人工皮膚の表面画像に基づく触覚レンダリング手法の検討

張建堯　小林優人　梶本裕之（電気通信大学）
松森孝平　齋藤直輝（資生堂グローバルイノベーションセンター）

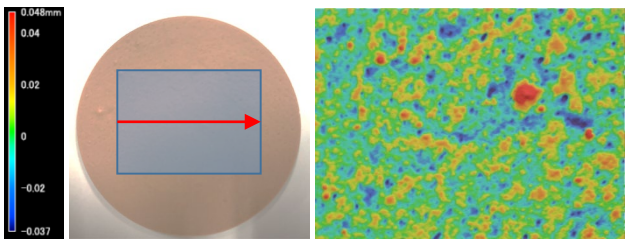
研究概要

指先インタラクションのための素材テクスチャの記録および再生を行う場合、爪に取り付けられた加速度センサで振動を記録するのは一般的な手法である。しかし，異なる状態を持つ皮膚の記録・再生となると，様々な皮膚サンプル間のわずかな差異を取得するために，より精密な計測が必要となる．本研究では、3次元顕微鏡で撮影した3次元表面画像を基にしたレンダリング手法を提案している。皮膚サンプルの3次元画像から線粗を計測し、各位置での高さ特徴を加速度に変換した。この加速度を触覚デバイスで振動として再生し、3種類の皮膚サンプルの触感を再現することを試みた。評価実験の結果によると、3次元表面画像データを用いた手法の再現性はより良い上、再現された異なる皮膚は弁別されやすいことが明らかになった。

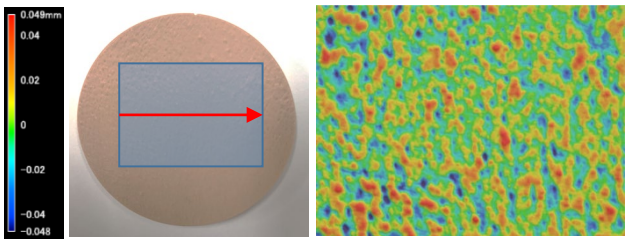
人工皮膚の三次元計測

Keyence VR-3100

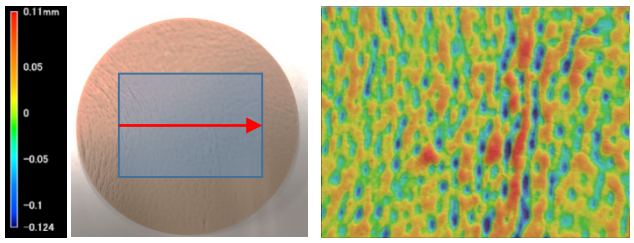
- 3D顕微鏡でサンプル真ん中436.731mm^2の領域を撮る
- 領域内の中線から線粗さ(断面)を取る
- 線粗さを1sの時間軸に埋めて変位曲線に変わる



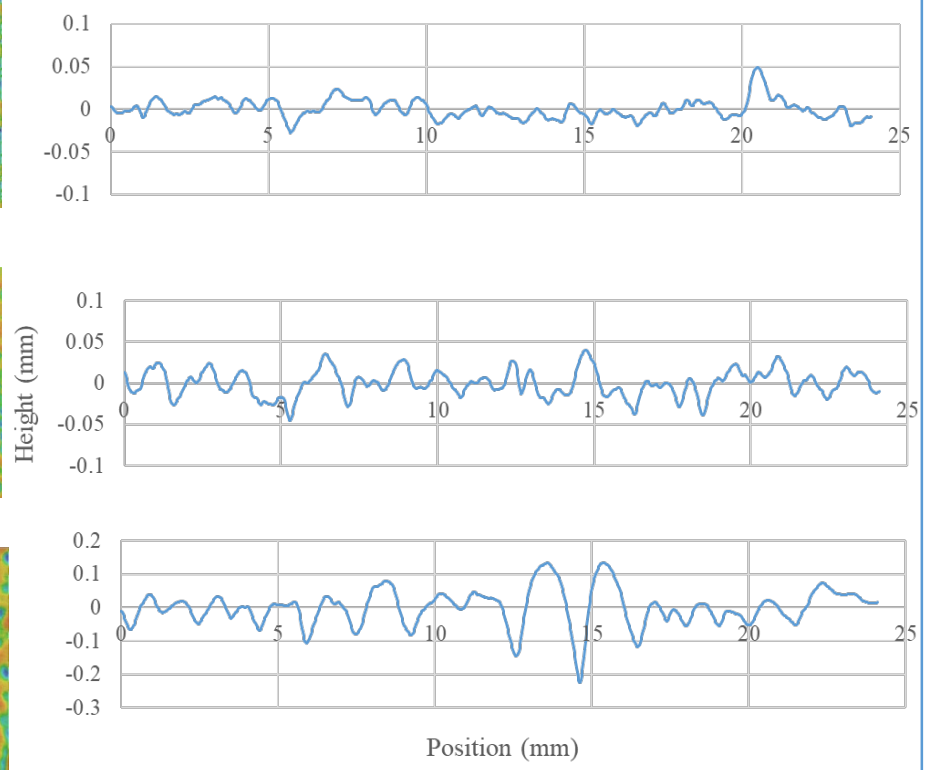
Sample A　Age: 20s　Spd=5.926/mm²



Sample B　Age: 40s　Spd=5.141/mm²



Sample C　Age: 70s　Spd=4.165/mm²



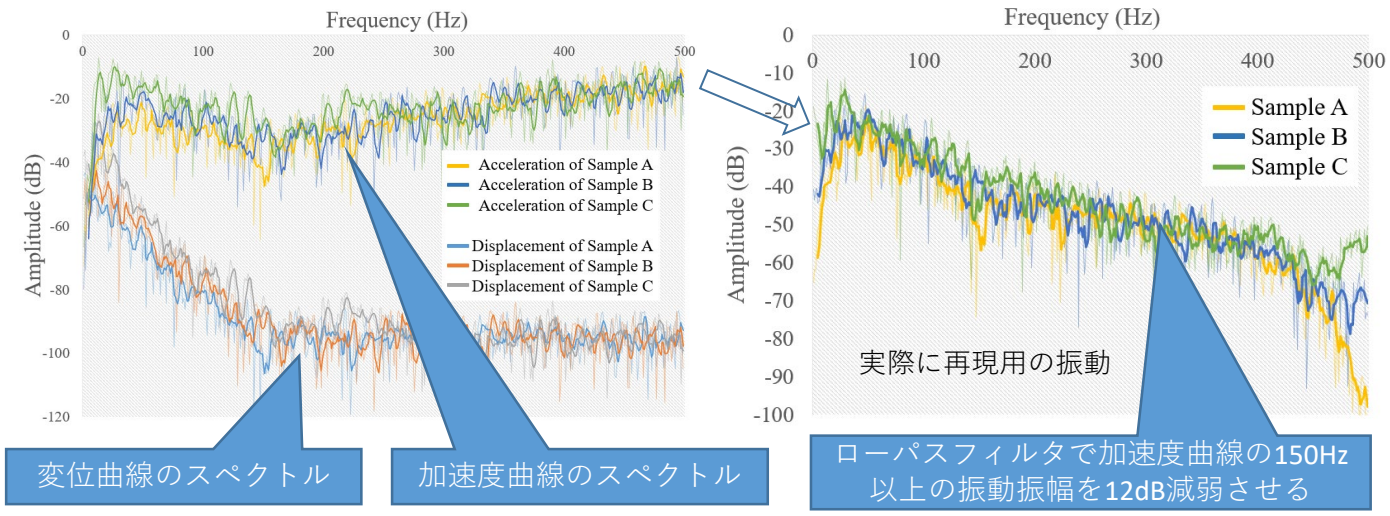
レンダリング手法

- 変位曲線を振動と見なしてスペクトルを取る
- 変位曲線の正弦波成分を二回微分すると加速度曲線に変換する

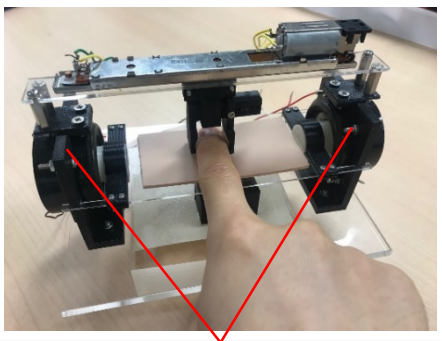
$$a(t)_i = (A_i sin\omega_i t)'' = -\omega_i{}^2 A_i sin(\omega_i t)$$
$$= \omega_i{}^2 A_i sin(\omega_i t + \theta)$$

- 各正弦波ごとの振幅に因子 $\omega_i = 2\pi f_i$ をかける（単位dBでは足し算）

$$A_unit_dB_new_i = \log(\omega_i{}^2 A_i)$$
$$= A_unit_dB_i + 2 * \log(2\pi f_i) * 20$$



予備実験と評価実験



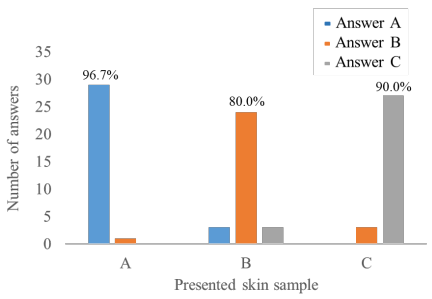
実験用デバイス：

・人工皮膚プレートの利用

・スピーカーで振動を重畳する

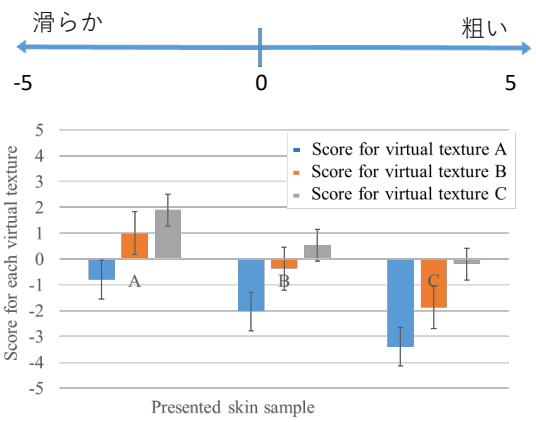
実験１：実物間弁別実験

1. 被験者に3種類の人工皮膚の1つをなぞってもらう。
2. 3種類の人工皮膚をなぞってさっきなぞったのはどれかを当たって答えてもらう



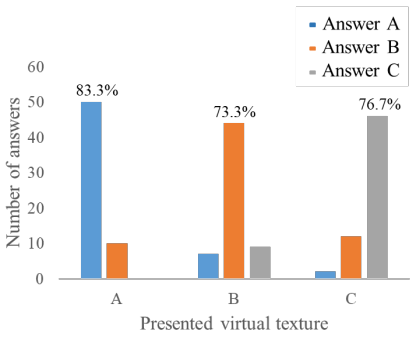
実験2：再現効果の評価

- 被験者に1つの人工皮膚をなぞってもらってその粗さを基準０とする
- デバイスで3種類の振動を提示して感じた粗さを-5~5回答してもらう



実験3：再現した質感の弁別実験

1. デバイスで被験者に1種類の振動を提示してなぞってもらう
2. 3種類の人工皮膚からさっき提示した触感はどちらの人工皮膚なのかを当たって答えてもらう



結果：提案手法は良い再現性を示した(実験2では、提示された実物に対応する振動の点数は０に近かった)
再現された異なる皮膚の質感は弁別されやすい(実験3の正答率はそれぞれ70%以上であった)