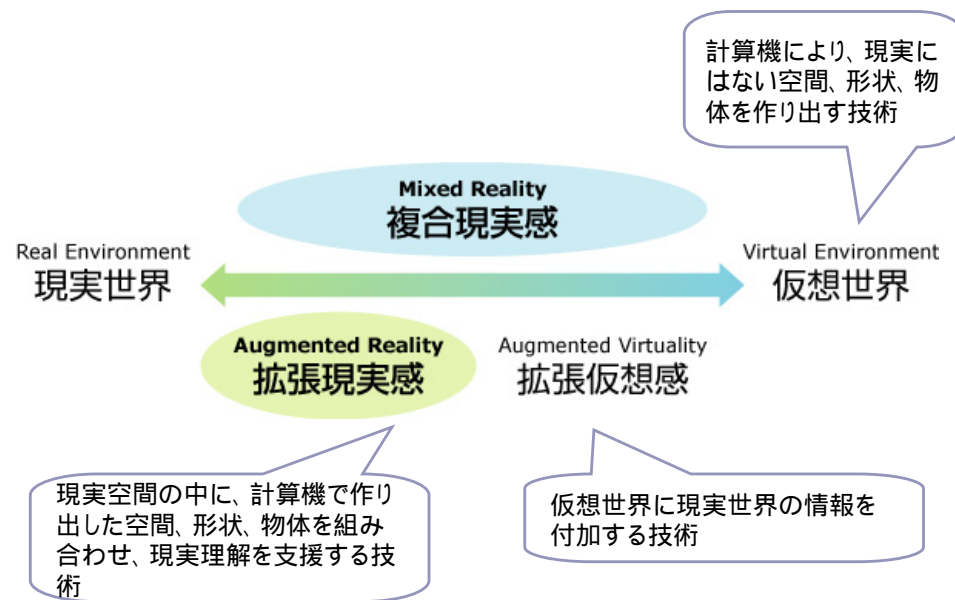


仮想現実感と複合現実感

情報コミュニケーション学科
仲谷 善雄



VRとARの違い



VR用HMD

カメラがなく、没入型



AR用HMD

カメラがあり、環境を撮影
シースルー

HMD: Head Mounted Display

仮想現実感

VRの構成要件

- 体験可能な仮想空間(virtual world)の構築
- 五感(のうちのいくつか)に働きかけて得られる没入感(immersion)
- 対象者の位置や動作に対する感覚へのフィードバック(sensory feedback)
- 対象者が世界に働きかけることができる対話性(interactivity)

5

HMD Head Mounted Display

● 歴史

- I.E. Sutherland(MIT) :Sword of Damocles システム
- 右写真:ヘリ・パイロットの夜間の視野強化の方法としてのHMD(Bell Helicopter社;1967)



ダモクレスの剣:人の頭の動きに合わせてワイヤフレームの見え方を変更



6

データグローブ

- 手袋状の入出力装置
 - 人の手の位置や指の動きを感じ取るセンサとしての機能
 - 使用者の指先や手のひらに対して擬似的な触覚を与えるディスプレイ機能

● 応用

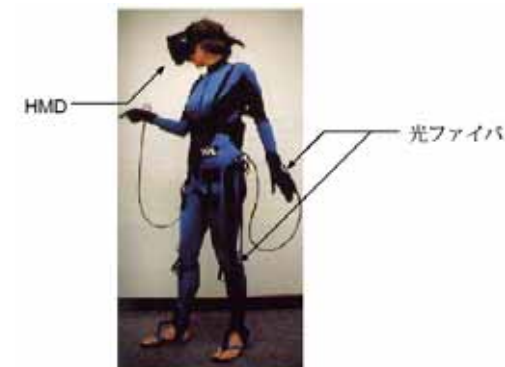
- 人間の手の動きを3次元CGとして再現するための動作データの入力
- 手話の入力
- ロボットの遠隔操作
- 手術のシミュレーション など



7

データスーツ

- 体をすっぽり包み込む衣服状の入出力装置
- 格闘ゲームなどでは人間の体の動きを3次元CGとして再現しているが、データスーツを用いて本物の人間の動きデータを取得し、それをもとにCGを構成 (=モーションキャプチャ)



8

CAVEシステム

- Cave Automatic Virtual Environment
- 1991年に米国イリノイ大学で考え出されたVRシステム
- 立方体の部屋の、前方および左右の壁面に設置された大型スクリーンに背面から映像を投影し、更に頭上前方から床面に映像を投影
- 立方体の4面の壁に映し出される立体映像で取り囲まれ、仮想空間への十分な没入感を得ることができる
- 高価

9



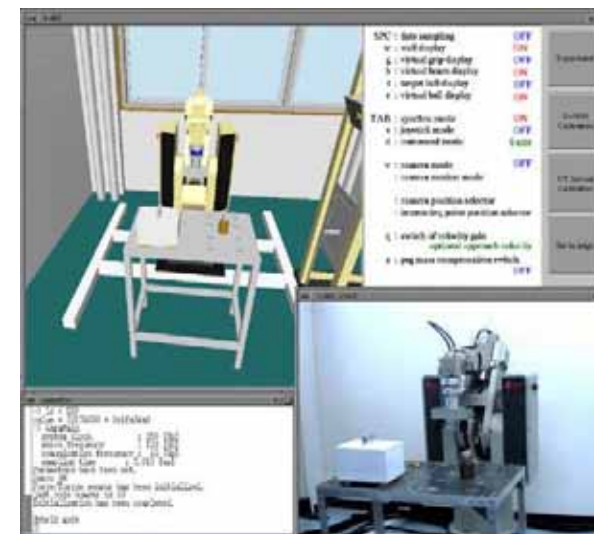
キャタピラー社のブルドーザー運転シミュレータ

10

宇宙遠隔操作システム

- 宇宙遠隔操作のように、大きな通信時間遅れがあると、オペレータがスレーブアームの制御を行うことが難しい
 - 多くの通信機器を経由するために発生する5~7秒程度の通信時間遅れ
 - 回線容量不足による通信容量の制限
 - 過酷な宇宙環境下での動作を確実に保証するために特殊なCPUを使うことによる搭載計算機の計算能力の制限
- スレーブアーム …… 6自由度の産業用マニピュレータ
- マスターアーム …… 6自由度の小型高性能ハプティック・インタフェース

11



東北大学A-ARM

地上の計算機上に構築された仮想的な軌道上のモデルに基づいて遠隔操作
仮想モデルからの反力をオペレータに安定に提示することができる

12

● VRの課題

- 現実をどのように模倣するか？
- 現実を越えて新しい表現を、どのようにして空間に創り出せるか

● VRの方向性

- 米国・・・軍関係の研究として活発化
医療、製造業などへの適用
- 日本・・・日用品への応用が主(まずは遊び感覚)
医療、製造業などでは受け入れに慎重
建設・土木・宇宙など、現実への直接的アクセスが制限されている分野では積極的

13



拡張現実感 / 複合現実感

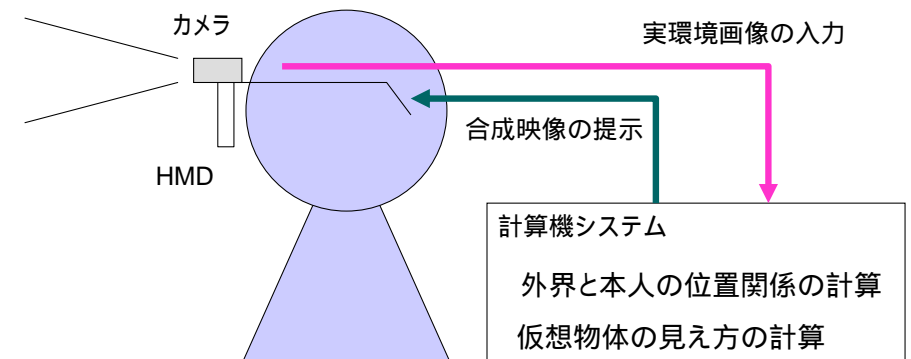
14

MR/ARの特徴

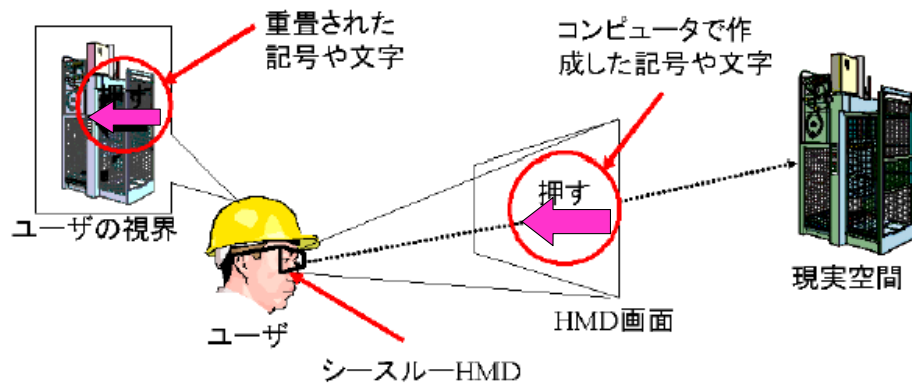
- 1994年: Augmented Realityという用語が提唱される
- 実際には見えない情報(物体の内部状態や背後の状態など)を、コンピュータで処理したCGや文字情報として生成し、ビデオカメラで撮影されたリアルタイムの映像上に重畳表示する
- 一般的には、光学see-through型HMDを使用
- ユーザの位置の変化に応じて、リアルタイムに、重畳表示する位置を変化させる
- 現実世界をもとに、現実世界を強化する実世界志向技術

15

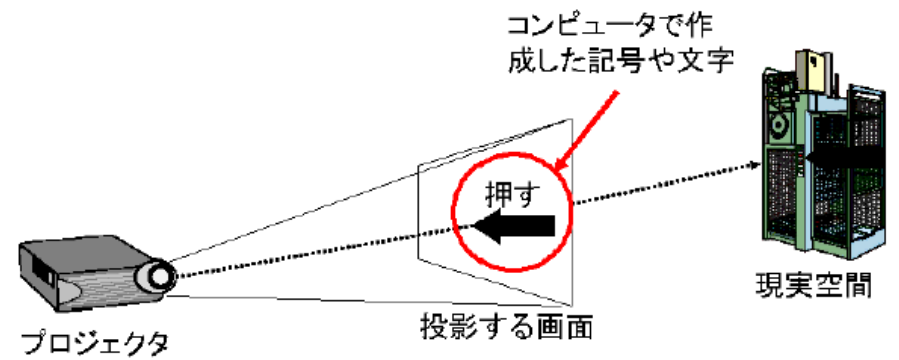
MRの仕組み



16



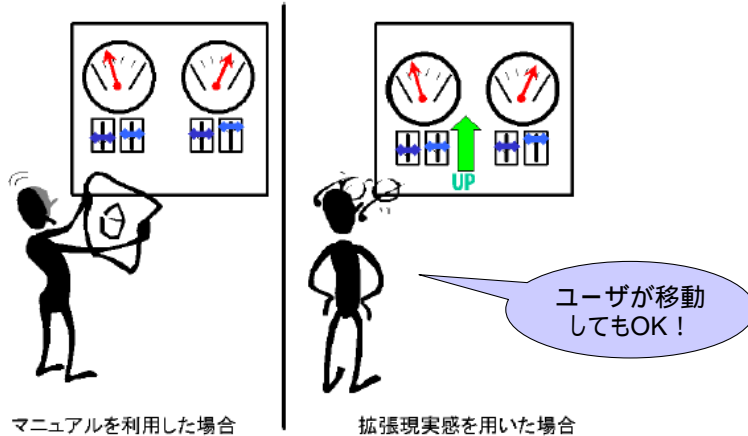
ひとり用のMRシステム



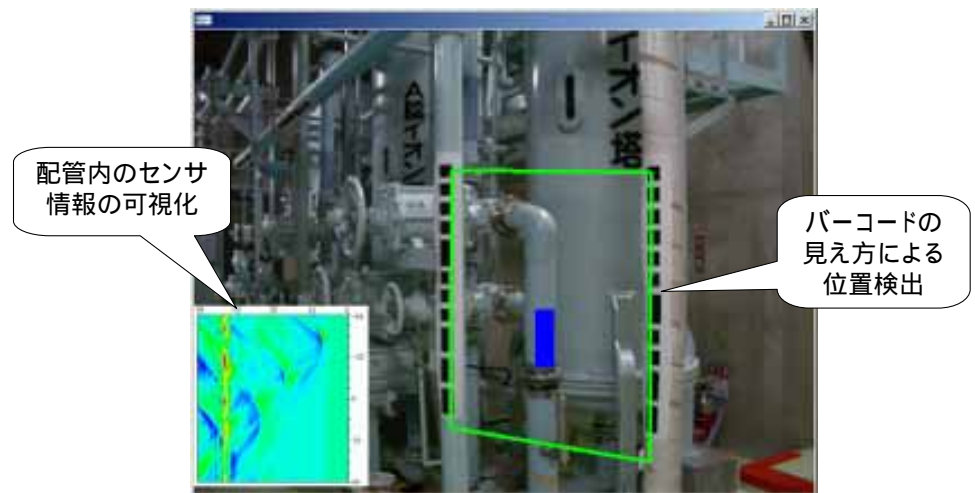
複数人数で共有できるMRシステム

MRの利点

- 情報を、情報が指し示している対象の上に重畳表示するので、情報の対象をユーザが間違えることが少ない



- 文字情報だけでなく、図や動画も重畳表示できるため、多様な情報を提示でき、しかも直感的に理解できる



配管の内部状態を、センサ画像により表示

● 認識技術

○ ID認識

- 現実の物に識別用の装置を貼り付け、機械による認識を容易にする技術
- バーコード、マーカ、RFID、...

○ 位置認識

- 現実空間と計算機内の情報空間の対応付けを行う技術
- 画像処理、GPS、...
- 基本的にはカメラの精度に依存

○ 時間認識

- 現実時間と計算機内の時間の対応付けを行う技術

21

● 情報処理技術

○ ユビキタス・コンピューティング Ubiquitous/Pervasive Computing

- 環境中に埋め込まれた多数の計算機が、人間の要求を自動処理する技術

○ モバイル・コンピューティング

(ユビキタス・ネットワーク)

- ユーザが持ち運ぶ(着る wearable)計算機が、場所を選ばず情報処理する技術

22

● 情報提供技術

○ カメラ・キャリブレーション

- カメラの位置や角度を同定し、いま何をどの方向から見ているかを判断

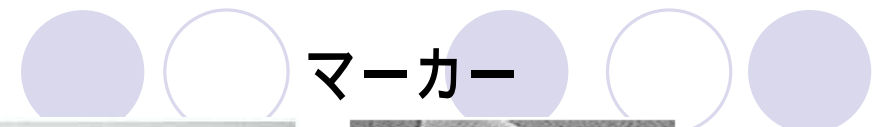
○ 重畳表示

- 透過型ディスプレイやモバイルPCに取り込んだ環境の映像に、計算機で作成した情報を重畳表示する技術

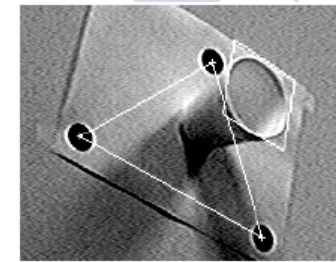
○ マルチモダリティ

- 視覚だけでなく、聴覚、触覚などを通じて情報を提供する技術
- 力覚 = force feedback

23



4点マーカー + 補助マーカー



色の異なる3点マーカー



正方形マーカー + 2次元バーコード



ARToolkit

24

ARToolKit

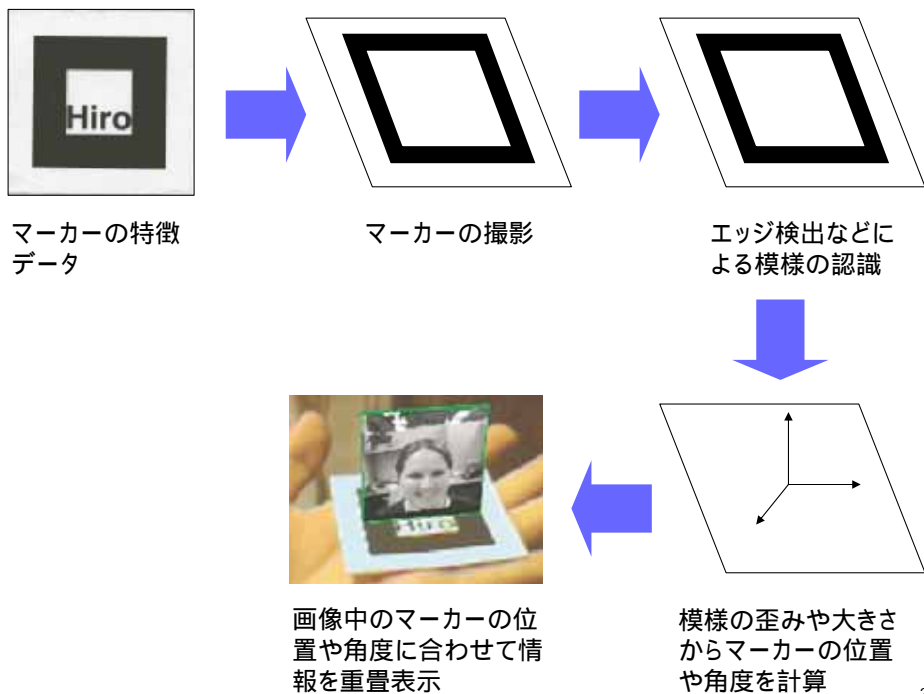
- AR/Mrアプリケーションを作成するためのS/Wライブラリ
- HMDに装着されたカメラの位置と、基準座標に対する方向を正確にリアルタイムに計算
- 加藤博一 + ワシントン大学



加藤博一@奈良先端科学技術大学院大学



- 黒色正方形マーカー (8cm四方) を使用
- マーカーとカメラが近距離の場合に、マーカーの位置および角度を画像認識し、マーカーの上に画像などを重畳表示



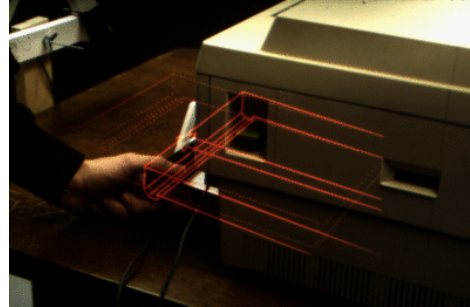
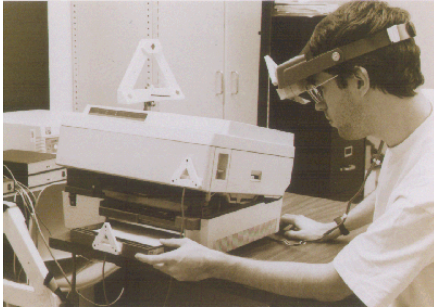
実世界指向インタフェース

- 実世界指向インタフェース
 - 現実世界の拡張を行う技術。
 - 本来は人間には見えない情報 (例えば、放射線、温度、壁の向こう側、装置の内部、操作方法等) を、現実を重ね合わせて表示
 - 実世界のあらゆる事物が理解、計算、操作の対象
 - 計算機内外のデータを統合的に融合して使えることが必要
- 両者の橋渡しをするデバイス (HMDなど)

KARMA

Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance

- コロンビア大学 S. Feiner et. Al (1993)
- プリンター保守支援
 - 作業内容を、作業の進捗状況に合わせて、アニメーションとして1ステップずつ機器に重畳して提示



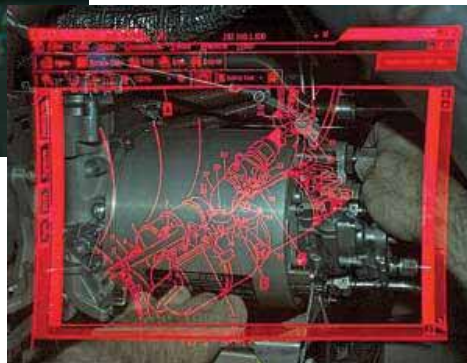
29

NOMAD

- Microvision社
- 映像やデータを目に直接写す網膜投影型の装置
 - 外科医は、ディスプレイで、患者の脈拍、呼吸等の情報を確認
 - 難しい手術の場合には、デジタルによる図を投影して見たりできる
- 外科医は患者から目を離さずにすむ



30



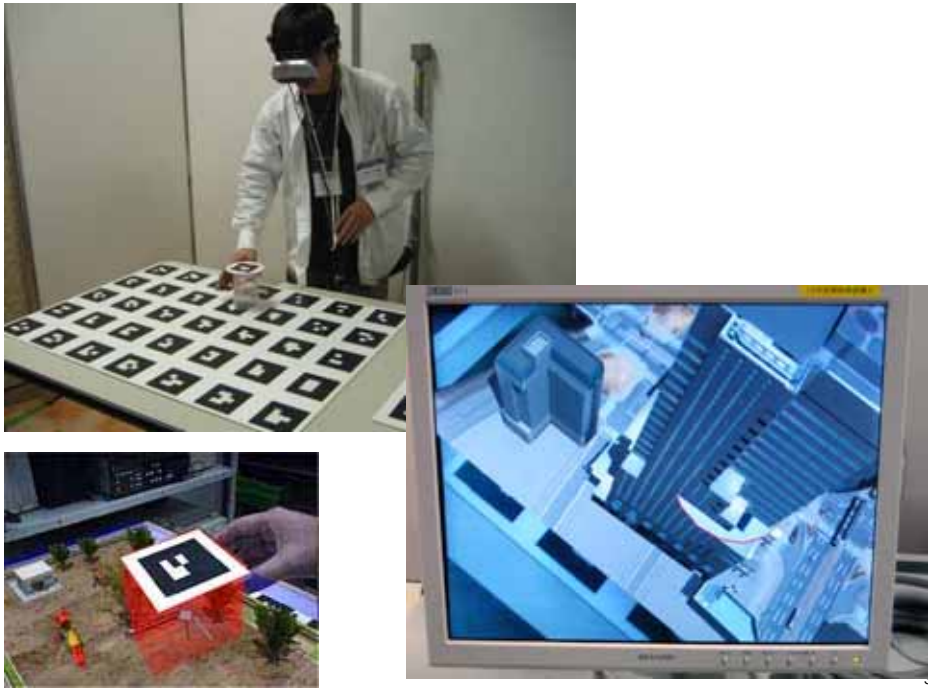
- NOMADを用いた軍用アプリ

31

マジックカップ

- 奈良先端科学技術大学院大学 加藤博一教授
- HMDに3Dの立体地図を描画
 - 高解像度テクスチャーにより、リアルな町並みを表現
 - 3×3マスの白黒模様(模様はすべて異なる)のシートを机の上に、7×5マスに並んで配置
 - これを座標系として3D CGを合成し、HMDに投影
 - HMDと手に持つプラスチックカップのインターフェースには、それぞれ3次元の位置センサが組み込まれている
 - コップを建物の画像にかぶせるように置くと、建物のコピー & ペースト(コップを回せば回転)が可能

32



33

光学迷彩

Optical Camouflage



電気通信大学

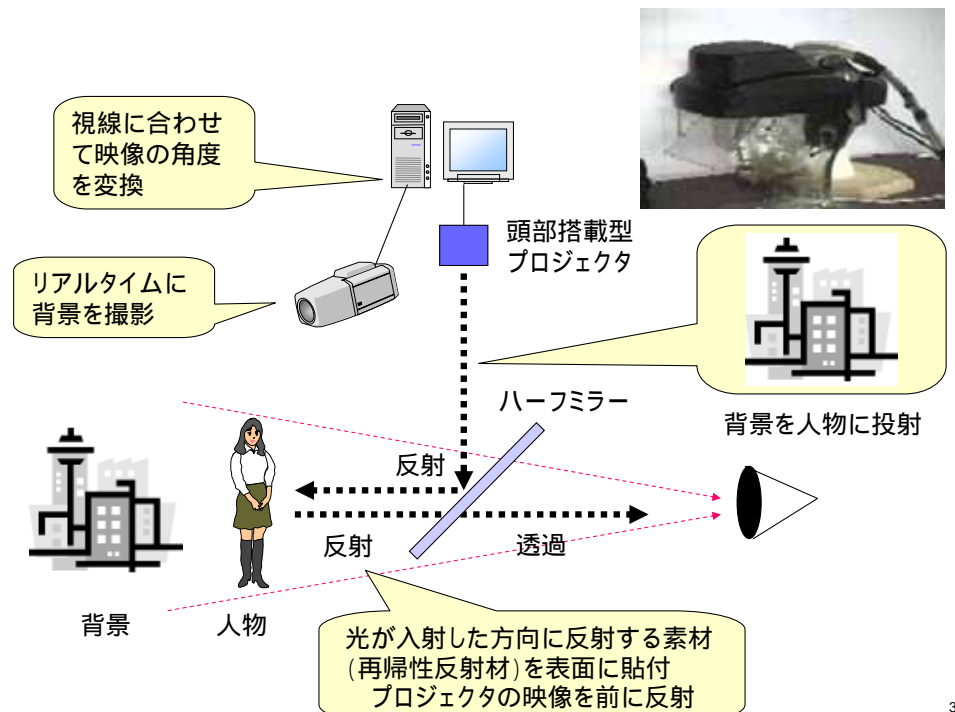
34



東京大学 館研究室

<http://projects.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html>

35



36

ジェリーフィッシュ・パーティー

浅井和広 + キヤノン



- CGで表現した“仮想”のシャボン玉を、「ストローガン」という“現実”の道具を使ってプレイヤーが膨らませる。
- ある程度の大きさにしたら、ストローガンのトリガー（引き金）でシャボン玉を仮想空間に飛ばすことができる。

37



シャボン玉は、クラゲのカタチに変化して仮想空間を漂い始めるが、これをストローガンで捕獲できる。

38

製造支援システム

- ボーイング社 (1997)
- 航空機の製造支援
 - 多種のワイヤーを手順通りに指定の箇所を通して組み立てる必要 (ワイヤー延長 = 数百km)
 - ARを用いたワイヤーリング支援



39



- シースルー型HMD … Virtual Vision VCAP-10000
- C++ on Windows
- 画面上に文字 + 線画で指示・情報提供

40

- ワイヤーリング支援
- コネクタ作業支援 …… ワイヤーの接続
- 維持点検作業支援
- トレーニング

ARによる 保守点検支援システム 三菱電機

中央端末

インターネット/イントラネット

無線

ビデオカメラ
のライブ映像

作業手順

状況にあわせた
作業情報

ビデオカメラ
付携帯型PC

MRの利用限界は？

- 危険を伴う場面(航空機の操縦など)でも使用する方向
- 注意が集中するか散るかには議論あり



有視界飛行ができないときに、パイロットの頭の位置を検出して、あたかも有視界飛行のような画面を表示

