マンマシンシミュレータ (MMS) を用いた運転訓練システムの開発

－要素技術の開発－

○佐相邦英 高野研一(電力中央研究所)
野地邦男 (BWR 運転訓練センタ)

Development of an operator training system based on Man Machine Simulator (MMS)
Development of knowledge base, CG operator and CG control panels－
Kunihide Sasou, Ken-ichi Takano (CRIEPI)
Kunio Noji (BTC)

1. はじめに

マンマシンシミュレータ (MMS) を用いた運転訓練システムの要素技術として、3 想定事象に対する運転知識ベースの再構築、運転員ならびに制御盤上の計器類の変化を動的に表示するためのコンピュータグラフィックスを開発している。本報告では、その開発状況を報告する。

2. 知識ベースの構築

(1) 想定事象

想定事象として、BTC のファミリー訓練などで多用されている事象であること、対応がより複雑になる多重事象であること、兆候ベースの手順による対応が必要であること、さらに日立製作所が BTC と共同で開発した PC シミュレータ (BTC-4 号シミュレータ相当) で模擬可能であることを考慮して、表 1 に示す 3 事象を選定した。

表 1 模擬対象事象

事象 1 : 系統周波数変動 + 主蒸気管蒸気漏洩
事象 2 : 格納容器内漏洩 + 真空破壊弁閉固着 + 格納容器スプレー故障
事象 3 : EHC 圧力制御器故障 + 逃し安全弁閉固着

(2) 知識ベースの作成

ポンプ等の起動停止操作手順、主要事象 (今回の模擬対象事例とは異なる) に対する対応手順から、PC シミュレータの模擬範囲を考慮した手順 (ポンプ等の起動停止操作手順、漏洩判断をするために確認すべきパラメータなど) を作成した。また、事象発生時のプラントの挙動と対応操作等に関する定性的関係を表現する

メンタルモデルにより表現した。この結果を、既開発のマンマシンシミュレータの運転チーム行動モデルの知識ベースに組み込んだ。さらに、前述の PC シミュレータ (Hitachi Flora) と運転チーム行動モデル (Sun UltraSpark5) を接続し (TCP/IP)、シミュレーションを行い、知識ベースを調整中である。

3. 人間挙動 CG の作成

(1) 要素動作

シミュレータ訓練風景を録画したビデオの解析から、運転員の動きを表現するための要素動作として、表 1 に示す動作を抽出した。

表 1 人間挙動 CG 用要素動作

要素動作	(備考)
<運転員用要素動作>	
立つ	
見る	垂直盤・ベンチボード上の計器類
指差す	垂直盤・ベンチボード上の計器類
押す	垂直盤・ベンチボード上のボタン類
ひねる	垂直盤・ベンチボード上のスイッチ類
振り返る	盤をさしながら当直長を見る 当直長に顔を向ける
歩く	歩く、かに歩き、小走り
電話をかける	ベンチボード下の電話
<当直長用要素動作>	
座る	
立ち上がる	
電話をかける	
指差す	

(2) 要素動作の CG 化

運転員あるいは当直長の要素動作のデータをモーションキャプチャーにより計算機に取り込み、Boston Dynamics 社製 People Shop

により処理した。これにより、任意の場所の物体を対象とした読み取り、操作、指差しが行えるとともに、各要素動作間のつながりを自動的に行えるようになった。一例として、指差し時の動作 CG を図 1 に示す。なお、使用したハードウェアは、Silicon Graphics 社製 ZX-10(CPU Pentium III 933MHz×2、Windows NT)、3Dlabs 社製 Wildcat 4210 (フレームバッファ 128MB、

テキストメモリ 128MB) である。

4. 制御盤 CG の作成

訓練システムとしての利用場面を考えると、単に制御室内における運転員の位置を表示するだけでなく、実際にそのときのプラントパラメータの変化、警報の発生状況、スイッチのポジションなどを表現する必要がある。そこで、プラントシミュレータの模擬対象である BTC-4 号シミュレータの中央制御盤を、スイッチやランプ、警報などのすべての機器を 3 次元 CG で再現することとした。図 2、3 に一例を示す。なお、現段階では、主盤 (図 2 中央の弧上の盤) のみを 3 次元 CG 化し、その他の BOP 盤、ECCS 盤はテキストチャーを添付している。3 次元モデルの作成は、MultiGen にて行い、Visual C 言語により Windows NT 上に表示した (使用ハードは、前述の人間挙動 CG 用のものと共有)。

5. おわりに

運転訓練システムの構築に向けた要素技術として、知識ベースの構築、運転員の挙動を表す CG ならびに制御盤の 3 次元 CG を作成した。今後、これらの要素技術を完成させるとともに、以下を進めて行く。

- ・運転チーム行動モデル—PC シミュレータによるシミュレーション結果の CG 側への読み込み機能の開発
- ・制御盤、人間 CG の統合
- ・解説機能の追加

図 1 指差し動作の CG

図 2 中央制御盤の CG

図 3 計器類の 3 次元 CG の例