UERB Médecine / DI 5 : Option Imagerie Médicale

TP – Projet : MONAI, un Framework python pour mettre en œuvre de l'apprentissage profond sur des données d'images médicales.

1. Contexte général

MONAI : Medical **O**pen **N**etwork for **AI**

MONAI est un Framework open-source pour l'apprentissage profond en imagerie médicales, il fait partie de l'écosystème PyTorch.

L'ambition d'un tel Framework est de:

- Développer une communauté d'utilisateurs en recherche académique, industrielle et clinique qui collabore sur un même projet,
- Créer des workflows de « Deep Learning » pour l'analyse d'images médicales, du début jusqu'à la fin,
- Fournir aux chercheurs une manière optimisée et standardisée de créer et d'évaluer des modèles de « Deep Learning ».

Features

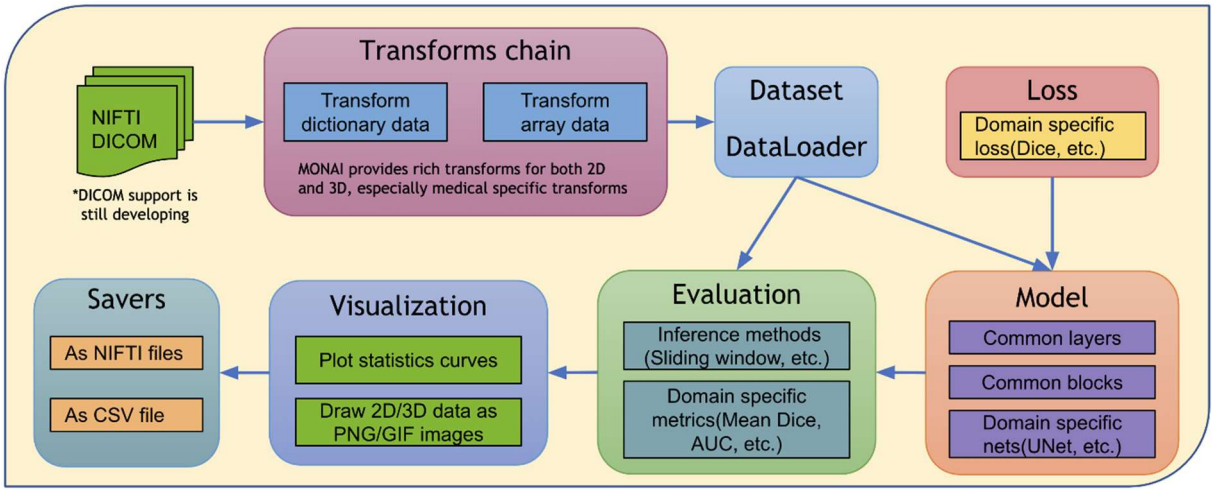
- flexible pre-processing for multi-dimensional medical imaging data;
- compositional & portable APIs for ease of integration in existing workflows;
- domain-specific implementations for networks, losses, evaluation metrics and more;
- customizable design for varying user expertise;
- multi-GPU data parallelism support.

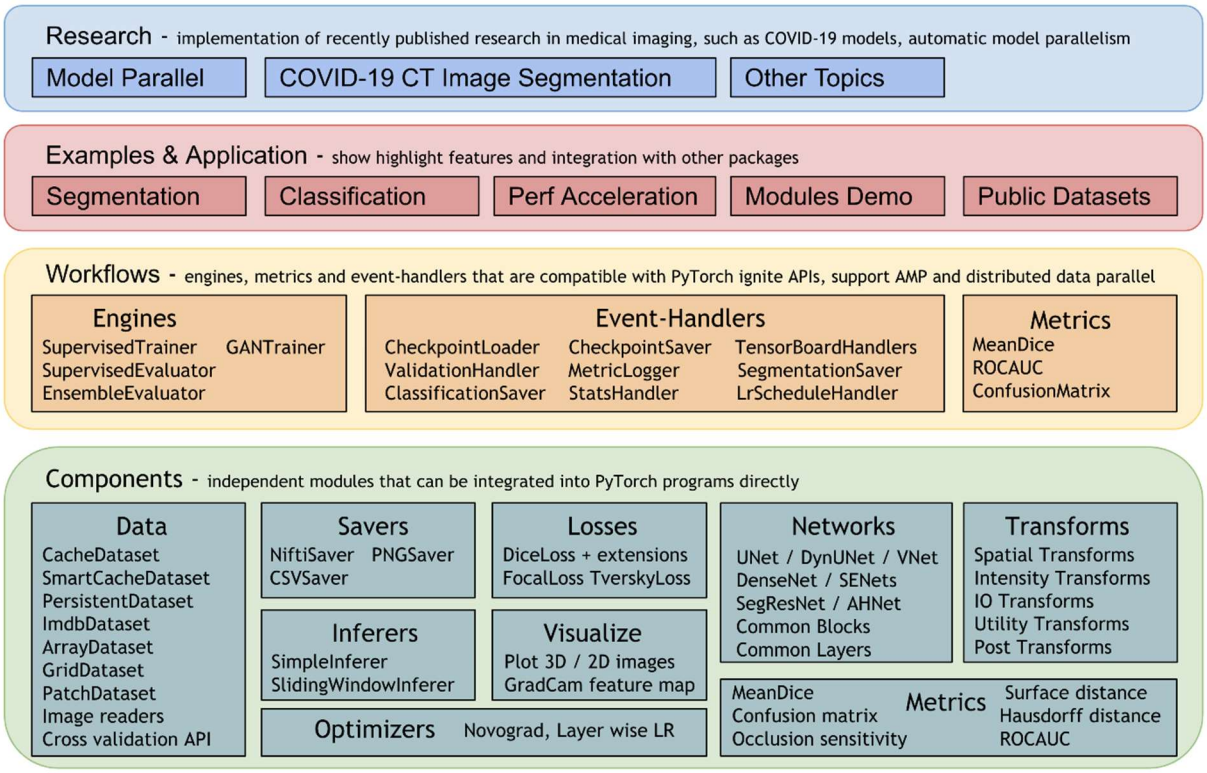
Avec un tel Framework il est possible de :

- Démarrer avec des réseaux pré-entrainés en utilisant les fonctions prédéfinies fournies,
- Adapter des réseaux existants pour traiter vos données images,
- Construire rapidement de nouvelles architectures pour des problèmes spécifiques d'analyse,
- Lancer l'entrainement sur une architecture personnalisée
- Résoudre des problèmes de segmentation d'organes ou de structures bien identifiées.

- Website: https://monai.io/
- API documentation: https://docs.monai.io

Architecture générale :





2. Installation de l'environnement

2.1 Python et MONAI

Vous pouvez choisir votre OS (Unix/Windows) pour installer l'environnement python qui va recevoir l'installation de MONAI. Nous décrivons une manière de procéder ici, basée sur l'utilitaire miniconda3 :

1) Créer un environnement en utilisant « conda3 » :

```
conda create -n MONAI python=3.9
```

2) Activer l'environnement

```
conda activate MONAI (sous unix)
```

3) Installer le package MONAI, from PyPi

```
pip install -r https://raw.githubusercontent.com/Project-
MONAI/MONAI/master/requirements-dev.txt

pip install itk

pip install matplotlib

pip install scikit-learn
```

A ce stade, vous devriez avoir un environnement python fonctionnel, avec le module MONAI également fonctionnel.

2.2 Installation de Jupyter Notebook

Les Notebook jupyters (.ipynb) sont des documents intégrants à la fois du texte formatté et des commentaires. Ils sont très utiles pour partager du code et des résultats de calculs. Nous vous proposons ici de mettre en œuvre un serveur Jupyter Notebook local afin d'être en mesure d'executer des notebooks en se connectant à un noyau python via le navigateur. Cette méthologie permet d'exploiter des architectures distantes, avec des sorties en graphiques (satiques) ou images.

conda

```
conda install -c conda-forge jupyterlab
```

pip

```
pip install jupyterlab
```

Il existe également une implémentation par google (google collab) qui peut servir pour avoir accès à une infrastructure matérielle GPU pour faire du DL assez facilement. Le principal problème de l'environnement Google collab est sa volatilité. En effet, un environnement ainsi qu'un espace temporaire est alloué à l'utilisateur. Dans ce TP, vous serez invités à tester l'exécution de vos pipelines d'entrainement sur cette architecture. (https://colab.research.google.com)

2.3 Vérifier la disponibilité de GPUs

```
La disponibilité de GPUs nvidia se vérifie par la commande : nvidia-smi

Repérer le matériel disponible, son nom, la version de cuda et sa VRAM.
```

3. Partie I : Découverte et mise en œuvre d'exemples

3.0 Prise en main du Framework au travers d'un exemple simple.

https://github.com/Project-MONAI/tutorials/tree/master/modules/engines

- Reprenez cet exemple, identifiez et découpez les différentes phases et exécutez-les pas à pas dans un jupyter notebook pour en visualiser les différentes étapes.
- Recherchez et notez les grandes étapes d'un pipeline classique d'apprentissage sous pyTorch.
- Recherchez dans cet exemple la structure du réseau et sa configuration. Il sera parfois nécessaire de naviguer dans les sources du framework MONAI.

3.1 Jupyter Notebooks : connexion à Tensorboard pour le suivi temps réel de la phase d'apprentissage

Tensorboard est un outil intéressant et complet pour obtenir des sorties visuelles au cours de la phase d'apprentissage qui peut parfois être longue. Lisez attentivement ce tutoriel et mettez-le en œuvre. Testez avec l'exemple précédent.

https://pytorch.org/tutorials/intermediate/tensorboard_tutorial.html

3.2 La classification d'images médicales 2D

3.2.1 Objectif

L'objectif ici est de produire une classification d'images médicales issues d'une banque de données connue. Pour plus de facilité cet exemple se base sur des données images 2D (issues

d'images volumiques 3D). Comme le volume d'image nécessaires est important, les temps d'apprentissages sont réduits avec des images 2D (1 coupe).

3.2.2 Données

En suivant les étapes décrites dans la page ci-dessous, récupérez les données nécessaires, puis lancez l'exécution sur ces données. En navigant dans le code, retrouvez l'architecture de l'application, isolez les différents modules mis en œuvre.

https://colab.research.google.com/drive/1wy8XUSnNWlhDNazFdvGBHLfdkGvOHBKe

3.2.3 Travail à faire

- Observation et compréhension du code
    - Recherchez et notez les grandes étapes d'un pipeline classique d'apprentissage sous pyTorch.
    - Recherchez et notez l'architecture du réseau de neurone en jeu ici.
    - Essayez de comprendre l'organisation des couches et leur fonctionnement.
    - Repérerez la fonction « loss », de quelle méthode s'agit il ?

- Mise en œuvre de l'apprentissage : Essais
    - Repérez la phase d'augmentation des données ? En quoi consiste t'elle ?
    - Faites un essai en local en utilisant 1) le CPU, 2) le GPU (via votre serveur local jupyter notebook)
    - Faites un essai avec l'environnement google collab (avec GPU activé) et comparez les performances.
    - Faites des essais en modifiant les paramètres suivants:
      (Vous conserverez les résultats notamment la valeur de loss au cours des iterations pour pouvoir comparer les résultats.)
        - Expliquez ce que sont les batchs. Modifiez les tailles de batch,
        - Expliquez ce que sont les epochs. Modifiez le nombre d'epoch,
        - Expliquez ce qu'est le learning rate. Modifiez le et observez.
        - Modifiez le ratio d'échantillons utilisés en validation/tests
        - Modifiez la fonction loss, parmi celles disponibles.
        - Modifiez l'optimizer et conservez les résultats pour comparer les performances (en temps et en précision)
    - Analysez les résultats précédents et commentez.

- Ecrivez un script python (hors jupyter notebook) qui permettra de classifier une image fournie en entrée. Le script copiera en sortie l'image classifiée dans un dossier du nom de la classe.