

高臨場感ディスプレイ環境を用いた遠隔学習システム

小林 美保† 宇都木 契†

日立製作所システム開発研究所†

1. 目的と環境

我々は高臨場感ディスプレイ環境内に中国の古代都市長安を再現し、中国にいる専門家がインターネットを介してリアルタイムにガイドを行う遠隔学習システムを開発した。

6 台の同期した描画用 PC の出力映像に補正を加え、同数のプロジェクタにより半球面スクリーンに繋ぎ目なく表示した[1]。また約 10 キロ四方の広大な長安の街並みを史実に基づいて CG で構成し、ウォークスルーを行うコンテンツを制作した。(図 1)

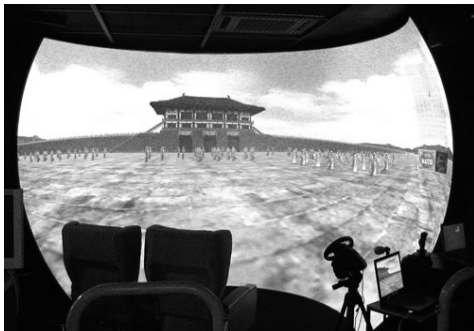


図1. 半球面スクリーンに表示されたCGの長安

ディスプレイが設置された教室にいる生徒は、同じ場所にいる教師の授業を受けるだけでなく、遠隔地にいる専門家をガイドとしたバーチャルツアーを体験することができる。安定した回線でのさまざまな遠隔教育の研究が行われているが[2][3]、本研究では専用線ではなく一般的なインターネット回線を用いて、海外と接続する遠隔学習システムを扱う。海外とのインターネット接続ではパケットロスなどにより、リモート側から送信された操作情報がローカル側に受信されない場合がある。そこでリモートの操作情報に従い滑らかにウォークスルーを行うためには、ローカル側において何らかの補間処理が必要となる。我々の手法ではパケットロス発生以前の情報を参照だけでなく、コンテンツ内の教育的要素の配置と訪問履歴からリモート側の目的地を推測して動作補間を行う。

Distance Learning System with Immersive Display Environment

Miho Kobayashi † Kei Utsugi †

† Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.
{mkoba, utsugi}@sdl.hitachi.co.jp

2. 長安のモデル化

長安は 8 世紀の中国の首都であり、当時の建造物はほとんど現存していない。そこで我々は当時の様子を記述した文献[4][5]や専門家の意見を参考に教育的要素を取り入れ、長安を模した都市を CG で再構成した。長安は非常に広いため、人や建物などのオブジェクトの分布に対して様々なルールを適用し、配置パターンを決定した。ルールは以下のようなものがある。

- 中央に朱雀大路があり、西方は胡人と呼ばれる西、中央アジア系住民が多く、東方は現地人を含む東アジア系住民が多かった。
- 宮殿に近い北方は裕福な人々が住み、南方は庶民や貧民などが多く、畑や荒地もあった。また門や宮殿などの有名な建造物を再現し、授業を行う際には専門家がこのようなランドマークを順にめぐりながら案内を行うものとした。

3. 遠隔学習システム

図 2 は遠隔学習システムの構成図である。ローカル環境とリモート環境の両方に操作 PC がある。操作者は操作 PC に接続されたジョイスティックを用いて、仮想空間内の視点をコントロールする。ローカル環境には複数台の描画用 PC とプロジェクタによる高臨場感ディスプレイ環境が構成され、生徒たちが授業を受ける。本アプリケーションは 1 台の PC でも動作するため、

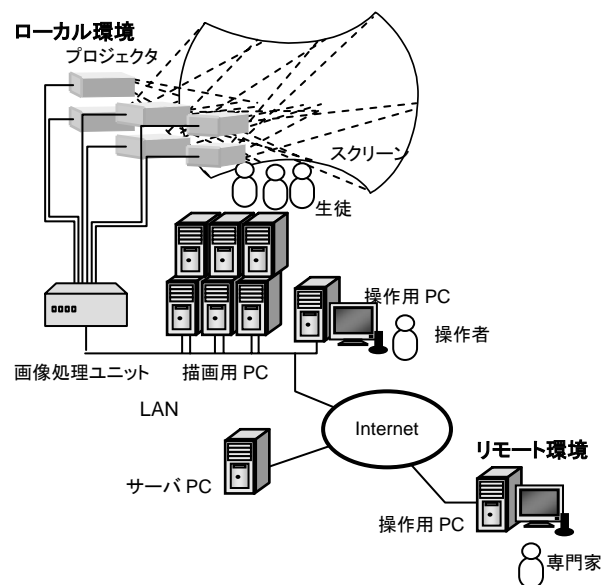


図2. システム構成図

リモート側では操作用 PC のみの構成とした。

操作用 PC では Master モードか Slave モードを選択することができる。Slave モード選択がされた操作用 PC は、ネットワーク上に Master モードの操作用 PC がある場合には、ジョイスティックからの入力を受け付けず、自動的にネットワーク上の Master の視点の後を追従する。Master と Slave の間で送受信されるパケットは、視点の 3 次元座標、角度などの情報だけを含み、これとは別に音声通信も行う。

Master との位置関係に基づき Slave の動きを決定すると、Master の情報がパケットロスにより途絶えた場合に Slave は不自然に動作する。この動作は高臨場感ディスプレイ環境において VR 酔いなどの不快感を引き起こす。これを避けるために、Master の情報を受信できない場合には、Slave 側において Master の動きの補間を行う。しかしパケットロスが頻発する環境では、Master がそれまでの運動を継続していると仮定する単純な補間方法では、Master の方向転換に追従することができない場合がある。

この問題を解決するために、Master はガイドを行う際にいくつかのランドマークを訪れるものとする。Master と Slave は過去のツアーで訪問されたランドマークの履歴を共有し、Slave が Master の情報を受信できない場合には Master が近くにある過去何度も訪れたランドマークの方向へ移動する可能性が高いとして、Master の動作を推定する。

$$\theta_{M_E} = \theta_M + \delta \sum_{i \in Z} \frac{n_i}{n_{all}} (\theta_i - \theta_M) \cdot \frac{\cos(\theta_i - \theta_M)}{d(M, i)^2}$$

上の式は 1 ステップ前の Master の角度 θ_M に対して、Master が次に向かうと推定される方向へ角度の補正を行うものである。 n_i はランドマーク i を過去に訪れた回数、 n_{all} はすべてのランドマークを訪れた回数の和であり、ランドマーク i へ向かう角度に対して n_i/n_{all} が重み付けを行う。 Z は Master の前方にあるランドマークの集合である。この方法により、付近のランドマークへ向かう Master の動きを適切に推定することができる。

4. シミュレーション結果

図 3 は長安のオブジェクト配置図の一部を簡略化し、Master の動きを示したものである。(a) はリモート環境における Master の本来の動きであり、左上をスタートして右側にある建物に向かって移動する。この中には 3 箇所のランドマークが設定されている。(b) は 3 割の情報が失われた場合に、ローカル側で受信される Master の

動きであり、情報が来ない場合はその場に立ち止まるものとしている。(c) と (d) は (b) を元に補間を行った結果で、情報が欠落した場合に (c) はそれまでと同じ運動を継続するが、(d) はランドマークの情報も考慮して補間を行ったもので、(a) に近い滑らかな動きを実現している。

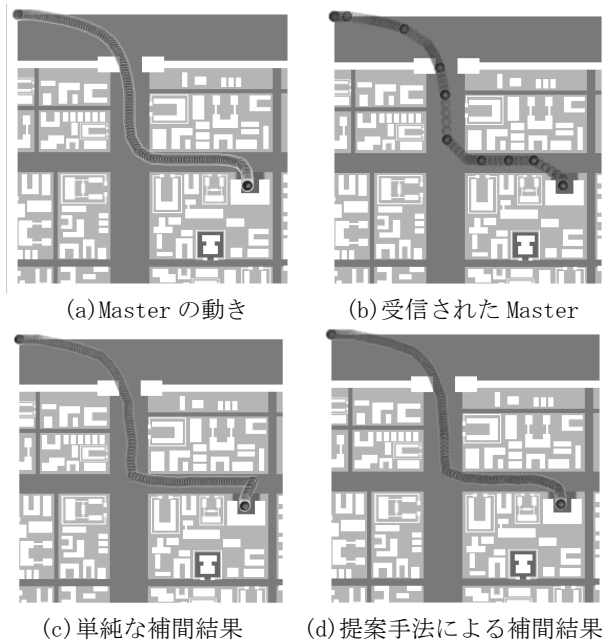


図 3. Master の動き

5. まとめ

本研究では高臨場感ディスプレイに表示された長安のウォークスルーコンテンツを用いて、中国からインターネットを介してスムーズにガイドを行う遠隔教育システムを開発した。

なお、本研究の一部は通信・放送機構(TAO)の委託研究として行われた。

参考文献

- [1] H. Takeda, S. Kiyohara, K. Chihara, H. Kawase, Y. Matsuda, and M. Yamasaki: "Multi screen environment with a motion base," Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1834, pp. 303-312 (2000).
- [2] K. Utsugi, T. Moriya, and H. Takeda: "Digital Heijyokyo, A walkthrough model of a Japanese ancient city," VSMM2001, pp. 163-164 (2001).
- [3] 生井 仁, 及川 道雄, 守屋 俊夫, 宇都木 契, "高臨場感ディスプレイ環境における教育向け遠隔ガイドシステム," FIT2003, pp. 615-616 (2003).
- [4] 妹尾達彦, 『長安の都市計画』, 講談社選書メチエ
- [5] 王 崇人, 『古都長安』