

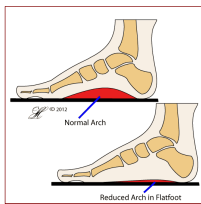
生体力学モデルと生体シミュレーション

平井 慎一
立命館大学ロボティクス学科
ソフトロボティクス研究室

内容

- ・ 偏平足モデリングと手術シミュレーション
- ・ 指先モデリングと触覚シミュレーション
- ・ 硝子体のモデリング
- ・ まとめ

偏平足モデリング



Definition of flatfoot

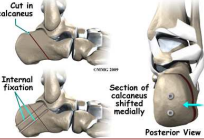
Symptoms

1. Pain and swelling;
2. Abnormal gait;
3. Stiffness in other joints;
4. Associated deformities.

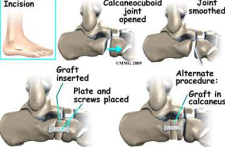
Causes:

1. Born with;
2. Posterior Tibial Tendon Dysfunction;
3. Ligament injury, bone fracture, dislocation;
4. Obesity, diabetes, aging, pregnancy.

Calcaneal Osteotomy



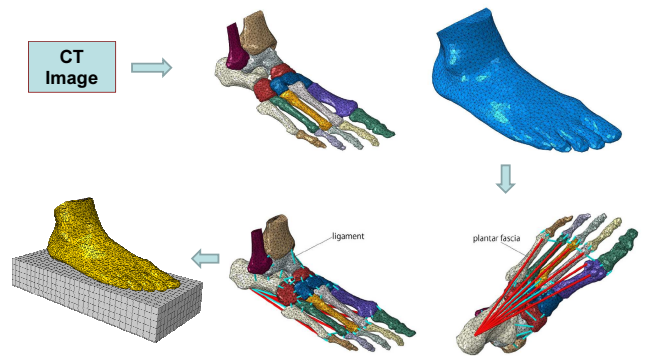
Lateral Column Lengthening



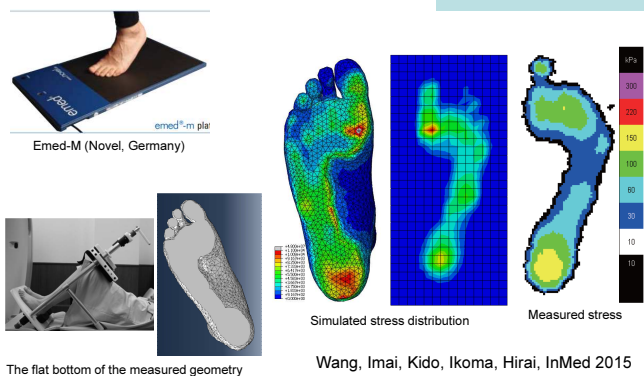
Difficulty:

Foot surgeons tend to have different opinions regarding to the optimal surgery for an individual patient.

偏平足モデリングの過程

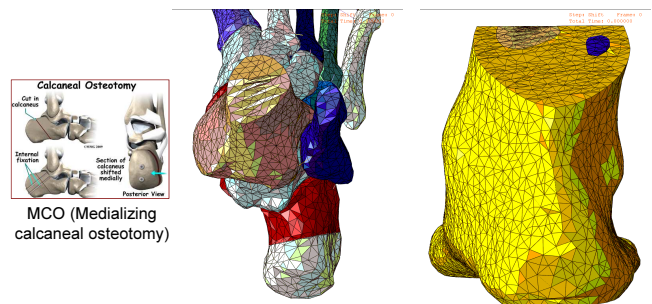


シミュレーションの実験的検証

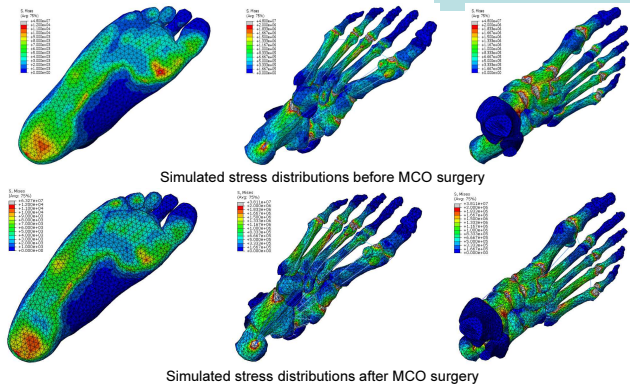


踵骨切断手術(MCO)のシミュレーション

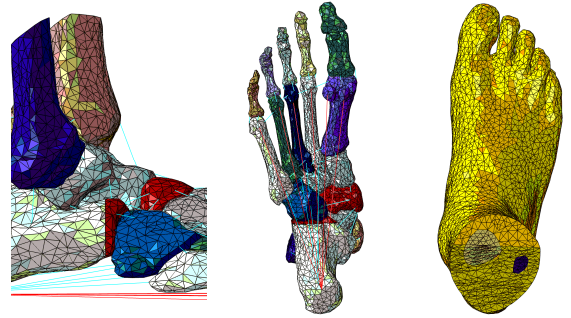
The 1st step of the MCO simulation



R シミュレーション結果:MCOの前後

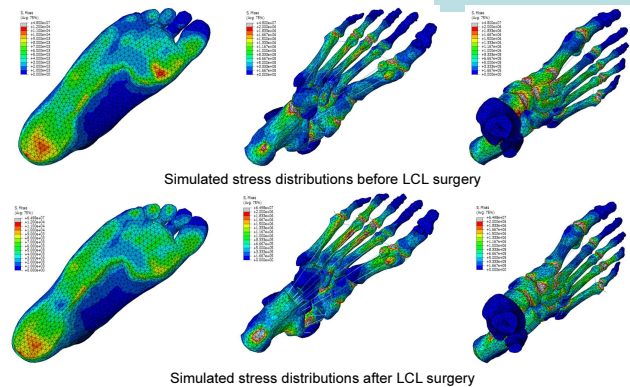


R 踵立方関節延長(LCL)のシミュレーション



The 1st step of the LCL simulation

R シミュレーション結果:LCLの前後



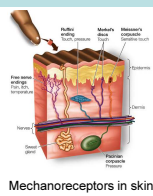
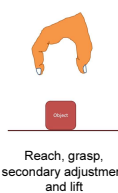
R 内容

- ・ 扁平足モデリングと手術シミュレーション
- ・ 指先モデリングと触覚シミュレーション
- ・ 硝子体のモデリング
- ・ まとめ

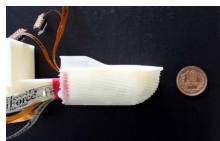
R 触覚



The DEKA Arm
Deka Research and Development Corp.



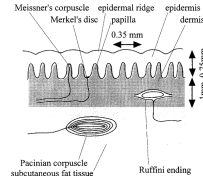
Mechanoreceptors in skin



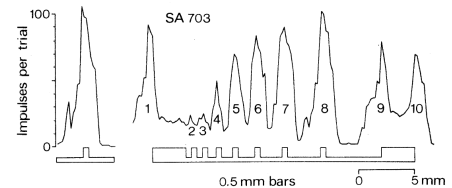
Biomimetic fingertip

Slippage, especially **incipient slippage** which occurs before the overall slippage, is an important phenomenon in tactile sensation during object grasping and manipulation.

R 触覚受容器

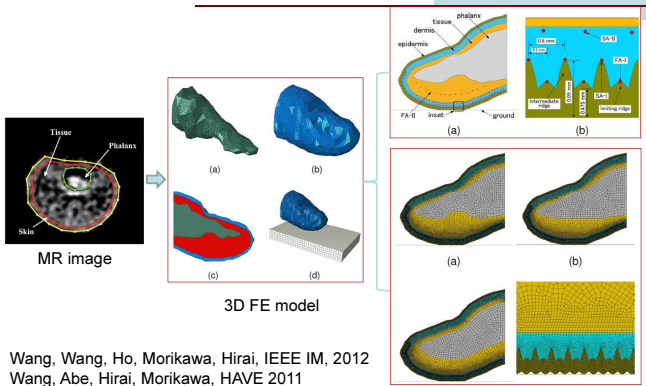


1. Fast-adapting type I (FA-I, Meissner's ending)
2. Slow-adapting type I (SA-I, Merkel's disc)
3. Fast-adapting type II (FA-II, Pacinian ending)
4. Slow-adapting type II (SA-II, Ruffini ending)



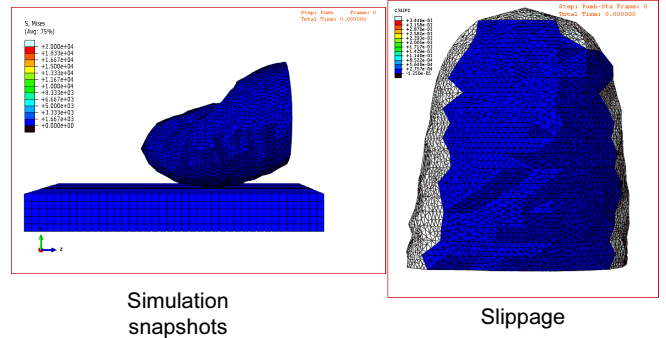
SA-I responses to grating indentation (Phillips and Johnson, 1981)

指先モデリングの過程

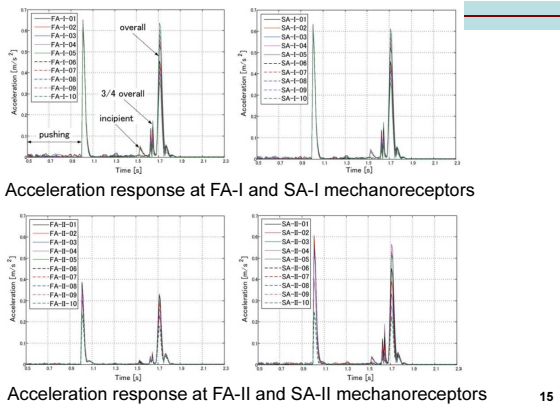


Wang, Wang, Ho, Morikawa, Hirai, IEEE IM, 2012
Wang, Abe, Hirai, Morikawa, HAVE 2011

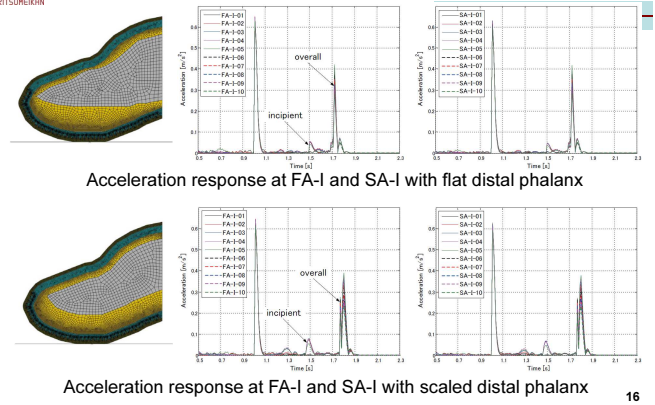
シミュレーション結果



感覚受容器の反応



末節骨形状の違いが与える影響



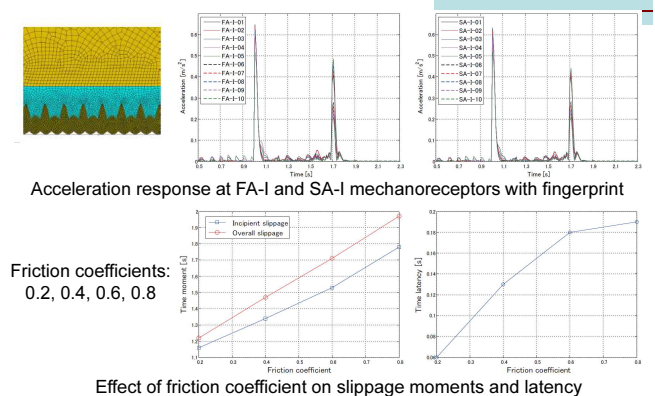
比較

Incipient and overall slippage moments and time latencies using different phalanges

Phalanx	Incipient	Overall	Latency
Original	1.53 s	1.71 s	180 ms
Flattened	1.50 s	1.72 s	220 ms
Scaled	1.48 s	1.77 s	290 ms

Wang, Damith, Hirai, EMBC 2015

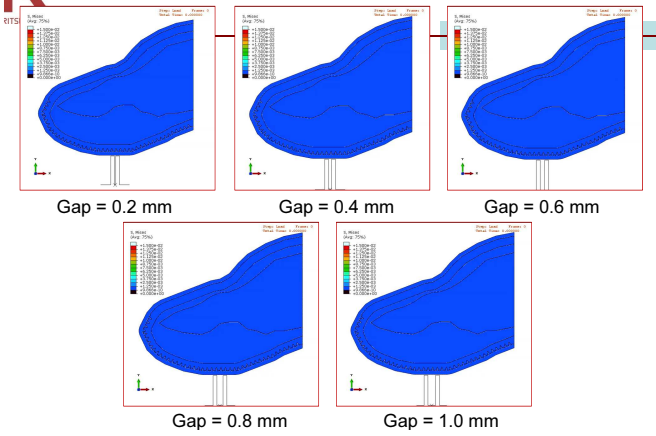
指紋と摩擦の効果



Effect of friction coefficient on slippage moments and latency

R

二点弁別



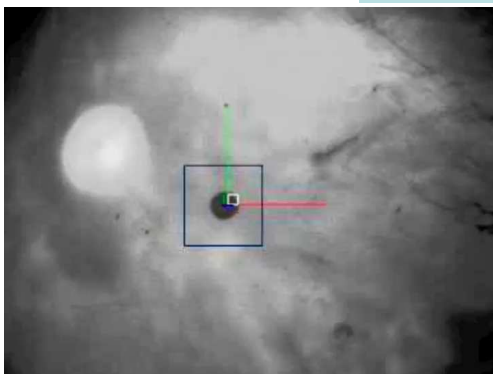
R

内容

- ・ 扁平足モデリングと手術シミュレーション
- ・ 指先モデリングと触覚シミュレーション
- ・ **硝子体のモデリング**
- ・ まとめ

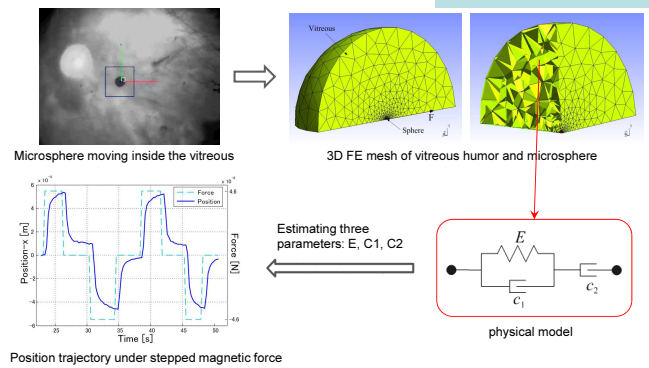
R

硝子体内マイクロデバイス



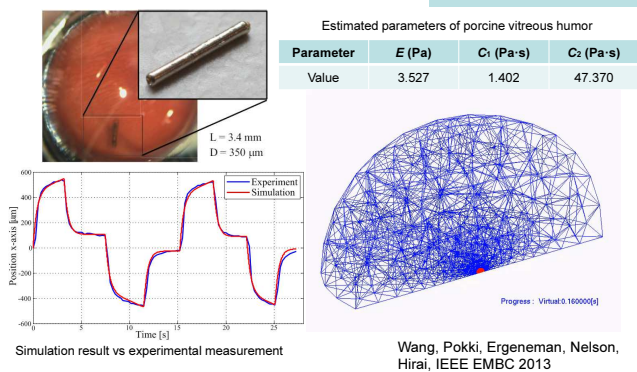
R

硝子体のモデリング



R

硝子体内マイクロデバイス



R

結論

- ・ 生体力学モデルを用いたシミュレーション
CT/MRI画像ベースモデリング
解剖学的に正確なモデル
個別のモデル
- ・ 手術シミュレーション:
事前の評価
- ・ 触覚のシミュレーション:
計測が困難な量の評価
- ・ 硝子体のモデリング
固体・液体の混合物のモデル

謝辞



今井 寛

京都府立医科大学 整形外科教室



城戸 優充



生駒 和也



森川 茂廣

滋賀医科大学 基礎看護学講座



Bradley Nelson, ETH



王 忠奎



Damith Suresh Chaturanga



Ho Anh Van

立命館大学ロボティクス学科 龍谷大学機械システム工学科