

Presentación de la Tesis Doctoral: “Plataformas de realidad aumentada y realidad virtual para la formación y la práctica médica”

Santiago González Izard

Universidad de Salamanca, Salamanca, España
santiago.gonzalez.izard@gmail.com

Resumen

Esta es la presentación de la Tesis Doctoral de D. Santiago González Izard, titulada “Plataformas de realidad aumentada y realidad virtual para la formación y la práctica médica”, realizada en el Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca, que fue defendida el 6 de noviembre de 2020 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca. Esta tesis recibió la máxima calificación de “Sobresaliente Cum Laude”.

En esta tesis se ha investigado la aplicación de las tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual en medicina, tanto a nivel formativo como para la práctica médica. Nos centramos en la implementación de diferentes sistemas software, además de incluir estudios de sistemas existentes, análisis de los resultados obtenidos y evaluación de estos.

La Realidad Aumentada y la Realidad virtual tienen una gran capacidad de aplicación en muchos ámbitos, pero esta tesis se centra en su aplicación en el campo de la medicina a través del diseño, implementación y estudio de diferentes aplicaciones con estas tecnologías aplicadas al ámbito de la formación médica y la práctica clínica, en este último caso concretamente orientándose a la visualización médica avanzada de imágenes radiológicas.

Se analizará cómo la grabación y visualización de forma interactiva de contenidos 360 puede mejorar considerablemente el aprendizaje de los alumnos. Se han implementado diferentes simuladores de Realidad Virtual con el objetivo de analizar cómo pueden mejorar la formación práctica de los estudiantes de medicina. También se ha diseñado un sistema para realizar una formación a distancia empleando la Realidad Virtual, lo cual hoy en día resulta de gran interés, teniendo en cuenta cómo la pandemia causada por la enfermedad COVID-19 está cambiando los procedimientos formativos. Otro de los objetivos ha sido el diseño y estudio de una aplicación de Realidad Aumentada para formación médica en anatomía humana. Finalmente, se analiza el proyecto que más tiempo ha ocupado en la elaboración de esta tesis: Nextmed. Se trata de un proyecto de implementación propia en colaboración cuyo objetivo principal es cambiar el modo en que los profesionales trabajan con las imágenes médicas, aprovechando el potencial de la Realidad Aumentada, la Realidad Virtual, la Visión Artificial y la Inteligencia Artificial.

Es importante recalcar que, gran parte del trabajo de esta tesis es la implementación de los proyectos software indicados anteriormente y que se explican en las diferentes publicaciones.

Palabras clave

Realidad Aumentada; Realidad Virtual; Visión Artificial; Imagen médica; Formación no presencial; Segmentación automática; Visualización 3D.

Enlaces a la memoria de tesis doctoral

Memoria de la tesis: <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2164>

Enlace a la presentación

<https://bit.ly/32OI4jf>

Referencias

- Agar, J. (2003). *Constant Touch, a global history of the mobile phone*. UK: Iconbooks.
- Aniche, M., Bavota, G., Treude, C., Van Deursen, A., & Gerosa, M. A. (2016, October). A validated set of smells in model-view-controller architectures. In *2016 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)* (pp. 233-243). IEEE.
- Biocca, F., & Levy, M. R. (1995). *Communication in the Age of Virtual Reality*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Blum, N. (2016). *Team Development of Model View Controller Software in the Unity 3D Engine*. 2016 NCUR.
- Brewster, S. D. (2018). *The Stereoscope: Its History, Theory, and Construction, With Its Application to the Fine and Useful Arts and to Education*. Forgotten Books.
- Briz-Ponce, L., & García-Peñalvo, F. J. (2015). An empirical assessment of a technology acceptance model for apps in medical education. *Journal of medical systems*, 39(11), 176. doi:10.1007/s10916-015-0352-x
- Briz Ponce, L. (2016a). *Análisis de la efectividad en las Aplicaciones m-health en dispositivos móviles dentro del ámbito de la formación médica*. (U. d. Salamanca, Ed.) Obtenido de <https://goo.gl/4UMpEY>
- Briz-Ponce, L., Juanes-Méndez, J. A., García-Peñalvo, F. J., & Pereira, A. (2016b). Effects of mobile learning in medical education: a counterfactual evaluation. *Journal of medical systems*, 40(6), 136. doi:10.1007/s10916-016-0487-4
- Briz-Ponce, L., Pereira, A., Carvalho, L., Juanes-Méndez, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Learning with mobile technologies—Students' behavior. *Computers in Human Behavior*, 72, 612-620. doi:10.1016/j.chb.2016.05.02
- Brown, A., & Green, T. (2016). Low-Cost Tools and Resources for the Classroom. *TechTrends*, 60, 517-519. doi:<https://doi.org/10.1007/s11528-016-0102-z>
- Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., & Stal, M. (1996). *Pattern-oriented software architecture. A system of patterns*. Volume 1. Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons
- Cabero Almenara, J. F. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167-185

Chen, C., Dou, Q., Chen, H., Qin, J., & Heng, P.-A. (2019). Synergistic Image and Feature Adaptation: Towards Cross-Modality Domain Adaptation for Medical Image Segmentation. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(1). doi:<https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.3301865>

Cooper, M., R.W. Dronsuth, A.J. Leitich, J.C.N. Lynk, J.J. Mikulski, J.F. Mitchell, R.A. Richardson, and J.H. Sangster. "Radio Telephone System." US3906166 A (September 16,1975): 21

Creighton, R. H. (2010). *Unity 3D Game Development by Example: A Seat-of-Your-Pants Manual for Building Fun, Groovy Little Games*. Packt Publishing Ltd.

Cutting, J.E. (1997). How the eye measures reality and virtual reality. *Behaviour Research Methods, Instruments & Computers*, 27-36.

Donaldson, M. S., Corrigan, J. M., & Kohn, L. T. (Eds.). (2000). *To err is human: building a safer health system* (Vol. 6). National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/9728>

Ecabert, O., Peters, J., Schramm, H., Lorenz, C., Berg, .. v., Walker, M. J., . . . Weese, J. (2008). Automatic Model-Based Segmentation of the Heart in CT Images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 27(9), 1189-1201. doi:10.1109/TMI.2008.918330

ElSayed, N. A., Smith, R. T., Marriott, K., & Thomas, B. H. (2018). Context-aware design pattern for situated analytics: Blended Model View Controller. *Journal of Visual Languages & Computing*, 44, 1-12

Escalada-Hernández, P. (2019). Design and evaluation of a prototype of augmented reality applied to medical devices. *International Journal of Medical Informatics*, 128, 87-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.05.004>

Esnoz, N. (2012). *Monográfico: Sistemas de cine en 3D - Primeras tecnologías de visionado 3D*. Observatorio Tecnológico, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1019-monografico-sistemas-de-cine-en-3d-?start=1>

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Design patterns: Elements of reusable object oriented software*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley

García-Peñalvo, F. J. (2015a). Engineering Contributions to a Multicultural Perspective of the Knowledge Society. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 10(1), 17-18. DOI:10.1109/RITA.2015.2391371

García-Peñalvo, F. J. (2015b). Presentación del Programa de Doctorado “Formación en la Sociedad del Conocimiento. DOI:10.13140/RG.2.1.1648.0729

García-Peñalvo, F. J., & Corell, A. (2020). La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2)

García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 21, 12. DOI:10.14201/eks.23013

Geveci, B., Schroeder, W., Brown, A., & Wilson, G. (2012). VTK. The Architecture of Open Source Applications.

González Izard, S., & Juanes Méndez, J. A. (2016). Virtual Reality Medical Training System. *TEEM '16: Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 479-485. DOI:10.1145/3012430.3012560

González Izard, S., Juanes Méndez, J. A., Ruisoto Palomera, P. (2017a). Virtual reality educational tool for human anatomy. *Journal of medical systems*, 41(5), 76

González Izard, S., Juanes Méndez, J. A., García-Peñalvo, F. J., Jiménez López, M., Pastor Vázquez, F., & Ruisoto, P. (2017b). 360 Vision Applications for Medical Training. *TEEM 2017: Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. DOI: <https://doi.org/10.1145/3144826.3145405>

González Izard, S., Juanes Méndez, J., Gonçalvez Estella, J., Sánchez Ledesma, M., García Peñalvo, F., & Ruisoto, P. (2017c). Virtual Simulation for Scoliosis Surgery. *TEEM. Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*

González Izard, S., Juanes Méndez, J., Ruisoto, P., & García-Peñalvo, F. (2018a). NextMed: How to enhance 3D radiological images with Augmented and Virtual Reality. *TEEM*, 397-404

González Izard, S., Juanes Méndez, J. A., García-Peñalvo, F. J., Estella, J. M. G., Sánchez Ledesma, M. J., & Ruisoto, P. (2018b). Virtual reality as an educational and training tool for medicine. *Journal of medical systems*, 42(3), 50

González Izard, S., Juanes Méndez, J., Ruisoto, P., & García-Peñalvo, F. (2019a). Applications of Virtual and Augmented Reality in Biomedical Imaging. *Journal Of Medical Systems*, 43

González Izard, S., Alonso Plaza, Ó., Sánchez Torres, R., Juanes Méndez, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2019b). NextMed, Augmented and Virtual Reality platform for 3D medical imaging visualization: Explanation of the software platform developed for 3D models visualization related with medical images using Augmented and Virtual Reality technology. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 459-467)

González Izard, S., Juanes Méndez, J. A., García-Peñalvo, F. J., & Moreno Belloso, C. (2020a). App Design and Implementation for Learning Human Anatomy Through Virtual and Augmented Reality. En D. Burgos, *Radical Solutions and eLearning, Practical Innovations and Online Educational Technology* (págs. 199-213). Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4952-6>

González Izard, S., Sánchez Torres, R., Alonso Plaza, Ó., Juanes Méndez, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2020b). Nextmed: Automatic Imaging Segmentation, 3D Reconstruction, and 3D Model Visualization Platform Using Augmented and Virtual Reality. *Sensors*, 20 (10), 2962. DOI:10.3390/s20102962

González Izard, S., Vivo Vicent, C., Juanes Méndez, J. A., & Palau, R. (2020c). Virtual Reality In Higher Education: An Experience With Medical Students. *TEEM '20* (in press)

Guerrero, C. D. Q., Ballen, E. L. S., & Manrique, W. J. S. (2008). Diseño de un prototipo de sistema de realidad virtual inmersivo simplificado. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 18(1), 35-50.

Guerrero, J., Pajares, G., & Guijarro, M. (2011). Técnicas de procesamiento de imágenes estereoscópicas. *Universidad Complutense de Madrid*

Hamza-Lup, F. G., Rolland, J. P., & Hughes, C. (2018). A distributed augmented reality system for medical training and simulation. *arXiv preprint arXiv:1811.12815*

Hanna, M. G., Ahmed, I., Nine, J., Prajapati, S., & Pantanowitz, L. (2018). Augmented reality technology using Microsoft HoloLens in anatomic pathology. *Archives of pathology & laboratory medicine*, 142(5), 638-644. DOI: <https://doi.org/10.5858/arpa.2017-0189-OA>

Heiling, M. L. (1961). Sensorama simulator. *EEUU Patente nº US3050870A*

Henn, J. S. (2002). Interactive stereoscopic virtual reality: a new tool for neurosurgical education. *Journal of neurosurgery*, 96, 144-149. DOI:10.3171/jns.2002.96.1.0144

Hillmann, C. (2019). Comparing the Gear VR, Oculus Go, and Oculus Quest. In *Unreal for Mobile and Standalone VR* (pp. 141-167). Apress, Berkeley, CA

Iii, S. G. A., McLennan, G., McNittgray, M. F., Meyer, C. R., & Reeves, A. P. (2015). Data from LIDC-IDRI. The cancer imaging archive

Jones, S., & Dawkins, S. (2018). The sensorama revisited: evaluating the application of multi-sensory input on the sense of presence in 360-degree immersive film in virtual reality. In *Augmented reality and virtual reality* (pp. 183-197). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3_13

Joo Nagata, J., García-Bermejo Giner, J., & Martínez Abad, F. (2017a). Augmented Reality in Pedestrian Navigation applied in a context of Mobile Learning: Resources for enhanced comprehension of Science, Technology, Engineering and Mathematics. *International Journal of Engineering Education*, 33(2B), 768-780.

Joo-Nagata, J., Abad, F. M., Giner, J. G. B., & García-Peñalvo, F. J. (2017b). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. *Computers & Education*, 111, 1-17. DOI: 10.1016/j.compedu.2017.04.003

Kerlow, I. V. (2009). *The art of 3D computer animation and effects*. John Wiley & Sons.

Kuntze, M. F., Stoermer, R., Mager, R., Roessler, A., Mueller-Spahn, F., & Bullinger, A. H. (2001). Immersive virtual environments in cue exposure. *Cyberpsychology & behavior*, 4(4), 497-501

Larsen, E., Umminger, F., Ye, X., Rimon, N., Stafford, J. R., & Lou, X. (2018). U.S. Patent No. 10,073,516. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Lim, K. y., Suresh, P., & Schulze, J. P. (2017). Oculus Rift with Stereo Camera for Augmented Reality Medical Intubation Training. *Electronic Imaging, The Engineering Reality of Virtual Reality*, 5-10. DOI: <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2017.3.ERVR-089>

Mariscal, G., Jiménez, E., Vivas-Urias, M. D., Redondo-Duarte, S., & Moreno-Pérez, S. (2020). Virtual Reality Simulation-Based Learning. *Education in the Knowledge Society*, 21, 11. DOI: 10.14201/eks.20809

McHenry, K., & Bajcsy, P. (2008). An overview of 3D data content, file formats and viewers. *National Center for Supercomputing Applications*, 1205, 22.

Nikou, C., Digioia III, A. M., Blackwell, M., Jaramaz, B., & Kanade, T. (2000). Augmented reality imaging technology for orthopaedic surgery. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 10(1), 82-86. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1048-6666\(00\)80047-6](https://doi.org/10.1016/S1048-6666(00)80047-6)

Olm, J., & Gaffney, B. (2010). 3D stereo digital intermediate workflow. *The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*. Focal Press, Oxford, 434-447

Page, R. (2000). Brief history of flight simulation. *SimTecT 2000 Proceedings*, 1-11. DOI: 10.1.1.132.5428

Pensieri, C., & Pennacchini, M. (2016). Virtual reality in medicine. In *Handbook on 3D3C Platforms* (pp. 353-401). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-22041-3_14

Reddy, R. (1996). The challenge of artificial intelligence. *IEEE Computer*, 29(10), 86-88

Research, G. V. (2017). *Virtual Reality Market Size, Share & Trends Analysis Report By Device, By Technology, By Component, By Application (Aerospace & Defense, Commercial, Consumer Electronics, Industrial & Medical), By Region, And Segment Forecasts, 2018 - 2025*. GVG. Report ID: GVR-1-68038-831-2

Riley, James C. 2001. *Rising Life Expectancy: A Global History*. New York: Cambridge University Press.

Rojas, J. (2020). Generation of POJOs and DAOs Classes from Metadata Database. *IEEE Latin America Transactions*, 100(1e)

Ruskó, L., Bekes, G., & Fidrich, M. (2009). Automatic segmentation of the liver from multi- and single-phase contrast-enhanced CT images. *Medical Image Analysis*, 13(6), 871-882. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.media.2009.07.009>

Ruthenbeck, G. S. (2013). Virtual reality surgical simulator software development tools. *Journal of Simulation*, 7(2), 101-108. DOI:10.1057/jos.2012.22

S. Hale, K., & M. Stanney, K. (2015). *Handbook of Virtual Environments. Design, Implementation and Applications*. Taylor and Francis Group

S. Wang, Z. M. (2010). A new method of virtual reality based on Unity3D. A new method of virtual reality based on Unity3D (1-5). Beijing: 18th International Conference on Geoinformatics

Saeed Alqahtani, A., Foad Daghestani, L., & Fattouh Ibrahim, L. (2017). Environments and System Types of Virtual Reality. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8. DOI: 10.14569/IJACSA.2017.080610

Sanchez-Sepulveda, M. V., Torres-Kompen, R., Fonseca, D., & Franquesa-Sanchez, J. (2019). Methodologies of learning served by virtual reality: A case study in urban interventions. *Applied Sciences*, 9(23), 5161

Sanchez-Sepulveda, M. V., Fonseca, D., García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Frabquesa, J., Redondo, E., & Moreira, F. (2020). Evaluation of an interactive educational system in urban knowledge acquisition and representation based on students' profiles. *Expert Systems*, In Press. DOI: 10.1111/exsy.12570

Sargent, D., & Park, S. Y. (2016). Automatic segmentation of mammogram and tomosynthesis images. *Medical Imaging*, 9784. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2217123>

Schild, J., Misztal, S., Roth, B., Flock, L., Luiz, T., Lerner, D., ... & Kemp, C. (2018). Applying multi-user virtual reality to collaborative medical training. In 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) (pp. 775-776). IEEE

Schroeder, W. A. (2000). Visualizing with vtk: a tutorial. 20, 20-27. DOI: <https://doi.org/10.1109/38.865875>

Schwaber, K., & Beedle, M. (2001). Agile software development with Scrum. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR

Sousa, M., Mendes, D., Paulo, S., Matela, N., Jorge, J., & Lopes, D. S. (2017). Vrrrroom: Virtual reality for radiologists in the reading room. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 4057-4062). DOI: 10.1145/3025453.3025566

Stadie, A. T. (2008). Virtual reality system for planning minimally invasive neurosurgery. *Journal of Neurosurgery*, 108(2), 382-394. DOI: 10.3171/JNS/2008/108/2/0382

Van Dam, A., Forsberg, A. S., Laidlaw, D. H., LaViola, J. J., & Simpson, R. M. (2000). Immersive VR for scientific visualization: A progress report. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 20(6), 26-52

Van Dam, A., Laidlaw, D. H., & Simpson, R. M. (2002). Experiments in immersive virtual reality for scientific visualization. *Computers & Graphics*, 26(4), 535-555

Wang, Leo L., Hao-Hua W., Bilici, N., Tenney-Soeito R. (2016). Gunner Googles: Implementing Augmented Reality into Medical Educatio. *Medicine Meets Virtual Reality*, 22, 446-451. DOI: 10.3233/978-1-61499-625-5-446

Watermeyer, R., Crick, T., Knight, C., & Goodall, J. (2020). COVID-19 and digital disruption in UK universities: afflictions and affordances of emergency online migration. *Higher Education*(In Press) DOI: 10.1007/s10734-020-00561-y

Wheatstone, C. (1838). XVIII. Contributions to the physiology of vision.—Part the first. on some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. Philosophical transactions of the Royal Society of London, (128), 371-394.

Zhang, Z. (2012). Microsoft Kinect Sensor and Its Effect. IEEE MultiMedia, 19(2), 4-10.
DOI: 10.1109/MMUL.2012.24