



# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



## BRAZO ROBÓTICO COMO ASISTENTE PARA CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA CON SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE VOZ

José Luis Hernández Ameca, Elsa Chavira Martínez, Alejandro Pedroza Meléndez, Valeria Temozihui Tlahuel, Ricardo Pastor Hernández, Enrique Cortés Rodríguez

Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, Edif. CC02-Laboratorio de Sistemas Robóticos "SIRO", 14 sur Av. Sn. Claudio, Fraccionamiento Jardines de Sn. Manuel, CP. 72570 Puebla, Pue., México.

amecakil@hotmail.com, elsachavira56@hotmail.com, alejandro.pedroza@live.com.mx, valerykery@gmail.com, richard\_yo@msn.com, enrique050993@gmail.com

### RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño y desarrollo de un brazo laparoscópico controlado por voz, el cual funciona como una herramienta para las cirugías de mínima invasión, facilitando la operación quirúrgica mediante un asistente robótico equipado con una cámara digital de video. Los movimientos del brazo robótico son controlados mediante comandos de voz. El usuario utiliza un micrófono como interfaz de comunicación, las señales emitidas por dicho dispositivo son recibidas por el sistema empujado, el cual codifica, procesa y ejecuta los movimientos deseados en el brazo laparoscópico.

Con el presente trabajo se busca ayudar al sector salud, al desarrollo tecnológico científico que se realiza en la BUAP y en nuestro país.

**PALABRAS CLAVES:** Cefálicos, Laparoscopia, Reconocimiento de voz, Sistema Empotrado, Tiempo Real

### ABSTRACT

In this paper we present the design and development of a voice-controlled laparoscopic arm, which functions as a tool for minimally invasive surgeries, facilitating the surgical operation with of a robotic assistant equipped with a digital video camera. Robotic arm movements are controlled by voice commands. The user uses a microphone as a communication interface, the signals emitted by that device are received by the embedded system, which encodes, processes and executes the desired movements in the laparoscopic arm.

The present work seeks to help the health sector and the scientific technological development that is perform in BUAP and in our country.



# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



## 1. INTRODUCCIÓN

La cirugía laparoscópica es la técnica que permite la mejor visibilidad de los órganos internos del ser humano, por ejemplo los intestinos, estómago, vesícula biliar, órganos pélvicos, ováricos, etc. La cirugía laparoscópica constituye un avance en el siglo XX puesto que permite realizar cirugías en las cavidades orgánicas evitando grandes incisiones y por ende es mínimamente invasiva. [1]

La cirugía laparoscópica ha revolucionado completamente el mundo de la cirugía moderna. A pesar de sus ventajas, se presentan diversas dificultades para el cirujano, siendo las más destacables la pérdida de: la sensación de profundidad, sensación táctil, fuerza, destreza manual y coordinación natural de ojos-manos. La principal motivación para el desarrollo de los robots quirúrgicos es la posibilidad de eliminar estas dificultades. Los robots han adquirido un gran potencial para mejorar la capacidad quirúrgica de los cirujanos [2].

Un Brazo Robótico es un tipo de brazo mecánico, normalmente programable, con funciones parecidas a las de un brazo humano; este puede ser la suma total del mecanismo o puede ser parte de un robot más complejo. Las partes de estos manipuladores o brazos son interconectadas a través de articulaciones que permiten, tanto un movimiento rotacional (tales como los de un robot articulado), como un movimiento traslacional o desplazamiento lineal.

Actualmente los sistemas de reconocimiento de voz tienen un gran auge en la sociedad moderna, ante la creciente necesidad de tener sistemas que se puedan controlar de manera no física, en particular existe un porcentaje creciente de personas discapacitadas en el mundo que utiliza este tipo de tecnología. Un sistema de reconocimiento de voz se enfrenta a diversos problemas a solucionar como, la selección y comparación de características de ondas electromagnéticas (amplitud, longitud de onda, frecuencia y periodo) las cuales son susceptibles a estados de ánimo, salud, intensidad de sonido, entonación, etc. [3]

En el presente trabajo se muestra el diseño de un brazo robótico laparoscopio con un sistema de control por voz, con lo que se ayudará a resolver las dificultades antes mencionadas a las que se enfrenta el cirujano al realizar operaciones con el laparoscopio.

## 2. TEORÍA

Un Sistema empotrado o embebido es aquel que tiene una combinación de hardware y software, tiene un procesador, trabaja en tiempo real, tienen entradas y salidas, debe ser programable por el usuario, no necesariamente debe tener un sistema operativo.

La cinemática inversa consiste en hallar los valores de las coordenadas articulares del robot, en muchos robots, si se consideran sólo los tres primeros grados de libertad, se tiene una estructura planar, la cual facilita la resolución del problema. Asimismo los últimos tres grados de libertad suelen usarse para la orientación de la herramienta, lo cual permite una resolución

# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



geométrica desacoplada de la posición de la muñeca del robot y de la orientación de la herramienta.

Un sistema de reconocimiento de voz es un proceso computacional el cual traduce la voz humana a texto o comandos que actúan sobre un procedimiento. En este sistema intervienen varios modelos tales como el acústico, el lingüístico y el semántico.

El sistema de reconocimiento de voz que se utiliza para el control del brazo robótico está basado en reconocer palabras aisladas o comandos, este sistema tiene 3 tareas que se deben cumplir, las cuales son:

- 1) Procesamiento: Convierte las señales (voz) a una formato digital.
- 2) Reconocimiento: Traduce la señal a texto o comando.
- 3) Aplicación: El comando es aceptado por el sistema, y se ejecuta.

Este sistema en esencia solo compara la señal de entrada (voz) con una señal previamente grabada en el mismo, teniendo en cuenta las variaciones entre locutores o las diferentes velocidades del habla.

### 3. PARTE EXPERIMENTAL

Se construyó el brazo robótico, con 6 grados de libertad, que consta de: base, tronco, brazo y efector final que se muestra en la figura 1.



Fig. 1. Brazo realizado en SolidWorks CAD.

El brazo ejecuta movimientos de izquierda a derecha de arriba-abajo y de profundidad manteniendo fija la porción que hace contacto con la pared abdominal.

Para las articulaciones del robot se utilizaron servomotores TowerPro MG995 con torque de 15Kg-cm, robustos con engranes de metal de tamaño estándar como se muestra en la Figura 2.



# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



Fig. 2. Servomotor TowerPro MG995.

## 4. Desarrollo del sistema de control por voz.

Este robot se conforma de un sistema de control por voz, el cual tiene los siguientes 7 comandos almacenados: arriba, abajo, izquierda, derecha, adelante, atrás, y alto.

### 4.1 Etapas para el tratamiento de señales de voz

- 1) La primera etapa es la obtención de la señal de audio, esto se hizo mediante un micrófono conectado al sistema, se obtuvo una entrada mono, en formato wav, utilizando una frecuencia de muestreo de 11025hz a 16 bits.
- 2) Etapa de corte de silencio: Después de la obtención de la señal se necesitó eliminar el silencio, para eso se aplica un algoritmo (endpoint) para eliminar silencios al comienzo y al final de la señal. Esto se detecta por medio de umbrales de energía de actividad en la señal
- 3) Preénfasis: La preénfasis es un proceso diseñado para incrementar magnitudes de frecuencias que son usualmente altas en respecto a magnitudes usualmente bajas, esto ya que el tracto vocal no filtra las de manera efectiva las frecuencias altas.
- 4) Segmentación de señal y ventana de Hamming: Antes de la extracción la señal debió ser segmentada en intervalos de 20 a 30ms donde se considera que es una señal estacionaria cuasi periódica, una vez segmentada la señal se le puede aplicar el mismo proceso a cada uno de los segmentos en este caso se le aplico la ventana de Hamming o de coseno elevado, para suavizar la señal de dicha ventana.
- 5) Coeficientes de predicción lineal y coeficiente cepstrum: Se precede a la extracción de patrones por medio de las técnicas de LCP (Coeficiente de Predicción Lineal) Y CS

# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



(Coeficiente cepstrum). Con la técnica LCP es posible la predicción de una señal muestreada a partir de señales dadas anteriormente, con la técnica de CS es el resultado de calcular la transformada de Fourier, sirve para separar de una manera los componentes de información de la señal de voz: la excitación y el tracto vocal.

- 6) Alineamiento temporal dinámico: En esta etapa se relaciona la señal de entrada con las señales guardadas en el sistema, para eso se utiliza en algoritmo DTW.
- 7) Reconocimiento de la palabra: Una vez reconocida la palabra, el sistema ejecuta una acción o una serie de acciones que están relacionadas con la señal reconocida.

En la figura 3, se muestra un diagrama a bloques de las etapas antes mencionadas

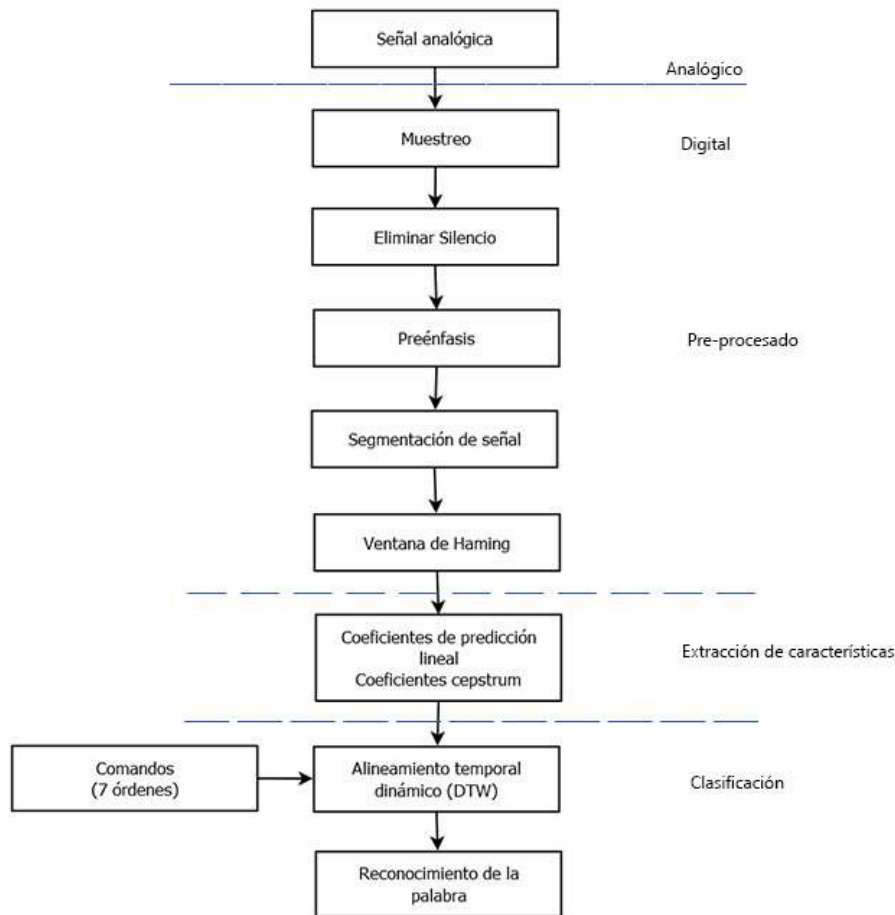


Fig. 3. Diagrama a bloques para el tratamiento de señales de voz.

# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



## 5. Resultados

Para evaluar la eficiencia del sistema de control del brazo laparoscópico se realizaron pruebas con 5 distintos locutores, los cuales probaron el sistema pronunciando las 7 frases precargadas en la memoria. En la tabla 1 se muestra la frecuencia de aciertos que obtuvo el sistema de control:

Palabra	Número de aciertos obtenidos de un total de diez eventos realizados				
	Locutor 1	Locutor 2	Locutor 3	Locutor 4	Locutor 5
Arriba	9	9	8	9	9
Abajo	8	9	10	9	9
Derecha	9	10	9	10	10
Izquierda	8	9	9	8	8
Adelante	8	8	9	9	9
Atrás	8	8	8	8	8
Alto	9	9	10	9	9

Tabla 1. EFICIENCIA DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control tiene una tasa de eficiencia alta, las pruebas se hicieron con un micrófono que incluía supresión de ruido como parte de su circuito para mejorar el reconocimiento de voz del sistema, en la figura 4 se muestra el funcionamiento general del sistema.



Fig. 4. Funcionamiento del sistema de control por voz y brazo laparoscópico.

# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



Los movimientos ejecutados con respecto al locutor se muestran en la figura 5.



Fig. 5. Movimientos del brazo laparoscopio controlado mediante comandos de voz.

## 6. Conclusión

Se diseñó y construyó un brazo robótico controlado mediante comandos. Se diseñó mediante herramientas CAD, se aplicaron conocimientos de física y matemáticas. Para el control por voz se utilizaron técnicas de tratamiento de señales, matemáticas y programación.

Este tipo de desarrollos generan nuevas soluciones a los problemas de salud, resultado de la interacción entre la investigación científica y la ciencia aplicada.

## Bibliografía

- [1]. Diseño de prototipo de simulador para entrenamiento en cirugía laparoscópica, *Volumen 5*, Junio 2011, Javier García Murillo, Mauricio Arias Correa, Édison Valencia Díaz.
- [2]. Robótica y cirugía laparoscópica, *Cirugía Española, Volumen 80, Issue 4, October 2006, Pages 189-194*, Carlos Martínez Ramos.
- [3]. Reconocimiento de Voz con Redes Neuronales, DTW y Modelos Ocultos de Markov, *Conciencia Tecnológica No. 32, Julio-Diciembre 2006*
- [4]. Reconocimiento de comandos de voz utilizando técnicas de PDS aplicadas a robótica, *Verano de la ciencia 12, 2010*, Villarreal Robles, G, Olivera Reyna, R.
- [5]. *Introducción a la Robótica, 2008*, Subir Kumar Saha, McGraw-Hill.