

## Virtual Reality の動向と視覚研究：概論

畑田 豊彦

東京工芸大学 工学部 光工学科  
〒243-02 厚木市飯山 1583

視覚情報を再現表示する技術の進歩は、線画像から濃淡や色彩画像を経て、高精細な動画像による3次元空間の再現に向け、様々な画像方式を試みている。そのうちの方式として、より自然で能動的な情報受容が可能な Virtual Reality (VR) システムの研究が精力的に進められている。単に空間を再現するだけでなく、情報受容者からの働きかけも可能な VR システムに要求される視覚条件を整理すると、次のような空間効果を満足させるだけの情報提示が必要となる。

### 1) 実在・自然感 ← 2次元画像の高画質化

- a) 空間情報に対する識別閾値（視力、明暗・色識別）以上の高密度な情報表示により、自然で質感のある画像表示を可能にする。
- b) 時間特性（点滅など）によるフリッカや不連続な動きが感じられないように、表示画面の切り替え周波数を高くし、視覚負担の少ない安定な表示状態にする。

### 2) 融合・迫力感 ← 表示面の存在感除去

- a) 視機能（調節、輻輳）による表示面位置の認識を低下し、表示空間の平面化を弱め、視機能間の整合性を確保した表示にする。
- b) 広視野表示による主観的空間軸への誘導効果から臨場感を高めると共に、対象物体を等倍以上で表示し、迫力を感じさせる空間が表示できる。

### 3) 立体・操作感 ← 3次元空間情報の表示精度

- a) 空間内での距離により作動する立体視要因が異なり、空間再現技術に於ても、これらの要因情報を効果的かつ無理なく表示することが要求される。
- b) 姿勢移動に応じた多方向からの空間情報表示や、作業動作に必要な空間再現精度を満たし、観察時の制約が感じられない表示を

実現する。

このような条件を満たす視覚情報表示装置としては、次の2方式を中心に、その表示性能やシステム条件の向上が検討されている。

### 1) 装着型 (HMD)

- a) 小型・軽量：眼鏡による拘束性が限界で、頭部運動への制約や装着感の感じられない機構が要求される。
- b) 高画質：視機能閾値を目標とした高密度情報表示により、実在感を高め、利用目的に応じて拡大表示が可能な情報量が要求される。
- c) 表示視野：作業の操作動作に必要な情報量と、作業対象周辺の空間知覚に必要な視野が表示出来る条件（実際空間との合成表示による座標軸補正など）が要求される。
- d) 動作応答：行動速度に伴う表示情報の時間応答が補償され、行動と知覚のずれによる違和感を除去する。
- e) 視覚負担軽減：表示情報のみを連続注視する状況が他の方式より長いため、視覚への負担度が強くなる。また、表示装置が眼前に提示されるため、観察者個人の視機能との整合性を充分配慮した調整機構が必要である。

現状では数百g、100°の軽量・広視野型が見られるが、画質（ハード、ソフト共）不足による不自然さ、下方観察の制約、表示画面の時間ずれ等による船酔効果の発生、長時間観察での視覚負担などが見られ、各項目での性能改善がまだまだ必要である。

### 2) 表示面型 (オートコリメート・スクリーン)

- a) 広視域：表示面構成素子の指向性や結像特性を向上させ、多方向からの画像情報を高精度に提示出来る条件にし、観察可能な領域を広げる。

- b) 高画質：表示面構成素子の微細化や性能向上により、構成画素の検出や表面反射等による画質低下を改善する。
- c) 融合感：大画面によって、表示面の存在意識を低下させて、表示空間との融合感を強める。
- d) 作業内容適応：表示物体までの観察距離を光学的に調節することが困難なため、作業内容によっては、観察距離を何等かの方法で調整する必要がある。
- e) 動作応答：行動内容による必要情報の表示時間の遅れにより、観察者への違和感や不安定感の発生を防ぐために、画像入力並びに表示能力が要求される。← 1) の d) と同様の条件が要求される。

静止画では 120°, 数十方向の多方向・広視野表示も可能であるが、動画表示では 8 方向と表示情報量が少なく、観察視域も狭くなる。観察者の移動追従型により、視域拡大は可能になるが、複数観察者の場合には他の制約条件が発生する。表示面を構成する光学素子の像特性や表面状態の改良が必要である。

以上のように、ハード面からの技術改良が進む中、どの様な VR 利用におけるシステムソフトを開発するかが重要なポイントになりつつある。

VR の及ぼす影響を始めとして、新しい装置の利用とその効果を様々な分野から検討する動きも積極的になり、重点領域研究「人工現実感に関する基礎的研究」として取りあげられるようになった。人間の存在する現実世界と、情報表示によって作り出される仮想世界とをどの様な関係で結びつけられるか、その結果、人間に対してどの様な効果が新しく生じてくるかなどを、人間内反応を調べる基礎面から実社会での活用面までを総合的に検討されようとしている。

以下に、重点研究での公募研究題目を列記し、その内容を推測して頂きたい。

#### 1) 人工現実感の解明に関する研究

人工現実感における立体知覚の脳磁気・脳波計測、大脳辺縁系における異種感覚情報の統合機構、人工現実感生成に貢献する触覚の脳内メ

カニズム、VR を使った人間の認知－運動機構、HMD を使った人工現実感とその客観的評価基準の作成、人工現実感環境下の作業における知覚・運動協応。

#### 2) 感覚提示と感覚・行動相互作用に関する研究

仮想環境下における仮想生物、テレ・マクロ／マイクロ操作加工システムにおける情報の予測強調提示、空間性認知行動から見た仮想現実空間の特性、仮想空間における人間機械の相互適応を考慮した適応型支援インターフェイス、仮想機械の動力学的操作感提示システム、複数の能動的カメラを用いた人の動きの検出とリアルな仮想世界の提示、人工現実感における空間虚像提示が手の運動起動及び把持動作に及ぼす影響、多点制御による音の VR システム構築。

#### 3) 仮想世界の構成手法

直接操作メタファによるプログラム言語実行モデルの構築とデバッグへの応用、CG を用いた現実感の高い仮想世界の構築、俳優の動画解析に基づく個性的な演技の生成、仮想服飾環境における空間操作法、仮想現実空間と自然言語を用いる機器修復支援システム、仮想音楽空間の構築、リアリティ演出戦略の開発と評価。

#### 4) 体内及び外部世界の人工現実感の評価研究

障害児（者）における人工現実感技術の臨床的応用と「新現実感」成立過程の分析、創造性感受性を重視した人工現実感システム、人工現実感が自律神経機能に与える影響、概念言語獲得及びその障害者に対する人工現実による訓練体系、人工現実感と感性工学との結合による評価システムの基礎的研究、人工現実感の安定性。

これらの研究成果は 3 年後に総合報告されるが、研究内容が感覚と行動に関係し、視覚学会の方々にも非常に関連深いテーマが多く見られる。どれだけの感覚情報が提示できる装置が出現し、生体へどの様な波及効果が引き起こされるのかなど、研究結果が期待される。ただ、新しい視覚研究の手法や方向を示す結果を見出すべく、我々も特徴ある VR 研究を基点に、今以上に精力的な研究を続けて行きたいものである。