

課題番号	06-030
------	--------

平成 20 年度シーズ発掘試験（発掘型）研究報告書


報告日：平成 21 年 4 月 14 日

技術分野	計測・分析技術
------	---------


課題名：簡易耳型計測システムの開発と応用

研究期間：平成 20 年 7 月 4 日～平成 21 年 3 月 31 日

1. 担当コーディネータ

氏名（役職）	坪井 開（コーディネータ） 		
所属機関名	財団法人長野県テクノ財団善光寺バレー地域センター		
連絡先	所在地	〒380-0928 長野県長野市若里 1-18-1	
	TEL/FAX	026-225-6650/026-225-6711	
	E-mail	tsuboi@tech.or.jp	

2. 代表研究者（代表研究者のみ記入してください。）

氏名（役職）	堀場 洋輔（助教） 		
所属機関名	信州大学繊維学部		
連絡先	所在地	〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1	
	TEL/FAX	0268-21-5590/0268-21-5511	
	E-mail	horiba@shinshu-u.ac.jp	

3. 共同研究者（JST と委託研究契約を締結した共同研究機関の場合のみ記入してください。）

氏名（役職）	印		
所属機関名			
連絡先	所在地		
	TEL/FAX		
	E-mail		

4. 試験研究の結果報告

(1) 試験内容

本研究期間において以下の2つの項目を実施した。

(1) 装置の小型化と精度の検証【平成20年7月～平成21年2月】

耳型（特に耳甲介、外耳道の入口）の計測・推定を行なうためには、被測定部位周辺に収まるサイズの3次元形状計測装置が必要である。そこで、光切断法を測定原理とした小型3次元計測装置を設計・試作した。さらに試作機の測定精度および有効計測範囲の確認を行なった。設計では開発コストを抑制するために極力既存の部品を組み合わせ、必要な場合のみ特注する方針で行なった。到達度については、装置の設計・試作に関しては当初の計画をすべて実施できたが、試作機の検証については想定されるすべての条件を網羅することはできなかった。

(2) モデルによる遮蔽部の形状補間アルゴリズムの開発【平成20年12月～平成21年3月】

耳珠裏側など光源からの光が遮断される部位を直接計測することは困難である。そこで、それらの部位形状をFree Form Deformation法（FFD法）により補間するアルゴリズムを開発した。さらに、補間精度についても検証を行なった。アルゴリズム構築の際には石膏により耳型を採取し、形態的特徴を把握・分類した。形状推定アルゴリズムは構築できたものの、補間精度の検証については十分なサンプル数で実施することはできなかった。

(2) 得られた成果

(1) 装置の小型化と精度の検証

① 研究データ、試作物、論文／発表、特許等について

試作物として、光学機器メーカーに依頼し、小型3次元計測装置を製作した。試作機の基本構成として投影部（LED光源とロンキールーリング）と受光部（USBカメラモジュール）を有しており、投影部と受光部を一体化したヘッド部の寸法はおよそ10mm(W)×7mm(H)×3mm(D)である。投影部はLED光源にφ3mm、0.2mm/5ラインペアのロンキールーリングを組み合わせ、投影部から8mm離れた対象物に0.4mm/ラインペアの縞を投影することが可能である。受光部はφ6mmの30万画素CMOSカメラを有するUSBカメラモジュールで構成され、投影部の光軸と45°に交差する配置になっている。検証の結果、有効測定範囲はおよそ3mm(W)×3mm(H)×4mm(D)、測定精度は最高0.4mmであることが確認された。論文／発表、特許等は4月14日現在発表していない。

② 当初掲げた目標（値）との比較、達成状況について

当初の計画では耳型の計測に適したサイズで、測定精度が数百μ～1mmの測定装置の開発を目標としていた。中耳介の平均的なサイズがおよそ20mm(W)×30mm(H)×10mm(D)であり、また、測定精度に関しても最高0.4mmであることから装置の小型化、測定精度ともに当初の目標を達成していると考えられる。

③ 実用化の見通しについて

試作機を用いた検証実験から、皮膚の状態によっては縞の輝度・コントラスト比が十分でなく投影が困難な場合があることが確認された。そのため測定精度が0.4 mmを大幅に下回る場合が存在することも明らかになった。皮膚表面の色情報や皺・体毛等の形態的特徴に個人差が存在することから、実用化のためには皮膚表面へ安定して縞を投影する方法の開発が必要と考えられる。また、当初の計画では応用を耳型取得に限定していたが、本装置は精密部品や宝飾品等に対しても有効であることが考えられる。製造現場において精密部品の公差等を測定する際には、本装置のような小型で可搬性を有する計測装置に対するニーズが存在することが、メーカーへのインタビューから明らかになっている。皮膚表面に比べテクスチャーが一樣である人工物を対象とした場合、本装置を大幅な改良することなく製品化できる可能性がある。

(2) モデルによる遮蔽部の形状補間アルゴリズムの開発

① 研究データ、試作物、論文／発表、特許等について

試作物として、不完全な耳型形状データから完全な耳型形状を推定するプログラムを開発した。プログラムでは以下のアルゴリズムで形状の補間（推定）を行なう。

- (a) 不完全な耳型形状から特徴点を抽出する。特徴点は欠損の可能性がなく確実に計測可能な耳甲介内縁上の6点（耳珠、耳間切痕点、対珠、対珠上方の窪み、耳輪脚と耳甲介内縁の交差点、前切痕）とする。
- (b) 予め用意した基準モデルの特徴点が不完全な耳型形状データの特徴点と一致するように、FFD法により基準モデルを変形する。その結果、変形した基準モデルが推定された耳型の完全形状となる。ここで、基準モデルはグラフィックスソフト・Poser 7収録の成人男性の耳型形状データを利用した。

検証の結果、特徴点周辺（外耳道）では測定精度が約1.0 mm、全体では測定精度が約2.0 mmであることが確認された。論文／発表、特許等は4月14日現在発表していない。

② 当初掲げた目標（値）との比較、達成状況について

当初の計画では数百 μ ～1 mm程度の推定精度を目標としていた。しかしながら、プログラムの推定精度は平均2.0 mmであることから、目標精度にはほど遠い結果となった。この原因としては、耳型形状が変化に富んでおり1つの基準モデルですべて耳型形状に対応することが困難であることや、今回用いた特徴点が耳甲介内縁上に集中しているため、それ以外の部位における情報が十分でなかったこと等が考えられる。

③ 実用化の見通しについて

研究の結果、耳型形状が当初の予定よりも個人差が大きいことが明らかになった。文献によれば耳型形状を大別すると15種類程度に分類できると言われている。個人差の問題に対する対策としては、上記15種類の基準モデルを用意し、対象とする形状に合わせて基準モデルを選択することが考えられる。また、今回は耳甲介内縁上の特徴点を手掛かりとして基準モデルの変形を行なったが、特徴点は可能な限り広範囲に分布していることが推定精度向上には望ましい。そこで、不完全な耳型形状データを定構造メッシュ化し、特徴点の増加と広範囲化を図ることも有効と考えられる。以上の修正により、推定精度を1 mm以下にすることができれば実用化に対して一歩前進することが推測される。

(3) 今後の展開

①平成21年度における具体的な活動

外部発表： 第11回日本感性工学会大会（2009年9月8日～10日、芝浦工業大学）において本研究成果を発表する予定である。

共同研究： 小型3次元計測装置の改良・応用について、装置の試作を依頼した株式会社コシナ（長野県中野市）との共同研究を予定している。（契約形態については現在調整中）

②今後の実用化に向けた長期的な展望

実用化の際には耳型の推定精度が重要となるが、応用分野によっては要求される精度が異なることが予想される。たとえばイヤホンを製作する場合には極端に高精度な形状データはさほど必要がなく、一方、補聴器を製作する場合には数百 μ オーダーの精度が求められることが考えられる。したがって、応用分野を定め、実情に応じた仕様設計を行なうことが、実用化の可能性を高められると思われる。今後は補聴器メーカーや音響メーカー等と連携し、共同で研究開発を行うことも重要と考えられる。

(4) 知的財産権について

①試験の結果得られた知的財産権について

期間中に試作した計測装置およびアルゴリズムについて、現段階で知的財産権の確保、ならびに出願は行なっていない。

②今後の知財権確保について

改良・検証実験を重ね必要なバックデータが蓄積された段階で、小型3次元計測装置、耳型形状補間アルゴリズムそれぞれについて、本研究の担当コーディネータである坪井開氏の指導の下、知的財産権の出願を予定している。

(5) 今後のフォローアップ等について（コーディネータ記載）

シーズの企業化に向け、研究者と補聴器関連メーカーをコーディネートし実用化のための要求仕様の明確化、さらには企業化に向けたフィージビリティスタディを行なう。最終的には本シーズを知的財産権利化する予定である。

*2ヶ月毎の進行状況確認

*次の補助事業への検討