Mieux mesurer les performances en kayak de haut niveau (https://nouvelles.univ-rennes2.fr/article/mieux-mesurer-performances-kayak-haut-niveau)



Image par PublicDomainPictures (https://pixabay.com/fr/users/publicdomainpictures-14/?utm_source=link-attribution&utm_medium=referral&utm_campaign=image&utm_content=315321) de Pixabay (https://pixabay.com/fr//?utm_source=link-attribution&utm_medium=referral&utm_campaign=image&utm_content=315321)

L'étude de la gestuelle biomécanique du kayakiste est cruciale pour améliorer sa performance et son équipement sportif. Le kayak est une discipline olympique depuis 1936. Dans sa pratique, l'athlète est assis sur le bateau, le propulse et l'équilibre par des coups de pagaie associés aux actions des muscles du tronc, des membres supérieurs et inférieurs sur le siège et le cale-pied. La force exercée sur la pagaie et le cale-pied, ainsi que les orientations de la pagaie, du bateau et des articulations de l'athlète, sont des paramètres objectifs essentiels pour évaluer et optimiser l'efficacité de la propulsion.

Cependant, évaluer ces paramètres de manière précise et objective reste un défi majeur sur le terrain. Les méthodes traditionnelles d'analyse par l'œil humain manquent de précision, de reproductibilité et d'objectivité. Ceci est particulièrement problématique pour les athlètes professionnels, pouvant effectuer jusqu'à 180 coups de pagaie par minute. Des solutions vidéos existent, mais les défis se multiplient lors du déploiement de systèmes optiques sur l'eau en raison des mouvements instables et des réflexions lumineuses perturbantes. De ce fait, les données générées demeurent souvent peu exploitables.

Face aux défis (https://link.springer.com/article/10.1007/s11332-010-0093-7) de l'analyse visuelle traditionnelle et des systèmes optiques pour évaluer la performance des kayakistes (https://www.mdpi.com/1424-8220/22/4/1612), notre projet MUSSAKA (*multi-sensors system for in situ motion analysis of kayakers*) se distingue en proposant une solution innovante d'analyse cinématique et dynamique in situ et en temps réel de la performance des kayakistes de haut niveau, basée sur des capteurs portables.

Les avancées et les manques dans l'analyse de la performance en kayak de haut niveau

Des systèmes de capture de mouvement génériques (https://ieeexplore.ieee.org/document/9507521) ont été employés pour suivre la cinématique des kayakistes, mais ils présentent des limitations en termes d'adaptabilité aux conditions réelles sur l'eau. Les capteurs disponibles aujourd'hui sont focalisés sur la pagaie et ne mesurent pas tous les paramètres indispensables pour comprendre la performance dans son entièreté.

Le défi majeur réside dans la combinaison de l'analyse dynamique, mesurant la force, avec l'analyse cinématique en temps réel sur l'eau, un domaine qui manque encore de solutions complètes sur le marché. Malgré des avancées notables, la demande croissante des kayakistes de haut niveau et de leurs entraîneurs pour des outils complets en temps réel sur l'eau souligne la nécessité de développer des solutions intégrées répondant à ces besoins spécifiques.

La mesure de la force exercée sur chaque extrémité de la pagaie et l'analyse de son orientation permettent de détecter des asymétries potentielles dans le coup de pagaie. Cela permet d'estimer l'angle d'entrée et la longueur du coup de pagaie. Un angle d'entrée optimal et une longueur adéquate favorisent une propulsion efficace et une vitesse accrue du kayak. La fusion de ces données permettra d'évaluer avec précision la cadence de pagayage, minimisant la fatigue et améliorant la performance.

L'instrumentation du cale-pied surveille l'utilisation des pieds pour maintenir l'équilibre et générer de la force, offrant des informations cruciales pour optimiser la position des pieds et la technique de pagayage. L'instrumentation du siège permet de suivre les mouvements du kayakiste, aidant à comprendre son impact sur la performance et ouvrant des possibilités d'améliorations ergonomiques.

En instrumentant le bateau, nous analysons son comportement sur l'eau, sa vitesse, sa stabilité et sa réactivité aux actions du kayakiste. Cela offre un aperçu de l'interaction entre le kayakiste et le bateau, influençant ainsi la performance globale. La connaissance de la force et de la vitesse permet de quantifier la puissance développée, essentielle pour évaluer la capacité du kayakiste à propulser le kayak.

L'instrumentation des membres articulaires offre un regard sur les mouvements du corps pendant le coup de pagaie, identifiant les asymétries pour améliorer l'efficacité et la stabilité du pagayage.

Une révolution technologique pour l'excellence en Kayak de haut niveau

Cette recherche collaborative entre chercheurs, la Fédération française du canoë-kayak (FFCK) et entraîneurs s'inscrit dans un contexte où l'excellence sportive exige une maîtrise précise des aspects cinématiques et dynamiques dans le monde du kayak de haut niveau. L'objectif central est de mettre en place une instrumentation exhaustive, couvrant la pagaie, le siège, le repose-pied, le bateau et les membres du kayakiste.

Cependant, le défi majeur réside dans la fusion de l'analyse dynamique (mesure des forces) et de l'analyse cinématique en temps réel sur l'eau, impliquant la gestion minutieuse des capteurs adaptés à l'environnement aquatique et la synchronisation des données. Le projet aborde également des problèmes d'efficacité énergétique et de communication pour une utilisation conviviale par les entraîneurs.

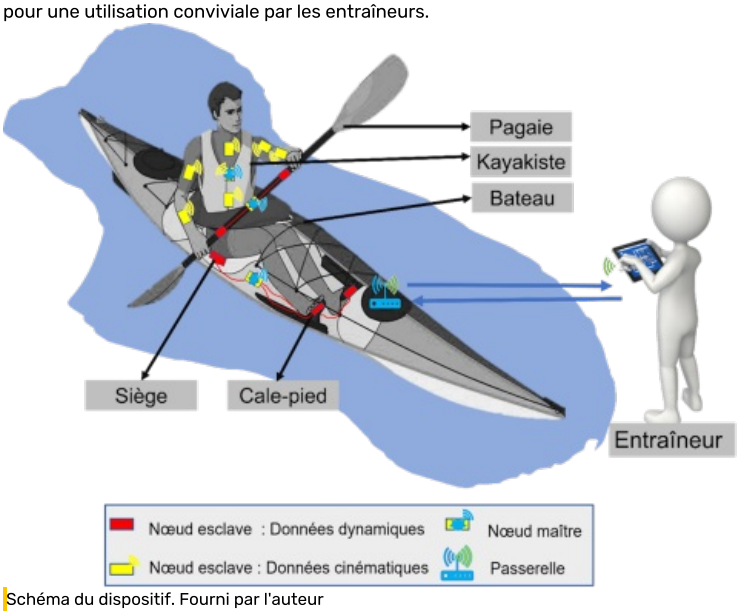


Schéma du dispositif. Fourni par l'auteur

En outre, notre projet doit résoudre des problèmes complexes liés à l'efficacité énergétique, car la quantité importante de données doit être gérée tout en conservant une autonomie de batterie suffisante. La communication doit également garantir une portée supérieure à 1 000 mètres pour couvrir efficacement les plans d'eau et pour une expérience sur le terrain plus efficiente.

Instrumentation intégrée de pointe pour la pagaie en kayak

À ce stade du projet, nous avons entamé la phase de développement des capteurs intégrés de manière stratégique sur la pagaie, ainsi que leur interfaçage avec notre plate-forme de capture de mouvement corporelle, nommée Zyggie (https://ieeexplore.ieee.org/document/9507521), pour une analyse approfondie des performances des kayakistes. Dans notre système, nous utilisons deux jauges de contrainte (https://fr.wikipedia.org/wiki/Jauge_de_d%C3%A9formation), une positionnée du côté gauche de la pagaie et l'autre du côté droit. Les jauges de contrainte sont des capteurs de force conçus pour mesurer la déformation d'un matériau sous l'influence d'une force appliquée. Ils sont installés de manière discrète et non intrusive sur la pagaie. Ils sont très légers et installés sur la pagaie de manière à ne pas perturber les mouvements de l'athlète.



Pagaie instrumentée. Fourni par l'auteur

Au centre de la pagaie, nous avons intégré un dispositif qui fournit des données sur l'orientation, l'accélération, la vitesse angulaire, et d'autres paramètres liés au mouvement de la pagaie. Cette plate-forme nommée Zyggie intègre les principes de faible consommation d'énergie, de coût abordable et de compacité, garantissant ainsi son utilisation sans entraver la performance des kayakistes.

L'intégration de ces deux types de capteurs nous permet d'obtenir une vision complète de l'implication et de l'utilisation de la pagaie, de la force générée, de la technique de coup de pagaie et de la cinématique associée.

Aller au-delà de l'analyse conventionnelle

Au-delà de la collecte de données brutes, notre objectif est de fournir aux entraîneurs une boîte à outils de métriques précieuses, allant de la force sur la pagaie et la vitesse de la pagaie (la rapidité à laquelle la pagaie se déplace dans l'eau) à la symétrie des coups de pagaie. Nous mesurerons également la cadence, l'angle d'entrée et de sortie de la pagaie, la profondeur maximale de la lame dans l'eau ainsi que la longueur du coup de pagaie (la distance parcourue par la pagaie depuis le point d'entrée dans l'eau jusqu'au point de sortie.). De plus, des plates-formes Zyggie seront utilisées pour analyser la cinématique du kayakiste et du bateau en temps réel.

Le système utilisera un réseau de nœuds pour collecter des données. Les nœuds esclaves recueilleront les données et les enverront aux nœuds maîtres. Ces derniers, positionnés sur le kayak, la pagaie et le bateau, rassembleront toutes ces informations. Ensuite, ils les enverront à la passerelle, qui servira de point central. À partir de là, les données seront dirigées vers l'entraîneur pour être analysées avec des logiciels spécialisés qui les transformeront en métriques de performance.

Contraintes techniques et environnementales pour l’instrumentation de kayak

L’une des contraintes les plus évidentes est l’environnement aquatique dans lequel notre système doit fonctionner. L’eau peut être corrosive, électriquement conductrice et sujette aux changements de température. Les équipements portables destinés aux kayakistes nous imposent des limites strictes en termes de taille et de poids des capteurs et de l’électronique embarquée. Maximiser l’autonomie des dispositifs tout en conservant la qualité des données est un équilibre délicat. La fiabilité des données est une contrainte majeure. Tout écart ou dysfonctionnement peut compromettre la confiance dans le système. La portée de transmission des données doit être suffisamment grande pour permettre une analyse en temps réel, même en pleine eau.

Notre voyage ne fait que commencer. Les contraintes liées à l’environnement aquatique, la miniaturisation des équipements, la gestion de l’énergie, la communication longue portée et la fiabilité des données nous poussent à innover constamment. Mais c’est précisément dans la résolution de ces contraintes que réside notre potentiel de contribution significative au monde du kayak de haut niveau. Nous continuerons à optimiser notre solution en fonction des retours des utilisateurs et des évolutions technologiques.



Cet article est publié dans le cadre de la Fête de la science (qui a lieu du 6 au 16 octobre 2023 en métropole et du 10 au 27 novembre 2023 en outre-mer et à l’international), et dont The Conversation France est partenaire. Cette nouvelle édition porte sur la thématique « sport et science ». Retrouvez tous les événements de votre région sur le site Fetedelascience.fr (https://www.fetedelascience.fr/).

Cet article est republié à partir de The Conversation (https://theconversation.com) sous licence Creative Commons. Lire l’article original (https://theconversation.com/mieux-mesurer-les-performances-en-kayak-de-haut-niveau-216672).