

建設工事へ適用するために開発した複合現実感システムについて

飛鳥建設 技術研究所 正会員 近久 博志 正会員 小林 薫
正会員 松元 和伸 正会員 中原 博隆
正会員 筒井 雅行 正会員 熊谷 幸樹

1. はじめに

近年における IT (情報技術) の著しい発達は、建設分野においてもさまざま影響を及ぼし、技術革新が生み出されるようになってきている。なかでもコンピュータ技術は、計画・設計、建設機械の制御、工程や現場の管理などの分野において、目を見張る成果をもたらしている。筆者らは、こうした IT の中で、これまで建設工事の分野に適用されることがほとんどなかった複合現実感の技術について基本的なシステムを開発した。ここではトンネルの丁張り作業を例にして、本システムについて概説する。

2. 開発した MR システム

被験者にコンピュータによって構築された空間の中に存在しているような体験をさせる技術は、通常、体験する空間に対して現実空間を活用するか、しないかによって、複合現実感 (MR: Mixed Reality) ^{1)、2)} と仮想現実感 (VR: Virtual Reality) とに分類されている。このうち、MR を構築するシステムは、光学シースルー方式とビデオ・シースルー方式とがある。前者が、仮想空間が映っている透過型のディスプレイ・メガネ (HMD: Head Mounted Display) を透して周辺の現実空間を見るのに対して、後者は、被験者が見るべき現実空間をビデオ・カメラで映像化し、その映像に重畳された仮想空間を見ることになる。このため、前者は対象とする現実空間の位置における実時間の体験に適しているのに対して、後者は対象とする空間から離れた地点や違った時間における体験、例えば、システムの遠隔操作や体験のシミュレーションに適している。著者らは、本システムの開発に際して、建設施工の現場での直接的な視覚と体性感覚との整合性に重点を置いて、光学シースルー方式を採用した。

3. MR 基本システム

建設現場での適用を試験するための試作器として開発した光学シースルー方式の MR システムの構成を図 - 1 と表 - 1 に示す。被験者の位置と視線は、自動追尾機能を持ったトータル・ステーションと被験者の頭部に取り付けたジャイロセンサによって、それぞれ 0.5 秒、0.1 秒毎にセンシングされる。得られたデータは、パソコンに転送され、被験者の位置と視覚方向が算定される。これらに合致するように、仮想空間の対象物の座標を変換し、被験者の左右の目に見える同期画像

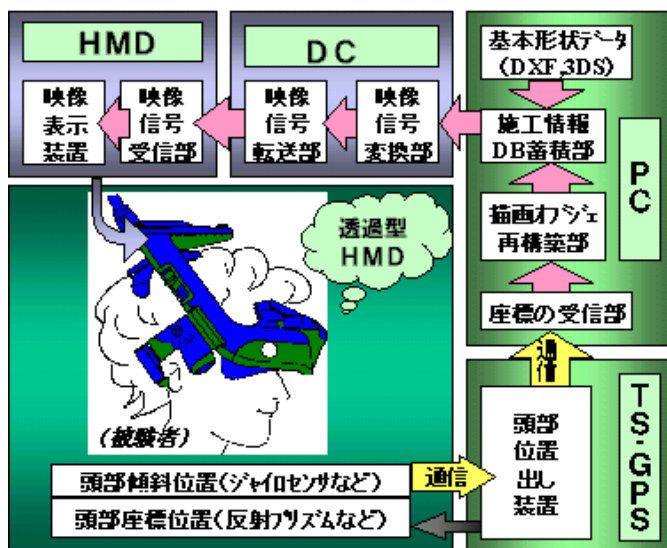


図 - 1 開発した MR システムの構成

表 - 1 開発した MR システム (Ver.1) の構成

記号	名称	型式	備考
HMD	Head Mounted Display	MW601	約 38 万画素 (4:3)
TS	自動追尾トータル・ステーション	AP-L1	追尾速度 10° / 秒
PC	Personal Computer	TECRA78 0DVD	Intel Pentium 266 MHz プロセッサ搭載
GS	Gyro Sensor	IS-300	加速度センサ
DC	Down Converter	DSC05d	画像変換 (RGB=>NTSC) 対応解像度 640 × 400 ~ 1024 × 768
M	SS 双方向無線 Modem	FRH-SD 03T	スペクトル拡散方式 屋内 60m 屋外 300m 以上

キーワード：複合現実感、MR、光学シースルー、トータルステーション、ジャイロセンサ、トンネル
連絡先：〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472 TEL 0471-98-7572 FAX 0471-98-7586

(60Hz)を作成する。これらの左右画像は、映像信号変換器を介して被験者が装着している透過型のHMDに映し出されることになる。これによって、被験者は、HMDを透して見る現実空間と、HMD上に映し出される仮想空間の対象物(左右画像)とを重ね合わせて見ることになる、複合現実感を体験することができることになる。

4. MRシステムの課題

現実と仮想の空間を融合させるMRには、一般に、次のような技術的課題があるとされている。

空間的ずれ(幾何学的整合性):被験者の位置や視線の方向の座標算定に誤差が生じて、現実空間と仮想空間の座標がずれたり、観察視点の移動に追従できなかったりする

画質的ずれ(光学的整合性):仮想空間の映像のコントラストや色調等がうまく再現できず、重ね合わされた現実空間との間に違和感が生じる

時間的ずれ(時間的整合性):被験者の位置や視線方向の変化に、センシング、データ転送および画像処理などの時間が追いつかず、現実空間の変化に対して仮想空間の描画時間が遅れる

これらのうち、の位置合わせの問題は、被験者やカメラの3次元的な位置や方位を求める問題に帰着できる。これに対して、との課題については、被験者の座標のセンシング、データ転送、画像処理など処理能力に依存するところが多い。

5. 建設現場における適用例

本システムは次のような適用を考えている。

未着工の建設現場(完成予想の体験やプレ)
施工中の建設現場(複雑な構造物の型枠や配筋や杭の位置出しなどの測量や丁張り作業の補助、目視できない埋設物や空洞などの位置や形状の把握)

完成後の建設現場(出来型検査など)

こうした適用の中から、図-2にトンネル工事でのMR技術の活用例を示す。断面や線形が急激に変化するトンネル工事では、切羽での削孔パターンや支保工の建て込みなどに対しては、施工のサイクルの妨げにならないように、いかに早期に丁張りを出すかということが重要なテーマとなっている。例えば、切羽での削孔パターンなどは、ブン回しという定規を使って切羽

に直接マーキングを出したり、切羽にレーザー光で削孔位置を映し出したりしている。しかしながら、「マーキングに時間が掛かる、狭い切羽付近の不測の場所で大型の施工機械が動き回っている、掘削された切羽位置が正確でなく、凹凸が激しい」などの問題から、タイムリーな丁張りができないのが現状である。こうした現場では、本システムを適用すると、施工サイクルに影響を与えない丁張りが可能となる。

6. おわりに

ここでは、トンネル切羽での丁張り作業を例に開発したMRシステムを概説した。本システムは、建設分野の広い範囲に適用が可能であると考えられる。今後、さまざまな現場にMRシステムを活用していきながら、発生する課題を少しずつ解決していきたいと考えている。

参考文献 1)Milgram,P. and Kishino,F.: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Display, IEICE, Trans. Inf. & Sys., Vol.E77-D, No.12, pp.1321-1329, 1994. 2)例えば、田村秀行、大田友一:複合現実感、映像メディア学会誌、Vol.52、No.3、pp.266-272、1998.

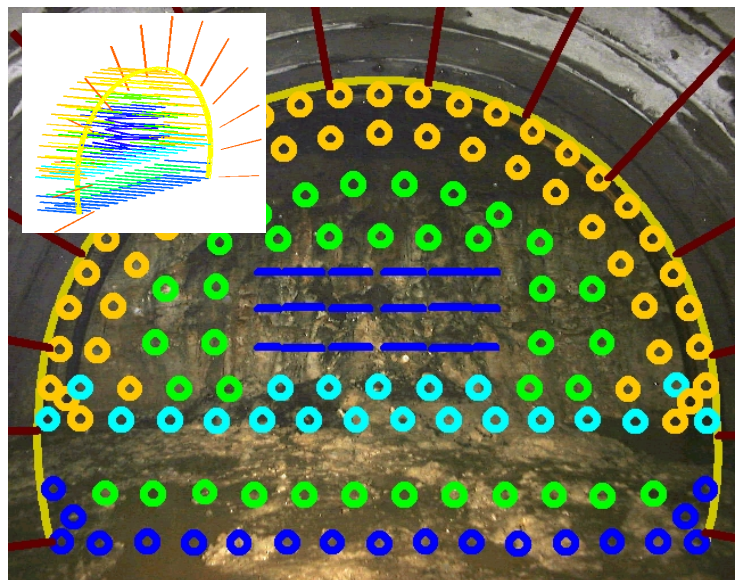


図-2 トンネル切羽でのMRのイメージ図
(削孔パターンと支保部材)