

## CAPTURA DE LA ESCALA HUMANA Y SU INTEGRACIÓN EN ANIMACIONES DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS EN TERCERA DIMENSIÓN

Dr. Celis D, Dr. Ipson S., Arq. Garces J., Arq. Fuentes C., Arq. Lorenzo J., Arq. Radillo H.

Departamento de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de Tamaulipas  
Charro 205, Col. del charro,  
Tampico, Tamps.  
Mexico 89364  
e-mail: dcelis@uat.edu.mx

**Resumen:** este estudio se enfoca a ver como es posible capturar la escala humana con un sistema económico de captura eliminando los altos costos de los sistemas comerciales, este sistema captura el movimiento humano en 3D, utilizando para ello cámaras caseras, pintura fluorescente y un algoritmo de seguimiento. Extrayendo las coordenadas X, Y y Z de los marcadores para ser utilizados en un carácter en 3D dentro de un ambiente arquitectónico. Este estudio trata de acercar crear un sistema barato para poder estudiar los movimientos reales de una persona.

**Abstract:** This study aims to show how it is possible to replace some elements in a commercial motion capture system; capturing an actor's movements, getting clean data and applying it to 3D character to create full computer animation. This approach captures 3D movement using two video streams obtained with Ultraviolet light fixtures and low glow in the dark markers. Extracting the markers X, Y and Z coordinates with a tracking algorithm designed for the purpose and importing this 3D data into 3D software. After a series of video tests it is noticeable that only the fluorescent markers are visible and nothing else. This study will try a new approach within this area of research. Applying some techniques and ideas from other fields, the author will bring new evidence into the motion capture field.

Luz Ultravioleta, Ergodinámica, captura del movimiento, animación en 3D

### 1. INTRODUCCION

La mayoría de los sistemas de captura de movimiento son engorrosos, costosos y requieren de mucho tiempo. Estos inconvenientes no sólo puede impedir que los datos MoCap puedan ser de fácil uso, pero existe otras formas de aplicarlo en diferentes situaciones (Liu, Zhang et al. 2006). La creación de un nuevo, práctico, barato y rápido sistema para la captura de movimiento, esto es una necesidad. Nuestro objetivo es establecer una nueva técnica y crear un equipo capaz de capturar los movimientos en un cuarto oscuro con luces ultravioletas y marcadores fluorescentes, este sistema nos ayuda a

estudiar las dimensiones y medidas humanas en relación a su entorno. Este sistema utiliza un nuevo algoritmo de seguimiento de brillantes en las imágenes del video, se está tratando de crear un sistema muy accesible para un público más amplio, incluyendo a personas con un mínimo de conocimiento sobre la captura de movimiento.

Este sistema Ultravioleta ha demostrado ser práctico, rápido y sencillo, se puede obtener en pocos minutos de captura, suficiente información para recrear los movimientos reales en una animación virtual en 3D.

G. Johansson 's realizo varios experimentos donde se muestran (Johansson, 1973), que con sólo unos pocos puntos blancos contra un fondo oscuro se puede dar la idea de movimiento es decir que un movimiento puede ser mostrado.

En general los sistemas de captura de movimiento consisten en un grupo de cámaras infrarrojas, marcadores reflectantes, luces LED infrarrojos, paquetería de 3D, una estación de datos y un potente computadora. Las cámaras que esta investigación utilizo cámaras que se pueden comprar en cualquier tienda electrónica. Este estudio está tratando con algunas de las más comunes en el mercado, Panasonic Mini DV, una cámara HDV de Sony grabadora, una Digital8 Mini DV, DVD Sony e incluso una cámara fotográfica Kodak EasyShare (cámaras de fotos digitales no se utilizan muy a menudo en captura de movimiento).

Después de comprobar los diferentes tintes de color fluorescente y su relación con las luces UV-A, este estudio requirió comprobar cada color de tinte para determinar cuál era la más adecuado para la captura, lo que también depende de los reflejos de los marcadores en el video de prueba y la tipo de cámara utilizada.

Este estudio se baso en la idea de que una serie de puntos pueden mostrar un movimiento aun en formas complejas. Los marcadores utilizados fueron pelotas de tenis de mesa pintada con tintes fluorescentes de diferentes colores que se pueden encontrar en casi cualquier lugar a un costo muy bajo. Estos marcadores fueron vídeo grabado y después sus coordenadas segmentada de cada uno de los cuadros utilizando un algoritmo de seguimiento; la información capturada se entrega en formato ASCII lo cual permite ser editable para luego ser importado a un programa o software de 3D.

## 1.1 Sistema de Captura del Movimiento

Existe muchos estudios sobre los sistemas de captura de movimiento, pero casi nada en estudios del uso de Luz Negra, o de marcadores fluorescentes y de cámaras de bajo costo para la captura del movimiento especialmente en el área de la ergonomía y de la animación. Para tener resultados efectivos en la captura de las coordenadas 2D sólo se necesita una cámara pero, para obtener las coordenadas en 3D, al menos, dos cámaras son necesarias estas cámaras pueden ser idénticos o heterogéneas, siempre y cuando los cuadros por segundo sean los mismos. Un sistema basado en estos conceptos ha sido llevado al cabo y los resultados experimentales obtenidos muestran la eficacia del sistema.

Esta investigación utilizó dos cámaras etiquetado una cámara X-Y y la otra Z-Y, tomando como el eje Y la altura y el eje Z como la profundidad, por lo que X se convierte en la vista frontal Z se convierte en la vista lateral.

Un actor con marcadores fluorescentes es iluminado con tres lámparas de luz negra y vídeo grabado con dos cámaras perpendiculares después un algoritmo de seguimiento de

imagen se utiliza para extraer las coordenadas de los marcadores en las imágenes y se graban en un archivo ASCII que después se introducen en Maya 8.5 de AutoDESK.

Sugiriendo una nueva manera de explorar este campo, Margaret S. Geroch (Geroch 2004) explica la forma de centrar los estudios sobre los sistemas de MoCap con una visión general, por ejemplo en una opinión más concreta quizás tratando de limpiar los datos, o sólo la normalización de algunos equipos. Kim Jong (Hyeong Jong, Ryu et al. 2004) afirma que casi todos los sistemas comerciales de captura de movimiento en el mercado son caros y complicados. Por lo tanto, proponen un sistema práctico y rápido de captura de movimiento que consiste en sensores ópticos vinculados a los datos de caracteres en 3-D en tiempo real.

En otro estudio realizado por Castro y Galisteo (Galisteo Castro y 2006), nos muestra cómo un sistema de captura de bajo costo puede ser desarrollado. La primera motivación de este estudio fue tratar de ayudar a los investigadores independientes, proporcionando una alternativa menos costosa y práctica capaz de capturar un movimiento humano utilizando un sistema "hecho en casa". Para lograr esto, en primer lugar, se debe crear las condiciones de luz adecuadas, donde nada aparezca en los videos más que los marcadores fluorescentes, que están colocados en las principales articulaciones del artista, dos cámaras, capaces de tomar video en un cuarto medio oscuro, una computadora, el software capaz de importar la secuencia de vídeo, un algoritmo de seguimiento para extraer las coordenadas de los marcadores, también se requiere de un software para el procesamiento de imágenes que sirva para ampliar la secuencia de imágenes. Se paso mucho tiempo encontrando el nivel de luz ambiente que se requiere para que el artista sea captado sin sobre exposición del mismo o de otros objetos en la habitación. Estas pruebas se realizaron para definir cuántas lámparas de luz negra se consideran óptimas, así mismo se realizaron pruebas con diferentes tipos de cámaras para ver cuál era la más idónea para trabajar con "Luz negra".

## 2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Esta metodología siguió pasos muy simples, dos cámaras se sitúan en forma perpendicular una de la otra. Tres lámparas de luz ultravioleta "luz negra" se colocan en la parte superior de cada cámara y la tercera se coloca entre las dos cámaras frente al actor. Es muy importante realizar experimentos con los diferentes tintes fluorescentes (rojo, azul, amarillo, verde y utilizar el color blanco como un control), para comparar los píxeles de características típicas (Demos 1991), con todos los píxeles de la imagen de manera que los marcadores provocan una diferencia de brillo contra el fondo que se mide con valores RGB para encontrar el más brillante. Con el fin de averiguar el número mínimo y máximos de luces ultravioleta a usar se midió la cantidad de lúmenes con un dispositivo de medición de la foto, esta investigación utilizó un fotómetro (Spectroline 2006), para medir el brillo en el cuarto de experimentación. Finalmente los datos de la prueba se aplican a un personaje en 3D para tener una animación completa con este sistema ultravioleta.

El artista se coloca dentro de un área limitada. La escena se controla desde dos cámaras sincronizadas. El intérprete se coloca frente a la lámpara UV-A.

### 2,1 Luz Negra

Usamos "Luz Negra" como una fuente de luz, este tipo de luz hace que algunos elementos con fosforo brillen en un medio ambiente oscuro. Todo lo que necesita es un programa de captura de vídeo como Microsoft Movie Maker y, según la cámara a utilizar se requiere de una conexión IEEE 1394, o de un lector de medios o un lector de DVD. El algoritmo de seguimiento, además la segmentación de imágenes y la captura de vídeo tienen un muy bajo costo computacional.

## 2.2 Datos de captura

Los datos capturados por los sistemas de captura son tal vez la parte más importante de todo el proceso de captura. La mayoría de la información capturada por los sistemas comerciales de captura tiene que pasar por un proceso de limpieza, los datos recolectados por este sistema no son la excepción pero la facilidad su edición es un punto más a su favor.

Los datos que se obtienen de este sistema son utilizables en la mayoría del software 3D. ya que se entregan en formato simple txt o también conocido como ASCII. Toda la información en este archivo es alimentado en el software 3D donde es su secuencia es ejecutada para crear una serie de localizadores para cada coordenada X, Y y Z. Los datos que se capturan de las imágenes son registrados mostrando el numero del marcador con una etiqueta individual (localizador), el localizador de nombre, el número de cuadro de la animación (tiempo actual), y la coordenada en 3D (XYZ). El uso de localizadores en el paquete 3D da más libertad de trabajo al investigador, ya que estos pueden ser utilizados para mover cualquier objeto dentro del software y no solo las articulaciones de un esqueleto en 3D. En algunos casos, algún marcador no era visible, este problema se puede evitar de diferentes maneras una de ellas es utilizando bandas fluorescentes (Johansson, 1973), en lugar de marcadores otra forma de evitarlo sería la de utilizar otra cámara. Sin embargo, estas soluciones tienen sus problemas como de que un marcador cambie de tamaño o que la orientación del artista se mueva (Dekeyser, VERFAILLIE et al. 2002), muestra en su estudio. Una solución a estos problemas es la de identificar la ubicación de cada marcador en un marco.

Por lo regular cuando estos datos se aplican a un carácter en 3D, se le aplican ciertos pesos a los marcadores dependiendo de su posición, este sistema trata a todos los marcadores con el mismo peso.

## 2.3 Configuración del Sistema

Para nuestra sorpresa, no existe casi nada de información concerniente al uso de luz ultravioleta y la captura del movimiento, existen estudios sobre la captura del movimiento utilizando fluorescencia pero la mayoría están en el campo biomédico.

Las cámaras están colocadas sobre tripees apuntando a un punto en el centro del área de trabajo, la totalidad del cuarto de experimentación está pintado de negro anti reflejante, el actor viste de obscuro sin ningún objeto reflejante. Los marcadores fluorescentes están pegados a la ropa con cinta de doble cara sobre las muñecas, codos, hombros, cabeza y pecho, el actor actúa frente a una lámpara UV-A entre las dos cámaras de esta manera tres lados del actor están cubiertas por las cámaras; la luz reflejada por los marcadores es capturada por estas cámaras. Los videos resultantes son segmentados en cuadros y utilizados en un algoritmo para saber la distancia entre los marcadores lo cual indicara la

diferencia entre las dos serie de imágenes, una vez teniendo estos resultados se utiliza paquetería gratuita para escalar una de las series de imágenes para igualarla con la otra para después correr el algoritmo de seguimiento en las dos series; y para poder juntar los dos archivos ASCII se utiliza ACCESS de Microsoft que combina los dos archivos en uno solo que es alimentado en el paquete de 3D.

### **3. SOLUCION**

Muy poco información sobre marcadores fluorescentes ha sido encontrado en el área de la ergonomía y de la captura del movimiento. En caso donde un marcador se pierde por el movimiento o sale del área de captura, esta investigación está tratando de seguir la información en los estudios de Liu Guodong's (Liu and McMillan 2006), donde aconseja utilizar los últimos cuadros del video para predecir la trayectoria del marcador perdido.

Después de una exhaustiva investigación de cómo diseñar un sistema nuevo de captura esta investigación decidió probar con cameras caseras y con elementos de fácil adquisición, creando un sistema fácil de utilización.

### **4. CONTRIBUCION PRINCIPAL**

Combinando las diversas ideas de otros investigadores y aplicando técnicas nuevas, este estudio está creando un nuevo sistema "hecho en casa" que permite a investigadores y animadores a capturar los movimientos humanos para su estudio y utilización. Este sistema no requiere de un cuarto especial o de cámaras sumamente caras ni de equipo especial de captura, todos los elementos de este sistema se encuentran fácilmente, este sistema ultravioleta es rápido, practico y seguro. Al mismo tiempo abre nuevas puertas para que otros investigadores del campo de la ergonomía y de la animación.

Esta es una de esas ideas que uno piensa porque nadie pensó en eso anteriormente.

### **5. RESULTADOS**

El éxito de nuestro sistema permitirá la creación de nuevos sistemas de captura abriendo nuevos campos de investigación especialmente en lo relativo al estudio del movimiento humano, al utilizar este tipo de cámaras caseras y luces UV-A el precio de los sistemas baja drásticamente. El costo de un sistema comercial puede elevarse más de 96,000 euros.

Entre más fácil de usar sea un sistema más usuarios va a tener, por esa razón se busco que este sistema fuera de fácil manejo. Este trabajo demostrara que utilizando luz ultravioleta en lugar de luz infrarroja como la mayoría de los sistemas no solo es apropiado para la captura de movimientos en 3D sino que también es mucho más barato, sin olvidar que la información entregada se puede utilizar inmediatamente en Maya 8.5 sin ningún arreglo o edición. Mas sin embargo este sistema no es todavía perfecto, los marcadores se pierden del campo de vista de las cámaras de video, este problema puede ser evitado de diferentes maneras; ya sea con el uso de otra cámara o de la predicción del marcador en el tiempo y espacio.

Con los resultados obtenidos se pudo crear varias animaciones con calidad aceptable y se contrastaron en contra de los movimientos reales capturados. En los principios de esta investigación en varios experimentos se lograron animaciones en menos de 30 minutos, considerando desde que se empezó a filmar al actor hasta su importación en el paquete de 3D, incluyendo la segmentación de las dos cámaras, la escala de la serie de imágenes,

correr el algoritmo, combinar los archivos resultantes en uno solo y su importación en Maya 8.5 y adjuntar los datos a un esqueleto en 3D.

Diversas pruebas fueron hechas buscando el número de luces adecuadas así como de la distancia de las cámaras al actor y los diferentes tintes fluorescentes hasta encontrar lo óptimo en cada caso. Encontrándose que con las cámaras Sony MiniDv la distancia fue entre 2:50 a 3 mts. Y con tres luces UV-A de 20 watts. Cada una.

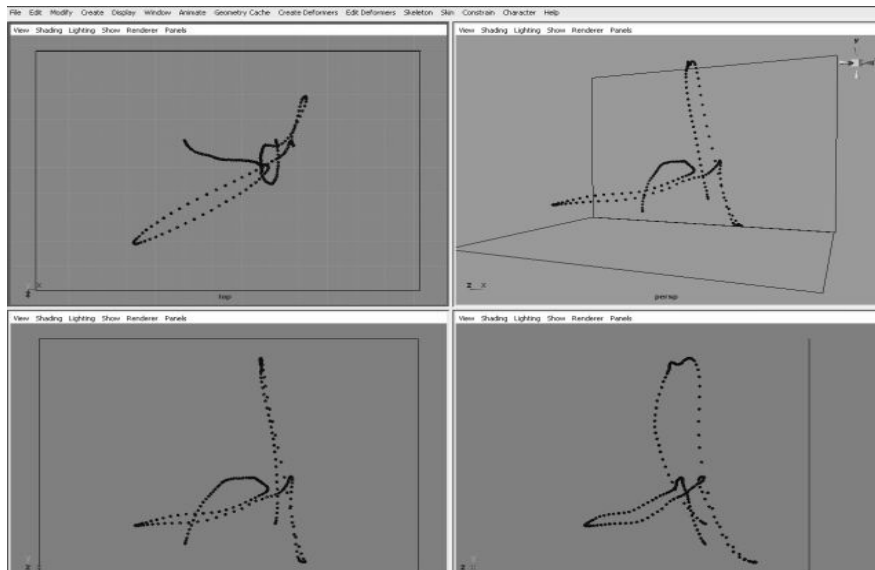
## 6. DISCUSION Y CONCLUSION

Este sistema tiene algunos puntos a su favor, primero el saber que si es posible capturar movimientos en 3D con dos cámaras perpendiculares para obtener las coordenadas X, Y y Z. Segundo, que es posible capturar los marcadores fluorescentes iluminados por lámparas ultravioleta en cuartos semi oscuros. Además es posible extraer coordenadas de las imágenes resultantes, otro punto a favor es el uso de software o paquetería gratuita para su segmentación y edición de la serie de imágenes, lo cual atraerá mucho s mas usuarios al sistema, los únicos paquetes con costo fueron el Maya 8.5 de AutoDesk y el Access de Microsoft. Además el tener un archivo en formato ASCII permite que casi cualquier persona pueda editarlo, este sistema no utiliza equipo o área especial; con este sistema no es necesaria una calibración complicada o tardada.

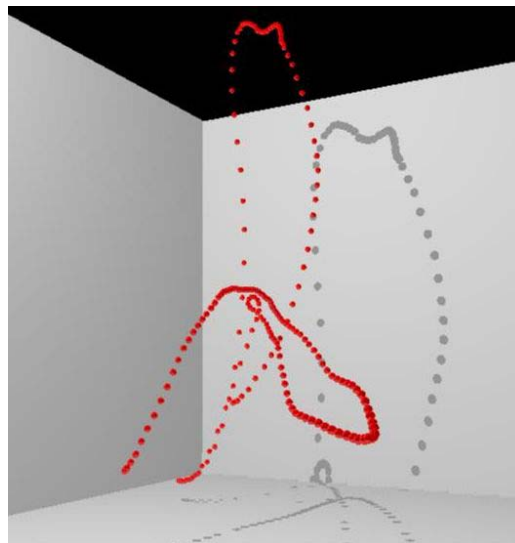
Por el otro lado, todavía tenemos algunos problemas que solucionar como la oclusión o pérdida de los marcadores en el campo de visión de las cámaras. El uso de tres cámaras incrementara el área de captura pero al mismo tiempo incrementara el tiempo de configuración y de ajustes técnicos. La transición de dos a tres cámaras no requerirá de equipo especial solo de configuración técnica por obvias razones

Uno de los principales problemas de este sistema radica que no es posible su uso en tiempo real. Este estudio considera que mucha oclusión de los marcadores debilitara el resultado final drásticamente. Asimismo se tienen que probar diferentes algoritmos para ver su eficacia y tal vez predecir la siguiente posición de un marcador. Es probable que incrementando el número de lux en el cuarto ayude a la captura pero tal vez haga que ciertos detalles en el actor se muestren en el video, por lo cual es necesario realizar mas pruebas.

Este estudio espera que este sistema pueda ayudar a investigadores en el área de la ergonomía y de la animación. Muchos investigadores se pueden aprovechar de la facilidad de uso y de construcción de este sistema de captura de movimiento humano. Sobre todo esta investigación obtuvo resultados positivos al utilizar luz UV-A y marcadores fluorescentes con dos cámaras perpendiculares, reemplazando los elementos más caros de un sistema comercial de captura.



**Figure 1** La imagen maestra un marcador en la mano izquierda del actor durante doscientos cuadros del video, donde se puede ver en la parte superior izquierda la toma desde arriba del actor, en la parte inferior izquierda se encuentra la vista del lado derecho del actor, en la parte inferior derecha se encuentra la vista de frente del actor y la imagen superior derecha se puede apreciar la perspectiva virtual del movimiento. Imagen sacada de Maya 8.5



**Figure 2** Esta imagen maestra un marcador durante 200 cuadros de video donde se puede apreciar la profundidad y velocidad del movimiento, cada esfera roja equivale a un cuadro del video, aquí se comprueba que el marcador fue capturado en X, Y y Z.

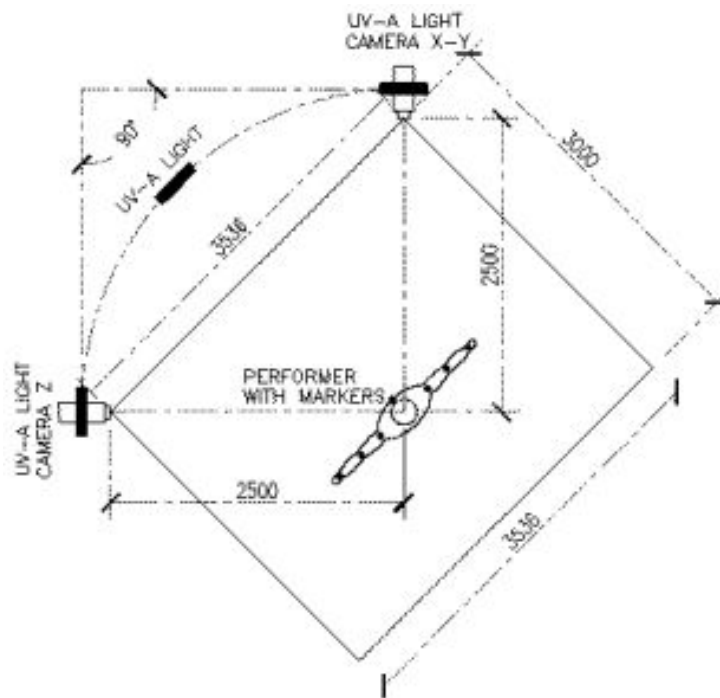


Figure 3 Esta es la configuración típica con dos cámaras y tres luces UV-A y sus distancias hacia el actor, donde el actor se coloca frente a una luz UV-A en vez de a la cámara, lo anterior es con el objeto de capturar tres lados del actor.

## 5. REFERENCES

- Castro, J. L. G. and R. M.-C. a. A. M. Galisteo (2006). "Design and evaluation of a new three-dimensional motion capture system based on video." *Gait & Posture* 24(1): 126.
- Dekeyser, M., K. Verfaillie, et al. (2002). "Creating stimuli for the study of biological-motion perception." *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* 34(3).
- Demos, G. (1991). "The use of logarithmic and density units for pixels." *SMPTE JOURNAL* 100(10): 805-816.
- Diffey, B. and G. Hart (1997). *Ultraviolet and blue light phototherapy principles, sources dosimetry and safety*. York :, IPEM.
- Geroch, M. S. (2004). *Motion capture for the rest of us*. J. Comput. Small Coll.
- Johansson, G. (1973). *Visual Perception of Biological Motion and a model for its analysis*. Department of Thermo and Fluid Dynamics. SWEDEN, Chalmers University of Technology.
- Jong Hyeong, K., Y. K. Ryu, et al. (2004). *Development of real-time motion capture system for 3D on-line games linked with virtual character*, Philadelphia, PA, United States, International Society for Optical Engineering, Bellingham, WA 98227-0010, United States.

- Liu, G., J. Zhang, et al. (2006). "Human motion estimation from a reduced marker set." Proceedings of the Symposium on Interactive 3D Graphics: 35-42.
- Menache, A. (2000). Understanding motion capture for computer animation and video games. San Diego, Calif., Academic.
- Muybridge, E. J. (1887). "Animal Locomotion." photography(The Human Figure in Motion (1901, photography)).
- Spectroline, S. C. s. (2000). Visible and Black Light Measurement.
- Troje, N. F. (2002). "Decomposing biological motion: a framework for analysis and synthesis of human gait patterns." Journal of Vision 2(5): 371-87.
- Valero, G. (2004). "Is UV/EB hazardous to your health?" Chemical Week 166(24): 29.
- Yang, M.-H. and N. Ahuja (1998). "Extraction and classification of visual motion patterns for hand gesture recognition." Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition: 892-897.