

◎喜田村朋子, 荒井隆行, 楠本亜希子, 村原雄二 (上智大・理工)

1 はじめに

室内の音声明瞭度の測定にはSTI法などMTFに基づく方法が用いられているが、これは音声の変調スペクトルに着目した尺度である[1]。ある特定の变調周波数を強調するようなフィルタ処理を施した音声を残響のある室内で聴取した場合、特に聴覚障害者にとって聞き取りやすくなることを前回報告した[2]。本研究では、前回と同様に残響時間の長い室内において拡声される音声の明瞭度を改善することを目的とし、変調フィルタ処理における最適値を調べるために聴覚障害者に対して実験および検討を行った。

2 原理

音声の変調スペクトルのピークは通常約4Hz付近に存在するが、残響が多く付加されるとそのピークはより低い変調周波数にシフトし、変調指数も減少する[1]。また音声知覚には1~16Hz、特に4Hz付近の変調周波数成分が重要であることが分かっている[3]。そこで、音声明瞭度の低下を抑えることを目的としてFig.1のプロ

ックダイアグラムに示す処理を考えた[2]。ここで α_i は重み係数で、文献[2]では $\alpha_i = 1$ であった。

知覚実験[2]により変調フィルタのピーク値が4Hz付近にある時に聞き取り易くなることが分かっていることから、本実験においても4Hz付近にピーク値を有する変調フィルタを用いた。Fig.2 に実験で用いた変調フィルタの周波数特性を示す。filter1 は狭帯域のみを強調するのに対し、filter2~4 は4Hz以上の変調周波数域でなだらかな特性になっている。

Fig.3 に実験で用いた重み関数を示す。a は重み付けを行わない場合($\alpha_i = 1$)であるのに対し、b, c は高域に重み付けを行うもの、d は低域に重み付けを行うものである。

3 実験

3-1 刺激音

原音声としてATR音声コーパスの1文「テレビゲームやパソコンでゲームをして遊ぶ」(男声、16kHz 標本化、16ビット量子化)を用い、Fig.1

に基づいた処理を施した。4種類のfilterと4種類の重み関数の組み合わせのうち7組(1-a, 2-a, 3-a, 3-b, 3-c, 3-d, 4-a)および原音声の8種類を実験に使用した。室内で刺激音が放射されることをシミュレートするために、処理が施された音声ならびに原音声に対し、教室内で得られたインパルス応答(残響時間約2秒)をコンピュータ上で畳み込み、刺激音とした。

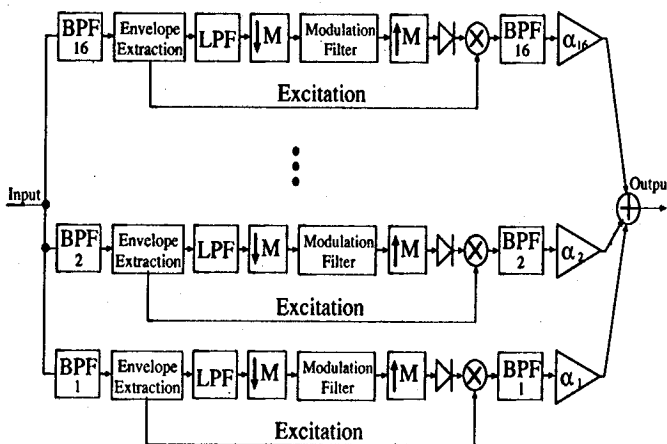


Fig.1: Block diagram for modulation filtering

*Modulation filtering in a robust speech processing against reverberation for the hearing-impaired.

By T. Kitamura, T. Arai, A. Kusumoto, Y. Murahara (Sophia University)

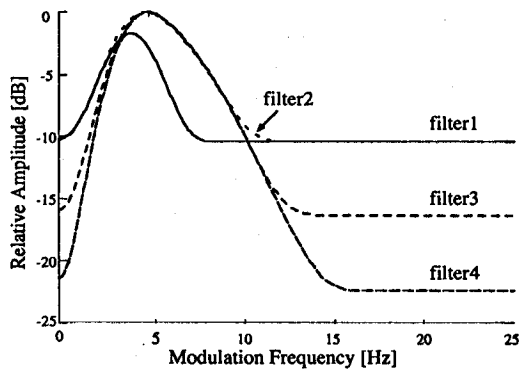


Fig.2: Frequency response of the modulation filters

3-2 実験方法

被験者は 10 人の聴覚障害者(中等度～高度感音性難聴で補聴器装用者・19～59 歳)である。スピーカを被験者の両耳から 1m 以内に配置し、CD から各刺激音を流した。各刺激音を 2 つずつ組み合わせ、どちらの方が聞き取り易いかを強制的に選択してもらった。なお刺激音は、系統づけのため特に必要となる 14 組を選んだ。

3-3 結果・考察

Table1 に、処理なしと処理ありの音声の組に対する結果を示す。何らかの処理を施した方が良いと答える傾向にあった被験者を Group1 (4 人)、それ以外の被験者を Group2 (6 人)とした。表の数値は処理なしに比べて処理ありの音声の方が聞き取り易いと答えた人の割合を示す。

Table1 に示すように、処理を施しさらに高域に重み付けをした方が聞き取り易いと答えた被験者がいる一方で、低域に重み付けをした方が聞き取り易いと答えた被験者もいた。また、処理なしの方が聞き取り易いと答えた被験者もいた。

2-a と 4-a の組に対する結果として、10 人中 8 人が 2-a を選択した。処理なしに対して 4-a を 10 人中 6 人が選択している(Table1)ことから、変調フィルタは有効な処理法であるが変調が深すぎると逆に聞き取りにくくなる可能性があることが示唆された。ただし、本実験では 3-a と 2-a ならびに 3-a と 4-a の組み合わせに対する実験を行っていないため、変調の深さの最適値については検討の余地がある。

1-a と 2-a の組に対する結果として、10 人中 9 人が 1-a を選択した。このことから強調する

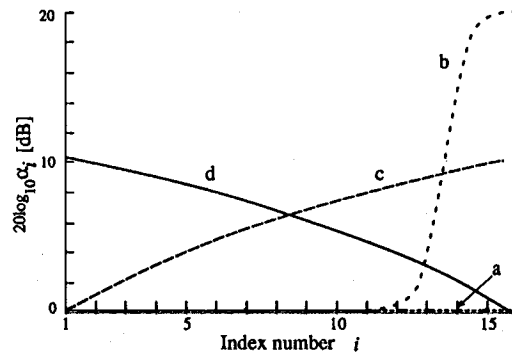


Fig.3: Weights for each frequency band

Table1: Ratio of number of subjects who preferred the processed conditions

Processed	1-a	3-a	4-a	3-b	3-c	3-d
Group1	3/4	3/4	3/4	2/4	4/4	1/4
Group2	1/6	0/6	3/6	0/6	0/6	2/6

帯域幅の狭い方が聞き取り易くなる傾向が見られる。

4 おわりに

特定の変調周波数帯を強調し、各周波数帯域に重み付け処理を施すことによって聞き取り易さの傾向を調べた。その結果、グループ1のように一部の聴覚障害者に対して有効であることが再確認された。さらに、重み付けを高域あるいは低域に施すことによっても評価の変わることが示された。今後の課題として、様々な残響特性の下で、聴覚障害者の聴力型や補聴器の利得特性と変調フィルタおよび重み関数の関係を検討することが挙げられる。

5 謝辞

聴取実験を行うに当たって、ご協力下さった神奈川県ろうあセンターの方々、被験者の皆様に感謝の意を表します。

6 参考文献

- [1] T. Houtgast and H. J. M. Steeneken, "A review of the MTF concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria," J. Acoust. Soc. Am., Vol.77, No.3, pp.1069-1077, 1985.
- [2] 楠本, 荒井, 喜田村, 高橋, 村原, "室内音響における聴覚障害者のための音声処理に関する検討," 音学講論, pp.389-390, Sep. 1999.
- [3] T. Arai, M. Pavel, H. Hermansky, C. Avendano, "Syllable intelligibility for temporally filtered LPC cepstral trajectories," J. Acoust. Soc. Am., Vol.105, No.5, pp.2783-2791, 1999.