



HAL
open science

Les Intelligences Artificielles à l'interface du corps dansant

Sarah Fdili Alaoui

► **To cite this version:**

Sarah Fdili Alaoui. Les Intelligences Artificielles à l'interface du corps dansant. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 2024, 125, pp.40-44. hal-04930835

HAL Id: hal-04930835

<https://hal.science/hal-04930835v1>

Submitted on 5 Feb 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les Intelligences Artificielles à l'interface du corps dansant

Sarah Fdili Alaoui

Creative Computing Institute, University of the Arts London, Londres, GB,
s.fdilialaoui@arts.ac.uk

LISN, Université Paris Saclay, Orsay, France. Sarah.fdili-alaoui@lri.fr

L'intersection de l'intelligence artificielle (IA) et de la danse a considérablement évolué au cours des dernières décennies, reflétant le progrès de la technologie. Les premières explorations de l'IA en danse ont vu le jour dans les années 60, notamment pour les performances interactives "9 Evenings" qui ont réuni des artistes (en performance, art plastique et sonore) et ingénieurs de Bell Labs [Morris] autour de la conception des premiers systèmes informatiques à l'interface du corps dansant. Dans les années 90, les systèmes interactifs ont commencé à se développer, permettant aux danseurs d'interagir en temps réel avec des environnements générés par ordinateur. Cette période a également vu l'essor de technologies tels que la motion capture qui a permis de grands développements d'interactions entre danseurs et ordinateurs. Aujourd'hui, le progrès de l'apprentissage automatique apparaît à travers de nouvelles applications dans la danse. Des IAs peuvent désormais analyser et interpréter des mouvements humains complexes, générer de nouvelles séquences de mouvement et même agir comme des interprètes autonomes. Ces innovations ouvrent de nouvelles possibilités créatives, mais posent également de nouveaux enjeux en interaction danseurs-machines.

Merce Cunningham est une figure majeure de la danse moderne et contemporaine qui a exploré la génération par ordinateur dans les années 1990 [Schiphorst]. Il a co-conçu avec les équipes de recherche de la Simon Fraser University le logiciel Lifeforms qui générait des postures et mouvements de danse que Cunningham amenait ses danseurs à incorporer. Très tôt, il avait vu l'ordinateur comme outil de génération d'idées chorégraphiques. S'en est suivi un ensemble d'initiatives utilisant les capacités de l'apprentissage automatique pour générer du mouvement ou des structures chorégraphiques dans le but de soutenir le processus créatif en danse. Par exemple, entre 2010 et 2012, j'ai contribué à la co-conception et au développement d'une installation interactive intitulée DS/DM [Fdili Alaoui] en collaboration avec la compagnie Emio Greco PC. J'ai utilisé des algorithmes de suivi de gestes basés sur des modèles de Markov cachés afin d'analyser les qualités de mouvement de la compagnie et de les représenter avec des visuels et du son interactifs. L'installation permettait aux danseurs de suivre l'atelier DS/DM avec des instructions vocales et vidéo données par Emio Greco. Les danseurs pouvaient exécuter le mouvement selon ces instructions, et leurs mouvements étaient capturés par une caméra vidéo et analysés en temps réel par l'algorithme de reconnaissance gestuelle. Le feedback visuel et sonore interactif était alors donné aux danseurs pour indiquer comment la machine « lit » leurs mouvements et la concordance entre ce qu'ils ont interprété et le vocabulaire de la compagnie. L'installation avait un double objectif : elle visait à documenter le répertoire de mouvements de

la compagnie, mais elle avait également un objectif pédagogique : enseigner aux danseurs les connaissances développées par la compagnie.

A peu près à la même période, la chercheuse et danseuse Kristin Carlson a axé ses travaux doctoraux sur les technologies qui permettent aux ordinateurs de générer du contenu chorégraphique afin d'influencer les habitudes et le style des danseurs, de détourner l'attention d'aspects particuliers de l'expérience et de leur proposer de nouveaux choix chorégraphiques. Son travail est basé sur une technique appelée « défamiliarisation » [Loke]. En faisant du familier une matière étrange, la technologie est utilisée pour déstabiliser les choix du chorégraphe et des danseurs. Cette forme de « désorientation » incite le chorégraphe à s'engager dans un scénario de réflexions, d'analyse et d'évaluation d'une situation donnée afin de proposer des improvisations peu familières et génératrices de nouveau matériel chorégraphique. Ce principe était à la base du système d'improvisation appelé « Scuddle », développé et utilisé par Kristin Carlson [Carlson]. Analogue à cette approche, DaNcing est un système qui génère des ensembles de règles aboutissant à des séquences de pas de danse, représentés sous forme de symboles ASCII. Le système utilise une série de paramètres liés à la musique, des règles et une bibliothèque prédéfinie de mouvements pour générer une chorégraphie syntaxiquement correcte à l'aide d'un algorithme génétique [Nakazawa]. ``Web3D Composer" est un autre système qui crée des séquences de mouvements de ballet basés sur une bibliothèque prédéfinie de mouvement. Il a été conçu comme outil d'apprentissage pour les étudiants en ballet [Soga]. Le système permet au chorégraphe de sélectionner à l'aide d'un algorithme de probabilité markovien des mouvements parmi un ensemble de possibilités basées sur la syntaxe structurelle du ballet. Les positions de début et de fin de chaque mouvement sont cataloguées afin que le système puisse choisir une séquence en fonction des transitions possibles. « Viewpoints AI » est un système développé par Jacobs et Magerko qui utilise le cadre cognitif de l'approche « Viewpoints » pour capturer, manipuler et transformer des mouvements improvisés [Jacob].

Au cours des cinq dernières années, les expériences de génération de contenu en danse ont trouvé un nouvel essor. Il existe aujourd'hui une nouvelle génération de systèmes qui est né du développement rapide des IAs et notamment des capacités des réseaux profonds. Ces modèles permettent la génération automatique de séquences de mouvements à partir d'enregistrements de motion capture appris au modèle [Wallace]. Ces séquences de mouvement générés sont ensuite utilisées afin de mouvoir des agents, avatar ou squelette en 3D dansant de manière autonome suivant les logiques et styles du vocabulaire dansé appris au modèle.

Historiquement, le modèle basé sur l'apprentissage profond le plus utilisé pour générer une séquence de danses était CHOR-RNN, un réseau neuronal profond et récurrent connecté à un mélange de densité entraîné à partir de données brutes de motion capture et capable de générer de nouvelles séquences de danse pour un danseur seul [Crnkovicfriis]. Un modèle basé sur une

architecture similaire a été utilisé dans le projet Living Archive¹ de Wayne McGregor, co-créé avec Google Arts & Culture. L'expérience Living Archive entre le Studio Wayne McGregor et Google Arts and Culture Lab a donné lieu à un outil chorégraphique « alimenté » par l'apprentissage profond. L'outil est entraîné sur le répertoire des mouvements de McGregor et génère de nouvelles séquences de mouvements qui s'en inspirent, créant un « dialogue en direct entre les danseurs et son œuvre ». Ce système génératif produit des séquences de danse à partir d'un répertoire donné. Il peut donc être vu comme un agent co-créatifs collaborant avec le chorégraphe. Wayne McGregor a déclaré dans le magazine Wired²:

Je voulais utiliser ces archives massives de travail d'une manière intéressante, j'ai donc demandé à Damien [responsable du programme technique chez Google Arts & Culture à Paris] s'il pouvait l'utiliser pour générer quelque chose de nouveau. Tout cela se résume à la même question cruciale en chorégraphie : comment continuer à créer du nouveau contenu ?

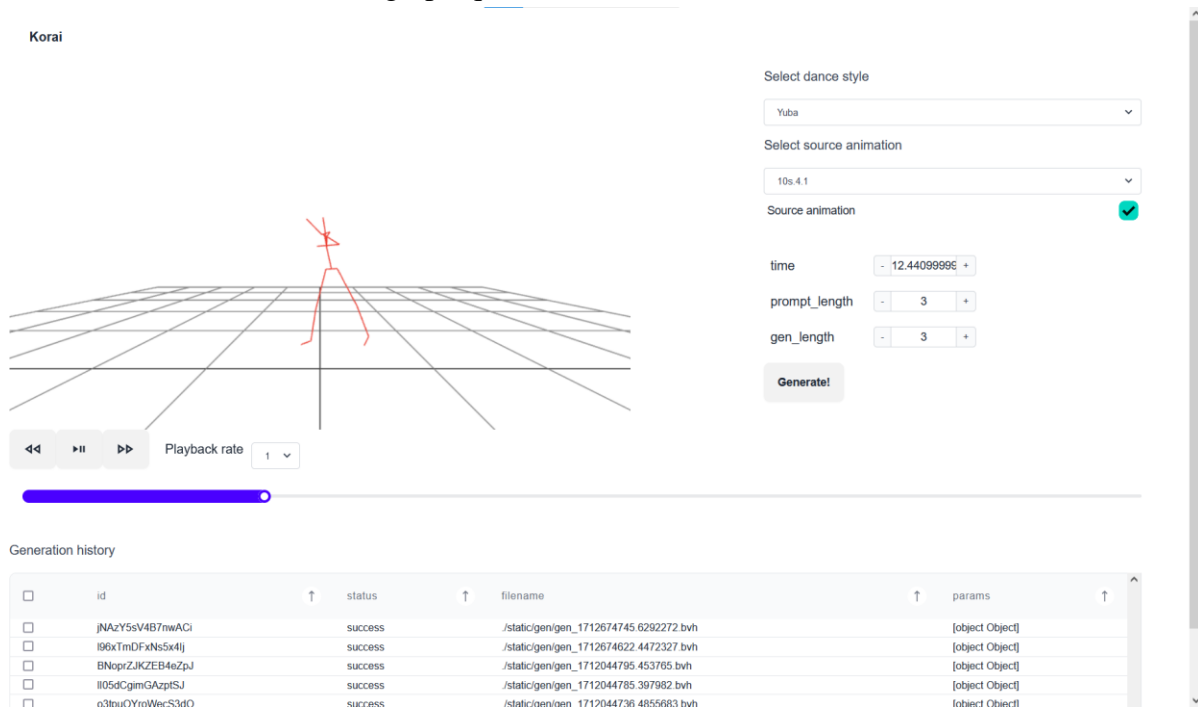
Benedikte Wallace a développé pendant son travail doctoral un modèle similaire à celui de Crnkovicfriis à quelques paramètres près (nombres de neurones dans les différentes couches, nombre de gaussiennes) [Wallace, 2023]. Son modèle est donc basé sur un réseau récurrent RNN, plus précisément un Long-Short Term Memory Network (LSTM) qui estiment les paramètres d'un modèle de mélange de densité (MDN). Wallace a donné à son modèle en entraînement des données de motion capture d'un squelette en 3D afin d'avoir en sorti des positions en 3D des points de ce même squelette. L'ensemble de son travail consiste à explorer comment ce type de modèle par apprentissage profond peut capturer et reproduire des principales caractéristiques des mouvements de danse et ainsi contribuer au processus créatif des danseurs en générant des mouvements de danse à la fois originaux et intéressants.

Je supervise actuellement le doctorat de Léo Chédin qui fait suite au travail de Benedikte Wallace. Léo a réimplémenté le modèle proposé par [Crnkovicfriis] et [Wallace2021]. La spécificité du travail de Chédin par rapport à Wallace est qu'il collabore très étroitement avec des praticiens afin d'entraîner son modèle suivant leur style de danse et donc avec des mouvements très précisément identifiés issus de leur répertoire. Techniquement cela représente une difficulté supplémentaire, puisque chaque répertoire étudié ne permet de disposer que de peu de données en entraînement. L'un enjeux de son travail est d'obtenir, malgré cette difficulté liée à l'échelle de la base d'entraînement, un modèle qui respecte un équilibre entre une génération fidèle aux données mais qui propose des résultats intéressants pour les chorégraphes. Pour cela, Léo doit "overfiter" son modèle sur les données et ensuite insuffler de l'aléatoire afin de créer des mouvements réalistes mais néanmoins nouveaux et inspirant. De plus, le travail de Léo vise à dépasser la problématique technique liée à la génération et à étudier l'impact direct de ce type de modèle sur les possibilités créatives des artistes avec qui il collabore. Pour cela, Léo s'engage à

¹ <https://artsexperiments.withgoogle.com/living-archive>

² <https://www.wired.co.uk/article/google-ai-wayne-mcgregor-dance-choreography>

adapter une interface qui permet aux chorégraphes de manipuler l'entraînement et la génération en fonction de leurs besoins chorégraphiques.



Aujourd'hui, malgré l'apparition de nouvelles expérimentations à l'intersection de l'IA et la danse, nous constatons que ces efforts restent encore fragiles. Créer des modèles génératifs intéressants pour la danse est encore difficile. Les modèles doivent produire des mouvements qui s'adaptent à un style de danse donné. En même temps ces mouvements doivent se plier aux contraintes physiologiques du corps. Ils doivent également produire suffisamment de variabilité et de nouveauté pour être expressifs et créatifs et avoir un intérêt pour les danseurs et les chorégraphes [Wallace]. De plus, il ne suffit pas de créer des modèles génératifs, il est nécessaire d'explorer leur utilité réelle et d'évaluer leur potentiel créatif et expressif dans le contexte réel de la recherche artistique. Nous pensons qu'il est nécessaire d'œuvrer à rendre les modèles profonds suffisamment manipulable par les praticiens afin qu'ils soient à même de les prendre en main et de les adapter à leurs pratiques et leurs projets chorégraphiques.

Bibliographie

Kristin Carlson, Thecla Schiphorst, and Philippe Pasquier. Scuddle: Generating movement catalysts for computer-aided choreography. In ICCA, pages 123–128, 2011.

L. Crnkovic-Friis and L. Crnkovic-Friis, "Generative Choreography using Deep Learning," in Proceedings of the Seventh International Conference on Computational Creativity, 2016.

Sarah Fdili Alaoui, Frederic Bevilacqua, Bertha Bermudez, and Christian Jacquemin. Dance Interaction with physical model visualization based on movement qualities. International Journal of Arts and Technology, IJART, pages 0–12, 2013.

Mikhail Jacob and Brian Magerko. Viewpoints ai. In Proceedings of the 2015 ACM SIGCHI Conference on Creativity and Cognition, pages 361–362. ACM, 2015.

Lian Loke and Toni Robertson. Moving and making strange: An embodied approach to movement-based interaction design. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 20(1):7:1–7:25, April 2013b. ISSN 1073-0516. doi: 10.1145/2442106.2442113.

Catherine Morris. 9 evenings reconsidered : art, theatre, and engineering, 1966. MIT List Visual Arts Center, 2006.

Mario Nakazawa and Andrea Paezold-Ruehl. DANCING, dance And choreography. In The Fifth Richard Tapia Celebration of Diversity in Computing Conference on Intellect, Initiatives, Insight, and Innovations - TAPIA '09. ACM Press, 2009. doi: 10.1145/1565799.1565807.

T. Schiphorst, A Case Study of Merce Cunningham’s Use of the Lifeforms Computer Choreographic System in the Making of Trackers. Simon Fraser University, 1993.

Asako Soga, Bin Umino, Takami Yasuda, and Shigeki Yokoi. Web3d dance composer. In *ACM SIGGRAPH 2006 Research posters on – SIGGRAPH '06*. ACM Press, 2006. doi: 10.1145/1179622.1179628.

B. Wallace, C. P. Martin, J. Tørresen, and K. Nymoen, “Exploring the Effect of Sampling Strategy on Movement Generation with Generative Neural Networks,” in *Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design*, J. Romero, T. Martins, and N. Rodríguez-Fernández, Eds., vol. 12693, Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 344–359, isbn: 978-3-030-72913-4 978-3-030-72914-1.

B. Wallace, “AI-generated Dance and The Subjectivity Challenge,” 2023.