L'INSTITUT agro Rennes Angers

Classification d'images

Une comparaison entre R et Python

Conférence Machine Learning

Clément Melina, Le Moan Delalande Riwal, Mathieu Anna

21-11-25

Sommaire

Introduction

Plusieurs approches pour le deep learning

Le deep learning peut être abordé à travers plusieurs outils et langages

TensorFlow

PyTorch

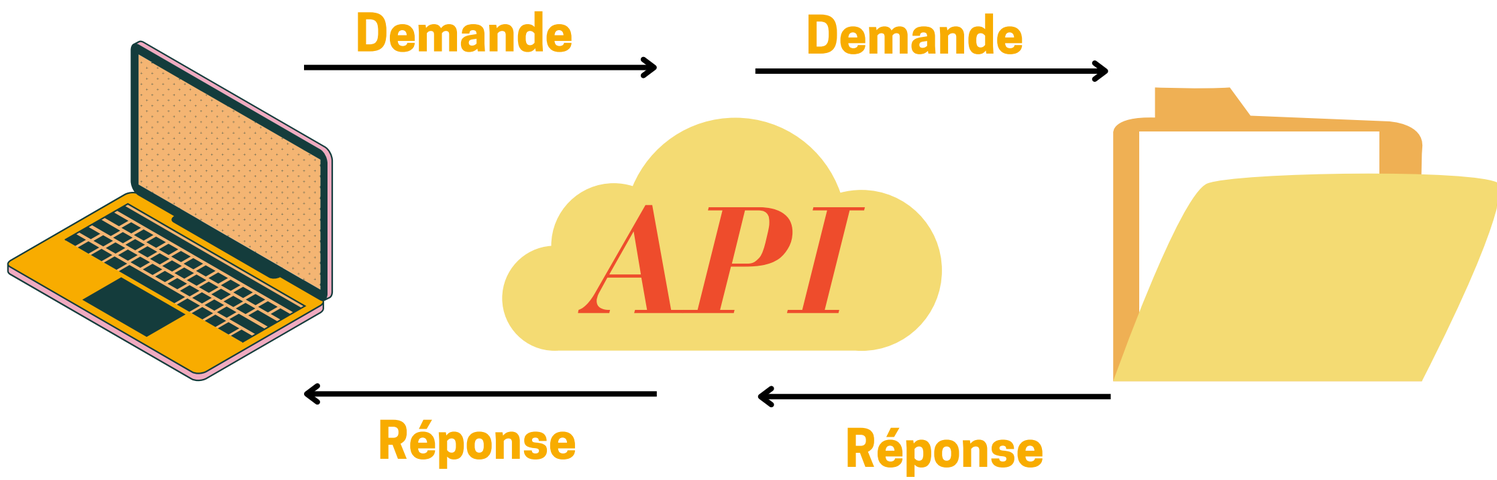
Keras

Comment un même projet de deep learning peut-il être abordé différemment selon l'outil utilisé ? Quels sont les avantages et limites de R Keras, Python Keras et PyTorch pour construire, entraîner et exploiter un modèle ?

Qu'est ce qu'une API

Application **P**rogramming **I**nterface

- Connecte 2 logiciels/services ensemble
- Permet échange de données et de fonctionnalitées



Exemples d'API :

- site web utilise **l'API Google Calendar** pour créer automatiquement un événement dans le calendrier du client.
- **OpenWeatherMap API :** Fournit des données météorologiques en temps réel (affichage de la météo dans une app ou sur un site)

Keras

Keras

Objectifs :

Orienté humain

Vise a simplifier la façon de coder

Framework :

Permet d'utiliser plusieurs Framework de la même façon : JAX, TensorFlow, et PyTorch.

Utilisation :

2 modes d'utilisation principaux :

- Séquentiel (Empilement de couches, CNN)
- Fonctionnel (Modèles plus complexes, non linéaires)

Keras

PyTorch

TensorFlow

Sur R

Package R permettant de faire le lien entre python et R

```
reticulate::install_python(version = ”3.9”)
```

Permet d’installer une version de python directement depuis R

Reticulate permet de traduire les objets R en objets python

Keras

```
library(keras)
library(keras3)
```

interface R vers l’API Keras Python

Facilite la création de CNN dans une environnement R

Similaire à la structure Keras python

2 version du package coexistent

TensorFlow

```
library(TensorFlow)
```

Base pour l’utilisation du package keras

Permet la manipulation des Tenseurs

Nos données : classification d'image

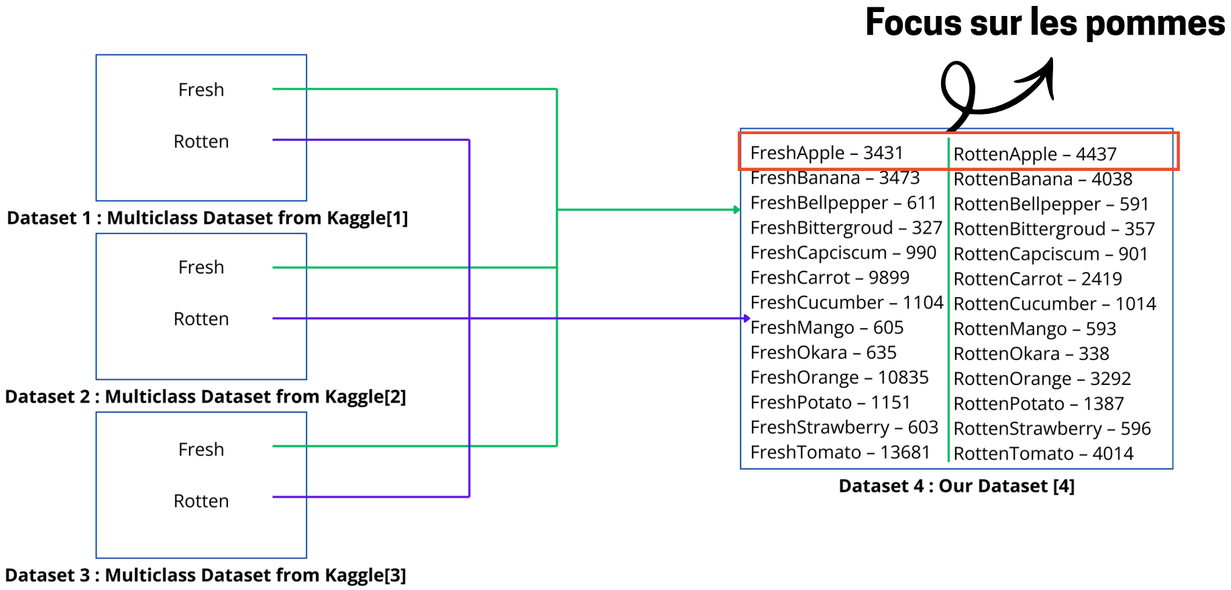
Source :

Food Freshness Dataset

Standardized Fruit and Vegetable Images for Quality Detection Tasks

kaggle.com

Le jeu de données : issu de la compilation de trois jeux de données de classification fruits frais/pourris



Composition

- > 70 000 images
  - Fruits et légumes frais
  - Fruits et légumes pourris
- 13 catégories de fruits et légumes
- taille : 6.4 GB

Fresh apple

Rotten apple

Obtention des données

- Preprocessing et data augmentation
- Standardisation en 128x128 pixels et transformations
  - Conversion en niveaux de gris
  - détection des contours
  - réglage de la luminosité

Méthodologie

0 Préparation des fichiers

```r
classes ← c("Mures", "Pourris")
train_dir ← file.path(base_dir, "train")
test_dir ← file.path(base_dir, "test")

dir.create(train_dir, recursive = TRUE, showWarnings = FALSE)
dir.create(test_dir, recursive = TRUE, showWarnings = FALSE)
```

```r
for (class in classes) {
  cat("Traitement de la classe:", class, "\n")

  source_path ← file.path(base_dir, class)
  train_class_path ← file.path(train_dir, class)
  test_class_path ← file.path(test_dir, class)

  dir.create(train_class_path, showWarnings = FALSE)
  dir.create(test_class_path, showWarnings = FALSE)

  all_files ← list.files(source_path, full.names = TRUE)
  num_files ← length(all_files)

  if (num_files == 0) {
    cat("  !!! Aucun fichier trouvé dans", source_path, "!!!\n")
    next
  }

  train_indices ← sample(seq_len(num_files), size = floor(split_ratio * num_files))
  train_files ← all_files[train_indices]
  test_files ← all_files[-train_indices]

  file.copy(from = train_files, to = file.path(train_class_path, basename(train_files)))
  file.copy(from = test_files, to = file.path(test_class_path, basename(test_files)))

  cat("  →", length(train_files), "fichiers déplacés vers 'train/", class, "'\n", sep="")
  cat("  →", length(test_files), "fichiers déplacés vers 'test/", class, "'\n", sep="")
}
```

1 Préparation des données

```r
image_size ← c(128, 128)

train_datagen ← image_data_generator(
  rescale = 1/255,
  shear_range = 0.2,
  zoom_range = 0.2,
  horizontal_flip = TRUE
)

test_datagen ← image_data_generator(
  rescale = 1/255
)

train_generator ← flow_images_from_directory(
  train_dir,
  generator = train_datagen,
  target_size = image_size,
  batch_size = 100,
  class_mode = 'binary'
)

test_generator ← flow_images_from_directory(
  test_dir,
  generator = test_datagen,
  target_size = image_size,
  batch_size = 100,
  class_mode = 'binary'
)
```

2 Construction du modèle

```r
model ← keras_model_sequential() %>%
layer_conv_2d(filters = 16, kernel_size = c(3, 3),
              activation = 'relu') %>%
layer_max_pooling_2d(pool_size = c(2, 2)) %>%
layer_conv_2d(filters = 32, kernel_size = c(3, 3),
              activation = 'relu') %>%
layer_max_pooling_2d(pool_size = c(2, 2)) %>%
layer_flatten() %>%
layer_dense(units = 64, activation = 'relu') %>%
layer_dense(units = 1, activation = 'sigmoid')
```

Méthodologie

Keras

TensorFlow

3 Compilation et entrainement

```
model %>% compile(
  optimizer = optimizer_adam(),
  loss = 'binary_crossentropy',
  metrics = c('accuracy')
)
```

```
EPOCHS ← 10

options(keras.view_metrics = FALSE)

history ← model %>% fit(
  train_generator,
  steps_per_epoch = ceiling(train_generator$n / train_generator$batch_size),
  epochs = EPOCHS,
  validation_data = test_generator,
  validation_steps = ceiling(test_generator$n / test_generator$batch_size),
  view_metrics = FALSE
)
```

4 Validation

```
evaluation ← model %>% evaluate(
  test_generator,
  steps = ceiling(test_generator$n / test_generator$batch_size)
)

cat('Test loss:', evaluation$loss, '\n')
cat('Test accuracy:', evaluation$accuracy, '\n')
```

Méthodologie

Keras TensorFlow

1 Préparation des données

```
train_ds = tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
    DATA_DIR,
    validation_split=0.2,
    subset="training",
    seed=123,
    image_size=(128, 128),
    batch_size=32,
    label_mode="binary"
)

val_ds = tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
    DATA_DIR,
    validation_split=0.2,
    subset="validation",
    seed=123,
    image_size=(128, 128),
    batch_size=32,
    label_mode="binary"
)

  train_ds = train_ds.prefetch(tf.data.AUTOTUNE)
  val_ds   = val_ds.prefetch(tf.data.AUTOTUNE)
```

2 Construction du modèle

```
data_augmentation = keras.Sequential([
    layers.RandomFlip("horizontal"),
    layers.RandomZoom(0.2),
    layers.RandomRotation(0.1),
])


model = Sequential([
    keras.Input(shape=(128, 128, 3)),
    data_augmentation,
    layers.Rescaling(1./255),
    layers.Conv2D(16, 3, activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),
    layers.Conv2D(32, 3, activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),
    layers.Flatten(),
    layers.Dense(64, activation='relu'),
    layers.Dense(1, activation='sigmoid')
])
```

3 Compilation et entrainement

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


history = model.fit(
    train_ds,
    validation_data=val_ds,
    epochs=10
)
```

Méthodologie

PyTorch

1 Préparation des données

```
transform = transforms.Compose([
    transforms.Resize((IMG_SIZE, IMG_SIZE)),
    transforms.ToTensor()
])

full_dataset = datasets.ImageFolder(root=path, transform=transform)

val_size = int(0.2 * len(full_dataset))
train_size = len(full_dataset) - val_size
train_dataset, val_dataset = random_split(
    full_dataset,
    [train_size, val_size],
    generator=torch.Generator().manual_seed(123)
)

train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=BATCH_SIZE, shuffle=True)
val_loader   = DataLoader(val_dataset,   batch_size=BATCH_SIZE, shuffle=False)
```

2 Construction du modèle

```
class AppleCNN(nn.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.conv1 = nn.Conv2d(3, 16, kernel_size=3)
        self.conv2 = nn.Conv2d(16, 32, kernel_size=3)
        self.pool = nn.MaxPool2d(2, 2)
        self.fc1 = nn.Linear(32 * 30 * 30, 64)
        self.fc2 = nn.Linear(64, 1)

    def forward(self, x):
        x = self.pool(F.relu(self.conv1(x)))
        x = self.pool(F.relu(self.conv2(x)))
        x = torch.flatten(x, start_dim=1)
        x = F.relu(self.fc1(x))
        x = torch.sigmoid(self.fc2(x))
        return x

model = AppleCNN()

criterion = nn.BCELoss()
optimizer = torch.optim.Adam(model.parameters(), lr=1e-3)

train_acc_list, val_acc_list = [], []
train_loss_list, val_loss_list = [], []
```

Méthodologie

PyTorch

3 Compilation et entrainement

```
for epoch in range(EPOCHS):
    # ------- TRAIN -------
    model.train()
    running_loss = 0.0
    running_correct = 0
    total_train = 0

    for images, labels in train_loader:
        images = images.to(device)
        labels = labels.float().view(-1, 1).to(device)  #

        optimizer.zero_grad()
        outputs = model(images)
        loss = criterion(outputs, labels)
        loss.backward()
        optimizer.step()

        running_loss += loss.item() * images.size(0)
        preds = (outputs >= 0.5).float()
        running_correct += (preds == labels).sum().item()
        total_train += labels.size(0)

    epoch_loss = running_loss / total_train
    epoch_acc = running_correct / total_train
```

4 Validation

```
# ------- VALIDATION -------
model.eval()
val_loss = 0.0
val_correct = 0
total_val = 0

with torch.no_grad():
    for images, labels in val_loader:
        images = images.to(device)
        labels = labels.float().view(-1, 1).to(device)

        outputs = model(images)
        loss = criterion(outputs, labels)

        val_loss += loss.item() * images.size(0)
        preds = (outputs >= 0.5).float()
        val_correct += (preds == labels).sum().item()
        total_val += labels.size(0)

val_loss /= total_val
val_acc = val_correct / total_val

train_loss_list.append(epoch_loss)
train_acc_list.append(epoch_acc)
val_loss_list.append(val_loss)
val_acc_list.append(val_acc)
```

Gestion des données

Keras

Données locales uniquement (pas de chargement direct depuis le web)

Split manuel en dossiers train/ et test/
=> double stockage des données

Durée dépendante de la quantité de données :

- < 1 min | 1 Go
- ≈ 7 min | 2 Go
- ≈ 15 min | 3.5 Go .....

Chargement avec image_data_generator()

Pipeline simple mais moins flexible

Keras TensorFlow

Charge facilement :

Compatible datasets distants :

Chargement très automatisé :

```
tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
```

Split intégré :

```
validation_split=0.2,
```

PyTorch

Charge facilement :

Compatible datasets distants :

Système de Dataset et de DataLoader :

```
datasets.ImageFolder()
DataLoader()
```

Split facilité :

```
torch.utils.data.random_split()
```

Transformations de données avancées

Construction du modèle

La construction du modèle via keras_model_sequential() avant l'ajout des couches avec des fonctions layer_ ... ()

```
model <- keras_model_sequential()
model %>%
      ## layers....
```

Ensuite compilation du modèle :

```
model %>% compile(
  optimizer = 'rmsprop',
  loss = 'categorical_crossentropy',
  metrics = c('accuracy')
)
```

Et formation du modèle :

```
model %>% fit(x_train, y_train, epochs = 20, batch_size = 128)
```

La construction du modèle via Sequential() avec une facilité d'ajouter des couches

```
model = Sequential([
    ## layers....
])
```

Ensuite compilation du modèle :

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

Et formation du modèle :

```
history = model.fit(
    train_ds,
    validation_data=val_ds,
    epochs=10
)
```

Les modèles sont définis sous forme de classes (nn.module)

```
class AppleCNN(nn.Module):
```

La construction de la structure du réseau :

```
def __init__(self):
    super().__init__()
    self.conv1 = nn.Conv2d(3, 32, kernel_size=3)

    ...
def forward(self, x):
```

Logique de compréhension des tenseurs

Le modèle d'apprentissage se fait via des boucles explicites manuelles

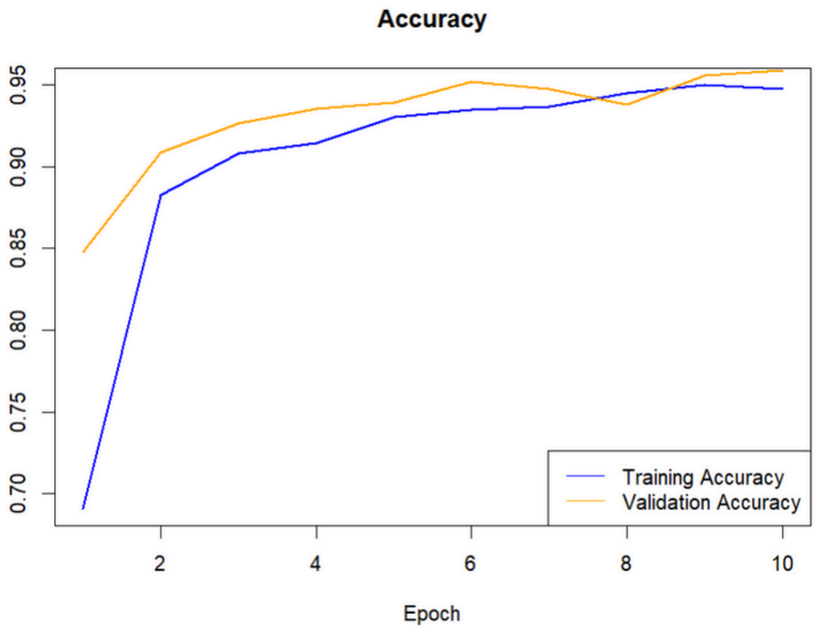
Plus flexible, plus de code mais plus de maîtrise pour la recherche ou tester de nouvelles architectures

Facile, rapide et intuitif ⟷ **Facile, rapide et intuitif**

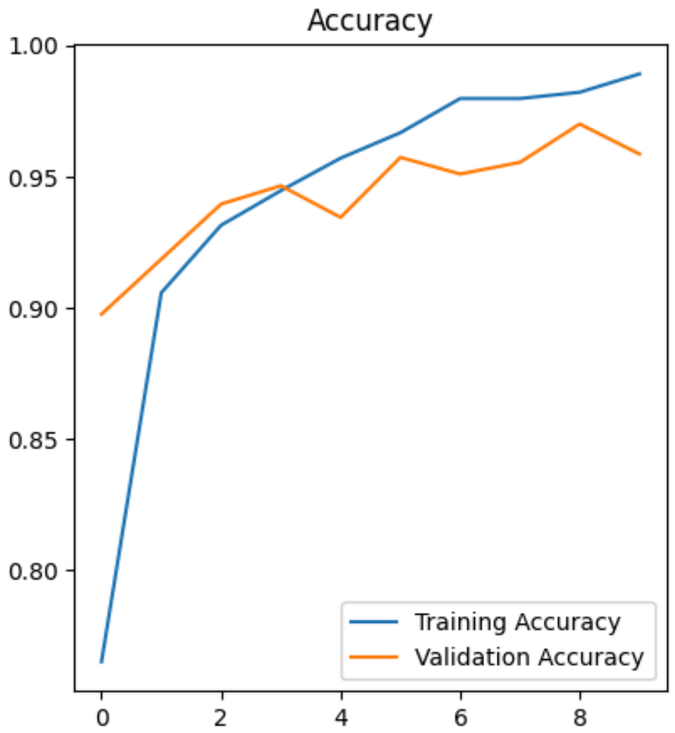
Différences uniquement liées au langage de programmation

Validation du modèle

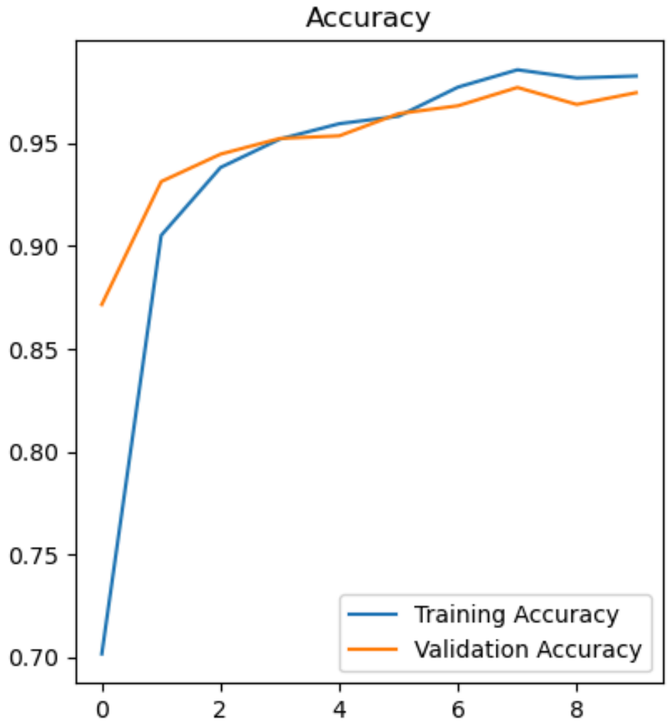
R Keras



Keras TensorFlow



PyTorch

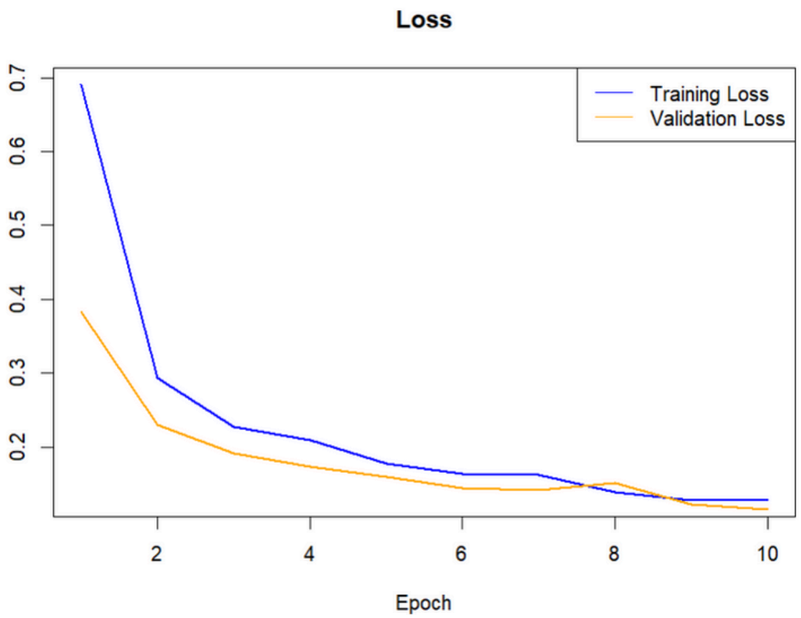


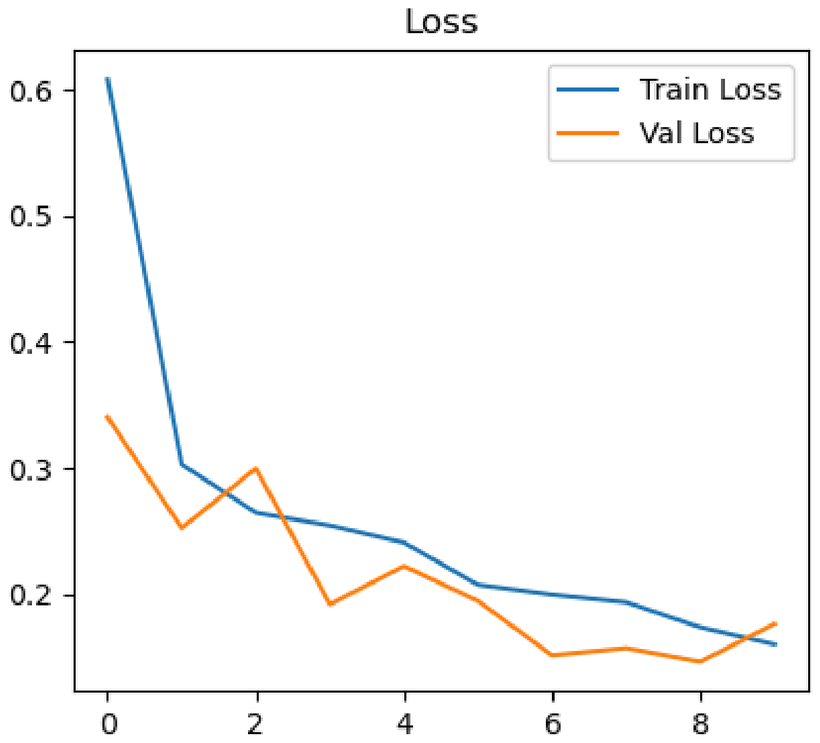
Validation du modèle

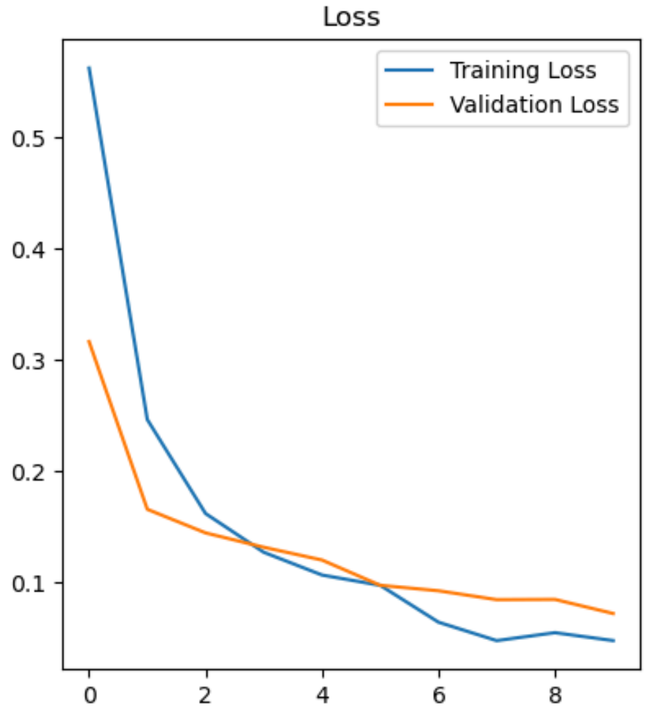
R Keras

Keras TensorFlow

PyTorch







Temps d'entraînement

16 minutes

Performance dépendantes de reticulate

R Studio utilise par défaut un seul coeur

Très rapide : 1 min 30

Keras active automatiquement :

- cache (les images sont gardées en mémoire quand possible)
- prefetch (chargement du batch suivant pendant que le GPU travaille)

Les transformations intégrées sont optimisées → s'exécutent dans la pipeline TensorFlow (pas sur python)

Un peu plus long : 8 min

Boucle d'entraînement manuelle en Python → plus de surcoût à chaque batch

Le DataLoader n'est pas automatiquement optimisé → il faut une configuration manuelle

Il y a des possibilités d'optimiser le temps de calcul :

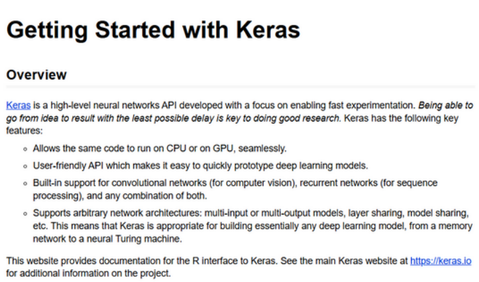
- num_workers
- pin_memory
- cuDNN benchmark

Ressources disponibles

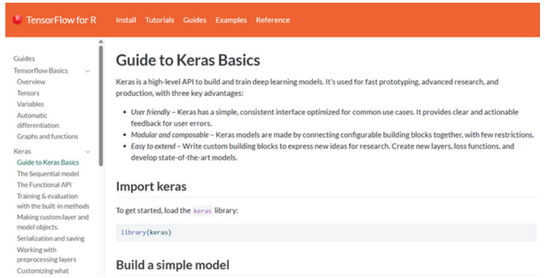
R Keras

Documentation officielle

+ CRAN



Nombreux guides



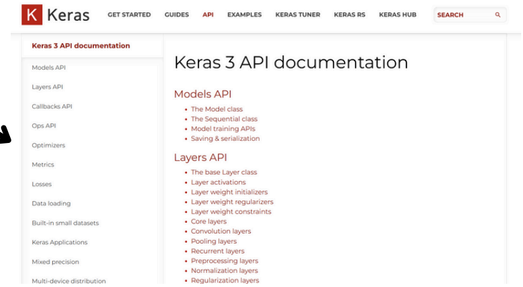
StackOverFlow

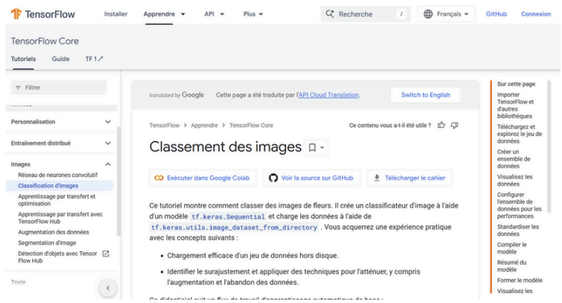
'keras' + 'r' → **> 600** questions

'keras' + 'CNN' + 'r' → **> 30** questions

K Keras TensorFlow

Documentation officielle





Immense communauté

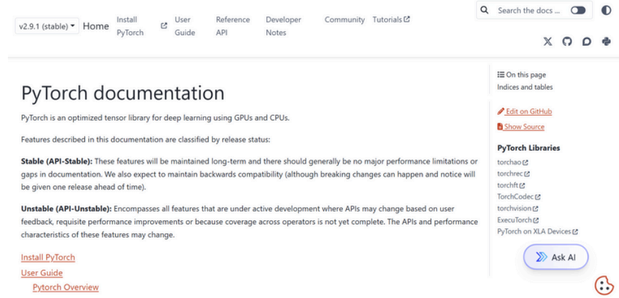
StackOverFlow

'keras' + 'python' → **> 26 000** questions

'keras' + 'CNN' + 'python' → **> 2 000** questions

PyTorch

Documentation officielle



Immense communauté

StackOverFlow

'Pytorch' → ≈ **24 000** questions

'Pytorch' + 'CNN' → **> 1 400** questions

Conclusion

Keras

Installation compliquée

Gestion des données lourde

Risque de confusion entre keras et keras3

Ressources importante

Syntaxe simple

- rapide

Keras TensorFlow

Syntaxe simple

Optimisation déjà faite

Ressources importante

+ rapide

PyTorch

Syntaxe plus complète

Difficile d'optimiser les calculs

Meilleur contrôle

- rapide
+ flexible

Sources

- R Interface to Keras - https://keras.rstudio.com/
- CRAN *Getting started with keras* https://cran.r-project.org/web/packages/keras/vignettes/
- Karlijn Willems, « keras : Deep Learning in R », Juin 2017

- https://www.tensorflow.org/guide/keras?hl=fr
- https://keras.io/api/

- https://pytorch.org/

Merci

Avez-vous des questions ?