

Computer-Aided Hieroglyphs Translation: CNN deserve your Deep Attention

Didier DTL Morandi – January 12, 2025

Résumé

Les réseaux de neurones convolutifs (CNN) avec mécanismes d'attention se sont révélés un outil informatique essentiel pour la reconnaissance de signes. Après avoir résumé l'état de l'art sur le sujet, nous justifions notre intention de combiner CNN, mécanismes d'attention et Deep Learning pour concevoir une application embarquée sur smartphone et tablettes afin de lire, déchiffrer et traduire les textes hiéroglyphiques à la volée.

(English text below)

1. Introduction

L'histoire de la lecture, de la transcription et de la traduction des hiéroglyphes égyptiens a évolué de manière spectaculaire au cours des cinq millénaires qui nous séparent de l'apparition de l'écriture.

Stéphane Polis, professeur d'Égyptologie à l'Université de Liège, nous a appris par exemple que l'apparition de l'écriture dans la vallée du Nil (Polis 2024) se produisit vers 3150 AEC.

Vers 2800 AEC, nous avons constaté ensuite l'apparition de l'ancien égyptien.

Avec l'arrivée d'Alexandre le Grand en 333 AEC, puis de Rome, la connaissance nationale de la langue égyptienne antique a progressivement disparu au profit du grec, puis du latin, puis de l'arabe, avec un peu de copte qui résiste dans les cérémonies religieuses chrétiennes.

Ensuite, quatre mille neuf cent soixante douze ans après l'apparition de l'écriture en Égypte, en 1822, Jean-François Champollion *comprend* les secrets de l'égyptien hiéroglyphique et écrit à son frère Jacques-Joseph Champollion-Figeac : « *Je tiens l'affaire* » (Champollion 1822).

2. Contexte

En 1922, Howard Carter découvrit la tombe de Toutankhamon et, grâce aux travaux de Champollion, le déchiffrement *humain* des inscriptions qu'elle contenait fut facilement entrepris au prix des efforts que l'on connaît.

Le développement technologique à partir des années 1970, marqué par l'arrivée de

l'Apple II (1977) et de l'IBM PC (1981), a ouvert de nouvelles perspectives pour l'égyptologie, notamment dans l'analyse et la translittération. La disponibilité de la puissance de calcul des ordinateurs personnels suscita, en juin 1984, une Table ronde internationale organisée par la Fondation Hugo du Collège de France, suite à laquelle un groupe de travail nommé *Égyptologie et informatique* fut constitué, composé de MM. Jan Buurman¹, Nicolas Grimal², Michael Hainsworth³, Jochen Hallof⁴ et Dirk van der Plas⁵, lequel groupe publia peu de temps après la première version d'un document fondamental appelé couramment le *Manuel de codage* (Buurman 1985). Ce document permit notamment à Serge Rosmorduc⁶ d'entreprendre en 1994 la conception d'un analyseur syntaxique du moyen égyptien au sein du Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée de Cachan (Rosmorduc 1994).

En 1995, Christopher Bishop⁷ publie un livre sur l'utilisation des réseaux de neurones pour la reconnaissance de formes (Bishop 1995) et, l'année suivante, Serge Rosmorduc soutient sa thèse sur *l'Analyse morpho-syntaxique de textes non ponctués* (Rosmorduc 1996).

Les connaissances en informatique ont progressé, l'intelligence artificielle faisait ses premiers pas et les réseaux de neurones prenaient de l'importance. En 2006, Christopher Bishop publie un nouvel ouvrage sur la reconnaissance de formes et l'apprentissage par machines (Bishop 2006). On commença alors à entendre parler un peu partout de *réseaux de neurones convolutifs* (qui avaient pourtant été inventés au Japon par Kunihiko Fukushima dès 1980), de *mécanisme d'attention* et de *Deep Learning*. Toutes ces avancées ont permis à Serge Rosmorduc de publier en 2008 un *Paper* sur la translittération automatisée des hiéroglyphes égyptiens (Rosmorduc 2008), auquel fit écho en 2012 Sezer Karaoglu sur la reconnaissance de textes appliquée à la reconnaissance d'objets (Karaoglu 2012), ce qui marqua le début d'une longue et fructueuse liste de publications sur le sujet jusqu'à nos jours :

Thèse de Morris Franken sur la reconnaissance automatique des hiéroglyphes en assimilant des images à du texte (Franken 2013).

Paper de Dzmitry Bahdanau sur la traduction automatique au moyen de réseaux de neurones sans utiliser des vecteurs de longueur fixe (Bahdanau 2015).

Paper de Karen Simonyan sur l'application des réseaux de neurones convolutifs à la reconnaissance d'images (Simonyan 2015).

Thèse de Minh-Thang Luong sur la traduction automatisée au moyen de réseaux de neurones (Luong 2016).

¹ Astrophysicien, égyptologue amateur, créateur du logiciel Glyph sur mainframe dans les années 1960.

² Secrétaire perpétuel de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, il fut directeur de l'Institut français d'archéologie orientale au Caire puis professeur au Collège de France.

³ Chercheur au CNRS, précurseur du codage informatique initié sur un ordinateur Apple II en 1979.

⁴ Égyptologue, également co-auteur avec Nicolas Grimal de l'ouvrage Hieroglyphica en 2000.

⁵ Égyptologue, fondateur du Center for Computer-aided Egyptological Research à Utrecht (fermé en 2010).

⁶ Maître de conférences en informatique au CNAM.

⁷ Directeur du Microsoft Research Centre AI for Science à Cambridge, UK.

Paper de Kelvin Xu sur les mécanismes d'attention appliqués à la reconnaissance d'images via des réseaux de neurones (Xu 2016).

Paper de Ashish Vaswani sur l'apport des mécanismes d'attention à l'utilisation des réseaux de neurones pour la traduction assistée par ordinateur (Vaswani 2017).

Article de Pirmin Lemberger sur le mécanisme d'attention (Lemberger 2018).

Article de Serge Rosmorduc sur la translittération automatisée du néo-égyptien à l'aide de réseaux de neurones et Deep Learning (Rosmorduc 2020).

Paper de Andrea Barucci *et al.* sur l'apport du Deep Learning à la classification des hiéroglyphes égyptiens anciens (Barucci 2021).

2022 : Début du projet *Loracraftt*⁸ destiné à concevoir une application embarquée sur smartphone pour lire, déchiffrer et traduire les textes hiéroglyphiques à la volée.

Paper de Asmaa Sobhy sur la traduction automatique des hiéroglyphes au moyen de l'intelligence artificielle (Sohby 2023).

Publication d'un nouveau livre de Christopher Bishop sur le Deep Learning (Bishop 2024).

3. Projets

Un projet de conception d'un logiciel de reconnaissance des hiéroglyphes pour Apple iPhone/iPad et Android est en cours d'étude. Il en existe d'autres :

En 2015, deux chercheurs de l'Université d'Amsterdam, Morris Franken et Jan van Gemert, ont conçu un prototype totalement fonctionnel, *Tomb Reader*⁹, qui tourne sous Android (pas encore sous macOS mais, son développement ayant cessé faute de crédits, ce n'est plus d'actualité d'où le lancement du projet *Loracraftt*). Mais *Tomb Reader* ne lit et déchiffre qu'un seul signe à la fois.

En 2017, Google s'est associé à la société française Ubisoft pour lancer le projet *Fabricius*,¹⁰ lequel fait de la reconnaissance de signes à partir d'images importées sur ordinateur.

En 2020, Evgeniy et Alexander Sulimov publient *Hieroglyphs AI*¹¹, une application Android performante mais limitée à la reconnaissance d'un signe à la fois

Citons aussi dans ce domaine le prototype *Pixoglyphe*¹² de Fleur Brun *et al.*, de

⁸ <https://www.shpylgoreih.fr/loracraftt.htm>

⁹ <https://tombreaderapp.com/>

¹⁰ <https://artsandculture.google.com/experiment/fabricius/gwHX41Sm0N7-Dw>

¹¹ <https://www.hieroglyphs.ai/>

¹² https://www.shpylgoreih.fr/documents/Brun_Rapport_Pixoglyphe_projet_VEGA_2020.pdf

l'Université de Montpellier (UPVM3) et *DeepScribe*¹³ de Sanjay Krishnan *et al.* également publiés en 2020, et *GlyphNet*¹⁴ de Andrea Barucci *et al.* en 2022.

Tous ces projets sont des précurseurs de *Loracraftt*, qui entend non pas déchiffrer les hiéroglyphes un à un, mais des mots entiers. Cette approche semble nouvelle et nous avons consulté un certain nombre d'experts dans le domaine, en précisant notre intention de combiner réseaux de neurones convolutifs, mécanismes d'attention et Deep Learning, le tout utilisant des dictionnaires pour former le corpus tels que ceux de Budge 1920, Faulkner 1962 et Hannig 2006.

4. Problématique

L'objectif du projet étant de permettre la traduction au fil de l'eau de textes figurant sur des monuments ou sur des documents, on ne voyait pas bien l'intérêt de mettre au point un énième logiciel de reconnaissance de signes. Notre approche innovante est articulée en dix phases :

phase 1 : Recueillir les textes sources

- peinture murale
- gravure murale
- gravure sur pierre
- peinture sur papyrus
- peinture sur ostraca
- peinture sur bois
- photos

phase 2 : Conversion du texte source capturé en images de haute qualité à traiter par la machine (ordinateur, tablette, smartphone, etc.)

phase 3 : Reconnaissance du ou des signes indicateurs du sens de lecture

phase 4 : Reconnaissance des signes de façon groupée (cadrats...)

phase 5 : Classification grammaticale

phase 6 : Découpage en mots

phase 7 : Conversion des mots en codes MdC

phase 8 : Translittération

phase 9 : Traduction en français/anglais

phase 10 : Lecture audio du texte résultant

¹³ <https://voices.uchicago.edu/ochre/project/deepscribe/>

¹⁴ <https://github.com/noahtren/GlyphNet>

L'idée, derrière la conception de cette application, est de fédérer des "buildings blocks" déjà existants pour réaliser certaines des phases ci-dessus :

Pour la phase 4, nous envisageons d'exploiter l'outil *Tomb Reader* de Morris Franken et Jan van Gemert.

Pour les phases 5 et 6, nous pensons suivre les travaux de *Serge Rosmorduc*.

Pour les phases 3 et 7, nous pensons à l'outil *Hieroglyphs AI* de Evgeniy & Alexander Sulimov.

Pour la phase 8, nous utiliserons un tableau fourni par *Raymond Monfort*¹⁵.

Pour la phase 9, la production a déjà commencé à partir de l'annexe "Lexique égyptien-français" de l'ouvrage de *Jean-Pierre Guglielmi*, *L'égyptien hiéroglyphique*, (c) 2021 Méthode Assimil, avec autorisation écrite (pourrait être intelligemment remplacé par une version online du Faulkner telle qu'elle existe sur le site du Projet Rosette).

En ce qui concerne la phase 10, nos ordinateurs se chargeront du travail.

5. Conclusion

Le décor est posé, les connaissances s'affinent, pour que le projet avance, il nous faut maintenant constituer une équipe avec au moins un ou deux informaticiens maîtrisant Python, Pillow, Keras, les CNN, les mécanismes d'attention et le Deep Learning.

Grâce à ces bases solides, le projet *Loracraftt* ambitionne de transformer l'approche de la lecture hiéroglyphique. Nous invitons les informaticiens et égyptologues à nous rejoindre¹⁶ pour concrétiser cette vision.

¹⁵ Administrateur du site Projet Rosette : <https://projetrosette.info/page.php?Id=1>

¹⁶ didier.morandi@gmail.com - <https://www.shpylgoreih.fr/>

Abstract

Convolutional Neural Networks (CNN) with Attention Mechanisms have proven to be an essential computational tool for sign recognition. After summarizing the state of the art on the subject, we justify our intention to combine CNN, Attention Mechanisms and Deep Learning to design an embedded application on smartphones and tablets to read, decipher and translate hieroglyphic texts on the fly.

1. Introduction

The history of reading, transcribing and translating Egyptian hieroglyphs has evolved dramatically over the five millennia since the advent of writing.

Stéphane Polis, professor of Egyptology at the University of Liège, taught us, for example, that the emergence of writing in the Nile Valley (Polis 2024) occurred around 3150 BCE.

Around 2800 BCE, we then observed the emergence of ancient Egyptian.

With the arrival of Alexander the Great in 333 BCE, and then of Rome, national knowledge of the ancient Egyptian language gradually disappeared in favor of Greek, then Latin, then Arabic, with a little Coptic remaining in Christian religious ceremonies.

Then, four thousand nine hundred and seventy-two years after the appearance of writing in Egypt, in 1822, Jean-François Champollion *understood* the secrets of Egyptian hieroglyphics and wrote to his brother Jacques-Joseph Champollion-Figeac: "I got it" (Champollion 1822).

2. Context

In 1922, Howard Carter discovered the tomb of Tutankhamun and, thanks to the work of Champollion, the human decipherment of the inscriptions it contained was easily achieved at the cost of the efforts we know.

Technological developments from the 1970s onwards, marked by the arrival of the Apple II (1977) and the IBM PC (1981), opened up new perspectives for Egyptology, particularly in analysis and transliteration. The availability of the computing power of personal computers gave rise, in June 1984, to an International Round Table organized by the Hugo Foundation of the Collège de France, following which a working group named *Egyptology and Computer Science* was formed, composed of Jan Buurman, Nicolas Grimal, Michael Hainsworth, Jochen Hallof and Dirk van der Plas, which group published shortly after the first version of a fundamental document commonly called the *Manuel de codage*¹⁷ (Buurman 1985). This document notably allowed Serge Rosmorduc to undertake in 1994 the design of a syntactic analyzer of Middle Egyptian within the Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée of Cachan (Rosmorduc 1994).

¹⁷ Why this name is never translated anywhere, we do not know.

In 1995, Christopher Bishop published a book on the use of neural networks for pattern recognition (Bishop 1995) and, the following year, Serge Rosmorduc defended his thesis on the Morpho-syntactic Analysis of non-punctuated texts (Rosmorduc 1996).

Knowledge in computer science had progressed, artificial intelligence was taking its first steps and neural networks were gaining importance. In 2006, Christopher Bishop published a new book on pattern recognition and machine learning (Bishop 2006). We then began to hear everywhere about convolutional neural networks (which had nevertheless been invented in Japan by Kunihiko Fukushima in 1980), attention mechanisms and Deep Learning. All these advances allowed Serge Rosmorduc to publish in 2008 a *Paper* on the automated transliteration of Egyptian hieroglyphs (Rosmorduc 2008), which was echoed in 2012 by Sezer Karaoglu on text recognition applied to object recognition (Karaoglu 2012), which marked the beginning of a long and fruitful list of publications on the subject up to the present day:

Thesis by Morris Franken on the automatic recognition of hieroglyphs by assimilating images to text (Franken 2013).

Dzmitry Bahdanau's *paper* on machine translation using neural networks without using fixed-length vectors (Bahdanau 2015).

Karen Simonyan's *paper* on the application of convolutional neural networks to image recognition (Simonyan 2015).

Minh-Thang Luong's thesis on machine translation using neural networks (Luong 2016).

Kelvin Xu's *paper* on attention mechanisms applied to image recognition via neural networks (Xu 2016).

Ashish Vaswani's *paper* on the contribution of attention mechanisms to the use of neural networks for computer-assisted translation (Vaswani 2017).

Pirmin Lemberger's article on the attention mechanism (Lemberger 2018).

Article by Serge Rosmorduc on the automated transliteration of Neo-Egyptian using neural networks and Deep Learning (Rosmorduc 2020).

Paper by Andrea Barucci *et al.* on the contribution of Deep Learning to the classification of ancient Egyptian hieroglyphs (Barucci 2021).

2022: Start of the *Loracrafft* Project¹⁸ to design an embedded smartphone application to read, decipher and translate hieroglyphic texts on the fly.

Paper by Asmaa Sobhy on AI Based Automatic Translator for Ancient Hieroglyphic Language (Sobhy 2023).

Publication of a new book by Christopher Bishop on Deep Learning (Bishop 2024).

¹⁸ https://www.shpylgoreih.fr/loracrafft_en.htm

3. Projects

A project to design hieroglyph recognition software for Apple iPhone/iPad and Android is currently under study. There are others:

In 2015, two researchers from the University of Amsterdam, Morris Franken and Jan van Gemert, designed a fully functional prototype, *Tomb Reader*, which runs on Android (not yet on macOS but, its development having ceased due to lack of funding, it is no longer relevant, hence the launch of the Loracrafft Project). But Tomb Reader only reads and deciphers one sign at a time.

In 2017, Google teamed up with the French company Ubisoft to launch the *Fabricius* Project, which recognizes signs from images imported onto a computer.

In 2020, Evgeniy and Alexander Sulimov published *Hieroglyphs AI*, a powerful Android application but limited to recognizing one sign at a time

Also in this field are the *Pixoglyph* prototype by Fleur Brun *et al.*, from the University of Montpellier (UPVM3), *DeepScribe* by Sanjay Krishnan *et al.* also published in 2020, and *GlyphNet* by Andrea Barucci *et al.* in 2022.

All these projects are precursors to *Loracrafft*, which does not intend to decipher hieroglyphs one by one, but whole words. This approach seems new and we have consulted a number of experts in the field, specifying our intention to combine convolutional neural networks, attention mechanisms and Deep Learning, all using dictionaries to form the corpus such as those of Budge 1920, Faulkner 1962 and Hannig 2006.

4. Problematic

The objective of the project being to allow the on-the-fly translation of texts appearing on monuments or documents, we did not see the point of developing yet another sign recognition software. Our innovative approach is structured in ten phases:

phase 1: Collect the source texts

- mural painting
- wall engraving
- stone engraving
- papyrus painting
- ostraca painting
- wood painting
- photos

phase 2: Conversion of the captured source text into high-quality images to be processed by the machine (computer, tablet, smartphone, etc.)

phase 3: Recognition of the sign(s) indicating the reading direction

phase 4: Recognition of signs in a grouped way (quadrats, etc.)

phase 5: Grammatical classification

phase 6: Word division

phase 7: Conversion of words into MdC codes

phase 8: Transliteration

phase 9: Translation into French/English

phase 10: Audio reading of the resulting text

The idea behind the design of this application is to federate existing "building blocks" to carry out some of the above phases:

For phase 4, we are considering using Morris Franken and Jan van Gemert's *Tomb Reader* tool.

For phases 5 and 6, we are considering following the work of *Serge Rosmorduc*.

For phases 3 and 7, we are considering Evgeniy & Alexander Sulimov's *Hieroglyphs AI* tool.

For phase 8, we will use a table provided by *Raymond Monfort*.

For phase 9, production has already started based on the appendix "Lexique égyptien-français" of *Jean-Pierre Guglielmi's* book, *L'égyptien hiéroglyphique*, (c) 2021 Méthode Assimil, with written permission (could be cleverly replaced by an online version of Faulkner as it exists on the *Projet Rosette* website).

For phase 10, our computers will take care of the work.

5. Conclusion

The stage is set, knowledge is being refined, for the project to move forward, we now need to form a team with at least one or two computer Scientists who master Python, Pillow, Keras, CNNs, attention mechanisms and Deep Learning.

With these solid foundations, the *Loracrafft* project aims to transform the approach to hieroglyphic reading. We invite computer Scientists and Egyptologists to join us¹⁹ to make this vision a reality.

¹⁹ didier.morandi@gmail.com - <https://www.shpylgoreih.fr/>

Bibliography

- Bahdanau D. (2015). [Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate](#), *International Conference on Learning Representations*, Jacob University, Bremen.
- Barucci A. (2021). [A Deep Learning Approach to Ancient Egyptian Hieroglyphs Classification](#), *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers*, vol. 9, Florence.
- Bishop Ch. (1995). [Neural Networks for Pattern Recognition](#), Clarendon Press, Oxford, UK.
- Bishop Ch. (2006). [Pattern Recognition and Machine Learning](#), Springer, Cambridge, UK.
- Bishop Ch. (2024). [Deep Learning - Foundations and Concepts](#), Springer, Cambridge, UK.
- Buurman J., Grimal N., Hainsworth M., Hallof J., van der Plas D. (1985). *Inventaire des signes hiéroglyphiques en vue de leur saisie informatique*. Mémoire de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, Institut de France, Paris (3^e édition revue et augmentée en 1988).
- Champollion JF. (1822). [Lettre du 14 septembre à Jacques-Joseph Champollion-Figeac](#).
- Franken M. (2013). [Automatic Egyptian Hieroglyph Recognition by Retrieving Images as Texts](#), University of Amsterdam.
- Karaoglu S. (2012). [Object Reading: Text Recognition for Object Recognition](#), ISLA, Amsterdam.
- Lemberger P. (2018). [Le mécanisme d'attention : Simple astuce ou principe universel de l'IA](#), OnePoint, Paris.
- Luong MT. (2016). [Neural Machine Translation](#), Stanford University.
- Polis S. (2024). [MOOC Les hiéroglyphes égyptiens](#), Université de Liège.
- Rosmorduc S. (1994). [Traitement automatique du langage naturel en moyen égyptien](#), PIREI X, Bordeaux.
- Rosmorduc S. (1996). [Analyse morpho-syntaxique de textes non ponctués - Application aux textes hiéroglyphiques](#), ENS, Cachan.
- Rosmorduc S. (2008). [Automated Transliteration of Egyptian Hieroglyphs](#), *Proceedings of the Meeting of the Computer Working Group of the International Association of Egyptologists* (Informatique et Égyptologie), Vienna.
- Rosmorduc S. (2020). [Automated Transliteration of Late Egyptian using Neural Networks: An Experiment in "Deep Learning"](#), *Lingua Aegyptia n° 28*, Widmaier Verlag, Hambourg.
- Simonyan K. (2015). [Very Deep Convolutional Networks for Large Scale Image Recognition](#), Oxford, UK.
- Sobhy A. (2023). [An AI Based Automatic Translator for Ancient Hieroglyphic Language—From Scanned Images to English Text](#), University of Ottawa, Canada.
- Vaswani A. (2017). [Attention Is All You Need](#), *31st Conference on Neural Information Processing Systems*, Long Beach, CA, USA.
- Xu K. (2016). [Show Attend and Tell: Neural Image Caption Generation with Visual Attention](#), Montreal University.