

術中体表 3D データを用いた乳房再建術支援システムの開発

Surgical assist system for breast reconstruction in breast cancer treatment
using 3D image analysis of body surface.

○ 中野祐樹 (電機大) 鈴木孝司 (女子医大)
千葉慎二 (女子医大) 鷺尾利克 (産総研)
清水大輔 (みなと赤十字病院) 矢野智之 (みなと赤十字病院)
荒船龍彦 (電機大) 本間章彦 (電機大)

Yuki NAKANO, Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University
Takashi SUZUKI, Tokyo Women's Medical University
Shinji CHIBA, Tokyo Women's Medical University
Toshikatsu WASHIO, Advanced Industrial Science and Technology
Daisuke SHIMIZU, Yokohama City Minato Red Cross Hospital
Tomoyuki YANO, Yokohama City Minato Red Cross Hospital
Tatsuhiko ARAFUNE, Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University
Akihiko HOMMA, Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

Abstract: Breast reconstruction is desired it would be operated immediate after mastectomy from the points of cosmetic figuration and QOL. However, there is an issue that cosmetic outcomes in surgery because quantitative evaluation index for three-dimensional shape of the breasts had not been established. So that we developed image processing system that is able to evaluate quantitatively the shape of patient's breasts using pre and postoperative 2D and 3D information. Firstly, 3D shape data is obtained by the scanning of a breast structure pre and post mastectomy using Kinect V2. After that, three-dimensional breast shape data were divided into small grid data and were used to calculate breast volume difference. The total difference information between pre and post mastectomy were converted to a two-dimensional map image. For validation check of our method, we measured and analyzed the semi-sphere and calculated the error. Then, we evaluated this system with trial subjects.

Key Words: Breast Reconstruction, 3D image analysis, Projection Mapping.

1. はじめに

乳がんの治療法として、乳腺をすべて切除する乳房切除術がある。その際、患者の QOL の確保や整容性の観点から、失われた乳房形状を回復させる乳房再建術が癌治療と同時に実施される事が多い。現在、乳房再建術では、人工物を挿入する方法や自家組織を用いる方法がある。しかし、再建乳房の整容性は主観的評価法が主流であり、医師による写真判定や患者へのアンケートに基づくものが一般的である⁽²⁾。このように、再建乳房の評価指標が確立されていないことから術中・術後の再建具合について客観的な評価が困難という課題がある。

再建乳房の整容性を評価するソフトウェアとして、Canfield Scientific 社製の VECTRA が挙げられる。このソフトウェアは非接触 3D スキャナで得られた 3 次元データを使って乳房の左右差などを可視化することができる。しかし、乳房に関する定量的な指標ではなく定性的であり術中に使用することはできないため、その情報をシームレスに手術にフィードバックすることは困難である。

本研究では 3 次元計測器と 3D 画像処理を用いた乳房再建用定量評価指標の提案と、この指標を導出し、再建手術中の患者体表データを用いて実際に解析を行うことを目的とする。

2. 乳房の定量化方法

システムの概略図を Fig.1 に示す。

システムは Kinect, プロジェクタ, Windows PC から構成されている。Kinect V2 (Microsoft 社) を用いて患者の乳房の術前、術後の 3D 形状計測を行う。被写体を中心に、500mm の円を描くように Kinect を動かし、接続されている PC に 3D データが記録されていく。この時の被写体の姿勢は、45 度傾斜姿勢で行う。

その後 PC でのオフライン処理にて次の手順に沿って乳房形状の解析を行う。

- (A) 3D 計測データを水平方向に 20 回スライスをする。(スライス面を Layer1-20 とする)
- (B) 各スライス面において皮膚輪郭を抽出。
- (C) 輪郭線を等間隔で分割した節点 (全 20 点) を非接触マーカとして各点に 1-20 の ID を割り振り、各節点 ID=n と n' の空間的な距離を計測し、全 ID 分行う。
- (D) 同様に全 Layer 分 20 回繰り返す。
- (E) 各 Layer 上の節点 ID 間距離を色表示 (差分が大きいなら赤、小さければ青と表示) し、Layer-ID マップ上に展開する。(形状差分画像)

(F) 生成された形状差分画像をプロジェクタを用いて患者の体表面に投影する。

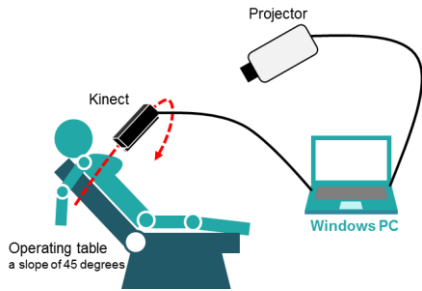


Fig. 1 System Overview

3. ソフトウェアの妥当性評価実験

3.1 方法

本手法の妥当性を確認するため、半径 90mm の半球ファントムを板の上に乗せ形状計測したものと、半球ファントムを取り除き板のみで形状計測を行ったもの 2 つデータを用意し、形状差分画像を出力した。また、半径 90mm の半球の CG を生成、このデータを理論値とし計測された半球ファントムのデータを比較を行った。

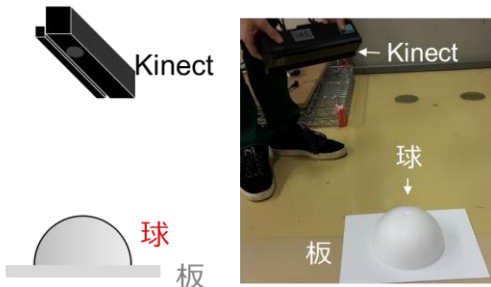


Fig. 2 Experiment System

3.2 結果・考察

その結果、実寸半径 (90mm) に対し最大差分 92.2mm 誤差 2.2mm となった。また理論値 (半球 CG) との比較では最大誤差 4.1mm となった。このことから、三次元形状の差分を二次元的に可視化できていると考えられる。

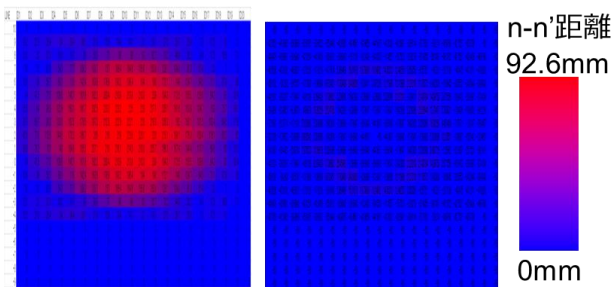


Fig. 3 Result of Validation.

4. 患者 STL データを用いたシステム評価

4.1 方法

手術中に計測された患者の 3 次元データを用いて乳房形状の解析を行い、システムの評価を行った。皮弁の挿入配置方法が異なる 2 種類の再建方法の形状差分画像を導出し、比較を行った。術中の使用まではいかないが、手術中の計測データを用いて乳房形状の解析を行った例を示す。

4.2 結果・考察

計測された 3D データを Fig.4, 形状差分画像を Fig. 5 に示す。

再建方法 A, B を比較し、について形状差分画像を導出することで、再建方法 A においては乳房下溝や乳頭位置に再建前後で形状差分の大きさが強く出ているのに対し、再建方法 B ではその差が少なく、より術前に近い再建であることが提示可能であった。

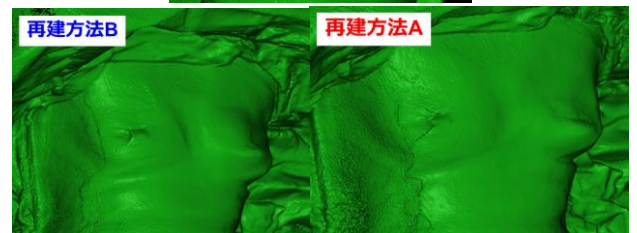


Fig. 4 Result(3D data Pre / Post A, Post B)

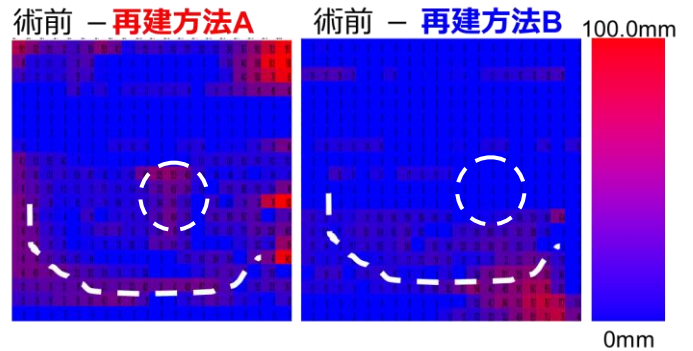


Fig. 5 Result(2D map Image, Pre / Post A, Post B)

参考文献

- (1) 蔡 顕真 (2004) 「3次元レーザー形状計測装置を用いた再建乳房の定量的評価法」, 『近畿大医誌』第 29巻2号, pp.57-69, 近畿大学.
- (2) 野村 紘史, 朝戸 裕貴 (2011) 「乳癌切除後の乳房再建 乳房再建術後の整容性評価」, 『医学のあゆみ』 237巻8号, pp.839-843, 医歯薬出版株式会社.