

1M-10

有人宇宙システムにおける 人間機械系設計評価システムの開発(1)

白相 雅巳 山口 孝夫 小泉 昌司 後藤 智
 (株)システム総研 宇宙開発事業団 (株)システム総研 (株)システム総研

1. はじめに

日本、米国、欧州等による国際共同プロジェクト「宇宙ステーション計画」に日本は独自の実験モジュール JEM によって参加している。システム総研では宇宙開発事業団の委託を受け、日本初の有人宇宙システム JEM における人間機械系設計の妥当性を「使い勝手」の観点から評価するためのシステムの開発及び評価基準の整備業務を行っている。

人間機械系設計評価を効果的に行うためには、装置や情報機器の物理的・定量的特性だけでなく人間の認知能力や動作特性を充分配慮した総合的な評価システムを構築する必要がある。実際、ある機器が「使いにくい」という評価の中には、それが単に主観的なものなのか、人間のパフォーマンスに明らかに影響を与えるものなのか、また「認知的要因」に主な原因があるのか、「身体動作特性」に関係するのか等、様々な評価次元が存在している。本評価システムの特徴は、搭乗員の主観的評価はもとより、反応時間、視線移動や身体動作の解析等により、マン・マシン・インタフェースを多様な測度で評価することにある。また測定データの解析結果をもとにタスクネットワークモデルによるシミュレーションを実行し、パフォーマンスの予測を可能としている。ここではその評価システムの概要及び評価方法について報告する。

2. 評価システム及び方法

人間機械系設計評価システムの構成を図1に示す。

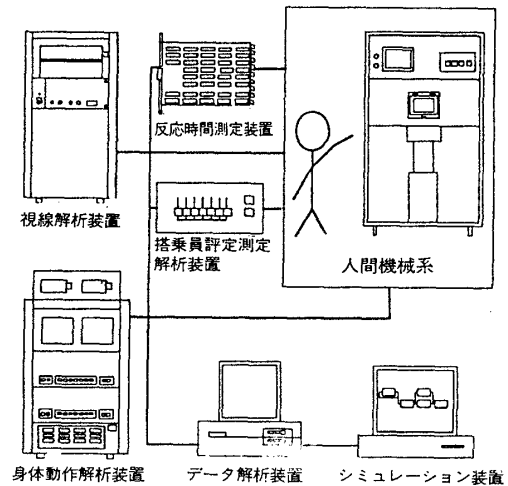


図1 システム構成

(1) 搭乗員評定測定解析装置

搭乗員評定測定解析装置は、人間機械系設計の「使い勝手」について、搭乗員の主観的な評定データを統計的処理により定量的に解析する方法である。本システムでは、SD法(Semantic Defferential Technique)、改訂版クーパーハーパー評定尺度法(Revised Cooper-Harper Rating Scale)、SWAT(Subjective Workload Assessment Technique)の各評価方法により、搭乗員の評価対象に対する評定データを取得する。SD法は主に JEM や装置の環境評価、クーパーハーパー評定尺度法はモックアップ装置類の操作性、SWATは身体・精神的負荷等の評価を行う。このため、各尺度を表示したディスプレイ上の画面に沿って評定入力を行う装置を製作した。

(2) 反応時間測定装置

反応時間法は評価試験における実際の視認時間やパフォーマンスを測定するために人間の「反応時間」を尺度とする方法である。データはパソコンと接続した専用タイマーにより計測されるが、評価試験の

様々な条件に対応するため、パソコンで制御可能な配置可変型ディスプレイ、配置可変型操作器パネル(押しボタン型、光センサ型)等を製作した。

(3) 視線解析装置

視線解析法は光学的な方法(アイマークカメラ)を用いてディスプレイや計器類を見ている搭乗員の眼球運動を測定し、視線の移動範囲や停留時間を解析し評価を行う方法である。本装置は Eye-movement を測定するだけでなく、試験タスクの制御と関連させることにより、ディスプレイや操作器の認知時間、視線移動を特定可能とした。

(4) 身体動作解析装置

スイッチやコントローラを操作する人間の身体動作を、カラーマーキングした指先や肩を2台のカメラにより画像計測することにより3次元座標としてリアルタイム計測する。測定データから身体動作軌跡、移動距離、移動時間を解析し、一連の操作における身体動作特性を評価する。

(5) シミュレーション装置

各評価装置により取得したデータを基にタスクネットワークモデルを構築し、シミュレーションを行う。モデル構築の基本的考え方としてはCardら^[1]の人間情報処理モデルをもとに、タスクネットワークのモデリング言語を使用した。これは人間の手続的な作業を記述するだけでなく、認知モデルを記述するのにも適しているためである^[2]。シミュレーションの実行により実際のレイアウトの変更を行うことなく、搭乗員のパフォーマンスの予測が可能となる。

3. データ取得・解析

構築された評価システムにより人間機械系設計評価試験を実施し、データの取得・解析を行った。「色彩の見やすさ」「情報呈示量」といった基本的な評価項目から「ワークステーションの視認性や操作器位置」等、多数の実験を計画・実施した。図2に測定例を、図3、4にデータ解析例を示す。

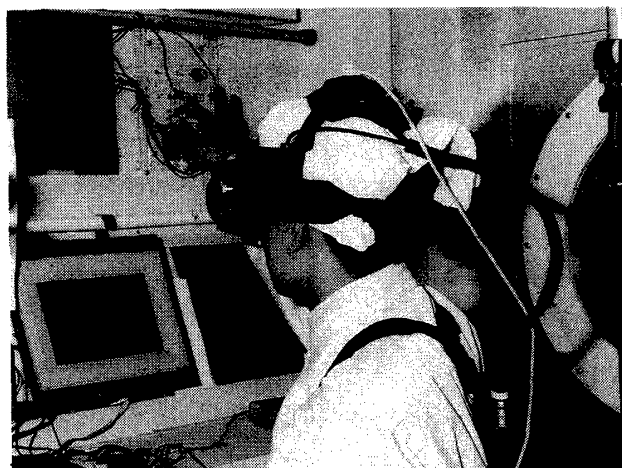


図2 「操作器位置」評価試験

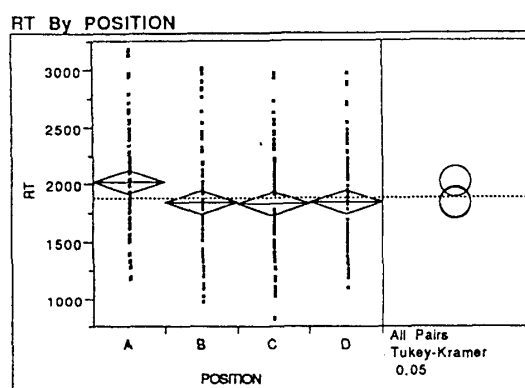


図3 反応時間解析例

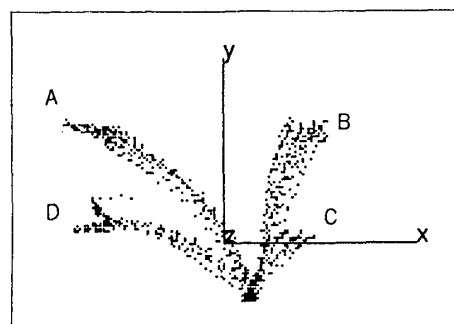


図4 身体動作解析例

参考文献

- [1]Card,S.K, Moran,T.P. & Newell,A. (1983) The Psychology of Human-Computer Interaction. Lawrence Erlbaum Associates.
- [2]Chubb,G.P, Laughery,K.R. & Pritsker,A.A.B. (1987) 'Simulating Manned System', in Handbook of Human Factors, Salvendy,G.(ed.) John Wiley & Sons.