

Rapport — Adapter-Based Fine-Tuning (Whisper-small) — ASR Fellowship Challenge

1. Informations personnelles

- Nom : NONO NGANSOP NAHOMIE MADELEINE
- Email / Contact : nahomie.nono@facscience-uy1.cm

2. Description de l'expérience

- Modèle de base : openai/whisper-small
- Dataset : DigitalUmuganda/ASR_Fellowship_Challenge_Dataset (Afrivoice_Kinyarwanda health subset)

3. Architecture des adaptateurs

Les adaptateurs sont des modules légers insérés dans un modèle pré-entraîné afin d'ajuster le modèle à un nouveau domaine ou langage **sans modifier les poids originaux**. Dans notre cas, nous utilisons Whisper-small comme modèle de base et insérons les adaptateurs de manière stratégique dans l'encodeur et le décodeur.

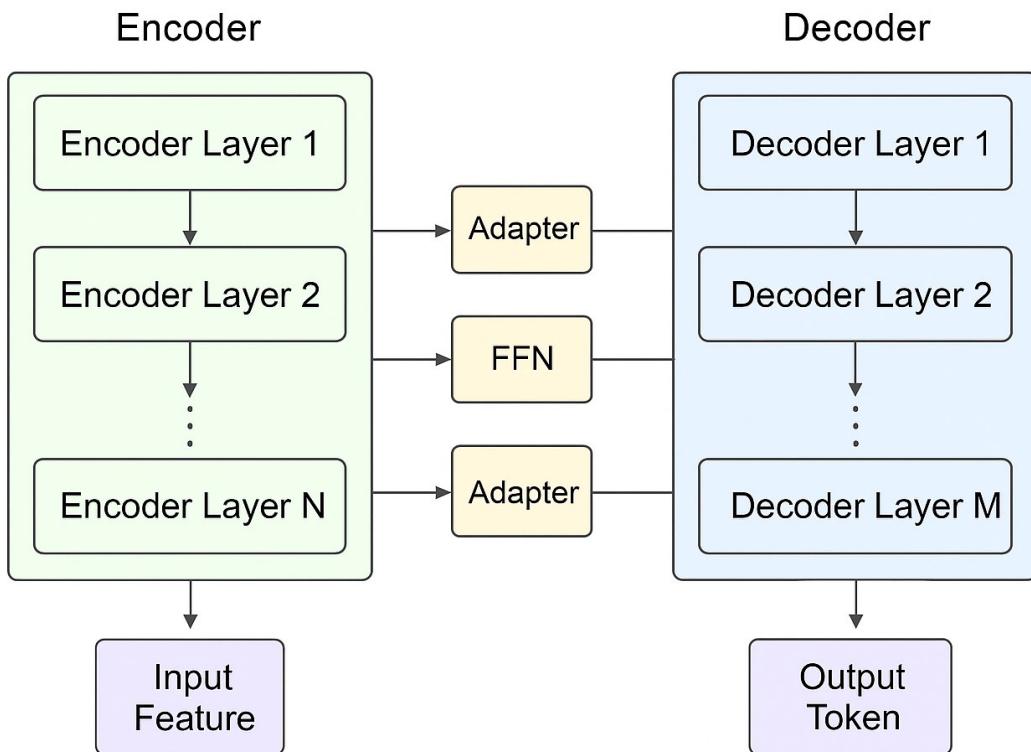
3.1 Structure du module adaptateur

- **Topologie bottleneck (linéaire)** :
 1. **Down-projection** : réduit la dimension d_{model} à un espace latent de dimension réduite r (bottleneck).
 2. **Activation non-linéaire** : ReLU.
 3. **Up-projection** : remonte à la dimension originale d_{model} . L'adaptateur commence avec une contribution nulle.
- **Résidu** : sortie de l'adaptateur ajoutée à la sortie de la couche originale pour maintenir le flux d'informations du modèle de base.

3.2 Emplacement dans Whisper

- **Encodeur** : après chaque Feed-Forward Network (FFN) de chaque couche, on insère un adaptateur.
- **Décodeur** : de même, après chaque FFN de chaque couche.
- Les couches d'attention multi-fête **ne sont pas modifiées**. L'apprentissage se concentre uniquement sur les adaptateurs.

3.3 Schéma conceptuel



3.4 Avantages

- Paramètres entraînables réduits :** seul un petit sous-ensemble du modèle est optimisé (~1-5% des paramètres totaux).
- Préservation des connaissances pré-entraînées :** gel des poids de Whisper-small empêche l'oubli catastrophique.
- Flexibilité :** facile d'insérer des adaptateurs supplémentaires pour différents domaines ou langues sans modifier la base.

4. Stratégie d'entraînement

- Geler le modèle de base :** tous les poids de Whisper sont non entraînables (`requires_grad = False`).
- Activer uniquement les adaptateurs :**
 - Les poids des modules adaptateurs (`w_down`, `w_up`, `b_down`, `b_up`) sont entraînables.

- Cela concentre l'optimisation sur l'adaptation à la langue Kinyarwanda sans toucher aux connaissances générales de Whisper.

3. Préparation des données :

- Les fichiers audio .webm sont extraits du tarball et resamplés à 16 kHz (Whisper requirement).
- Les features sont extraites avec `WhisperProcessor.feature_extractor`.
- Les transcriptions (`text`) sont tokenisées pour produire les labels.

4. Optimisation :

- Optimiseur : AdamW
- Scheduler linéaire avec warmup
- Loss : CrossEntropy sur les tokens
- Batch size : 8, epochs : 3, learning rate : 3e-4

5. Sauvegarde : après l'entraînement, seuls les poids des adaptateurs sont enregistrés.

5. Résultats attendus

- WER modèle base : ...
- WER modèle affiné : ...
- Différence WER : ...
- Nombre de paramètres entraînables : ...

6. Reproductibilité & Instructions (pas à pas)

1. Installer les dépendances: `pip install -r requirements.txt`

2. Télécharger le dataset partiel :

```
from huggingface_hub import snapshot_download
```

```
# Télécharge uniquement le premier shard tarred du train
```

```
shard_path = snapshot_download(
```

```
    repo_id="DigitalUmuganda/ASR_Fellowship_Challenge_Dataset",
```

```
    repo_type="dataset",
```

```
    local_dir="partial_dataset",
```

```
    allow_patterns=["train_tarred/sharded_manifests_with_image/audio_shards/
```

```
audio_20.tar.xz", "test_tarred/sharded_manifests_with_image/audio_shards/audio_0.tar.xz"]
```

```
)
```

```
print("Shards téléchargés dans :", shard_path)
```

3. Exécuter l'entraînement: `python src/train.py --audio_shard`

```
partial_dataset/train_tarred/sharded_manifests_with_image/aud
```

```
io_shards/audio_20.tar.xz --n_train 2000 --batch_size 8 --
bottleneck_dim 128 --num_epochs 100 --adapter_dir ./adapters
4. Générer transcriptions: python src/evaluate.py --model_name
openai/whisper-small --adapter_path None --split test --out
base_transcriptions.txt python src/evaluate.py --model_name
openai/whisper-small --adapter_path
./adapters/adapter_weights.pth --split test --out
finetuned_transcriptions.txt
```

7. Conclusion & prochaines étapes

- Suggestions: data augmentation, LoRA, PEFT integration, validation split, scheduler tuning.