

Herramientas técnicas para el análisis del movimiento

Objetivos

Al finalizar la revisión de esta sección, el estudiante podrá:

- Reconocer las características de composición de la técnica del videograma como herramienta principal de análisis de movimiento.
- Reconocer las características de composición de la técnica del fotograma como herramienta principal de análisis de movimiento.
- Establecer procesos de análisis de gestos deportivos haciendo uso de cualquiera de las herramientas técnicas que se disponen en esta sección del libro.

Resumen

Se requiere de variadas herramientas para poder realizar procesos de análisis de gestos de movimiento. Hoy en día se cuentan con bastantes avances, que desde un entorno mucho más tecnológico, permiten obtener imágenes de altísima resolución y calidad, para obtener material de primera mano, que permita realizar tomas o recuentos fílmicos/fotográficos que sirvan como base para el análisis del movimiento. Igualmente desde otras áreas

de conocimiento como la ingeniería, y desde el cine (la cinematografía más concretamente), se han generado una serie de programas o de software que permiten hacer cuantificaciones y mediciones más exactas de todos los aspectos biomecánicos que, provenientes de la biofísica (mecánica), de la anatomía y de la biología de tejidos permiten realizar análisis de gestos de movimiento. Cabe anotar que a pesar de que se cuenta en la actualidad con todos los avances tecnológicos que permiten identificar y describir las características del movimiento, la herramienta base con la cual se obtuvieron los primeros análisis de gestos motrices es la mera observación de dichos eventos; y es la observación la pieza clave y fundamental de los nuevos programas, software y demás herramientas que se han generado y que son útiles y aplicables en la biomecánica (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

Dentro de las variadas técnicas que hoy en día existen para hacer recuentos fílmicos o fotográficos de los gestos deportivos que se pretenden analizar, se encuentran el videograma y el fotograma, como los elementos de mayor uso a la hora de iniciar procesos de análisis motor. Al igual que los demás métodos y dispositivos con los que hoy en día se cuenta para observar y analizar el movimiento, estas dos herramientas facilitan la observación detallada y cuadro a cuadro de una secuencia completa de movimiento, ubicada en un sistema de referencia, de acuerdo a como se haga uso de estas herramientas. Asimismo, tanto videograma como fotograma permiten obtener resultados gráficos de figuras de movimiento, sobre las cuales se pueden realizar toda clase de análisis, aplicando o relacionando los aspectos teóricos que desde la mecánica y desde la biología provienen. En esta sección del libro, se describirán cada una de las herramientas que ya se han mencionado antes, al respecto del videograma y del fotograma, así como serán descritas algunas recomendaciones para la realización y aplicación de cada una de estas herramientas para la adquisición de imágenes de gestos deportivos (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

Fotograma y videograma: definición y técnicas para su realización

Tanto el fotograma como el videograma utilizan dispositivos digitales para su adquisición. A partir de las tomas o registros (fotográficos o videográfico), se pueden realizar procesos de análisis de movimiento, descomponiéndolos o fraccionándolos en lo que se puede denominar como “el cuadro a cuadro” de la secuencia de movimiento registrada. Sobre cada cuadro a cuadro obtenido se pueden realizar una serie de análisis aplicando todas las herramientas que provienen de la mecánica y de la biología. A continuación se harán las definiciones de videograma y de fotograma, y se describirán las técnicas para la realización de cada uno de ellos.

Videograma: ¿qué es?, ¿cómo se hace?

Es una fijación audiovisual que se compone de sonidos e imágenes en movimiento. Se considera como una representación de una idea mediante imágenes o símbolos. Un videograma puede tomarse como pieza independiente, o bien, junto a otros, articular una pieza distinta. También pueden insertarse en diferentes series cambiando el sentido de su idea. El videograma también se puede definir como una cinta magnética grabada que, por medio de una videgrabadora, proyecta o reproduce imagen y sonido. Algunos de los formatos (tamaños) más comunes son el “beta”, “vhs” y “8mm” el disco y la cinta magnética, que son considerados como no profesionales. Estos son muy utilizados en videocámaras llamadas domésticas, por su sencillez en el manejo (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

Algo de historia...

La historia del cine comienza el 28 de diciembre de 1895, fecha en la que los hermanos Lumière proyectaron públicamente la salida de obreros de una fábrica francesa en Lyon (Francia), así como la demolición de un edificio tren, y la filmación de un barco saliendo del puerto. El éxito de este invento fue inmediato, no solo en Francia sino en toda Europa y América del Norte. En un año los hermanos Lumière creaban más de 500 películas, marcadas por los decorados naturales, la brevedad, la ausencia de actores, y de montaje, y la posición fija de la cámara. De igual forma, George Méliès profundizó por primera vez en contar historias ficticias y comenzó a desarrollar las nuevas técnicas cinematográficas aplicando la técnica teatral ante la cámara, creando así los primeros efectos especiales y la ciencia-ficción filmada. Por esta misma época, también surgieron grandes directores como Ernst Lubitsch, Alfred Hitchcock, Fritz Lang y Charles Chaplin como los más destacados. En 1927 se estrena la primera película con sonido que se llamó “El cantante de jazz”, a la vez que se impusieron guiones más complejos con mayor calidad de sonido, más complejidad en las escenas, y filmación de escenas más reales de movimiento, incluyendo el registro fílmico de gestos de movimiento. En ese mismo año, Paramount Pictures crea la técnica cinematográfica conocida como doblaje. Al cabo de los años la técnica permitió la incorporación del color, que llegó en 1935 con el filme “La feria de la vanidad”. El color tardó en ser adoptado por el cine. El público era relativamente indiferente a la fotografía en color, pero al mejorar los procesos de registro se filmaron más películas a color (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

¿Y cómo se hace un videograma?

Para la realización de un videograma es necesario conocer los siguientes criterios:

- Los materiales que se necesitan para lograr un adecuado registro fílmico son: una cámara de video con buena resolución y tecnología de lente, que tome un recuento de aproximadamente 200–300 cuadros por cada minuto de filmación.
- Se requiere que la imagen sobre la cual se desee registrar movimiento esté en contraste con el fondo en donde la imagen se esté registrando, es decir, siempre debe existir contraste de la imagen sobre su entorno.

La imagen de análisis debe quedar en color oscuro sobre un fondo claro o viceversa (es decir, la imagen en color claro sobre un fondo oscuro).

- La imagen o imágenes obtenidas para el análisis deben quedar registradas en plano completo, tomando un registro fílmico de la imagen de cuerpo completo.
- La cámara que se utilice para hacer el registro fílmico debe estar a mínimo 5 metros de distancia de la imagen que se desea registrar. De preferencia debe ubicarse sobre un soporte o un trípode de apoyo que se pueda movilizar para hacer el seguimiento del gesto de movimiento que se desea captar.
- Cuando se realice el registro fílmico para el análisis de gestos deportivos, es preferible que las tomas se hagan por cada plano corporal (una toma en el plano sagital, ubicando la cámara de medio lado – a uno de los lados de la imagen de la que se desea registrar), una toma debe hacerse de frente a la imagen, para lograr un plano coronal, y de ser posible, realizar una toma desde arriba (totalmente “por encima” o “por debajo” de la figura de análisis), para lograr un plano transversal. Sin embargo, es bastante complicado obtener una buena toma de la imagen a analizar en un plano transversal, dados los materiales que se requieren para tal fin, por lo que se prefiere que para hacer videogramas más simples, utilizar materiales de más fácil alcance para los interesados en realizar análisis de movimiento (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

El videograma es uno de los recursos más utilizados para obtener un registro fílmico completo que permita realizar análisis de gestos de movimiento. A partir de estos registros videográficos, se pueden realizar análisis completos, que permiten ser montados directamente sobre la secuencia de movimiento completa, o también se pueden obtener las partes (denominados como “cuadro a cuadro” de una secuencia de movimiento. Es de esta forma como se pueden obtener las fotografías o “fotogramas” que componen la secuencia del movimiento. Esta técnica será descrita a continuación.

Fotograma: ¿qué es?, ¿cómo se hace?

Existen muchas definiciones de lo que es un fotograma, por ejemplo, una de las definiciones más utilizada es la de concebir a esta herramienta como el compendio de las imágenes que se suceden en una película cinematográfica

y que están consideradas de manera aislada. Un fotograma representa el contenido de la película en un instante de tiempo. Por tanto, una animación no es más que una sucesión de fotogramas. También se puede definir como cada una de las imágenes impresionadas químicamente en la tira del celuloide del cinematógrafo o en la película fotográfica. De igual manera se puede entender como aquella imagen fotográfica obtenida sin cámara ni objetivo, colocando una serie de objetos sobre una emulsión sensible y exponiéndolos a la luz, para registrar sus sombras y contornos (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

Algo de historia...

Algunos de los precursores de esta técnica de registro fotográfico fueron Thomas Wedgwood y William Fox Talbot, quienes hicieron las primeras tomas fotográficas, obteniendo negativos de objetos naturales puestos en contacto directo con una base fotográfica. Entre los logros más destacados de Thomas se cuentan la impresión de un perfil del objeto mediante el contacto directo con los tratados de papel, creando así una imagen de la forma sobre el papel y, gracias a un método similar, la copia transparente en cristal lacado a través del contacto directo y la exposición a la luz solar. De igual forma, William Fox Talbot Patentó creó en 1841 el “calotipo” (o negativo-positivo de una fotografía), a partir de la sensibilización de un papel en sustancias químicas, que se someten a la luz y como primera medida dan una imagen negativa que posteriormente pasa a ser positiva. Otro de los fotógrafos que tuvo mucha importancia en la generación de los primeros fotogramas fue Edward James Muybridge, quien realizó lo que hoy en día se considera como el “primer videograma” denominado “el caballo en movimiento”, en donde realizó fotografías a un caballo en pleno trote, en las diferentes etapas de su galope y que proporcionaría una vista completa de todo el trayecto recorrido. Muybridge fotografió a un caballo de carreras llamado Occident trotando a unos 35 km/h en el hipódromo de Sacramento. La idea era tratar de captar con su cámara el movimiento del caballo. Pidió a los vecinos de la zona que le prestaran muchas sábanas de color blanco y las colgó en torno a la pista a manera de fondo, sobre el que destacara la figura del caballo (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

¿Cómo se hace un fotograma?

Para la realización de un fotograma se necesita saber y seguir las siguientes recomendaciones:

- Contar con una cámara que tome o haga registros fotográficos de óptima calidad. La idea de los fotogramas es que inicien con la realización de lo que se conoce como una “ráfaga de fotos”, que es capaz de tomar entre 60 a 100 fotografías por cada minuto de gesto deportivo realizado.
- Se deben hacer registros fotográficos por cada plano corporal, (un registro en plano sagital, otro por plano coronal y uno por plano transversal). Las fotografías que se hagan del gesto de movimiento deben realizarse en planos abiertos o de cuerpo completo.
- Al igual que como pasa con el videograma, con el fotograma también se debe generar contraste. De esta forma, la imagen que se desee registrar debe quedar en color oscuro sobre un fondo claro, o la imagen debe quedar registrada en color claro sobre un fondo oscuro.
- La cámara con la que se realice el registro debe estar ubicada sobre una base de sustentación o trípode de apoyo, de tal forma que el registro fotográfico obtenido no se altere con movimientos de la mano que puedan alterar y dañar la calidad del fotograma obtenido.

Los fotogramas son mucho más fáciles de obtener que los videogramas, y los requisitos para su realización son mucho más fáciles de obtener si se compara con los que se requieren para hacer un videograma de óptima calidad. De esta forma, los fotogramas son tal vez la herramienta más usada para seguir procesos de análisis de movimiento. En este libro, en la sección que sigue, se mostrará un ejemplo de análisis de gesto deportivo que se basa en la realización de un fotograma (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).

Ejemplos de videograma y fotograma

Como se mencionaba en el apartado anterior, es mucho más común y más fácil en su realización, un fotograma que un videograma. El ejemplo más común de lo que es un fotograma es el del “caballo en movimiento”. En 1872, una polémica enfrentaba a los aficionados a los caballos de California.

Leland Stanford, ex gobernador del Estado y poderoso presidente de la Central Pacific Railway, y un grupo de amigos suyos que sostenían que había un instante, durante el trote largo o el galope, en que el caballo no apoyaba ningún casco en el suelo, frente a otro grupo, del que formaba parte James Keene, presidente de la Bolsa de Valores de San Francisco, que afirmaba lo contrario.

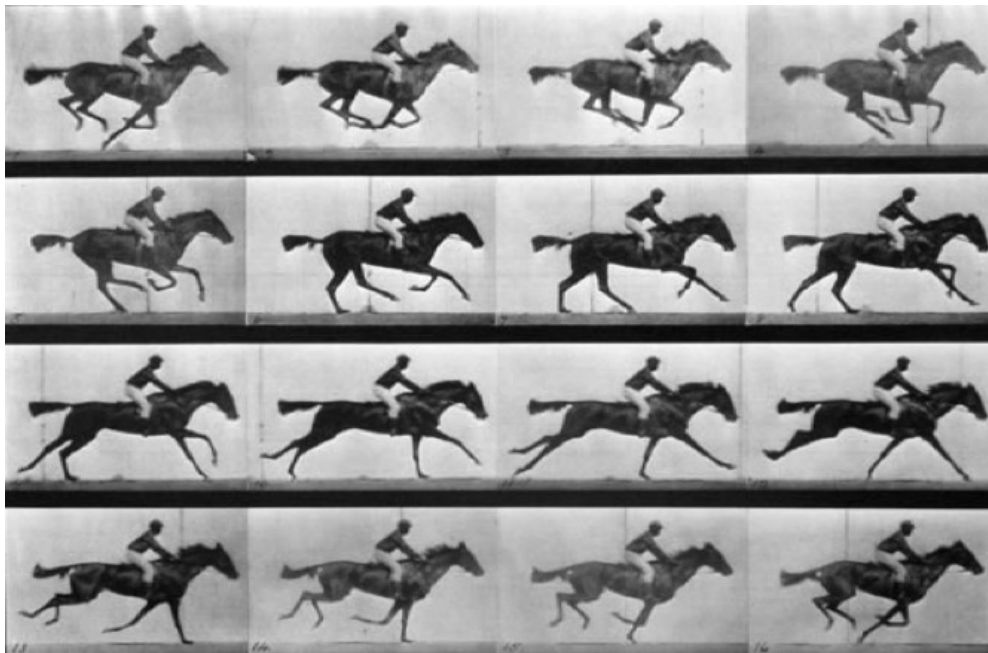
En esa época no se conocía una manera de demostrar quién tenía razón, hasta que Leland Stanford ideó un sencillo experimento que consistía en un método que fotografiaba al caballo en las diferentes etapas de su galope y que proporcionaría una vista completa de todo el trayecto recorrido, para lo cual Stanford encargó a Eadweard Muybridge que tratara de captar con su cámara el movimiento de su caballo de carreras Occident. Sin mucha confianza en el resultado, Muybridge se prestó a fotografiar a Occident trotando a unos 35 km/h en el hipódromo de Sacramento. Pidió a los vecinos de la zona que le prestaran muchas sábanas de color blanco y las colgó en torno a la pista a manera de fondo, sobre el que destacara la figura del caballo. En mayo de 1872, Muybridge fotografió al caballo Occident, pero sin lograr un resultado, porque el proceso del colodión húmedo exigía varios segundos para obtener un buen resultado.

Muybridge desistió durante un tiempo de estos experimentos, más adelante realizó un extenso viaje por América Central y América del Sur, donde fotografió las construcciones de las líneas ferroviarias. Al volver, reemprendió su trabajo sobre la fotografía de acción, y en abril de 1873 logró producir mejores negativos, en los que fue posible reconocer la silueta de un caballo. Esta serie de fotografías aclaraba el misterio (le daba la razón a Stanford), pues mostraba las cuatro patas del caballo por encima del suelo, todas en el mismo instante de tiempo. No trató de tomar las fotografías con una exposición correcta, pues sabía que la silueta era suficiente para poder definir la cuestión. Sus primeros intentos habían fallado porque el obturador manual era demasiado lento como para lograr un tiempo de exposición tan breve como precisaba. Así pues, inventó un obturador mecánico, consistente en dos pares de hojas de madera que se deslizaban verticalmente por las ranuras de un marco y dejaban al descubierto una abertura de 20 centímetros, por la que pasaba la luz. Con este sistema se lograba un tiempo de exposición récord de $1/500$ de segundo.

Stanford, impresionado con el resultado del experimento, que se conocería más tarde con el título *El caballo en movimiento*, encargó la búsqueda de un estudio fotográfico para poder captar todas las fases sucesivas del

movimiento de un caballo. Los experimentos se reanudaron en el reformado rancho de Stanford durante el verano de 1878. Aunque con una exposición ligeramente insuficiente (debido a las ya mencionadas dificultades técnicas de la época), la serie resultante de fotografías mostraba claramente todos los movimientos de una yegua de carreras de Kentucky llamada Sally Gardner. Muybridge pintó los negativos para que solo se viera la silueta de la yegua, cuyas patas adoptaban posiciones inconcebibles. El resultado fue una secuencia de 12 fotografías que se realizó aproximadamente en medio segundo (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013). (ver figura 57: resultados del fotograma del caballo en movimiento).

Figura 57. El caballo en movimiento de Muybridge



Se observan 12 imágenes tomadas, que al ponerlas en secuencia, muestran el movimiento del caballo, logrando comprobar que sí hay fases del movimiento en donde las patas del caballo están totalmente en el aire.

Fuente: tomado de Muybridge (1887).

Gracias a este experimento, Muybridge ideó una nueva técnica en la que la pista para el motivo en movimiento tenía una longitud de unos 40 metros. En paralelo a ella había una batería fija con 24 cámaras fotográficas, y en ambos extremos de la pista, colocadas en ángulos de 90° y de 60° , había otras dos baterías de cámaras. En cada instante se disparaban sincrónicamente tres

cámaras, una de cada batería. Se impresionaban placas secas a una velocidad de obturación graduable que podía regularse desde varios segundos hasta la altísima velocidad de $1/6000$ de segundo, según la velocidad del motivo a fotografiar. En las primeras series los obturadores de las cámaras se disparaban por la rotura de unos hilos atravesados al paso del caballo u otro animal que se rompían al paso de este, cerrando contactos eléctricos que iban activando cada uno de los obturadores. Pero después Muybridge inventó un temporizador a base de un tambor rotatorio que giraba de acuerdo con la velocidad del motivo y que, en los instantes adecuados, enviaba impulsos eléctricos a las cámaras.

Hasta esta parte del libro se han mostrado en su totalidad todos los elementos que se requieren para hacer análisis observacionales del movimiento corporal, específicamente en el desarrollo de gestos deportivos. En la siguiente sección se mostrará un ejemplo concreto de análisis observacional de movimiento, aplicando lo que hasta ahora se ha desarrollado del tema, bajo ocho criterios de análisis (Ackland, 2008; Barlett, 2007; Baumler y Schneider, 1989; Blazeovich, 2013).