

MEMORIA CIENTIFICO-TÉCNICA

1. RESUMEN DE LA PROPUESTA (Debe rellenarse también en inglés)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Francisco José Perales López.

TÍTULO DEL PROYECTO: MUSCLE: Herramienta para la manipulación simulada de los músculos faciales y su efecto en la piel.

RESUMEN

(breve y preciso, exponiendo solo los aspectos más relevantes, el interés de la empresa y los objetivos propuestos)

El proyecto presentado pretende avanzar un paso más en el área de la cirugía cosmética, mediante la creación de una aplicación educativa que mejore el proceso de formación del personal médico especializado en cirugías y tratamientos faciales. El método utilizado hasta los momentos consiste en la presentación de imágenes 2D de la anatomía humana, en este caso, de la cara humana. Sin embargo, a pesar de ser bastante realistas, no es posible ver su comportamiento (por ejemplo, movimiento de músculos), y por lo tanto el efecto de ciertos procedimientos sobre la misma. A raíz de esta limitación, surge la idea de crear una herramienta cuya interfaz (visualizador gráfico) no sólo se muestre volumétricamente los elementos que conforman el rostro (huesos, músculos y piel), sino que también permita su manipulación y modificación por el médico. De esta forma, se conocerá el comportamiento de estos elementos y cómo luciría el rostro si alguno de estos cambia.

En una primera etapa se busca lograr el movimiento realista de los músculos (contracción y elongación) para que los médicos se familiaricen con el rostro en una etapa temprana de su formación. Usando la herramienta, el médico será capaz de controlar el movimiento del músculo interactivamente, así como ver el movimiento natural del mismo.

Posteriormente, se simulará el efecto de la toxina botulínica (BOTOX®) al ser inyectada en un músculo, o grupo de músculos, seleccionados por el médico especialista. Así mismo, se contempla representar el proceso de inyección de la sustancia, y los efectos de una correcta e incorrecta aplicación.

Luego, en sucesivas etapas se puede ampliar la herramienta para la simulación de otros tratamientos que involucren la manipulación de músculos y piel. Un aspecto importante es la consideración de sujetos de diversas edades, género y contextura. De esta forma, se podrán ver la diferencia de los efectos en personas jóvenes, adultas y ancianas; gordas, de contextura media, o delgadas; y hombres y mujeres.

La importancia comercial de la herramienta se verá reflejada en los beneficios que obtenga la empresa farmacéutica productora de la toxina botulínica, ya que podrá demostrar y formar a los médicos en el uso de las sustancias para tratamiento estético que fabrican. Así mismo, diferentes centros médicos podrían mostrarlo a los pacientes, y estos verían más claramente cuál es el efecto del tratamiento. Al incluir la modificación de la piel (arrugas y flacidez), tanto el médico como el paciente se harían una idea bastante precisa de los efectos de los tratamientos sobre los músculos en la piel.

Nuestra experiencia anterior en la síntesis y reconocimiento de expresiones faciales, donde los músculos juegan un papel primordial, así como en la generación de modelos faciales 3D realistas, y técnicas de envejecimiento y manipulación de músculos, nos permite plantear una aplicación revolucionaria en el ámbito farmacéutico, médico y cosmético que eliminaría los inconvenientes de trabajar con datos estáticos, y ayudaría a una mejor formación profesional del personal encargado.

ABSTRACT

(breve y preciso, exponiendo solo los aspectos más relevantes, el interés de la empresa y los objetivos propuestos)

The presented project intends to step forward in the field of cosmetics surgery, providing a tool with an interface that improves the educational process of a doctor specialized in facial surgery and facial treatments. The method used so far consisted on the presentation of 2D human anatomy images, which although real enough, did not offer the possibility to see real behavior.

Due to this limitation, the idea of developing an application where the elements of the face (bones, muscles, and skin) can be shown and manipulated by the specialist, in a 3D space, in order to know their behavior and how the face would look with changes, arise.

In a first stage, we look for the realistic movement (contraction and elongation) of the muscles, so the doctors get used to the human face in an early period of their career. Using this tool, the doctor will be capable of controlling the muscle movement interactively, as well as seeing its natural movement.

In a subsequent stage, we look for the simulation of the effects of the Botulinum toxin (BOTOX®) when it is injected in a muscle, or group of muscles, selected by the specialist. At the same time, we contemplate to simulate the injection process, and the effects of the correct and incorrect procedure.

In later stages, this application can be upgraded, extending its functionalities to the simulation of other treatments that involves muscle and skin manipulation. An important aspect is the consideration of different types of subjects, in relation with age, gender and structure. This way, the differences between the effects in a young, adult, or elderly; fat, medium, or skinny; man or woman, can be seen.

The commercial importance of the tool will be reflected on the benefits obtained by the pharmaceutical company producer of the botulinum toxin, because they will be able to demonstrate and educate the doctors in using substances for the cosmetic treatment they are produced for. Also, different medical centers will profit from this tool, showing the patients the tool, allowing them to see and understand more clearly the treatment steps and effects. When including the alteration of skin (wrinkles and flaccidity), as the doctor as the patient will have a better and precise idea of the treatment effects on the skin.

Our former experience in synthesis and recognition of facial expressions, where muscles play an important role, as well as in the generation of 3D realistic facial models and aging techniques, allow us to propose a novel and revolutionary application in the pharmaceuticals, medical, and cosmetics fields, which eliminates the inconveniences of working with static data, and will aid to the professional apprenticeship of the specialist doctors.

2. ANTECEDENTES-INTRODUCCIÓN

(máximo 4 páginas)

Deben tratarse aquí: la finalidad del proyecto; los antecedentes del grupo de investigación solicitante y estado actual de los conocimientos científico-técnicos, incluyendo la bibliografía más relevante. Interés y participación de la empresa en las actividades propuestas, resultados previos.

En los últimos años se ha observado un incremento acelerado, así como una notable mejora, en los procedimientos quirúrgicos y tratamientos faciales reconstructivos y estéticos. Cada vez son más los centros médicos que ofrecen estos servicios, y el número de empresas farmacéuticas dispuestas a producir las sustancias necesarias ha aumentado considerablemente. En consecuencia, el número de personas que se someten a cirugías y tratamientos se ha incrementado enormemente, así como el personal médico encargado de su realización. En este sentido, se hace necesario que el médico tenga una formación perfecta, la farmacéutica pueda vender su producto y el paciente tenga algo que le haga sentir seguro del resultado del tratamiento.

Al mismo tiempo, los adelantos en diferentes técnicas de informática gráfica e interfaces interactivas, hacen que se puedan tener modelos faciales muy realistas y que el usuario pueda interactuar con ellos. Los modelos faciales se pueden generar mediante el escaneado 3D de un rostro humano o la modelización con herramientas gráficas de alto nivel que permiten aplicar texturas muy reales. En los últimos años se ha logrado grandes avances en la simulación del envejecimiento y flacidez del rostro, con técnicas de bajo coste que ofrecen resultados satisfactorios. El campo de la computación afectiva ha logrado la síntesis y reconocimiento de expresiones faciales asociadas a las emociones que pueden sentir los seres humanos en su vida diaria, y por ende, trabaja directamente con los músculos involucrados en la manifestación de dichas expresiones.

Por otro lado, los médicos y farmacéuticas cuentan con herramientas tradicionales para conocer y simular los efectos de los tratamientos que ofrecen, limitando el campo de acción del especialista y el conocimiento del paciente. Hasta los momentos, se ha trabajado con imágenes estáticas de la anatomía humana y los resultados de ciertos tratamientos (fotografías). Aplicaciones interactivas del movimiento de los músculos y deformación de la piel en el ámbito médico son casi inexistentes, por lo que proporcionar una herramienta donde médico, investigador y paciente puedan ver los diferentes estados del rostro, antes y después de un tratamiento, y sobretodo entender cómo afecta la estructura muscular y dérmica, es nuestro principal objetivo con el proyecto planteado.

Como grupo solicitante, la Unidad de Gráficos y Visión por Ordenador e Inteligencia Artificial, del Departamento de Matemáticas e Informática de la Universidad de las Islas Baleares, es un grupo multidisciplinar con las siguientes áreas de investigación:

- modelización y animación de objetos deformables, videojuegos avanzados;
- análisis y síntesis del movimiento humano por ordenador, reconocimiento de gestos y análisis de entornos;
- modelos estadísticos y reconocimiento de patrones; biometría aplicada;
- imágenes médicas y modelos 3D del cuerpo humano, telemedicina, biomecánica médica, estudio de enfermedades neurodegenerativas mediante imágenes multimodales;
- gráficos en arquitectura: CAD/CAM, aplicaciones al patrimonio histórico artístico;
- análisis y animación de caras humanas, envejecimiento facial, modelización de expresiones y emociones, ARS y TTS;
- sistemas de realidad virtual e interfaces de usuarios multimodales;
- inteligencia artificial, sistemas expertos, métodos de aprendizaje inductivo, aplicaciones de la IA en avatares 3D (Agentes Visuales);
- modelos de terrenos multiresolución geométrico-texturados mediante *Wavelets*, SIG, tecnologías de Posicionamiento; reconstrucción 3D mediante láser;

- técnicas de visión aplicadas a robótica móvil, transportes Inteligentes. Domótica. Aplicaciones Industriales;
- Modelización y diseño en VRML, XML, X3D;
- Interfaces avanzadas para usuarios discapacitados. Modelos basados en sinestesia. Sistemas multibiométricos;
- Telerehabilitación. Sistemas médicos para asistencia a distancia.

En los últimos años (2000-2008) se ha producido una explosión de trabajos e investigaciones sobre los temas básicos objeto de la propuesta: modelización y animación de objetos deformables, análisis y animación de caras humanas, envejecimiento facial, modelización de expresiones, interfaces avanzadas, en especial en nuestro grupo. Esto ha fomentado la generación de nuevos investigadores jóvenes, sin la pérdida de continuidad de los trabajos realizados por el grupo inicial. Como resultado de las investigaciones realizadas, se han publicado los resultados en prestigiosas revistas científicas internacionales así como en diferentes medios de comunicación, nacionales e internacionales (prensa, radio y televisión). Algunos de los trabajos relevantes que sirven de base para la realización del proyecto propuesto son:

A. Jaume-i-Capó. *Human gestures recognition for VR interaction*. In 2nd Franco-Spanish Meeting. Virtual Reality and Graphical Interaction (VRGI 2009), Rennes, France, 2009.

D. Arellano, I. Lera, J. Varona, F.J. Perales. *Integration of a semantic and affective model for realistic generation of emotional states in virtual characters*. To be presented in International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction (ACII09), Amsterdam, 2009.

D. Arellano, I. Lera, J. Varona, F.J. Perales. *Generating Affective Characters for Assistive Applications*. To be presented in EMOTIONS & MACHINES Conference, Geneva, 2009.

D. Arellano, F.J. Perales. *UGIVIA: ITADA Project*. In 2nd Franco-Spanish Meeting. Virtual Reality and Graphical Interaction (VRGI 2009), Rennes, France, 2009.

D. Arellano, J. Varona, F. J. Perales. *"Generation and visualization of emotional states in virtual characters"*. In Computer Animation and Virtual Worlds, 2008.

I. Lera, D. Arellano, J. Varona, C. Juiz, R. Puigjaner. *"Semantic Model for Facial Emotion to improve the human computer interaction in AML"*. In 3rd Symposium of Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence 2008, Vol. 51/2009, Salamanca, Spain, pp. 139-148, 2008.

M. Clapés, M. González Hidalgo, A. Mir Torres, P. A. Palmer Rodríguez *"Interactive Constrained Deformation of NURBS Surfaces: N-SCODEF"*. In Articulated Motion and Deformable Models. Lecture Notes in Computer Science No. 5098, Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-70516, ISSN: 0302-9743, Berlin, Germany, pp. 359-369, 2008.

M. González Hidalgo, A. Jaume Capó, A. Mir, G. Nicolau Bestard. *"Analytical Simulation of B-Spline Surfaces Deformation"*. In Articulated Motion and Deformable Models. Lecture Notes in Computer Science No. 5098, Srpinger Verlag, ISBN: 978-3-540-70516, ISSN: 0302-9743, Berlin, Germany, pp. 338-348, 2008.

M. González Hidalgo, A. Mir, G. Nicolau Bestard. *"Dynamic parametric surface deformation using finite elements based on B-splines"*. In International Journal for Computational Vision and Biomechanics. Vol.1, No.2 No. 5098, Serials Publications - New Delhi, India, ISSN: 0973-6778, pp. 151-161, July-December 2008.

Dermatologic Surgery. Volume 34. Number 2. Special Issue. November, 2008.

Pictorial Atlas of Botulinum Toxin Injection. Author: Wolfgang Jost. Editorial Quintessence Books.

M. González, A. Mir, D. Ruiz y J. Torrens. *"Aplicaciones de operadores morfológicos basados en uninormas"*. Presented in ESTYLF-08, Mieres, Asturias (Spain), September 17-19, 2008.

E. Cerezo, I. Hupont, C. Manresa, J. Varona, S. Baldassarri, F.J. Perales, and F.J. Seron. *"Real-Time Facial Expression Recognition for Natural Interaction"*, in IbPRIA 2007, Part II, LNCS 4478, pp. 40-47, 2007.

E. Cerezo, I. Hupont, C. Manresa, J. Varona, S. Baldassarri, F.J. Perales, and F.J. Seron. *"Real-Time Facial Expression Recognition for Natural Interaction"*, in IbPRIA 2007, Part II, LNCS 4478, pp. 40-47, 2007.

- M. González-Hidalgo, A. Mir, G. Nicolau-Bestard. "An evolution model of B-spline parametric surface". The 2007 European Simulation and Modelling Conference (EUROSIS-ETI, ISBN: 978-90-77381-36-6, 2007), pp. 74-80, 2007.
- M. González-Hidalgo, A. Mir, G. Nicolau. "An evolution model of parametric surface deformation using finite elements based on B-splines". Computational Modelling of Objects Represented in Images (Taylor & Francis Group, ISBN: 978-0-415-43349-5, 2007), pp. 205-210, 2007.
- M. González-Hidalgo, A. Mir, G. Nicolau. "Dynamic parametric surface deformation using finite elements based on B-splines". In the International Journal for Computational Vision and Biomechanics (Serials Publications - New Delhi, India, ISSN: 0973-6778, 2007), pp. 1-13, 2007.
- A. Cruz Berg, F. J. Perales López, Manuel González. "A Facial Aging Simulation Method Using flaccidity deformation criteria", Proceedings of the conference on Information Visualization, IV'06 (IEEE Press ISBN: 0-7695-2602-0, ISSN: 1550-6037, 2006), pp. 791-796, 2006.
- C. Manresa-Yee, J. Varona, F.J. Perales. "Face-Based Perceptual Interface for Computer-Human interaction", in Short Communication Proceedings of the 14th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision (WSCG'06), Czech Republic, 2006.
- J.M. Buades, F.J. Perales, J. Varona. "Matching for Perceptual User Interface", in Poster Proceedings of the 14th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision (WSCG'06), Plzen, Czech Republic, 2006.
- E. Gladilin, S. Zachow, P. Deuffhard, H.-C. Hege. "Anatomy- and Physics-Based Facial Animation for Craniofacial Surgery Simulations". Medical & Biological Engineering & Computing, 42(2):167-170, 2004.
- E. Gladilin, S. Zachow, P. Deuffhard, H.-C. Hege. "Biomechanical Modeling of individual facial emotion expressions". In Visualization, Imaging and Image Processing, p. 7-11, 2002.
- V. Flores Contreras. "ARTNATOMY (anatomical basis of facial expression interactive learning tool)". In SIGGRAPH '06: ACM SIGGRAPH 2006 Educators program. ISBN: 1-59593-364-6. 2006.
- I. Albrecht, M. Schröder, J. Haber, H.-P. Seidel. "Mixed feelings - Expression of non-basic emotions in a muscle-based talking head". In Virtual Reality (Special Issue "Language, Speech and Gesture for VR"), August 2005.

La empresa farmacéutica será la principal colaboradora en este proyecto, el cual estará dirigido en un principio al conocimiento y promoción de la toxina botulínica, BOTOX®, que es una de las medicinas más versátiles y ampliamente investigadas. Es una proteína purificada que trabaja bloqueando los impulsos nervioso que producen contracciones musculares excesivas o actividad glandular. En la parte cosmética reduce las contracciones de los músculos que producen líneas de expresión permanentes. El tratamiento es no quirúrgico y los efectos son temporales, permaneciendo entre 1 y 6 meses, dependiendo del paciente y la indicación. Hasta ahora el paciente sólo era capaz de leer en lo que consistía el tratamiento, como se muestra en la página web de BOTOX®. Como resultado de este proyecto se tendrá una interfaz donde no solo se sabrá lo que hace el tratamiento, sino que se podrá simular las reacciones positivas y adversas derivadas de una correcta o incorrecta aplicación, respectivamente. Para la empresa esto resulta de gran interés ya que contaría con un simulador de los efectos de las sustancias para tratamiento facial que comercializa, y que al ser utilizados por los médicos les daría publicidad y por ende, un incremento en sus ventas. Es un proyecto novedoso, que pretende combinar el área médica y el área computacional, estimulando la transmisión de conocimientos desde nuestro grupo de investigación a la empresa. Esto repercutiría tanto en la parte económica de las farmacéuticas relacionadas como en la parte educativa de los centros médicos especializados, aumentando la competitividad de ambos sectores.

La evolución de la temática en proyectos anteriores (TIC96-0528, TIC98-C0302, TIC2001-0931, HUMODAN IST2001-32202, TIN2004-07926) y el crecimiento en número y especialidades de los componentes del grupo avalan la trayectoria del grupo, y nos permite centrarnos en nuevas propuestas de jóvenes investigadores.

Uno de los proyectos es COL.diesis: el color se transforma en sonido, se basa en una investigación que toca distintos temas humanos y técnicos. A nivel humano la investigación necesaria al desarrollo del proyecto ha llevado al equipo a ponerse en contacto con asociaciones como la ONCE y escuelas para niños con problemas psico-motores como Pedro Poveda, San José Obrero (Mater Misericordiae) y ASNIMO.

Otro proyecto que entra en la temática de la discapacidad es el SINA. Con un convenio de colaboración entre la Vicepresidència i Conselleria de Relacions Institucionals, l'Institut de Serveis Socials i Esportius de Mallorca, la Fundació IBIT i la Universitat de les Illes Balears se ha desarrollado la implementación de un proyecto de integración y accesibilidad para personas con discapacidad. El proyecto financiado por el Plan Avanza asignado el 30 de marzo 2007, sigue siendo ampliado, mejorado y trabajado en una segunda fase de desarrollo. Además recibió el Premi d'Investigació del Consell Econòmic i Social de les Illes Balears (CES), 2008. Este proyecto ha permitido al equipo de investigación ponerse en contacto y colaborar de manera estrecha y satisfactoria con ASPACE y ABDEM, asociaciones de parálisis cerebral y de esclerosis múltiple.

El grupo de investigadores se dedican también a otros tipos de proyectos y tienen su principal trabajo investigador en el estudio de objetos deformables basados en modelos físicos. Se cuenta con la colaboración de miembros externos de la Universidad de Feevale (Brasil) y de la Universidad ULBRA (Brasil) donde han trabajado en modelos avanzados de la cara y en particular del envejecimiento facial. Es un ejemplo de colaboración internacional en proyectos de investigación. El último proyecto concedido el TIN2004-07926 representa el primer paso en la generación de sistemas de interfaces multimodales pero con ciertas limitaciones y orientado más al realismo visual de humanoide que del comportamiento real y entorno de aplicación. Otro proyecto, PINes: Prototipos de Interacción Natural busca el diseño y desarrollo de algoritmos robustos de reconocimiento del movimiento facial y corporal que funcionen en tiempo real para poder crear interfaces naturales, y la construcción de prototipos para poder evaluar su usabilidad en casos reales. De esta forma, se podrán probar las posibles aplicaciones de esta nueva tecnología por los usuarios finales que han de utilizarla.

La participación en proyectos europeos se muestra en primer lugar con el PAVR (Platform for Animation and Virtual Reality, donde se concentran los mejores centros de investigación del continente. El proyecto CHARM (A COMPREHENSIVE HUMAN MOTION ANIMATION RESOURCE MODEL) de la CEE ESPRIT-BRA CHARM, es otro ejemplo de participación intensiva en proyectos europeos relacionados con el área de animación por ordenador.

La consolidación del grupo ha permitido la obtención del proyecto HUMODAN-2001-32202 formado por un consorcio de 3 centros de investigación (CEIT, Fraunhofer, UIB) y tres empresas (KURSAAL, SYNKRONIX y SYSTEMA) sobre el análisis y la animación de movimiento humano en entornos virtuales. Este proyecto ha permitido el diseño de un sistema de realidad virtual con interacción directa de los usuarios en un entorno distribuido (España / Alemania) mediante el software AVANGO. Como consecuencia de este proyecto el Ministerio consideró adecuado financiar parte del mismo con la Acción Especial TIC2002-10743-E. El proyecto HUMODAN finalizó en el 2005, con la valoración positiva de los revisores y un buen número de publicaciones.

Al mismo tiempo, el grupo se ha mantenido activo en las peticiones de la Comunidad Europea y ha participado en las 38 últimas, con propuestas realizadas por coordinadores extranjeros (Alemania e Inglaterra) en particular las propuestas uPress (Prof. Dr. Peter Schulthers, Distributed Systems Departmt, Ulm University) y ADAM (coordinatorcollaboration@intergrams.com) no siendo finalmente aceptados pero teniendo una buena valoración. Esto permite afirmar que el grupo es considerado a escala europea como un buen *partner* o socio en las solicitudes. También se ha decidido de asumir el papel de coordinador, y como ya se ha comentado, se presentó la propuesta AALIVE, que no prosperó pero que tuvo buena valoración.

A nivel nacional, la colaboración continua entre diferentes grupos de investigación en el tema de la propuesta, y más orientado al área de visión por ordenador, se ha concretado en la participación activa en la red temática TIC2001-4570-E, Red Temática en Estructuración, procesamiento y generación de Vídeo Digital en Aplicaciones Multimedia (2001-2003).

Recientemente se ha realizado una nueva propuesta de Red temática que ha sido concedida por el ministerio y que garantiza la continuidad de la anterior fomentando la sinergia entre grupos.

En el área de la Ingeniería del Software se cuenta con nuevos investigadores con experiencia en el campo de la O.O. y reusabilidad del software, habiendo participado en proyectos europeos como es el COMPLEMENT de evaluación de metodologías y en el TIC96-0513 sobre entornos de Simulación para arquitectura de cliente-servidor y modelización de su comportamiento.

Como puede apreciarse, el grupo del proyecto ha evolucionado y adquirido experiencia y nuevos investigadores en el ámbito de la IA. Cuenta ya por tanto con un buen bagaje en el desarrollo de proyectos nacionales y/o europeos fruto del esfuerzo continuo de sus componentes y la aceptable calidad de sus resultados.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y ACTIVIDADES

(máximo recomendado 2 páginas)

3.1. Describir brevemente las razones por las cuales se considera pertinente realizar esta investigación, los resultados previos en los que se sustentan los objetivos del proyecto y las principales actividades en las que se estructura el proyecto.

En los últimos años las “nuevas tecnologías” han contribuido a que la mayoría de los procesos y operaciones que antes se realizaban en un espacio físico, o con materiales físicos, se realicen ahora a distancia o virtualmente con el uso del ordenador y otros dispositivos. Cada vez es más común revisar la prensa, leer libros, y realizar diferentes operaciones bancarias por internet, esto por poner algunos ejemplos. En este sentido se planteó la posibilidad de utilizar herramientas informáticas para la formación y especialización médica. Ejemplos de esto son las aplicaciones de realidad virtual donde el médico puede simular la operación de algún órgano o parte del cuerpo, o donde debe enfrentarse a una situación que se le podría presentar en su día a día en la clínica u hospital.

Un aspecto relacionado con este campo y que hasta ahora se ha valido de la informática, pero en una forma más limitada, es la cirugía estética y cosmética. Cuando un paciente quiere someterse a una operación o tratamiento de este tipo, el médico encargado puede valerse de herramientas de modificación de imágenes 2D (como Photoshop) para alterar manualmente, y en base a sus conocimientos, la estética del paciente. En el caso del médico, en su etapa de formación, el conocimiento y aprendizaje del cuerpo humano se realiza con cuerpos inertes, o imágenes anatómicas 2D. Así mismo, la industria farmacéutica cuando ofrece algún tratamiento o sustancia se limita a imágenes 2D de los estados “antes y después”, o a vídeos demostrativos, que en los últimos años incluyen algunos elementos 3D. Sin embargo, lo que se busca es la interacción, y que tanto el médico como el paciente puedan ser capaces de manipular y modificar los elementos presentes en una aplicación.

El objetivo principal de nuestra investigación es contribuir a la formación del cirujano estético especializado en técnicas faciales. Para ello proponemos una herramienta que servirá de complemento a los métodos tradicionales utilizados en el aprendizaje (libros, imágenes 2D). Esta herramienta simulará una cabeza humana, donde todos los elementos anatómicos (huesos, músculos, piel) se presentarán de la forma más realista posible, permitiendo al médico manipularlos y observar sus comportamientos. En un nivel superior, se simulará el efecto del BOTOX®, y su proceso de inyección en el músculo, o músculos, que él seleccione, así como su efecto en los mismos. Esto servirá de prototipo para estudiar la respuesta del usuario, y continuar con la integración de otros medicamentos. De esta forma, la empresa farmacéutica podrá tener una herramienta 3D que simula en tiempo real el efecto de los medicamentos que produce, especialmente en el campo de la cirugía cosmética facial; y el médico una herramienta donde estudiar dichos efectos, y familiarizarse con los mismos, sin poner en riesgo al paciente.

Hasta el momento sólo hay registro de una herramienta comercial de este tipo, producida por la empresa inglesa Inition, que ha creado un simulador virtual de Botox, para la empresa farmacéutica Allergan. En este caso, la aplicación cuenta con un dispositivo háptico llamado *Sensable Phantom Desktop*. Con el proyecto propuesto se busca mejorar la aplicación mencionada, y permitir al usuario (médico y paciente) ver la simulación desde cualquier ángulo, en diferentes niveles (esqueleto, músculo y piel), en diferentes sexos, género y contextura, a la vez que pueda practicar la inyección de la sustancia en el músculo.

El proyecto se ha dividido en varias etapas que conllevan diversas actividades:

1) Desarrollo de la interfaz y modelado anatómico de la cabeza 3D

- Asociación de las expresiones faciales con movimientos musculares en ausencia de tratamiento. Para ello hay que adaptar la investigación sobre expresiones faciales realizada por el grupo a un lenguaje técnico, que es el utilizado por los médicos (secciones del rostro, nombres científicos de los músculos, huesos, dermis).
- Modelado de una malla genérica que admita variabilidad (sexo, edad (joven, adulto, anciano), contextura (gordo, media, flaco)).

- Simulación de la generación de arrugas sobre en la piel, debido a la contracción del músculo, y por lo tanto son completamente perpendiculares a su movimiento. Esto es importante porque tanto al médico como al paciente le interesa ver cómo son afectadas las arrugas.
- La presencia de la piel es importante: Envejecimiento, Relajación.
- Diseño e implementación de una interfaz que permita la visualización y manipulación del modelo 3D.

2) Implementación de los efectos del BOTOX®

- Visualizar el resultado del tratamiento: relajación muscular, y cómo influye en la piel
- Visualizar el resultado de un tratamiento incorrecto (casos patológicos). Para ello se cuenta con la ayuda de médicos especializados que conocen exactamente lo que ocurre cuando hay una práctica inadecuada, y el efecto visual que produce.

3) Manejo de dispositivos hápticos

- Modelado y simulación del movimiento de una mano virtual con una aguja, con el fin de explicar los efectos que tiene la inyección de la sustancia en diversos ángulos
- Uso de un sistema *phantom* que permita la simulación del proceso de inyección.

3.2. En el caso de Proyectos Coordinados, el coordinador deberá indicar :

- los objetivos globales del proyecto coordinado, la necesidad de dicha coordinación y el valor añadido que se espera alcanzar con la misma;
 - los objetivos específicos de cada subproyecto y los resultados previos sobre los que se plantea;;
 - las actividades que desarrollará cada una de las entidades participantes
 - la interacción entre los distintos objetivos, actividades y subproyectos;
 - los mecanismos de coordinación previstos para la eficaz ejecución del proyecto.
-

NO PROCEDE.

4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

(en el caso de proyectos coordinados deberá abarcar a todos los subproyectos)

Se deben **detallar y justificar con precisión la metodología y el plan de trabajo** que se proponen y debe exponerse la planificación temporal de las actividades, incluyendo cronograma (se adjunta un posible modelo).

- El plan de trabajo debe desglosarse en actividades o tareas, fijando los hitos que se prevé alcanzar en cada una de ellas.
- En cada una de las tareas, deben indicarse el centro ejecutor y los investigadores involucrados en la misma. La participación de la empresa debe quedar claramente reflejada.
- Si solicita ayuda para personal contratado, justifique claramente su necesidad y las tareas que vaya a desarrollar. Recuerde que sólo podrá solicitar costes de personal en régimen de contratación, **no se podrán asignar becarios con cargo al capítulo de personal** del proyecto.

La adecuación de la metodología, diseño de la investigación y plan de trabajo en relación con los objetivos del proyecto se mencionan explícitamente en los criterios de evaluación de las solicitudes.

El proyecto se dividirá en tareas, realizadas por grupos no disjuntos de investigadores y personal médico especializado, y coordinadas por el investigador principal. La colaboración en tareas implica grupos interdisciplinarios de investigadores. Las tareas se enumeran a continuación:

T0: Modelado 3D de una cabeza humana

T1: Desarrollo de la aplicación interactiva

T2: Implementación del tratamiento por BOTOX®

T3: Expresiones Faciales

T4: Dispositivos Hápticos

T5: Difusión y divulgación de los resultados

Tarea 0: Modelado 3D de una cabeza humana

Duración: mes 1 al mes 6

Descripción: Se agrupan las tareas de modelado y animación de cada uno de los elementos del rostro humano.

Predecesores: Ninguna

Resultados: Modelo 3D de una cabeza humana con capas de hueso, músculos y piel. También se incluyen las animaciones correspondientes al movimiento de cada músculo y su efecto sobre la piel (arrugas, flacidez).

Responsable(s): Miquel Mascaró Oliver

Subtarea 0.1: Modelado de los huesos del cráneo

Duración: 2 meses

Descripción: Su objetivo es la creación de un modelo 3D de un cráneo humano, anatómicamente realista.

Predecesoras: Ninguna

Resultados: Modelo 3D del cráneo humano

Personal: M. Mascaró O., D. Arellano.

Subtarea 0.2: Modelado de los músculos faciales

Duración: 2 meses

Descripción: Su objetivo es la creación de los músculos del rostro humano, anatómicamente realistas. También se incluye la animación de contracción y elongación de cada uno de los músculos.

Predecesoras: Subtarea 0.1

Resultados: Modelo 3D de la capa de músculos faciales.

Personal: M. Mascaró O., D. Arellano.

Subtarea 0.3: Inclusión de la capa de piel en el rostro 3D

Duración: 2 meses

Descripción: Su objetivo es la adición de la capa de piel en el modelo 3D, inclusión de arrugas y flacidez que cambiarán de acuerdo a la edad, sexo y contextura.

Predecesoras: Subtarea 0.2

Resultados: Modelo 3D con capa de piel del rostro.

Personal: M. Mascaró O., D. Arellano.

Tarea 1: Desarrollo de la aplicación medica interactiva

Duración: mes 1 al mes 6

Descripción: Se agrupan las tareas de diseño e implementación de una aplicación que contendrá el modelo 3D de la tarea 0, y que permitirá su manipulación por parte del usuario.

Predecesores: Ninguna

Resultados: Aplicación interactiva con interfaz amigable que será utilizada por los usuarios para ver las diferentes capas del rostro (hueso, músculo, piel), y que constituye el producto comercial.

Responsable(s): Diana Arellano, Dr. Víctor García.

Subtarea 1.1: Diseño de la interfaz interactiva

Duración: 2 meses

Descripción: Su objetivo es el diseño de la interfaz que contendrá los controles para la visualización de las diversas capas del rostro según el género, edad y contextura del modelo, así como los controles para manipular el movimiento de los músculos.

Predecesoras: Ninguna

Resultados: Interfaz con los controles necesarios para la interactividad

Personal: D. Arellano, M. Mascaró O.

Subtarea 1.2: Inclusión del modelo facial 3D

Duración: 2 meses

Descripción: Su objetivo es la inclusión del modelo 3D realizado en la tarea 0, y comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación en cuanto a la manipulación de músculos, cambio de capas y de rasgos del sujeto.

Predecesoras: T0

Resultados: Aplicación interactiva con el modelo 3D.

Personal: D. Arellano, M. Mascaró O.

Subtarea 1.3: Evaluación de la aplicación con médicos cirujanos

Duración: 2 meses

Descripción: Su objetivo es evaluar el nivel de aceptación de la aplicación por parte del médico especialista, y corregir todos los posibles errores en cuanto a manipulación y nombramiento (lenguaje técnico) de los músculos, huesos, piel; problemas con la interfaz; y añadir funcionalidades tanto de la interfaz como del modelo.

Predecesoras: T0

Resultados: Aplicación interactiva con el modelo 3D.

Personal: D. Arellano, M. Mascaró O.

Tarea 2: Implementación del tratamiento por BOTOX®

Duración: mes 6 al mes 10

Descripción: Se agrupan las tareas de manipulación de los músculos faciales y su efecto sobre la piel debido al tratamiento correcto e incorrecto con la toxina botulínica. Durante el desarrollo de esta tarea se mantiene contacto directo con la empresa y el médico especialista para la correcta simulación de la alteración de los músculos por el tratamiento.

Predecesores: T0, T1

Resultados: Aplicación interactiva con interfaz amigable que será utilizada por los médicos para ver los diferentes efectos del BOTOX® sobre los músculos y la piel.

Responsable(s): Diana Arellano, Miquel Mascaró O.

Subtarea 1.1: Parametrización del movimiento muscular de acuerdo a los efectos favorables del BOTOX®

Duración: 2 meses

Descripción: El objetivo es parametrizar el movimiento de relajación de los músculos faciales de acuerdo a los efectos que tiene el BOTOX, según el área donde se inyecte. La idea es poder visualizar cuál es el efecto sobre el músculo y su acción sobre la piel afectada. Se hace necesario tener un buen modelo de piel con arrugas para poder observar la acción de la toxina. En caso de observar fallos en el mismo, se mejorarán en esta subtarea.

Predecesoras: T0, T1

Resultados: Modelo 3D deformable según la acción del BOTOX®

Personal: D. Arellano, M. Mascaró O, Médico especialista.

Subtarea 1.2: Parametrización del movimiento muscular de acuerdo a los efectos adversos del BOTOX®

Duración: 2 meses

Descripción: El objetivo es parametrizar el movimiento de relajación de los músculos faciales de acuerdo a los efectos negativos que tiene el BOTOX, según el área donde se inyecte. La idea es poder visualizar cuál es el efecto sobre el músculo y su acción sobre la piel afectada. Esto es lo que se considera como *casos patológicos*. Se hace necesario tener un buen modelo de piel con arrugas para poder observar la acción de la toxina. En caso de observar fallos en el mismo, se mejorarán en esta subtarea.

Predecesoras: T0, T1

Resultados: Modelo 3D deformable según la acción del BOTOX®

Personal: D. Arellano, M. Mascaró O, Médico especialista.

Subtarea 1.3: Ampliación de la parametrización del movimiento muscular de acuerdo a los efectos de otra sustancia para tratamiento cosmético.

Duración: 1 mes

Descripción: El objetivo es parametrizar el movimiento de contracción y relajación de los músculos faciales de acuerdo a los efectos que tienen otras sustancias en el rostro. La idea es dejar la aplicación lo más abierta posible para poder introducir nuevas simulaciones sin tener que hacer ningún cambio.

Predecesoras: T0, T1

Resultados: Modelo 3D deformable según la acción del BOTOX®

Personal: D. Arellano, M. Mascaró O, Médico especialista.

Tarea 3: Expresiones Faciales

Duración: mes 10 al mes 14

Descripción: Se agrupan las tareas de generación de expresiones faciales para emociones básicas e intermedias, utilizando un modelo muscular. El objetivo es poder mostrar al médico cómo influye el tratamiento en las expresiones naturales del paciente, al mismo tiempo que se comparan estas expresiones con las generadas en un modelo de puntos.

Predecesores: T0, T1, T2

Resultados: Imágenes y animaciones de diversas expresiones faciales. Serán utilizadas para estudios sobre el reconocimiento de expresiones y ver cómo afecta el tratamiento a las expresiones naturales del rostro.

Responsable(s): J. Varona.

Subtarea 3.1: Generación de diversas expresiones faciales de emociones básicas e intermedias.

Duración: 2 meses

Descripción: El objetivo es generar imágenes y animaciones con expresiones faciales en diferentes modelos (según el sexo, edad y contextura). Para fines de investigación en el área de computación afectiva, se incluirán valores de personalidad que también se considera que afectan la expresión de una emoción resultante. Por otro lado, el objetivo es visualizar cómo cambia una expresión facial debido al efecto del BOTOX®, y si sigue siendo reconocible por un humano.

Predecesoras: T0, T1, T2

Resultados: Conjunto de expresiones faciales antes y después del tratamiento, y con valores de personalidad añadidos.

Personal: J. Varona, F.J. Perales, D. Arellano.

Subtarea 3.2: Reconocimiento de las expresiones faciales antes y después del tratamiento.

Duración: 3 meses

Descripción: El objetivo es evaluar las imágenes y animaciones generadas y comparar su tasa de reconocimiento antes y después del tratamiento.

Predecesoras: T0, T1, T2

Resultados: Conjunto de expresiones faciales antes y después del tratamiento, y con valores de personalidad añadidos.

Personal: J. Varona, F.J. Perales, D. Arellano.

Tarea 4: Dispositivos Hápticos

Duración: mes 13 al mes 18

Descripción: En esta tarea se busca integrar la interfaz con nuevas formas de entrada basadas en dispositivos hápticos avanzados. De esta manera se contemplan acciones como la inyección del BOTOX en un determinado músculo, y su acción dependiendo del ángulo y presión de la inyección.

Predecesores: T0, T1, T2

Resultados: Manipulación del modelo 3D utilizando un dispositivo háptico avanzado que permitirá simular la inyección de la toxina y su efecto sobre los músculos y piel.

Responsable(s): F.J. Perales.

Subtarea 4.1: Ampliación de la interfaz mediante la inclusión de hápticos.

Duración: 6 meses

Descripción: El objetivo es evaluar diversos dispositivos hápticos del tipo *phantom* y utilizar el que conlleve menor costo y mayor adaptabilidad a la aplicación desarrollada. La idea es permitir que el médico pueda utilizar la aplicación para aprender y visualizar los efectos de la correcta e incorrecta inyección de la toxina en los músculos, y su posterior resultado en las arrugas de la piel. También se considera la evaluación del dispositivo dentro de la interfaz y cómo contribuye a mejorar la manipulación del modelo facial.

Predecesoras: T0, T1, T2

Resultados: Aplicación interactiva con dispositivo háptico que permita simular la inyección del BOTOX.

Personal: F.J. Perales, D. Arellano, FARMACÉUTICA.

Tarea 5: Difusión y divulgación de los resultados

Duración: mes 12 en adelante

Descripción: El objetivo de esta tarea es dar a conocer los resultados de todas las tareas anteriores. A nivel científico se busca la publicación de los resultados concernientes a T3 en importantes revistas internacionales tanto en el área de gráficos como en el área médica. A nivel comercial, se busca obtener el apoyo de otras empresas farmacéuticas y centros médicos interesados en ampliar la funcionalidad de la aplicación.

Predecesores: Todas las anteriores

Resultados: Producto comercializable y publicaciones.

Responsable(s): Médico especialista, FARMACÉUTICA.

Subtarea 5.1: Publicaciones científicas.

Duración: a partir del mes 12

Descripción: Se busca dar a conocer los resultados obtenidos en la comunidad científica. Estos resultados abarcan conocer y evaluar la usabilidad, confianza del paciente y del médico con el tratamiento, reconocimiento de expresiones faciales, y uso de sistemas hápticos en la cirugía cosmética. Al ser una aplicación novedosa en el campo de la cirugía cosmética, es de gran importancia conocer su impacto en esta área, así como las posibles mejoras a realizar. La generación de expresiones faciales sirve para ampliar el método de evaluación del reconocimiento de las mismas, añadiendo un elemento interesante como es su generación sobre un modelo muscular manipulado.

Predecesoras: Todas las anteriores

Resultados: Publicaciones científicas.

Personal: F.J. Perales, D. Arellano, Médico especialista.

Subtarea 5.2: Difusión en entornos médicos y farmacéuticos.

Duración: a partir del mes 10

Descripción: Se busca dar a conocer los resultados obtenidos en la comunidad médica mediante la realización de eventos y conferencias médicas y farmacéuticas. El objetivo es poder ampliar la funcionalidad de la aplicación para otras sustancias y tratamientos que afecten el rostro.

Predecesoras: Todas las anteriores

Resultados: Conferencias y eventos.

Personal: F.J. Perales, Médico especialista, FARMACÉUTICA.

5. BENEFICIOS DEL PROYECTO, PLAN DE DIFUSIÓN Y DIVULGACION DE RESULTADOS. TRANSMISION DE CONOCIMIENTOS A LA EMPRESA

(máximo 1 página)

De la información provista a lo largo de la memoria del proyecto, se concluye que el objetivo final es la generación de un producto educativo comercializable, enfocado en las áreas médica y farmacéutica, donde se plasme el trabajo de investigación realizado en las áreas de expresiones faciales y envejecimiento facial por el Grupo de Gráficos y Visión por Ordenador e Inteligencia Artificial, de la Universidad de las Islas Baleares. Los beneficios son múltiples y de diferente índole.

En el ámbito educativo, los médicos estéticos faciales tendrán una herramienta que les permitirá aprender cómo funcionan los músculos del rostro y su efecto sobre los huesos y piel. Al mismo tiempo, podrán manipular los elementos que conforman la cara (hueso, músculos y piel), simular la inyección del BOTOX®, y visualizar su efecto, así como el de otros posibles tratamientos en un rostro 3D sin exponer a una persona paciente. El grupo de investigación también se beneficia de esta parte educativa ya que toda la información suministrada por los médicos y farmacéuticos especializados puede ser integrada en un modelo de músculos 3D que permitirá crear personajes animados mucho más realistas y que serán utilizados en otros proyectos. En el ámbito comercial, la empresa farmacéutica da un salto a proveer una aplicación gráfica que permitirá demostrar las ventajas del tratamiento que vende, permitiendo al médico su manipulación directa. Esto contribuye en gran manera al éxito comercial del tratamiento, ya que al ver todas las ventajas aumenta la confianza del médico y el paciente.

La difusión y divulgación de resultados será realizada a través de congresos y eventos organizados por la Sociedad Española de Medicina y Cirugía Cosmética. En ellos se pretende demostrar la aplicación y sus posibles usos para tratamientos faciales. Cabe destacar que el producto final de este proyecto será de uso exclusivo de la empresa farmacéutica patrocinante, teniendo la capacidad legal para realizar su distribución entre los profesionales del sector. La propiedad intelectual de todos los algoritmos de esta aplicación y los usos posibles en proyectos futuros, pertenecen a la UIB. En este sentido, la generación de expresiones faciales a partir de un modelo de músculos servirá para continuar la línea de investigación de creación de personajes animados con expresiones asociadas a sus estados de ánimo, y su inserción en mundos virtuales, que se dará a conocer en revistas científicas en el área de gráficos como:

- 1) Lectures Notes in Computer Science & Artificial Intelligence (LNCS & LNAI)
- 2) CEIG (Congreso Español de Informática Gráfica)
- 3) IEEE Transaction on Visualization & Computer Graphics
- 4) ACM Transactions on Graphics
- 5) Computer Animation and Virtual Worlds

En este proyecto más que una transmisión de conocimientos, se puede hablar de un intercambio de conocimientos que beneficia tanto a la empresa como a la universidad. La empresa en el área médica/farmacéutica provee el conocimiento indispensable para la correcta simulación y manejo de los músculos y piel del rostro, así como la aplicación y efectos de los tratamientos sobre los mismos. La universidad provee la metodología y los conocimientos en gráficos e interfaces necesarios para la creación de una aplicación que agrupe todo lo antes mencionado, y permita cumplir el objetivo planteado.

6. FINANCIACIÓN PÚBLICA Y PRIVADA (PROYECTOS Y CONTRATOS DE I+D) DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO INVESTIGADOR

Debe indicarse únicamente lo financiado en los últimos cinco años (2004-2008), ya sea de ámbito autonómico, nacional o internacional.

Deben incluirse también las solicitudes pendientes de resolución.

Título del proyecto o contrato	Relación con la solicitud que ahora se presenta (1)	Investigador Principal	Subvención concedida o solicitada	Entidad financiadora y referencia del proyecto	Periodo de vigencia o fecha de la solicitud (2)
			EUROS		
CICYT TIN2004-07926. Integración de escenarios virtuales con agentes inteligentes 3D	1	F. J. Perales	189.400	CICYT	C 12/2004 12/2007
CICYT TIN2007-67993. Interfaces Tangibles Avanzadas en Domótica Asistencia.	1	F. J. Perales		CICYT	C 10/2007 08/2010
TIC2002-10743-E. Acción Especial Sistema de Realidad Virtual y Aumentada	1	F. J. Perales	132.150	CICYT	C 12/2002 12/2005
HUMODAN IST-2001-32202 (An automatic human model animation environment for Augmented Reality interaction)	1	F. J. Perales	500.000	Comisión Europea	C 9/2002- 5/2005
Coldiesis. El Color se transforma en Sonido	3	Sr. Jaume Simonet, F. J. Perales	87.000	Govern Balear	C 1/10/2007 1/10/2008
Coldiesis. Accion Especial. Difusió i explotació del projecte COL.diesis, el color se Transforma en sonido. Ref: AAEE0012/08	3	Dr. Javier Varona	13.000	Govern Balear	1/12/2008 1/12/2009

(1) Escríbase 0, 1, 2 ó 3 según la siguiente clave: 0 = es el mismo tema; 1 = está muy relacionado; 2 = está algo relacionado; 3 = sin relación

(2) Escríbase una C o una S según se trate de una concesión o de una solicitud.

7. PRESUPUESTO.
CONTRIBUCIONES DE LA EMPRESA Y CANTIDADES SOLICITADAS.

Indicar ayuda solicitada, porcentaje, cuantía y tipo de cofinanciación. Las aportaciones de la empresa deben quedar claramente reflejadas, indicando su cuantía y su destino específico en el presupuesto, especialmente la aportación dineraria que la empresa debe realizar de forma obligatoria.

Personal Investigador, Infraestructura, Tecnicos Contratados y gastos corrientes

		Caso Costes marginales	Caso de costes totales	
		Ayuda Solicitada	Presupuesto total	Ayuda Solicitada
		EURO	EURO	EURO
Costes de personal	Personal	33.200,00		
	Complementos Salariales	6.000,00		
Costes de ejecucion	Material inventariable	9.000,00		
	Material fungible	3.000,00		
	Viajes y Dietas	1.500,00		
	Varios	1.000,00		
Costes Directos Totales(A)		53.700,00		
Costes Indirectos (0,21 x A)		10.740,00		
Coste Total del Proyecto(B)		64.440,00		