

論文の内容の要旨

論文題目 Study on Visualization of Functional Information for
Interface Design of Process Systems
(プロセスシステムのインタフェース設計
のための機能可視化に関する研究)

氏名 劉 峭

プロセスシステムのインターフェースに情報を表示する方法として、従来では P&ID 図が用いられてきた。この種のインターフェースはシングルセンサー・シングルインディケータの設計概念に基づいているので、各情報インディケータは一回一つの測定値しか表示しないことを意味する。工業プロセスの一層の複雑化、特に制御システムの広範囲な実用化の影響で、P&ID 図は現代のプロセスシステムには不十分なものになってきた。従来のインターフェース設計の問題点は以下の様に挙げられる：

(1) 表示すべき画面内容は明示的に考えられやすすくない。情報は物理的トポロジーに基づいて表示されるので、システムの目標と機能に最適化されていない。(2) 運転員は全体の状態を把握するために、個別なインディケータから情報を収集して、それらをメモリに蓄え、知的な分析をしなければならない。これは運転員の認知負荷を増やすことになる。(3) 画面の表示形式は往々として人間認知能力と制限を考慮に入れてない設計になっている。P&ID 図のこれらの問題点を克服するため、インターフェース設計のための系統的設計方法が必要になってくる。このアプローチでは、次の二つの課題に答える必要がある。一つ目は如何にプロセスシステムの表示すべき情報を、認知学的に決定するかである。二つ目は如何にこれらの情報を、効率的に運転員に視覚的に表示するかである。

この研究では、プロセスシステムの機能モデルに基づいたインターフェース設計のための包括的なアプローチ手法を提案する。

一番目の目標は、人間の問題解決方法に沿って、プロセスシステムの機能情報を決定することである。まず、プロセスシステムの機能モデルの基本となる機能素 (Functional Primitive) の集合が提案され、機能素の数理的定義がなされる。次に、機能モデルの中で、機能素を用いて関数を表現する汎用的な手法が説明される。さらに、手段目標関係階層を採択することによって、プロセスシステムの機能モデルが構築できることが示され、また機能モデルを元にインターフェースの視覚化すべき機能情報が抽出できることが示される。

二番目の目標は、インターフェースの機能情報の視覚化、すなわち機能モデルのディスプレイへのマッピングの問題を解決することである。機能モデルの各関数は機能素によって表現され、また、機能素は数学的にその振る舞いが定義されるため、数式中の変数の関係が対応する幾何学的表現として反映できるとき、機能に関する情報は視覚化できるのである。従って、これらの関数を視覚化するための基本的な考え方は、機能素のための適切な幾何学的表現ライブラリを開発することである。この研究ではこの機能素のための幾何学的表現ライブラリが構築された。情報表示の複雑性と運転員の認知負荷を軽減するために、お互いに近い関係にある関数同士はグループ化され、またグループ化された関数の幾何学的表現が定義され、“Functional Macro(機能マクロ)”という概念が提案された。さらに、機能モデルを如何にしてインターフェースディスプレイにマッピングするかを説明する数種類の手順が提案された。

この研究では、集中暖房システム(CHS)と原子力発電所の電気油圧式制御装置(EHC)を例として、機能モデルを使ったインターフェース設計のアプローチが示された。まず両システムの機能モデルが提案された機能素を用いて構築された。次にCHSとEHCシステムの機能モデルの中から幾つかの機能マクロが抽出され、それらに対応した幾何学的表現が開発された。最後に、提案されたマッピング原理を採用することで、CHSとEHCのインターフェースディスプレイが開発された。

機能素と幾何学的表現ライブラリ、そして機能マクロが再利用可能であることは、提案された設計方法が他の様々なプロセスシステムのインターフェース設計に適用できることを示唆している。