

## Proposition de Stage de Master 2 Recherche

### « Rééducation Augmentée de la marche »

#### Mots clés

Rééducation, réalité augmentée, feedbacks visuels, analyse de mouvement.

#### Contexte et objectifs

La paralysie cérébrale (PC) est la pathologie neurologique pédiatrique la plus fréquente avec 1,77 cas pour 1000 naissances [1]. Elle entraîne des troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, responsables de limitations d'activité [2]. Parmi les traitements proposés pour améliorer les capacités motrices à la marche des enfants PC, la chirurgie multisite des membres inférieurs (multilevel surgery - MLS) a prouvé son efficacité [3]. Elle est considérée aujourd'hui comme un standard dans la prise en charge des enfants atteints de PC de type diplégie spastique ou dystonie spastique [4,5]. Cependant, les résultats sont variables en fonction de l'intervention pratiquée, des caractéristiques initiales du patient, et du programme de rééducation qui suit la chirurgie. Cette rééducation est longue (durée moyenne de séjour de 5 mois) et complexe. Elle suit un protocole en trois phases.

- Phase 1 (J7 à J30) : cicatrisation, surveillance, postures, mobilisations passives, travail musculaire analytique ;
- Phase 2 (J30 à J60) : remise en charge, adaptation de l'appareillage, début de déambulation, intensification de la rééducation analytique et fonctionnelle, début du travail musculaire, travail fonctionnel ;
- Phase 3 (J60 à 5 mois) : intégration sensorimotrice du « nouveau » système musculo-squelettique, renforcement musculaire, travail de la marche (qualité, endurance), activité sportive, préparation à la réintégration au milieu ordinaire.

Le laboratoire IBISC et la Fondation Poidatz collaborent à un projet de recherche concernant la phase 3, et plus particulièrement la rééducation à la marche. Celle-ci est conduite par les kinésithérapeutes qui durant un temps imparti motivent l'enfant et le guident pour **améliorer la « quantité » (endurance et autonomie) et la « qualité » de sa marche (paramètres cinématiques et dynamiques : vitesse de marche, longueur du pas, changements de direction et de rythme etc...)**. Notre objectif est de concevoir un outil complémentaire de cette prise en charge traditionnelle, qui permette l'augmentation du temps de marche des jeunes patients, en autonomie (et donc sans coût de personnel), en environnement réel et avec leur participation active, tout en s'assurant de l'amélioration qualitative de la marche. Nous pensons qu'une solution de « rééducation augmentée » peut répondre à ce besoin, sous la forme d'un jeu vidéo en réalité augmentée (cf. Pokemon Go, fig 1) à l'échelle d'un centre de rééducation. D'abord, les éléments de jeu renforceront la motivation des jeunes patients à déambuler librement. Ensuite d'autres feedbacks visuels et audio de guidage, couplés à des mesures de mouvement, seront conçus pour tenter d'améliorer qualitativement les paramètres de la marche.

Un premier prototype est en cours de développement. L'objectif de ce stage de M2 est de le compléter et d'étudier la problématique de l'impact des représentations et des feedbacks virtuels sur la qualité de la marche des patients. Il s'agira notamment d'étudier dans quelle mesure il est possible de réguler la qualité de marche du patient (vitesse, longueur du pas, changements de direction et de rythme).

## Résultats attendus

- Etat de l'art de la marche en environnement augmenté ;
- Développement de nouvelles fonctionnalités dans notre prototype existant ;
- Conduite d'expérimentations sur l'impact des caractéristiques des objets et feedbacks virtuels sur le mouvement de marche ;
- Soumission de publication dans une conférence nationale ou internationale pour présenter le travail effectué.

## Compétences et qualités requises

Bonne maîtrise de la conception/programmation (si possible Unity/C#)

Connaissance de la réalité virtuelle et augmentée

Goût pour la recherche et les échanges pluridisciplinaires (secteur médical, biomécanique...).

## Conditions du stage

Le stage se déroulera principalement au laboratoire IBISC à Evry (site Pelvoux). Le travail sera réalisé avec une équipe pluridisciplinaire incluant des thérapeutes, des spécialistes de la rééducation et de l'analyse de mouvement et des chercheurs en réalité mixte. Deux plateformes expérimentales de réalité virtuelle et augmentée et de capture du mouvement seront mises à disposition.

Durée : 5 ou 6 mois (selon la formation).

Gratification minimale légale.

Projet soutenu par la Région Ile de France (DIM RFSI 2018).

## Master 2 Research Internship

### “Augmented Rehabilitation of Walking”

#### Keywords

Rehabilitation, augmented reality, visual representations and feedback, motion analysis.

#### Context and objectives

Cerebral palsy (CP) is the most common pediatric neurological pathology with 1.77 cases per 1000 births [1]. It leads to permanent disturbances in the development of movement and posture, which are responsible for activity limitations [2]. Among the treatments proposed to improve children's motor walking skills, multilevel surgery (MLS) has proven its effectiveness [3]. It is now considered a standard in the care of children with MCS of the spastic diploma or spastic dystonia type [4,5]. However, the results are variable depending on the procedure performed, the initial characteristics of the patient, and the rehabilitation program following the surgery. This rehabilitation is long (average length of stay of 5 months) and complex. It follows a three-phase protocol.

- Phase 1 (D7 to D30): healing, monitoring, postures, passive mobilizations, analytical muscle work;
- Phase 2 (D30 to D60): recharging, adaptation of the equipment, beginning of walking, intensification of analytical and functional rehabilitation, beginning of muscular work, functional work;
- Phase 3 (60 days to 5 months): sensorimotor integration of the "new" musculoskeletal system, muscle strengthening, walking work (quality, endurance), sports activity, preparation for reintegration into the mainstream environment.

The IBISC laboratory and the Poidatz Foundation are collaborating on a research project concerning phase 3, and more specifically gait rehabilitation. This is driven by physiotherapists who, for a given time, motivate the child and guide him/her **to improve the "quantity" (endurance and autonomy) and "quality" of his/her walking (kinematic and dynamic parameters: walking speed, step length, changes in direction and rhythm, etc.)**. Our objective is to design a complementary tool to this standard treatment, which allows young patients to increase their walking time, independently (and therefore without staff costs), in a real environment and with their active participation, while ensuring that the quality of walking improves. We believe that an "augmented rehabilitation" solution can address this problem, in the form of an augmented reality video game (see Pokemon Go, fig 1) at the scale of a rehabilitation centre. First, the gameplay elements will reinforce the motivation of young patients to walk freely. Then other visual and audio feedback coupled with movement measurements, will be designed to try to improve the quality of the walking parameters.

A first prototype is being developed. **The objective of this M2 internship is to complete it and study the problem of the impact of virtual representations and feedbacks on the quality of patients' walking.** This will include studying the feasibility of regulating the patient's walking quality (speed, step length, changes in direction and pace).

## Expected results

- Conducting a literature review of walking in an augmented environment;
- Development of new functionalities in our existing prototype;
- Conducting experimental studies (with the help of supervisors) to test the impact of the characteristics of virtual objects and feedbacks on walking movement;
- Submission of a publication to a national or international conference to present the work.

## Qualifications

Good design/programming skills (if possible Unity / C #)

Background in AR and HCI

Interest in research and interdisciplinary teamwork (medical sector, biomechanics, etc.).

## Working conditions

The internship will take place in the IBISC Lab. The work will be conducted within a multidisciplinary team including therapists, specialists in rehabilitation and movement analysis and researchers in mixed reality. Two experimental platforms for VR&AR and motion capture will be available.

Duration: 5 or 6 months.

Compensation: Minimum legal compensation.

This work is supported by the Paris Ile-de-France Region.

## Contact

Merci de faire parvenir candidature, CV et notes de Master 1 ou 2 à

Please send application, CV and Master's grades to

Guillaume BOUYER

01 69 47 06 22

[Guillaume.Bouyer@ensiie.fr](mailto:Guillaume.Bouyer@ensiie.fr)

Laboratoire IBISC EA 4526

Equipe IRA2

Bâtiment Pelvoux 2, IUP

40, Rue du Pelvoux

CE1455 Courcouronnes 91020 EVRY

<https://www.ibisc.univ-evry.fr/ira2>

## References

1. Sellier E, Platt MJ, Andersen GL, Krägeloh-Mann I, De La Cruz J, Cans C, et al. Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003. *Dev Med Child Neurol*. 2016 Jan;58(1):85–92.
2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007 Feb;109:8–14.
3. Gage JR. Surgical treatment of knee dysfunction in cerebral palsy. *Clin Orthop*. 1990 Apr;(253):45–54.
4. Bernard J-C, Morel é., Loustalet é., Bard R, Pujol A, Adelen P, et al. Rééducation après chirurgie fonctionnelle multisites de lutte contre la triple flexion chez des enfants IMC marchant ou déambulant. Analyse statistique des résultats à court et moyen terme. In: *La marche de l'infirmes moteur cérébral enfant et adulte* [Internet]. Paris: Springer-Verlag; 2005 [cited 2018 Apr 24]. p. 93–133. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/2-287-27822-2\\_7](http://link.springer.com/10.1007/2-287-27822-2_7)
5. Morrison SA, Lorenz D, Eskay CP, Forrest GF, Basso DM. Longitudinal Recovery and Reduced Costs After 120 Sessions of Locomotor Training for Motor Incomplete Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 Mar;99(3):555–62.



Figure 1 : Pokemon Go

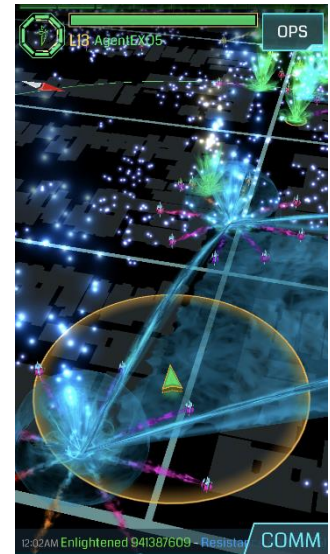


Figure 2 : Ingress



Figure 3 : Hololens

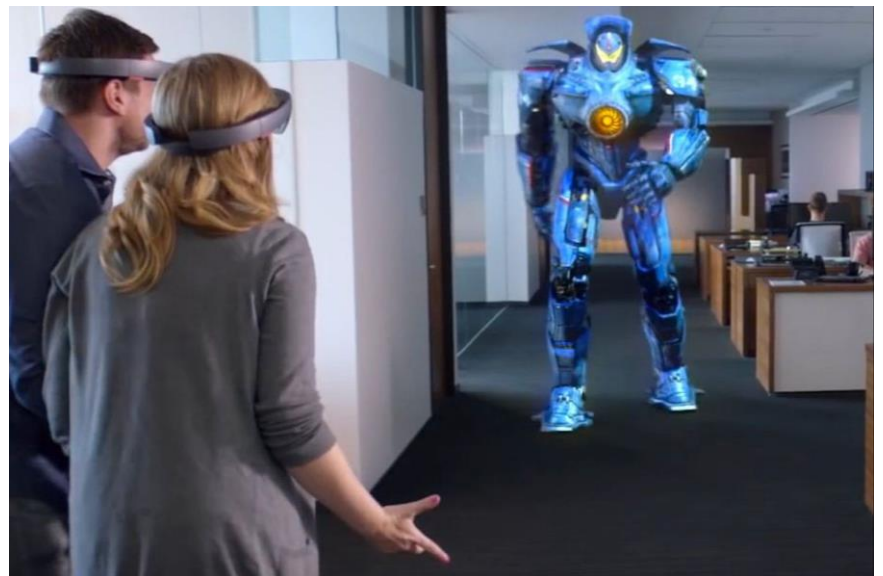


Figure 4 : Simulation Hololens