

さながら現実!

自由に視聴点を変えられるVR用立体音響技術

自由視聴点VR

自由視点VR + 自由聴点VR

3DCGレンダリングによるHMD機器を用いた自由な視点の変更 + 音空間レンダリングによる音響機器を用いた自由な聴取点の変更



バイノーラル録音を計算機上で行う

バイノーラルレンダリングによる実現
⇒HRTF(頭部伝達関数)を考慮した臨場感の高い音を再現

図1. Oculus Rift+ヘッドホンによる自由視聴点VRシステム

○自由視聴点VRが実現できれば、日常空間はもちろん、バーチャルアイドルのライブ空間等も完全VR化できる!



図2. 自由視聴点VRの利用イメージ (上)教室等の小空間 (下)ライブ会場等の中～大規模空間

バイノーラルレンダリング

数値モデル内に頭部形状を組み入れ、CE-FDTD(時間領域差分)法による3次元音場計算
↑外耳道付近に受音点を設定することで、仮想的にバイノーラル録音を行う

☆小さな部屋からコンサートホールまで、任意の空間における音の伝わりを計算によって得ることができる

3次元波動方程式

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2}$$

CE-FDTD法の差分スキーム

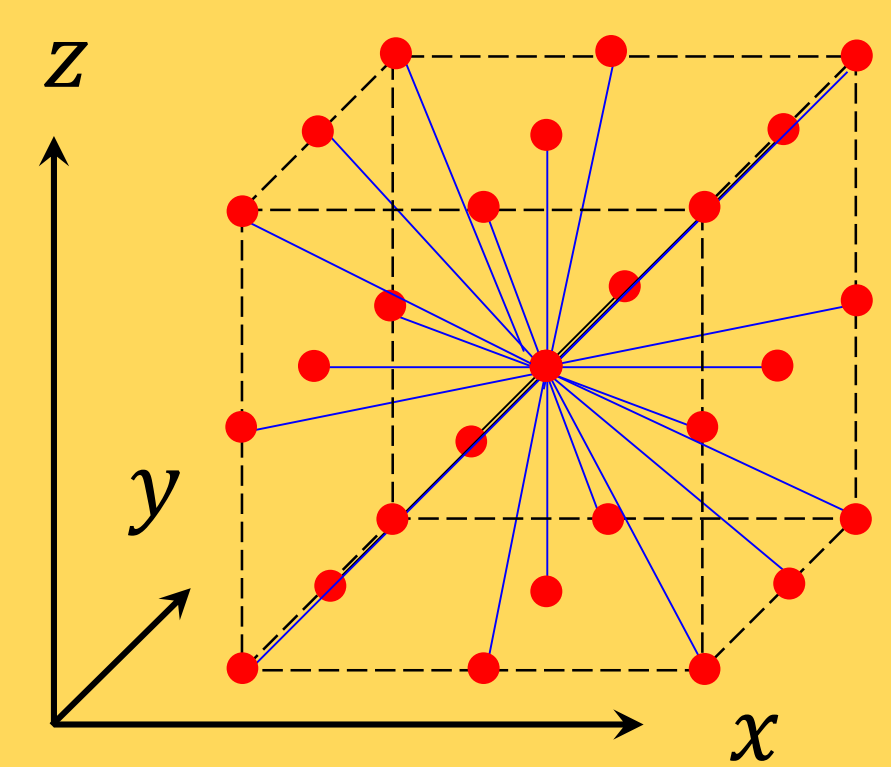


図3. 3次元波動方程式とCE-FDTD法のセル参照点

頭部伝達関数(HRTF)

人は、耳介や身体による音波の複雑な回折や干渉などによる鼓膜位置での周波数特性の変化(⇒頭部伝達関数)を捉えて音源の位置などを知覚している

鼓膜に到達するまでに変化した音を聞いている

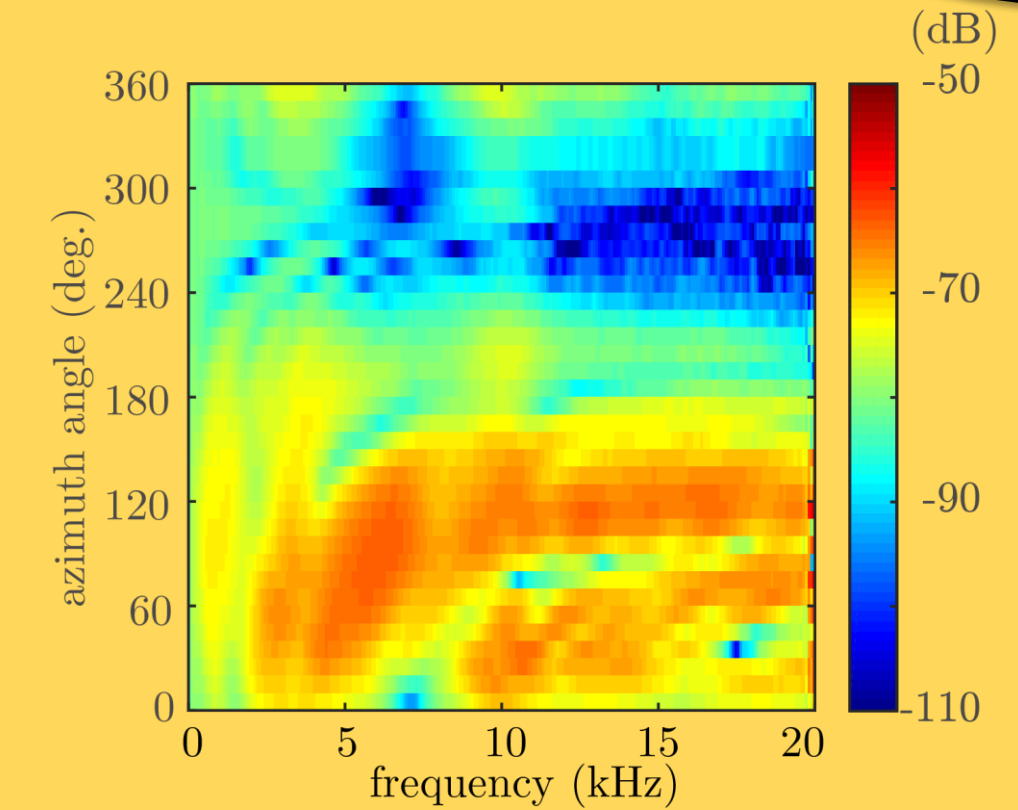


図5. 頭部伝達関数(右耳) 図6. ダミーヘッド

バイノーラル録音

頭部を模したダミーヘッドマイクを用いて録音することで、HRTFを考慮した音を再現
・室内反射のない状態で頭部インパルス応答(HRIR)を測定し、所望の音に畳み込むことで、臨場感の高い音を再現できる

☆室内では、壁や天井での音の反射を考慮したバイノーラル室内インパルス応答(BRIR)が必要となる

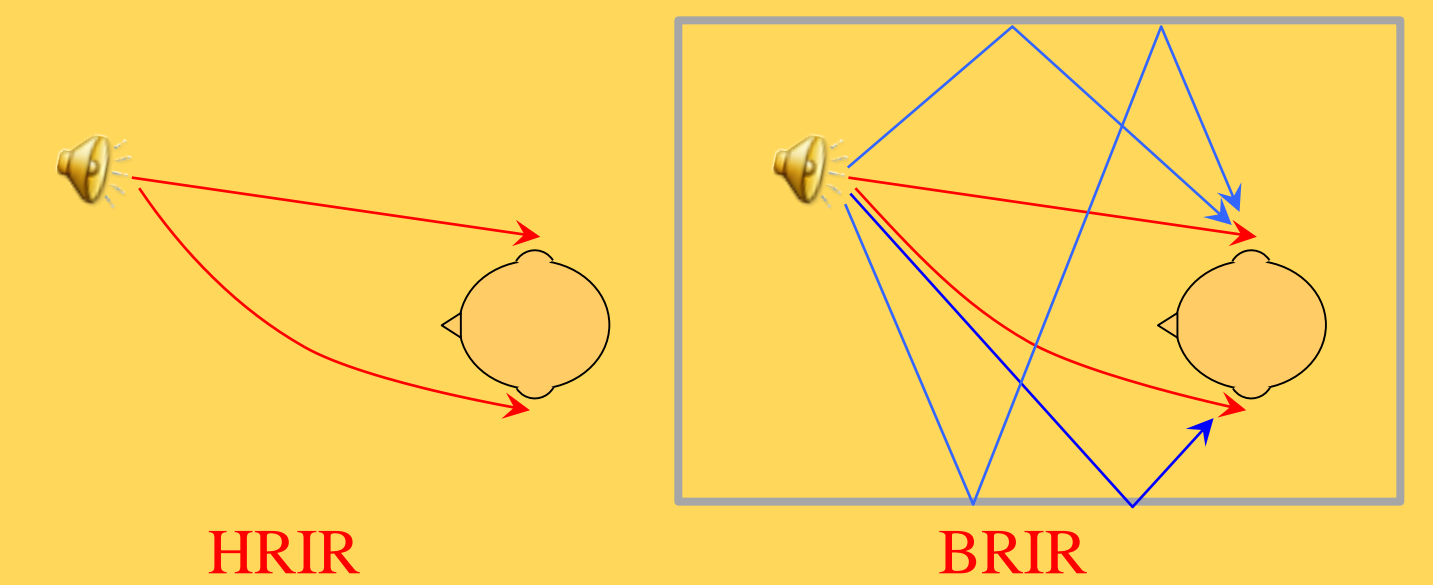


図7. HRIRとBRIR

レンダリングと音空間レンダリング

レンダリング

数値データで与えられたモデルの情報を感覚提示装置に適した形式に変換処理する技術

動画レンダリング

形状や色などの情報を計算によってディスプレイ上に可視化
☆レイトレーシング技法 etc...



図8. 波動と遮蔽物(左:光源 右:音源)

音空間レンダリング

音響反射体の形状や反射率などの音響特性データをもとに波動性を考慮した音場計算を行い、聴取位置での音の波形を取得・可聴化
☆GPU(Graphic Processing Unit) クラスタを用いた並列処理により、音場計算を大幅に高速化



図9. GPUクラスタ

室内デモモデルの例

- ・中央に壁を配置した、壁による回り込み音を再現する室モデル。
- ・聞こえ方の違いを体感できるように、4カ所の聴取位置(図中の×印)についてBRIRを計算。
- ・頭部の回転運動に対応するために、1つの聴取位置につき球面上の20方向のBRIRを取得、頂点間のBRIRは近接の3地点のBRIRからVBAP法による推定・取得
- ・HRIR領域のグリッド間隔 2 mm, RIR領域のグリッド間隔 8 mm, 室壁の反射率は 0.9として計算。1つの聴取位置での計算時間約1000秒

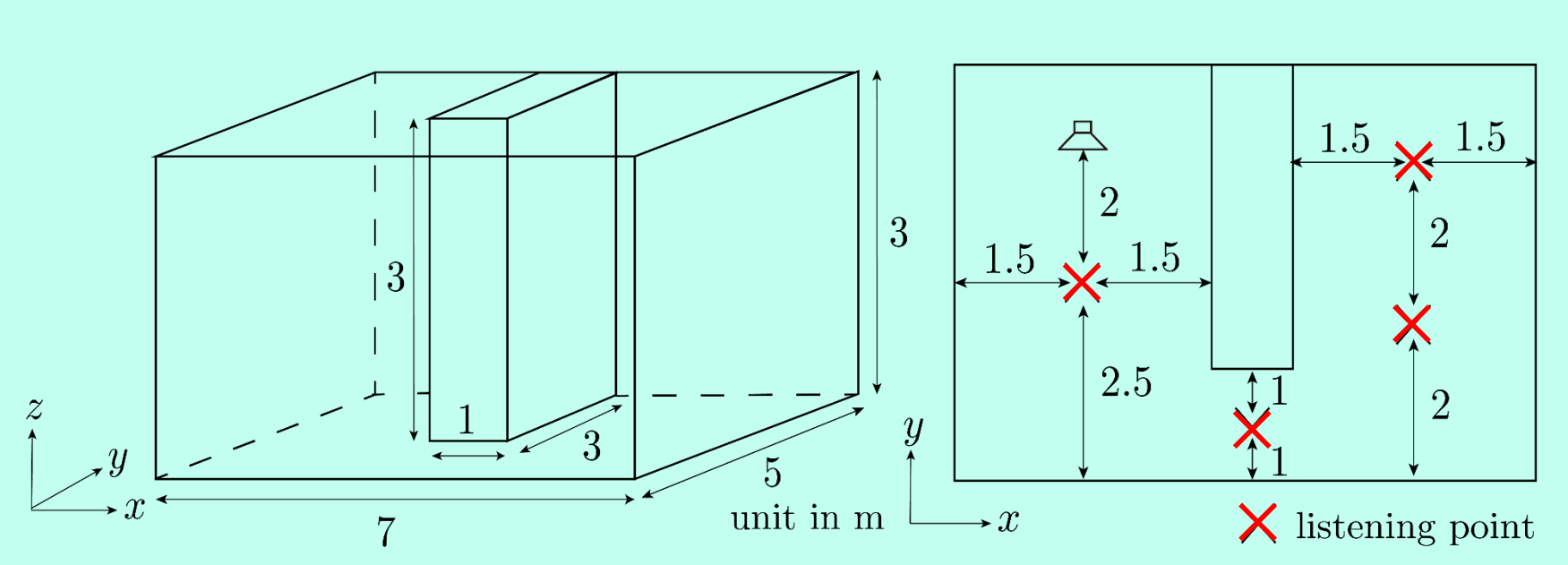


図12. 室内デモモデル



図13. 実際のデモ風景