

デジタル補聴器のための臨界帯域ごとの周波数圧縮法

◎安啓一, 菱谷誠人, 荒井隆行, 村原雄二 (上智大・理工), 篠原拓士, (TTNet)

1. はじめに

Glasberg and Moore は聴覚障害者の聴覚フィルタの形を測定し健聴者よりも広がる事を明らかにした[1]. 近年, 補聴器にはスペクトル強調等の様々なアルゴリズムが取り入れており[2]. 聴覚障害者の聴覚特性に考慮したアルゴリズムも増えてきている. 音声を臨界帯域に従い18帯域に分け, 奇数番号偶数番目をそれぞれ片耳ずつに入力させる手法[3,4]では音声の明瞭度に改善報告されているが, 両耳でないと効果が認められない. そこで我々は聴覚障害者の臨界帯域の広がりを考慮した周波数圧縮のアルゴリズムを提案する.

2. 臨界帯域圧縮

本アルゴリズムでは, 入力音声信号は臨界帯域の各中心周波数に圧縮される[5]. 図1,2に臨界帯域幅の圧縮の様子を示す.

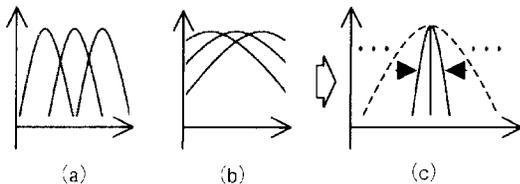


図1 (a)健聴者の臨界帯域幅, (b)聴覚障害者の臨界帯域の広がり, (c)臨界帯域圧縮の様子.

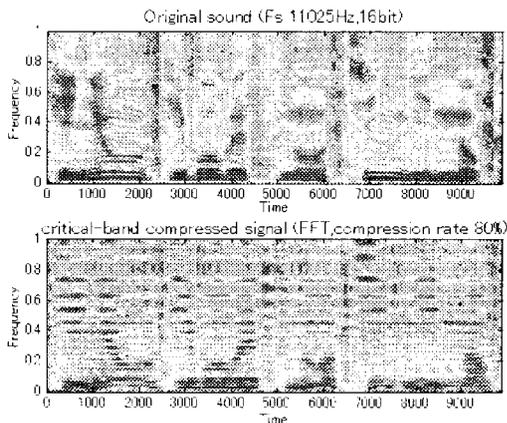


図2 処理前(上)と処理後(下)の音声のスペクトログラム

臨界帯域の圧縮を実現するために2つのアプローチを開発した. いずれの入力音声の標本化周波

数は11025Hzであり, 二つのアルゴリズムとも, SIMULINKにより実現された. 二つのアルゴリズムは下記の通りである.

①FB(Filter-Bank)法…入力の音声は21の帯域に分割され, 包絡検出部と位相検出部に分けられる. 位相検出部のバンドパスフィルタは包絡検出部のものと比べて帯域幅が狭い. この狭さを圧縮率と呼ぶ. 圧縮率が0%で“原音”, 100%で“信号無し”になる. 原音の包絡と圧縮後の位相項を再び掛け合わせ, さらに21帯域分を足し合わせる事によって臨界帯域圧縮を実現した. 図3にFB法のブロックダイアグラムを示す.

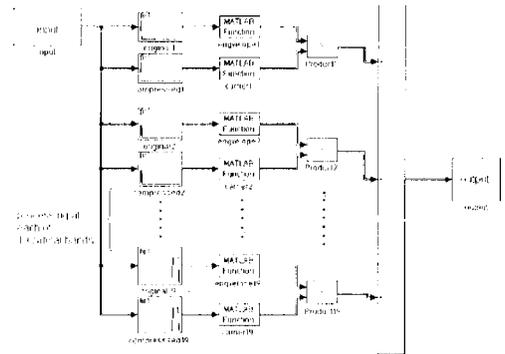


図3 FB(Filter-Bank)法のブロックダイアグラム

②FFT法…入力音声はハミング窓により1フレーム46.4msごとに分割される. さらに1/4フレームずつシフトされる. 次にFFTにより周波数軸に変換される. 信号は位相成分と振幅成分に分けられ, 振幅成分はさらに21帯域に分割される. 振幅成分は各帯域の中心周波数に向けて圧縮された. 圧縮後の振幅成分と原音の位相成分を掛け合わせ, IFFTにより時間軸に戻される. 1/4シフトされた信号は重ね合わせ加算(Over Lap Add)され, 出力信号となる. 図4にFFT法のブロックダイアグラムを示す.

3. 実験と結果

FB法, FFT法ともに客観的評価を単語明瞭度測定実験, 音質・了解度の主観的評価をMOS(Mean Opinion Score)で行った. 被験者は90dB以上の難聴者である. FB法の評価には2人, FFT法の評価には4人の被験者が参加した. 実験は補聴器をつけた状態で行われた. 図5にMOSによる主観的評価(上),

*Critical-band compression in the frequency domain for digital hearing aids

Koichi Yasu, Masato Hishitani, Takayuki Arai, Yuji Murahara (Sophia University), Koshi Shinohara(TTNet)

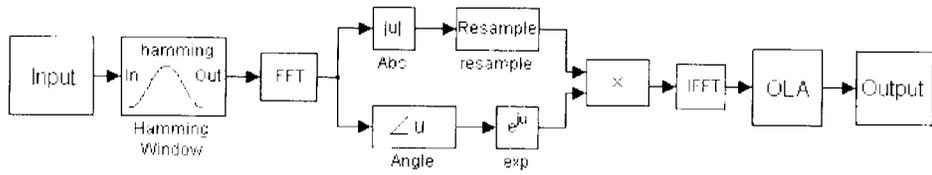


図4 FFT法のブロックダイアグラム

明瞭度測定(下)の実験の結果を示す。

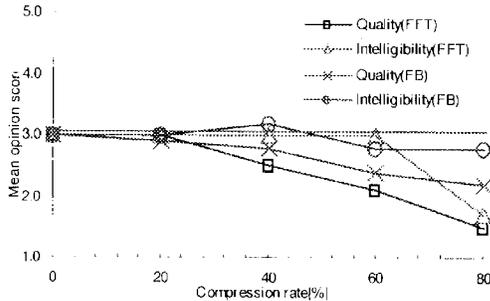


図5 ある被験者の主観的評価。□:音質(FFT法)

△:了解度(FFT法) ×:音質(FB法) ○:了解度(FB法)

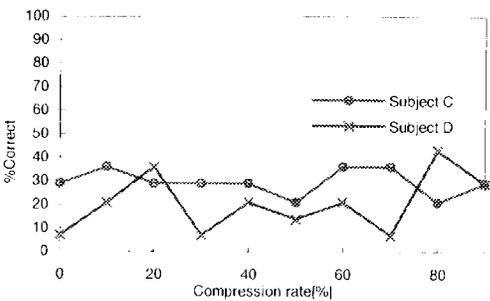
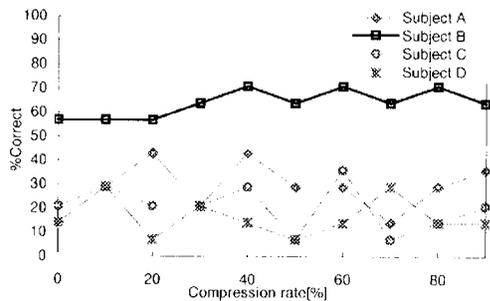


図6 客観的評価における明瞭度(%).FFT法(上)と

FB法(下).○×□△は各被験者を表す。

4. 考察

MOSによる主観的評価法では各被験者には最適な圧縮率があることが示され、最適な圧縮率においては音質及び了解度に改善が見られた。また単語明瞭度測定実験では圧縮率の変化により明瞭度が変化し、圧縮率0%の原音に比べて明瞭度の改善が見られる圧縮率が各被験者に見られた。

5. まとめ

臨界帯域圧縮は補聴器を装着した聴覚障害者にとって有効なアルゴリズムであることがわかった。今回はSIMULINKによるシミュレーションであったが今後の課題はDSPにプログラムを移植し、リアルタイム処理を行う事である。

6. 参考文献

- [1] B. R. Glasberg and B. C. J. Moore, "Auditory filter shapes in subjects with unilateral and bilateral cochlear impairments," J. Acoust. Soc. Am., 79, 1020-1033 (1986)
- [2] Franck et al., "Spectral enhancement and phonemic compression," J. Acoust. Soc. Am., 106, 1452-1464 (1999)
- [3] D.S. Chaudhari and P.C. Pandey, "Critical band splitting of speech signal for reducing the effect of spectral masking in bilateral sensorineural hearing impairment," Proc. of ISSPA, 22-25 (1999)
- [4] D.S. Chaudhari and P.C. Pandey, "Dichotic presentation of speech signal with critical band filtering for improving speech perception," Proc. of IEEE ICASSP, 6, 3601-3604 (1998)
- [5] K. Yasu, K. Kobayashi, K. Shinohara, M. Hishitani, T. Arai and Y. Murahara, "Critical-band compression method for digital hearing aids," Proc. of Forum Acusticum, Sevilla (2002)