

平成22年度研究開発成果概要書

「革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」

(1) 研究開発の目的

超臨場感コミュニケーションにおいてリアルな雰囲気醸し出すには、三次元映像技術だけでなく音響技術の開発が不可欠である。コンピュータグラフィックス(CG)の分野では、コンピュータ内の仮想空間をディスプレイ上にレンダリングすることでリアルな視覚情報を提供しているが、これと同様な考え方として音響レンダリング技術を実現できれば、超臨場感を音響についても提供できるものと考えられる。本研究開発では、音波の波動性を考慮したリアルタイム音響レンダリング技術(シリコンコンサートホール)を開発することを目的とする。

(2) 研究開発期間

平成21年度から平成24年度(4年間)

(3) 委託先企業

同志社大学<幹事>、北陸先端科学技術大学院大学、東北大学

(4) 研究開発予算(百万円)

平成21年度	15.0
平成22年度	14.1
平成23年度	13.3
平成24年度	12.5

(5) 研究開発課題と担当

課題ウ：五感コミュニケーションの中核的要素技術

1. FPGAによる音響レンダラーのハードウェア実装技術の研究開発
(北陸先端科学技術大学院大学)
2. 音響レンダリングのためのデジタル境界の研究開発
(同志社大学)
3. 音場LGA法による次世代レンダリングアルゴリズムの研究開発
(東北大学)

(6) これまで得られた研究開発成果

		(全体) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	2	2
	報道発表	0	0
	その他研究発表	8	5
	展示会	4	2
	標準化提案	0	0

具体的な成果

(1) 最初に 2 次元 DHM アルゴリズムの最適化を行った。DHM 法の従来型のアルゴリズムは、加算×3 演算、減算×4 演算、および 1 ビット右シフトが必要であったのに対し、アルゴリズムを改良することによって、加算×3 演算、減算×1 演算、および 1 ビット右シフトで処理可能なアルゴリズムを考案した。次に、改良した 2D DHM を FPGA 上に実装し、音響入出力を含めた計算システムを構築した。32×32 の音場ノードから成る 2 次元音響空間(剛壁境界)の精度と計算時間について評価を行った。ソフトウェアとハードウェアの両方で評価実験を行ったところ、両者の数値は完全に一致した。ハード版は 3 クロックの遅延が発生したが、これはシステムの初期化のための遅延である。3 クロックずらして比較すれば、両者は完全に一致した。計算時間について比較したところ、ハードウェア回路の計算のみに要した時間は 200 μ 秒、入出力を含めた計算時間は、約 50 ミリ秒となった。これはソフトウェア版に比べてそれぞれ 1,170 倍、4.68 倍の性能向上比である。

(2) 3 次元の仮想音響空間の境界壁面に、反射率が任意の周波数特性を有するデジタル境界を設置し、モデリングを行った。直方体室においてレンダリングを行った結果、デジタル境界により残響特性の制御が可能であることが周波数スペクトラム上で確認された。また、デジタル境界の効果の検証のために現実的なスケールの音響空間のレンダリングが必要であることから、高速演算システムとして 16GPU からなる GPU クラスタを構築した。DHM 法をクラスタに実装したところ演算性能として約 155.9 GFLOPS を達成した。これにより、約 3,000 m^3 というほぼ現実的なスケールの音響空間について、CD 音質(44.1kHz サンプルング)によるレンダリング(3 秒間のインパルス応答計算)が可能となった(計算時間は約 5.5 時間)。さらに、レンダリング結果の可聴化のために 6 チャンネルが同時出力可能なマルチスピーカシステムを構築し、レンダリング結果の出力を試みた。その結果、自然な残響を伴った立体的な音場が再現可能であることが確認できた。

(3) 音場 LGA 法による 2 次元音場の音波伝搬シミュレーションを実装すると共に波形表現の高精度化を行い、4 kHz 以下の帯域において、音波の伝搬遅延と減衰が高い精度で物理法則に従うことを確認した。また、CPU (QuadCoreX2, 100GFLOPS) を用いた実装の結果から、8 kHz サンプリング、1m x 1m 領域、10 ms の音波伝搬を約 200s でシミュレートできることを確認した。この結果から、スーパーコンピュータ (東北大学所有 SX-9: 約 1.6TFLOPS x 18 ノード) を用いれば、同条件のシミュレーションを、リアルタイムで実行可能である見通しを得ることができた。