Homework 2 Report Problem Set
Professor Pei-Yuan Wu EE5184 – Machine Learning

Problem 1. (1%) 請簡單描述你實作之 logistic regression 以及 generative model 於此 task 的表現，並試著討論可能原因。

在 private score 的部分，我的 logistic regression 的 model 比起 generative model 表現的要來得好，其分數如下表格。在我的 model 中，我街有做 std normalization，必且對資料做 shuffle，打亂資料的順序，然後在 logistic regression 中有對 feature 做 one-hot encoding。而由於 generative model 是以 data 的分佈為依據做訓練的，如果 data 的 variance 太大的話，表現就會比 logistic regression 差。

	Private score	Public score
Logistic regression	0.819	0.82
Generative model	0.782	0.781

Problem 2. (1%) 請試著將 input feature 中的 gender, education, martial status 等改為 one-hot encoding 進行 training process，比較其模型準確率及其可能影響原因。

因為 one-hot encoding 是為了處理沒有連續意義的 feature，在 education 中，教育程度是有連續性的，而在性別或婚姻狀態就沒有連續性，就必須要拆開來做 one-hot encoding，不然會對預測有影響。而有無使用 one-hot encoding 的預測成果如下表，使用的 features 是 sex, education, marriage, pay_0

	Private score	Public score
With one-hot	0.8192	0.8206
Without one-hot	0.81	0.8096

Problem 3. (1%) 請試著討論哪些 input features 的影響較大（實驗方法沒有特別限制，但 請簡單闡述實驗方法）。

在去嘗試 feature 時，因為沒有 domain knowledge，都只能亂槍打鳥，try and error，於是慢慢了解這些 data 欄位的意義後，發現在後面幾項 pay, bill, pay_atm 等等，越接近的月份越有用，於是我只取上個月的資料，其他月的資料都捨棄，其中，pay_0 的預測效果遠超越其他 featrue，所以就以 pay_0 為核

心來做訓練

Features	Private score	Public score
Pay_0	0.819	0.82
Pay_0, bill_atm_1, pay_atm_1	0.8082	0.8074
Sex, education, marriage, pay_0	0..81	0.8096
Sex, education, marriage, pay_0, bill_atm_1, pay_atm_1	0.812	0.8134
ALL feature	0.8102	0.8116

Problem 4. (1%) 請實作特徵標準化 (feature normalization)，並討論其對於模型準確率 的影響與可能原因。

因為在某些 feature 中，數值的差距很大，像是 bill_atm 和 pay_atm 中的值，有上萬的數值和個位數的數值，差距這麼大的情況下，使用 normalization 的效果就會比較好，其準確率如下表：

	Private score	Public score
With normalization	0.819	0.82
Without normalization	0.8134	0.8156

Problem 5. (1%)

Subject : .... No. :
Date : ..../.......

Problem 5.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad , -\infty < x < \infty$$

當我們將 $f(x)$ shift 至原点 $\Rightarrow \mu = 0 , \sigma = 1$

$$\therefore f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

令 $I = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$

而 $I = \int_{-\infty}^{\infty} f(y)\,dy = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$

$$\therefore I^2 = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$$
$$= \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2}} dx\,dy$$

用極座標轉換 : $x = r\cos\theta , y = r\sin\theta$

而根據 Jacobian . Jacobian $= \begin{vmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -r\sin\theta & r\cos\theta \end{vmatrix}$

$dx\,dy = \text{abs}(\text{Jacobian}) * dr\,d\theta = r\,dr\,d\theta$

$$\therefore I^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi}\int_0^{\infty} e^{-\frac{r^2}{2}} r\,dr\,d\theta$$
$$= \frac{1}{2\pi} \cdot 2\pi \int_0^{\infty} e^{-\frac{r^2}{2}} r\,dr = \int_0^{\infty} e^{-\frac{r^2}{2}} r\,dr$$
$$= \frac{1}{2}\int_0^{\infty} 2r \cdot e^{-\frac{r^2}{2}} dr = \frac{1}{2}\int_0^{\infty} e^{-\frac{r^2}{2}} dr^2$$

令 $t = r^2$

$$I^2 = \frac{1}{2}\int_0^{\infty} e^{-\frac{t}{2}} dt = \int_0^{\infty} e^{-t} dt = 1$$

$\therefore I = 1$ #

Problem 6. (1%)

$$= \frac{1}{2}\int_0^\infty 2r\cdot e^{-\frac{r^2}{2}}\,dr = \frac{1}{2}\int_0^\infty e^{-\frac{r^2}{2}}\,dr^2$$

令 $t=r^2$

$$I^2 = \frac{1}{2}\int_0^\infty e^{-\frac{t}{2}}\,dt = \int_0^\infty e^{-t}\,dt = 1$$

$\therefore I = 1$ #

Problem 6.

(a)

$$\frac{\partial E}{\partial z_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} \times \frac{\partial y_k}{\partial z_k}$$ #

(b)

$$\frac{\partial E}{\partial z_j} = \frac{\partial E}{\partial y_j} \times \frac{\partial y_j}{\partial z_j}$$

$$= \frac{\partial E}{\partial z_k} \times \frac{\partial z_k}{\partial y_j} \times \frac{\partial y_j}{\partial z_j}$$

$$= \frac{\partial E}{\partial y_k} \times \frac{\partial y_k}{\partial z_k} \times \frac{\partial z_k}{\partial y_j} \times \frac{\partial y_j}{\partial z_j}$$ #

(c)

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial z_j} \times \frac{\partial z_j}{\partial w_{ij}}$$

$$= \frac{\partial E}{\partial y_k} \times \frac{\partial y_k}{\partial z_k} \times \frac{\partial z_k}{\partial y_j} \times \frac{\partial y_j}{\partial z_j} \times \frac{\partial z_j}{\partial w_{ij}}$$ #