

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Informatique
Option : Systèmes Informatiques

Création d'un corpus de l'aphasie de Broca et
développement d'un système Speech-to-speech de
réhabilitation de la parole

Réalisé par :
BELGOUMRI Mohammed
Djameleddine
im_belgoumri@esi.dz

Encadré par :
Pr. SMAILI Kamel
smaili@loria.fr
Dr. LANGLOIS David
david.langlois@loria.fr
Dr. ZAKARIA Chahnez
c_zakaria@esi.dz

Table des matières

Page de garde	i
Table des matières	i
Table des figures	ii
Algorithmes et extraits de code	iii
Sigles et abréviations	iv
Conclusion générale	1
Bibliographie	3
A Dépendances et bibliothèques	4

Table des figures

Extraits de code

Sigles et abréviations

ASR	reconnaissance automatique de la parole
AVC	<u>a</u> ccident <u>v</u> asculaire <u>c</u> érébral
BART	bidirectional auto-regressive transformer
GPT	generative pre-trained transformer
ML	apprentissage automatique
MT	traduction automatique
NLP	traitement automatique du langage
S2S	<u>s</u> équence-à- <u>s</u> équence

Conclusion générale

L’aphasie de Broca est un trouble de communication qui touche une partie grandissante de la population mondiale. Faisant souvent suite à un accident vasculaire cérébral (AVC), l’aphasie de Broca affecte le décodage des mots et la production de la parole. Elle diminue ainsi mesurablement la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes (CHAPEY, 2008 ; FEIGIN et al., 2022 ; ROSS & WERTZ, 2010).

Le traitement le plus courant de l’aphasie de Broca est la rééducation de la parole par un orthophoniste. En dépit d’être un traitement efficace, il est gourmand en temps, en argent et en ressources humaines, ce qui en fait un traitement peu accessible pour la majorité des personnes atteintes. Ce manque d’accessibilité, combiné à la gravité de certaines conséquences de l’aphasie de Broca, rend urgent le développement de solutions alternatives (da FONTOURA et al., 2012 ; FLOWERS et al., 2016).

Les méthodes informatiques, notamment les techniques de apprentissage automatique (ML, de l’anglais : machine learning) et de traitement automatique du langage (NLP, de l’anglais : natural language processing), semblent avoir le potentiel de réduire les coûts matériels et humains associés à la rééducation de la parole. Elles peuvent ainsi faciliter l’accès au traitement de l’aphasie de Broca (MISRA et al., 2022 ; QIN et al., 2022 ; SMAÏLI et al., 2022).

Dans ce projet de fin d’étude, nous avons exploré la possibilité d’utiliser la traduction automatique (MT, de l’anglais : machine translation) et l’reconnaissance automatique de la parole (ASR, de l’anglais : automatic speech recognition), deux techniques de NLP basées sur l’apprentissage séquence-à-séquence (S2S) pour aider les personnes atteintes de l’aphasie de Broca.

Nous avons d’abord introduit l’aphasie pour familiariser le lecteur avec ses causes, sa portée, ses effets, les traitements disponibles et les défis auxquels ils sont confrontés. Après cela, nous avons présenté la modélisation S2S, le cadre général de la MT et de l’ASR. Nous avons posé le problème et présenté les solutions que nous avons évaluées et comparées. Le résultat de cette comparaison est une supériorité nette du transformeur sur les autres modèles. Nous avons alors exploré dans le troisième chapitre les différentes publications qui ont étudié l’utilisation du transformeur pour la résolution de problèmes de MT et d’ASR.

Ensuite, nous avons présenté la conception d’un système qui combine un modèle de traduction avec un modèle d’ASR pour corriger la parole aphasique. Conformément à cette conception, la réalisation de ce système a été entamée avec Python et PyTorch.

En conclusion, les résultats de notre travail ont été présentés. Il s'agit d'un modèle de correction avec une interface web à base de texte pour la partie MT, et d'un corpus annoté manuellement pour la partie ASR.

Perspectives et horizons de recherche futurs

En dépit d'être encourageants, les résultats de ce projet de fin d'étude sont loin d'être complets. Plusieurs pistes de recherche peuvent être explorées pour obtenir de meilleurs résultats.

Parmi les axes d'amélioration les plus prometteurs, nous pouvons citer la taille des corpus d'entraînement. La collecte de plus de données peut permettre d'entraîner les modèles sans besoin de données synthétiques. Le remplacement de chatGPT par un modèle moins coûteux comme LLAMA (TOUVRON et al., 2023) et Alpaca (ZHANG et al., 2023) pour la synthèse des erreurs peut permettre d'utiliser un corpus synthétique de tailles plus importantes.

Une autre piste qui mérite d'être explorée est l'utilisation d'un modèle pré-entraîné comme bidirectional auto-regressive transformer (BART) ou generative pre-trained transformer (GPT) pour la traduction et Whisper pour l'ASR. Ces modèles peuvent être utilisés directement ou affinés sur un corpus relativement petit pour avoir de meilleurs résultats.

Bibliographie

- CHAPEY, R. (2008). *Language Intervention Strategies in Aphasia and Related Neurogenic Communication Disorders*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- da FONTOURA, D. R., RODRIGUES, J. d. C., CARNEIRO, L. B. d. S., MONÇÃO, A. M., & de SALLES, J. F. (2012). Rehabilitation of language in expressive aphasias : a literature review. *Dementia & Neuropsychologia*, 6(4), 223-235. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642012DN06040006>
- FEIGIN, V. L., BRAININ, M., NORRVING, B., MARTINS, S., SACCO, R. L., HACKE, W., FISHER, M., PANDIAN, J., & LINDSAY, P. (2022). World Stroke Organization (WSO) : Global Stroke Fact Sheet 2022. *International Journal of Stroke : Official Journal of the International Stroke Society*, 17(1), 18-29. <https://doi.org/10.1177/17474930211065917>
- FLOWERS, H., SKORETZ, S., SILVER, F., ROCHON, E., FANG, J., FLAMAND-ROZE, C., & MARTINO, R. (2016). Poststroke Aphasia Frequency, Recovery, and Outcomes : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97, 2188-2201. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.03.006>
- MISRA, R., MISHRA, S. S., & GANDHI, T. K. (2022). Assistive Completion of Agrammatic Aphasic Sentences : A Transfer Learning Approach using Neurolinguistics-based Synthetic Dataset [arXiv :2211.05557 [cs, q-bio]], (arXiv :2211.05557). <http://arxiv.org/abs/2211.05557>
- QIN, Y., LEE, T., KONG, A. P. H., & LIN, F. (2022). Aphasia Detection for Cantonese-Speaking and Mandarin-Speaking Patients Using Pre-Trained Language Models. *2022 13th International Symposium on Chinese Spoken Language Processing (ISCSLP)*, 359-363. <https://doi.org/10.1109/ISCSLP57327.2022.10037929>
- ROSS, K., & WERTZ, R. (2010). Quality of life with and without aphasia. *Aphasiology*. <https://doi.org/10.1080/02687030244000716>
- SMAÏLI, K., LANGLOIS, D., & PRIBIL, P. (2022). Language rehabilitation of people with BROCA aphasia using deep neural machine translation. *Fifth International Conference Computational Linguistics in Bulgaria*, 162.
- TOUVRON, H., LAVRIL, T., IZACARD, G., MARTINET, X., LACHAUX, M.-A., LACROIX, T., ROZIÈRE, B., GOYAL, N., HAMBRO, E., AZHAR, F., RODRIGUEZ, A., JOULIN, A., GRAVE, E., & LAMPLE, G. (2023). LLaMA : Open and Efficient Foundation Language Models [arXiv :2302.13971 [cs]], (arXiv :2302.13971). <http://arxiv.org/abs/2302.13971>
- ZHANG, R., HAN, J., ZHOU, A., HU, X., YAN, S., LU, P., LI, H., GAO, P., & QIAO, Y. (2023). LLaMA-Adapter : Efficient Fine-tuning of Language Models with Zero-init Attention [arXiv :2303.16199 [cs]], (arXiv :2303.16199). <http://arxiv.org/abs/2303.16199>

Annexe A

Dépendances et bibliothèques

```
lightning==2.0.2
torch==2.0.0
pytorch_memlab==0.2.4
PyYAML==6.0
tokenizers==0.13.3
torchdata==0.6.0
torchmetrics==0.11.4
torchtext==0.15.1
torchview==0.2.6
tqdm==4.64.1
beautifulsoup4==4.11.1
openai==0.27.2
pandas==1.5.3
PyHyphen==4.0.3
python-dotenv==1.0.0
Requests==2.30.0
scikit_learn==1.2.0
tokenizers==0.13.3
tqdm==4.64.1
evaluate==0.4.0
```