

Evaluation d'un modèle de contrôle de mannequin par apprentissage en réalité virtuelle



Titre (Français)

Evaluation d'un modèle de contrôle de mannequin par apprentissage en réalité virtuelle

Titre (English)

Evaluation of a manikin control model through learning methods in virtual reality

Résumé (Français)

Ce stage porte sur la simulation d'humain numérique dans un contexte de processus industriels en réalité virtuelle. Cet opérateur numérique est appelé à réaliser diverses tâches (manipulation, vissage...) dans des environnements virtuels plus ou moins contraints. On veut que les mouvements de cet opérateur soient le plus fidèles possibles par rapport à la réalité, en termes de posture, d'efforts et d'interactions avec l'environnement, et ce malgré la parcimonie des moyens de contrôles (e.g., casque et manettes de RV).

Compte tenu de la sophistication des gestes à reproduire et du nombre de paramètres à définir manuellement, les méthodes de contrôle classique deviennent trop complexes à mettre en œuvre. Dans la littérature, les travaux mettant en œuvre des méthodes d'apprentissage par imitation montrent des résultats prometteurs. Parmi celles-ci les « Adversarial Motion Priors » (AMP, [1], [2]) ont des propriétés particulièrement intéressantes au regards de nos contraintes : elles permettent en effet d'imiter des mouvements visuellement réalistes en se reposant sur des données existantes mais intègrent également un entraînement en simulation qui permet de garantir un certain réalisme physique des animations.

Dans un premier temps le stagiaire implémentera un modèle à l'état de l'art d'AMP ou similaire (e.g., [1], [3] [4]) et validera son implémentation en reproduisant tout ou partie des scénarios évoqués dans l'article. Dans un deuxième temps, le stagiaire récupérera les efforts générés par le mannequin à chaque articulation pour effectuer ces mouvements en utilisant XDE (le moteur de simulation physique interactive du CEA, [5],[6]) et en évaluera le réalisme physique. Il pourra à cette fin utiliser les moyens de capture de geste pour reproduire en conditions réelles les animations générées par l'AMP et obtenir ainsi une base de comparaison sur les efforts générés.

Enfin, s'il reste du temps, et selon la disponibilité et la facilité de leur mise en œuvre, le stagiaire pourra également implémenter et évaluer, selon le même *modus operandi*, d'autres approches de génération d'animation (e.g., Transformers [7], modèles de diffusion [8] ...).

Ces travaux pourront déboucher sur une thèse portant sur la génération et le contrôle de l'animation de mannequins virtuels par apprentissage pour la simulation de processus industriels en réalité virtuelle.

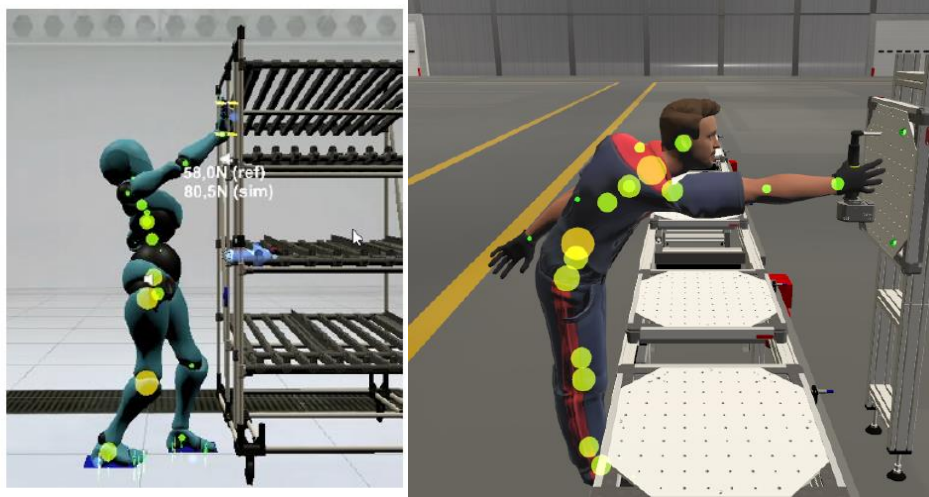


Figure 1: Contrôle de mannequin virtuel avec un moteur physique (Zhong et al [6])

Abstract (English)

This internship concerns the simulation of a digital human in the context of industrial processes in virtual reality. This digital operator is called upon to perform various tasks (manipulation, screwing, etc.) in more or less constrained virtual environments. The aim is to ensure that the operator's movements are as faithful as possible to reality, in terms of posture, effort and interaction with the environment, despite the limited means of control (e.g. VR headsets and joysticks).

Given the complexity of the motion to be reproduced and the number of parameters to be defined manually, conventional control methods are becoming too complex to implement. In the literature, work using imitation learning methods is showing promising results. Among these, Adversarial Motion Priors (AMP, [1], [2]) have particularly interesting properties with regard to our constraints: they enable the imitation of visually realistic movements based on existing data, but also incorporate simulation training to guarantee a certain physical realism of the animations.

Firstly, the intern will implement a state-of-the-art AMP similar (e.g., [1], [3] [4]) and validate its implementation by reproducing some or all of the scenarios described in the associated article. Secondly, the intern will retrieve the torques generated by the manikin at each joint to perform these movements, using XDE (CEA's interactive physical simulation engine, [5],[6]) and assess their physical realism. To this end, he will be able to use motion capture equipment to reproduce in real conditions the animations generated by the model, and thus obtain a baseline with which to compare the efforts generated.

Finally, if time permits, and depending on availability and ease of implementation, the trainee will also be able to implement and evaluate, using the same modus operandi, other animation generation approaches (e.g., Transformers [7], diffusion models [8]...).

This work could lead to a thesis on learning-based control of animated virtual manikin for industrial process simulation in virtual reality.

Contacts

Vincent Weistroffer : vincent.weistroffer@cea.fr

Laurent Dollé : laurent.dolle@cea.fr



Bibliographie

- [1] X. B. Peng, Z. Ma, P. Abbeel, S. Levine, et A. Kanazawa, « AMP: Adversarial Motion Priors for Stylized Physics-Based Character Control », *ACM Trans. Graph.*, vol. 40, n° 4, p. 1-20, août 2021, doi: 10.1145/3450626.3459670.
- [2] A. Escontrela *et al.*, « Adversarial Motion Priors Make Good Substitutes for Complex Reward Functions », in *2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, oct. 2022, p. 25-32. doi: 10.1109/IROS47612.2022.9981973.
- [3] M. Hassan, Y. Guo, T. Wang, M. Black, S. Fidler, et X. B. Peng, « Synthesizing Physical Character-Scene Interactions ». arXiv, 2 février 2023. Consulté le: 21 août 2023. [En ligne]. Disponible sur: <http://arxiv.org/abs/2302.00883>
- [4] S. Lee, S. Starke, Y. Ye, J. Won, et A. Winkler, « QuestEnvSim: Environment-Aware Simulated Motion Tracking from Sparse Sensors », in *Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques Conference Proceedings*, Los Angeles CA USA: ACM, juill. 2023, p. 1-9. doi: 10.1145/3588432.3591504.
- [5] X. Merlhiot, J. Le Garrec, G. Saupin, et C. Andriot, « The XDE Mechanical Kernel: Efficient and Robust Simulation of Multibody Dynamics with Intermittent Nonsmooth Contacts », in *The 2nd Joint International Conference on Multibody System Dynamics*, 2012, p. 84.
- [6] J. Zhong, V. Weistroffer, P. Maurice, C. Andriot, et F. Colas, « Interacting with a Torque-Controlled Virtual Human in Virtual Reality for Ergonomics Studies », in *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 2022, p. 678-679. doi: 10.1109/VRW55335.2022.00190.
- [7] J. Jiang *et al.*, « AvatarPoser: Articulated Full-Body Pose Tracking from Sparse Motion Sensing », in *Computer Vision – ECCV 2022*, vol. 13665, S. Avidan, G. Brostow, M. Cissé, G. M. Farinella, et T. Hassner, Éd., in *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13665., Cham: Springer Nature Switzerland, 2022, p. 443-460. doi: 10.1007/978-3-031-20065-6_26.
- [8] Y. Du, R. Kips, A. Pumarola, S. Starke, A. Thabet, et A. Sanakoyeu, « Avatars Grow Legs: Generating Smooth Human Motion from Sparse Tracking Inputs with Diffusion Model », in *2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Vancouver, BC, Canada: IEEE, juin 2023, p. 481-490. doi: 10.1109/CVPR52729.2023.00054.