

TennisServer: première exploitation scientifique d'une masse de données cinématiques enregistrées avec le système HawkEye sur le circuit du tennis professionnel

Yves Guiard ¹, Nicolas Benguigui ², Eric Berton ³,
Vincent Déchelette, Didier Delignières ⁴, Céline Triolet ²

¹ yves.guiard@telecom-paristech.fr – Laboratoire de Traitement et de Communication de l'Information, UMR CNRS 5141, TELECOM ParisTech - 46 rue Barrault, 75634 Paris Cedex13

² nicolas.benguigui@u-psud.fr - celine.triolet@u-psud.fr - Contrôle Moteur et Perception, UFR STAPS - Bâtiment 335, Université Paris Sud, 91405 Orsay Cedex

³ eric.berton@univmed.fr - Institut des Sciences du Mouvement, UMR 6233 CNRS & Université de la Méditerranée, CP 910, 13288 Marseille cedex 09

⁴ didier.delignieres@univ-montp1.fr - Efficience et Déficience Motrices, EA 2991 Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique, Université Montpellier I.

Contexte et objectifs scientifiques

L'objectif principal du projet TennisServer (ANR-06-BLAN-0413) est de montrer, dans le contexte du tennis professionnel, comment l'énergie et l'information contenues dans les trajectoires de balles contribuent au succès des coups réalisés. Le premier facteur reflète la capacité athlétique et l'habileté technique du serveur, le second sa créativité tactique. Nous nous concentrons tout spécialement sur le cas du service, un coup du tennis qui présente l'avantage pour nous de s'exécuter dans des conditions rigoureusement standardisées.

Plus précisément, l'énergie dont il est question est l'énergie cinétique de la balle, liée essentiellement à sa vitesse de translation et, pour une plus faible part, à sa vitesse de rotation. Quant à l'information, comprise au sens de Shannon (1948), elle renvoie d'une part à la mesure de l'entropie statistique qui quantifie l'incertitude que doit affronter le relanceur pendant l'attente de la balle et d'autre part à la mesure de la *surprise* occasionnée par la survenue effective d'une trajectoire particulière. Nous faisons l'hypothèse générale d'une interaction de type sur-additif entre énergie et information : plus la vitesse de la balle est grande, plus devrait être sensible le rôle de l'incertitude et de la surprise; plus l'incertitude est élevée, plus devrait s'accroître l'impact de la vitesse de balle.

Exploitation des données HawkEye

Le projet exploite une base de données cinématiques 3D enregistrées par la société HawkEye Innovations dans les tournois du circuit professionnel (Grand Chelem, Masters Series, Masters, Coupe Davis). La première étape du projet a consisté à négocier l'acquisition d'une année complète de données, depuis le tournoi de Roland Garros 2007. Une fois la livraison complète (en mai 2008), nous disposerons d'une base de données couvrant une trentaine de tournois, ce qui représente près d'un millier de matchs (dont 200 environ en Grand Chelem), environ 350 000 échanges, et plus d'un million de frappes de balle.

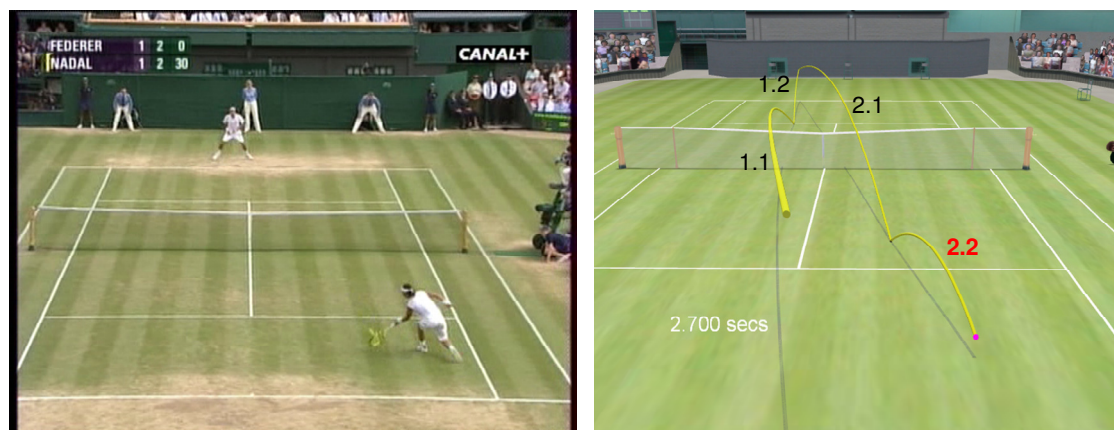


Figure 1. Exemple d'arrêt sur image dans un échange entre Nadal et Federer lors de la finale de Wimbledon 2006. A gauche, l'enregistrement vidéo, à droite la trajectoire de balle reconstituée avec la plateforme de visualisation TennisVR de HawkEye

Innovations. Les arcs sont repérés dans cette figure par le numéro de la frappe dans l'échange complété par le numéro de l'arc (ainsi, 2.2 correspond au second arc du retour de Federer). Dans cet exemple nous avons immobilisé la balle au moment où Nadal exécute sa seconde frappe de balle.

Avec l'aide d'une société de services en informatique nous travaillons à la mise au point de l'interface requise pour l'interrogation de notre base de données. Parallèlement aux données HawkEye, nous nous sommes dotés d'une base d'enregistrements vidéo numérisés soigneusement archivés : en cas de doute sur la fiabilité de telle ou telle donnée cinématique, nous sommes le plus souvent en mesure de visionner la séquence de jeu telle qu'elle a été filmée par les chaînes de télévision (Figure 1). Les nombreuses vérifications que nous avons déjà réalisées, notamment grâce à des confrontations vidéo, indiquent que la fiabilité des données HawkEye est pleinement compatible avec notre projet — soumettre les trajectoires de balles à des traitements statistiques à grande échelle.

Aperçu d'un résultat préliminaire

La Figure 2 compare la distributions des directions du service chez Nadal contre Federer et chez Federer contre Nadal. Les données proviennent de l'échantillon des 881 services analysables dans la base de données encore incomplète dont nous disposons à ce jour, et qui comporte cinq confrontations des N° 1 et 2 mondiaux. La direction du service est estimée ici, grossièrement, par la valeur de l'ordonnée y de la trajectoire de service pour l'abscisse $x = 11.885\text{m}$ (i.e. quand la balle coupe la ligne de fond).

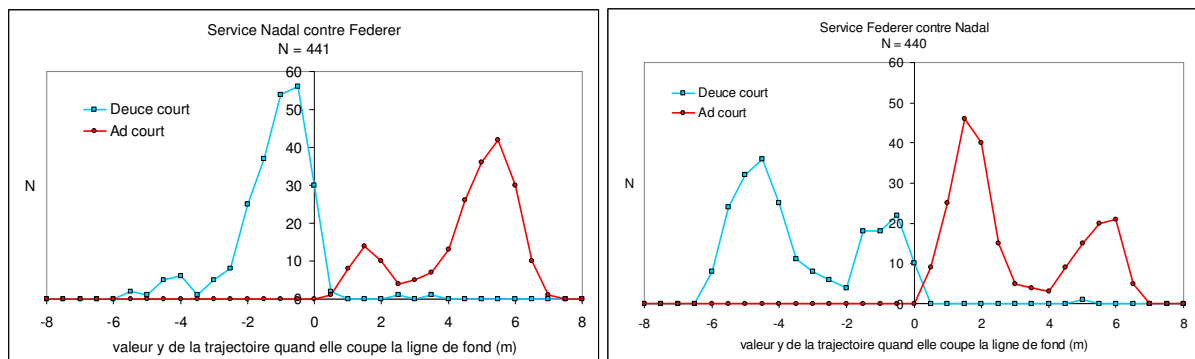


Figure 2. Première estimation de l'incertitude directionnelle du service dans un ensemble de cinq duels Nadal vs. Federer.

Il est bien connu des observateurs du tennis que Nadal sert moins fort que Federer. Mais nos données révèlent un fait plus subtil et non moins important: Nadal génère moins d'incertitude directionnelle que son rival. La trajectoire de service du N° 2 mondial est plus prédictible, et tout spécialement du côté égalité qui lui est défavorable, où il attaque presque inmanquablement le revers de Federer (qui peut donc se préparer en pleine confiance pour une attaque de ce côté-là). En position équivalente (i.e. au service du côté avantage), Federer parvient à produire une distribution de directions qui demeure nettement bimodale. Nos mesures d'entropie, nettement à l'avantage du N° 1 mondial, confirment cette impression.

Références

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, pp. 379-423, 623-656, July and October, 1948.