université de BORDEAUX Collège Sciences & Technologies	Année universitaire : **2024/2025** **Intelligence Artificielle** Code UE : **4TIN708EX** Date : **17 décembre** Heure : **14h30** Durée : **1h30** **Documents non autorisés** **6** pages

Numéro d'anonymat :

REPONDEZ SUR LE SUJET.

Partie 1 : IA pour les jeux

1. Qu'est-ce que l'algorithme MinMax ? Quelles sont ses hypothèses de base sur le jeu ?

   Réponse :

2. Quel rôle joue la fonction d'évaluation heuristique dans MinMax pour des jeux à grande profondeur ? Quels sont les critères pour concevoir une bonne fonction d'évaluation ?

   Réponse :

3. L'élagage Alpha-Beta permet-il toujours de réduire le nombre de nœuds explorés dans un arbre de jeu ? Justifiez votre réponse.

   Réponse :

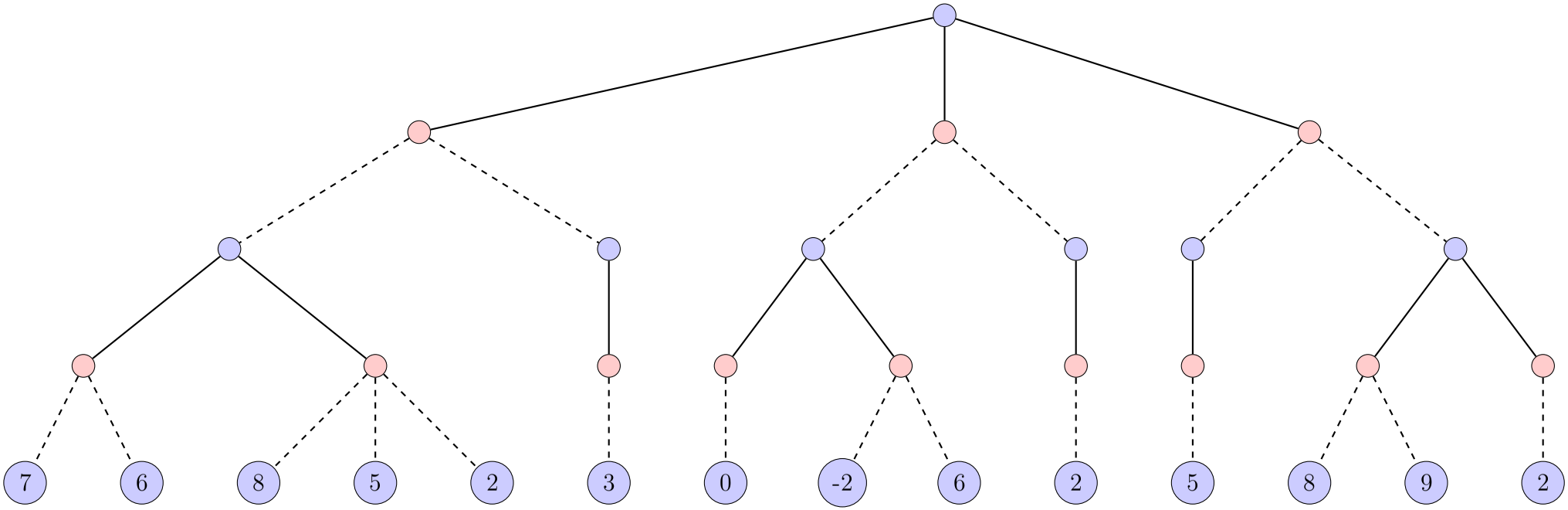
Soit l'arbre de jeu de la page suivante (les noeuds amis sont en bleu, les noeuds ennemis en rouge, les valeurs aux feuilles sont des valeurs d'évaluation de la position, côté ami).

1. Quelle est la valeur MiniMax de l'arbre (celle de sa racine) ?

   Réponse :

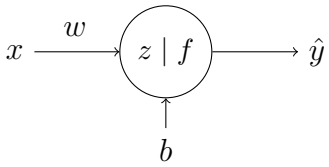
2. Déroulez soigneusement l'algorithme `AlphaBeta` (classique) sur cet arbre de jeu. Bien faire figurer sur votre solution les coupes effectuées, préciser leur nature et l'évolution des valeurs α et β au cours de la recherche.

3. Indiquez sur l'arbre le coup à jouer pour l'ami en racine.


7
6
8
5
2
3
0
-2
6
2
5
8
9
2

Partie 2 : Apprentissage profond

Le schéma suivant donne l'architecture d'un réseau simple composé d'un seul neurone :



En considérant une fonction de perte (loss function) définie par

$$L(y, \hat{y}) = (y - \hat{y})^2,$$

où y est la vérité terrain correspondant à l'entrée x, et en supposant que la fonction d'activation non linéaire f est simplement définie par :

$$f(z) = z^3.$$

1. Écrivez l'expression mathématique de la valeur $\hat{y}$ calculée par le réseau.

Réponse :

L'entraînement du réseau se fait par une descente de gradient classique avec un taux d'apprentissage η.

2. Écrivez les expressions des dérivées partielles de L en fonction des paramètres du réseau.

Réponse :

3. Écrivez la formule de la mise à jour des différents paramètres.

Réponse :

On souhaite, à présent, entraîner un réseau pour distinguer les chiffres manuscrits du corpus MNIST (corpus vu en cours et en TD). Pour cela, on prepose le code suivant :

```
1.  from keras.datasets import mnist
2.  import keras
3.  from keras.models import Sequential
4.  from keras.layers import Flatten, Dense, MaxPooling2D, Conv2D

5.  (X_train, y_train), (X_test, y_test) = mnist.load_data()
6.  y_train = keras.utils.to_categorical(y_train)
7.  y_test = keras.utils.to_categorical(y_test)
8.  num_classes = 10

9.  model = Sequential()
10. model.add(Conv2D(32,  kernel_size=(3,3), activation='relu', input_shape=(28, 28, 1)))
11. model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2)))
12. model.add(Conv2D(64, kernel_size=(3,3), activation='relu'))
13. model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2)))
14. model.add(Flatten())
15. model.add(Dense(128, activation='relu'))
16. model.add(Dense(num_classes, activation='softmax'))

17. model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])
```

1. Expliquez le rôle des instructions des lignes 6 et 7.

   Réponse :

2. Expliquez le rôle des instructions des lignes 11 et 13.

   Réponse :

3. Expliquez les paramètres de l'instruction de la ligne 17.

   Réponse :

4. À l'exécution de l'instruction `model.summary()`, on obtient le résumé suivant :

```
    Model: "sequential_1"
_________________________________________________________________
 Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
 conv2d_1 (Conv2D)            (None, 26, 26, 32)        A

 max_pooling2d_1 (MaxPooling2D) (None, 13, 13, 32)        B

 conv2d_2 (Conv2D)            (None, 11, 11, 64)        18496

 max_pooling2d_2 (MaxPooling2D) (None, 5, 5, 64)          C

 flatten_1 (Flatten)          (None, 1600)              D

 dense_1 (Dense)              (None, 128)               204928

 dense_2 (Dense)              (None, 10)                E

=================================================================
Total params: F
_________________________________________________________________
```

Quelles sont les valeurs de A, B, C, D, E et F ? (`Param #` est le nombre de paramètres de la couche, `Output Shape` est la taille de la sortie de la couche).

Réponse :

FIN.