

Sujet de stage

Modélisation Physique Interactive d'un Genou Humain

Objectif

L'objectif de ce travail est de proposer une modélisation informatique interactive d'un genou humain. Le genou est une articulation cruciale physiologiquement, sa structure complexe est adaptée aux nombreuses contraintes auxquelles cette articulation est soumise. Elle gouverne la cinématique du tibia et de la fibula par rapport au fémur et doit être stable en station verticale statique, durant la marche, la course et les sauts. Les traumatismes et l'usure du genou se traitent dans certains cas sévères par la chirurgie orthopédique.

Le modèle interactif sera utilisé dans un premier temps pour calculer la cinématique de l'articulation en fonction des sites d'implantation du greffon, dans un scénario de greffe du ligament croisé antérieur.

S'il est validé, le modèle pourrait être ensuite utilisé pour simuler la cinématique de genoux équipés de prothèses uni ou bi-compartimentales.

Le modèle à construire

Le modèle sera composé de corps rigides et de corps déformables, reliés ou non entre eux par des contraintes mécaniques de différentes natures.

Corps rigides :

Les os : tibia, fémur, fibula (ou péroné) et patella (ou rotule)

Corps déformables :

Les ligaments : 2 ligaments croisés (antérieur et postérieur (fémur-tibia)), 2 ligaments patellaires (cranial (patella-fémur) et distal (patella-tibia)), 2 ligaments latéraux (interne (fémur-tibia) et externe (fémur-fibula))

Les ménisques (interne et externe).

Contraintes en position :

ligaments/os

Contraintes de contact :

os/os, ligament/os

Interactions de l'utilisateur :

contraintes en position, en vitesse et ou en accélération sur les différents corps du modèle

Calibrage :

Les paramètres mécaniques des composants du modèle devront être identifiés afin de simuler au mieux la dynamique du genou. Des tests bio-mécaniques en laboratoire d'anatomie pourront être effectués pour atteindre cet objectif.

Modularité

possibilité de jouer sur les paramètres mécaniques, les positions d'implantation des ligaments, de modifier la géométrie des os (simulation d'une pose de prothèse)

Conditions de stage

Ce travail s'effectuera au sein de l'équipe Evasion (www-evasion.imag.fr) à l'INRIA Rhône-Alpes et s'appuiera sur la librairie logicielle SOFA (www.sofa-framework.org) développée en C++/OpenGL. Il sera co-encadré par François Faure, de l'équipe Evasion, et François Bux de Casson, de la société Aesculap.

Niveau Bac+5 en mathématiques et/ou informatique, compétences en géométrie, synthèse d'images, programmation C++, intérêt pour les moteurs physiques et la mécanique.

Pistes de bibliographie

« Physiologie articulaire- 2. Membre Inférieur » I.A. Kapandji, Ed. Maloine.

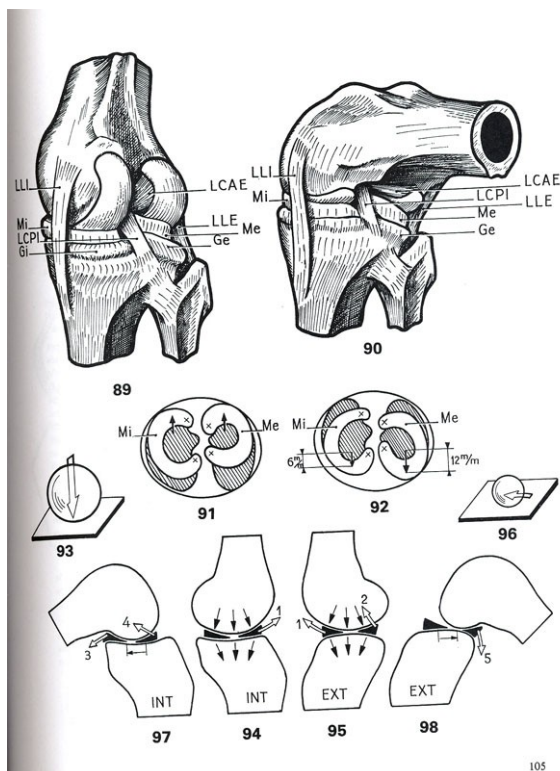
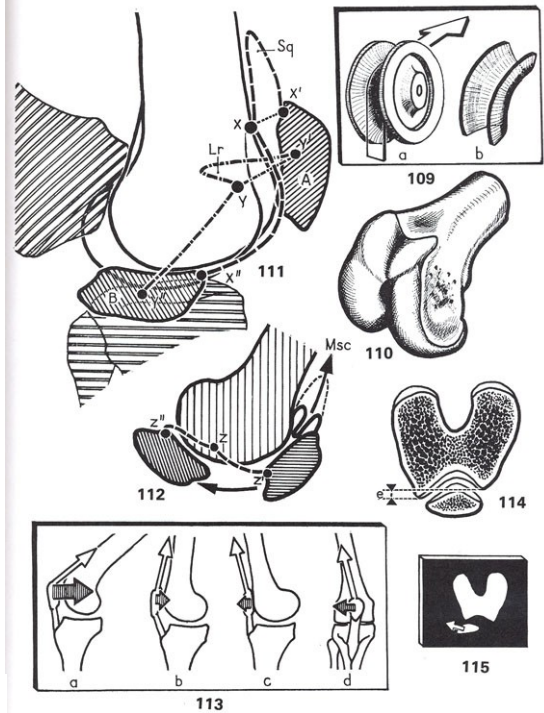
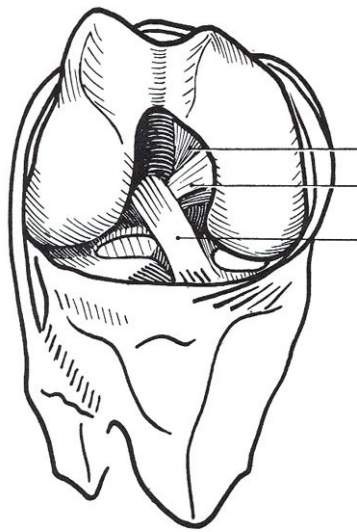
La morphologie du genou

De gauche à droite et de haut en bas :

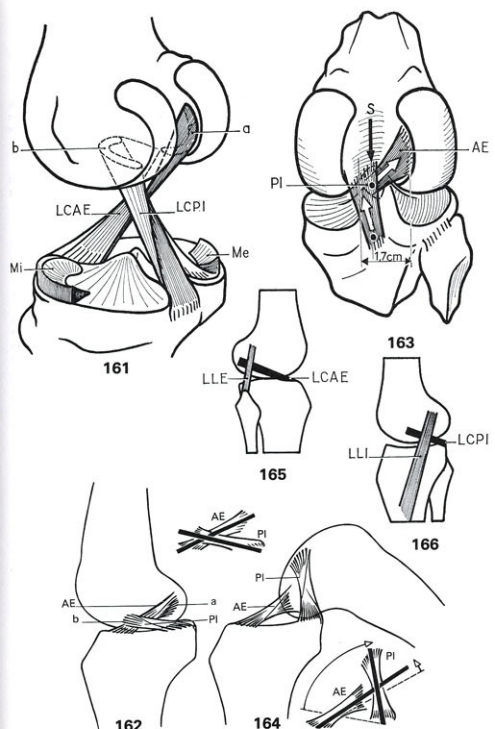
1. les ligaments croisés (vue de face, genou en flexion)
2. les relations patella/fémur
3. déplacements des ménisques lors de la flexion extension
4. directions des ligaments croisés

(genou droit sur toutes les illustrations)

source : Kapandji



105



129