IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/LNO

Miniaturisation d'un test de diagnostic précoce à base de capteurs GMR

Spécialité Électronique embarquée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Ingenieur

Unité d'accueil SPEC/LNO

Candidature avant le 30/04/2022

Durée 12 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact JASMIN-LEBRAS Guenaelle
+33 1 69 08 65 35
guenaelle.jasmin-lebras@cea.fr

Résumé

Stage ingénieur dans le cadre d'un projet dont le but est de miniaturiser la partie acquisition et traitement du signal d'une biopuce à base de capteurs GMR, afin qu'elle puisse être développée en tant que test de diagnostic terrain, transportable au chevet du patient.

Sujet détaillé

Le développement de techniques de diagnostic précoce, à la fois rapide, sensible, transportable au chevet du patient et peu coûteux est un vrai défi dans le domaine de la santé mais également dans celui de la défense ou de l'environnement. L'Organisation Mondiale de la Santé a d'ailleurs défini des critères (ASSURED) auxquels doivent répondre les tests de diagnostic terrain ce qui prouve le réel besoin en terme de santé publique. La pandémie mondiale depuis un an a également montré la nécessité d'avoir de tels tests. Dans ce contexte, nous proposons une biopuce brevetée, à base de capteurs GMR (Giant MagnetoResistance) disposés face à face de part et d'autre du canal, pour détecter des objets biologiques (bactéries, cellules) en très faible quantité, dans des matrices complexes sans étape de lavage préalable. L'approche proposée est très innovante. Elle est basée sur l'utilisation de nanoparticules magnétiques fonctionnalisées par des anticorps monoclonaux produits au LERI (Laboratoire d'Etudes et Recherches en Immunoanalyse), dirigés contre les objets biologiques cibles. La détection dynamique de ces derniers, après interaction avec les nanoparticules magnétiques, est réalisée grâce à des capteurs à magnétorésistance géante (capteurs GMR) développés au LNO (Laboratoire Nanomagnétisme et Oxydes) qui permettent de compter un à un les objets biologiques magnétiquement marqués. Les résultats sont très prometteurs puisque nous atteignons des sensibilités équivalentes à celles obtenues sur le même modèle biologique avec un test ELISA ou par cytométrie en flux. Il est nécessaire de rendre ce test de diagnostic transportable, dans un premier temps dans les bâtiments à haut risque biologique mais également vers des laboratoires, ou plus tard au chevet du patient et sur le terrain.

Au cours de ce stage, avec nos collègues du LETS (CEA/SPEC), l'étudiant miniaturisera la partie acquisition et traitement du signal. L'ensemble prévu comprendra un processeur embarqué ARM STM32, la numérisation des signaux utilisera des convertisseurs analogiques numériques 16 bits. Le traitement du signal sera développé sur

microcontrôleur ou DSP voire FPGA. Le programme d'analyse des coïncidences (signaux obtenus simultanément par les capteurs disposés face à face de part et d'autre du canal) sera exécuté en temps réel en mode flux sur les signaux. Il sera testé à partir des fichiers de données obtenus lors des expériences réalisées avec la biopuces GMR sur les bactéries. Le système devra être développé pour fonctionner en étant connecté à un PC par un port USB, ou en mode autonome avec un écran permettant d'afficher les résultats. L'étudiant devra également réfléchir à la conception d'un nouvel aimant permanent homogène compact pour rendre la biopuce facilement transportable.

Mots clés

Traitement du signal et traitement des données, magnétisme, technosanté.

Compétences

Électronique, traitement du signal, programmation.

Logiciels

Python, C.

Miniaturisation of an early diagnostic test based on GMR sensors

Summary

The aim of this project is to miniaturise the acquisition and signal processing part of a GMR sensor-based biochip so that it can be developed as a Point of Care diagnostic test.

Full description

The development of early diagnosis techniques that are fast, sensitive, transportable to the patient's bedside and inexpensive is a challenge in the field of health, but also in the field of defense or the environment. The World Health Organisation has defined criteria (ASSURED) that field diagnostic tests must meet, which proves the real need in terms of public health. The global pandemic of the last year has also shown the need for such tests. In this context, we propose a patented biochip, based on GMR (Giant MagnetoResistance) sensors arranged face to face on either side of the channel, to detect biological objects (bacteria, cells) in very small quantities, in complex matrices without a prior washing step. The proposed approach is very innovative. It is based on the use of magnetic nanoparticles functionalized by monoclonal antibodies produced at the LERI (Laboratoire d'Etudes et Recherches en Immunoanalyse), directed against the target biological objects. The dynamic detection of the latter, after interaction with the magnetic nanoparticles, is carried out using giant magnetoresistance sensors (GMR sensors) developed at the LNO (Nanomagnetism and Oxides Laboratory), which make it possible to count the magnetically marked biological objects one by one. The results are very promising since we are reaching sensitivities equivalent to those obtained on the same biological model with an ELISA test or by flow cytometry. There is a need to make this diagnostic test transportable, initially in high biohazard buildings but also to laboratories, or later at the bedside and in the field.

During this internship, with our colleagues from LETS (CEA/SPEC), the student will miniaturize the acquisition and signal processing part. The planned assembly will include an ARM STM32 embedded processor, the digitization of the signals will use 16-bit analogue to digital converters. The signal processing will be developed on a microcontroller or DSP or even FPGA.

The coincidence analysis program (signals obtained simultaneously by the sensors arranged face to face on either side of the channel) will be executed in real time in flow mode on the signals. It will be tested using the data files obtained from the GMR microarray experiments on bacteria. The system should be developed to run connected to a PC via a USB port, or in stand-alone mode with a screen to display the results.

The student will also have to consider the design of a new compact homogeneous permanent magnet to make the biochip easily transportable.

Keywords

Skills

Softwares

Python, C.