

Système d'analyse de mouvements.

Mon étude porte sur un système d'analyse de mouvements à l'échelle macroscopique. Une technologie conçue pour aider les gens dans le sport, la médecine ou d'autres domaines, ce qui suscite mon intérêt.

De plus, je pourrais nourrir ma curiosité en découvrant comment fonctionnent les caméras, une technologie omniprésente aujourd'hui.

Mon étude est en corrélation avec le thème, car elle met en interaction la réalité et le virtuel. De plus le logiciel d'acquisition associé va permettre de faire l'interface entre l'utilisateur et les données recueillies.

Professeur encadrant du candidat :

Positionnement thématique (phase 2)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), SCIENCES INDUSTRIELLES (Traitement du Signal), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Chronophotographie</i>	<i>Chrono-photography</i>
<i>Mouvement</i>	<i>Motion</i>
<i>Caméra</i>	<i>Camera</i>
<i>Capteurs</i>	<i>Sensors</i>
<i>"Suivre" un mouvement</i>	<i>Tracking</i>

Bibliographie commentée

Etienne-Jules Marey né en 1830 à Beaune, décédé en 1904, est un inventeur, médecin et physiologiste français. Il est aussi, en 1882, l'un des fondateurs de la chronophotographie. Cette technique consiste à prendre plusieurs photos instantanément afin de recomposer chronologiquement un mouvement et d'observer de manière plus précise des détails impossibles à étudier à l'œil nu. [1]

La chronophotographie a connu une forte évolution. Le début de l'utilisation de cette technique est marqué par Etienne-Jules Marey, qui est persuadé que les artistes ne représentent pas correctement le cheval au galop. Pour lui, contrairement à leurs peintures, le cheval a toujours au moins un sabot sur le sol. Il le démontre alors avec la chronophotographie.

Des années 1880 à nos jours, la technologie a connu une avancée considérable, notamment dans le

domaine du numérique, ce qui a permis le développement de cette technique.

Mais de nombreuses évolutions ont été développées sur les techniques de la chronophotographie. Aujourd'hui, l'étude de mouvement est très utilisée dans de nombreux domaines tels que les jeux-vidéos, le cinéma, l'art, le sport ou la médecine.

La chronophotographie est utilisée dans des domaines variés allant des laboratoires jusqu'aux pistes d'athlétismes. Dans ces différents contextes, la qualité du système utilisé peut varier. On trouve de multiples systèmes ayant pour but d'étudier différents mouvements, afin d'aider un sportif dans sa rééducation, jusqu'à étudier le cerveau humain.

Il existe trois grandes catégories de systèmes ; les systèmes non visuels, visuels avec marqueurs, et visuels sans marqueurs.

- Les systèmes non visuels utilisent des accéléromètres positionnés sur les sujets.

- Les systèmes visuels avec marqueurs apportent de bonnes précisions mais sont tout de même contraints par des capteurs sur les sujets. Certains de ces systèmes permettent de reconnaître 21 gestes de danses différents, de distinguer 7 activités liées à des opérations militaires ou encore de reconnaître certains problèmes de santé comme la maladie de Parkinson, des douleurs au dos, aux jambes, ...

- Et enfin, les systèmes visuels sans marqueurs, nécessitent une installation de caméras éloignées du sujet. L'activité est capturée dans une vidéo et analysée en utilisant des techniques de traitements d'images grâce à un ordinateur. Cependant un calibrage est nécessaire entre plusieurs caméras pour effectuer une étude. [2]

Les supports principalement utilisés sont les caméras 3D et infrarouges. Leurs accessibilités varient en fonction de leurs qualités. [3]

Il est nécessaire d'utiliser au moins deux caméras afin d'établir une analyse de mouvement. [4]

Ces caméras sont ensuite reliées à un boîtier d'acquisition puis à une simulation afin de regrouper et traiter les données du système de capture de mouvement, par exemple la vitesse, l'accélération.

Pour que les caméras détectent le mouvement à analyser, des électrodes sont utilisées pour l'activité des muscles. D'autres capteurs envoient un signal infrarouge l'absence de fils facilite alors les déplacements. [5]

Problématique retenue

Afin de s'occuper de la rééducation d'un sportif, d'étudier le cerveau humain ou mouvements sur des patients malades, je vais chercher à expliquer comment reconstituer un mouvement dans l'espace à partir d'une capture vidéo infrarouge.

Objectifs du TIPE du candidat

(1) Pour répondre à cette problématique, je vais dans un premier temps expliquer comment recomposer une image 3D, de manière simple, depuis deux caméras.

(2) Ensuite, j'utiliserai quelques notions concernant l'optique et l'infrarouge pour comprendre comment l'analyse de mouvement se fait.

(3) De même, je chercherai à comprendre comment le boîtier d'acquisition procède pour traiter les données reçues par les caméras.

(4) Enfin je réaliserai une expérience utilisant le système de capture infrarouge et analyserai les résultats. Puis j'effectuerai une modélisation mécanique pour recomposer un mouvement simple.

Abstract

Nowadays, technology allows the rehabilitation of athletes, the study of the human brain or physical motions by reproducing a movement in space. This study seeks to explain how this kind of process works.

Firstly, the triangulation method is studied to explain how to find the position in space of a point filmed. Then, the operation of a motion analysis system is developed with the study of its camera and acquisition system.

Finally, the reproduction of a movement can be explained by using a study on an algorithm coupled to a camera.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] IVAN JABLONKA : L'histoire par l'image : https://www.histoire-image.org/recherche-avancee?keys=chronophotographie&auteur=&theme=&mots_cles=&periode=All&type=All&lieu=All

[2] CONG ZONG : Système embarqué de capture et analyse du mouvement humain durant la marche : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00839442/document> , consulté le 13/11/17

[3] VICON : Motion Capture System : <https://www.vicon.com/> , consulté le 02/10/17

[4] DÉFIS COBAYES : Quels sont les secrets du boomerang ? : <https://www.youtube.com/watch?v=8j8n6QoEIJs> , à partir de 5min, consulté le 25/11/17

[5] L'INSERM : Science&Santé : *Edition n°37, pages 36 à 39*

DOT

- [1] *Rencontre fin Septembre avec Jérémie Gaveau, enseignant et chercheur, travaillant sur le système de capture de mouvement.*
- [2] *De nombreuses recherches effectuées afin d'obtenir un vocabulaire et une connaissance suffisante sur l'ensemble du support étudié. Choix de ne pas étudier la partie infrarouge du système car sujet trop vaste.*
- [3] *Découverte de la méthode de triangulation*
- [4] *Première idée d'expérimentation : utiliser le logiciel regavi ou aviméca. Echec : Très manuel, nécessité de cliquer sur un point pour chaque image. Comment prendre en compte la 3D ? Comment prendre en compte le nombre de caméras utilisées ?*
- [5] *Seconde idée d'expérimentation : utiliser le module python opencv pour produire un système d'analyse de mouvement. Problème : ce module ne permet pas de comprendre comment l'acquisition des données s'effectue.*
- [6] *Décision de réaliser un programme python permettant de comprendre comment l'acquisition des données s'obtient. De nombreuses difficultés rencontrées lors de la création de ce programme.*
- [7] *Modification du programme réalisé précédemment pour l'adapter à une vidéo afin de produire une analyse de mouvement sans utiliser le support Vicon pour valider ma problématique.*