

# 風を知るインタラクティブシステム

白谷 栄梨子<sup>†</sup> , 有賀 清一<sup>†</sup> , 鈴木 太郎<sup>†</sup> , 飯田 誠<sup>††</sup> , 荒川 忠一<sup>††</sup>

INTERACTION System to See Wind Flow

ERIKO SHIRAYA<sup>†</sup> , SEIICHI ARIGA<sup>†</sup> , TARO SUZUKI<sup>†</sup> , MAKOTO IIDA<sup>††</sup> and CHUICHI ARAKAWA<sup>††</sup>

## 1. はじめに

風は、私たちが日常的に経験している現象であるにもかかわらず、直接流れの様相を視覚的に捉えることができない。人々は風について、過去の経験や想像によって空想に基づいて想起することになる。

シミュレーションやコンピュータ・グラフィックスの分野においては、本研究でも扱うことになる風を含む流体の動きを、アニメーションとして可視化されてきた。たとえば、Irving ら<sup>1)</sup>、Losasso ら<sup>2)</sup>は流体の高精度な可視化を目的としているため、多くの処理時間を要する。そのためこれらの可視化表現をインタラクティブメディアとして活用することはむずかしい。

他方インタラクティブ性の観点から、たとえば Ishii ら<sup>3)</sup>は都市計画ツールとして風の可視化を行っている。建造物などの模型を動かすと、それに応じた風の流れがリアルタイムに表示される。いわば、模型として縮小された風を確認することができる。

本研究においては、人々が普段感じている等身大としての風を、視覚的に表現することを目的として、鑑賞者がリアルタイムに変化する風を見ることができるインタラクティブシステムを実現した。「風を知る」というコンセプトのもと、鑑賞者の動作によって変化する風の流れをその表現とした。そのために、鑑賞者自身の動作を入力とし、リアルタイムに数値流体計算を行い、その変化を可視化した。

## 2. 風を知るためのシステム

本システムの構成を図1に示す。鑑賞者はスクリーンとプロジェクタの間に立ち、カメラはスクリーンに向けて設置される。カメラは30FPSでキャプチャされ、PCが同速度で数値計算および描画を行った。

処理フローを図2に示す。キャプチャされた各フレームを OpenCV で二値化することで人物領域を判別さ



図1. システムの基本概念図  
Fig.1 Basic concept chart of system

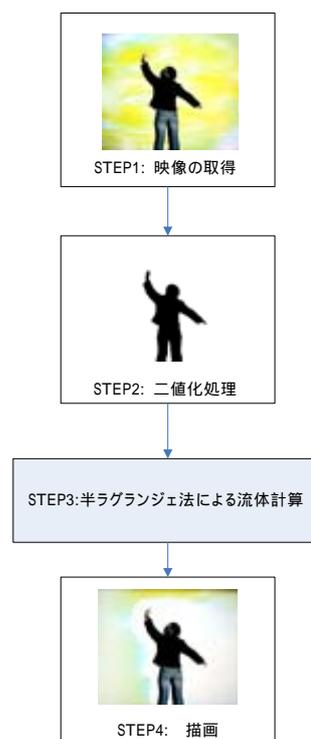


図2. 処理の流れ  
Fig.2 Flow Chart.

せた。

得られた各フレームでの人物領域を障害物として、式(1)に示す二次 Navier-Stokes 方程式を基礎方程式とした流体計算を行い、流れ場を求めた。

$$\frac{\partial v}{\partial t} + (v \cdot \nabla)v = -\nabla p + \frac{1}{Re} \Delta v \quad \dots (1)$$

<sup>†</sup> 東京大学大学院学際情報学府

Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, the Univ. of Tokyo

<sup>††</sup> 東京大学大学院工学系研究科

School of Eng., the Univ. of Tokyo

このような流体計算は一般的には高負荷で、非常に多くの計算時間を要するものである。本稿では、インタラクティブ性を高めるために Fedkiw<sup>4)</sup>らが開発した半ラグランジェ解法を採用し、計算負荷を低減した。本解法で得られる結果は、物理現象としては厳密ではないものの、渦の生成・放出などの流体特有の現象を再現する可能で、視覚的に風の流れを捉えるには十分であると判断した。

描画には、OpenGL を用いた。一般的によく用いられる風の表現のひとつであるベクトル表示に加え、本研究では速度に応じて色のグラデーション処理など、風にさらに動きを加えた表現を実現している。

### 3. 風とのインタラクシオン

本システムでは、風は障害物が何もない状況でも、図の左から右方向へ流れているものとし、描画される。鑑賞者は、自分自身の存在によって流れている流体を遮ることになる。これにより、鑑賞者は自分自身のまわりを流れてゆく仮想的な風の流れを視覚的に感じ取り、それに対してシステムはインタラクティブな動作を流れに反映させ、鑑賞者の行動による変化を楽しむことができる。図 3 には、手を動かすことにより流れが動的に変化している様子を示している。



図 3. 手と風のインタラクシオン例  
Fig. 3 Interaction of Wind with Hand

### 4. 展示例

今回のシステムを用い、東京大学大学院学際情報学府 情報学環コンテンツ創造科学産学連携プログラム制作展 iii Exhibition<sup>6)</sup>にて展示を行った。500人を超える来場者数があった中、様々な感想を聞くことができた。「風を遮るのが楽しかった」、「目に見えないものが視覚化されて面白い」など、鑑賞者はビジュアライゼーションされた風の流れというものに触れ、体感できるということで、多くの人に好評であった。自由に身体を動かし、見えないはずの風とたわむれる鑑賞者の姿を観ることができた。また、「自分の動きにあわせてく

れる」、「変化がきれい」という感想もあった。これは、処理速度が速いため、高いインタラクティブ性が実現できたと考えられる。



図 4. 風を遮っている様子

Fig.4 Appearance of interrupting wind

### 5. まとめと今後の展望

本稿では、「風を知る」というコンセプトのもと、鑑賞者の動作によって変化する、風の流れを表現するシステムを実現した。鑑賞者自身を入力とすることで、日常的な空間の風の流れを疑似的に体感することができるインタラクシオンを実現した。

本システムを用いて、展示空間という特定の場所だけでなく、公共の場やコンサートでの演出など、様々な空間での応用の可能性を考えている。また、今回は鑑賞者が遮った風の流れを表現したが、今後動作によって生み出された風の表現など、実際の現象により近づいたインタラクシオンを目指していく。

### 参考文献

- 1) Geoffrey Irving, Eran Guendelman, Frank Losasso, Ronald Fedkiw "Efficient Simulation of Large Bodies of Water by Coupling Two and Three Dimensional Techniques" SIGGRAPH2006, ACM TOG 25, pp.805-811, 2006.
- 2) Frank Losasso, Tamar Shinar, Andrew Selle, Ronald Fedkiw "Multiple Interacting Liquids" SIGGRAPH2006, ACM TOG 25, pp.812-819, 2006.
- 3) Ishii H. and Ullmer B. "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between, Bits and Atoms", In Proc. of CHI '97, Atlanta, ACM, pp.234-241, 1997.
- 4) Ronald Fedkiw, Jos Stam, Henrik Wann Jensen "Visual Simulation of Smoke", SIGGRAPH 2001, pp.23-30, 2001.
- 5) 東京大学大学院学際情報学府 情報学環コンテンツ創造科学産学連携プログラム制作展 iii exhibition 6 <http://www.iii.u-tokyo.ac.jp/i3e6/>