

ARTÍCULO

LA HIBRIDACIÓN A ESCENA: REALIDAD AUMENTADA Y TEATRO

Clara Boj y Diego Díaz
Artistas independientes
klaravoz@gmail.com
diediaga@gmail.com
www.lalalab.org

LA HIBRIDACIÓN A ESCENA: REALIDAD AUMENTADA Y TEATRO

Resumen

Este artículo analiza las posibilidades narrativas y escenográficas que la tecnología de realidad aumentada aporta a las artes escénicas. A partir del desarrollo de un caso práctico y la implementación y posterior análisis de un kit de herramientas específicamente creadas para el mismo, en este texto abordamos una revisión de los resultados obtenidos y planteamos las bases para una correcta integración de la realidad aumentada en la acción escénica. Como describimos más adelante, esta integración se puede hacer efectiva en distintas etapas del proceso teatral, tanto en las fases iniciales de diseño espacial y de atrezzo como a través de la incorporación de actores virtuales en la escena o el diseño de estrategias narrativas mixtas, que combinen escenografía real y virtual.

El análisis propuesto en este artículo gira en torno a la descripción del proceso de creación seguido en el desarrollo de la pieza teatral "The Ultimate Commodity". Esta propuesta ha sido realizada íntegramente a partir del presupuesto inicial de estudiar las posibilidades conceptuales, argumentales, estéticas, narrativas y especialmente de concreción técnica efectiva de la realidad aumentada basada en reconocimiento de patrones en la escena teatral. Paralelamente al diseño de esta obra, hemos desarrollado una herramienta informática llamada ARTheater con el fin de facilitar la incorporación de esta tecnología en la creación teatral prescindiendo de cuestiones complejas de programación, lo que sin duda pensamos que favorecerá la experimentación en esta área.

Palabras clave: Realidad aumentada, teatro digital, artes escénicas, interacción multiusuario, audiovisuales

THE HYBRIDISING TO STAGE: AUGMENTED REALITY AND THEATER

Abstract

This article analyzes the narratives and scenographic possibilities that the augmented reality technology can contribute to the performing arts. Starting from the development of a performance that use the augmented reality technology we implemented a software toolkit specifically created for it, in this text we approached a revision of the obtained results and raised the bases for a correct integration of the augmented reality in the theater. As we described below, this integration can be made effective in different stages of the theater process, as much in the initial phases of space design and atrezzo as through the incorporation of virtual actors in the scene or the design of mixed narrative strategies that combine real and virtual stage scene.

The analysis made in this article tour around the description of the process of creation followed in the development of the theater piece "The Ultimate Commodity". This proposal has been made with the initial intention of study the conceptual, aesthetic, narratives and especially technological possibilities of the augmented reality integration in the theater scene. At the same time of the design of this performance, we have developed a software toolkit called ARTheater with the purpose of facilitating the incorporation of this technology in the theater. This toolkit permits the creation of AR theater without complex questions of programming, simply using a graphical user interface; we think that it will help the experimentation in this area.

Keywords: Augmented Reality, Digital Theater, performing arts, multiuser interaction, audiovisuals

Introducción

Desde sus inicios, el teatro ha sido un lugar para la representación de ficciones. Ficciones que se reflejan a partir de la voz y el movimiento de los actores, el sonido, la iluminación, etc... y que se apoyan en mayor o menor grado en el diseño escenográfico para trasladarnos a distintos lugares, físicos o mentales, durante la representación. En prácticamente todos los géneros teatrales se emplean pequeños trucos o recursos escénicos para hacernos pensar que el escenario es algo más que un entarimado situado frente a nosotros. La creación de estos espacios ilusorios cobra especial relevancia en representaciones basadas en la fantasía, la magia o la ensoñación. Sin embargo, la innovación escenográfica ha penetrado en todos los géneros y cada vez asistimos a más representaciones donde la ficción teatral se apoya en efectos especiales que utilizan las tecnologías más avanzadas. Estas tecnologías, y la cada vez mayor implicación del escenógrafo en la creación teatral, han suscitado nuevas estrategias escénicas: encontramos por ejemplo situaciones en las que "el decorado" se comporta como un elemento activo de gran importancia para la escena, llegando incluso a tener el mismo valor que los actores, convirtiéndose en uno más de ellos y por lo tanto situándose a su mismo nivel de significación narrativa y protagonismo en la obra (Romera Castillo, y otros., 2006).

Ante este panorama, la incorporación de las nuevas tecnologías audiovisuales promete actualizar la escena teatral a las nuevas posibilidades expresivas ofertadas por ellas. De esta manera, un medio tan antiguo como el teatro podrá seguir adaptándose a las tecnologías de su época ganando con ello nuevos recursos expresivos y capacidades, que sin duda atraerán a los espectadores y dinamizará la situación actual de las artes escénicas. Bajo estas premisas generales podemos encontrar investigaciones como las del grupo Fluxus y John Cage (Cage, 1987) uno de los pioneros en expandir lo que se consideraba en su momento arte, tecnología y teatro. Más recientemente, con la adaptación de los ordenadores personales en los años 80 nacieron nuevas posibilidades para crear performances basadas en la comunicación a distancia, y gracias a esto, artistas como Sherrie Rabinowitz y Kit Galloway empezaron una transición desde los experimentos de performances que utilizan transmisiones vía satélite al uso de Internet (Packer y Jordan, 2001).

En la actualidad, la utilización de recursos multimedia en la escena teatral, salvo casos aislados, aunque hay un uso bastante generalizado de los mismos, todavía no ha llegado a ser eficiente, encontrándonos en muchos casos con pequeños titubeos y aproximaciones que no sacan partido a las excitantes capacidades expresivas que este medio puede aportar. Aunque en el caso del uso de recursos sonoros sí que se ha llegado a una optimización del medio, en lo visual la situación es bastante distinta. Dejando a un lado los recursos de iluminación y centrándonos en el uso de las videoproyecciones, nos encontramos con que en la mayoría de los casos hay una limitada integración de éstos. Por ejemplo, en muchos casos su uso se limita a proyectar imágenes de vídeo pregrabadas sobre determinadas áreas del escenario a modo de decoración animada; dándose incluso el caso –en determinadas obras– de no llegar a romper el formato rectangular con proporciones 4x3 ó 16x9 de proyección y realizando con ello una limitada integración en la escenografía del elemento proyectado. En algunas obras se utiliza también el uso de proyecciones de imágenes vídeo tomadas desde cámaras situadas en la escena a modo de circuito cerrado, de esta manera se realiza la interpretación de un actor o actores al destacar esta sobre el resto. Tal vez estemos aquí ante un uso más apropiado del medio, pero si lo analizamos más detenidamente se trata de un recurso específico que pronto puede quedar sobreutilizado, más que de una integración global de los multimedia en la obra.

Como excepción a esta situación podemos citar la obra "Super Vision" realizada por la compañía teatral The Builders Association y el estudio multimedia Dbox1. Esta obra explora los cambios en la naturaleza de las relaciones sociales producidas al vivir en una sociedad "postprivada" donde información personal electrónica es constantemente recogida y distribuida. Es un ejemplo de una magnífica integración y uso de medios audiovisuales en escena, tanto por su uso a nivel técnico como por su oportuna integración en la temática de la obra.

Nuestra investigación tiene como objetivo desarrollar una plataforma que permita la integración total de los multimedia y especialmente de tecnologías de realidad aumentada en la obra teatral, resaltando especialmente la interacción entre elementos físicos (reales) y digitales (virtuales) ya sean objetos de la escenografía o los propios actores. Debido a que las cajas escénicas de los teatros actuales permiten controlar con gran precisión el nivel lumínico y acústico de la sala, resulta relativamente sencillo incorporar complejas tecnologías audiovisuales –como la de realidad aumentada- que aportan el carácter de magia e ilusión anteriormente mencionado. De manera general y la concepción tradicional del espacio teatral, la caja escénica se presenta como un espacio acotado y fácilmente controlable desde donde se pueden desarrollar, experimentar y testar nuevas tecnologías audiovisuales que contribuyen a la expansión narrativa, comunicativa e interactiva del teatro. En este contexto, extraordinariamente fértil, nuestra investigación surge con la intención de explorar la incorporación de la tecnología de realidad aumentada al espacio de la representación.

Las características especiales de esta nueva tecnología nos llevan a considerarla a priori como un recurso excelente para la expresión dramática, considerando principalmente las posibilidades de integración de objetos reales y virtuales simultáneamente en la escena, la sencillez técnica que requiere y la seducción visual que produce.

Introducción a la tecnología de realidad aumentada

El concepto de "realidad aumentada" puede ser aplicado a un gran número de usos. De forma general y bajo una definición expandida podemos entender que se refiere a cualquier aumento de las capacidades perceptivas y de acción del ser humano. Bajo este punto de vista, los seres humanos habitamos en un mundo de realidad aumentada donde podemos comunicarnos en la distancia, volar más rápido que el sonido y habitar mundos virtuales. Podemos establecer los límites perceptivos "naturales" del ser humano dentro del umbral de nuestros sentidos y los de nuestras capacidades motrices y físicas en nuestras posibilidades corporales. Por lo que la gran variedad de dispositivos tecnológicos desarrollados a lo largo de la historia amplían enormemente las capacidades sensitivas y de acción del ser humano.

De entre la gran variedad de sistemas tecnológicos que amplían al ser humano, nuestras investigaciones se centran en los medios audiovisuales y más concretamente los destinados a mostrar los entornos híbridos consistentes en la integración de elementos físicos (reales) y digitales (virtuales). Como ejemplo de investigaciones anteriores que hemos desarrollado en este marco podemos citar el proyecto "Red Libre Red Visible" (Boj, y otros., 2005) que permite visualizar los datos digitales (ondas) que circulan por el espacio físico o la pieza interactiva "Cuidado Frágil" 2 que invita a los visitantes a romper un jarrón virtual tantas veces como quieran. Esta última obra es un ejemplo claro que como los actores reales pueden interactuar en escena con elementos virtuales.

Centrándonos en el tema de estudio de este artículo, de entre las distintas tecnologías de realidad aumentada que podemos incorporar al teatro hemos escogido la realidad aumentada en 3D dimensiones por ofrecer un mayor abanico de posibilidades y concretamente un control total sobre los objetos digitales superpuestos en el entorno físico. Esta tecnología está formada por un espacio de representación digital en tres dimensiones compuesto como elemento más significativo por una imagen vídeo a tiempo real (o diferido) situada en el fondo del espacio de representación, concretamente en su último plano. Sobre esta imagen vídeo se pueden colocar otras imágenes o vídeos con canal alfa transparente y también objetos 3D. De tal manera que el resultado final es una especie de sándwich compuesto por capas de imágenes superpuestas e integradas en una imagen final. Gracias al uso de técnicas avanzadas de programación en 3D provenientes de los videojuegos podemos controlar las acciones e interacciones de cada uno de los elementos que conforman la imagen.



Fig. 1. Ejemplo de sándwich de elementos que utiliza la realidad aumentada en 3D

La regla fundamental de la realidad aumentada consiste en que es necesario saber la posición de la cámara real desde la que se ha tomado la imagen de vídeo relativa a un objeto de esa misma imagen. De esta manera y gracias a ello, es posible superponer los objetos sobre esta imagen cumpliendo las leyes de la representación renacentista y por tanto con bastante realismo, ya que son representados con el mismo punto de vista con el que la cámara real grabó la imagen de fondo. Para que esto sea posible se desarrollaron a finales de los noventa las primeras librerías de realidad aumentada llamadas ARtoolkit (Augmented REality Toolkit) (Hirokazu y Mark, 1999) que están formadas por un algoritmo que analiza la imagen grabada por la cámara de vídeo en busca de un patrón gráfico (un marco cuadrado negro que por el efecto del ángulo desde el que ha sido grabado generalmente aparece como un paralelogramo), gracias al cual se puede calcular la posición de la cámara que grabó esa imagen, relativa al patrón o popularmente denominado "marca de realidad aumentada" o "marca RA".

Básicamente, cuando el algoritmo encuentra esta marca, analiza las coordenadas de sus cuatro esquinas y gracias a los valores de cada uno de esos cuatro puntos espaciales colocados sobre un plano obtiene la posición y orientación en el espacio cartesiano de la cámara que tomó la imagen relativa a la marca.

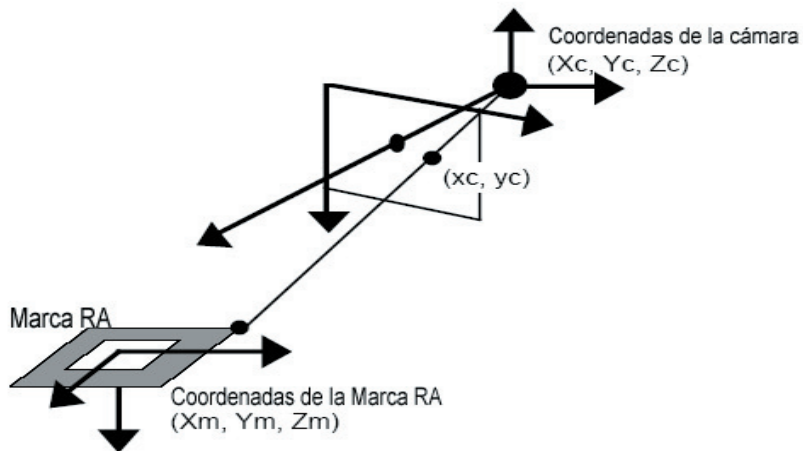


Fig. 2 Imagen de realidad aumentada y esquema descriptivo de la relación entre las coordenadas de la cámara y la marca.

El caso descrito es la situación más compleja que se puede dar en una aplicación de realidad aumentada para teatro, ya que tanto la cámara como el patrón están en movimiento, obligando al algoritmo a analizar constantemente la imagen para encontrar la posición de la cámara. En otras ocasiones la cámara puede estar fija facilitando con ello la incorporación de objetos virtuales en la escena y en este caso puede no ser necesario el uso de marcas o patrones de reconocimiento.

Las investigaciones actuales se orientan en evitar totalmente el uso de "marca RA", para ello es necesario desarrollar técnicas de visión por ordenador más sofisticadas basadas en el desarrollo de nuevos algoritmos que permitan descubrir la posición de la cámara utilizando "natural feature tracking" (traqueo de características naturales) (Neumann y You, 1999) consistente en sustituir las marcas anteriormente descritas por elementos reales que componen la escena. De esta manera, estas nuevas técnicas nos prometen poder superponer objetos digitales sobre entornos reales, ya sean en interior o exterior, sin necesidad de usar ninguna marca específica. Gracias al uso de estos algoritmos el ordenador es capaz de reconocer los objetos que está viendo y actuar según los parámetros de programación que tenga previstos específicamente para ellos. En estos momentos todavía no hay desarrolladas unas librerías que de forma estable sean capaces de realizar esta función, si que se han desarrollado bastantes investigaciones en este sentido que bajo determinados ambientes controlados obtienen resultados relativamente satisfactorios (Simon, y otros., 2000). Pero todavía hemos de esperar algún tiempo a que esta tecnología esté lista para poder ser usada y desarrollar aplicaciones a partir de ella.

Posibilidades narrativas y de interacción de la realidad aumentada en el teatro

Integración real – virtual en la escenografía

Para poder llevar a cabo una obra teatral que use la realidad aumentada, se requiere un desarrollado estudio integral de la escenografía y de los elementos que la componen con el objetivo de llegar a una total integración de proyecciones y pantallas en la escena. El tradicional aspecto rectangular y plano de la pantalla desaparece, borrándose sus contornos e integrándose en superficies tridimensionales. De esta manera se puede incluso llegar a la utilización de escenarios virtuales que pueden reaccionar dinámicamente a las acciones y estado de la obra, cambiando total o parcialmente su apariencia y con ello transportar la acción por infinitos escenarios reales o imaginarios.

Concretamente, una de las posibilidades más destacadas de la realidad aumentada es la de integrar objetos virtuales en dos y tres dimensiones en la escena teatral y además permitir la interacción con estos elementos. Para llevar a cabo la integración en la escena, el teatro cuenta con una gran ventaja debido a que los espectadores sólo acceden a la visión del escenario desde un determinado ángulo de visión y por lo tanto es posible utilizar un gran número de recursos que de otra manera –si los espectadores pudieran acceder desde cualquier ángulo- no sería posible. Como ejemplo de estos recursos podemos mencionar las pantallas de proyección transparentes, ya que gracias a éstas los espectadores pueden ver en una misma escena a los actores reales junto a los elementos virtuales proyectados. Utilizando varias de estas pantallas e integrándolas con la escenografía se puede llegar a obtener interesantes resultados, donde incluso será difícil percibir cuáles son los actores u objetos reales y cuáles los virtuales.

Interacción

La gran capacidad de interacción de la realidad aumentada es tal, que en principio todas las posibilidades interactivas que utilizan los videojuegos actuales son susceptibles de ser trasladadas al teatro. Por ejemplo podemos utilizar sofisticadas técnicas de animación de objetos virtuales basados en patrones de inteligencia artificial y leyes físicas. En el caso de utilizar actores virtuales, éstos pueden ser modelos 3D, en tal caso podemos tener un control total sobre los mismos a nivel de interacción o actores pregrabados. En este caso, su actuación puede ser dividida en secuencias de corta duración, de tal manera que conforme se vaya desarrollando la obra el sistema informático va reproduciendo la correspondiente secuencia. De esta manera es posible integrar dinámicas de improvisación ya que el sistema puede tener un gran número de secuencias pregrabadas y elegir inteligentemente la más apropiada.



Fig. 3. Ejemplo de interacción en "The ultimate Commodity"

Interacción remota

Otra importante posibilidad de la realidad aumentada es el uso de la interacción remota, los actores pueden estar ubicados en cualquier lugar geográfico, sin importar la distancia al teatro, e interactuar a tiempo real con la obra. Su imagen es capturada y enviada por las redes de comunicación al escenario donde además puede ser manipulada –borrando el fondo por ejemplo- para obtener un efecto deseado. De esta manera se abren las puertas para la realización de obras teatrales donde la telepresencia sea un factor determinante al poder representar al mismo tiempo y en distintos teatros repartidos por todo el globo terráqueo una obra interpretada por actores presentes y remotos (AA.VV., 2006).

Interacción con el público

La integración de los medios informáticos en el teatro abre también la posibilidad de que el público participe activamente en la obra por medio de la interacción entre éste, el sistema informático y los actores.

Aunque las primeras participaciones del público en el teatro moderno se iniciaron con los happenings de Allan Kaprow a finales de los 50 (Kane, 1981), las nuevas tecnologías diseñadas para la interacción en grupo a tiempo real ofrecen un abanico de posibilidades para la interacción del público en la escena teatral.

Interfaz

Actualmente se encuentra bastante desarrollado el uso de una interfaces de comunicación con el sistema informático denominadas transparentes o gestuales (Davis y Shah, 1994). Gracias a este tipo de interfaces, en lo que respecta a la interacción, podemos ver cómo los actores reales pueden agarrar, desplazar, lanzar, etc. los objetos directamente con sus manos y sin la necesidad de utilizar ningún otro tipo de sistema de comunicación con el ordenador. Esto es posible debido al uso de sofisticados sistemas de visión por ordenador y sensores que traquean a los actores, detectando su posición y también los movimientos de su cuerpo, manos, cabezas o piernas. De esta manera los ordenadores pueden saber en todo momento la situación e incluso la postura del actor y activar gracias a ello los elementos que previamente hayan sido programados según la acción que el actor esté interpretando.



Fig. 4. Imágenes de "Cuidado Frágil!" como ejemplo interfaz gestual de interacción

Un caso práctico: “The Ultimate Commodity”

Sinopsis de la obra

Para llevar a cabo un primer desarrollo de aplicación de realidad aumentada a las artes escénicas realizamos una pequeña obra teatral de aproximadamente 15 minutos de duración a la que hemos titulado “The Ultimate Commodity” (La Comodidad Definitiva). Esta obra surge a partir de la adaptación de pequeño texto de ficción con título homónimo del autor de Singapur Gopal Baratham. Escogimos este texto porque nos sirve como vehículo ideal para usar la realidad aumentada y gracias a esta tecnología explorar, desarrollar y representar el tema central de la obra de Baratham. A grandes rasgos este texto trata sobre como en un futuro próximo un científico de Singapur desarrolla una fórmula química que causa a toda persona que la ingiere importantes cambios físicos, concretamente el hacer que sus órganos pueden ser donados a cualquier otra persona sin ningún peligro de rechazo. En este futuro imaginario, el gobierno de Singapur se ha tomado la libertad de añadir esa fórmula al suministro potable de agua potable, de esta manera todos los ciudadanos se transforman en donantes potenciales de órganos pero al mismo tiempo algunos extraños cambios empiezan a producirse. El más significativo de todos estos cambios consiste en que las diferencias morfológicas de los ciudadanos de este pequeño país empiezan a desaparecer, creándose una estandarizada similitud entre todos ellos, llegándose a dar el caso de que los ciudadanos empiezan a confundir sus apariencias siéndoles difícil distinguir entre una u otra persona.

En este marco, nuestra obra se centra en una pequeña parte de la historia; concretamente en la crisis de identidad con la que se enfrenta el padre (Binny) cuando confunde a su hija con su mujer. La realidad aumentada se nos presenta en este punto como el medio ideal para contar esta historia debido al potencial que nos ofrece al poder intercambiar –por ejemplo- las caras de los actores y gracias a ello la obra representa el estado de confusión de Binny. Por lo tanto utilizamos un nuevo medio que nos permite presentar de forma muy eficiente conceptos ya clásicos como los problemas de identidad y la homogeneización social pero utilizando innovadores recursos expresivos para su puesta en escena.

Proceso de creación

Esta obra ha sido realizada gracias a la colaboración entre un grupo multidisciplinar de personas. Al ya de por sí amplio espectro de especialistas que componen las compañías teatrales, fue necesario añadir algunos perfiles como ingenieros informáticos y expertos en realidad aumentada. Gracias a este rico perfil de profesionales y debido también a las características propias de la tecnología de realidad aumentada, nos propusimos llevar a cabo nuestra propia metodología de trabajo. En base a ella todos los elementos de la obra se han ido gestando en continua comunicación y de forma paralela. No se trató de poner en escena un guión preestablecido, sino que éste se ha ido construyendo día a día a partir de la experimentación y la comunicación entre todos los elementos de la obra. De esta manera las posibilidades expresivas de la realidad aumentada, el texto, la dirección escénica y actores, diseño de interacción y espacio se han ido desarrollando al mismo tiempo en un continuo proceso de comunicación y retroalimentación.

Descripción del sistema tecnológico utilizado en “The Ultimate Commodity”. Un ejemplo de adaptación del sistema técnico de realidad aumentada a la caja escénica

Para la puesta en escena de la realidad aumentada diseñamos una escenografía lo más sutil y sintética posible de tal manera que permitiera un uso eficiente de la misma. Por lo tanto, el diseño de la escenografía fue realizado en función de las necesidades específicas que esta tecnología requiere para su funcionamiento. Al tratarse de una primera obra experimental creada con el objetivo de estudiar la posible integración de la realidad aumentada en las artes escénicas, nuestra intención fue la de eliminar todos los elementos que no fueran estrictamente indispensables para este fin y de esta manera realizar en las mejores condiciones posibles el análisis orientado al estudio de este objetivo.

En el siguiente esquema podemos ver la disposición de los elementos en el escenario.

Básicamente, está dividido en dos partes: el FrontEnd que constituye la parte visible al público y el BackEnd destinado a la producción de realidad aumentada. Estas dos partes están divididas por una pantalla de proyección de grandes dimensiones situada longitudinalmente en el centro del escenario sobre la que proyectamos la imagen tomada por cualquier de las dos videocámaras utilizadas en la obra. La primera videocámara está situada en el BackEnd, concretamente detrás de la pantalla de proyección y en el centro de la misma, a 150 cm de altura; de esta manera la imagen grabada por ella es proyectada en la pantalla central y sirve como una extensión de profundidad del escenario, creándose una ilusión óptica que elimina la pantalla y aumenta virtualmente la profundidad del escenario; en otras palabras une el FrontEnd y BackEnd en un solo escenario, que podemos denominar híbrido, al estar formado por la mezcla al mismo nivel elementos físicos y digitales.

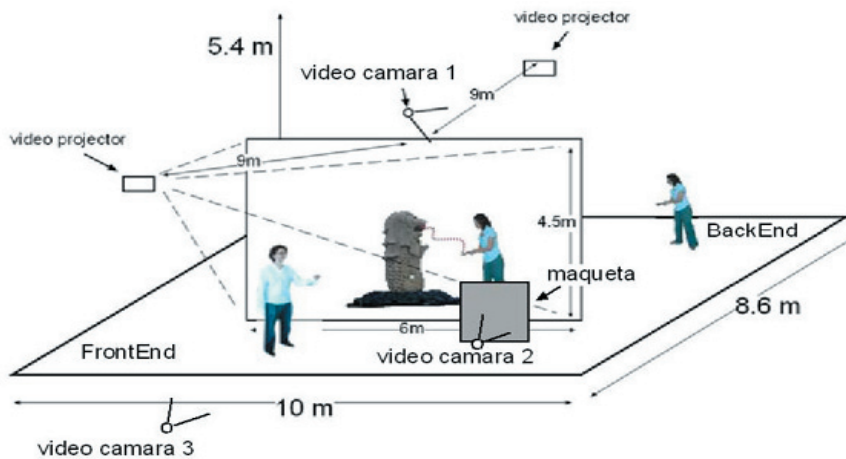


Fig. 5. Esquema de distribución del escenario

Gracias a este sistema se produce la sensación de que los actores que aparecen proyectados en la pantalla están presentes en el escenario, al ser integrados de manera efectiva en la escena. Pero realmente estos actores están situados detrás de la pantalla central de proyección, interpretando delante de la primera videocámara y dentro de una zona delimitada; ya que de otra forma se rompería la relación de perspectiva en el escenario híbrido. Para que los actores puedan ver lo que sucede al otro lado de la pantalla, en el FrontEnd, situamos una tercera cámara de vídeo que graba desde el punto de vista de los espectadores el escenario y esta grabación es mostrada a tiempo real por una videoproyección sobre la parte trasera de la pantalla central.

De esta manera los actores en el BackEnd pueden ver a los otros actores, a ellos mismos y también los efectos de realidad aumentada que en ese momento estén sucediendo. Debido al uso de este sistema de escenario híbrido, el BackEnd podría estar situado en cualquier ubicación geográfica, dentro o fuera del propio teatro, abriendo la posibilidad de realizar obras de teatro y telepresencia y de esta manera pudiendo unir incluso múltiples actores desde distintas localizaciones geográficas.

La segunda cámara utilizada en la obra está situada sobre un pequeño trípode de 5 cm de alto que enfoca a la maqueta del escenario para marionetas. En este pequeño escenario, situado de cara al público, se encuentran dos muñecos que representan a Binny y su esposa. En esta secuencia, ejecutada en el último acto de la obra, mostramos al público el uso de la tecnología y destapamos todo posible misterio creado alrededor del funcionamiento de la realidad aumentada. Estos muñecos tienen sobre su cabeza unas pequeñas marcas de realidad aumentada de tal manera que en la imagen proyectada se ven superpuestas las caras de Binny y su esposa sobre ellas, por lo tanto los espectadores pueden ver como en la imagen real la cabeza de los muñecos está tapada por la "marca RA" y en la proyectada se ve la cara digital.

Debido a que la posición de los actores que mueven los muñecos a modo de marioneta no les permite ver el resultado final de la realidad aumentada, especialmente si la cámara está grabando correctamente a los muñecos o no y por lo tanto si el programa está reconociendo las marcas de realidad aumentada, colocamos frente a ellos una pequeña pantalla que muestra la misma imagen que en esos momentos es proyectada en la pantalla central.



Fig. 6. Imagen de la maqueta y el su visualización en el escenario

Desde un punto de vista tecnológico todo el sistema está controlado por un único ordenador central, al que conectamos las dos cámaras principales; la tercera cámara funciona de manera independiente conectada directamente en circuito cerrado al vídeo proyector. Este ordenador ejecuta el programa ARTheater diseñado específicamente para esta obra. En el siguiente apartado podemos encontrar una descripción detallada de este programa, pero creemos conveniente comentar aquí que funciona como un panel de control que permite ejecutar distintas acciones (selección de cámaras, superposición de elementos, fundidos, activación de sonido, etc) y enviar la imagen resultante de realidad aumentada al monitor secundario del ordenador que está conectado al vídeo proyector principal para que proyecte esta imagen sobre la pantalla situada en el centro del escenario.

Con todo este despliegue tecnológico nos aseguramos de que la integración en cuanto a perspectiva y proporción de los actores en el escenario híbrido sea la correcta y también de que los actores situados en cualquier parte del escenario híbrido –ya sea en el FrontEnd, en el BackEnd o en la maqueta- puedan ver en todo momento el resultado global de la obra en el escenario híbrido -y gracias a esto- puedan crearse dinámicas de improvisación y comunicación entre ellos.

Descripción de los recursos expresivos de realidad aumentada utilizados en "The Ultimate Commodity"

Para una mejor comprensión de los posibles resultados que el uso de la realidad aumentada puede tener en las artes escénicas vamos a ir explicando detenidamente cada uno de los recursos utilizadas en la obra "The Ultimate Commodity".

- Superposición de elementos sobre marcas RA.

Una de las mayores ventajas que tiene el uso de la tecnología de realidad aumentada, que utiliza reconocimiento de patrones por visión por ordenador, es que podemos fácilmente superponer elementos

digitales sobre estos patrones, de tal manera que puede parece que estos elementos están pegados a la marca de RA. Al encontrarnos en un entorno de programación en 3D prácticamente cualquier elemento gráfico puede ser colocado sobre estas marcas, de esta manera podemos ver como imágenes, vídeos, textos ó modelos 3D son visualizados sobre ellas. Creemos conveniente mencionar la interesante posibilidad de que las imágenes 2D y los vídeos tengan fondo transparente utilizando canal alfa; de esta manera podemos integrar estos elementos fácilmente en la escenografía. A continuación podemos ver algunos casos concretos en los que se aprecia como superponemos imágenes sobre las "marcas RA" en "The Ultimate Commodity", especialmente cuando los actores utilizan las "marcas RA" a modo de mascara intercambiando sus caras.



Fig. 7. Ejemplo de superposición de imagen 2D

- Jugando con los elementos entre marcas RA

Como ya hemos mencionado el principal efecto que se produce en el uso de la realidad aumentada consiste en la sensación de que los elementos están literalmente pegados a la "marca RA", pero además podemos utilizar muchos otros recursos interactivos o de animación utilizando esta tecnología, como por ejemplo intercambiar elementos entre marcas o colocarlos o recogerlos en el escenario. Además estos elementos pueden aparecer, desaparecer, transformarse en otros, etc. De modo general podemos describir que a estos objetos digitales se les asigna una ubicación en el espacio escénico respecto a la cual se pueden establecer sofisticadas dinámicas de interacción.

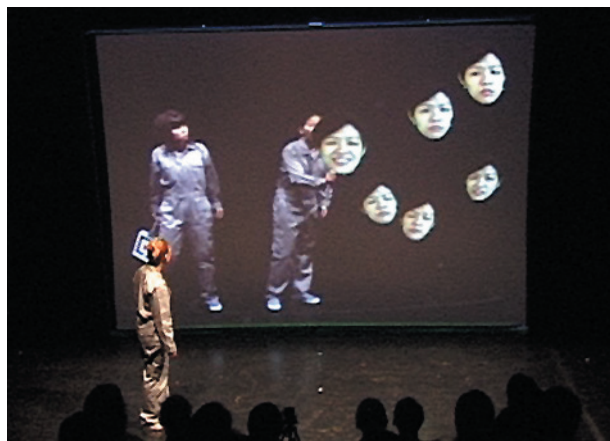


Fig. 8. Ejemplos de "pegado" de imágenes 2D en la pantalla

- Uso de actores superpuestos en el escenario

En determinados casos en los que la interacción entre el actor y el objeto digital no requiere de un control muy preciso, puede no ser necesario utilizar "marcas RA". Por ejemplo, en la imagen que vemos a continuación, correspondiente a un momento de la obra en el que utilizamos un actor virtual previamente grabado sobre fondo transparente, no recurrimos al uso de marcas ya que el actor entraba y salía de escena por la izquierda de la pantalla tras interpretar durante medio minuto aproximadamente un pequeño paseo por el escenario.



Fig. 9. Ejemplos de actor virtual

En este caso existen ciertos límites de interactividad y control con el elemento digital. Esto se debe a que simplemente estamos usando una superposición del elemento -un actor virtual en este caso- sobre la pantalla o escenario y por lo tanto este actor es independiente en sus movimientos a cualquier otra acción que en ese momento pueda ocurrir.

- Cambio del fondo del escenario

Si el anteriormente descrito BackEnd reúne las condiciones adecuadas, podemos utilizar también tecnología de sustracción o eliminación automática del fondo, de tal manera que podemos colocar cualquier fondo digital sobre los actores reales que son grabados en este espacio. Esta acción no pudo ser utilizada en nuestra obra por limitaciones temporales y de recursos.

Descripción del programa ARTheater

Como ya hemos comentado, otra de las intenciones principales de esta investigación fue la de realizar una herramienta informática que facilite el uso y la incorporación de la tecnología de realidad aumentada en las artes escénicas. Actualmente no tenemos constancia de la existencia de ningún programa que pueda hacer esta labor, aunque si hay programas como el conocido Isadora 4 diseñado inicialmente para vídeo danza, que actualmente también abarca aplicaciones para teatro. Pero este programa no integra tecnología de realidad aumentada por reconocimiento de patrones a través de técnicas de visión por ordenador. Por lo tanto creemos en el interés y la necesidad de llevar a cabo el desarrollo de esta herramienta, que por otro lado, al día de hoy todavía se encuentra en una fase inicial de desarrollo.

ARTheater consiste en un programa distribuido bajo licencia GNU-GPL que utiliza las librerías de realidad aumentada Mxrtoolkit también distribuidas bajo la misma licencia. Los efectos 2D y 3D están programados en OpenGL y todo el sistema está desarrollado en el entorno de programación Visual C++ 6. Como elemento más importante podemos destacar la interfaz gráfica que está dividida en tres apartados. Como podemos ver en el siguiente gráfico, el primer apartado es donde se visualiza la imagen final con los elementos de realidad aumentada. Esta imagen es la misma que será proyectada en la pantalla central del escenario al ser enviada por la salida secundaria de la tarjeta gráfica. En el segundo apartado de la interfaz gráfica están los elementos que permiten configurar las acciones que en cada momento temporal específico han de ser reproducidas en la línea de tiempo que está representada en la tercera parte de la interfaz del programa.



Fig. 10. Interfaz gráfica del programa ARTheater

El funcionamiento es bastante sencillo ya que los usuarios pueden configurar previamente cada una de las acciones que han de sucederse a lo largo de la representación, cada vez que una de estas acciones ha sido configurada, el usuario ha de dar click en el botón "send" y esta acción es enviada a la línea de tiempo. Cuando la obra se está interpretando, una persona a modo de controlador debe estar pulsando en el momento preciso cada una de las acciones. De esta manera se da cabida a un determinado espacio para la improvisación, permitiendo que los actores reales sean los que van dirigiendo el ritmo de la representación.

Conclusiones e intenciones de trabajo para el futuro

En este artículo hemos presentado los resultados de la investigación realizada con el fin de estudiar las posibilidades de integración de la tecnología de realidad aumentada basada en visión de patrones por ordenador en las artes escénicas. Para realizar este estudio llevamos a cabo una obra teatral de corta duración –aproximadamente 15 minutos– y al mismo tiempo desarrollamos un programa informático que a modo de toolkit–conjunto de herramientas–permite configurar y controlar los recursos de realidad aumentada utilizados en la obra. Gracias a todo ello y de modo general podemos afirmar que a partir de primer acercamiento a la integración de la realidad aumentada en el teatro hemos encontrado las siguientes conclusiones:

-La tecnología de realidad aumentada permite una integración muy efectiva y desarrollada de elementos digitales en la escena, incluso podemos llegar a crear una confusión tal en el espectador que no pueda diferenciar los elementos digitales y reales.

-Gracias a esta tecnología también podemos utilizar sofisticados recursos para la interacción con los objetos digitales en la escena de tal manera que los actores reales pueden prácticamente realizar todo tipo de acciones con ellos.

- Esta tecnología abre las puertas para la utilización de actores remotos en las obras escénicas y también para la representación simultánea de una misma obra en determinadas localizaciones geográficas.

Debido a los satisfactorios resultados obtenidos en esta investigación nuestras intenciones para un futuro próximo son las de seguir desarrollando la herramienta informática de teatro y realidad aumentada descrita en este artículo y al mismo tiempo ir testándola con pequeñas obras teatrales, a modo de ensayo. Esta herramienta es distribuida bajo licencia GNU-GPL 5 con la intención de que sean los colectivos de artes escénicas o cualquier persona interesada en el proyecto puedan participar activamente en su desarrollo.

Notas

1 Más información en <http://www.superv.org/> [fecha visita 20-4-07].

2 Más información en www.lalalab.org

3 Concretamente que el espacio tenga una iluminación intensa y homogénea y que esté pintado de un color intenso y puro como azul o verde, gracias a esto nuestro programa busca ese color en la imagen y lo elimina, obteniendo como resultado final la imagen del actor con el fondo borrado.

4 Más información en <http://www.troikatronix.com/isadora.html> [fecha visita 20-4-07]

5 Puedes encontrar más información en www.lalalab.org

Bibliografía

AA.VV., 2006, The 9th International Workshop on Presence Proceedings en: *Presence 2006*, Cleveland State University, Cleveland, USA.

BOJ, C., D. DIAZ, y otros., 2005, Free network visible network en: *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*, ACM Press, Valencia, Spain.

CAGE, J. *X writings '79-'82*, Marion Boyars, London, 1987.

DAVIS, J. y M. SHAH. Visual gesture recognition en: *Vision Image and Signal Process*, IEE, 1994.

HIROKAZU, K. y B. MARK. *Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-Based*, 1999.

Augmented Reality Conferencing System en: *Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality*, IEEE Computer Society.

KANE, J. N. *Famous first facts a record of first happenings, discoveries, and inventions in American history*, H.W. Wilson, New York, 1981.

NEUMANN, U. y S. YOU. *Natural Feature Tracking for Augmented Reality en IEEE Transactions on Multimedia*, (volumen 1 / 1), pag. 53-64. 1999.

PACKER, R. y K. JORDAN. *Multimedia: from Wagner to virtual reality*, Norton, New York., 2001.

ROMERA CASTILLO, J., F. GUTIÉRREZ CARBAJO, y otros., 2006, *Tendencias escénicas al inicio del siglo XXI actas del XV Seminario Internacional del Centro de Investigación de Semiótica Literaria, Teatral y Nuevas Tecnologías : Madrid, UNED, 27 al 29 de junio de 2005*, Visor Libros, Madrid.

SIMON, G., A. FITZGIBBON, y otros. Markerless Tracking using Planar Structures in the Scene en: *ISAR*, 2000.