

頭部運動追従速度を変えた動的バイノーラル音による 水平面音像定位*

○ 平原達也、森川大輔、豊田勇気（富山県立大学・工学部）

1 はじめに

受聴者の頭部運動に追従して動くダミーヘッドで収録した動的バイノーラル信号や、受聴者の頭部運動に応じた頭部インパルス応答 (HRIR) を畳みこんで合成した動的バイノーラル信号をヘッドホン再生すると、静的バイノーラル信号の再生に必要とされるいくつかの音響条件を満たさなくても、うまく立体音を再生できる。このような動的バイノーラル音を用いる場合、受聴者の頭部運動を正確に反映させることが多い。しかし、Iwaya ら[1]や池田ら[2]は、受聴者の頭部回転運動の追従倍率を 0.05~1.5 倍にした自分のダミーヘッドで収録した動的バイノーラル音でも、正中面の音像定位精度が向上すると報告している。

本稿では、受聴者の頭部回転運動の速度を変えて追従させた他人のダミーヘッドで収録した動的バイノーラル信号に対する水平面音像定位実験結果について述べる。

2 方法

2.1 実験システム

水平面円周上に配置したスピーカを中心にテレヘッド四号機を設置し、受聴者とは違う他人のダミーヘッドを載せた。別室にいる受聴者の頭頂部に設置したモーションセンサで頭部回転角度を検出し、その角度を P 倍してダミーヘッドを追従回転させた。

2.2 実験方法

各スピーカから呈示した白色雑音を追従動作するテレヘッドで収録した動的バイノーラル音は、ヘッドホン (HDA200) を介して受聴者に 70 dB で呈示した。受聴者は 30 度ごとの強制選択で音像の定位結果を回答した。

実験条件は P を $\pm 1, \pm 0.5, 0.1, 0$ の 6 種類とした。 $P=1$ は従来の等速追従条件、 $P=0.5, 0.1$ は変速追従条件、 $P=-1, -0.5$ は逆転追従条件で、ダミーヘッドの回転方向が受聴者の頭部と逆になる。 $P=0$ は静止条件である。

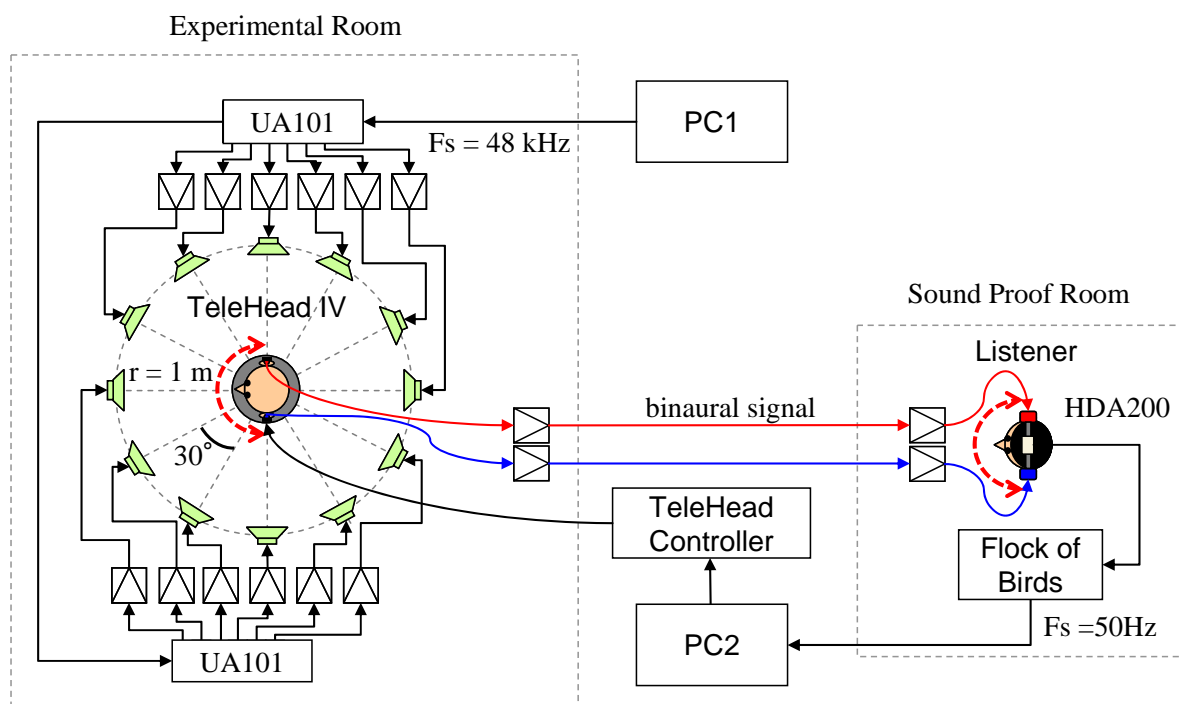


Fig.1 テレヘッドを用いた動的バイノーラル音の水平面音像定位実験システム

* Horizontal sound localization with dynamic binaural sound of which synchronization speed to a listener's head rotation is modified, by HIRAHARA Tatsuya, MORIKAWA Daisuke, and TOYODA Yuki (Toyama Prefectural Univ.)

各条件では、白色雑音を各スピーカから 5 回ずつランダムに、合計 60 回呈示した。これを 1 セッションとし、各受聴者は条件ごとに 4 セッションの実験を行い、1 方向当たり合計 20 回の回答を得た。刺激音の呈示時間と呈示間隔は共に 3 秒とした。

受聴者は 20 歳代の男性健聴者 4 名で、音像定位実験の経験がある。また、自分の頭部回転運動に対してダミーヘッドがどのような条件で追従するかは、被験者には教示しなかった。

3 結果

P=0 の頭部静止条件では、前後、近傍への定位誤りが多く、主に前方から呈示された刺激音に対して頭内定位が多く、頭外定位正答率の平均値は約 60% であった。

P=1 の等速追従条件では、他人のダミーヘッドを使用しているにもかかわらず、前後誤りや頭内定位が減り、頭外定位正答率の平均値は約 80% であった。

P=0.5 と 0.1 の変速追従条件では、静止条件に比べて前後誤りが減少した。しかし、正面から呈示した刺激音は頭内定位する場合があります、頭外定位正答率の平均値は、約 78% と約 72% であった。また、受聴者全員から、P=0.1 の条件では、頭部回転運動によって音像が動いていることがわからなかった、という内観報告を得た。

P=-0.5 と -1 の逆転追従条件では、静止条件に比べて前後誤りはやや増加し、正面から呈示した刺激音に対する頭内定位は減少した。その結果、頭外定位正答率は 71% と 75% で P=0.5 と 0.1 の変速追従条件とほぼ同じ値であった。なお、P=-1 の場合、受聴者による頭外定位正答率のばらつきは大きかった。また、受聴者全員から、頭部回転運動による音像の動きの違和感が大きかったという内観報告を得た。

4 名の受聴者の頭外定位正答率の平均値と標準偏差を Fig.2 に示す。各条件の頭外定位正答率について分散分析を行った結果、条件の違いで有意差があった ($p < 0.005$)。また、Tucky の方法で多重比較を行った結果、P=0 と 0.1、0.5、1、-0.5 の頭外定位正答率の平均値の間に有意差があり (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.005$, $p < 0.005$, $p < 0.01$)、それ以外の組み合わせでは有意差はなかった ($p > 0.05$)。

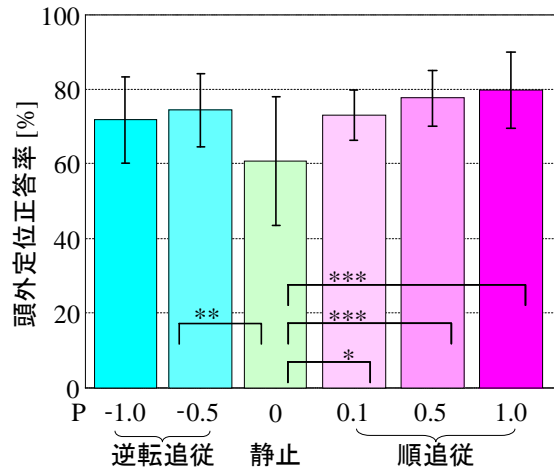


Fig.2 頭外定位正答率の平均値と標準偏差

4 考察

水平面の頭外定位正答率が変速追従条件で向上するという結果は、正中面の場合と同様である[1,2]。しかし、正中面の場合と異なり、水平面の頭外定位正答率は逆転追従条件でも向上した。

正中面に対しては、頭部と逆向きにダミーヘッドが動くことによって生じる ITD と ILD の時間的変化は、前後逆の位置から呈示された刺激音を頭部と同じ向きにダミーヘッドが動くことによって生じる ITD と ILD の時間的変化と同じである。このために正中面では前後誤りが解消されにくい。一方、正中面以外の位置から呈示された刺激音に対する ITD と ILD の時間的変化は、前後判断とともに、水平角の高精度な判断に利用できる。このため、本実験では P=-0.5 の逆転追従条件でも頭外定位正答率が向上したと考えられる。

5 結論

受聴者の頭部回転運動の速度を変えて追従させた他人のダミーヘッドで収録した動的バイノーラル信号を用いたときの水平面頭外音像定位正答率は、静的バイノーラル信号を用いた場合よりも高い。

謝辞

本研究の一部は科研費(22300061)の助成を受けた。

参考文献

- [1] Y. Iwaya, et al., "Sound localization in a median plane using an avatar robot 'TeleHead' with synchronization of a listener's horizontal head rotation," Proc. ICA2010, 407.1-407.6 (2010).
- [2] 池田善敬, 他, "頭部運動感応型ダミーヘッド収録における同期の様式が正中面音像定位に与える影響," 聴覚研究会資料, 40(8), 683-687 (2010.10)