

Miguel Ángel Ramos Barroso,
Javier Cantón Ferrero, Javier
Fernández Rodríguez, Juan
María Laó Ramos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería In-
formática, Universidad de Sevilla

<{marb2000, mudi2k, javiuniversidad, juanlao}@
gmail.com>

1. Introducción

Las investigaciones suman miles y el número de personas estudiadas, millones. Ya no hay dudas, la famosa máxima del poeta Juvenal está científicamente comprobada: "Mens sana in corpore sano". Así era para los romanos de principios del siglo II y lo es para los españoles del siglo XXI. La actividad física es uno de los más eficaces soportes no solo de la salud sino también del equilibrio emocional.

El estrés es algo habitual en nuestras vidas, no puede evitarse, ya que cualquier cambio al que debamos adaptarnos representa estrés. Es la reacción de nuestro organismo frente a la presión constante, y, cuando los mecanismos de recuperación fallan, se producen las enfermedades de adaptación. Nuestro cuerpo responde con cansancio, problemas digestivos, dolores de cabeza, pérdida del apetito, se nos olvidan las cosas, cambia nuestro estado de ánimo, tenemos problemas para dormir o descansar, dolores musculares, irritabilidad o aislamiento, aumentan las frecuencias respiratorias y cardíacas, entre otros síntomas.

Una de las soluciones propuestas por los médicos para este nuevo mal es realizar ejercicios físicos, ya sea en un gimnasio o en clases de bailes. Pero el problema que tiene la sociedad actual es el tiempo. El acelerado ritmo de vida y los horarios laborables hacen que sea totalmente imposible tener un hueco en nuestra vida para este fin.

El otro gran problema social es el sobrepeso y sus correspondientes enfermedades vasculares. La mala alimentación está dando lugar a que un alto porcentaje de individuos del Primer Mundo tengan problemas de sobrepeso. De nuevo la solución pasa por la realización de ejercicio físico junto a dietas concretas.

Aún otro de los problemas que nos encontramos junto al tiempo es el de la vergüenza. El rechazo social a las personas con sobrepeso crea un aislamiento de estas personas que les lleva a ser incapaces de ir a un gimnasio por el qué dirán. Si a estos factores añadimos el económico, nos encontramos ante una barrera infranqueable para muchas personas.

Step by Step: Mens sana in corpore sano

Resumen: a día de hoy la informática se ha introducido en nuestras vidas de manera similar a cómo lo hizo el teléfono o la televisión. De la misma manera que esperamos que al descolgar el teléfono éste nos permita realizar una llamada, también esperamos que al encender el ordenador éste nos ofrezca todos los servicios posibles. Step by Step es un entrenador personal para realizar ejercicio de cualquier tipo desde casa, con tan sólo dos webcams y una conexión a Internet. La propuesta es facilitar la realización de ejercicio físico controlado, ya sea en forma de bailes, ejercicios de rehabilitación, mantenimiento o relajación.

Palabras clave: ejercicios físicos a través de Internet, estudiantes emprendedores, innovación tecnológica, ingeniería de desarrollo en Internet, pasión tecnológica, producto informático novedoso, Realidad Aumentada.

Autores

Miguel Ángel Ramos Barroso estudió 5º de Ingeniería Informática en la Universidad de Sevilla durante el curso 2005-2006.

Javier Cantón Ferrero estudió tercer curso de Ingeniería Informática en la Universidad de Sevilla durante el curso 2005-2006.

Javier Fernández Rodríguez estudió tercer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas en la Universidad de Sevilla durante el curso 2005-2006.

Juan María Laó Ramos estudió tercer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas en la Universidad de Sevilla durante el curso 2005-2006.

Los cuatro autores son actualmente becarios para la Universidad de Sevilla realizando un trabajo de I+D+I para la Estación Biológica de Doñana. El pasado mes de abril formando equipo resultaron ganadores del certamen nacional Imagine Cup organizado por Microsoft para premiar los mejores proyectos de estudiantes en cuanto a innovación y creatividad. Su proyecto ganador fue "Step by Step". Posteriormente, profundizando en este mismo proyecto, en agosto representaron a nuestro país en la final mundial del mismo certamen celebrada en Nueva Delhi (India) y sobre cuya experiencia nos escriben en este artículo.

2. Step by Step: aspectos tecnológicos

Ante este escenario nos surgió la idea de poder realizar ejercicio en casa con una monitorización personalizada y adecuada a los tiempos que corren. Hoy en día la tecnología está en todos los rincones de nuestra vida diaria, la televisión, la telefonía móvil, Internet, los nuevos electrodomésticos, etc. Todas estas implantaciones son el resultado de mezclar varias técnicas y tecnologías que por separado no aportan mucho, y que juntas suponen la aparición de nuevos productos que nos facilitan la vida.

De esta forma surgió *Step by Step*. No es sólo una aplicación para usuarios, es mucho más. Es un sistema completo que permite la compra/venta de paquetes de ejercicios a través de Internet. Para ello es necesario facilitar el camino a las empresas que quieran entrar en este mercado. Veamos cuales son los componentes tanto hardware como

software que nos permitirán exponer los ejercicios a través de Internet.

2.1. Equipamiento

El equipamiento necesario para poder realizar la captura de movimientos en el emplazamiento del usuario consiste en:

- Dos webcams, para realizar la captura del movimiento en 2D, colocadas a 90 grados con respecto al usuario, y a una distancia predefinida para poder capturar su cuerpo al completo.
- Para facilitar la detección del movimiento se recomienda colocar en cinco puntos del cuerpo (cabeza, muñecas y tobillos) tiras de *material reflectante*.
- Una iluminación adecuada de la habitación para que se pueda seguir el movimiento del cuerpo. Suelen bastar dos simples *lámparas* (por ejemplo, dos flexos de estudio) colocados tras las cámaras.

Como vemos, el equipamiento necesario es

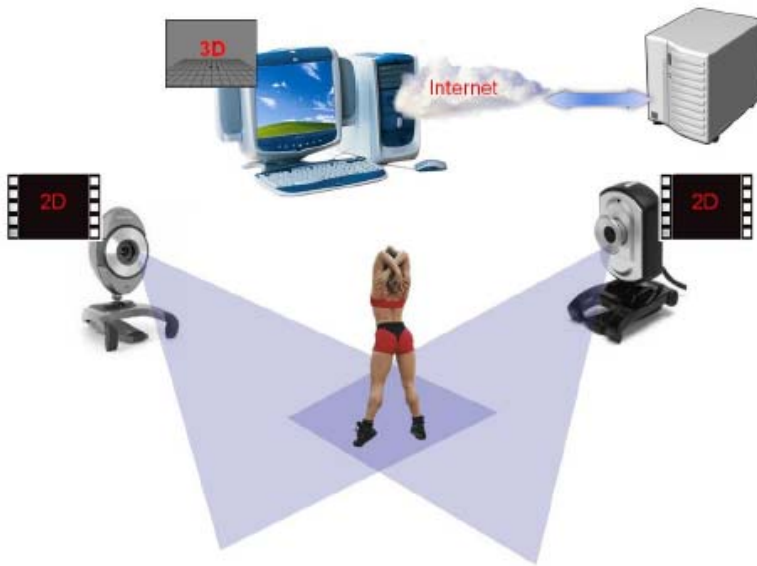


Figura 1. Equipamiento necesario para el usuario de Step by Step.

muy simple. Una pequeña representación del sistema lo tenemos en la figura 1.

3.2. Software desarrollado

La base de este sistema consiste en obtener la información del ejercicio que está realizando el usuario a partir de las dos cámaras, obteniendo pares de puntos en dos dimensiones. Esta información es la que se guarda en las estructuras de datos que se han desarrollado y a partir de ella se hace una traslación a un mundo en tres dimensiones.

El software desarrollado consta de:

a) Calibration System, o sistema de calibrado. Mediante el uso de la tecnología de *Realidad Aumentada*[1] y a partir del reconocimiento de un patrón, estableceremos puntos de referencia en el mundo real necesarios para construir un mundo virtual. Esta aplicación y el asistente que integra, nos permite colocar las webcams en las posiciones correctas para conseguir el fin anterior. Esto se consigue a partir del patrón que estará impreso en una hoja A4 y se colocará en el lugar donde el usuario realizará los ejercicios. El sistema, una vez que cada cámara reconozca ese patrón, tendrá un punto de referencia y distinguirá a qué altura y a qué distancia se encuentra y cuál es el cabeceo de cada cámara, e indicará al usuario de forma gráfica y fácil cual es la posición correcta de cada cámara.[5].

De esta manera obtendremos los ángulos de referencia necesarios para poder realizar la captura del movimiento. A través de las coordenadas obtenidas por las webcams en 2D, hay que saber cuales son los ángulos en los que se encuentra el usuario, para poder realizar la traslación a un mundo en 3D y representarlo [8]. La figura 2 representa el

esquema de la reconstrucción del mundo en 3D a partir de la visión de cada cámara.

b) Central Production. Esta aplicación está dirigida a las empresas que deseen entrar en este sector, el de la venta de ejercicios a través de Internet. Es la encargada de proporcionar asistencia en la producción y gestión de todos los ejercicios y paquetes de ejercicios publicados en Internet. Está formada por un conjunto de herramientas tales como:

■ *Capture system:* Es el sistema que se encarga de capturar y de seguir el movimiento del cuerpo humano en tiempo real.

■ *Central Production:* Es un visor que representa en un pequeño entorno 3D el ejercicio realizado.

■ *Package Center:* Es la herramienta encargada de gestionar los ejercicios por medio de paquetes de ejercicios que se pondrán a la venta.

■ *News:* Un sistema de noticias con las que informar a los usuarios de actualizaciones, novedades, etc.

■ *User Management:* El sistema de gestión de usuarios, que permite gestionar toda la información relacionada con los usuarios

Con esta aplicación se pretende que sean las propias empresas las innovadoras en el sector, y que graben y ofrezcan los ejercicios más convenientes para posicionarse en este nuevo mercado.

La figura 3 nos ilustra la presentación que ofrece Central Production al usuario final.

c) Step by Step. Es la aplicación de descarga disponible para todos los usuarios, con la que poder comprar y realizar los ejercicios que haya ofertados. Integra también el módulo *Capture System* necesario para el seguimiento de los movimientos del usuario. De esta forma se puede imbuir al usuario en un entorno en 3D como vemos en la figura 4.

Destacamos que las esferas más claras (blancas) que se observan son los puntos del ejercicio que se va a realizar y marcan los movimientos que debe hacer el usuario. Este último es representado por otro conjunto de esferas de color (más oscuras en la figura), que se tornarán verdes si están en la posición correcta y rojas en caso contrario. Todo esto se consigue a través de un sistema de *tracking* [2] [3] basado en el motor Sharper CV [6]. A lo largo de la ejecución del ejercicio se elabora una estadística con el grado de corrección obtenido, permitiendo obtener una evaluación del mismo durante su realiza-

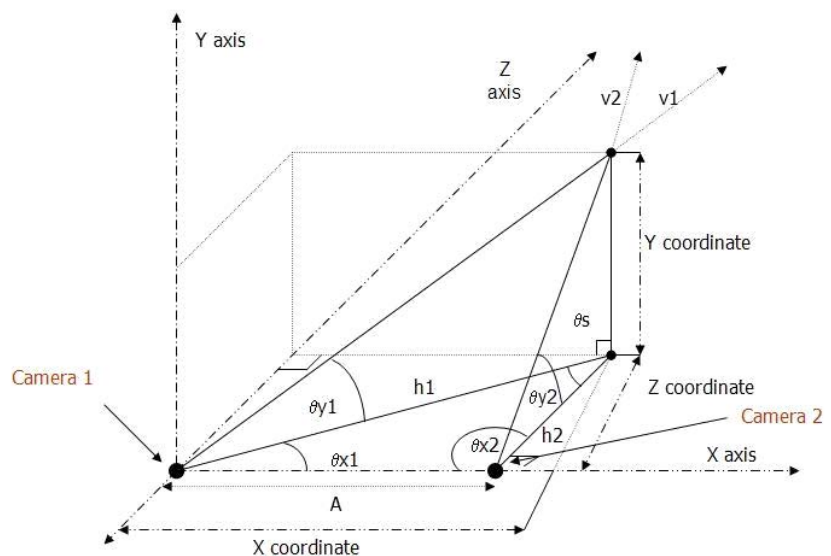


Figura 2. Esquema de la reconstrucción del mundo en 3D a partir de las imágenes obtenidas por las webcams.

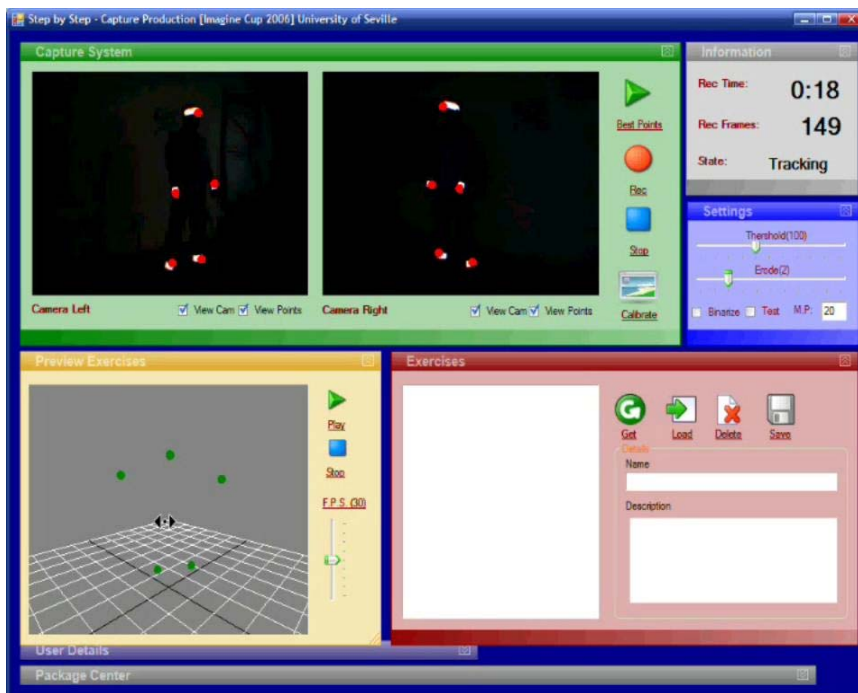


Figura 3. Aspecto de la aplicación Central Production para empresas.

ción, así como una descripción de las mejoras obtenidas al realizarlo varias veces [4].

Central Production y *Step by Step* se basan en los mismos principios para tratar las imágenes que se obtienen de las webcams. Realizar la captura en dos dimensiones y transformar los puntos detectados en puntos 3D, con el fin de fijar un espacio virtual en el que realizar, comprobar y evaluar el ejercicio.

Con la aplicación para empresas *Central Production* se ofrece un sistema para la grabación, gestión y publicación de ejercicios a través de Internet. La idea de esta aplicación es que sea un profesional el que realice el ejercicio delante de las webcams dependiendo del producto que se quiera ofrecer. Se deja en manos de estos profesionales elegir cuál es el ejercicio más adecuado.

La sencillez de manejo para las empresas que quieran entrar en este mercado es un factor clave. Nuestra idea en torno a este factor es dejar que las empresas se dediquen a lo que saben hacer, esto es, producir el material. Nosotros sólo le facilitamos la forma de exponer esos ejercicios en Internet, dejando en sus manos la innovación a la hora de presentar los productos a sus clientes en forma de paquetes de ejercicios, nuevos bailes o ejercicios de relajación y de rehabilitación.

3.3 Tecnologías utilizadas

■ Windows Communication Foundation[9]. Es un framework desarrollado por Microsoft

que facilita la creación de sistemas de comunicación para aplicaciones distribuidas. Con él conseguimos poder establecer las comunicaciones necesarias entre la base de datos y las aplicaciones cliente y servidor de muy diversas maneras, pudiendo configurar automática o manualmente cómo se van a comunicar estas aplicaciones, sin verse afectada para nada la funcionalidad del sistema.

En la **figura 5** ilustramos nuestro esquema de funcionamiento basado en servicios web consumidos por las aplicaciones *Step by Step* y *Central Production*. De este modo,

aislamos la lógica de negocio facilitando así la escalabilidad y el mantenimiento del sistema.

■ Realidad Aumentada.

Esta tecnología permite imbuir objetos virtuales en el mundo real. Actualmente, la mayoría de las investigaciones sobre ella están dirigidas a incluir gráficos y elementos en imágenes procesadas en tiempo real. Los mayores avances que se están dando ahora incluyen el seguimiento del movimiento.

Un ejemplo de uso muy claro de esta tecnología lo podemos ver cuando se televisa un partido de fútbol y vemos cierta publicidad o el resultado del partido al comienzo de cada parte del partido.

Hemos usado esta tecnología para poder calibrar el sistema a partir de un patrón impreso en una página A4. Este patrón es reconocido por el sistema obteniendo un punto de referencia en el mundo real. Y a partir de ese punto, podemos reconstruir todo un mundo virtual en la que introducir al usuario para realizar los ejercicios que de-see.

■ DirectX.

DirectX [7] es un conjunto de librerías que nos permiten acceder al sistema gráfico de la máquina proveyendo de una capa común que unifica el hardware que podemos encontrar en distintas máquinas, asegurando de esta forma que nuestro sistema puede ser ejecutado en cualquier máquina actual en el mercado.

Al ser todas estas tecnologías punteras en el campo de la programación y dada la arquitectura en n-capas de todo el sistema es



Figura 4. Step by Step: las esferas más claras nos indican los movimientos a realizar y las más oscuras representan al usuario haciendo el ejercicio.

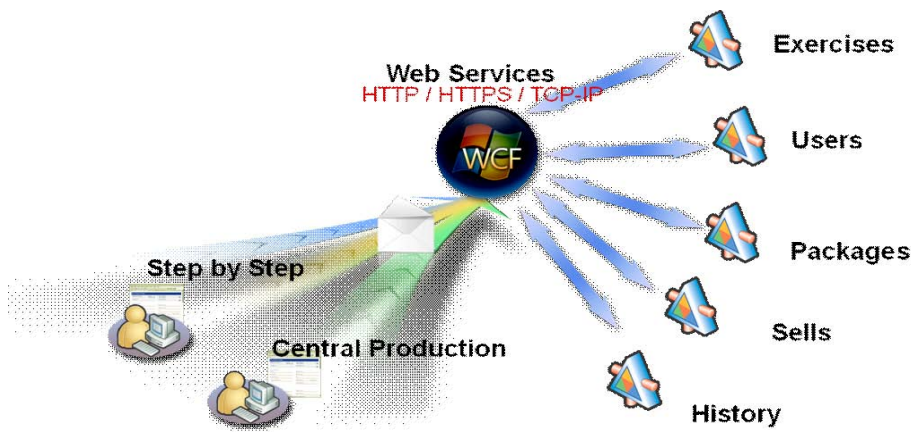


Figura 5. Arquitectura del sistema basada en la tecnología de Servicios Web.

posible actualizar cualquier módulo de manera transparente. Es decir, podemos aprovechar las últimas novedades referentes a estas tecnologías para aumentar la funcionalidad de nuestro sistema. Como por ejemplo el adaptar la interfaz de usuario para Windows XNA, permitiendo de esta manera poder ejecutar esta aplicación tanto en PC's de sobremesa o portátiles como en la nueva XBOX 360.

4. Utilización del sistema

Uno de los objetivos de este proyecto es la facilidad de uso tanto por parte de los usuarios que lo consuman como por las empresas que quieran entrar en este mercado. Después de haber hecho un estudio sobre las interfaces de usuario que más éxito ha tenido en el mundo del software optamos por un modelo muy sencillo, visual e intuitivo.

En la aplicación cliente, el usuario sólo debe identificarse en el sistema con sus credenciales: nombre de usuario y contraseña. Una vez validadas estas credenciales tendrá acceso a todas las opciones disponibles para el usuario:

- Lista de paquetes disponibles para adquirir con una completa descripción del conjunto de ejercicios , incluyendo precio, etc.
- Lista de paquetes adquiridos con la misma descripción detallada de la lista de ejercicios disponibles.
- Lista de evaluación sobre los ejercicios adquiridos. A medida que se realiza un ejercicio de alguno de los paquetes, se obtiene una puntuación asociada a la fecha y hora de realización. Se crea un pequeño historial en el que puede observarse el grado de progreso en la realización de un ejercicio completo.
- Subsistema para la calibración del sistema. Las webcams deben colocarse en una determinada posición para poder realizar la captura del movimiento del usuario de forma adecuada. Para ello se suministra una aplicación que permite realizar esta calibración de una forma muy sencilla a través de un asistente o *wizard* que irá indicando al usua-

rio cómo colocar las cámaras.

- Módulo de realización del ejercicio. Una vez que el sistema está calibrado ya es posible comenzar la realización del ejercicio. El proceso que se sigue es indicar al usuario una postura inicial para que el sistema obtenga un patrón del usuario, esto es, concretar en qué posición están los diferentes puntos del cuerpo del usuario, para poder realizar el seguimiento del movimiento y comprobar si se está realizando correctamente[6].
- Reconocimiento de voz [10]. Se hace necesario poder controlar parte de la aplicación del cliente por la voz. Durante la realización del ejercicio se pueden decir ciertos comandos para parar, comenzar y reanudar el ejercicio.

5. Nuestra experiencia en la final de la Imagine Cup

No sabíamos con qué nos íbamos a encontrar. Cómo serían el resto de competidores, ni siquiera sabíamos si el inglés que estuvimos practicando iba a estar a la altura. Lo que teníamos claro es que íbamos a disfrutar conociendo a gente de todo el mundo, apasionados por la tecnología como nosotros.

El ambiente que se respiraba desde el primer hasta el último día era una atmósfera de afabilidad, cordialidad y, como ya hemos dicho, pasión por las nuevas tecnologías, y el nivel de competitividad era nula.

El primer día por la tarde fue la primera ronda de exposiciones. Había cuarenta y un proyectos en concurso y nos dividieron en cuatro grupos, cada grupo con un jurado diferente. El segundo día tocaba una jornada de exposición de todos los proyectos en un stand que tenía cada grupo asignado para permitir a los jurados y a la prensa hacer preguntas e informarse sobre todos ellos.

Una pequeña anécdota es que durante un mes estuvimos preparando nuestro inglés para poder estar a la altura de tal evento, y en

esta jornada cada miembro de nuestro equipo expuso el proyecto unas cinco veces en inglés. Luego, cuando se acercaron a interesarse por nuestro proyecto los que representaban a México, Guatemala, Colombia etc, teníamos que pararnos a pensar cómo exponerlo ya que sólo lo habíamos preparado para hacerlo en inglés. Es decir, nos "costaba" más exponerlo en castellano que en inglés.

Nunca habíamos sabido qué se siente en una final mundial, y la verdad nos ha dejado huella. No había ningún tipo de competitividad entre los diferentes equipos y cuando en la mañana de exposición nos acercábamos a preguntar y a saber de qué iban los diferentes proyectos nadie se dejaba nada en el tintero. Lo que más nos gusto y nos contagió fue la ilusión y las ganas con que lo exponían.

Al fin y al cabo esto es lo único que se necesita para poder hacer lo que cada uno se proponga, ilusión.

Referencias

[1] N. Sánchez Martín, B. Arias Pérez, D. González Aguilera, J. Gómez Lahoz. "Análisis aplicado de métodos de calibración de cámaras para usos fotogramáticos". *VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía*. Octubre 2004.

[2] Chung Wing Ng, Irwin King, Michael R. Lyu. *Video Comparison Using Tree Matching Algorithms*. Department of Computer Science and Engineering, The Chinese University of Hong Kong. <http://www.cse.cuhk.edu.hk/~lyu/paper_pdf/videocompfin.pdf>.

[3] Alexandru O. Balan, Leonid Sigal, Michael J. Black. *A Quantitative Evaluation of Video-based 3D Person Tracking*. Department of Computer Science, Brown University, Providence, USA, 2005.

[4] Aude Billard, Maja Matarić. *Learning human arm movements by imitation: Evaluation of a biologically-inspired connectionist architecture*. MIT, Cambridge, Septiembre 2000.

[5] Chung-Wing Ng. *Advanced Digital Video Information Segmentation Engine*. Tesis supervisada por Michael R. Luy y Irwin King. Universidad de Hong Kong. 2002.

[6] SharperCV Project. <<http://www.cs.ru.ac.za/research/groups/SharperCV>>.

[7] Microsoft DirectX SDK. <<http://msdn.microsoft.com/directx/sdk>>.

[8] Jean-Yves Bouguet. *Camera calibration toolbox for Matlab*. <http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc>.

[9] Windows Communication Foundation. <<http://wcf.netfx3.com>>

[10] Microsoft Speech – Speech API SDK. <<http://www.microsoft.com/speech/techinfo/apioverview>>.