

Desarrollos de Software y sistema de Hardware para la Performance

Morfogénesis

de danza interactiva, electroacústica, vídeo y arquitectura virtual generativa

Instituto REVERSO

JAIME DEL VAL (Instituto REVERSO, Dir.)
GREGORIO GARCÍA KARMAN (U.C.M.)
RICARDO GADEA (IUA-UPF)

Congreso Internacional **Ciberart** Bilbao 2004

Premio Tecnologías Emergentes

1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTO

Morfogénesis es una performance de danza interactiva, electroacústica, vídeo y arquitectura virtual generativa en la que el movimiento de una bailarina es capturado a través de una cámara de vídeo y analizado en tiempo real para la producción y el procesado de vídeo, sonido y gráficos tridimensionales.

Morfogénesis es un término usado en biología para describir los procesos de formación de los órganos en los organismos que nacen. En Morfogénesis se emplea el término en un sentido metafórico que plantea la *representación* como un proceso que oscila entre la concreción y la abstracción, entre la materialización y la desmaterialización. Se trata de plantear un nuevo paradigma que aborde la cuestión de la corporalidad, el lenguaje y la representación como procesos de significación multidimensionales y abiertos, en un contexto postestructuralista de crítica del biopoder(1).

Siguiendo el concepto de cuerpo amplificado y posthumano se plantea un hyperinstrumento, o *metacuerpo*, que redefine la escritura y el lenguaje como procesos de sedimentación en una encrucijada nueva de elementos no verbales de la comunicación. Los planos visuales, sonoros, gestuales, espaciales y textuales revelan lo inestable y abierto de sus fronteras; se vinculan en el proceso a través de parámetros simples de interacción pero su entidad excede la interacción. Se generan relaciones abiertas entre planos, significados posibles e inciertos. Es un cuerpo que «habla en la frontera de lo pronunciable, asumiendo el riesgo de redibujar la línea entre lo que es y no es pronunciable, de ser expulsado al reino de lo impronunciable»(2).

2. PROCESO

El proceso de formación del instrumento fue paralelo a su experimentación directa en los ensayos y a la construcción de la obra, partiendo de una plataforma flexible y abierta que ofrecía muchas posibilidades para la experimentación. El trabajo aborda primero de forma separada el estudio del movimiento, la programación, el sonido y la imagen para luego trabajar en sus interrelaciones.

En el proceso fue determinante la intervención de Gregorio García Karman para el diseño de la programación del instrumento en la parte de análisis de imagen, audio y vídeo en Max-MSP-jitter y la dirección técnica del montaje; Ricardo Gadea y Luka Brajovic se encargaron de la programación en Virtools, con licencia de Su-studio. De especial relevancia fue la colaboración

con la bailarina Iva Horvat. También es importante mencionar la colaboración con Silvia Kuchinow en el diseño de luces, y con Valeria Civil para el vestuario. El concepto y la dirección general, musical y visual estaba a cargo de Jaime del Val. El Centro Cívico Barceloneta cedió su salón de actos para el prolongado periodo de ensayos y se contó a su vez con el apoyo del LIEM-CDMC en Madrid. Morfogénesis se estrenó en Madrid, en La Casa Encendida el 25 de octubre de 2003. Morfogénesis es una producción del Instituto REVERSO. www.reverso.org

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Partiendo del conocimiento de desarrollos existentes en el ámbito de la danza interactiva, en Morfogénesis hemos querido crear un instrumento que capture el movimiento y su expresividad de la forma más global e intuitiva posible. Hemos optado por el trabajo con una cámara de vídeo, utilizando una única zona de captura, equivalente a todo el vértice del escenario en el que actúa la bailarina con el fin de tener una percepción en todo momento de los desplazamientos, la posición, la velocidad y otros aspectos del movimiento relativos a todo el cuerpo, al uso global del espacio y análogos en parte a la percepción visual que cualquier público tiene de la danza, así como a las sensaciones que siente y transmite el bailarín.

La característica principal del instrumento es el conjunto orgánico de relaciones que se establecen entre los datos del movimiento, la voz del bailarín y el entorno visual y sonoro, que constituye un conjunto fluido de elementos altamente interactivos y generativos pero con entidad propia independiente más allá de la interacción.

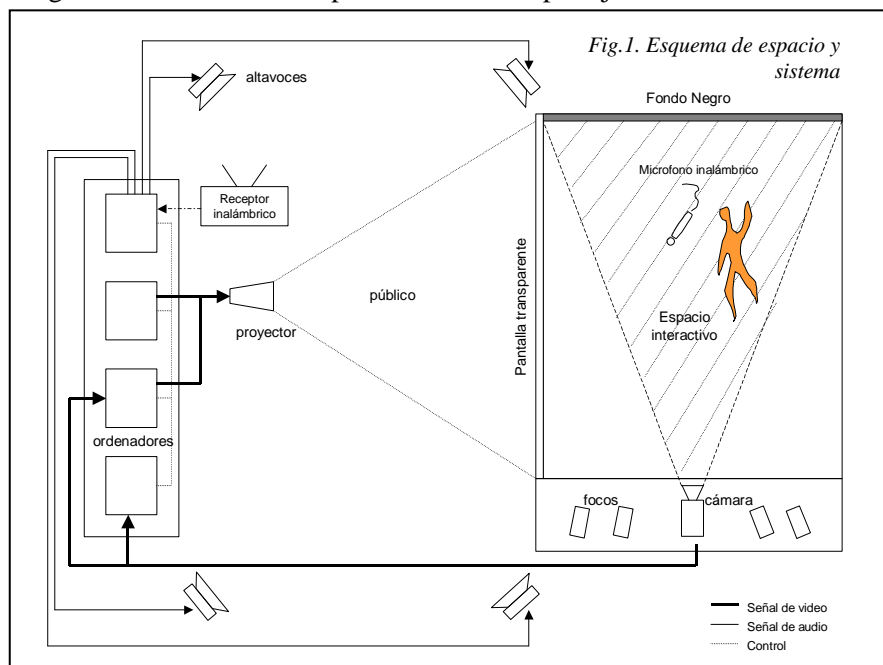
En el aspecto sonoro, siguiendo el concepto de cuerpo amplificado y posthumano, se trataba de vincular los distintos tipos de sonidos del cuerpo, desde el lenguaje hablado, pasando por elementos paralingüísticos, hasta otros tipos de sonidos, abarcando todo el espectro de sonidos corporales posibles, integrándolos a través del procesado en un paisaje sonoro abstracto con reminiscencias de

la materia prima concreta. Los elementos de lenguaje hablado son fragmentos de poemas, incomprensibles la mayor parte del tiempo en su aspecto semántico pero conservando reminiscencias de los sonidos constitutivos de las palabras. Los sonidos del cuerpo (gemidos, risas, etc.) al abstraerse y descontextualizarse

pierden su significado concreto pero no su expresividad que se torna más ambigua y abierta. También se han utilizado sonidos previamente grabados en un sampler, entre los que hay sonidos instrumentales, sobre todo de percusiones, y también sonidos de síntesis. Hay pues distintos planos de abstracción sonora partiendo de la base del cuerpo.

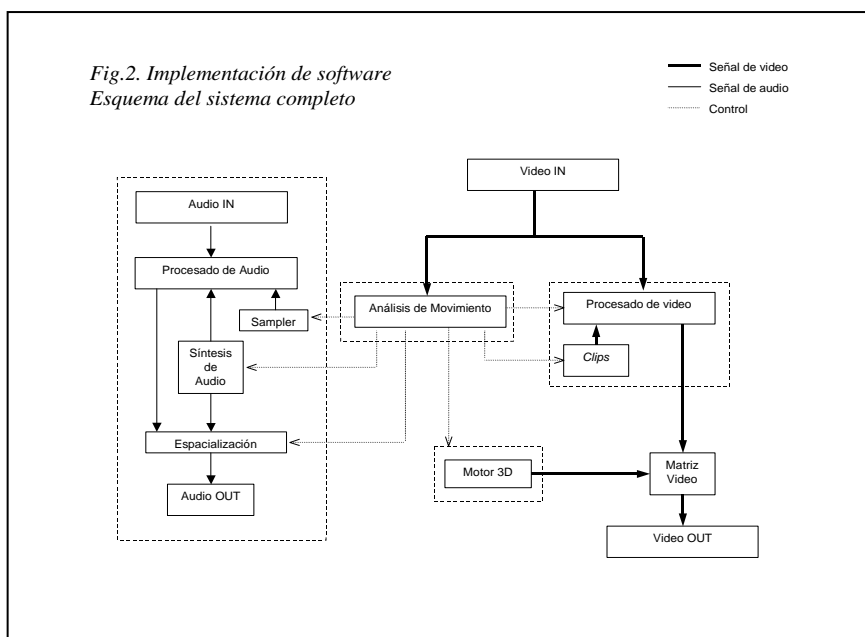
La imagen debía abordar al menos estas cuestiones:

-La multiplicación del cuerpo y su abstracción a través de la generación de estelas del propio cuerpo en movimiento.



- La interacción con imágenes abstractas y concretas pregrabadas.
 - La generación de estructuras y espacios tridimensionales fluidos en evolución permanente, de carácter pictoricista, con transiciones y disoluciones entre la forma definida y los volúmenes del espacio, las esculturas virtuales y la materia pictórica. El concepto de *arquitectura generativa* plantea la generación de “espacios del cuerpo”, espacios fluidos y cambiantes.
 - Las proyecciones sobre el cuerpo y la fusión entre el cuerpo y la imagen proyectada, lo que se resolvió con una pantalla de proyección transparente situada delante de la bailarina.
- El vestuario debía ser útil para la captura, contener el micrófono inalámbrico y proteger a la bailarina en los movimientos de suelo, además de adaptarse al concepto estético de un cuerpo híbrido e indeterminado, para lo que se optó por una malla transparente que funciona como una segunda piel.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INFORMÁTICO



El software desarrollado para la performance, se ejecuta sobre cuatro ordenadores (2 PCs y 2 Mac) conectados en red. (Fig. 1.)

Los siguientes párrafos describen la implementación del sistema de captura y análisis, síntesis y procesamiento de audio, procesamiento de video y 3D implementados sobre los entornos de programación MAX, Jitter, PD y

Virtools. (Fig. 2.)

4.1. Patch de Análisis

El programa dedicado a transformar los movimientos del performer en escena en señales aptas para controlar el resto del sistema, obtiene la información a partir de la imagen capturada mediante la cámara de vídeo e importada a través del puerto Firewire del ordenador. Con el fin de optimizar la respuesta del sistema, se han introducido diversas etapas de acondicionamiento y reducción del régimen binario de la señal importada. El filtrado de movimiento reduce las interferencias por el ruido derivado del sistema de captura y establece un umbral adaptativo mínimo de movimiento, dependiente del tamaño del performer en pantalla. Los parámetros escogidos, obtenidos a partir del análisis intra- e interframe de la señal de imagen digital, son: posición y velocidad en coordenadas rectangulares y polares del centro de gravedad del bailarín, anchura y altura, relación de aspecto, superficie del rectángulo en que queda inscrito el cuerpo, superficie real del cuerpo en píxels, agrupamiento del cuerpo -definido como la proporción entre las dos variables anteriores-, y % de cambio entre frames.

Antes de ser enviados al resto del sistema, los parámetros del movimiento de la bailarina se someten a un acondicionamiento previo consistente en una secuencia de filtrado, promediado,

escalado, normalización y compresión-expansión del rango dinámico. Esta etapa del sistema ha sido optimizada para ofrecer un interfaz versátil, estable y adaptable a distintas situaciones escénicas.

La transmisión de los datos al resto de ordenadores se realiza a través de una red por medio del protocolo Open Sound Control. La utilización de un sistema de intercomunicación MIDI, remanente de las primeras fases de diseño del instrumento, se ha mantenido como sistema alternativo de emergencia, aunque el ancho de banda que ofrece resulta insuficiente para garantizar una transferencia satisfactoria de datos.

4.2. Patch de Audio

El patch destinado a la generación de sonido se ejecuta en un segundo ordenador que dispone de una tarjeta de sonido RME multicanal. Además de la señal externa procedente del micrófono inalámbrico del bailarín, el programa utiliza como fuentes de sonido tres reproductores de muestras de velocidad variable, así como dos generadores basados en los paradigmas de síntesis por modulación de frecuencia (FM) y de síntesis mediante suma de parciales (aditiva).

En los samplers, la velocidad de reproducción está controlada directamente por los datos procedentes del análisis de la imagen. Cada sampler puede acceder a una colección de muestras distintas, cuya selección es controlada por la bailarina de acuerdo con la división en zonas del espacio escénico. Las personas que operan el sistema informático pueden reajustar la cantidad de modulación del movimiento sobre los reproductores, así como la carga de nuevos grupos de sonidos.

Los sintetizadores FM y aditivo, generan texturas electrónicas contrastantes con las muestras de los samplers. Los datos de movimiento son asignables a cualquiera de los parámetros de síntesis y a la velocidad de reacción de cada generador.

El instrumento permite difundir directamente cada una de estas fuentes de sonido a través de la matriz de espacialización, o bien, encaminar antes las señales hacia los tres procesadores principales mediante una segunda matriz. El encaminamiento mediante las matrices puede ser gestionado a través de escenas o controlado en directo por los operadores, para reconfigurar el instrumento en vivo.

El primer procesador, está formado por una línea de retardo variable realimentada. El tiempo de retardo y la cantidad de realimentación son controlados por los parámetros procedentes del análisis del movimiento. El granulador, de tipo síncrono en su fase estacionaria, toma fragmentos de la señal introducida en este segundo procesador reorganizándolos en base a procesos algorítmicos. (Fig. 3.) Al ser modulado por el movimiento del bailarín los fragmentos varían en duración y/o altura según el esquema de modulación empleado. El tercer procesador necesita ser alimentado simultáneamente por dos señales. Este transformador genera, por medio de un algoritmo de síntesis cruzada basado en FFT, texturas híbridas, con características comunes a las dos señales de entrada. Por último, el programa contempla el reenvío de la señal de salida de los efectos de nuevo a la matriz de procesado con el fin de combinar varias de estas transformaciones en serie o en paralelo.

La matriz de espacialización gestiona la difusión de las señales obtenidas de los generadores de sonido o de las señales transformadas por los procesadores. La matriz permite asignar cualquiera de estas fuentes sonoras directamente a cualquier combinación de los 4 altavoces, y/o controlar su posicionamiento dentro del espacio cuadrafónico a través de 3 espacializadores independientes. La posición, en términos de distancia y ángulo de rotación, se simula calculando el nivel de envío a cada altavoz así como la proporción entre la señal directa y

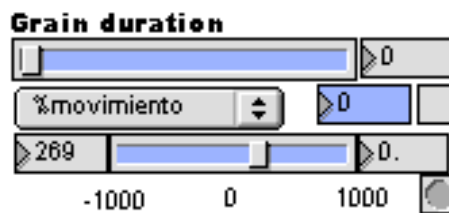


Fig. 3. Detalle del control de un parámetro del granulador.

reverberante. Estos parámetros, así como el control de la calidad de la reverberación son modulables mediante los parámetros extraídos de la imagen capturada, de tal manera que los movimientos del cuerpo controlen las trayectorias y las cualidades del espacio sonoro en que se mueven.

Además de las acciones interpretativas, el interfaz gráfico del sistema de audio permite a los conductores del sistema informático supervisar y reajustar durante el espectáculo cualquiera de los parámetros.

En todos los casos es posible asignar cualquier dato de control (y controlar en vivo la cantidad de modulación) sobre los parámetros de síntesis, procesado o espacialización.

4.3. Patches de Vídeo



Fig. 4. La imagen procesada de la bailarina genera estelas antropomorfas.

El sistema destinado a generar la proyección de video utiliza dos patches de Max. El primer programa captura la imagen del bailarín procedente de la cámara someténdola a un proceso de realimentación controlado. (Fig. 4.)

El sistema de procesado de la imagen del bailarín capturado en tiempo real consta de una etapa de acondicionamiento de imagen que incluye el recorte de la imagen en bruto, su aislamiento del fondo mediante umbralización, y operaciones de transformación del histograma por canal (RGB). El sistema está también preparado para combinar la imagen obtenida con imágenes pregrabadas mediante distintas operaciones matemáticas simples, con el fin de obtener una imagen más rica antes de ser introducida al sistema de feedback. En el bucle de realimentación, se ha introducido una etapa que permite mezclar o realizar operaciones binarias entre la imagen procedente del preproceso y la retardada a través del bucle.

Los operadores binarios disponibles así como el diseño del algoritmo han sido optimizados de acuerdo con consideraciones estéticas. El lazo de realimentación incluye además un algoritmo de *blur*. La selección del operador, así como los parámetros del suavizado, afectan dramáticamente la calidad de la imagen obtenida. El resultado visual es de una gran variedad de formas, estelas, y de superposiciones de imágenes antropomórficas. Tras el "procesador de estelas" el instrumento incluye un mezclador de video que permite combinar o realizar operaciones binarias entre la señal así obtenida y la señal de video procedente del preproceso. Finalmente, se incluye otro procesador que permite realizar diversas simetrías y otras transformaciones geométricas sobre la señal resultante.

El segundo programa procesa clips de vídeo almacenados en disco duro. (Fig. 5.) Los



Fig. 5. Cine abstracto interactivo: La bailarina interactúa con imágenes abstractas pregrabadas.

parámetros del movimiento de la bailarina afectan a la velocidad y dirección de reproducción del clip y a los valores de color y luminancia. Las transformaciones de los clips abstractos, dan lugar a una gran variedad de procesos visuales en diálogo con el movimiento. Esta imagen es enviada a su vez a una cadena de mezcladores en dos niveles en los que puede combinarse mediante mezcla u operaciones binarias con la misma imagen transformada o con la imagen de captura en tiempo real de la bailarina. Finalmente la imagen resultante también puede ser sometida a diferentes operaciones geométricas de inversión y simetría.

4.4. Generación de gráficos 3D en tiempo Real – Arquitectura Generativa

En la tercera sección de la performance la imagen proyectada es de Imagen tridimensional, generada en tiempo real a través de Virtools. Virtools es un software que se utiliza para el desarrollo de videojuegos, pero realmente es una herramienta para generar “realidad virtual”.

Los datos de análisis del movimiento, procesados en jitter, son enviados a virtools a través de midi. En el concierto se opera con un *standalone* diseñado en Virtools para un explorador de internet. La interacción se controla por tres vías: directamente a través de notas midi provenientes del movimiento del cuerpo, a través de un fichero de texto modificable en todo momento y a través del teclado.

Para obtener una imagen de mayor riqueza y de acuerdo con las diferentes ideas y texturas que se buscaban se optó por generar tres capas de eventos que pueden superponerse en todo momento o presentarse de forma aislada:

4.4.1. Las Líneas

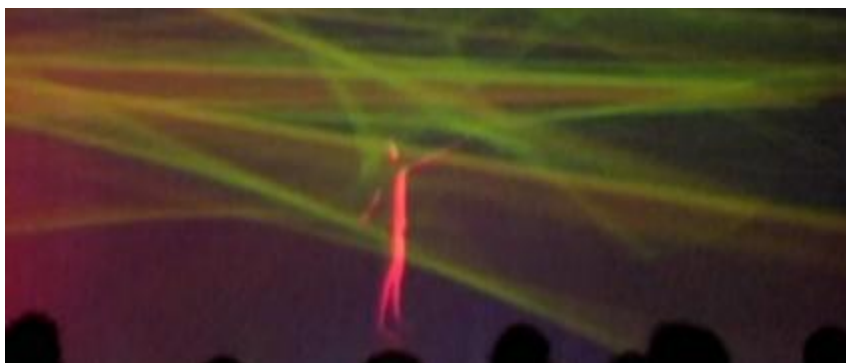


Fig. 6. Generación de estructuras tridimensionales: Líneas.

Buscábamos un efecto con el que pareciese que el cuerpo en movimiento deja estelas a su alrededor, proyectando espacios y formas de diferente densidad, color y forma y con diferentes tiempos y velocidades, dependiendo del

movimiento mismo.

Para esto ideamos un juego con dos objetos con forma de líneas (Fig. 6.) montadas en trayectorias de curvas que están fijadas a la cámara para que en el viaje del operador siempre estén en el cuadro. Los datos del movimiento de la bailarina intervienen en el ángulo de rotación de cada línea y la velocidad de desplazamiento de la bailarina en la curva. Para que las líneas dejen una estela a su paso, se le aplicó un *blur* global que se puede activar y desactivar. El color de las líneas y la velocidad y eje de su desplazamiento cambia de acuerdo con los datos del movimiento de la bailarina.

Así las líneas sin *blur* son como dos finísimos hilos pulsantes, con una suave estela, que bailan a duo con la bailarina. Si por el contrario aplicamos el *blur*, la estela de las líneas saturadas se superpone sobre sí misma hasta el infinito componiendo un cuadro siempre cambiante.

4.4.2. Las Partículas

Buscábamos también un efecto líquido y pictórico de colores cambiantes y transparentes, que se pudiesen superponer a los otros elementos añadiendo una capa de profundidad y riqueza.

Las partículas son generadas por un centro de emisión. En esta escena se montaron dos emisores sobre dos curvas con un mismo centro de gravedad, situado siempre delante de la cámara, como en el caso de las líneas. Dado que las partículas se generan siempre que están activadas siendo difícil controlar su forma, se utiliza un clip de película blanco y negro con un canal *alpha* para filtrar las partículas en formas siempre cambiantes. De las formas que contenga la película, que se desplaza a su vez por la pantalla, mas un dato escogido del movimiento de la bailarina que regula ese desplazamiento, resultará el aspecto y la forma de las partículas en cada momento. La interacción con la bailarina se produce con el eje de rotación y la velocidad de la película-filtro, así como con los colores. Como en el caso de las líneas, las partículas pueden aplicarse sin *blur*, en cuyo caso son como un efecto de color evanescente, o con *blur*, dando lugar a una superposición saturada que tiene el efecto de luminosidad y profundidad, añadida a las otras capas de eventos.



Fig. 7. Interacción con estructuras tridimensionales.

4.4.3. Las estructuras

Estas constituyen el centro de la sección. Se planteo un diseño tridimensional de cuatro estructuras que se deforman con la interacción de la bailarina, para generar un complejo fluido, abstracto y transparente, como de organismos vivos en interacción con la bailarina, que aparece como inmersa en ellos. (Fig. 7.)



Fig. 8. Arquitectura Generativa: Impresión de pantalla de imagen generada con Virtools durante una actuación.

Cada estructura puede aparecer en *wireframe*, en sólido, o en ambos, siempre con un alto grado de opacidad, generando estructuras cristalinas y líquidas. Pueden activarse juntas o por separado. Las ocho estructuras están recubiertas de una textura, constituida por un vídeo, que hace que la superficie adquiera sutiles variaciones de color. Puede haber hasta nueve texturas diferentes, que pueden seleccionarse

sucesivamente a través del teclado para cada una de las cuatro formas. La superposición de transparencias de los colores de cada textura en cada estructura da lugar a una gran riqueza visual. A cada estructura se le aplicó un deformador ya existente en Virtools, de ondas senoidales cuyos parámetros se controlan desde el movimiento de la bailarina. El algoritmo de *blur* produce una disolución de las estructuras y un efecto pictoricista. (Fig. 8.)

5. APLICACIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

En conjunto se trata de un instrumento versátil de diseño generativo, cine abstracto interactivo y generativo y arquitectura interactiva y generativa. De todo lo expuesto puede inferirse que el instrumento presentado está en una fase de desarrollo paulatino con futuros desarrollos previstos en todos los aspectos, desde el análisis de imagen y su procesado, al audio y la imagen 3D. Estos desarrollos tienen que ver también con las múltiples aplicaciones del instrumento, por ejemplo en instalaciones interactivas. En conjunto algunos de los esfuerzos futuros irán destinados a una reducción de los esfuerzos de control al ordenador durante la actuación, con una mayor estructuración del control directo de la bailarina y de la estructura algorítmica y la introducción de un mayor número de matices y diferenciaciones en los elementos de composición y procesado visual y sonoro. Otros desarrollos previstos están en el ámbito de ampliar la captura de datos del cuerpo a sensores inalámbricos y dispositivos de biofeedback y a la interacción a través de internet, así como a la proyección inmersiva, la interacción con personajes 3D y la interacción con la iluminación y, sobre todo, el trabajo con un grupo de interactores simultáneamente. Además, y en un horizonte más amplio, se plantean las posibles aplicaciones del sistema en otros ámbitos como discapacidades, educación y comunicación.

Notas:

1. Foucault introduce en la “Historia de la Sexualidad” (Foucault, M., *La voluntad de saber*, S- XXI Ed., México 1998) la noción de Biopoder como mecanismo clave de la sociedad de control, término que define a su vez a las sociedades postindustriales. Posteriormente Toni Negri y Michael Hardt incorporan el concepto a su análisis de los nuevos conceptos de imperio en el tardocapitalismo. (Negri, T. y Hardt, M., *Imperio*, Paidós, Barcelona, 2002)
2. Judith Butler, *Excitable Speech*, Routledge, New York 1997.

Biografías:

Jaime del Val (Madrid 1974) es artista digital y visual, compositor, coreógrafo, performer e investigador independiente, director del Instituto REVERSO y editor de la revista del mismo nombre. Sus performances de danza interactiva han sido estrenadas en el Museo Reina Sofía, en Madrid, entre otras instituciones, y premiadas en VIDA 6.0. y en Ciberart Bilbao.

jaimedelval@higuerasarte.com - Tel: +34 687 558 436- www.reverso.org

Gregorio Garcíá Karman, músico, investigador y docente, es candidato predoctoral en el departamento de Historia y C.C. de la Música de la Universidad Complutense de Madrid, y dirige el departamento de Informática y Electrónica Musical de 21st Century Music.

ggkarman@musicologia.com

Ricardo Gadea Lacasa (08/11/73) México D.F. Arquitectura, UAM, 1997 México; Maestría en Artes Digitales, UPF IUA, 2001 Barcelona; Estudios en Fotografía y Diseño en Saint Martin’s College of Arts and Design, 1994 Londres. Exhibiciones y Performances en varios festivales internacionales. Profesor en la UPF IUA, imparte seminarios en IED. Actualmente colabora con Fundación Phonos Barcelona.

rgadea@iua.upf.es - Tel: + 34 669556134