

EXAMEN

Semestre : 1 : ☒ 2 : ☐

Session : Principale : ☒ Rattrapage : ☐

Module: Deep Learning et IA

Enseignant(s): Mr. Aymen Ben Brik, Mr. Med Hedi Riahi, Mr. Anis Cherfi

Classes : 2^{ème} année BA

Documents autorisés : Oui ☐ NON ☒ **Nombre de pages :** 04 pages

Calculatrice autorisée : Oui ☒ NON ☐

Date: 16 / 01 / 2024

Heure : 10h30 – 12h00

Durée : 1h:30

NB : La clarté et la précision des réponses, ainsi que leur présentation matérielle, seront des éléments importants d'appréciation. Les réponses doivent être écrites sur la feuille d'examen ESB.

A - Questions aux choix multiples (5 points)

Veillez choisir une ou plusieurs réponses :

- À nombre de neurones équivalent, quel type de couche conduit au nombre le plus important de paramètres ?
 - Couche Convolutionnelle
 - Couche Dense
 - Couche Pooling
- Parmi ces propositions, quelle est celle qui permet de lutter le plus efficacement contre l'explosion du gradient pouvant apparaître lors de l'apprentissage des réseaux récurrents ?
 - Utiliser des couches de pooling
 - Utiliser des neurones de type LSTM
 - Utiliser le gradient clipping
 - Choisir judicieusement le nombre de neurones des couches récurrentes
- Quelle proposition correspond à l'une des portes de contrôle d'une cellule LSTM ?
 - La porte de service (Service Gate)
 - La porte d'entrée (Input Gate)
 - La porte ouverte (Open Gate)
 - La porte de propagation (Propagation Gate)

4. Quels sont les trois modes de fonctionnement d'un réseau de neurones récurrent ?
 - a. La classification de séquences
 - b. L'étiquetage de séquences
 - c. La mémorisation de séquences
 - d. La génération de séquences
5. Lequel des types de RNN suivants est le meilleur pour l'analyse des sentiments :
 - a. One to One
 - b. One to Many
 - c. Many to One
 - d. Many to Many
6. Pour un problème de reconnaissance d'image (reconnaître un chat sur une photo), quelle architecture de réseau de neurones serait la mieux adaptée pour résoudre le problème ?
 - a. Perceptron multicouche
 - b. Réseau de neurones Convolutifs (CNN)
 - c. Réseau de neurones Récurrents (RNN)
 - d. Perceptron
7. Laquelle des propositions suivantes est une méthode de réglage hyperparamètres dans un réseau de neurones ?
 - a. Sequential
 - b. GridsearchCV
 - c. Predict
 - d. Tout ce qui précède

B - Etude de cas : Identification des étudiants d'une classe. (15 points)

Consignes : A lire attentivement

Examen proposé sous forme d'une étude de cas. A noter que les différents thèmes et questions sont indépendantes.

Pour toutes les questions de cet examen, chaque réponse doit être argumentée, une proposition parachutée sera considérée comme fausse.

L'étudiant sera évalué sur sa capacité de synthèse des acquis d'apprentissage et de rédaction (les réponses doivent être bien rédigées dans un langage compréhensible : Français, Anglais ou Python)

Introduction :

Dans une école de génie cherchant à améliorer son process de saisie des absences dans une séance donnée, un groupe composé de deux Data Scientist Junior propose un projet intégrant l'identification des étudiants à partir d'une caméra fixée à l'entrée de la salle de cours. On suppose que les étudiants sont identifiés par leurs numéros de cartes CIN. L'administration de l'école met à la disposition du groupe un ensemble de données composé par :

- **Dataset1** : 10000 images de 20 étudiants d'une classe témoin (500 images par étudiants). On précise que les images sont de taille 224*224 et elles sont en couleurs.
- **Dataset2** : 100 vidéos des 20 étudiants (5 vidéos pour chaque étudiant). Chaque vidéo est d'une durée d'une minute. La qualité de la vidéo est de 64*64 et elle est en noir et blanc.

Thème 1: Deep Learning VS Machine Learning (2 points)

- a) Quel est le type d'apprentissage automatique qui convient à notre étude de cas ? Préciser la variable objective. (0.5point)
- b) Quelles sont les avantages des réseaux de neurones artificiels (ANN) par rapport aux techniques de Machine Learning simples ? Préciser au moins deux avantages (0.5point)
- c) Est ce que les techniques de Deep Learning sont toujours plus performantes que celles du Machine Learning ? (0.5point)
- d) Est ce que notre problème peut être résolu par les algorithmes classiques de Machine Learning ? (0.5 point).

Thème 2 : Artificial Neural Network (3 points)

- a) Expliquer le fonctionnement d'un neurone. (0.5point)
- b) A quoi consiste le Forward Propagation ? (0.5point)
- c) Quelle est la différence entre Loss (perte) et Cost (coût) ? (0.5 point)
- d) Donner un exemple de fonction Loss qu'on peut utiliser pour notre étude de cas. (Bonus : Donner la formule de cette fonction) (0.5point + 0.5 Bonus)
- e) A quoi sert le Backward Propagation ? (0.5 point)
- f) Expliciter le fonctionnement de l'algorithme de la descente du gradient ? (0.5point)

Thème 3 : Calcul du nombre de paramètres d'une architecture ANN (3 points)

Le premier Data Scientist a décidé de travailler avec Dataset1 en mettant en place une architecture ANN. Il propose l'architecture suivante :

Une couche Input

Une première couche cachée contenant 1000 cellules (neurones)

Une deuxième couche cachée contenant 500 cellules

Une couche Output

- a) Quel est le nombre de cellules à prévoir pour la couche Input ? (0.5point)
- b) Quel est le nombre de cellules à prévoir pour la couche Output (0.5point)
- c) Préciser le nombre de paramètres à entraîner dans chaque couche (y compris la couche Input et la couche Output) (2points)

Thème 4 : Ajustement du modèle (2 points)

L'évaluation d'un modèle Deep Learning repose généralement sur le principe de l'équilibre entre le Biais et la Variance.

- a) Expliquer les deux notions du biais et de la variance. (0.5point)
- b) Parmi les deux termes, quel est le terme qu'on associe au sur-apprentissage ? (0.5point)

c) Pour tester son modèle le premier Data Scientist dispose de 2000 images supplémentaires des 20 étudiants en question.

Le Data Scientist a choisi Accuracy comme métrique d'évaluation de son modèle ANN.

Il a trouvé les résultats suivants : 0.98 sur la première Dataset et 0.72 dans la Dataset de test.

D'après vous, quelles sont les solutions qu'on peut appliquer pour remédier à cette chute de performance entre les deux datasets (entraînement et test) ? Mentionnez au moins 4 solutions. (1point)

Thème 5 : Convolutional Neural Network (CNN) vs ANN (2points)

Le deuxième Data Scientist propose une méthode différente que le premier qui consiste à utiliser les réseaux de convolution.

a) Expliquer brièvement le concept des réseaux CNN. (0.5point)

b) Expliquer les deux hyper-paramètres : Padding et Stride. (0.5point)

c) Quelles sont les valeurs par défaut du Padding et du Stride dans une couche de convolution ? (0.5point)

d) Quelles sont les valeurs par défaut du Padding et du Stride dans une couche de Max_pooling ? (0.5point)

Thème 6 : Mise en place du Réseau CNN (3 points)

Le Deuxième Data Scientist propose l'architecture suivante :

- Une première couche de convolution composé : de 100 filtres de taille 3*3, la fonction d'activation : Relu
- Une couche Max_Pooling de taille 2*2
- Une couche de convolution composé : de 100 filtres de taille 7*7, Padding = 1, la fonction d'activation : Relu
- Une couche Max_Pooling de taille 4*4
- Une fonction Flatten
- Une couche cachée contenant 100 cellules
- Une couche cachée contenant 50 cellules
- Une couche Output

a) Calculer le nombre de paramètres à entraîner dans chaque couche (1.5 points)

b) Préciser l'input et l'output de chaque couche. (1.5 points)