

Project of Master in Computer Science  
**Formalising and analysing protocols  
in computer-assisted medical interventions**

**Supervised by :**

Emmanuel Promayon (TIMC-IMAG)  
Nicolas Halbwachs (Verimag)

**Keywords :**

Formal methods, computer-aided surgery, embedded systems

Computer-assisted medical interventions (CAMI) is an important domain of medical computer science. CAMI applications generally consist in assisting the physician or surgeon using a combination of robotic devices and medical imaging.

During last years, the TIMC-IMAG laboratory has developed the generic platform CamiTK, which allows such applications to be modularly designed. A protocol describes the intended execution of an application, by giving the sequencing of actions to be performed. Such protocols are first given in natural language, then expressed more formally by means of hierarchical automata. Since the applications are obviously safety-critical, they should be developed according to formal methods dedicated to critical embedded systems.

VERIMAG and TIMC-IMAG are presently initiating a cooperation on this use of formal methods. This project takes part in this new cooperation.

The goal of the project is to formally analyse the properties of protocols: for instance, one may want to ensure their completeness (the protocol foresees a reaction to any possible situation) and their termination (absence of deadlock or possibly infinite loop). A first step in this direction will be to provide a formal semantics of the protocols. In a second phase, the project will consider the application of existing analysis tools to study the interesting properties. Several case studies will be available to support the project.

The candidate is supposed to be motivated by multidisciplinary research, and interested by formal methods.

Sujet de M2R Informatique  
**Formalisation et analyse de protocoles d'applications GMCAO**

**Responsables :**

Emmanuel Promayon (TIMC)  
Nicolas Halbwachs (Verimag)

**Mots-clés :**

Méthodes formelles, geste médico-chirurgical assisté par ordinateur, systèmes embarqués

L'assistance par ordinateur des gestes médico-chirurgicaux, ou GMCAO, est un domaine important en informatique médicale. Les applications GMCAO consistent en général à assister le praticien par l'usage conjoint de la robotique et de l'imagerie médicale.

Le laboratoire TIMC développe depuis plusieurs années une plateforme générique, appelée CamiTK, permettant le développement modulaire de ce type d'applications. L'exécution d'une application est décrite par un protocole, qui détermine l'enchaînement des actions à effectuer. Ces protocoles sont donnés d'abord en langue naturelle, puis formalisés sous forme d'automates hiérarchiques. La sûreté de ces applications est naturellement critique et conduit à leur appliquer les méthodes formelles dédiées au développement de systèmes embarqués critiques.

Dans ce cadre, les laboratoires VERIMAG et TIMC-IMAG commencent aujourd'hui une collaboration pour la mise en place de méthodes formelles. Le présent projet fait partie de cette collaboration.

L'objectif est d'analyser formellement les propriétés des protocoles : par exemple, on veut garantir leur complétude (est-ce que le protocole prévoit bien une action adéquate dans toutes les situations qui peuvent se présenter) et leur terminaison (absence de blocage ou de cycle potentiellement infini). Pour cela, une première étape consistera à formaliser la sémantique des protocoles. Dans un deuxième temps, on étudiera l'application d'outils d'analyse existants pour l'étude des propriétés intéressantes. Le projet s'appuiera sur plusieurs études de cas.

Le stagiaire devra être motivé par un sujet intrinsèquement pluri-disciplinaire, et être intéressé par les méthodes formelles.