

実光源環境を考慮した多人数参加型複合現実感システムの開発と実用化

実際の背景映像に仮想のCG映像を重ね合わせ、あたかも現実シーンに仮想の物体が存在するかのように見せるシステムを複合現実感システムと呼びます(図1参照)。この複合現実感システムにおいては、仮想の物体を背景の正しい位置に表示することが必要となります。これを幾何学的整合性と呼びます。しかし、この幾何学的整合性が正しく計算されたとしても、図2左のように影などの陰影情報を無視して表示すると、仮想物体が浮き上がって見えたり、偽物に見えたりといった違和感が生じます。そこで、図2右に示しますように、正しい陰影情報を付加することで本物らしい映像を生成することを光学的整合性と呼びます。

池内研究室では、文部科学省「知的資産の電子的な保存・活用を支援するソフトウェア技術基盤の構築」プロジェクトなどの援助を受けて、大型対象において光学的整合性をとる研究を進めてまいりました。今回、ここで開発された基礎理論をベースに、実時間で且つ複数台並列に行える方式を開発し、システム実装し、図3に示しますように、IOC委員の現場視察に際し、仮想スタジアムを、晴海の現場に表示させることに成功しました。なお、幾何学的整合性に関しましては、ポヒマス社の磁場を用いる方式を、表示装置に関しましては、キャノン社製のゴーグルを使用しました。また、基礎理論開発は池内研究室が、晴海でのデモシステムへの実装は、池内研究室と同研究室の角田哲也らが立ち上げたベンチャー企業アスカラボが共同でありました。

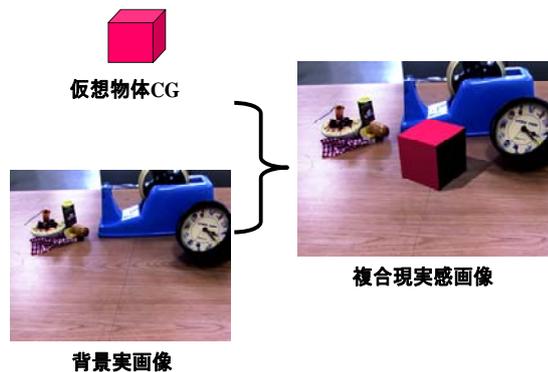


図1 複合現実感



図2 光学的整合性



体験の様子



合成画像

図3 東京晴海スタジアム予定地におけるオリンピック誘致イベント

開発したシステムは、①魚眼レンズ装着カメラでの実際の光源測定による陰影づけ、②基礎画像法を採用することでの実時間処理、③影付け平面法による視点の変更、④並列配信による複数のユーザの同時体験といった4つの特長を有しています。

① 光源環境測定による陰影づけ

魚眼レンズを装着したカメラによって上空に存在する太陽や空や雲が、仮想スタジアムにどの方向からどれだけの量の光を投げかけるかを観測します。この得られた光量分布を用いて、各地上面でのスタジアムのあるなしでの影比率を計算し、各地点で影比率に応じて、実画像を暗くすることで仮想スタジアムが地上面に投げかける影状況などを実際の晴海の天候に応じて生成することができます。

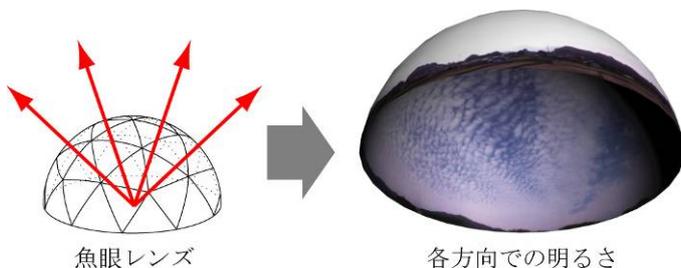


図4 魚眼レンズによる光源環境測定

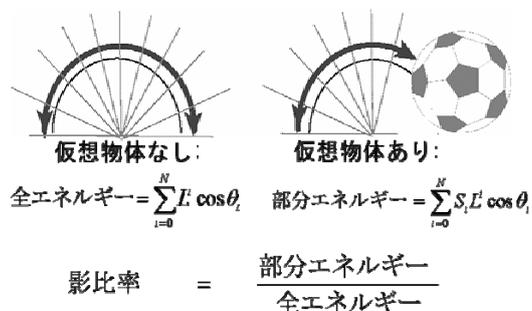


図5 影つけの原理

② 基礎画像法による実時間処理

上記の陰影づけは、処理に大変時間が掛かります。これを高速化するため、予め色々な方向に光源があった場合の陰影を計算しておきます。これを基礎影画像と呼びます。実行時には、カメラにより明るさ分布を測定し、各方向での光源の強さを基礎影画像にかけあわせ総和を計算することによって、陰影を高速に生成することができます。さらに、基礎影表現や総和計算は、最近進歩のめざましいPC上のグラフィックスカード (GPU) 上で容易に実装できることを利用して、PC上のGPUの上でこれを実行することで実時間処理が可能としました。

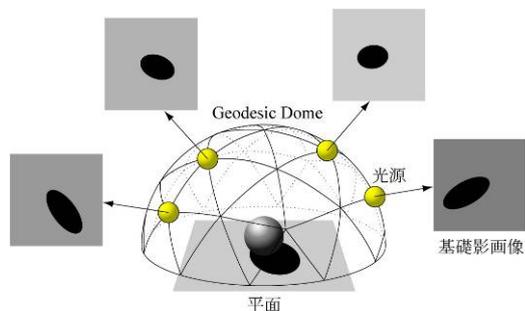


図6 基礎影画像の計算

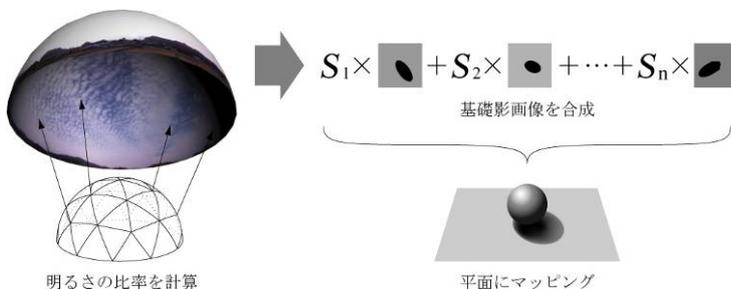


図7 基礎画像の線形和による生成

③ 影付け平面法による視点変更

地上面だけでなく、複雑な形状をもつスタジアムの壁に対しても、この手法を適用するために、仮想スタジアムの周辺に影付け平面と呼ばれる透明の面を配し、この影付け平面上で、地上面と同じように基礎影画像方式を採用し、影を計算することで、ユーザが視点を変更しても正しくスタジアム全体に陰影がつくシステムとすることに成功しました。

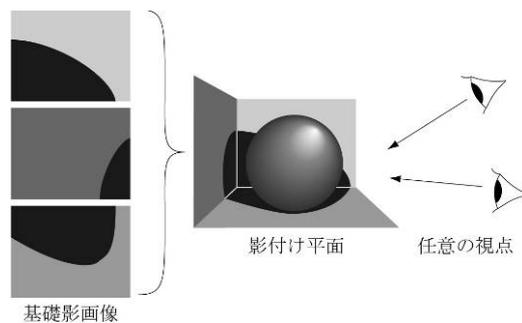


図8 影付け平面法

④ 並列配信による複数ユーザの同時体験

今回の IOC の現地視察では、評価委員は 16 名と数が多く、且つ見学時間が限られているため、12 台の HMD を同時に制御することが必要でした。MR システムでは各ユーザが使用している HMD の位置姿勢を推定する必要があります。今回のシステムは、磁気センサを用いて位置姿勢を推定する方式を採用しましたが、干渉の問題から一度に多くの HMD を用いることはできません。そこで、本システムでは位置姿勢情報を一つのサーバで管理し、ネットワークを介して各 HMD に装着された PC に送信することで複数のユーザが同時体験することを可能としました。さらに、イベント信号をネットワーク上で送信することで、複数の HMD の同期をとり、複数のユーザが視点移動の自由を保ちながら、MR モードと VR モードが切り換えられるようなシステムとしました。

付記：幾何学的整合性のしくみ

キャノン社製のゴーグルには、小さなカメラついており、このカメラを通して、実際の晴海の風景が取り込まれます。ポリヒマス社製デバイスが磁場を発生させます。この磁場をキャノン社製のゴーグルの先についたセンサーが感知することで、ゴーグルの位置姿勢が計算されるようになっています。この計算されたゴーグルの位置姿勢にもとづいて、仮想スタジアムの見えが計算され、これが晴海の風景映像の上に重畳され、ゴーグル内のディスプレイに表示されることで、ゴーグルをつけた人は、実際に晴海の予定地にスタジアムがたったような印象をうけるというものです。

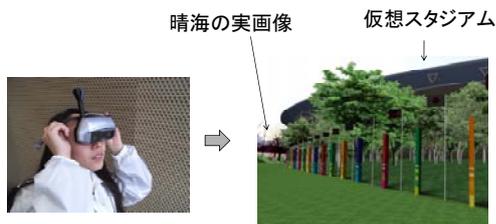


図9 ゴーグルとゴーグル内の複合現実感画像



図10 晴海視察会場仮設テント



図11 テント内デバイスの配置

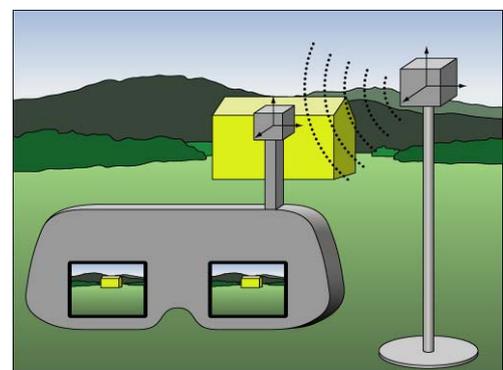


図12 位置あわせの原理

(担当 池内克史、大石岳史、角田哲也)