

TÍTULO

Valoración y análisis de los movimientos de las manos de un paciente de Parkinson según la escala UPDRS usando técnicas de visión artificial con Kinect.

TEMARIO

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTE Y JUSTIFICACIÓN

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Descripción del proyecto
 - 1.2.1. Golpeteo de los dedos
 - 1.2.2. Movimientos con las manos
 - 1.2.3. Movimientos de pronación-supinación de las manos
- 1.3. Metodología
- 1.4. Justificación del proyecto
- 1.5. Objetivos
 - 1.5.1. Objetivos generales
 - 1.5.2. Objetivos específicos
- 1.6. Organización del documento

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- 2.1. Enfermedad de Parkinson
- 2.2. Escala unificada para la evaluación de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS)
- 2.3. Hardware
- 2.4. Software

CAPÍTULO 3

INSTALACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA

- 3.1. Instalación del hardware
- 3.2. Instalación del software
- 3.3. Calibración

CAPÍTULO 4

DETECCIÓN, EXTRACCIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS MANOS

- 4.1. Definición del mapa de profundidad en la señal de video
- 4.2. Binarización de la señal de video
- 4.3. Algoritmo de Convex Hull
 - 4.3.1. Detección de contornos
 - 4.3.2. Selección de puntos de interés
- 4.4. Función de seguimiento de la mano

CAPÍTULO 5

DISEÑO DEL SISTEMA

- 5.1. Estructura de navegación en el sistema
- 5.2. Módulo de calibración
- 5.3. Módulo de golpeteo de los dedos
- 5.4. Módulo de movimientos con las manos
- 5.5. Módulo de movimiento de pronación-supinación de las manos
- 5.6. Módulo de estadísticas de la terapia

CAPÍTULO 6

RESULTADOS EXPERIMENTALES

- 6.1. Análisis de resultados de golpeteo de los dedos
- 6.2. Análisis de resultados de movimientos con las manos
- 6.3. Análisis de resultados de pronación-supinación de las manos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La enfermedad de Parkinson se produce por una degeneración y pérdida de las neuronas que producen la dopamina (transmisor de gran importancia en el sistema nervioso central, que regula diversas funciones como la conducta motora, la emotividad y la afectividad así como en la comunicación neuroendócrina) en un área del cerebro llamada sustancia nigra. La causa de la muerte de estas neuronas o deterioro celular se desconoce hasta la actualidad a pesar de los importantes avances en el conocimiento sobre la enfermedad.

Según la bibliografía los principales síntomas característicos de la enfermedad de Parkinson son:

- Temblor, principalmente en brazos y piernas
- Rigidez
- Bradicinesia
- Dificultad para la deglución
- Cambios en el habla y la escritura
- Depresión
- Problemas urinarios y estreñimiento
- Problemas en el dormir
- Demencia

Actualmente no existen pruebas sanguíneas o de laboratorio que se haya demostrado que ayuden a diagnosticar la enfermedad de Parkinson de forma esporádica. Por ello el diagnóstico se basa en la historia clínica y en un examen neurológico. La enfermedad puede ser difícil de diagnosticar con precisión por las decisiones subjetivas que deben tomar los doctores. Asimismo los signos y síntomas tempranos de Parkinson a veces pueden ser descartados como los efectos del envejecimiento normal.

Dado lo anterior, en esta propuesta se plantea desarrollar un “Sistema de valoración y análisis de los movimientos de las manos de un paciente de Parkinson según la escala UPDRS usando técnicas de visión artificial con Kinect” que se enfoca en el desarrollo de una herramienta tecnológica de visión artificial que ayude en la detección, valoración y análisis de los movimientos básicos de las manos de un paciente que padece de la enfermedad de Parkinson. Con el uso del Kinect, controlador creado por Microsoft para la adquisición de imágenes 2D y 3D, vamos a desarrollar una herramienta de visión artificial para generar, recolectar y visualizar datos de los movimientos de las manos de un paciente, los cuales servirán de apoyo para médicos de centros de rehabilitación durante el proceso de valoración y análisis del avance o mejora de los pacientes. Los datos generados se basarán en la escala UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale). Esta herramienta pretende que el conjunto de información subjetiva que se recolecta a través de la forma tradicional, se convierta en un dato objetivo y único.

El proyecto se centra en investigar el impacto que tendrá la herramienta tecnológica propuesta al valorar las actividades de los pacientes con el uso del Kinect, mejora o no, la decisión subjetiva con la que los médicos califican a los pacientes en cada acción o actividad de rehabilitación.

Para llevar a cabo esta investigación, la herramienta de asistencia médica incluirá un conjunto de pruebas del examen motor (Sección III) que utilizan la tecnología del Kinect para el fin de desarrollar un mejor análisis médico en las siguientes actividades realizadas por los pacientes de Parkinson:

- **Golpeteo de los dedos:** el paciente golpea el pulgar con el índice en sucesiones rápidas. Este movimiento es realizado con cada mano y por separado. El Kinect captará la mano de forma lateral y cuantificará el número de golpeteos de los dedos que realiza el paciente por segundo.



Figura 1: Golpeteo de los dedos.

- **Movimientos con las manos:** el paciente abre y cierra las manos en rápidas sucesiones; en igual forma que el movimiento anterior, esto es realizado con cada mano y por separado. El Kinect captará la mano de forma frontal y cuantificará el número de veces que abre y cierra la mano el paciente en cada instante de tiempo.



Figura 2: Movimientos con las manos.

- **Movimientos de pronación-supinación de las manos:** el paciente realiza movimientos de pronación (rotación del antebrazo situando la palma hacia abajo) y supinación (rotación del antebrazo situando la palma hacia arriba) de las manos, en sentido vertical y horizontal, con la mayor amplitud posible. Este movimiento es realizado simultáneamente con ambas manos. El Kinect captará la mano de forma lateral y cuantificará el número veces que gira la mano el paciente en cada segundo haciendo el respectivo movimiento de pronación-supinación.

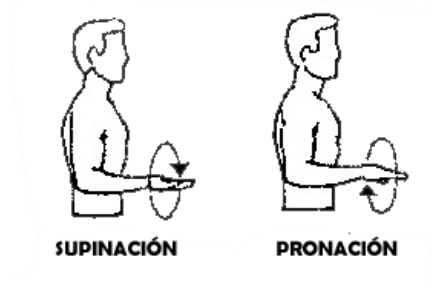


Figura 3: Movimiento de pronación-supinación de las manos.

JUSTIFICACIÓN

El proyecto prevé fortalecer los trabajos de investigación y desarrollo de la ESPOL en el campo de visión por computador aplicado a la medicina, incentivando el desarrollo de proyectos enfocados al área de análisis médico, implementando algoritmos de obtención de características del funcionamiento motor en manos de pacientes con la enfermedad de Parkinson.

En la actualidad existen múltiples aplicaciones que se están dando al mejoramiento del servicio y ayuda médica equipados con sistemas de visión, entre las principales se pueden mencionar: asistencia médica a distancia, control y seguimiento de enfermedades motoras, entre otras. En Ecuador aun no existen aplicaciones que involucren el seguimiento médico en terapias motoras en pacientes de Parkinson con el uso de sistemas tecnológicos de visión.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Desarrollar una aplicación que analice los movimientos básicos de la mano de una persona usando visión artificial para valorar el avance de un paciente de la enfermedad de Parkinson a través del tiempo, monitoreando su actividad motora.
- Mejorar el porcentaje de fiabilidad del resultado del UPDRS, eliminando la subjetividad de la escala de valoración manual que proveen los médicos al dar una calificación a cada una de las distintas secciones motoras en el examen.

Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar una interfaz amigable al usuario para ser usada rápidamente y de manera estructural.
- Realizar el seguimiento y reconocimiento de la mano.
- Identificar los puntos característicos de la mano junto con su ubicación exacta.

- Cuantificar repeticiones y movimientos de la mano del paciente de forma acertada y veraz.
- Obtener un resultado objetivo al momento de finalizar la valoración y una estimación del avance de la enfermedad de Parkinson.

METODOLOGÍA

La metodología para el ciclo de desarrollo de la herramienta propuesta comienza con la captura de la escena de las manos del paciente en la habitación o lugar designado. Esta imagen es recibida por el computador a través de un sensor Kinect. Una vez que la imagen está en el computador, un algoritmo para obtener un mapa de profundidad de la señal de video, y obtener la mayor cantidad de características de la mano será desarrollado. Luego se realiza una segmentación de la mano, para separar nuestra región de especial observación de las demás contenidas en la señal de video. Cuando se halla separado claramente la mano del resto de la información del video, de esta imagen se obtienen características esenciales tales como el centroide de la mano y puntos de articulaciones de los dedos, estos parámetros son pasados a un algoritmo inteligente que ayudará a detectar que gestos realiza el paciente durante su rehabilitación, y poder definir que tiempo o calificación se le dará a cada actividad realizada por el paciente. Esta información se irá recolectando a lo largo del tiempo en un reporte detallado con los datos de las actividades realizadas por cada paciente, y además cuando el médico asignado lo solicite podrá visualizar las estadísticas gráficas de estos datos sobre el avance del paciente. Con estos resultados el médico puede llegar a concluir ¿qué cambios hay que realizar en las actividades del enfermo de Parkinson?, según la mejora obtenida en las rehabilitaciones.

De la información que se recolecte en el reporte detallado, la valoración de los signos del paciente se obtendrá del médico (mediante la forma tradicional) complementado con la valoración de nuestro sistema con Kinect, mientras que el informe de la historia clínica se obtendrá al visualizar las estadísticas comparativas a lo largo del tiempo de los datos de los signos o movimientos obtenidos.

RESULTADOS ESPERADOS

El resultado esperado es desarrollar una herramienta tecnológica basada en visión artificial que sirva de apoyo al médico para valorar objetivamente el proceso de rehabilitación de un paciente que padece de Parkinson usando la escala de UPDRS. Se asume un esquema donde la evaluación de estas pruebas con la herramienta propuesta se ejecutará durante un tiempo determinado, y servirá como complemento de las evaluaciones subjetivas de los médicos para cada actividad realizada por el paciente.

Para las tres actividades que se van a realizar: golpeteo de los dedos, movimientos con las manos y movimientos de pronación-supinación de las manos, se obtendrán como resultado de cada

una un conjunto de valores cuantitativos como número de repeticiones de la actividad o tiempo de realización de la misma. Esta información será complementada con datos generales acerca del paciente y del centro de rehabilitación tratante.

De los resultados obtenidos de las actividades realizadas en los diferentes días de rehabilitación del paciente, se realizará un repositorio de datos y resultados de la evaluación del paciente con la finalidad que el médico lleve un seguimiento de los mismos. A partir de estos datos se llevará a cabo un análisis comparativo de las calificaciones obtenidas en la escala UPDRS reflejándose en estadísticas gráficas para determinar el impacto que se tiene en los avances de la rehabilitación de los pacientes.

OBSERVACIONES

Se plantea como plataforma de desarrollo la herramienta de trabajo C# o C++, además de un gestor de base de datos para el almacenamiento de información de los pacientes de Parkinson.

Como hardware de obtención de la señal de video se usará el sensor Kinect con las librerías de visión artificial del SDK de Kinect o el SDK de OpenNI.

Se debe destacar que este proyecto es un modelo ideal de un proyecto semilla, que además de servir para la implementación de un sistema de análisis del movimiento de la mano de una persona enferma de Parkinson, abre también nuevos campos de investigación dado que servirá como base para futuras generaciones de proyectos en áreas relacionadas con la enfermedad o temáticas médicas similares.