

Análisis de Capturas de Movimientos para la Animación de Humanos Virtuales

Dana Urribarri^{1,2}, Martín Larrea^{1,2}, Silvia Castro^{1,2}

¹Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab)
Departamento de Ciencias e Ingeniería en Ciencias de la Computación (DCIC)
Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca

²Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC),
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

{dku, mll, smc}@cs.uns.edu.ar

Resumen

El análisis del movimiento humano (HMA) se refiere al análisis e interpretación de los movimientos humanos en el tiempo. Durante décadas, fue un campo de investigación que atravesaba varias áreas: biología, psicología, multimedia, etc. En el campo de la visión por computadora, el HMA emergió gracias al video y a la aparición de sofisticados algoritmos de dominio público. Las tecnologías de captura de movimiento (Mo-Cap) han agregado al HMA la posibilidad de analizar el movimiento a partir de una representación en 3D del esqueleto. Por otro lado, hoy en día, los ambientes sintéticos habitados por humanos virtuales (HHVV) son habituales en un sinnúmero de aplicaciones. Sin embargo, crear un humano digital es una tarea sumamente compleja. Dado que estamos acostumbrados a cómo luce hasta el último detalle de un humano, cualquier imperfección en el HV es altamente perceptible y produce el rechazo de quien lo observa. La teoría del valle inquietante sostiene que cuanto más cerca se

mayor es el nivel de rechazo que hay en los observadores humanos. Un mejor entendimiento de los factores que hacen al movimiento humano reconocible y aceptable es de gran valor en las aplicaciones que requieren realismo en los movimientos de los personajes virtuales.

Palabras clave: *Animación, Mo-Cap, Computación gráfica*

Contexto

Este trabajo se lleva a cabo en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, de la Universidad Nacional del Sur. Los trabajos realizados bajo esta línea involucran a docentes investigadores.

1. Introducción

El análisis del movimiento humano (*HMA*) se refiere al análisis e interpretación de los movimientos humanos en el tiempo [1,3]. Durante décadas, fue un campo de investigación que atravesaba varias áreas: biología, psicología, multimedia, etc. En el campo de la visión por computadora, el *HMA* emergió gracias al video y a la aparición de sofisticados algoritmos de dominio público. Las tecnologías de captura de movimiento (Mo-Cap) han agregado al HMA la posibilidad de analizar el movimiento a partir de una representación en 3D del esqueleto [14].

Por otro lado, hoy en día, los ambientes sintéticos habitados por humanos virtuales (HHVV) son habituales en un sinnúmero de aplicaciones [6,15,16,24]. Sin embargo, crear un humano digital es una tarea sumamente compleja. Dado que estamos acostumbrados a

cómo luce hasta el último detalle de un humano, cualquier imperfección en el HV es altamente perceptible y produce el rechazo de quien lo observa [2,7,9]. La teoría del valle inquietante sostiene que cuanto más cerca se está de lograr algo artificialmente humano, mayor es el nivel de rechazo que hay en los observadores humanos [22].

Un mejor entendimiento de los factores que hacen al movimiento humano reconocible y aceptable es de gran valor en las aplicaciones que requieren realismo en los movimientos de los personajes virtuales [4,7].

Actualmente existen diversas técnicas para realizar animaciones interactivas en tiempo real [21]; éstas técnicas difieren en el *trade-off* que ofrecen entre la cantidad de control sobre el movimiento, la exactitud y naturalidad del movimiento resultante y el tiempo de cálculo requerido. Elegir la técnica adecuada depende de las necesidades de la aplicación.

La animación realista de un HV es un problema desafiante. Los procesos biomecánicos y fisiológicos que ocasionan el movimiento son difíciles de entender y replicar.

En aplicaciones *offline* los escenarios de movimiento están predefinidos y los animadores planean por adelantado cada detalle del movimiento de los personajes. Sin embargo, en las aplicaciones interactivas esto es imposible, ya que las acciones ocurren dinámicamente y dependen de múltiples factores como la interacción del usuario o el estado actual del mundo. La animación de tales HHVV debe realizarse en tiempo real para permitir la interacción con el ambiente y con otros HHVV.

Es por esto que en muchas aplicaciones se utilizan *Mo-Caps* almacenados en bases de datos que posteriormente se trasladan a los modelos de HHVV para animarlos. Teniendo en cuenta que se debe almacenar una gran cantidad de *Mo-Caps* para obtener diversidad de movimientos y que estos pueden aplicarse solo en escenarios previamente planeados, surge la necesidad de contar con métodos

alternativos para sintetizar humanos que se comporten naturalmente. Una estrategia tradicionalmente empleada es la utilización de las capturas de movimiento conjuntamente con métodos algorítmicos; sin embargo estos últimos aproximan burdamente las restricciones físicas del cuerpo y del entorno y por lo tanto generan artefactos visuales e intersecciones entre los objetos.

El movimiento del cuerpo humano se puede describir desde varios puntos de vista, por ejemplo el mecanismo del movimiento en el espacio y el tiempo, la expresividad cualitativa del movimiento, la trayectoria del movimiento en el espacio, el ritmo y la coordinación del movimiento, entre otras características.

Lograr que los HHVV se muevan de manera aceptable es un desafío que requiere identificar las principales características de los movimientos reales y modelar estos movimientos de manera que permitan ser reproducidos en la animación de HHVV.

2. Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

En el contexto descripto, hay varias líneas de trabajo que es necesario atacar para enfrentar este desafío:

- En primera instancia es necesario que identificar las propiedades que, además de la trayectoria, hacen al movimiento humano. ¿Qué hace que dos rutinas que ejecutan la misma secuencia de movimientos se perciban de forma diferente?
- Por otro lado, es necesario contar con herramientas que permitan analizar comparativamente diferentes repeticiones de una secuencia de movimientos. Este análisis puede llevar a identificar secuencias correctamente ejecutadas, medir la experiencia de una persona realizando un movimiento, identificar cuáles son las falencias en la realización de una rutina, etc.

- En cuanto a la animación de HHVV, contar con herramientas de comparación permite identificar cuáles son los puntos débiles de los movimientos sintéticos y tomar medidas para corregirlos.

3. Resultados Esperados

El objetivo de esta línea de investigación es analizar el movimiento del cuerpo humano para identificar, entender y modelar las características que deben tener los movimientos sintéticos para minimizar el rechazo y resultar aceptables al público.

Este proyecto se centrará en el análisis comparativo de capturas de movimientos en el dominio específico del karate. Se espera distinguir automáticamente las secuencias realizadas por atletas expertos de atletas con niveles de experiencia menores. En particular se buscará analizar las propiedades cualitativas de los movimientos capturados, establecer distintos parámetros que caractericen las secuencias de movimientos y, finalmente, encontrar técnicas que permitan comparar distintas secuencias de movimientos. De esta forma se espera lograr un análisis comparativo de movimientos realizados por atletas expertos, intermedios y novatos.

4. Bibliografía

- [1] Jasbir Arora and Karim Abdel-Malek. *Human Motion Simulation: Predictive Dynamics*. Academic Press, 1st edition, 2013.
- [2] James E. Cutting and Lynn T. Kozlowski. *Recognizing friends by their walk: Gait perception without familiarity cues*. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9:353–356, 1977.
- [3] Yu Ding, Ken Prepin, Jing Huang, Catherine Pelachaud, and Thierry Artières. *Laughter animation synthesis*. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems, AAMAS '14*, pages 773–780, Richland, SC, 2014. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
- [4] Rukun Fan, Songhua Xu, and Weidong Geng. *Example-based automatic music-driven conventional dance motion synthesis*. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(3):501–515, 2012.
- [5] K. Grammer, V. Keki, B. Stribel, M. Atzmüller, and B. Fink. *Bodies in motion: A window to the soul*. In *Evolutionary Aesthetics*, pages 295–323, 2003.
- [6] S. Hagler, D. Austin, T.L. Hayes, J. Kaye, and M. Pavel. *Unobtrusive and ubiquitous inhome monitoring: A methodology for continuous assessment of gait velocity in elders*. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57(4):813–820, 2010.
- [7] Ludovic Hoyet, Kenneth Ryall, Katja Zibrek, Hwangpil Park, Jehee Lee, Jessica Hodgins, and Carol O’Sullivan. *Evaluating the distinctiveness and attractiveness of human motions on realistic virtual bodies*. *ACM Transactions on Graphics*, 32(6):204:1–204:11, November 2013.
- [8] Perttu Hämäläinen, Sebastian Eriksson, Esa Tanskanen, Ville Kyrki, and Jaakko Lehtinen. *Online motion synthesis using sequential monte carlo*. In *Proc. SIGGRAPH 2014, SIGGRAPH '14*, 2014.
- [9] K. L. Johnson and L. G. Tassinary. *Perceiving sex directly and indirectly: Meaning in motion and morphology*. *Psychological Science*, 16(11):890–897, 2005.
- [10] K. L. Johnson and L. G. Tassinary. *Compatibility of basic social perceptions determines perceived attractiveness*. In *Proc. of the National*

- Academy of Sciences, volume 104, pages 5246–5251, 2007.
- [11] G. Johansson. *Visual perception of biological motion and a model for its analysis*. *Perception & Psychophysics*, 14:201–211, 1973.
- [12] Dohyung Kim, Minsu Jang, Youngwoo Yoon, and Jaehong Kim. *Classification of Dance Motions with Depth Cameras Using Subsequence Dynamic Time Warping*. In Proceedings of the 2015 8th International Conference on Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition (SIP) (SIP '15). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 5-8. 2015.
- [13] Chern Hong Lim, Ekta Vats, and Chee Seng Chan. *Fuzzy human motion analysis*. *Pattern Recognition*. 48, 5 (May 2015), 1773-1796. 2015.
- [14] Liliana Lo Presti and Marco La Cascia. *3D skeleton-based human action classification*. *Pattern Recognition*. 53, C (May 2016), 130-147. 2016.
- [15] Nadia Magnenat-Thalmann and Zerrin Kasap. *Virtual humans in serious games*. In Proceedings of the 2009 International Conference on CyberWorlds, CW '09, pages 71–79, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society. 2009.
- [16] J. Music, M. Cecic, and M. Bonkovic. *Testing inertial sensor performance as hands-free human-computer interface*. *WSEAS Transactions on Computers*, 8:715–724, April 2009.
- [17] M. Peskin and F. N. Newell. *Familiarity breeds attraction: Effects of exposure on the attractiveness of typical and distinctive faces*. *Perception*, 33(2):147–158, 2004.
- [18] F. Pollick, J. Kay, K. Heim, and R. Stringer. *Gender recognition from point-light walkers*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(6):1247–1265, 2005.
- [19] Michalis Raptis, Darko Kirovski, and Hugues Hoppe. *Real-time classification of dance gestures from skeleton animation*. In Proceedings of the 2011 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation (SCA '11), Stephen N. Spencer (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 147-156. 2011.
- [20] Gillian Rhodes. *The evolutionary psychology of facial beauty*. *Annual Review of Psychology*, 57(1):199–226, 2006.
- [21] H. van Welbergen, B.J.H. van Basten, A. Egges, Z.M. Ruttkay, and M.H. Overmars. *Real time character animation: A trade-off between naturalness and control*. In M. Pauly and G. Greiner, editors, *Eurographics - State-of-the-Art-Report*, pages 45–72, Munich, 2009. Eurographics Association. ISSN: 1017-4656.
- [22] Katsu Yamane, Yuka Ariki, and Jessica K. Hodgins. *Animating non-humanoid characters with human motion data*. In Zoran Popovic and Miguel A. Otaduy, editors, *Symposium on Computer Animation*, pages 169–178. Eurographics Association, 2010.
- [23] Katja Zibrek, Ludovic Hoyet, Kerstin Ruhland, and Rachel McDonnell. *Evaluating the effect of emotion on gender recognition in virtual humans*. In Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, SAP '13, pages 45–49, New York, NY, USA, 2013.
- [24] V. B. Zordan, A. Majkowska, B. Chiu, and M. Fast. *Dynamic response for motion capture animation*. *ACM Transactions on Graphics*, 24:697–701, 2005.