

Genifer 5.1.1 理论笔记

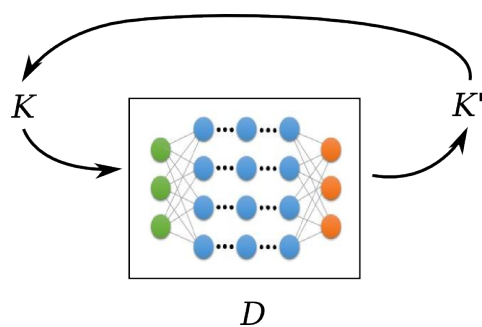
YKY (甄景贤)

July 27, 2015

整个 Genifer 系统包含 RL + RNN 两部分。

1 RNN

RNN (D) 是一个 feedforward NN，只是它的输出再回馈到输入。



它可以执行 3 个运作：

1.1 Deduction

Deduction 只需要 forward propagation。（实际上 deduction 可能没有什么用，重要的是 querying。）

1.2 Learning

Learning 是通过 back-prop, 我们要求的是从 K_0 开始:

$$\begin{aligned} K_0 &\xrightarrow{D} \dots K_\infty \\ K_\infty &\geq K^* \end{aligned} \tag{1}$$

但这里需要用到 \geq 关系, 下述。

目的是学习 D , 令误差 \mathcal{E} 最少。

梯度 $\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial W}$ 的计算应该是可行的; 这里 W 是 RNN 的 weights。

但怎样计算 $\mathcal{E} = K_\infty - K^*$? 有个严重问题是: 我们要知道 K^* 的知识的表达方式, 但如果 D 是个 black box, K^* 的 representation 就不是透明的。

Joseph 找到一篇 paper, 叫 Memory Networks, 来自 Facebook AI research [1]。他们也是用 RNN 来学习 Q&A, 但它有一个 component I = input feature map, 负责将句子变成 internal feature representation, 它需要涉及传统 NLP 的 parsing。我们可不可以不做这步? 😞

问题是如果输出是 words, 我们必须比较句子, 亦即是 K 的序列。似乎可以用 convolution 方法: 记 $S := K_0, K_1, K_2, \dots$ 为输出的 sequence, $S^* := K_0^*, K_1^*, \dots, K_m^*$ 为想要的答案 sequence, 则误差可以定义成:

$$\mathcal{E} := S * S^*$$

其中 $*$ 是 convolution。(但我不是 100% 肯定这个用法是否正确。)

1.3 Querying

$$\begin{aligned} K_0 &\xrightarrow{D} \dots K_\infty \\ K_\infty &\geq? K^* \end{aligned} \tag{2}$$

传统逻辑的做法是，找 K_n (n 个推导步骤之后的结果)，然后试试 K_n 包不包含 K^* 。但通常更有效率是反向地由结论 K^* 开始寻找。

可以看成是这个问题：

$$\begin{aligned} \text{solve } D^n(\mathbf{x}) &> K^* \\ K_0 &\geq \mathbf{x} \end{aligned} \tag{3}$$

其中 \mathbf{x} 是变量。我们要求 $>$ 是大於某个 threshold ϵ 。这是一条 **iterative equation**，似乎还有希望。

上次说过如果 D 是 **monotonous**，即 $\forall \mathbf{x} D(\mathbf{x}) \geq \mathbf{x}$ ，可能有帮助。

1.4 \geq 关系

\geq 是逻辑中的「**generalize**」关系，它有两种模式：

- 人会死 \geq Socrates 会死
- 人会死 \geq (人会死 \wedge 月亮是圆的)

在 (topological) **vector space** 理论里，我们可以定义 **vector** 之间的 $\mathbf{v}_1 \geq \mathbf{v}_2$ ，方法是选取任何一个 **cone**（锥形） C ：

$$\mathbf{v}_1 \geq \mathbf{v}_2 \Leftrightarrow (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2) \in C$$

例如如果在平面上， C 可以是右上角的 **quadrant**。

我在考虑：我们可不可以选取任何一个在 \mathbf{K} 空间中的 **cone** 来定义 \geq ，然后让 **RNN** 自己学习 \geq 的逻辑结构（例如 动物 \geq 猫、 $A \geq A \wedge B$ ）？

References

- [1] Weston, Chopra, and Bordes. Memory networks. *ICLR (also arXiv)*, 2015.