

## 教室における音声伝達状況確認システム

### Sound transmission situation confirmation system in the classroom

○有光海<sup>1</sup>, ○山澤建太<sup>1</sup>, 平山雅之<sup>2</sup>Kai-Arimitsu<sup>1</sup>, Kenta-Yamasawa<sup>1</sup>, Masayuki-Hirayama<sup>2</sup>

**Abstract:** This paper proposes a sound transmission situation confirmation system for the classrooms. The proposed system is constructed from three parts – sound sensing unit, sound evaluation unit and data transmission unit. This paper briefly summarizes the basic idea of the system and describes detail of each part of the system.

#### 1. はじめに

大学などで授業を提供するうえで、すべての学生へ教師の音声は明瞭に届くことは最も重要である。しかし、現実には教員の音声が聞こえにくく、学生に十分に伝わらないといった状況も少なからず生じている。これは、教室内の壁面や机などによる音声の反射・拡散の影響とともに、授業に参加する学生自身が吸音体となってしまうことが主要な原因である。

一方で、教室内で教員の話声が学生にどのように伝わっているかについては、話者である教員自身が把握することは難しく、学生が自主的に音声が不明瞭である旨を教師へ伝えない限り、状況に応じて、教師が音量を上げるといった工夫もとりずらくなっている。この問題の本質には「自分の音声が教室内のどこの部分までクリアに伝わっているか」を簡便に知るための方法やシステムが確立されていないことがある。

本研究では、こうした問題を解決するためのひとつのアプローチとして、教師が教室内で自分の音声が伝わる様子をリアルタイムに可視化し把握できるようにするシステムを検討している。具体的には、教室内の音声をセンサでリアルタイムに計測し、そのデータを基に教室内の音声の広がり・到達度合いをもとめその結果を教員に提示する方式を採用する。実際に授業が行われている最中に、教室内のすべてのポイントで音声を測定することは不可能であるため、この方式では複数個所の音声情報から全体の状況を推定することを特徴としている。

#### 2. システムの概要

Fig1に本システムの構成概要を示す。本システムは、教室内に設置しそのポイントにおける音声情報を取得する音声取得部と、取得した音声をもとに教室内の音声の伝わり状況を求める教室内音声伝達状況推定部、および、これら2つのユニットを実装するセンサノード/サーバノード間の通信をつかさどる通信部の3つの部分から構成される。

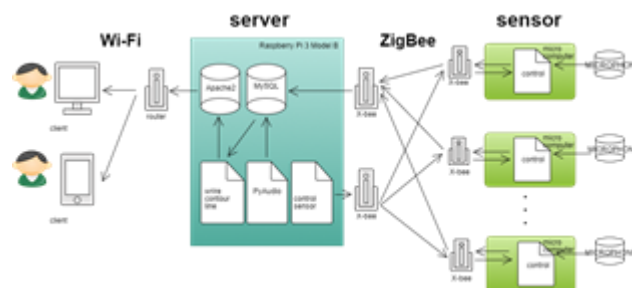


Figure1: System configuration diagram

#### 3. 音声取得部

##### 3.1. 概要

音声取得部では教室内の音声を取得する。具体的にはユニットには音声を取得するコンデンサマイクをセンサとして実装し、ユニットが設置された箇所における音声を取得して、そこから音圧レベルを計測する。教室内の音声伝達状況を取得するためには、理想的には非常に短いスパン(距離)でこの音声取得ユニットを設置した方が、より精度の高い音声伝達状況の把握ができる。しかしながら、現実的には設置コストやデータ処理の複雑さを考えると、100人程度を収容する教室の場合であれば、教室内の前方部、中央分、後方部それぞれ、窓側、中央、通路側の合計9ヵ所程度にこのユニットを設置し、音声を取得するのが良いと考えている。

##### 3.2. センサ及びデータ処理の詳細

センサでとらえたアナログ音声はサンプリング周波数は8000[Hz]でAD変換する。具体的には、割り込みを用いて1/8000[s]周期でコンデンサマイクが取得した瞬時音圧を取得し、ADコンバータで離散化して保存する。その後、保存された8000個の瞬時音圧から、フーリエ解析を用いて、1[s]間におけるフォルマント周波数帯の音圧レベルを導出する。得られた音圧レベルのデータは、通信ユニットを介してサーバ上に構築された音声伝達状況推定部に送信される。

### 3.3. サンプリング周波数の検討

日本語は母音の影響が色濃く反映される言語であり、その音圧レベルも母音により決定される。人が発する音声には様々な周波数の音が交雑するが、その中でも話者の話声を特徴づける特定周波数はフォルマント周波数とよばれる。そして、このフォルマント周波数帯域の音圧情報が抜け落ちていなければ母音の識別が可能であることが知られており、この周波数帯域は 8000 [Hz] 以内に収まるとされている(文献[1])。これらの点から、本方式でのサンプリング周波数は 8000 [Hz] を採用している。

## 4. 音声伝達状況推定部

### 4.1. 概要

音声伝達状況推定部では教室内の 9 点から取得した音圧情報を基に、教室全体での音声伝達状況すなわち音圧分布の推定をおこなう。このユニットの実装は、音声取得部から通信部を介して接続されたサーバ上に構築し、その構成機能として「データの取得」、「音圧マップの作成」、「等音圧線図の描画」の 3 つの主要機能から実現される。

### 4.2. データの取得

ネットワーク通信を介して音圧レベルとその周波数を受信する。受信したデータはデータベースサーバに保存する。データベースサーバは、サーバ部内のラズベリーパイにインストールする MySQL を用いる。

### 4.3. 音圧マップの作成

データベースサーバに保存された音圧レベルを元に、離散化された教室における音圧マップを作成して、データベースサーバに保存する。

教室内の 9 ヶ所に設置された音声取得部からの情報では、教室内のすべての個所の状況は網羅できない。このため、計測点以外の音圧がどのような状態かをデータ補完することによって求める。具体的なデータ補完の方式は fig2 に示すように、三角上メッシュで離散化し、周囲の点状の音圧レベルを平均することで計測点以外の全地点の音圧レベルを導出していく。

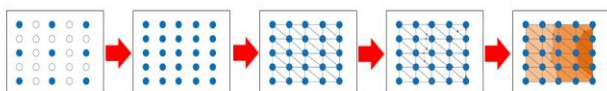


Figure2: Flow diagram of mapping algorithm

### 4.4. 等音圧線図の描画

上記の処理により教室内のすべてのポイントでの音圧が求められるが、そのデータを実際の利用者である教員に直感的にわかりやすい形で提示しなければならない。本システムでは、そのための情報提示手段として等音圧線図を用いている。等音圧線図は、音圧レベルが同じ個所を線で結んで表示するものである。一般的に、音圧レベルは空間内に特殊な吸音材や反音材などが存在しない限りは、線形に減衰していく。このため、音圧レベルは発音者である教員の前あるいはスピーカの近傍を頂点として、教室後方に向かって fig3 に示すように減衰していく場合が多い。こうした音圧減衰の様子を fig3 のようにグラフィカルに表示するのが等音圧線図である。基本的にフォルマント周波数別に提示することで話声の伝達状況を可視化することができる。なお、この音声伝達状況推定部を構成するサーバは、Apache2 を用いて web サーバとして機能する。提供される web ページのデザインを fig3 に示す。

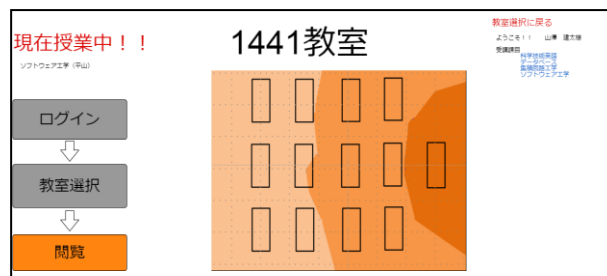


Figure3: screen layout of this interface

## 5. システム実装における課題

教室内の音声伝達では、教員から発せられる音声以外にも学生の話声など様々な外乱音が影響する。音声取得部の設置場所などによっては、これらの外乱音の影響を強く受ける場合も懸念される。現段階の方式では、こうした外乱音やノイズに対しては十分に検討できていないため、今後、実際に開発したシステムを用いてデータ収集を行い、外乱ノイズの扱いを検討していきたい。

## 6. まとめ

本稿では教室全体での音圧レベルを求めるための手法のアイデアと実現方法について提案した。今後、本稿で紹介した構成を元にシステムプロトタイプを作成して、評価を進めていく。

### 参考文献

[1] Jeff Rodman: 「会話音声の明瞭度に対する帯域の影響」, 2003 年 1 月 16 日