

## 平成23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(契約金額)
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	3	1
	その他研究発表	16	8
	プレスリリース	0	0
	展示会	6	2
	標準化提案	0	0

具体的な成果

(1-i) 3次元モデリングアルゴリズムと最適化

従来の3次元DHMアルゴリズムでは、1つの音響ノードの音圧を計算するのに、5回の加算、6回の減算、および1回の乗算が必要であった。特に乗算はハードウェア回路で多量のゲートを消費する。新たに提案したアルゴリズムでは、乗算と5回の減算を排除でき、1回の加算、1回の右シフト、および1回の左シフトで済ますことが可能である。その結果、ハードウェアとして必要資源量を大幅に減少させることができた。

(1-ii) 時分割アーキテクチャ

リアルタイムシミュレーションでの音響ノードの更新は数十kHzであるのに対し、演算セルは数百MHzで動作する。そこで1つの演算セルに複数の音響ノードの音圧を時分割で計算させるアーキテクチャを構築した。この場合、1つの演算セルが受け持つ音響ノード分の音圧を保存しておく必要がある。この音響ノードに関連付けられる音圧は、FPGAチップ内のブロックRAMに格納される。ブロックRAMは1クロック周期で読み書きできる。最初のステップで6方向に相当するデータをブロックRAMの第一バンクから読み出し、計算結果を別の第二バンクに格納する。次のステップで、第二バンクから読み出し、計算結果を第一バンクに書き込む。演算セルに受け持たせるノードが増加すると、全体の処理時間は増加する。

(1-iii) 3次元音響シミュレーションの実装と評価

時分割アーキテクチャの採用により、シミュレーション空間は従来の1音響ノード1演算セルによるシミュレーションに比べておよそ27倍に拡張できた。また、計算時間そのものも高速化が達成できた。ソフトウェアシミュレーションに比べて、時分割アーキテクチャは約40%の速度向上となっている。

(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。また、効果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、昨年度構築された16GPUクラスタを32GPUに拡張した。改良DHM法をクラ

スタに実装したところ、演算性能として約 266 GFLOPS を達成した。これにより、約 4,400m<sup>3</sup> というかなり現実的なスケールの音響空間について、昨年度のほぼ倍の高レート(80kHz)のサンプリングでレンダリングが可能となり、高音質のレンダリングが可能となった(計算時間は約 19 時間)。さらに、レンダリング結果の可聴化のために昨年度の 6 チャンネルから 157 チャンネルに同時出力可能なスピーカレイシステムを使用し、レンダリング結果の出力を試みた。その結果、立体的で広がりのある自然な残響音場が再現可能であることが確認できた。

(3) 前年度までに開発した LGA 法による 2 次元音場アルゴリズムを拡張し、3 次元音場アルゴリズムを開発した。4 次元の面心立法格子を 3 次元に射影した 3 次元空間格子を用いる 4 次元 FCHC モデルを用いることで、3 次元音場をモデル化した。考案したアルゴリズムを CPU 上で実装し、0.34x0.34x0.34 m の立方体音場内において音源より正弦波を放射した場合に受音点で検出される波形を観察されることを確認した。

(7) 研究開発イメージ図  
別紙参照のこと。