

## 立体音響に基づく視覚表示を用いないゲーム

A-5

Auditory game without visual display based on the 3D audio

浅川 玲音<sup>†</sup> 高橋 義典<sup>†</sup>Reine ASAKAWA<sup>†</sup> Yoshinori TAKAHASHI<sup>†</sup><sup>†</sup> 東京都立産業技術高等専門学校<sup>†</sup> Tokyo Metropolitan Collage of Industrial Technology

## 1. 前書き

一般的なゲームでは視力を主に使うので眼精疲労などが問題視されている[1].音のみによるゲームとしては,視覚障害者の訓練を目的としてモグラ叩きゲームが提案されてきた[2].このゲームは頭部周辺の音像を,無響室で測定された頭部伝達関数(HRTF: head related transfer function)の実時間畳み込みによって再生する手法が用いられている.

本報告では,HRTF を用いた従来の音像定位手法に残響制御を導入することで,音源方向知覚と距離感の演出を伴う宝探しゲームの提案と評価を試みる.

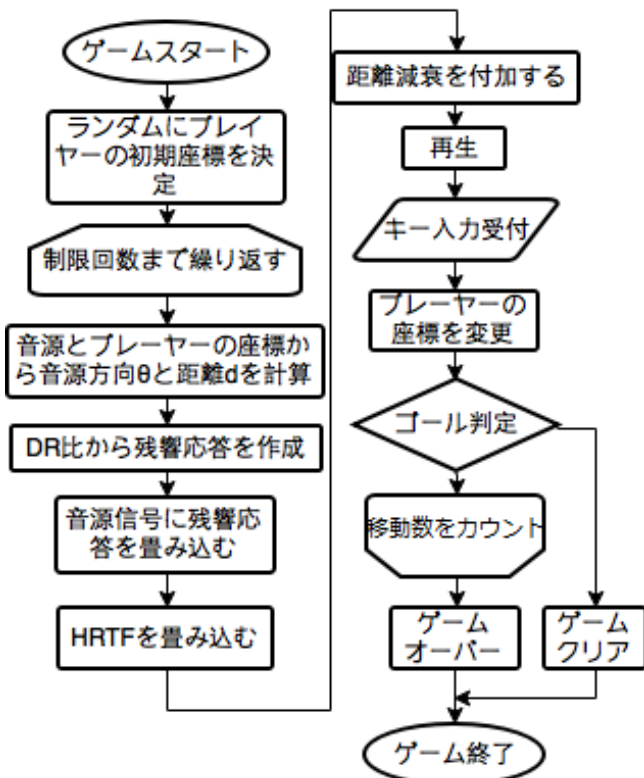


Fig.1 提案する宝探しゲームの概要

## 2. 製作したゲームの概要

本報告では,再生される音像を頼りに,仮想音源の位置を探り当てるゲームを製作した.最初にXY座標面の原点に音源を配置し,プレイヤーのゲーム開始座標をランダムに設定する.ゲームが開始すると,プレイヤーが音源の位置を推測し前後左右の移動キーを押すことで,音場内を移動していく.移動の制限回数以内にプレイヤーが原点に到達できればゲームクリアとなる.提案するゲームの概要を Fig.1 に示す.

## 3. 方向・距離に応じた仮想音源の生成

本報告では,MIT Media Lab.の web サイトにて無料配布されている無響室測定の HRTF を用いて,音源の方向知覚の制御を試みた.また,直接音と残響音のエネルギー比(DR比)に基づく残響付加と距離減衰に基づく音量調整によって,音源距離感の生成を試みた.

DR比 $\alpha$ は室容積 $V$ ,音源距離 $d$ ,残響時間 $T_r$ を用いて

$$\alpha = (0.163V)/(16\pi d^2 T_r) \quad (1)$$

で表される.本報告では,残響室のインパルス応答 $h$ を直達波から50ms以内の初期応答 $h_d$ と後部の残響応答 $h_r$ の和で表し,所望するDR比 $\alpha$ による重み付け

$$\hat{h} = h_d + h_r \left( \sqrt{\sum h_d^2} / \sqrt{\alpha \sum h_r^2} \right) \quad (2)$$

を行うことで残響応答 $\hat{h}$ を生成した.本報告では,室容積を $V = 3720m^3$ ,残響時間を $T_r = 1.347s$ とした.

仮想音源は,音源信号 $s$ に残響応答 $\hat{h}$ と音源の方向 $\theta$ に応じた HRTF を畳み込み,最後に距離減衰による音量調整を行うことで生成される.

## 4. ゲームの評価実験とその結果

20代の男女5人(A~E)と40代女性1人(F)を対象に,テストプレイを実施した.テストプレイでは,ゴールまでに必要な最小の移動数が14になるように初期座標を設定した.Table 2 は,連続16回のテストにおける,ゴールまでにかかった移動数の平均である.この結果から,どの被験者も概ね4回程度の回り道でゴールできていることが確認できる.また,被験者 F からは,「前後は判りにくかったが,慣れるとすぐに引き返せるようになる」との自省報告を得ており,9回目以降は安定して少ない移動数でゴールしている.

Table 2 テストプレイでの各被験者の平均移動数

	A	B	C	D	E	F
平均移動数	17.5	15.8	17.1	17.7	16.6	16.8

## 4. 後書き

本報告では,立体音響に基づいて視覚を使わない宝探しゲームを提案した.テストプレイを実施したところ,どの被験者もゴールできており,一部では練習による上達も確認できることから,ゲームとして成り立つと結論付けられる.

## 参考文献

- [1] 三澤, 他, 日本衛生学雑誌, 45(6), 1029-1034, 1991  
[2] 大内, 他, FIT2004 情報技術レターズ, 283-284, 2004