

時間域境界積分方程式法を用いたバーチャル空間を移動する受音点でのリアルタイム可聴化について

吉川仁(京都大学), 鈴木賢人(京都大学)

目的

バーチャル空間における移動するキャラクターが聞く音を正確に再現したい

背景

多くのゲーム音は幾何音響理論に基づいて音を再現

キャラクターが音源に近づけば音量を上げる
離れれば音量を下げる

波動方程式を解いて正確に音場を再現する



Unityで開発したアプリの画面

問題点

音 $u(\mathbf{x}, t)$ をキャラクターの移動 $\mathbf{x}(t)$ と共にリアルタイムで計算する必要がある

0.021秒毎に
キャラクター位置を更新し
音(1024個のデータ)を
計算

解決策

音源が発する音を線形近似

$$u^0(t) \simeq \sum_{m=1}^{N_T} u^0(m\Delta t) M_T^m(t)$$

基本波形 $M_T^1(t)$ に対する応答 $u^M(\mathbf{x}, t)$ を数値的に求める

境界要素法で予め境界量を求めておき
内点計算のみをリアルタイムで実行する

$$u^M(\mathbf{x}, t) = M_T^1(t - r^0/c)$$

$$- \int_S \frac{\partial \Gamma}{\partial n}(\mathbf{x} - \mathbf{y}, \cdot) * u^M(\mathbf{y}, \cdot) dS$$

畳み込む

$$u(\mathbf{x}, n\Delta t) = \sum_{m=1}^n u^0(m\Delta t) u^M(\mathbf{x}, (n - m + 1)\Delta t)$$

結果

バーチャル空間における移動するキャラクターが聞く音を正確に再現した