

# 実世界情報システムプロジェクト ～ VR 研究グループシステム情報学第 2 研究室 空間型相互レイグジスタンスルームの構成～

舘 暲 川上 直樹

情報理工学系研究科システム情報学専攻

## 概要

ネットワークの帯域向上とコンピュータの発展に伴い、遠方にいる人との臨場感あるコミュニケーションが可能になってきている。テレビ電話は製品化され、リアルタイムに面と向かったコミュニケーションができるようになった。一方、VR 技術の発展により、CAVE に代表される視野全体を覆う提示デバイスも多数開発されている。これらの提示デバイスを用いて VR 空間を構築し、VR 空間を共有することで、臨場感あるコミュニケーションを実現することができる。特に、近年高品位なコミュニケーションの重要性が叫ばれ、我々は相互レイグジスタンスという概念を提案した。相互レイグジスタンスは複数のユーザにとって双方向なレイグジスタンスである。そのため、これを実現するシステムはユーザに対する提示・撮像機能を兼ね備えた、三次元の空間型レイグジスタンス環境、いわば「空間型相互レイグジスタンスルーム」を構築する必要がある。

本年度は、「空間型相互レイグジスタンスルーム」における三次元情報提示用の円筒型立体ディスプレイを設計製作した。

## 1 はじめに

究極のコミュニケーションは「直接会う」ことによって実現されるが、直接会うためには対話者の

物理的距離を近づけねばならない。しかし、VR の技術を応用すれば、例え離れていても直接会っているのと本質的に等価な状況を作り出せる可能性がある。相互レイグジスタンス (Mutual Telexistence) とは、遠隔地にいる人間同士が互いにあたかも目の前にいるかのような感覚を得ている状況である。電話とはいわば聴覚の相互レイグジスタンスであり、さらに近年の VR 技術の発達を鑑みれば、視覚の相互レイグジスタンスの実現も期待できる。相互レイグジスタンスを実現するために、我々は次のようなシステムを提案し実装した。

ユーザは各々撮像・提示の両機能をもつブースに入り、ユーザの利用する各ブースにおいて撮像・提示を同時に行い、一方のブースで取得された映像に幾何変換を施してそのまま他方のブースに提示することで、複数の対話者を同一の VR 空間に配置し、互いに離れた複数の人間があたかも目の前にいるかのように対話することが可能となる。より具体的には、ブース型デバイスとして、後述する回転型パララクスバリアによる没入立体画像提示方式を用いた TWISTER システムを研究している。TWISTER では、提示ユニットと撮像ユニットが一体となり、ユーザに対する画像の提示と撮像を、ユーザの全周囲から行うことができる。図 1 に本研究の目指す実装の一例を示す。

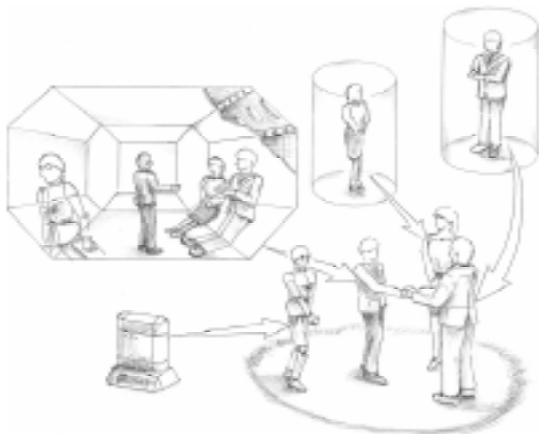


図 1 : 空間型相互テレプレゼンスルーム

## 2 原理

従来の、テレプレゼンスにおける立体画像提示システムとして頭部搭載型ディスプレイ (HMD: Head-Mounted Display), IPT (Immersive Projection Technology) ディスプレイなどがあるが、両者とも眼鏡を必要とし、相互コミュニケーションにおいて非常に重要な表情 (特にアイコンタクト等目に関するもの) を遮蔽してしまいより高度な相互コミュニケーションの実現に致命的な問題がある。そこで、我々は、LED アレイの走査とその残像効果によって画像と、パララクスバリアによる立体画像提示を組み合わせた回転型パララクスバリアによる立体映像提示を提案している。回転型パララクスバリア方式では、パララクスバリア方式における裸眼立体視という長所を保ったまま、LED の走査・残像効果によって空間解像度を上げることができる。また、観察者の周りで LED アレイを回転させるため、観察者は高い没入感を得ることができる。(図 2、図 3)

回転型パララクスバリアによる立体画像提示を IPT や HMD などの既存の立体・没入型ディスプレイと比較した場合、360 度の広視野角で立体画像を提示しながら、なおかつ特殊な眼鏡の装着を必要としない点がメリットである。観察者が立体

視可能な領域はデバイスの中心に限られるが、円筒型というデバイス形状から、観察者は自然に立体視可能領域に立つことができる。ただし、頭部の大きな運動が抑制されるため、運動視差の提示には向いておらず、同時に立体画像を見ることができるのは原則として一人だけである。また、IPT が多くの体積領域を必要としているのに対して、回転型パララクスバリア方式ではより少ない体積領域で効率よく没入画像を提示することができる。一般のパララクスバリア方式との比較で述べると、一般のパララクスバリア方式ではマイクロ単位のスリット幅のパララクスバリアを用いているため、回折の影響を計算する必要があるが、回転型パララクスバリア方式では、空間解像度の改善をパララクスバリアの密度ではなく時分割で実現しているため、パララクスバリアの大きさが数 cm のオーダーであり、回折の影響を考慮する必要がない。コミュニケーションを利用目的とした場合、裸眼での立体視が可能なのが非常に大きなメリットとなる。また、双方向の通信では、観察者への画像の提示と同時に観察者の画像を取得する必要があるが、提示ユニットが高々数十本の LED アレイで構成されるため、画像の提示面と同じ面内にカメラを配置することが可能であり、撮像機能との相性がよい。

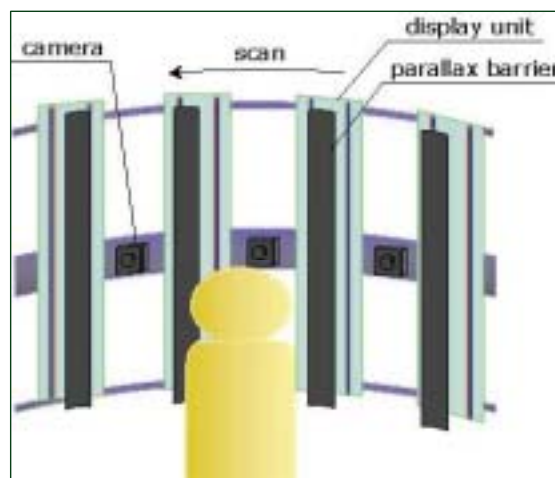


図 2 : 回転パララクスバリア方式

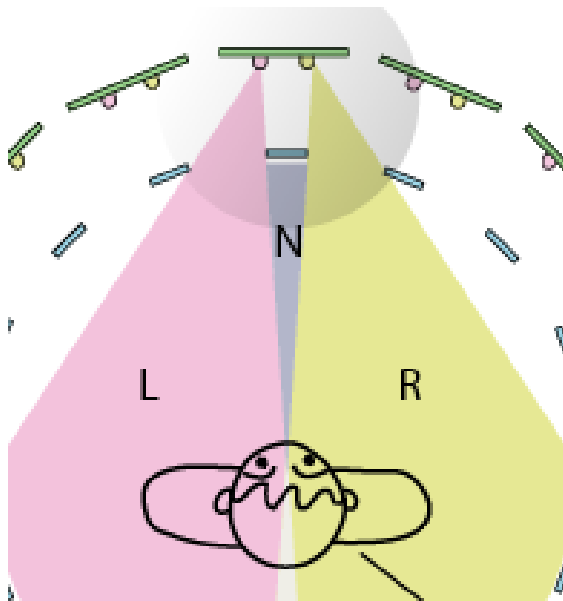


図3：回転パラクスバリア方式による立体視  
L:左眼領域、R:右眼領域

### 3 TWISTER の設計

本年度は前述の原理に基づき、円筒型立体ディスプレイ「TWISTER」(Telexistence Wide-angle Immersive STEReo-scope)を設計開発した。

TWISTER III の筐体は、スタンド部と回転部から構成される。スタンド部は、上の回転部を4本の足によって支持し、各足の上部に備え付けられたローラーによって回転部を回転させている。また回転部は主に、30組の提示ユニット(LED基板とパラクスバリア)と制御基板や電源等の電装系、それらを支持する機構部材からなる。LED基板とパラクスバリアはそれぞれ、回転中心から800[mm]、600[mm]の円周上に等間隔に配置されている。また、回転部への電力供給と信号伝達は、スタンド部に直結したアクリル防御壁と回転部をスリッピングで接続して行った。(図4)

LED基板は縦128ピクセルのLED基板を2枚連結した縦256ピクセルのLED基板を使用した。また、LED基板の前面にはパラクスバリアが配されている。



図4：TWISTER 概観

画像の提示について、全周360度のディスプレイをそれぞれ90度の4つの領域に分割し、各領域において右目・左目用の2種類の画像を提示している。各領域の右目・左目用画像にそれぞれ1枚ずつのNTSCフォーマットの映像を割り当て、計8系統のNTSCを映像入力とした。なお、NTSCの1画面の中に右目・左目画像を1枚ずつ格納してから、各々2本ずつのNTSCに分岐し、8系統のNTSCを生成した。各NTSCは、TBC(Time Base Corrector)によって同期が取られている。図5に実際に提示されている画像を、図6に実際に観察者が中に入っている様子を下方から撮影した図を、図7に映像システムのシステム図を、表1に主な性能を載せる。



図5：TWISTER 提示画像



図 6 : TWISTER を利用した  
コミュニケーション

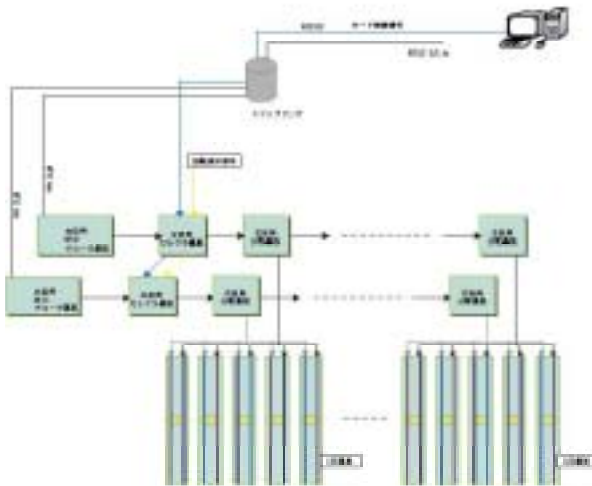


図 7 : 映像システムのシステム図

表 1 : TWISTER の主性能

提示面回転半径[mm]	800
バリア回転半径[mm]	600
lines / 360[deg] [本]	1920
水平解像度(視力換算)	0.1
垂直解像度(視力換算)	0.05
水平画角[deg]	360
垂直画角[deg]	64
階調解像度	256
回転速度 [rpm]	60-120
フレームレート [fps]	30

#### 4 . 今後の計画

空間型相互レイグジスタンスルームの構築に向け現段階で三次元情報提示用の円筒型立体ディスプレイを設計製作した。今後はこの装置を基に相互コミュニケーションのアプリケーションを開発すると共に、装置のブラッシュアップ、撮影機能の付与などを行う。また、相互コミュニケーションに関する人間の様々な特性を心理物理的手法で計測し、相互コミュニケーション環境の設計指針を確立する。また、現時点でのコミュニケーションは視覚的なものに限定されているが、様々な行動や相互作用、環境に対する作用等も含んだ高次元コミュニケーションを実現するために、分身式の人型ロボットにレイグジスタンスすることでコミュニケーションを実現する手法についても開発を行い、様々なレイグジスタンス環境の統合を目指す。

その過程として、第1段階として、統合型人間計測ルームを構築し、人間に対する感覚(視覚・触覚・聴覚等)提示機能を付加し、人間計測 VR 統合コックピットを構築する。第2段階として、構築したコックピットのブラッシュアップをはかるとともに、相互レイグジスタンス環境を研究・開発する。また、各種要素技術の研究開発を進め、空間型相互レイグジスタンスルームの完成に向けた研究・開発を行う。最終段階とし、統合した空間型相互レイグジスタンスルームを完成させる。本 COE 研究は科学技術振興事業団の戦略的創造研究推進事業を中心として行われた。

#### 参考文献

- [1] ロボット入門 つくる哲学・つかう知恵 : 舘 暉, 筑摩書房, 2002
- [2] バーチャルリアリティ入門 : 舘 暉, 筑摩書房, 筑摩書房, 2002
- [3] Tanaka, K. et.al:TWISTER: A Media Booth". *ACM SIGGRAPH2002 Conf. Abst.*, p.81,2002