

M20220831_01_UW Medicine

スマホベース鼓膜聴力検査、中耳機能テストにポケットサイズソリューション

Nature Communications Medicine に発表された論文でワシントン大学、電気 & コンピュータエンジニア(UW ECE)、Paul G. Allen School of Computer Science & Engineering, UW Medicine および Seattle Children の研究者は、従来のティンパノメトリデバイスの軽量代替品を紹介している、これはサイフ程度に軽い。スマートフォンをハンドヘルドティンパノメトリに変えたというチームのニュースは公衆衛生で働く人々の耳には朗報である。



図 1

UW ECE のコンピュータサイエンティストと臨床医が、中耳機能をテストするためにスマートフォンをハンドヘルドティンパノメータに変えるシステムを開発した。

WHO によると、世界中で聴覚損失で生きている人々は、4 億 3000 万人、そのうち子どもは 3400 万人であり、大半は、予防できる原因で難聴になっている。

ティンパノメトリは、耳鏡検査や他のテストと連携して中耳障害を診断する中耳機能テスト。これは、そのまま放置されると、永久難聴など、合併症になり得る。それは、比較的簡単なテストであるが、リソースが制約された社会での利用普及には障害がある。それらが可搬性を考慮して設計されていないだけでなく、価格が 2000~5000 ドルするからである。

「従来のデスクトップティンパノメトリは、高価、大きすぎ、壁の電源を必要とする。これは、モバイルクリニックや農村社会での利用には適していない。結果的に、ある地域では、人々はテストのために長旅を強いられる。旅ができればの話だが」と Allen School の Ph.D 学生、論文の筆頭著者、Justin Chan は話している。「われわれのオープンソースシステムは、安価、ポータブル、使いやすく、Android スマートフォンで機能する」。

ティンパノメトリ中、プローブを外耳道に挿入して空気圧を変え、鼓膜の動きと小骨連鎖鼓膜窓を計測する。結果としてのティンパノグラムを分析して、鼓膜の背後に液体が蓄積しているか、つまり中耳炎、あるいは処置が必要な他の症状かどうかを判断する

UW 設計のシステムは、類似のアプローチをする。ただし、もっと小さな形状にパッケージされている。外耳道に挿入する先端がゴムのプローブは、3D プリントされたハウジングに接続されており、そこには電子コンポーネントがあり、ヘッドフォンジャックを介してスマートフォンに直接つながっている。これらのコンポーネントは、微小なスピーカーとマイクロフォンを備えた PCB を含む。これによりオーディオ信号の送受を行う。また、テスト中に外耳道の空気圧を変えるシリンジとプランジャにステッピングモーターがつながっている。

プローブが患者の外耳道に挿入されると、スマートフォンソフトウェアが、密封が完了したことを自動的に検出する。その時点で、自動的に、しかもやさしくシリンジのプランジャが動き、オンボード圧力センサからのフィードバックでガイドされる。一方、マイクロフォンは、226 Hz のオーディオトーンを外耳道に送る。テストサイクルが完了すると、オンボードのマイクロコントローラが記録された音響反射および圧力データを組込ワイヤレスでスマートフォンに転送する。Bluetooth がリアルタイムでティンパノグラムを生成する。

ソフトウェアは、スマートフォンでプログラムして、圧力限界、圧力スピード、オーディオ周波数やボリュームなどのテストパラメータを調整できる。ハードウェアの全体的構成は、スマートフォンを除いて、28ドル程度でアセンブリ可能。チームは、独自デバイスの構築に関心があるものなら誰でもコードを自由に利用できるようにしている。

研究チームは、シアトル小児病院でオーディオロジスト(聴覚学者)によりティンパノメトリを予定している患者グループでそのシステムを評価した。患者は、1~20歳で、それぞれ、スマートフォンシステムと商用ティンパノメータを使って選別された。オーディオロジストは、トータルで 50 名の患者の耳をテストした。別パネルのオーディオロジストに依頼して、次にテストで生成された 100 のティンパノグラムの各々を Liden と Jerger 区分に分類した。これは、中耳障害を示す鼓膜の可動性レベルを表す指標。これにより、スマートフォンベースのテストが既存の基準と一致するかどうかを比較した。

「臨床研究で、われわれは、スマートフォンベースのティンパノメトリと商用デバイ

スの結果を直接比較した。両方のスクリーニング法間の結果にはかなりの一致が見られ、約 **86%** だった。最も重要なことは、**Type B** ティンパノグラムなど異常な結果の場合、**100%** 一致したことである。われわれの目標は、正確に中耳にアクセスでき、臨床医に重要な診断情報を提供する利用しやすいデバイスの開発だった。結果は、この目標達成への有望性を示している」と UW 耳鼻咽喉学の准教授、**Dr. Randall Bly** はコメントしている。