \dots \right)$$

$$\sum_{k=0}^t \prod_{i=k+1}^t \frac{\partial h_i}{\partial h_{i-1}} \frac{\partial h_{i-1}}{\partial w}$$

$$\frac{\partial h_t}{\partial h_{t-1}} \frac{\partial h_{t-1}}{\partial h_{t-2}} \frac{\partial h_{t-2}}{\partial h_{t-3}} \frac{\partial h_{t-3}}{\partial h_{t-4}} \frac{\partial h_{t-4}}{\partial h_{t-5}} \dots$$

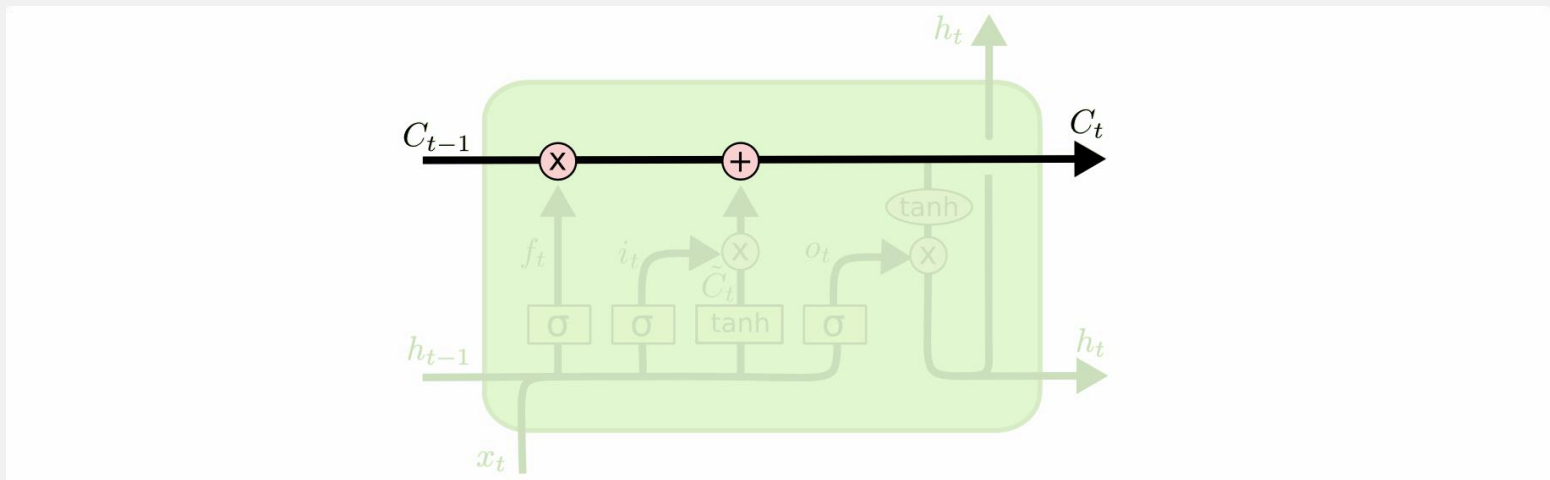


Long Short Temp Memory





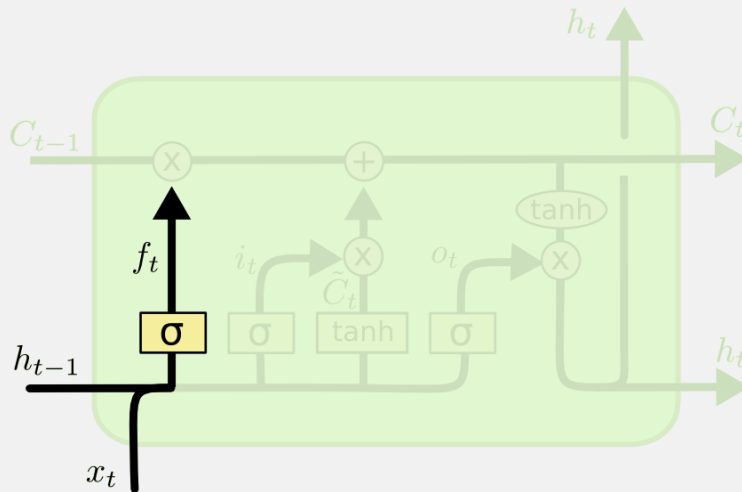
Long Short Temp Memory



Состояние ячейки напоминает конвейерную ленту. Она проходит напрямую через всю цепочку, участвуя лишь в нескольких линейных преобразованиях. Информация может легко перемещаться по ней, не подвергаясь изменениям.



Long Short Temp Memory

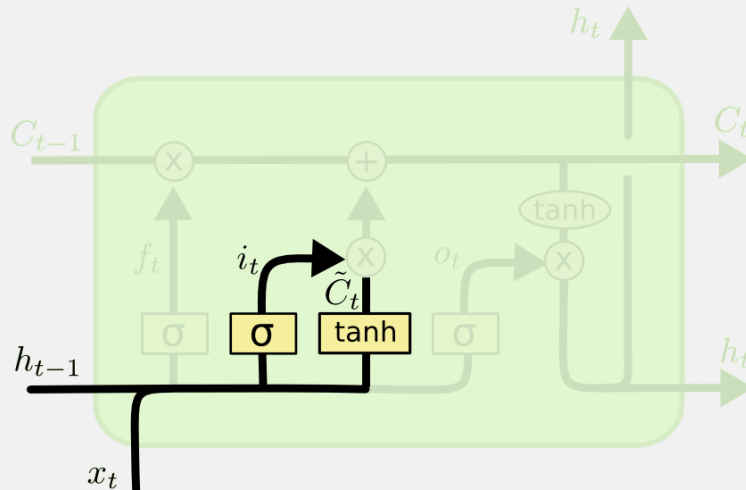


$$f_t = \sigma (W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

Первый слой вычисляет, насколько на данном шаге ему нужно забыть предыдущую информацию



Long Short Temp Memory



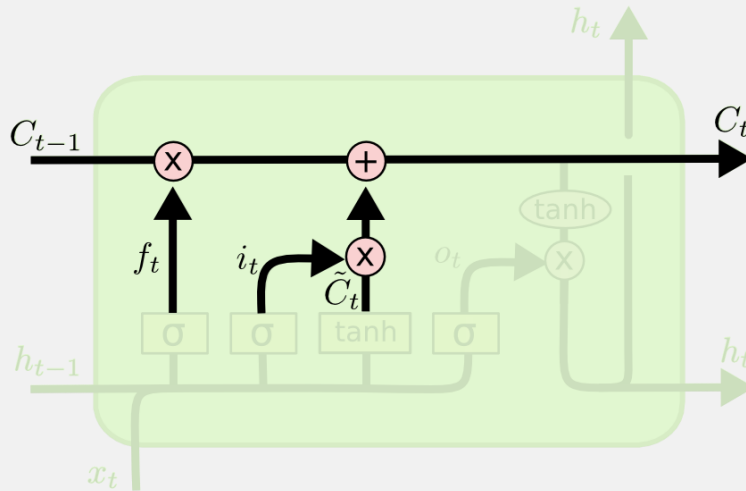
$$i_t = \sigma (W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$$

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

Второй слой вычисляет, насколько ему интересна новая информация, пришедшая с сигналом



Long Short Temp Memory

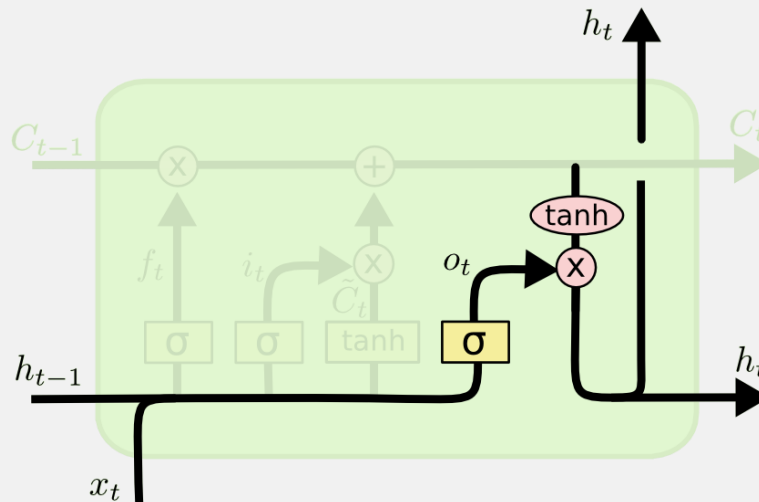


$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t$$

На третьем слое вычисляется линейная комбинация памяти и наблюдения с только вычисленными весами для каждой из компонент.



Long Short Temp Memory



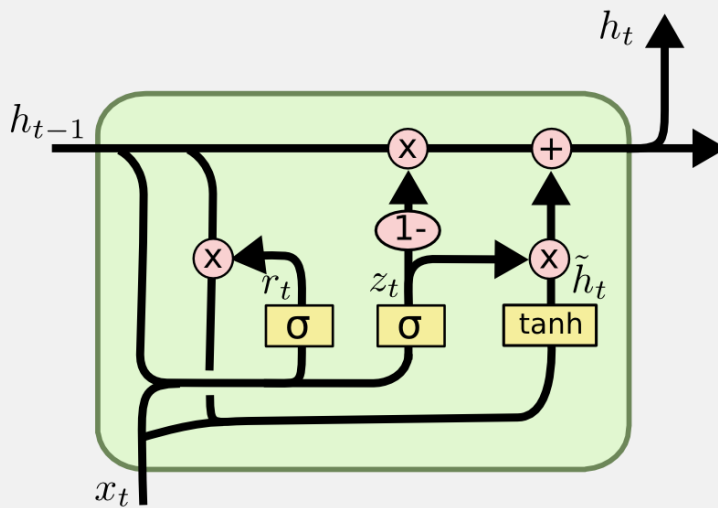
$$o_t = \sigma (W_o [h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

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

Сначала сигнал проходит через сигмоиду, которая решает, какая его часть важна для дальнейших решений, затем гиперболический тангенс переводит вектор памяти на отрезок от -1 до 1, и в конце эти два вектора перемножаются.



GRU (Gated recurrent units)



$$z_t = \sigma(W_z \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

$$r_t = \sigma(W_r \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

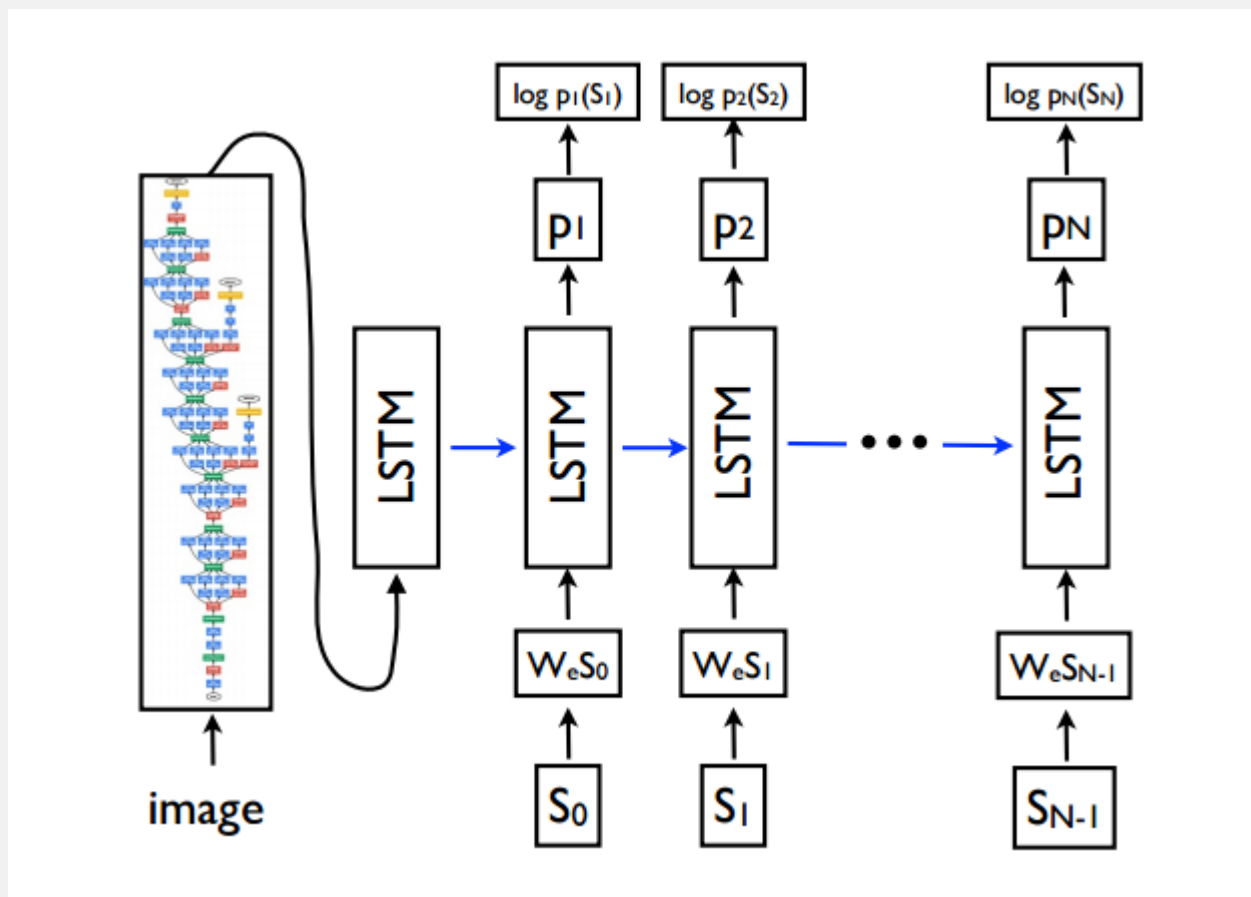
$$\tilde{h}_t = \tanh(W \cdot [r_t * h_{t-1}, x_t])$$

$$h_t = (1 - z_t) * h_{t-1} + z_t * \tilde{h}_t$$

Нейронные сети. RNN.

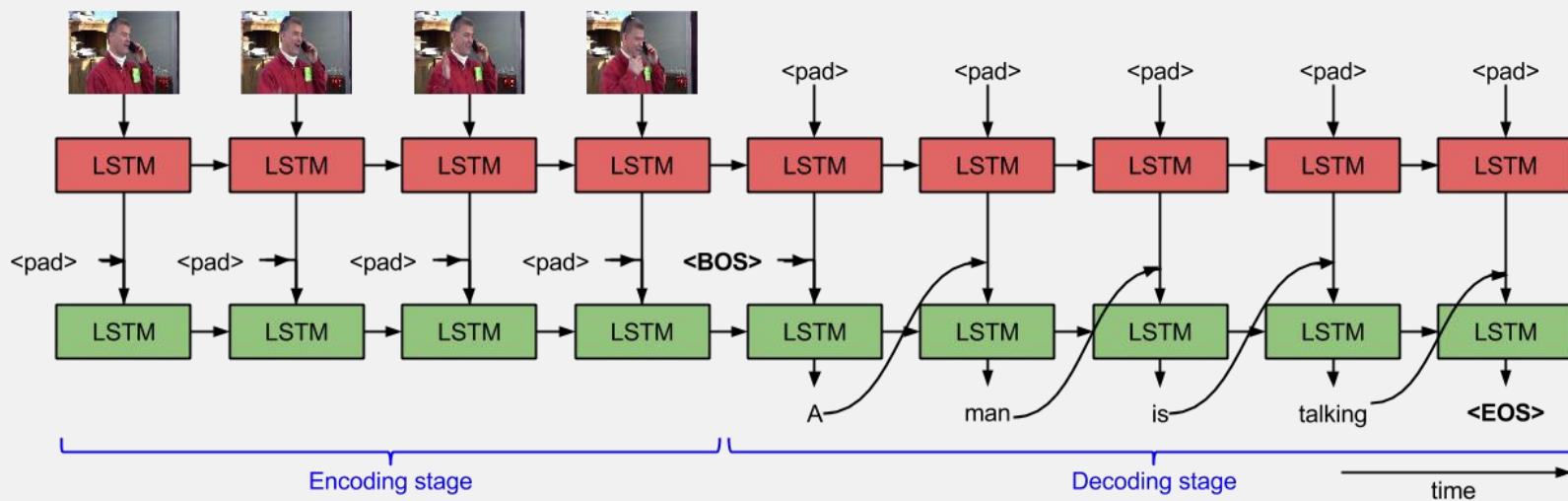


Image to text





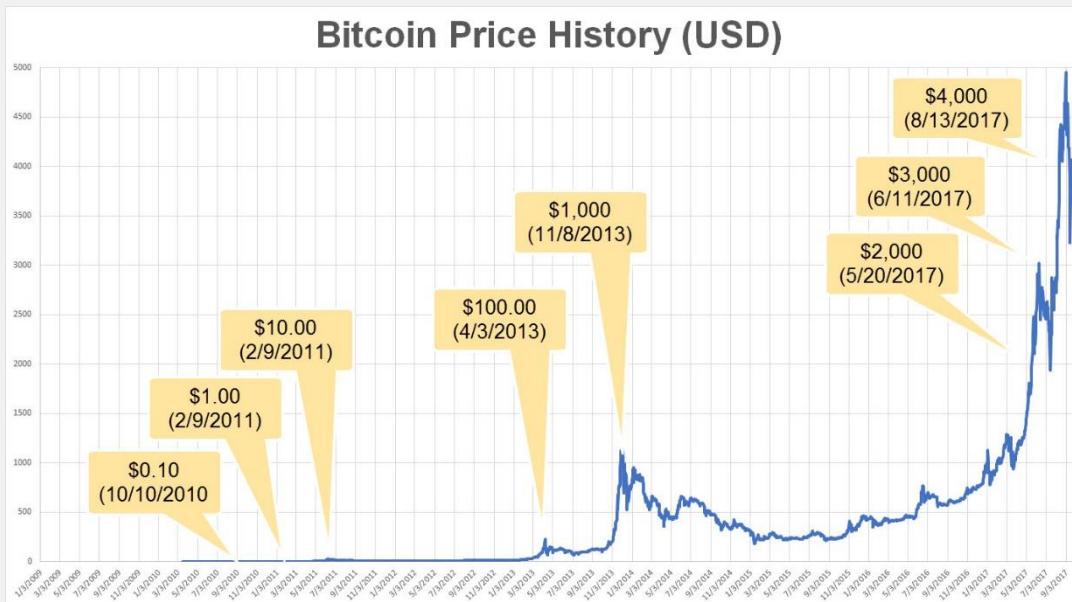
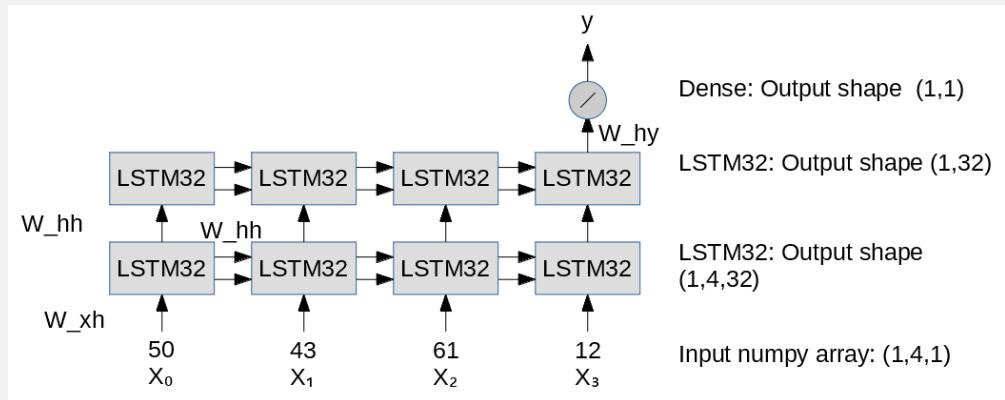
Video to text



Нейронные сети. RNN.



Пример 1.



Нейронные сети. RNN.



Пример 2.



User Reviews

★★★★★★ **When you're tired of the Marvel formula!**
9 October 2018 | by dhdregun - See all my reviews

Venom isn't a Marvel movie, for that it succeeds far more than if it had been. If you're getting tired of the Marvel formula then Venom is going to be a breath of fresh symbiotic air.

Venom occupies it's own universe, it's dark, gritty and more grown up compared to its counterparts. The existence of Eddie's personal life feels real, his struggles are far more relatable than any other character portrayed in a comic book movie so far. He is an everyday guy who screws up and because of that his need to redeem himself gets him attached to a symbiote. After that hes just trying to stay alive until the very end when the truth of his circumstance means he is the only one who can prevent humanities destruction. The movie didnt lead up to this, it wasnt even known what was to come until the last 20 minutes of the movie.

This is a marriage of two separate movies and it's done very well. You remove Venom and the movie feels like it could stand on it's own with a few key changes. The Venom portion hits all the notes required for a superhero movie.

You actually care about Eddy and it's not because they give some sappy back story about loss or self reflection. You care because you can actually relate with what happens to him and how you may have reacted in the same scenario. He wasnt rich, a god or born with powers, didnt live with super advanced technology or volunteer for an experiment. Hes just a guy with a 9-5 in a regular relationship and living in the same world where shake downs and homelessness exist.

The critics wanted a different movie then what they got. They wanted a basic Marvel super hero movie without realizing one of the better super hero movies as of late (Logan) didnt follow that formula either.

Venom is the movie that stands on its own by creating a story with elements suited to the character, not checkboxes like others. Its entertaining and feels like it could have lasted longer. I'd rather feel left wanting then feeling like the movie is now requiring me to continue watching it because it's been dragged out too long.

I'd rather watch another Venom movie then any other marvel universe sequel at this point.

258 of 425 people found this review helpful. Was this review helpful to you? ☐ Yes ☐ No | Report this

[Review this title](#) | [See all 2 702 user reviews >](#)

User Reviews

★★★★★★ **An absolutely incredible film!**
2 May 2002 | by NRGWasp - See all my reviews

Simply incredible. Never before have I seen a 3 hour movie that didn't seem like 3 hours. I read the Lord of the Rings very recently and I was surprised at how similar Peter Jackson's vision was to my own.

Now about the omissions and alterations. I'm not a crazed fanatic who gets worked up over every little detail. I didn't mind Arwen's inflation and I'm actually glad Tom Bombadil was scrubbed (I felt Tom Bombadil was an unnecessary addition to the book). Despite these minor changes, the screenplay stays extremely close to the book and flows very very well (and the prologue was a nice touch).

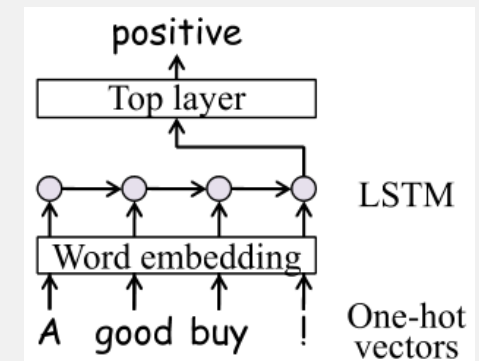
The acting was flawless. As I've read many many times in other reviews, McKellen doesn't play Gandalf, he IS Gandalf. Wood, Mortensen, Holm, Astin, everyone was fantastic. My hat's off to Sean Bean who delivers an excellent performance as Boromir, a character who's intentions are good but wrestles with the corrupting power of the Ring. Bean portrays it VERY well. Oh, and Andy Serkis does a PERFECT Gollum voice. It's EXACTLY as I imagined it myself.

The special effects were incredible, the cave troll, the balrog, Gollum, and Sauron's Eye all looked amazing. I was also very impressed by the seamless shrinking of the vertically challenged characters.

What's wrong with this movie? I have no idea... I thought everything was perfect. My biggest gripe is having to wait an entire year to see The Two Towers!

29 of 30 people found this review helpful. Was this review helpful to you? ☐ Yes ☐ No | Report this

[Review this title](#) | [See all 5 086 user reviews >](#)



Нейронные сети



Не забываем отмечаться и оставлять отзывы!

Спасибо!



**Спасибо за
внимание!**

Спасёнов Алексей

a.spasenov@corp.mail.ru