

CAIRNEY2におけるスキル知識の表現

2M-1

木山 稔 福原 美三  
NTT情報通信網研究所

1. はじめに

我々は知的CAIシステムCAIRNEY(ケルニ)を開発し[1]、ネットワーク設備の保守運用等の業務を中心に教材を作成している。上記のような教材では、装置の構成を理解し、ボタン等の部品の位置を把握し、操作方法を習得し、故障発生時に適切な対応が可能で、装置のメンタルモデルを学習者が形成することが必要であり、なかでも装置操作等の手続き的スキル習得の占める比率は高い。

従来、本システムではシーン(フレーム)をベースに学習者に教材を提示していたため、装置の簡単な概要を理解するための初心者用教材には十分適用可能であったが、装置操作方法を習得しメンタルモデルを形成するような中上級者用教材を作成するには不十分な点もあった。そこで装置の操作実習により手続きを習得し、メンタルモデル形成の手助けをするシミュレーション機能を新たに構築することにした。

本稿では、効率的に質の高い教材を提供するという観点からシミュレーション機能の具備すべき機能を明らかにし、ネットワーク装置の表現に適した知識表現を提案する。本機能を実際の教材作成に適用した結果についても述べる。

2. 開発方針

(1) 容易な教材作成

教材作成者はターゲットとする教材分野に関してはある程度の知識を有するが、情報処理技術に関して深い知識を有するとは限らない。教材は、プログラムレスで誰でも簡単に構築できることが必須条件である。

(2) 比較的浅いレベルの教材知識

教材作成者は装置開発者とは異なり、深いレベルの教材知識を有することはできない。比較的浅いレベルの知識だけで教材が作成できることが必要である。

(3) 熟練オペレータの教授法の具備

熟練オペレータは装置操作方法を教える際のいくつかのパターン化された教授法を持ち学習者のレベルにより使い分けている。システムがこの教授法を持つことにより学習効果を高めることができる。

(4) マルチメディアへの対応

手続き的スキル習得には、音声、動画等のマルチメディアを用いて学習することが効果的であると考える。

3. シミュレーション機能の階層構造

実際の装置操作の例を図1に示す。まず装置とそれを操作するオペレータが存在する。装置は単体で閉じていることはほとんどなく他のシステムと結合していることが多い。他システムからの外部要因により装置に故障等が起こり、初めて装置操作の目的が発生し手続きが決まる。オペレータは所定の操作を行うことになるが、熟練オペレータの手助けを受ける場合もある。

シミュレーション機能は上記の構成に対応して以下の3階層から成り(図2)、各階層は独立している。シミュレータ部とトレーニング部は教材作成を容易に行うために独立させている。シミュレータ部に複数のトレーニング部を設定することができるため、あらかじめシミュレータ部を作成しておけば容易にトレーニング部を追加していくことができる。

- ①シミュレータ部： 装置に対応する。装置自体の振る舞いを管理する。実際の装置を単純にシミュレートするだけの機能を有する。
- ②トレーニング部： 外部システムに対応する。故障等の具体的な症状に対する対処操作手順を管理する。症状はシミュレータ上に複数設定可能である。
- ③教授法部： 熟練オペレータに対応する。具体的な教授方法をもってトレーニング部で定義した操作を教授する。

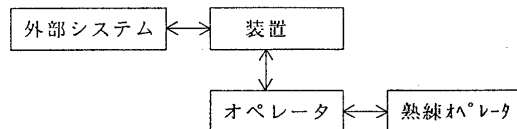


図1 装置操作モデル

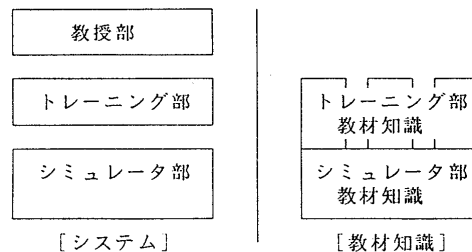
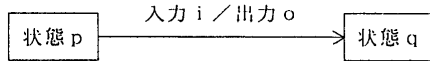


図2 シミュレーション機能の階層構造

## 4. シミュレータ部の知識

## (1) 基本表現

シミュレータ部の教材知識は装置の振る舞いを状態遷移図で表現する。



状態 p のとき、入力 i を受け取ると、出力 o を行い状態 q に推移する。入力、出力、状態の各々と実際の装置表現との対応、並びに本システムで提供する具体的な機能を以下に示す。

## ① 入力

[オブジェクト]

入力の対象となるもの。操作パネルのボタンや監視ディスプレイなどに対応し、オペレータの入力対象となるもの。本システムでは、ボタンとコンソールの 2 種類のオブジェクトを提供。

[イベント]

オペレータが起こす行動。操作パネルのボタン押下や監視ディスプレイからのコマンド投入などに相当。本システムでは、各オブジェクトに対応しマウスとキー入力の 2 種類のイベントを用意。

## ② 出力

入力に対する装置側の反応。オペレータが観測可能な事象。装置アラームランプの点灯消灯等を表現する。本システムでは、グラフィック描画、音声/動画の再生、オブジェクトの属性変更等を簡単に行える機能を有す。

## ③ 状態

装置の内部状態を表現。オペレータの入力により次々に変化する。

## (2) 系の導入

実際の装置を表現しようとしたとき、たとえ動作を簡略化して表現したとしても、極めて多数の状態を定義しなければならない場合がある。実際の装置は比較的独立した複数のサブシステムから成ることが多く、各サブシステム間の複合状態を表現するために状態数が多数必要になる。そこでサブシステム毎に知識を分割し、状態数を極力減らすことを考える。

状態の遷移に関し各々独立した状態遷移図をひとつの系としてグループ化する。ユーザからの入力は全ての系に平等にふり分け、各系毎に独立して状態は推移する。系同士は完全に独立しているわけではない。もちろん状態に関しては互いに独立しているが、オブジェクトに関しては共有を許している。

共有オブジェクトを使用する場合、系間の優先度を定義しておくことは有用である。本システムでは、①全ての系の状態が遷移②どの系の状態も遷移しない③最新に推移した状態をもつ系のみ遷移④最古に推移した状態をもつ系のみ遷移、を共有オブジェクトの属性

として設定し系間の優先度を定めることができる。

## 5. トレーニング部の知識

シミュレータ部は単純に装置の動作をシミュレートするだけなので教育的効果は薄い。教材作成者は、実際の故障等を想定し操作の具体的な教育目標を設定し操作手順を定義する。この知識がトレーニング部の教材知識である。トレーニング部の教材知識はシミュレータ部の教材知識と独立して作成する。教材作成者はまずシミュレータ部を作成し、次に定義された知識を利用しながらトレーニング部の教材知識を作成する。ひとつのシミュレータ部に対して複数のトレーニング項目を設定することができる。このように 2 つの教材知識を独立させることにより、

① トレーニング部はシミュレータ部を利用して作成するため簡単に作成することができる、

② シミュレータ部は複数のトレーニング部で共有するため教材のメンテナンスが容易、

等のメリットがある。

トレーニング部の教材知識の具体的な作成手順について説明する。まずシミュレーション教材知識を投入しておく。次に、教材作成者は故障等を想定した際の操作手順をシミュレータ部を実際に動かしながら入力する。この他に操作の説明文等を加えることで、トレーニング部の定義は完了する[2]。

学習者は、トレーニング部で定義された知識を、手本、体験、自由の 3 つの教授モードから選択し学ぶことができる。

## 6. 評価とまとめ

汎用プログラミング言語と本機能を用いて教材を作成した場合の教材作成工数を比較した(表 1)。

動作定義は本機能を使用した場合 15% に削減することができ、シーンや音声の実教材を作成する工数を加えた全体を比較した場合でも 27% に削減できた。

プログラミングスキルを持たない教材作成者が容易にしかも短期間でシミュレーション教材を作成できるという目標は十分に達成できることが確認できた。

表 1 工数の比較

比較対象	工数	工程 A (人月)	工程 B (人月)	総計 (人月)
プログラミング言語		6.5	1	7.5
本機能		1	1	2

[工程 A]: シミュレーションの動作定義 [工程 B]: 実教材の作成

## [参考文献]

[1] Fukuhara, Y., Kiyama, M., Nakata, K.: Multimedia Authoring System for Practical Scene-oriented IT S(CAIRNEY), ICOMMET, Tokyo, 1991.

[2] 木山、福原: 知的 C A I システム CAIRNEY におけるスキル知識の扱い、コンピュータと教育研究会 19-6、1991.