

# Aplicatiu per a etiquetació de senyal inercials en malalts de Parkinson

Ricart Fort Vela i Albert Samà Monsonís

## Resum

La malaltia de Parkinson (MP) és un trastorn degeneratiu del sistema nerviós central i és la segona malaltia neurodegenerativa més freqüent després de l'Alzheimer.

Des del Centre Tecnològic de Recerca per a la Dependència i la Vida Autònoma (CETpD) s'investiga en el tractament i detecció dels símptomes de la MP. Concretament, actualment s'està portant a terme el projecte de recerca *Personal Health Device for the remote and autonomous management of Parkinson's Disease* (REMPARK) finançat per la Comissió Europea. El projecte està coordinat per la UPC des del CETpD. El projecte contempla crear una base de dades amb les mesures de sensors de moviments provinents de 100 pacients amb l'objectiu de crear algoritmes de detecció de símptomes que seran provats més endavant en altres pacients

Aquest projecte presenta el desenvolupament d'una aplicació que permet carregar les dades recollides en les proves amb pacients de MP per a etiquetar la senyal dels sensors inercials.

## 1. Introducció

La malaltia de Parkinson (MP) és un trastorn degeneratiu del sistema nerviós central. Va ser descrita per primera vegada el 1817 per James Parkinson, un metge britànic que va publicar un article anomenant-la "la paràlisi tremolosa".

Aquesta malaltia afecta a les cèl·lules nervioses, o neurones, de la part del cervell que controla els moviments musculars. A més, és la segona malaltia neurodegenerativa més freqüent després de l'Alzheimer.

El projecte *Personal Health Device for the remote and autonomous management of Parkinson's Disease* (REMPARK) és un projecte de recerca centrat en la MP i finançat per la Comissió Europea dins del Programa Marc FP7. El projecte està coordinat per la UPC desde el Centre Tecnològic de Recerca per a la Dependència i la Vida Autònoma (CETpD) i té un consorci format per empreses i universitats d'Espanya, Irlanda, Itàlia, Suècia, Alemanya, Israel i Portugal. L'objectiu específic i final del projecte REMPARK és desenvolupar un sistema de salut personal (PHS, Personal Health System) amb detecció de símptomes i actuació en llaç tancat, és a dir, amb resposta i capacitat de tractament de la Malaltia de Parkinson.

Dins del projecte REMPARK es recolliran dades de 100 pacients des de 4 països (Itàlia, Israel, Irlanda i Espanya). Cada prova durarà unes 6 hores i consistirà en mesures obtingudes a través d'un sensor inercial que mesura el moviment humà i que ha estat desenvolupat al CETpD. Alhora, parts de l'experimentació seran gravades amb vídeo

i es prendran anotacions en una tablet. Les dades recollides permetran desenvolupar algoritmes que detectin els símptomes de la MP de forma que es podrà realitzar el tractament de la malaltia en llaç tancat, tal com s'ha descrit prèviament. Per aquest motiu es necessita una aplicació que permeti etiquetar les dades recollides dels sensors inercials.

Aquest projecte presenta el desenvolupament d'una aplicació d'acord a la metodologia clàssica d'enginyeria del software que permeti carregar les dades recollides en les proves amb pacients de MP per a etiquetar la senyal dels sensors inercials. Això permetrà crear els algoritmes de detecció de símptomes en MP.

L'objectiu principal del projecte és desenvolupar una aplicació que contempli els següents requisits funcionals:

- Carregar vídeo on es visualitzen els símptomes del pacient amb MP
- Carregar dades sensor inercial
- Carregar etiquetes de la tablet
- Sincronitzar vídeo amb sensor inercial
- Sincronitzar vídeo amb etiquetes tablet
- Etiquetar vídeo

L'article s'organitza de la següent manera. En primer lloc, es presentarà el dispositiu que mesurarà el moviment de pacients amb MP. A continuació, es presenten les diferents fases de l'Enginyeria de Software que s'han realitzat per fer el desenvolupament de l'aplicació: Anàlisi, Planificació, Especificació, Disseny, Implementació i Proves. Finalment, es descriuran les conclusions del projecte.

## 2. Sensor inercial 9x2

El sensor inercial 9x2 és una plataforma inercial íntegrament dissenyada i desenvolupada en el CETpD pensada per a ser vestible, de forma que una persona pugui portar el sistema sense que sigui molest o alteri la seva forma de viure.

El sensor inercial pot adquirir les dades d'accelerometria, de velocitat de gir i del camp magnètic. Així porta tres sensors. En primer lloc, l'acceleròmetre ens permet saber l'orientació respecte l'eix de la gravetat, després, el giroscopi dona la mesura de la velocitat angular i, finalment, el magnetòmetre que ens diu l'orientació del 9x2 respecte del nord magnètic de la Terra, i ens dona una orientació absoluta.

L'adquisició de dades es basa en dos sensors, un col·locat a la cintura i un altre al canell. El sensor del canell envia dades d'un acceleròmetre triaxial a 80 Hz al sensor de la cintura per bluetooth. El sensor de la cintura enregistra

dades dels 3 sensors a una freqüència de 200 Hz i a la vegada rep les dades del sensor del canell. A més, guarda totes les mesures en una targeta µSD.

Un dels propòsits del sensor 9x2 és el d'aconseguir la màxima autonomia del dispositiu, atès que el sistema ha de ser portable i per tant l'usuari el portarà en les seves activitats quotidianes al llarg del dia, és per això que el sistema porta incorporada una bateria Li-íó recarregable, amb una durada d'unes 12 hores de monitorització.

### 3. Anàlisi de requeriment

L'aplicació a desenvolupar és una aplicació no distribuïda donat que hi ha un únic client per aplicació. Així, l'etiquetació s'ha de realitzar en un ordinador i es controlarà des de la mateixa màquina.

Després de diverses reunions, es va establir que els principals requeriments del projecte són:

- Visualitzar vídeo.
- Visualització gràfica del sensor inercial 9x2
- Visualització gràfica fitxer tablet
- Visualització sincronitzada vídeo i sensor 9x2
- Visualització sincronitzada vídeo i fitxer tablet
- Visualització sincronitzada sensor 9x2 i fitxer tablet
- Zoom IN/OUT de les gràfiques
- Desplaçament de les gràfiques
- Introducció de noves etiquetes
- Modificació etiquetes introduïdes

### 4. Planificació i estimació

El desenvolupament de l'aplicatiu es guiarà per una metodologia clàssica d'Enginyeria de Software[1], és a dir, que dividirem el projecte en les fases d'especificació, disseny, implementació, la seva respectiva documentació i les seves validacions pertinents.

En la Figura 1 es pot veure la planificació temporal del projecte. Les tasques es corresponen amb la divisió en etapes mencionada.

Assumint tres rols diferents implicats en el projecte, és mostra en la Taula 1 és mostra les hores treballades pel personal i el cost del projecte per personal. Tenim en compte la planificació descrita a la Figura 1, en la Taula 2 és mostra el cost final del projecte incloent el material necessari.

ROL	HORES	PREU	COST
Cap del projecte	32 h	50 €/h	1600 €
Analista	316 h	35 €/h	11060 €
Programador	348 h	20 €/h	6960 €
Total	696 h		19620 €

Taula1. Cost del projecte per personal

COST	HORES
Personal	19620 €
Material	1000 €
Total	20620 €

Taula2. Cost final del projecte

### 5. Especificació

La primera fase del desenvolupament, un cop planificades les tasques, correspon a l'especificació de l'aplicació. Després d'establir els casos d'ús[1] corresponents als requeriments, es desenvolupa el model conceptual que especifica les entitats i les seves relacions necessàries per realitzar les funcionalitats identificades.

En aquest model que és presenta en la figura 15, es pot observar que necessita carregar un vídeo, un fitxer 9x2 i unes etiquetes tablet. A part de fer això també ha de poder introduir noves etiquetes en una llista que és Etiqueta vídeo.

Una altra observació que és pot fer és que el vídeo esta format per molts Frame, a la seva vegada el Frame esta format per molts RGB, on el vídeo també estarà format per un fitxer id3, que contindrà la seva data respectiva.

Pel que fa el fitxer 9x2 estarà format per moltes captura, que a la seva vegada la captura tindrà un valor Accelometre canell, un Accelometre, un Giroscopi i un de Magnetometre, tots aquets amb els seus respectius atributs, que son els eixos X, Y i Z.

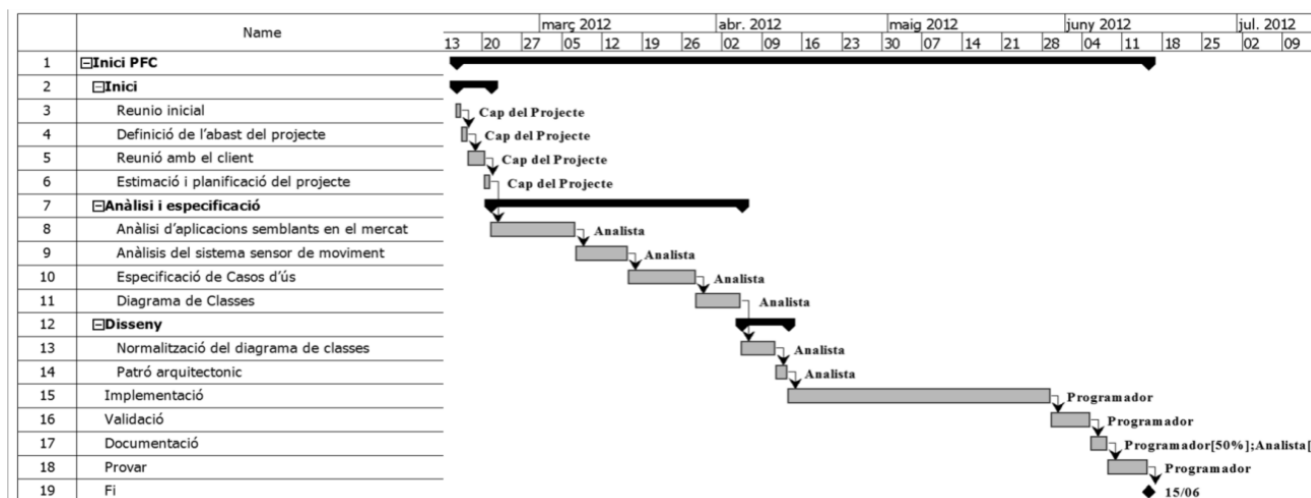


Figura1. Planificació temporal del projecte

La llista Etiqueta Tablet és crearà amb una Etiqueta i una Data concreta.

La llista Etiqueta Vídeo estarà creada per una Etiqueta i un Frame.

Pel que fa al Frame, es la part més important perquè tot això estar sincronitzat per ell, és a dir, per un Frame es necessari tenir un Vídeo, Etiqueta, una Captura i tota això es sincronitza per una Data concreta que s'extraurà de cada classe concreta.

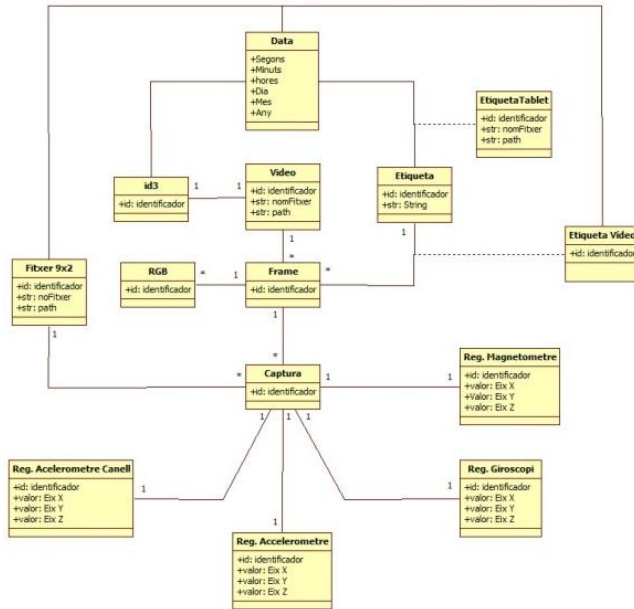


Figura2. Model conceptual del projecte

## 6. Disseny

La primera fase del disseny va consistir en fer una recerca d'aplicacions open-source semblants que poguessin resultar útils. Es va decidir buscar editors o reproductors de vídeo que fossin open source per ampliar-los amb les funcionalitats presentades a l'apartat 3, de forma que es va provar cadascuna de les solucions trobades per avaluar la seva idoneïtat.

Dels programes es van descartar tots excepte el FastPlayer. La resta de programes van resultar ser massa extensos: proporcionaves moltes funcionalitats de reproducció de vídeo innecessàries que complicaven la seva modificació i desaconsellaven el seu ús.

FastPlayer és un reproductor de vídeo creat amb Visual C++ [2, 3, 4] i utilitza la plataforma MFC(Microsoft Foundation Classes) [5, 6, 7, 8, 9, 10]. A més és un programa fàcil d'entendre i de modificar, així que es decideix partir d'aquest reproductor de vídeo com a base i farem tot el disseny i ampliar-lo amb les funcionalitats necessàries.

El patró arquitectònic ens ve donat pel reproductor open-source trobat en l'anàlisi d'aplicacions, és a dir, pel FastPlayer. Això significa que l'entorn a utilitzar serà Microsoft Foundation Classes (MFC) i per tant és Visual C++. L'ús de MFC ens porta a utilitzar un patró arquitectònic de Document/Vista

En la figura 3 es mostra la pantalla principal del projecte.

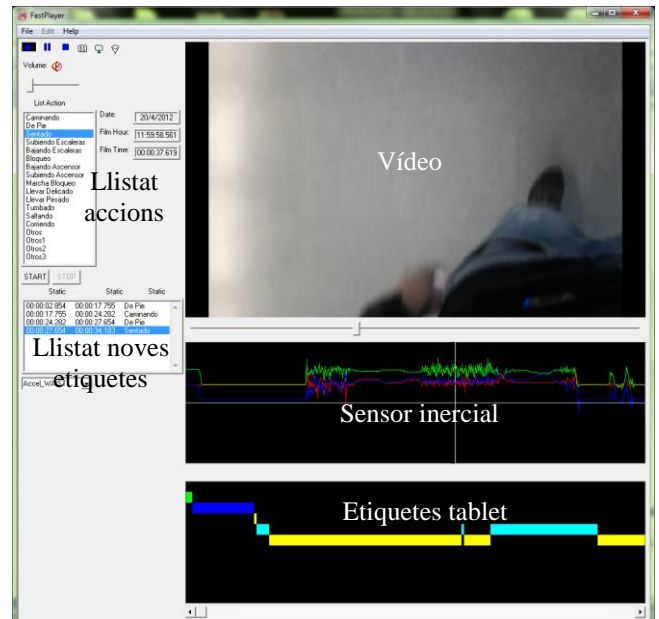


Figura3. Pantalla principal del projecte

## 7. Implementació i proves

La primera decisió que es va prendre va ser el llenguatge de programació. A la reunió inicial es va parlar d'utilitzar C++ o Java, que són dos llenguatges que aporten molta escalabilitat i eficiència. La escalabilitat afavoreix als dos llenguatges, però la estabilitat afavoreix només a la primera opció, donat que Java no proporciona classes que permetin realitzar reproducció de vídeo amb el paquet estàndard de Java Development Kit (JDK), sinó que s'han d'utilitzar llibreries de tercers. C++ en canvi permet utilitzar les llibreries DirectShow per a la reproducció de vídeo. És per aquest motiu que es va decidir utilitzar el llenguatge C++.

Després de saber el llenguatge de programació s'havia de decidir el patró arquitectònic on ja ens ve donat per FastPlayer, és Documentació/Vista. Això com ho em explicat en l'apartat 6, ens lligava a utilitzar C++ i en concret ens lliga a utilitzar Visual Studio amb llenguatge C++.

Per fer el joc de proves pertinents hem utilitzat constantment el Visual Studio de forma que hem comprovat que els valors de les diferents variables creades per les classes fossin correctes i que les dades carregades des dels diferents fitxers eren vàlides.

## 8. Conclusions

L'objectiu principal d'aquest projecte final de carrera i que s'ha aconseguit ha estat el de crear una aplicació que fos capaç d'etiquetar un vídeo sincronitzat amb una dades extretes d'uns sensors inercial anomenats 9x2, un d'ells situat a la cintura i l'altre al canell. A més, l'aplicació permet visualitzar les etiquetes d'una tablet creades per un especialista o tècnic

Els objectius s'han complert, aconseguint una aplicació desenvolupada a través de la metodologia clàssica d'Enginyeria del Software que és estable, amb un temps d'execució molt més que raonable i una interfície agradable. D'aquesta manera s'ha obtingut una aplicació capaç de crear l'etiquetació i de carregar totes les dades

donades pels diferents aparells i poder interactuar amb elles per poder fer un anàlisi dels resultats obtinguts.

Pel que fa a l'aprenentatge, he pogut veure com es realitzava un projecte informàtic, des del inici fins al final, és a dir, fent les reunions inicial amb el client, que en aquesta cas seria el director del PFC, passant per les tasques d'investigació, anàlisi, planificació, especificació, disseny i finalment la implementació

De la mateixa manera, també he après que una implementació ben feta prové d'una especificació i un disseny previs. Sense una base realitzada abans de la implementació, encara que sigui informal, no es pot començar a programar.

## 9. Agraïments

El principal agraïment li he de donar al meu director del projecte final de carrera l'Albert Sama, ja que ha estat la persona que més m'ha ajudat al desenvolupament del projecte i per donar-me l'oportunitat de poder fer aquest projecte, que des d'un principi em va semblar molt interessant. Li he de donar també les gràcies per l'ajuda que m'ha donat en la correcció dels errors i la orientació que m'ha donat per portar a terme el projecte.

No em vull deixar, a la professora Marta Diaz per voler ser la meva ponent en aquest projecte.

Als meus amics, amigues i família que sempre han estat al meu costat donant-me suport i aguantant-me durant aquest període tant dur com es el projecte final de carrera.

Moltes gràcies a tots per donar-me suport i ajudar-me en tot moment.

## Referencias

- [1] Applying UML and patterns : an introduction to object-oriented analysis and design and iterative development Larman, Craig 3th ed.
- [2] Programación en C++ para ingenieros Xhafa, Fatos
- [3] Aprenda Visual C++ ya Andrews, Mark
- [4] El Gran libro de Visual C++ Sánchez Pérez, Manuel
- [5] Professional MFC with Visual C++ 6 Blaszcak, Mike
- [6] Extendingthe MFC library : add use ful reusable features to the Microsoft Foundation Class Library Schmitt, David A.
- [7] MFC internals : insidethe Microsoft Foundation classarchitecture Shepherd, George
- [8] MFC programming from the ground up Schildt, Herbert 2nd ed.
- [9] Programming Windows with MFC Prosis, Jeff
- [10] VC++ MFC extensions byexample Swanke, John E.