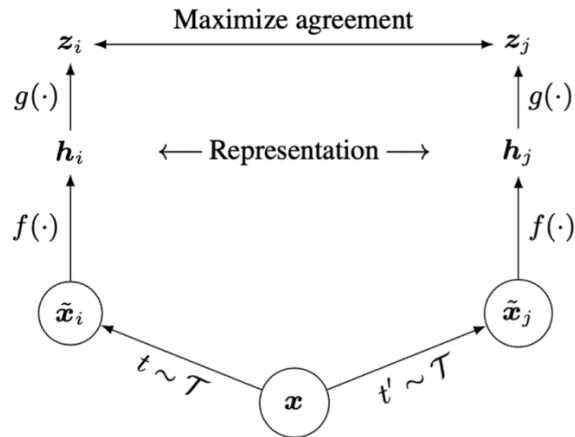


题目 1: 下图是无监督判别式学习 SimCLR 模型的示意图。依据示意图, SimCLR 的损失函数并简述 SimCLR 模型是如何实现、训练的。

参考文献: Ting Chen, Simon Kornblith, Mohammad Norouzi, Geoffrey Hinton, A Simple Framework for Contrastive Learning of Visual Representations, ICML, 2020.

<http://proceedings.mlr.press/v119/chen20j/chen20j.pdf>



题目 2: 设玻尔兹曼分布 $P(x) = \frac{1}{Z} \exp(-\beta H(x))$ 的能量函数为 $H(x) = -\sum_{i < j < k} J_{i,j,k} x_i x_j x_k$ 。

1) 根据指数族 (exponential family) 定义, 指出该模型的自然参数与充分统计量分别是什么?

2) 推导: $\frac{\partial \log(Z)}{\partial J_{i,j,k}}$, 用统计量 $\langle x_i x_j x_k \rangle$ 表示, 其中 $\langle x_i x_j x_k \rangle = \sum_x P(x) x_i x_j x_k$ 。

题目 3: 给定能量函数 $E_t(x) = tx^2/2 + x^4/4$ 和一个高斯概率密度分布 $Q_\sigma(x) = \exp(-x^2/$

$(2\sigma^2)) / (\sqrt{2\pi}\sigma)$, 设定逆温度参数 $\beta = 1$, 求 $Q_\sigma(x)$ 的 Gibbs 变分自由能 $G[Q_\sigma] = g(t, \sigma)$ 。

(高斯积分公式可参考 <https://mathworld.wolfram.com/GaussianIntegral.html>)