

Proyecto ELISA

Especificación de requerimientos para puntero remoto y emulador de ratón de computadora

Resumen del proyecto

Como se abordó en el documento ISR del proyecto, este pretende resolver la problemática de la carencia de un dispositivo confiable que funcione como un ratón remoto, que permite manejar y manipular contenido en una computadora de forma remota, ayudando así en actividades como presentaciones y controles a distancia. En este documento se abordarán de manera más profunda los requerimientos y sus especificaciones respecto al prototipo que se pretende desarrollar.

Equipo desarrollador

El equipo de desarrolladores está compuesto por dos personas:

- Alejandro Navarro
 - Ingeniería Informática, CUCEI-UdG.
- Adrian Ramirez
 - Licenciatura en Física, CUCEI-UdG.

Los trabajos de desarrollo de código, configuración de hardware y documentación son repartidos de igual manera entre ambos integrantes. Se pretende integrar más personas cuando sea necesario.

Arquitectura del sistema

El sistema se encuentra construido con seis secciones principales:

- Sensores de movimiento: estos son tres y ubican en posiciones estratégicas del brazo director del movimiento (dorso de la mano, costado del codo y hombro) ~~y uno sobre el pecho de usuario (punto de referencia)~~. El punto de referencia para el sistema será el sensor localizado sobre el hombro.
- Botones y scroll: localizados sobre las puntas de los dedos índice, medio, anular y meñique, pueden ser alcanzados y presionados usando el pulgar.
- Microcontroladores: procesan los datos de posición y orientación de los sensores de movimiento. Esta información es enviada al receptor vía Bluetooth, que se encuentra conectado a la computadora y se encarga de entregar dichos datos para que la computadora los interprete como movimiento de ratón.
- Software: para sacar el máximo partido del dispositivo se desarrollará software de ejemplo y creación de presentaciones.

Dado que el dispositivo utiliza las propiedades básicas de entrada de datos de la computadora como son el mouse y el teclado, puede ser usado en cualquier ambiente creativo, además el sistema no será dependiente de alguna plataforma particular. Pero para sacar el máximo provecho posible de las capacidades que ofrece el dispositivo será necesario proporcionar un software que sea capaz de ello. Entre estas capacidades se encuentran el ajuste fino de calibración, software dedicado a presentaciones y creatividad.

El sistema rastrea la orientación de los sensores y estos, al estar ubicados de forma estratégica en el brazo permiten determinar la posición y orientación de la muñeca de la mano con respecto a un punto fijo en el hombro del usuario. De este punto fijo se proyecta al frente un “plano” que hace las veces de pantalla del ordenador y a partir de la posición de la mano, un “rayo” es proyectado en la dirección apuntada y donde intersectan el plano y el rayo serán las coordenadas del puntero en el ordenador. Cabe destacar que dichos plano y rayo no son entidades físicas reales sino la abstracción matemática sobre la cual el dispositivo funciona.

Los componentes usados para desarrollar el dispositivo en modo pre-alfa hasta alfa (ver Detalles del proyección de versiones) son los siguientes:

Componente	Rol
Módulo MPU6050 (x4)	Acelerómetro y giroscopio, medición de posición y ángulo.
Receptor Bluetooth HC-05 (x2)	Se encarga de la recepción y envío de datos entre los microcontroladores.
Arduino Nano/UNO (x4)	Microcontrolador maestro, envío de datos desde los acelerómetros a Arduino Leonardo.
Arduino Leonardo (x1)	Microcontrolador esclavo, recepción de datos desde Arduino Nano y procesado para entrega a la computadora.
Botones (genéricos, x4)	Se encargan de emular los botones del ratón.
Cable 14AWG	Para conectar cada uno de los componentes, serán necesarios hasta 400m.
Fuente de alimentación de 5V	Una batería recargable de ion-litio, como las usadas en powerbanks.

Las primeras pruebas se enfocarán únicamente en la captura y lectura de información, por lo que no se considerará necesario que el hardware sea incorporado a un usuario. Posteriormente se considerará la ergonomía para diseñar de manera óptima como se colocarán los componentes. En general, el proyecto contempla como modo ideal lo siguiente:

Los botones serían sujetos a un guante, los acelerómetros y cables serían sujetos con velcro. Las razones de selección de estos componentes responden a la facilidad y accesibilidad de uso. La mención especial le corresponde al Arduino Leonardo, que puede

actuar como dispositivo USB (y no serial como la mayoría de los Arduino) y que además posee librerías nativas de emulación de ratón y teclado.

El software dedicado para aprovechar el potencial del dispositivo será desarrollado usando Processing. Para el prototipo se desarrollará una figura tridimensional de muestra y un programa simple de trazos.

Procesado y almacenamiento de información

Los sensores y su microcontrolador son la parte más importante del dispositivo ya que estos se encargan de medir la posición y orientación de la mano del usuario, información que ultimadamente se usa para operar el dispositivo. A grandes rasgos esta parte se encarga de calcular la posición y orientación absoluta de la palma de la mano con respecto a un sistema de referencia ubicado en el pecho del usuario y se seguir los estados de los cuatro botones que incorporaremos, además de enviar esa información vía bluetooth al receptor. La salida de esta parte del dispositivo será enviada al receptor como un vector de números de punto flotante de diez posiciones. Esta información es actualizada y mandada al receptor de forma continua. La estructura del vector es la siguiente:

	Dato	Descripción
[0]	X	Componentes son las coordenadas de la mano del usuario con respecto del sistema de referencia ubicado en el pecho.
[1]	Y	
[2]	Z	
[3]	Rotation X	Ángulos de rotación alrededor de los ejes X, Y y Z con respecto al sistema de referencia ubicado en el pecho.
[4]	Rotation Y	
[5]	Rotation Z	
[6]	Enable	El valor de esta variable puede ser de uno o cero, en caso de ser uno la posición del puntero se actualiza constantemente con la calculada por los sensores y en caso de ser cero el puntero se queda fijo en pantalla sin importar los movimientos de la mano.
[7]	Right	El valor de esta variable puede ser de uno o cero, en caso de ser uno es registrado como un click derecho en la posición del puntero.
[8]	Left	El valor de esta variable puede ser de uno o cero, en caso de ser uno es registrado como un click izquierdo en la posición del puntero.
[9]	Scroll	El valor de esta variable puede ser de uno o cero, en caso de ser uno se activa la opción de scroll ya sea ascendente o descendente dependiendo del movimiento de la mano.

El receptor se encarga de obtener los datos anterior mencionados de los sensores y transformarlos en coordenadas del puntero así como determinar las activaciones de los botones. Para esto toma los primeros tres elementos del vector de datos y los interpreta como el origen del sistema de referencia de la mano del usuario y los siguientes tres datos como las rotaciones alrededor de los ejes de ese mismo sistema. El receptor calcula entonces la intersección de un rayo lanzado desde esta posición y en la misma dirección que el índice del usuario con un plano ubicado en frente del sistema de referencia de su pecho. Transforma esa intersección en coordenadas útiles para colocar el puntero pantalla.

Lineamientos de uso

Se tendrá que considerar que la anatomía del dispositivo pueda cubrir las necesidades de las tallas estándar, una media de la medida del brazo para que pueda ser usado por cualquier usuario. Además de considerar el rango de distancia entre los módulos de Bluetooth que conectarán entre sí no debe ser mayor a 60 metros de espacio libre.

Será necesario guardar algún tipo de calibración para el buen funcionamiento del sistema. Los sensores tendrán que conocer las dimensiones, al menos en promedio de las extremidades del usuario. Más concretamente la distancia entre el pecho y el hombro, la distancia entre el hombro y el codo y la distancia entre este y la palma. Esta información es indispensable para el correcto cálculo de la posición de los sistemas coordinados y dado que supondremos que no existen grandes variaciones de estas medidas entre individuos estos valores serán fijos. En el caso del receptor se tendrá que elegir un switch o botón que permite cambiar la configuración de DPI y así ajustarse a diferentes resoluciones de pantalla, esto se lleva a cabo con el software y no requiere de hardware especializado.

Detalles de proyección de versiones

Durante el proceso de desarrollo de dispositivo será necesario atravesar varias etapas antes de encontrar un modelo estable. Se consideran cuatro bloques principales:

- **pre-alfa:** dividido en partes 1 y 2, consisten en experimentación con los sensores y microcontroladores, esto para alcanzar la configuración óptima y código apropiado para la captura y lectura de información. Para la fase 1 se considera como objetivo final la captura de información y lectura en el sistema; para la fase 2 se considera como objetivo la captura y lectura de información en el sistema de tal manera que el movimiento del puntero del ratón sea lo suficientemente suave y cómoda. Para alcanzar este objetivo se considera solamente el uso de un sensor y un botón con un microcontrolador, a fin de mejorar la calibración y usar o reescribir librerías para el código.
- **Alfa:** dividido también en partes 1 y 2, una ya estabilizado un código modelo para captura y lectura de información estas etapas consisten en la prueba de configuraciones óptimas a nivel de hardware: la combinación de sensores, que pueden ser desde uno hasta cuatro, con el uso de los microcontroladores, que pueden ir desde uno para todo el conjunto de sensores o de uno para cada sensor. En estas etapas se considera la configuración adecuada para la captura y lectura de

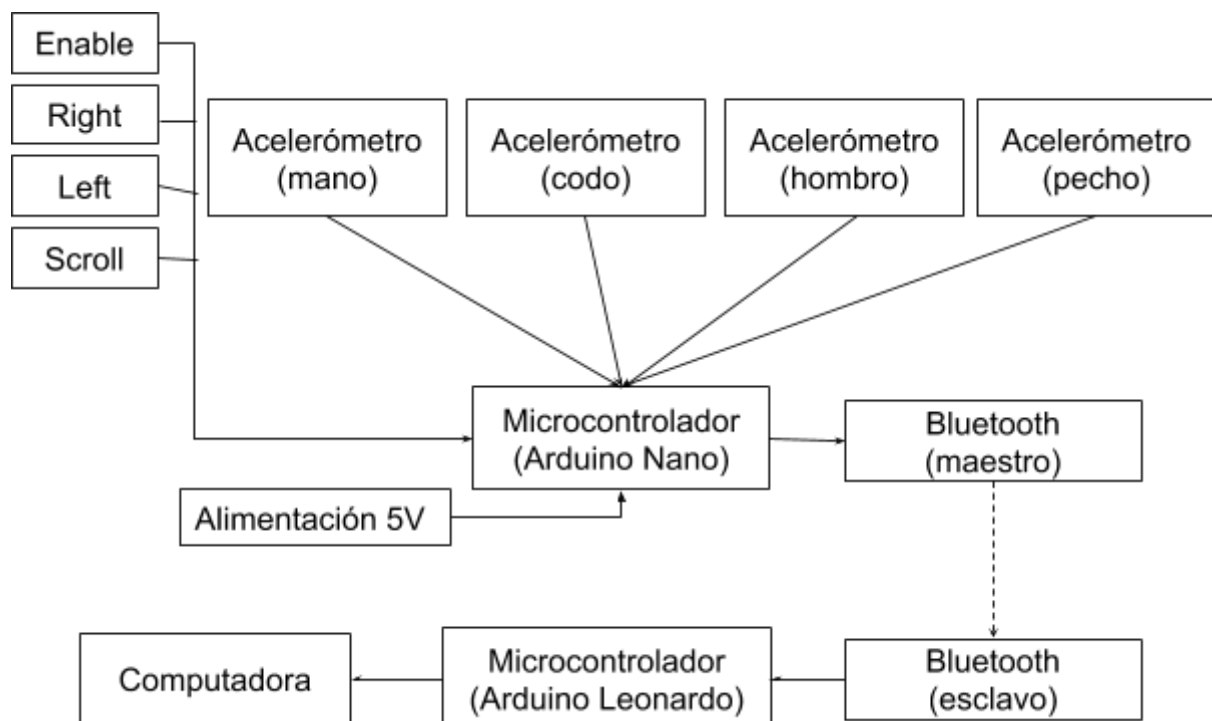
información, que se encuentre libre de interferencias, en combinación con el mejor modelo que se adapte a la ergonomía del usuario.

- **Beta:** consistente de una sola etapa, con el prototipo estabilizado en la etapa anterior se abandona entonces el uso de electrónica de prototipo y se pasa a usar los componentes usados sobre una placa formalmente diseñado y soldados. Además pasa a pruebas funcionales fuera de la experimentación propia del desarrollo a un punto que se sujete a propósitos básicos, en donde se localizarían defectos y bugs que deban corregirse. Intentaría utilizarse con usuarios que hagan alguna actividad de presentación o control remoto del ordenador para obtener una retroalimentación del prototipo. En esta etapa también se empezaría el desarrollo de software dedicado, que se especificaría en otra documentación dedicada a estos programas.
- **RC:** o *Release Candidate*, se aplican correcciones y mejoras en base de la retroalimentación en la fase beta. Vuelve a ser puesto en modo de pruebas hasta alcanzar un nivel aceptable tanto de uso, comodidad y respuesta por parte del ordenador. En este punto se harían las primeras pruebas del software básico dedicado al dispositivo.
- **Versión 1.0.0:** primera versión estable del prototipo con un software dedicado básico.

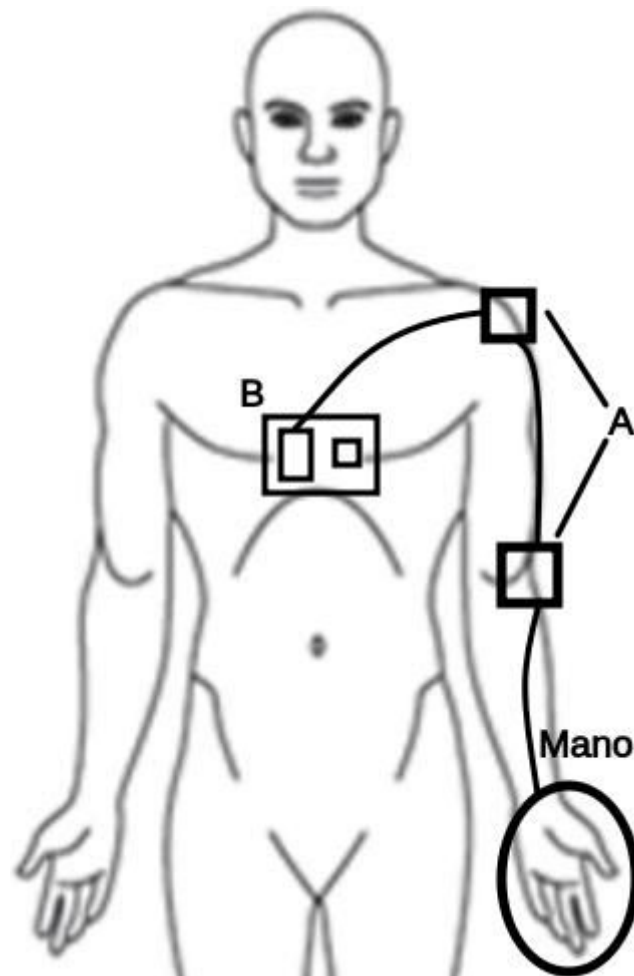
El desarrollo del proyecto continuaría de forma anual, corrigiendo detalles y, de ser necesario, añadiendo nuevas funciones. El desarrollo del software dedicado puede llevar más tiempo, es un trabajo unido a este proyecto pero llevaría su propia documentación.

Diseño básico del sistema para 4 sensores

No es el modo final que puede llevar el sistema, es posible que se quiten acelerómetros o se añadan más microcontroladores, pero en esencia siguen el mismo esquema.

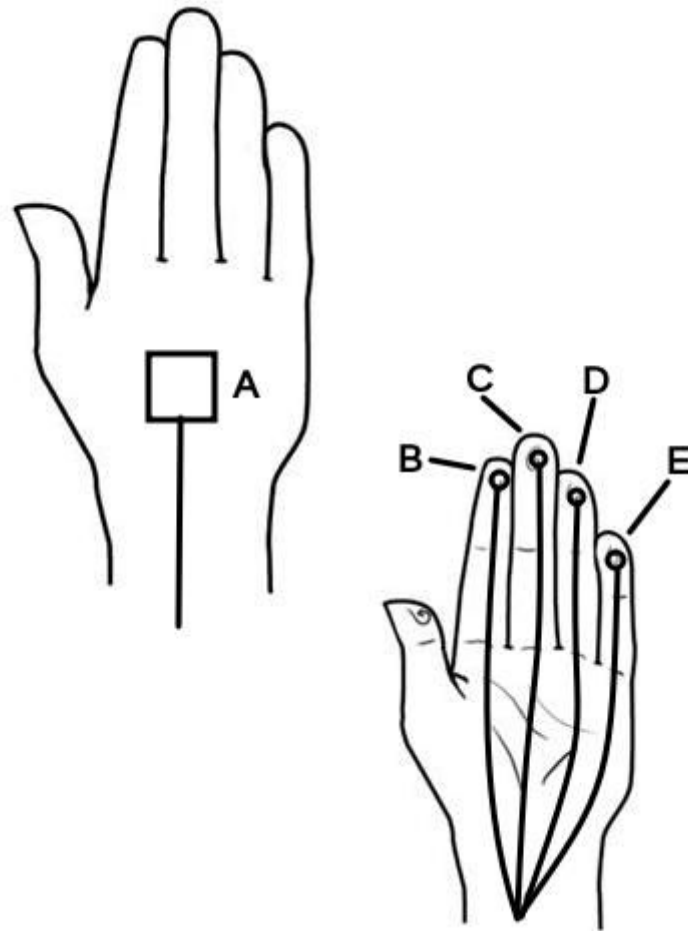


Esquema general en el brazo y pecho para 4 sensores



Explicación: A son un par de acelerómetros colocados sobre el costado del codo y el hombro, conectados a una protoboard, señalada como B, que contiene el tercer acelerómetro sobre el pecho y que hace como punto de referencia. En esta misma protoboard se encuentra el Arduino Nano con su respectivo módulo Bluetooth, que estaría comunicado a un Arduino Leonardo que le pasaría toda la información a la computadora.

Esquema general de Mano



Explicación: el acelerómetro *A* se colocaría sobre el dorso de la mano, es más conveniente para evitar problemas en la palma de la mano pues está tendería a estrecharse con el movimiento de los dedos. En los dedos se colocarían los botones que serían presionados con el pulgar, las tareas de cada botón, véase documento ISR, siendo *B* el botón Enable, *C* el botón Right, *D* el botón Left y *E* el botón Scroll.