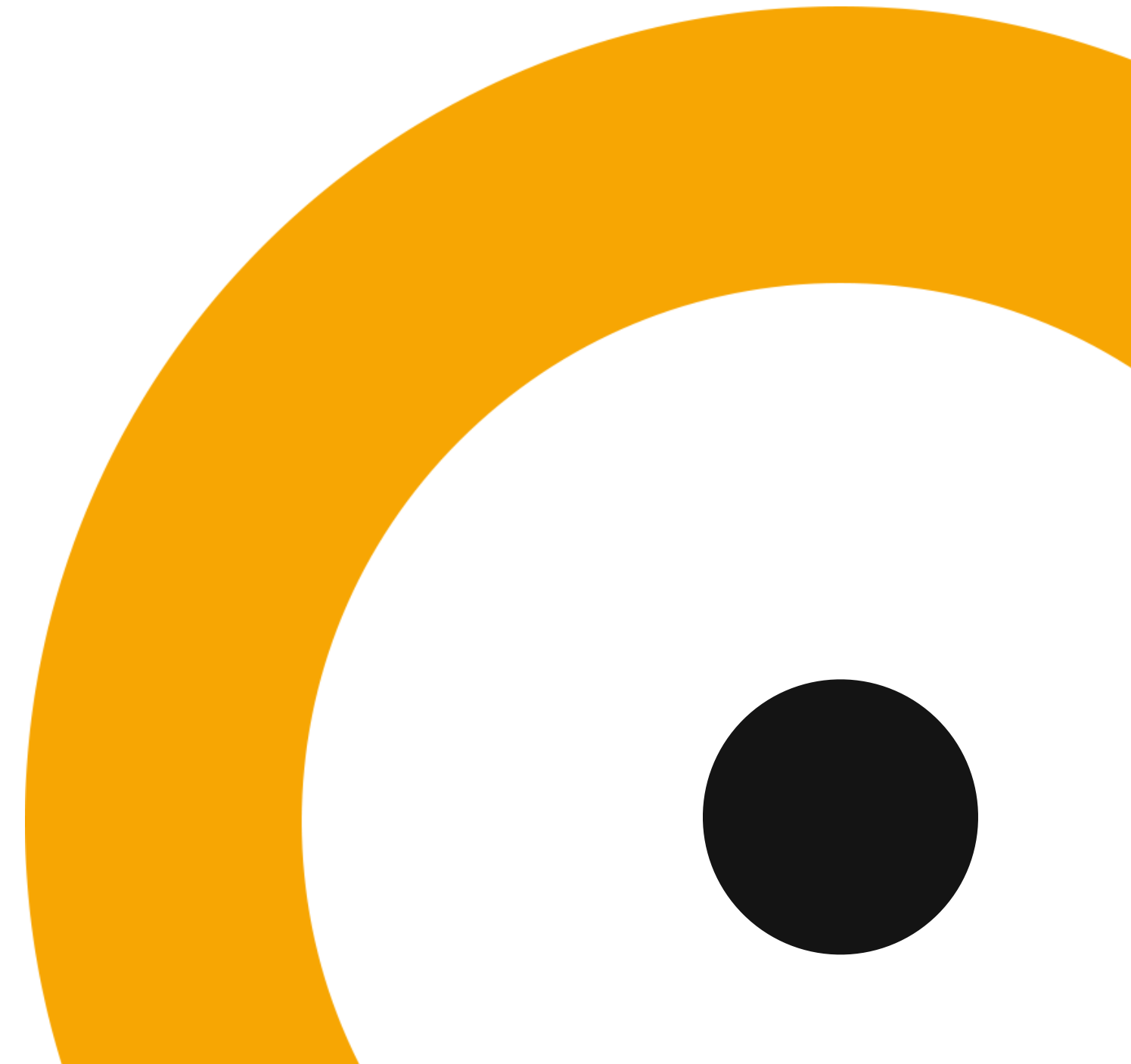


Mestrado em Data Science

Séries Temporais

Previsão com *Deep Learning* -
Uma Visão Geral





Conteúdo

12.1 Deep Learning para Séries Temporais: Introdução

12.2 Exemplos de Arquiteturas



12.1

Deep Learning para Séries

Temporais: Introdução





Deep Learning

O Impacto de *Deep Learning*

Deep Learning tem tido um grande impacto em diferentes tópicos:

- Processamento de Linguagem Natural (NLP)
 - Aprender com texto
- Visão Computacional
 - Aprender com imagens

Progresso Notório em Séries Temporais

- *Deep Learning* foi crucial na solução vencedora da competição de previsão M4
 - **ES-RNN**
- E algumas das melhores soluções da competição M5 também usaram deep learning (mas não o vencedor :-)



Deep Learning para Previsão de Séries Temporais

Porque é que Deep Learning é Apelativo?

- Output multivariado (*sequence to sequence*)
- Capacidade de aprender *atributos latentes*
- Aprendizagem eficiente das dependências temporais (e não só)
- Modelos híbridos
- Robusto a ruído
- Capacidade para aprender funções não lineares
- Output probabilístico



Deep Learning para Previsão de Séries Temporais

Modelos Auto-regressivos

No seu core, deep learning aplica uma abordagem auto-regressiva para modelar as séries temporais

Modelos Globais

- Deep Learning agrega várias séries temporais para treinar o modelos
 - Tipo de modelos que necessita de muitos dados



12.2

Exemplos de Arquiteturas



Deep Learning para Previsão

Feedforward Neural Networks

- Tipo de redes mais simples
- *Fully connected neurons*
- Também referido como o *Multilayer Perceptron*

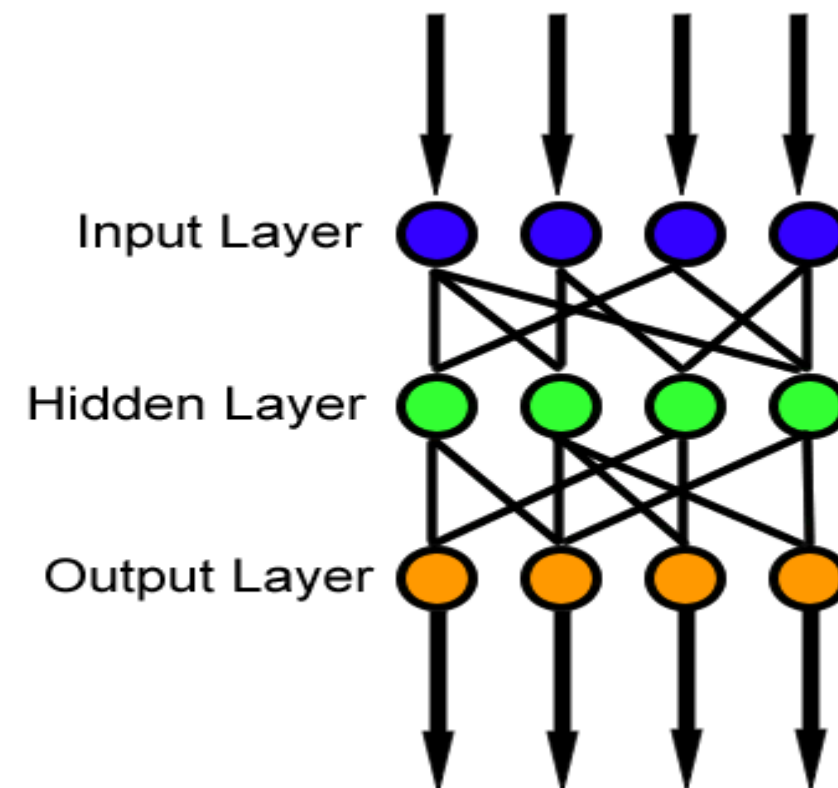


Image source: wikipedia

Deep Learning para Previsão

Convolutional Neural Networks

- Usadas para aprender com imagens
- Podem ser aplicadas a séries temporais (“imagem” uni-dimensional)

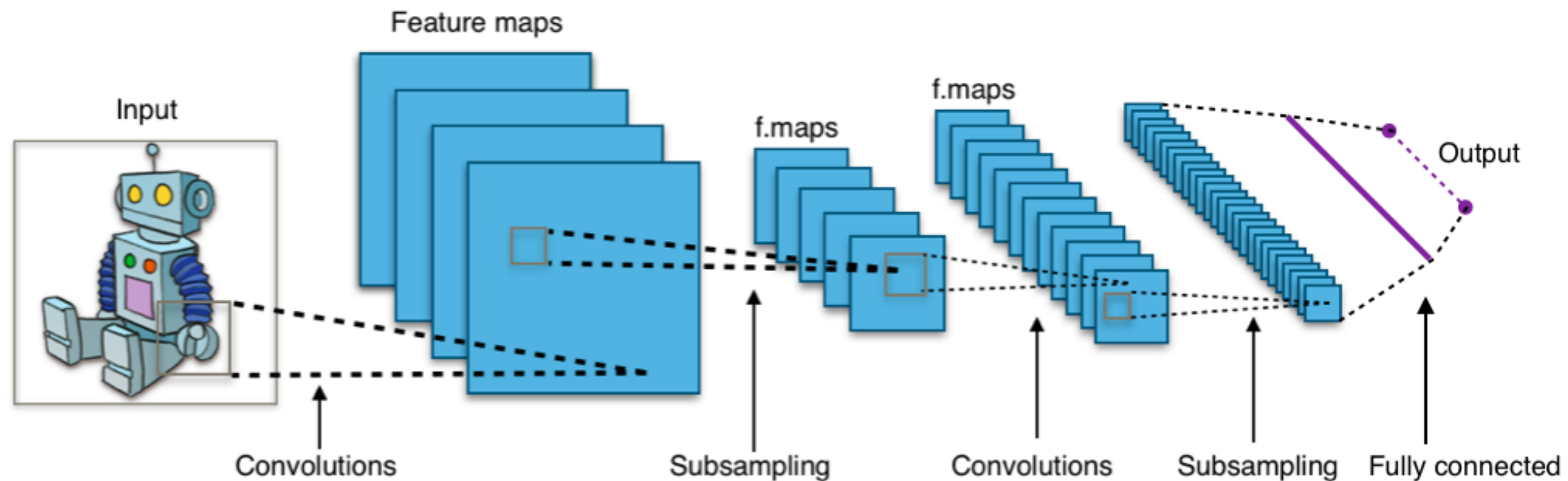


Image source: wikipedia

Deep Learning para Previsão

Recurrent Neural Networks

- Desenvolvidas para sequências
- Aprendem dependências a longo-prazo
- Ingrediente-chave: estado interno que guarda informação dos inputs passados
- Exemplos: LSTM (Long Short-Term Memory), GRU (Gated Recurrent Unit)

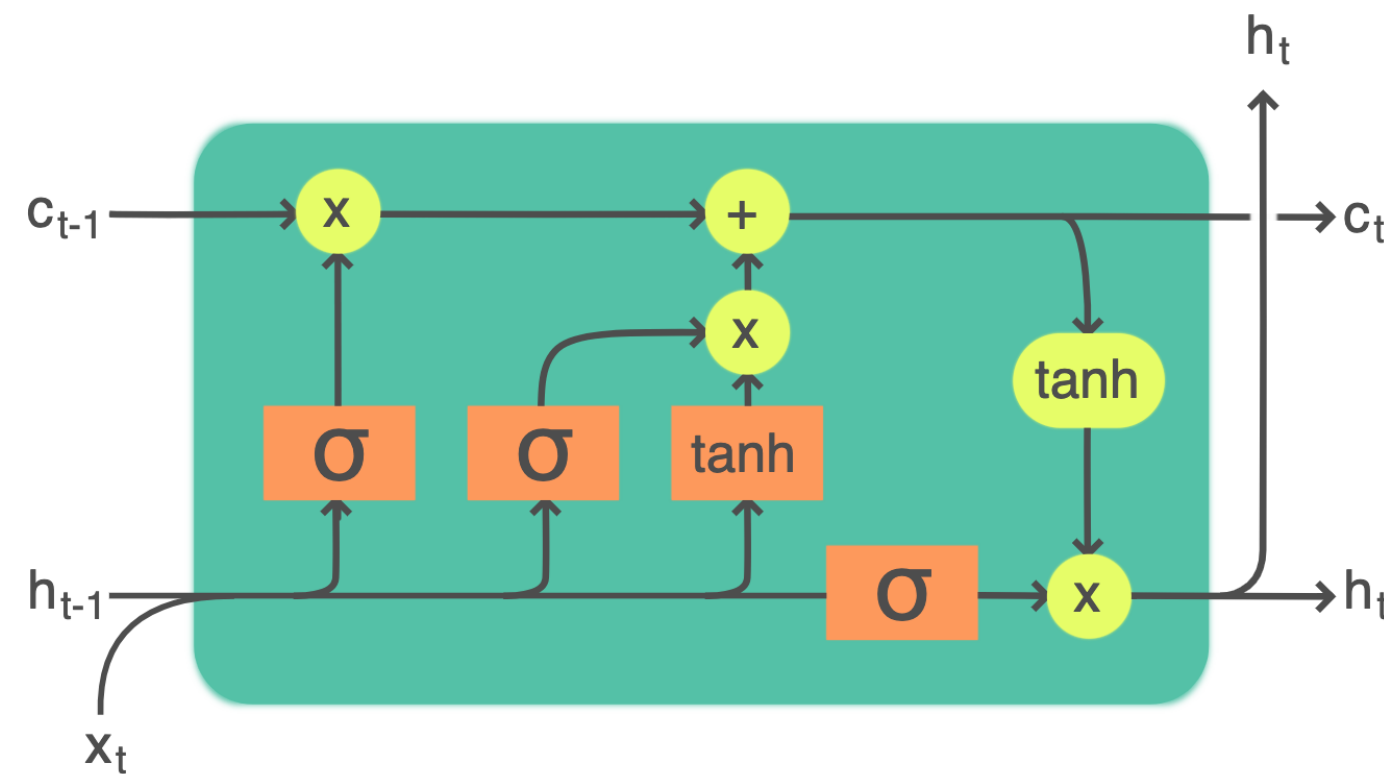


Image source: wikipedia



Arquiteturas Relevantes

M4 Competition

Competição de Previsão de 100.000 séries temporais.

- Diferentes frequências e domínios

Vencedor: Deep Learning

A solução vencedora teve por base Deep Learning

- Solução híbrida chamada ES-RNN
- *Exponential smoothing* for usado para normalizar as séries
 - Remover sazonalidade
 - Tornar as séries na mesma escala
- Uma rede neuronal LSTM foi usada para prever valores futuros



Arquiteturas Relevantes

DeepAR (Amazon)

- Abordagem auto-regressiva
- Modelo probabilístico (o output é uma distribuição)
- Baseada numa arquitetura recorrente
- Disponível na biblioteca *gluonts*, Amazon SageMaker

Temporal Fusion Transformer (Google)

Arquitetura Transformer com LSTM e mecanismo de *attention*

Temporal Fusion Transformer (by Google)

Arquitetura Transformer com LSTM e mecanismo de attention

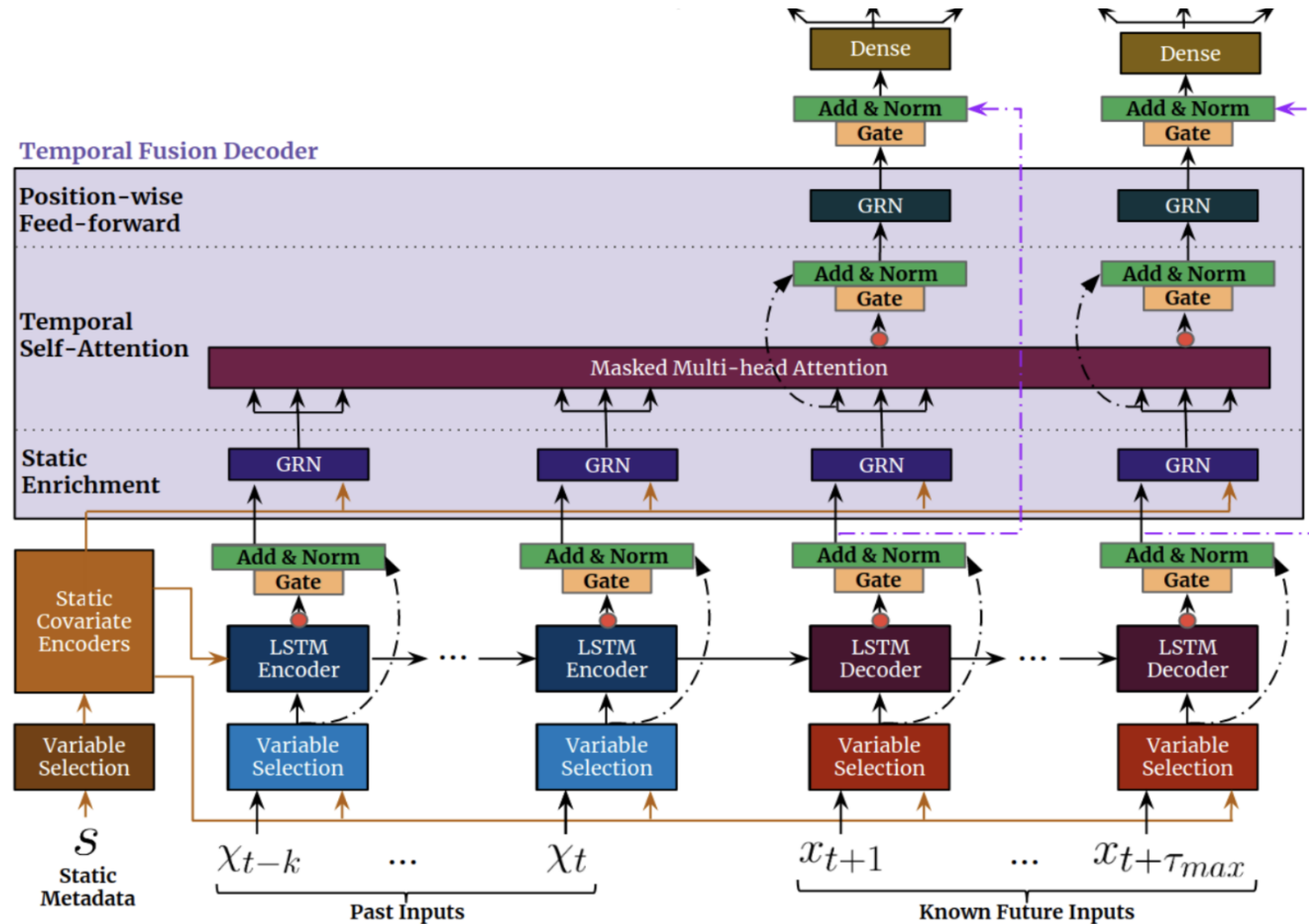


Image source: <https://ai.googleblog.com/2021/12/interpretable-deep-learning-for-time.html>

N-BEATS

Stack de redes *feedforward* com ligações residuais bidirecionais

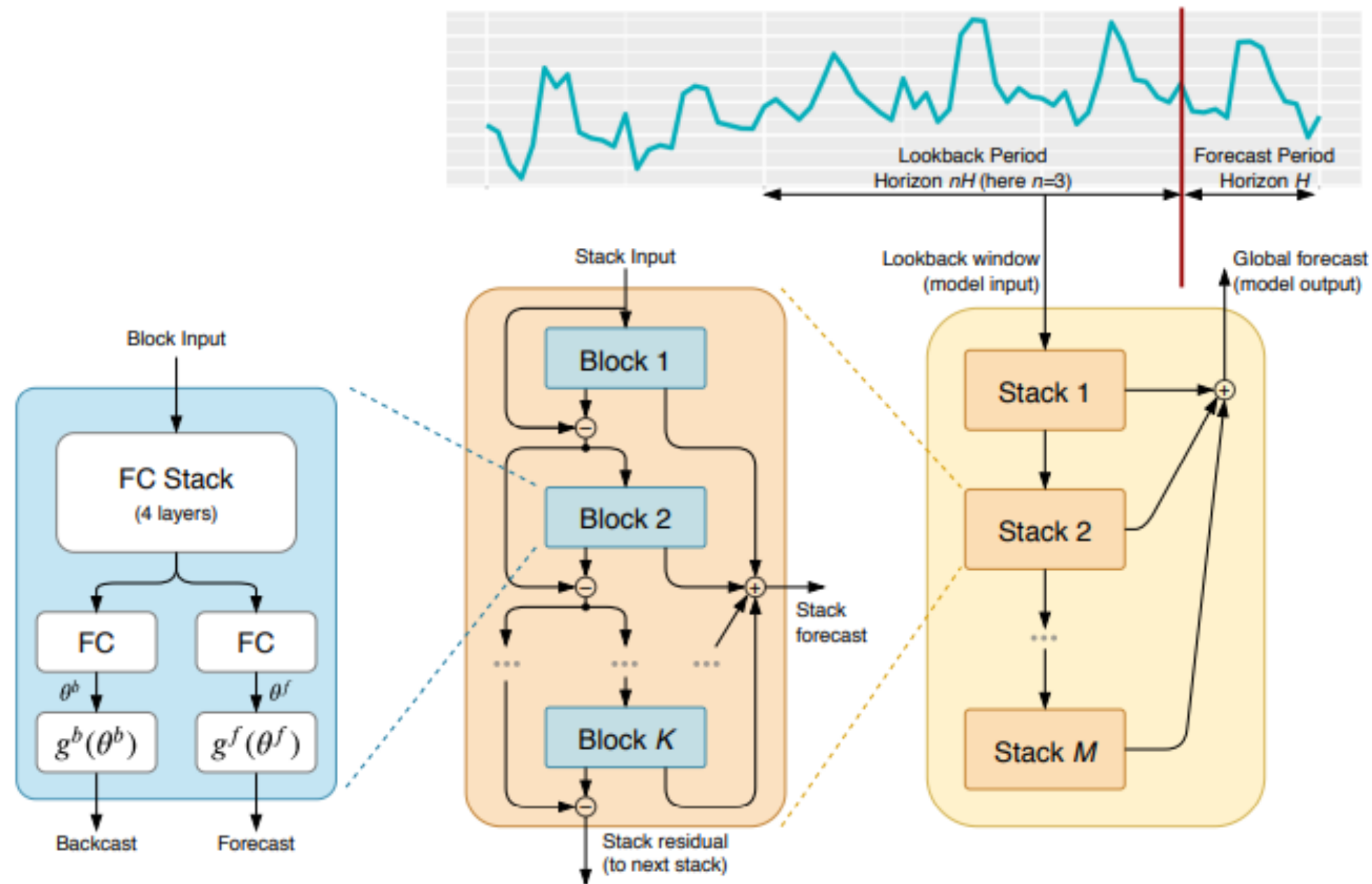


Image source: <https://arxiv.org/pdf/1905.10437.pdf>



Arquiteturas Relevantes

Graph Neural Networks

Redes neuronais que aprendem com grafos

Aplicações para previsão

Ainda não existem muitas...

Mas, a Google desenvolveu uma GNN para a previsão de duração de viagens

As estimativas da Google Maps melhoraram cerca de 40% em algumas cidades

Derrow-Pinion, Austin, et al. "Eta prediction with graph neural networks in google maps." *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Information & Knowledge Management*. 2021.



Exemplo: Rede Neuronal *Feedforward*

```
from keras.models import Sequential  
from keras.layers import Dense
```

```
n_lags = 3
```

```
X, y = ts_as_supervised(series, n_lags)
```

```
model = Sequential()  
model.add(Dense(100, activation='relu', input_dim=n_steps))  
model.add(Dense(1)) #output  
model.compile(optimizer='adam', loss='mse')
```

```
model.fit(X, y, epochs=10)
```

Previsão com Deep Learning - Uma Visão Geral

Vitor Cerqueira

<https://www.linkedin.com/in/vcerq/cerqueira.vitormanuel@gmail.com>

