



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sistema Interactivo Usando Sensores Mioeléctricos para el Fortalecimiento de Extremidades Superiores en Niños

*Alumnos: Victoria Monserrath López Silva
Pablo Andrés Zambrano Amores*

Director: Ing. Marco Pilatasig Msc.

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación.



Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



Formulación del Problema

Actualmente, en el campo de la medicina se describen problemas de debilidad e inflamación muscular en niños, esto se presenta cuando un músculo no trabaja ni se mueve normalmente y puede ser causada por una enfermedad del musculo en sí (miopatía), enfermedades neuromusculares, distrofia y atrofia muscular [10]. Existe un gran porcentaje de niños que sufren de problemas en sus extremidades superiores, esto implica menor capacidad para explorar diferentes entornos, interactuar socialmente y ser menos dependientes. Es decir, estos trastornos hacen que los niños sean considerados menos capaces ante los demás grupos sociales, impidiéndoles demostrar sus habilidades.

Entonces, debido a estos problemas los niños requieren de una rehabilitación, pero la mayoría de estos programas de rehabilitación requieren de la presencia de un profesional experto en terapia física, lo cual significa una inversión de alto costo y de una larga duración, además que estos programas de rehabilitación debido a su costo no son accesibles para personas de escasos recursos.





ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un sistema de realidad interactivo utilizando sensores mioelectricos para el fortalecimiento de las extremidades superiores en niños .



Objetivos Específicos

- Investigar sobre la rehabilitación de extremidades superiores en niños mayores de 6 años.
- Implementar un sistema de adquisición de señales musculares para utilizar en un ambiente virtual.
- Desarrollar un entorno virtual que permita interactuar al usuario con la PC.
- Realizar pruebas funcionales del sistema de realidad virtual.



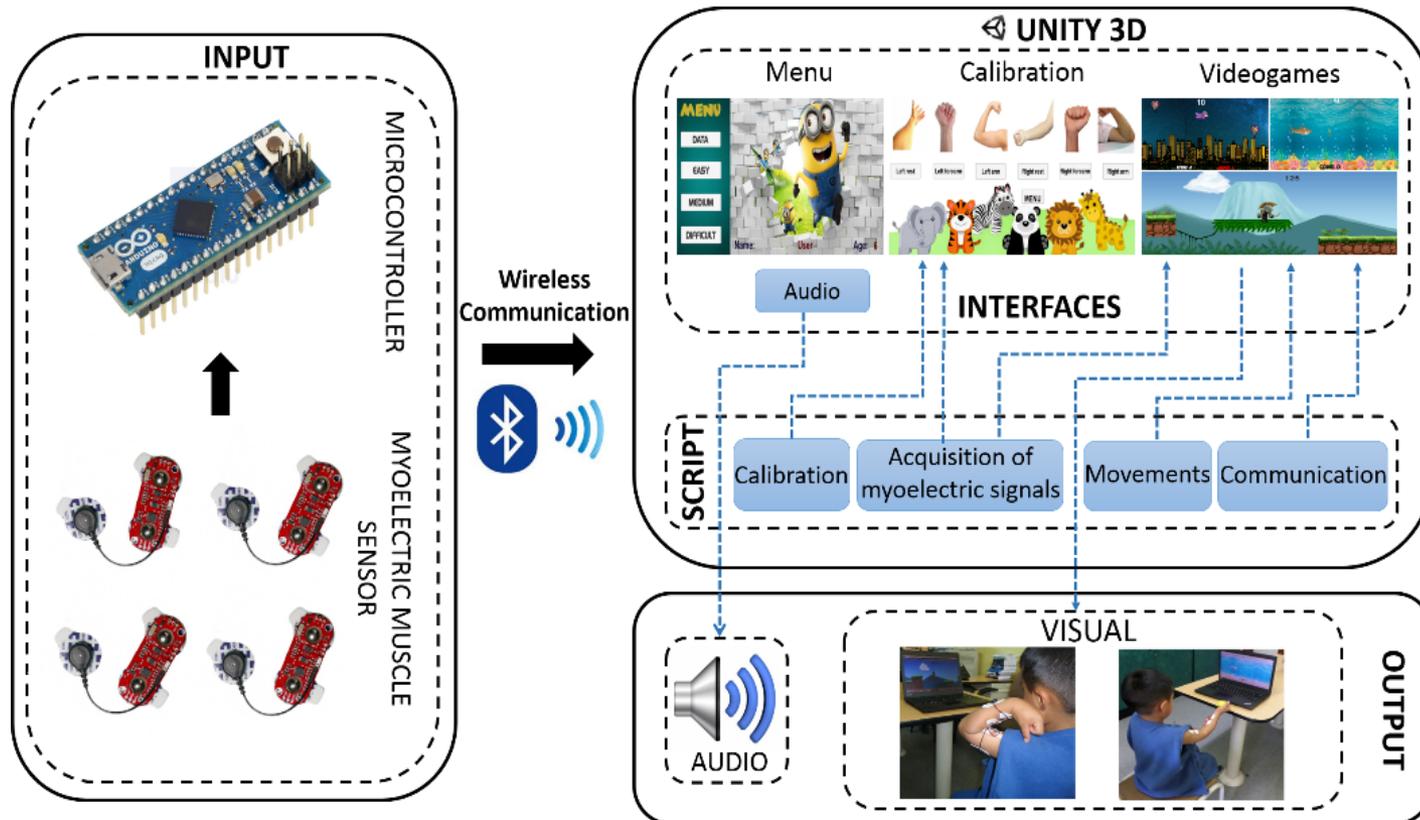
Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



Metodología

En la siguiente figura se muestra de una manera resumida y detallada la metodología usada en el Sistema Interactivo



Contenido

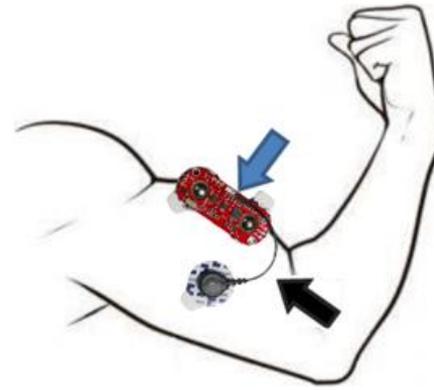
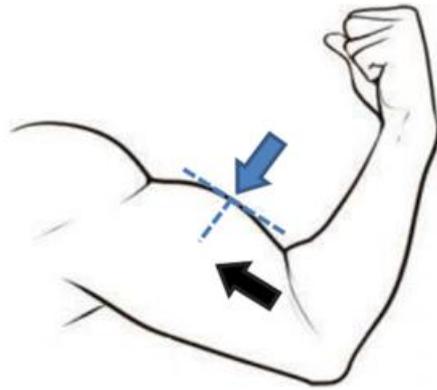
- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



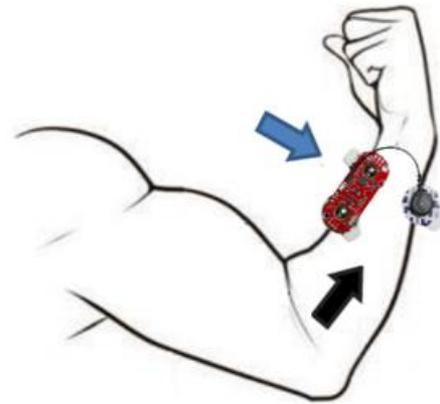
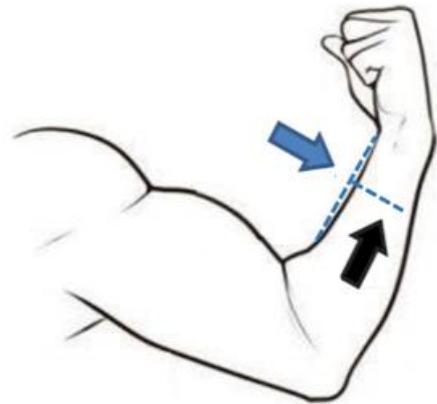
- Los movimientos de contracción y relajación de los músculos del brazo y antebrazo de las extremidades superiores derecha e izquierda son adquiridos por medio de los sensores mioeléctricos, estas señales contienen la información de la actividad muscular por medio del potencial eléctrico generado por las células de la fibra muscular en un momento dado; las mismas son recibidas y acondicionadas en una tarjeta micro Arduino que envía los datos de forma inalámbrica hacia el computador.
- Para colocar los sensores en la piel se utilizan electrodos de superficie desechable que se conectan al sensor por medio de broches facilitando su colocación, dos de estos electrodos son para adquisición de las señales y el tercero se utiliza como referencia. La orientación y posición de los sensores y electrodos tienen un gran efecto en la fuerza y calidad de la señal, estos deben colocarse en el centro del músculo y estar alineados con la orientación de las fibras musculares como se observan en la Figura. Colocar el sensor en otras posiciones significa reducir la fuerza y la calidad de la señal mioeléctrica.



Colocación del sensor: a) brazo, b) antebrazo.



a)



b)



Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



- Las interfaces virtuales han sido desarrolladas con el motor gráfico Unity 3D para mejorar y dar más confiabilidad al sistema, estas le brindan al usuario interacción entre el mundo real y el mundo virtual con gran atractivo visual y auditivo gracias a la combinación de hardware y software. Estas interfaces incluyen video juegos interactivos de esquivar obstáculos, recoger monedas y generar saltos en plataformas, donde el usuario primero observa y luego genera los movimientos recomendados por el terapeuta en función de su lesión.
- La aplicación contiene una interfaz donde se puede calibrar cada uno de los sensores, cuenta con imágenes en las que se indican el movimiento que se debe realizar, como se observa en la figura. Esto permite en cada usuario obtener y guardar un rango de valores mínimo y máximo dependiendo de la fuerza y las condiciones físicas que tengan para facilitar sus movimientos.



Interfaz de calibración de sensores.



Left rest



Left forearm



Left arm



Right rest



Right forearm



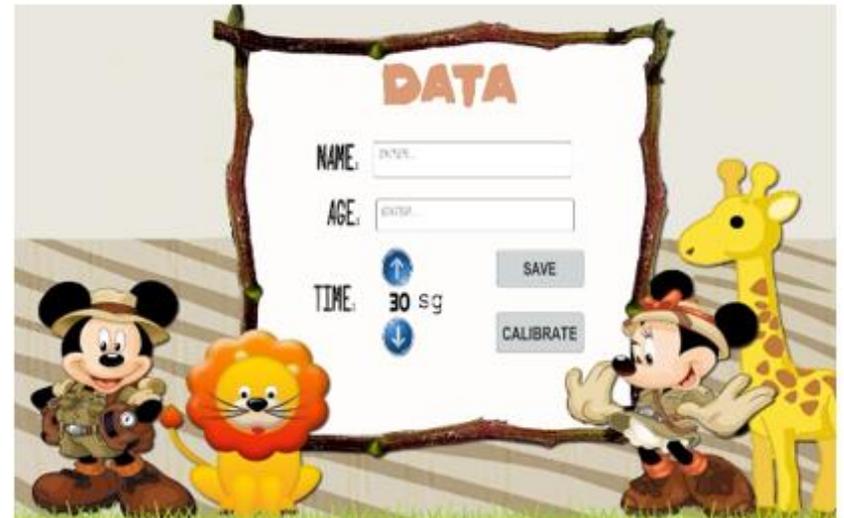
Right arm



a) Interfaz de Menú b) Interfaz de Datos del usuario.



a)



b)



Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



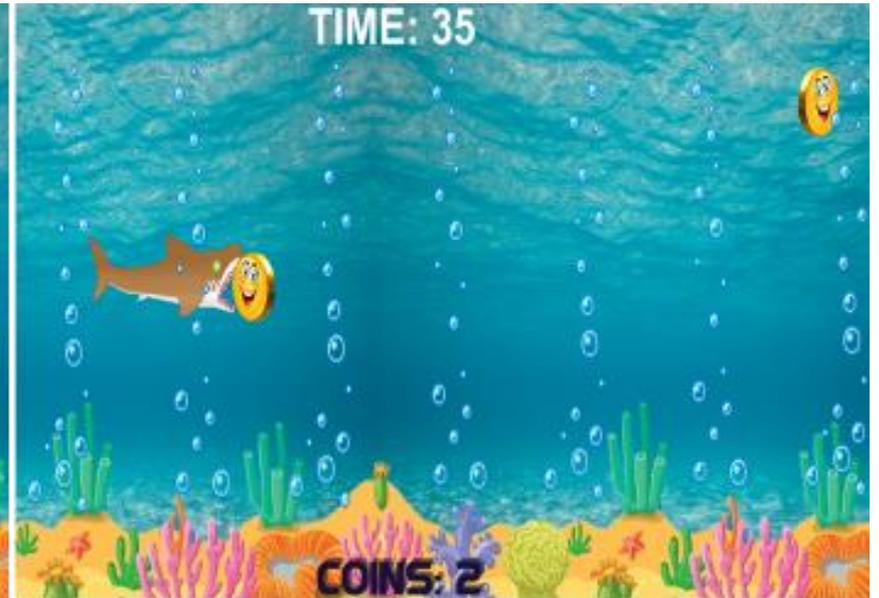
Para utilizar el sistema de realidad virtual, el usuario se coloca el chaleco y los sensores en las zonas previstas; para la colocación de los mismos se sugiere: i) limpiar la piel en el área donde se ubicarán los sensores para eliminar impurezas, y ii) encajar los electrodos en los conectores del sensor y ubicarlos en el músculo deseado. Para colocar el sensor se debe tener en cuenta que dos de los electrodos conectados estén en el centro del musculo y el otro esté ubicado en la parte posterior del mismo. Luego se debe despegar la parte posterior de los electrodos para exponer el adhesivo y aplicarlo a la piel, el electrodo de referencia no se debe colocar cerca del músculo objetivo. En la interfaz desarrollada primero se debe calibrar cada sensor para obtener los valores iniciales de movimiento de cada extremidad superior del usuario. En la pantalla principal se selecciona el nivel del video juego que desee ejecutar.



- Para el primer video juego se requiere movimientos leves de los brazos izquierdo y derecho alternadamente y de forma repetitiva.



- Para el segundo video juego se debe realizar varias series de apertura y cierre de las manos, mientras que el tercer video juego será una combinación de ejercicios precisos y coordinados de contracción y relajación de los músculos de los brazos y las manos



- En el sistema propuesto el terapeuta es quien se encarga de ajustar el tiempo de cada video juego para realizar los ejercicios indicados, el sistema entrega una ficha de datos indicando el número de aciertos y errores, con estos datos el terapeuta puede realizar un seguimiento controlado al usuario; además se tiene una realimentación auditiva y visual que permite un mejor desarrollo cognitivo.



Contenido

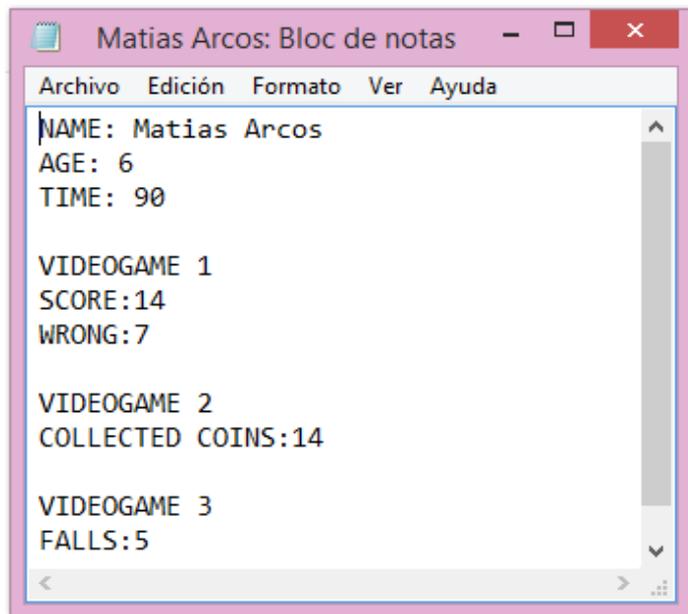
- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



El sistema fue probado por 5 usuarios (3 niños y 2 niñas) con edades entre 6 y 12 años, los usuarios reciben información sobre la funcionalidad del sistema a través de una explicación breve, luego usan el sistema virtual de acuerdo con el procedimiento detallado en la sección 3. Se utilizó el siguiente criterio de inclusión: niños mayores de 5 años y menores de 13 años y tener alguna enfermedad muscular (miopatía). El criterio de exclusión fue: tener deficiencia visual y auditiva



Al finalizar cada uno de los videojuegos se muestra los resultados en un archivo de texto que se genera automáticamente con el nombre del usuario como se muestra en la Figura.

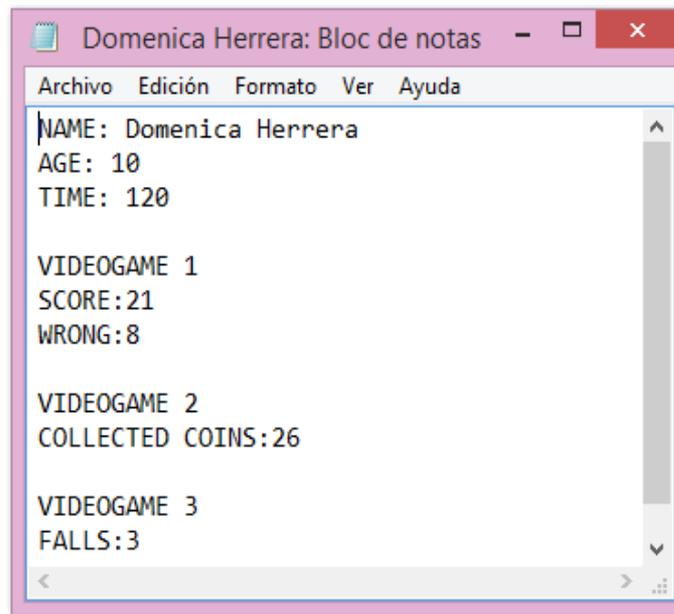


```
Matias Arcos: Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
NAME: Matias Arcos
AGE: 6
TIME: 90

VIDEOGAME 1
SCORE:14
WRONG:7

VIDEOGAME 2
COLLECTED COINS:14

VIDEOGAME 3
FALLS:5
```



```
Domenica Herrera: Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
NAME: Domenica Herrera
AGE: 10
TIME: 120

VIDEOGAME 1
SCORE:21
WRONG:8

VIDEOGAME 2
COLLECTED COINS:26

VIDEOGAME 3
FALLS:3
```

El resultado del cuestionario SUS realizado por cinco usuarios después de utilizar el sistema virtual es: (84.5 ± 0.62) . Si el resultado obtenido es mayor al 68%, el sistema responde a una usabilidad aceptable para el fortalecimiento muscular.

	Result (N = 5)	
	Mean	SD
1. I think I would like to use this Virtual Reality system frequently	4.2	0.75
2. I found the Virtual Reality system to be unnecessarily complex	2	0.63
3. I thought that the Virtual Reality system was easy to use	4.4	0.8
4. I think I would need the support of a technical person to be able to use this Virtual Reality system	2.6	0.49
5. I found that the various functions in this Virtual Reality System were well integrated	4.4	0.8
6. I thought there was too much inconsistency in this Virtual Reality system	1.6	0.49
7. I would imagine that most people would learn to use this Virtual Reality system very quickly	4.6	0.49
8. I found the Virtual Reality system to be very cumbersome to use	1.6	0.49
9. I felt very confident using the Virtual Reality system	4.6	0.49
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this Virtual Reality system	2.2	0.75
 GLOBAL SCORE(total)	 84.5	 0.62



Contenido

- Formulación del Problema
- Objetivos
- Metodología
- Adquisición de señales
- Diseño de la interfaz virtual
- Modo de uso del Sistema Interactivo
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones



- Se desarrolló un sistema interactivo de fortalecimiento de extremidades superiores utilizando sensores mioeléctricos y comunicación inalámbrica bluetooth, las interfaces virtuales están diseñadas en el motor gráfico Unity 3D y están conformadas por tres videojuegos interactivos que permiten la generación de movimientos como contraer y relajar los brazos y la apertura y cierre de las manos. Además, el sistema tiene realimentación visual y auditiva lo que le provee al usuario un mejor desarrollo cognitivo.
- Este es un sistema innovador y alternativo a las técnicas clásicas de fortalecimiento y causa gran interés en los usuarios al desarrollar habilidades motoras para alcanzar una mayor autonomía. Los resultados obtenidos en el cuestionario SUS indican que el sistema tiene una aceptación para ser utilizado en el fortalecimiento de extremidades superiores.





ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA