

Descripción del Estudio de la Marcha y Opciones de Desarrollo

Cecilia Cardozo
Email: ce.cardozotuset@gmail.com

Resumen—En el presente reporte se intenta dar a conocer las principales características del sistema Vicon, utilizado para el Estudio de la Marcha. Se analizarán los pasos a seguir para lograr un estudio, viendo qué tipos de datos se procesan y conexiones a tener en cuenta entre los diferentes elementos. Además se identificarán oportunidades de desarrollo para ampliar los usos de Vicon como son desarrollos en formato CDA, en BodyLanguage y la fusión de Vicon con Cinartro. Se muestra que Vicon es la base para grandes mejoras en la medicina, uniendo dos grandes áreas como son la Ingeniería y la Medicina.

I. INTRODUCCIÓN

Desde principios de 1980, Vicon ha trabajado con centros de investigación, hospitales y consultorios privados para asegurar sistemas que ofrecen precisión y flexibilidad. Desde el suministro del primer sistema de análisis de la marcha en el año 1980, hasta la primera cámara de video de referencia a la medida en 2012.

Hoy en día se cuenta con un dispositivo Vicon en el Laboratorio de Marcha del Hospital de Clínicas de Montevideo. Es utilizado para el estudio de la marcha y para mejorar los diagnósticos clínicos. El mismo puede fusionarse con una electromiografía para realizar estudio más amplios.

II. FUNDAMENTOS

II-A. Ciclo de la marcha

El ciclo de la marcha comienza cuando un pie hace contacto con el suelo y finaliza cuando el mismo pie vuela a tocar el piso; también se divide el ciclo en la fase de apoyo y la fase de balanceo. Una pierna está en fase de apoyo, cuando está en contacto con el suelo y en fase de balanceo cuando está en el aire. Estas fases se van alternando a lo largo de la marcha.

El periodo de doble apoyo ocurre cuando ambos pies están en contacto con el suelo, siendo la diferencia entre correr y caminar la ausencia de este periodo.

La fase de apoyo ocupa el 60% del ciclo, mientras que la fase de balanceo 40%, y la de doble apoyo un 20% (la fase de doble apoyo sucede cuando ocurre la fase de apoyo).

II-B. Electromiografía

Las técnicas electrofisiológicas permiten el conocimiento de la función neuromuscular obteniendo la actividad eléctrica del músculo en reposo o activo. En su aplicación clínica, asiste al diagnóstico y al seguimiento de un proceso de tipo neuromuscular.

El sistema detecta activación muscular la cual implica una difusión iónica previa dentro del músculo, la cual genera un campo eléctrico a su alrededor proporcional a la concentración iónica. Este campo eléctrico es el detectado por el sistema.

Con él se pueden detectar fatigas musculares y trastornos neuromusculares. Los electrodos son colocados sobre la piel depilada (para reducir impedancias) en la línea media del vientre muscular.

III. ESTRUCTURA

Vicon consta de ocho cámaras infrarrojas, un Giganet que sincroniza los datos adquiridos y una conversora AC/DC donde se pueden conectar dispositivos analógicos. El software está formado por BodyBuilder, Nexus y Polygon.

III-A. BodyBuilder

BodyBuilder se utiliza para edición de datos sin modelar, contando con filtros, interpolación, etc. El mismo funciona utilizando cuatro tipos diferentes de documentos.

- Marker File (.MKR):
 - Contiene la lista de marcadores utilizados en el ensayo. Este archivo puede ser estrito en cualquier editor de texto.
- Model Parameters (.MP)
 - Es un archivo que puede ser creado y editado en BodyBuilder, el cual incluye los parámetros específicos del sujeto necesarios para el modelado. Cada sujeto tiene su propio .mp
- Model Script (.MOD)
 - Contiene la rutina escrita en BodyLanguage que el usuario escribió. Se ingresan los datos del modelo.
- C3D File
 - Se utiliza VICON Workstation Workspace para desplegar los datos de dicho archivo. Obteniendo lo ilustrado en la figura 1.

Hoy en día en el Hospital de Clínicas solo se está usando el BodyBuilder para correr código proporcionado por Vicon (Oxodord Food Model y Plug in Gait Full). Debido a esto, hay un gran marco para desarrollar otro tipo de algoritmo para el estudio de otra parte del cuerpo en igual detalle, estudiando el BodyLanguage. Por ejemplo para el estudio del pie se necesitan 20 marcadores por pies aproximadamente para lograr ver el movimiento (figura 2), sin embargo cuando se realiza el estudio de la pierna completa el algoritmo actual considera al

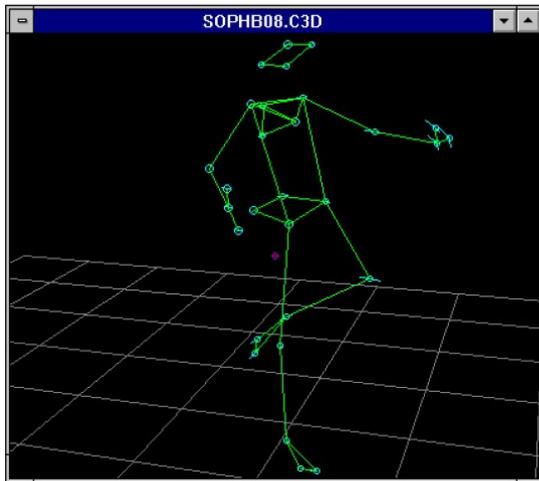


Figura 1. Procesado de archivo .C3D.

pie solo como un segmento de dos marcadores. En este punto se podría desarrollar para obtener un estudio más completo.

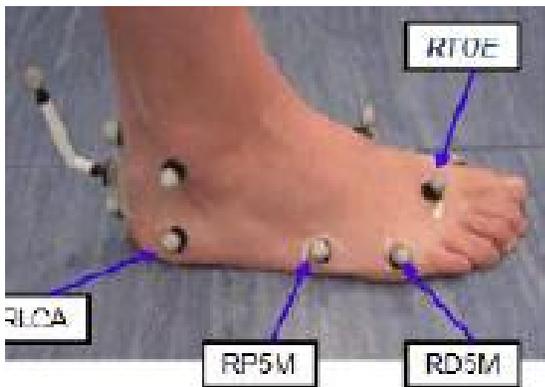


Figura 2. Marcadores aplicados al pie.

III-B. Nexus

En este programa se realiza la calibración y reconocimiento de las cámaras, así como también es donde se cargan los videos obtenidos.

Luego del reconocimiento se puede observar el espacio de trabajo con sus respectivos ejes (x,y,z) y las cámara, como se ve en la figura 3. Nexus trabaja con los ángulos de Euler para calcular los parámetros de velocidad, debido a la rotación entre los ejes fijos y los ejes de rotación de la parte del cuerpo a estudiar.

Vicon utiliza un dispositivo al cual se conectan las cámaras, la computadora y otros agregados que se necesiten, como por ejemplo, dispositivos analógicos, como muestra la figura 4. Las cámaras tienen resolución VGA y captura a 250Hz

Luego del reconocimiento de las cámaras, se realiza la calibración. Ésta se lleva a cabo, colocando el aparato mostrado en la figura 5 en el suelo con las luces encendidas. Cada cámara

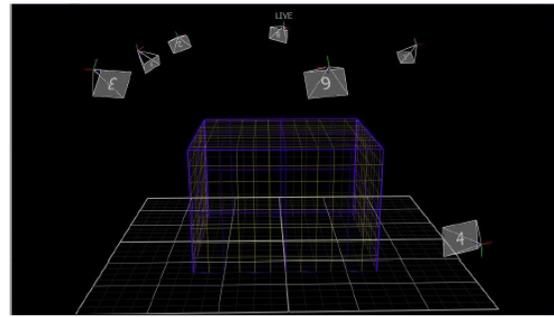


Figura 3. Nexus.

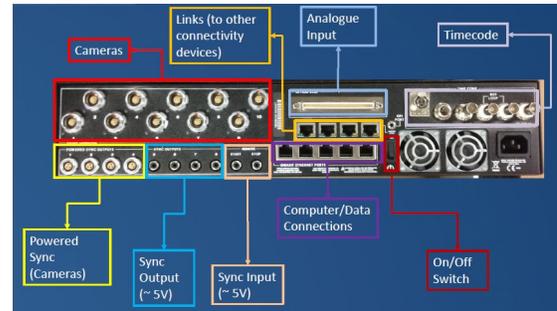


Figura 4. Hardware.

detecta esto y lo pone como cero de referencia de su plano, ya que cada cámara capta una imagen 2D. Las cámaras son sincronizadas en el Giganet, el cual, cuenta con cinco puertos Ethernet para conectarse con el host de la PC y otros cuatro dispositivos.



Figura 5. Dispositivo de calibración.

La forma usual de colocar los marcadores es pegándolos uno a uno en el cuerpo con cinta doble faz; pero para la rodilla existe un mecanismo más fácil. En la figura 6 se muestra el KAD Plug In Gait que brinda más precisión, ya que se tiene menor variabilidad por la colocación de los marcadores. Utiliza dos marcadores en el eje de flexión-extensión para alinear mejor el muslo y la tibia.

Vicon cuenta con dos opciones para configurar el Trigger,



Figura 6. KAD Plug In Gait.

ambos manuales pero una a través de Nexus y la otra a través de un dispositivo externo. Como se ve en la figura 7 la captura se realiza cuando el trigger está en cero.

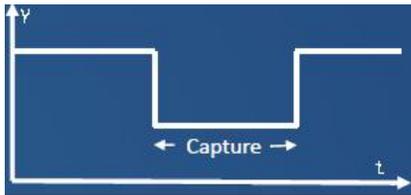


Figura 7. Trigger.

A continuación se procede a procesar los datos obtenidos, obteniendo la información mostrada en la figura 8.

Luego de tener el modelo final, se corre el video de la captura, pudiendo ver graficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo de los tres ejes.

Si se utilizara la plataforma de fuerza se obtiene gráficas en donde se observan la mismas como en la figura 9

III-C. Polygon

Este programa se utiliza para realizar el informe médico, pero no posee el formato médico .CDA necesario. Por este motivo existe otro punto de desarrollo en cual trabajar. El formato CDA permitiría el intercambio de información entre laboratorios.

En Polygon se cargan los valores obtenidos y se generan las gráficas comparativas con los parámetros estándar. También permite generar el esqueleto del sujeto de estudio, y usando lo obtenido en el ensayo se puede hacer una superposición del mismo y el cuerpo humano (combinación de archivos .mpeg y .avi). Además se pueden importar archivos de word, excel, powerPoint, etc, e integrar páginas web.

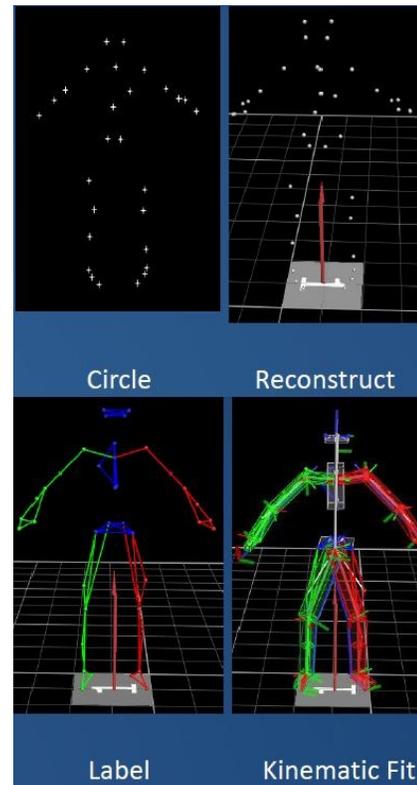


Figura 8. Reconstrucción de datos.

IV. ÁREAS DE DESARROLLO

Como se mencionó anteriormente dos áreas en las que falta desarrollo son, en la documentación médica y en el desarrollo de más combinaciones de estudio utilizando BodyBuilder.

Otras opciones más complejas serían las siguientes:

IV-A. Cinartro

Cineartro es un estudio que se realizó para ver las variaciones del eje de rotación de una rodilla sana, con ligamentos rotos y luego de la operación. Con el Arco en C (figura 10) de rayos X, y con el hardware de adquisición de datos de vídeo, se describe la migración de los centros de rotación en la tibia.

El estudio consistió en que los voluntarios sentados en una silla estiraran y flexionaran la pierna. Así se obtuvieron videos del movimiento en donde se calculó como variaba el centro de rotación. La idea era poder colocar las cámaras de Vicon al dispositivo de rayos X para poder obtener dos resultados de la misma práctica.

Hoy en día no vale la pena la fusión de los mismos ya que se podría desarrollar en Vicon el software de análisis, evitando irradiar a los pacientes. Vicon toma un eje fijo en donde se encuentra el centro de rotación la rodilla en un instante, pero esto es un modelo demasiado simple. Se podría desarrollar en software una aplicación que modele un centro de rotación migrante, el cual podría calcular el lugar de las raíces de los

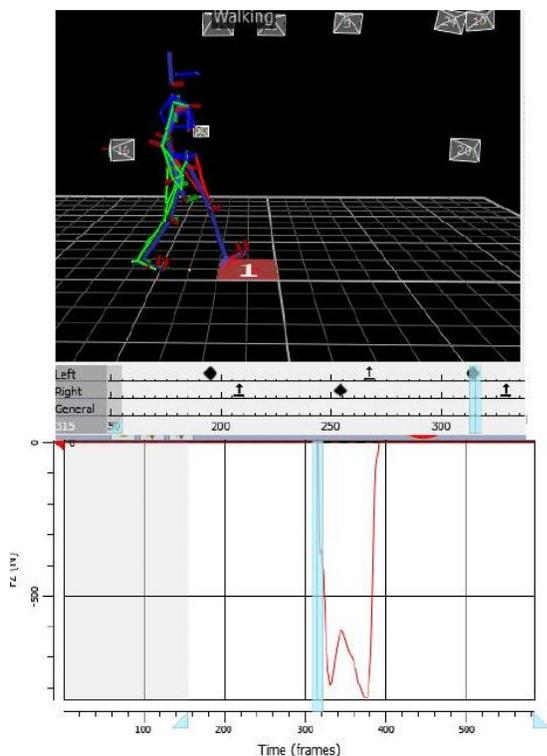


Figura 9. Gráfica de fuerza.



Figura 10. Arco en C.

centros de rotación.

Esta fusión podría servir para diagnosticar trastornos como por ejemplo, determinar si una persona es obesa, mirando los centros de rotación de su rodilla.

IV-B. Plataforma de fuerza

En el mercado hay gran variedad de marcas que venden este producto por lo que no sería rentable la fabricación de la misma en el instituto.

Las mismas, miden la fuerza en las tres dimensiones siendo éstas la descomposición de la fuerza de una pisada. El sistema Vicon cuenta con el software para procesar los datos provenientes de la plataforma de fuerza, así que la inclusión

al sistema es automática. La plataforma debería tener una salida digital con puerto USB tipo B (Universal Serial Bus) para interconectarla con el sistema.

Por este puerto se mandan paquete de datos de ancho 1 bit en un ancho de banda 1,5/12/480/5.000 Mbit/s (depende de la versión) utilizando el protocolo serial. El cable está formado por 4 hilos en par trenzado, y en la figura 11 se puede observar cómo cambia la disposición de los hilos en cada tipo de USB.

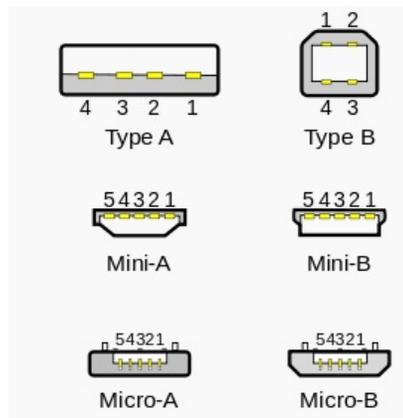


Figura 11. Tipos de USB.

V. CONCLUSIÓN

Vicon brinda la posibilidad de estudiar el movimiento de una parte del cuerpo y compararlo con rangos preestablecidos.

El sistema Vicon es la base para una gran cantidad de investigaciones y mejoras en la medicina. Cuenta con manuales muy bien explicados, siendo accesible a mayor público. Además, es un dispositivo que genera la interrelación entre dos grandes áreas como son la medicina y la ingeniería.

Según lo explicado, quedan planteados proyectos como, las aplicaciones en BodyBuilder, desarrollar el informe clínico en el formato adecuado y desarrollar el software de centro de rotación migratorio.

AGRADECIMIENTOS

Darío Santos, Hospital de Clínicas

REFERENCIAS

- [1] D. Santos and F. Simini, *Evaluation on Anterior Cruciate Ligament Reconstruction by Quantitative Estimation of Center of Rotation Excursion with Cineartography*.
- [2] Página oficial de Vicon - <http://www.vicon.com/>
- [3] Manual de Nexus - Proporcionado por el Hospital de Clínicas de Montevideo
- [4] Manual de BodyBuilder - Proporcionado por el Hospital de Clínicas de Montevideo
- [5] Manual de Polygon - Proporcionado por el Hospital de Clínicas de Montevideo
- [6] Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte - <http://www.apunts.org>