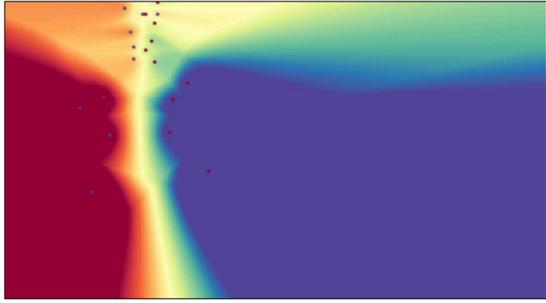


Analyse des mouvements dans les sports collectifs

1^{er} Challenge Sciences 2024, 12 septembre 2019, École des Ponts



L'objectif de ce projet de recherche est de développer un outil qui permet aux équipes encadrantes de sports collectifs d'anticiper les phases d'occupation et de possession du terrain. Pour cela, il est possible de réaliser un diagramme de Voronoï qui affiche la domination d'une équipe sur le terrain. Les données issues d'un algorithme de détection semi-automatique des joueurs par *Computer Vision* ont été analysées afin de comprendre la mécanique de déplacement des joueurs.

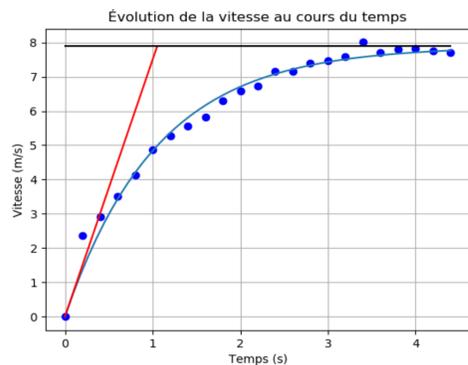
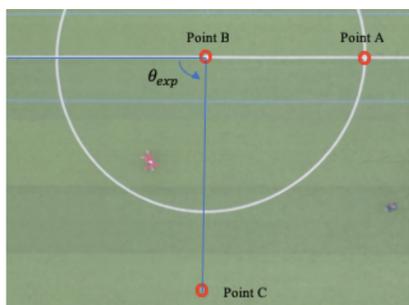
Ce projet s'inscrit a été réalisé en collaboration avec le laboratoire d'hydrodynamique de l'École polytechnique (LadHyX). Il entre dans le cadre du programme de recherche *Sciences²⁰²⁴*, qui développe des solutions scientifiques innovantes en vue d'améliorer la performance des sportifs professionnels pour les Jeux Olympiques de 2024.

Partie mécanique : modélisation du déplacement d'un joueur

L'objectif de la partie mécanique du projet est de déterminer l'équation de la trajectoire d'un sportif lorsqu'il se dirige vers un objectif. L'équation de cette trajectoire sera nécessaire pour prédire le temps mis par le sportif pour arriver à son point final, et donc pour construire le diagramme de Voronoï de façon claire et précise.

1^{ère} étape : dispositif expérimental

Une série d'expériences a été réalisée selon le protocole suivant : un coureur se déplaçant à vitesse non nulle doit changer de direction pour atteindre le plus rapidement possible une cible. Les trajectoires mesurées permettent de proposer un modèle théorique.



Expérience et tracé des résultats

2^{ème} étape : mise en équation

Le modèle qui se rapproche le plus des relevés expérimentaux est le suivant :

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{\mathbf{v}_{\text{inf}} - \mathbf{v}}{\tau} - k \frac{v^2}{R}$$

avec pour paramètres :

- \mathbf{v}_{inf} un vecteur dont la norme est la vitesse maximale que peut atteindre un joueur en ligne droite, et la direction accentue de 30% supplémentaires l'angle visé θ_{exp} ;
- τ est une constante de temps propre au joueur ;
- k est une constante déterminée par régression. Sur les quelques expériences réalisées, on observe une relation linéaire entre k et θ_{exp} dont le coefficient dépend du joueur, du terrain et de la distance à la cible.

Perspectives actuelles

Outre la confirmation de l'équation obtenue, il serait intéressant de définir une théorie pour les distances plus courtes : le modèle ne fonctionnait pas dans ces cas-là car les trajectoires empruntées par les joueurs ne sont alors plus dérivables, ce qui rend l'équation fautive.

Sur ce projet où deux objectifs distincts ont été définis, les objectifs ont été partiellement atteints. Afin de prédire les trajectoires des joueurs de sports collectifs, un modèle a été établi grâce à l'observation de courses sur le terrain. D'autre part, l'algorithme de suivi des joueurs est désormais en mesure de suivre l'ensemble des joueurs sur le terrain selon certaines conditions. Enfin, il reste à développer le modèle de trajectoires à courtes distances et le tracking par plusieurs caméras qui permettrait d'obtenir un tracking plus fiable sur l'ensemble du terrain. Alors, une première implantation d'un diagramme de Voronoï en temps réel serait possible.

Les résultats de ce projet doivent être accessibles aux équipes sportives et leurs encadrants. Le projet n'en est qu'à une phase théorique, mais la perspective d'un diagramme de Voronoï propose un résultat visuel et facile à prendre en main. Le projet doit donc être approfondi et complété afin de remplir les objectifs initiaux.

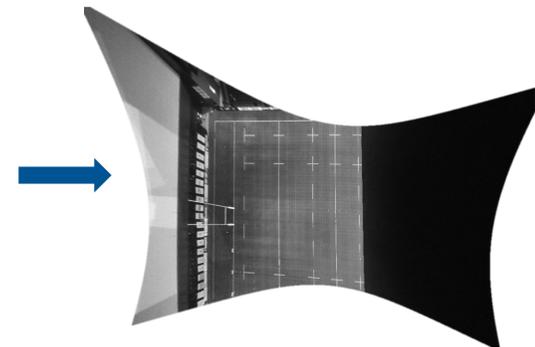
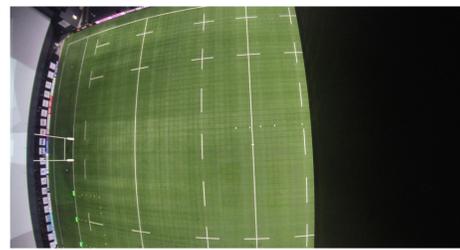
Samy ALSHARANI, Alodie BOISSONNET, Victor JOUAULT, Arthur LETEMPLE, Barnabé MAS, Hilaire PERCHENET – X2017

Partie informatique : analyse des vidéos et tracking des joueurs

La méthode de Voronoï nécessite de connaître la position et la vitesse des joueurs à tout instant sur le terrain. L'objectif de cette partie informatique est donc d'extraire ces données uniquement à partir d'analyse vidéo.

1^{ère} étape : traitement des images

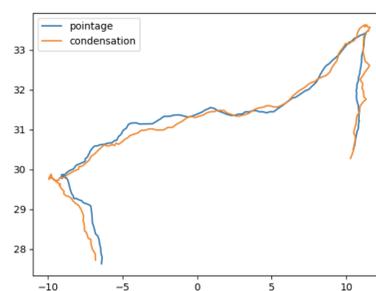
Avant de *tracker* des joueurs sur le terrain, il est essentiel de préparer l'analyse des vidéos, et, en particulier, de corriger les effets de distorsion et de perspective dus à la caméra. Ainsi, grâce à des transformations homographiques, il est possible de reconstituer un terrain ne présentant plus de déformation. Il est alors possible d'accéder facilement à la position des joueurs sur celui-ci.



Correction de la perspective et de la distorsion

2^{ème} étape : suivi des joueurs

Le suivi des joueurs est réalisé par la méthode de condensation qui combine des informations extraites de l'analyse des images avec des modèles probabilistes, afin de déterminer la position des joueurs à chaque instant. Cette dimension probabiliste impose de lisser les résultats pour obtenir des trajectoires lisses. En comparant les courbes obtenues par tracking algorithmique avec celles obtenues par pointage manuel, il est possible de déterminer une précision de l'ordre de 50 cm pour la méthode actuelle.



Comparaison des résultats obtenus par l'algorithme et par pointage

Perspectives actuelles

Au-delà de cette précision, l'algorithme perd en fiabilité et peut confondre des joueurs trop proches. Cette méthode présente donc un potentiel important pour des sports présentant peu d'occlusions tels que le football ou le volley. Des améliorations restent cependant possibles afin d'améliorer sa fiabilité et sa précision.