

† Simini
→ Biblioteca

CLASICAR

CLASIFICADOR DE COMPLEJOS QRS DE SEÑALES CARDÍACAS ECG.

Desarrollo de un software de uso clínico para satisfacer los requerimientos de la materia "Proyecto" del Instituto de Ingeniería Eléctrica.

Contiene un CD.

Estudiantes:

**Fabián Sarutte
José Alfaro
Tabaré Forcellati**

Docentes:

**Ing. Franco Simini
Dr. Fernando Nieto**

**Núcleo de Ingeniería Biomédica.
Facultad de Ingeniería y Facultad de Medicina.
Universidad de la República Oriental del Uruguay.
Montevideo, Uruguay.**

Setiembre 1999 – Marzo 2001

INDICE

1.	INTRODUCCION	5
1.1.	Como surge CLASICAR	5
1.2.	Especificación inicial	5
1.3.	Etapas de desarrollo	6
1.4.	Presentación de los Capítulos	6
2.	LA SEÑAL ECG	8
2.1.	Introducción	8
2.2.	Conceptos Básicos de la Electrocardiografía	8
2.3.	Arritmias Cardíacas	14
3.	OBTENCIÓN DE LAS SEÑALES ECG	22
3.1.	Señales de un Equipo Holter	22
3.2.	Circuito de Adaptación	22
3.3.	Filtros	24
3.4.	Adquisición	27
3.5.	Calibración	29
3.6.	ECG Standard del MIT-USA	30
4.	DETECCION DE LOS COMPLEJOS QRS	32
4.1.	Introducción	32
4.2.	Tipos de Detectores	32
4.3.	Desarrollo del Detector	34
4.4.	Evaluación del Detector Desarrollado	49
4.5.	Conclusiones	54
5.	CLASIFICACIÓN DE COMPLEJOS QRS	56
5.1.	Introducción	56
5.2.	Elección de ANN como Sistema de Clasificación	56
5.3.	Tipo de Red Elegida (MART)	57
5.4.	Desarrollo Teórico de MART	60
5.5.	Implementación MART de Senen Barro	66
5.6.	Clasificador Implementado en CLASICAR	69
5.7.	Evaluación de CLASICAR	74
6.	IMPLEMENTACION DE CLASICAR	78
6.1.	Criterios de Programación	78
6.2.	Criterios de Interacción con el Usuario	79
6.3.	Programación de Clases Matemáticas Auxiliares	86
6.4.	Programación de la Detección	87
6.5.	Programación de la Clasificación	88
7.	COSTOS Y TIEMPOS	91
7.1.	Introducción	91
7.2.	Tiempos	91
7.3.	Costos de Desarrollo	93
7.4.	Escenarios de Producción de CLASICAR	94
8.	AMPLIACIONES	98
9.	Manual del usuario de CLASICAR v 1.0	100
10.	BIBLIOGRAFÍA	118
	APENDICE A: Clasificación de Patrones	122
	APÉNDICE B: Descripción del Lenguaje de Programación Java	161
	APENDICE C Informes de Clasificación	163
	APENDICE D Hoja de Datos de TL074	164
	APENDICE E Fuente del Programa	165

INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto CLASICAR

El objetivo de este Proyecto de fin de curso es el de diseñar un sistema de gestión de recursos humanos que permita a las empresas de cualquier tamaño y sector económico, gestionar de forma eficiente y eficaz los recursos humanos de su organización. El sistema debe ser capaz de gestionar el ciclo de vida del empleado, desde su contratación hasta su jubilación, pasando por su formación y desarrollo profesional.

CAPITULO 1

El presente capítulo describe el contexto del proyecto, así como el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos. Se describe el entorno organizativo y el entorno tecnológico en el que se desarrolla el proyecto. Se describe también el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos en el momento de comenzar el proyecto.

El presente capítulo describe el contexto del proyecto, así como el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos. Se describe el entorno organizativo y el entorno tecnológico en el que se desarrolla el proyecto. Se describe también el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos en el momento de comenzar el proyecto.

El presente capítulo describe el contexto del proyecto, así como el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos. Se describe el entorno organizativo y el entorno tecnológico en el que se desarrolla el proyecto. Se describe también el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos en el momento de comenzar el proyecto.

1.2. Descripción del Proyecto

El presente capítulo describe el contexto del proyecto, así como el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos. Se describe el entorno organizativo y el entorno tecnológico en el que se desarrolla el proyecto. Se describe también el estado de la tecnología de la información y los recursos humanos en el momento de comenzar el proyecto.

1. INTRODUCCION

1.1. Como surge CLASICAR

Inicialmente el objetivo del Proyecto de Fin de Carrera era el desarrollo de un programa capaz de clasificar señales de origen respiratorio (CLAVENT). Para esto se contaba con una base de datos de 2000 registros almacenados por el Dr. Paul Estol. Para lograr esta clasificación fue necesario estudiar métodos de clasificación de patrones, optándose por la utilización de Redes Neuronales Artificiales (ANN, Artificial Neural Networks).

Debido a que el Dr. Estol se desvinculó de la docencia prácticamente al comienzo del proyecto, y con el transcurso del tiempo se tornó imposible su esencial colaboración, se optó por cambiar tipo de señales a clasificar para aprovechar lo estudiado hasta ese momento. De esta forma surge el proyecto CLASICAR (Clasificación de señales Cardíacas), cuyo objetivo es el desarrollo de un programa capaz de clasificar complejos QRS pertenecientes a una señal ECG de 24 horas.

Para realizar el diagnóstico de señales ECG de 24 horas adquiridas a través de un Holter no solo se realiza un estudio estadístico de la señal (media de la frecuencia cardíaca, valores máximos y mínimos, estudio del segmento ST, etc) sino que también es muy importante conocer la morfología de los complejos QRS para poder realizar un diagnóstico acertado.

Suponiendo que el paciente presentase una frecuencia cardíaca promedio de 60 latidos por minuto (LPM) a lo largo de las 24 horas se habrán acumulado unos 86.000 complejos QRS. Esto hace que sea inviable observarlos uno por uno a la hora de hacer el diagnóstico, por lo que es necesario implementar un sistema que permita agruparlos de acuerdo a su morfología en un número de grupos pequeño, y también representativo de la señal de 24 horas.

Finalmente el objetivo de CLASICAR es la clasificación morfológica de los complejos QRS en grupos utilizando para ello Redes Neuronales Artificiales (ANN). Será responsabilidad de otro proyecto (ADQCAR) la adquisición de la señal ECG en un elemento llevado por el paciente durante las 24 horas y el traslado de las señales al disco duro.

1.2. Especificación inicial

CLASICAR se definió como un sistema capaz de clasificar señales cardíacas ECG agrupando los complejos QRS de acuerdo a su morfología, permitiendo la generación de un informe médico para uso clínico con una instancia de verificación y añadidos por parte del operador. Esta clasificación, para el caso de señales de 24 horas obtenidas de un Holter deberá realizarse en un tiempo razonable y el número de grupos inicialmente no deberá superar los 30.

Para lograrlo se propuso el estudio de métodos de clasificación disponibles con especial énfasis en las Redes Neuronales.

Para el desarrollo de CLASICAR se contó con la estructura del Núcleo de Ingeniería Biomédica en el Hospital de Clínicas. Se adquirieron los paquetes de software necesarios para la programación de la red neuronal y para producir el instrumento diagnóstico. Los costos fueron estimados en U\$S 3000, aportados por el fondo CONICYT "Desarrollo de la Ingeniería Biomédica". Se estimó también en 12 meses calendario la realización del prototipo, por un total de 2700 horas.

1.3. Etapas de desarrollo

Como se mencionó anteriormente, se comenzó con el estudio de los distintos métodos de clasificación de patrones eligiendo finalmente Redes Neuronales como sistema de clasificación, más específicamente se utilizó una red del tipo MART (Multiple Adaptive Resonance Theory) de entrenamiento no supervisado.

Previo a la clasificación de los complejos QRS es necesario realizar su detección dentro de la señal ECG, para esto se eligió un detector basado en el uso de filtros digitales, implementándolo en Matlab. Luego se implementó también en Matlab la red neuronal elegida. Una vez que el detector y la red programados en Matlab se testearon con algunas señales de pocos minutos y el resultado fue satisfactorio se procedió a la construcción de un hardware capaz de adaptar las señales ECG grabadas en cassettes, para luego poder digitalizarlas. Por último se implementó el sistema detección-clasificación en lenguaje Java.

1.4. Presentación de los Capítulos

Luego de ésta Introducción se presenta en el capítulo 2 una explicación sobre la generación y obtención del electrocardiograma (ECG), que es la señal que procesa CLASICAR.

Posteriormente en el capítulo 3 se describen los pasos seguidos para la obtención de la señales ECG, utilizadas para desarrollar y verificar el detector y clasificador de CLASICAR. También incluye el desarrollo del circuito de reproducción y amplificación de señales ECG grabadas en cassettes por equipos Holter del mercado.

En los capítulos 4 y 5 se presenta el estudio, desarrollo, implementación y evaluación del detector de complejos QRS y el sistema de clasificación respectivamente, comparándolos con otros sistemas similares.

Seguidamente en el capítulo 6 se describen la implementación del sistema en lenguaje Java presentando los criterios de programación, los criterios de interacción con el usuario y cada una de las clases utilizadas.

Por último en los capítulos 7, 8, 9 y 10 se presenta el estudio de costos y tiempos para la realización del Proyecto, ampliaciones a CLASICAR, manual de usuario y bibliografía utilizada.