

## スクリプトと問題解決機能による

## 2B-6

## 双方向対話モニタ

川田 志津子 塚田 昌宏 渡辺 成良

群馬大学工学部

## 1. はじめに

システムが表示した演習問題を学習者が解いていく過程をモニタする機能は、システムと学習者との双方向対話を可能にするために必要である。このモニタは解答過程を追跡し、誤り診断や助言を行なう機能で構成される。筆者らは解答過程をスクリプトで表現し、学習者の解答状態をモニタする方法を提案した<sup>[1]</sup>。そこでは誤り原因を表示したり、学習者の助言要求に対してその時点で適切な解答方法を指示できた。これを電気回路演習システムとして構成したが、解答方法の指示だけでは解答を継続できない学習者に対応できず、また式を変形して解を導く過程の助言ができなかった。そこでシステムに問題解決の機能を追加し、スクリプトの改良を行なった。

## 2. スクリプト

電気回路の解法スクリプトをフレームで表現した。

```
solution([method, Track],
         [Scene1], [Scene2], [Scene3]) (1)
```

ここでmethodは解法スロットであり、Trackは枝電流法、ループ電流法、節点電位法を意味するeda, loop, settenのいずれかである。選択は解答記述の解析から行なえる。

## 2.1 場面表現

解法スクリプトの第2スロット以降は、解答過程を示す3つの場面である変数の定義、法則の適用、式の変形の過程を表現する。Scene1は以下のフレームで表現した。

```
eda : [define, [cur, A], [loop, B]] (2)
loop : [define, [loop, A], [loopcur, B]] (3)
setten : [define, [v, A]] (4)
```

学習者がある変数を正しく定義できた場合、その変数に対応するフィラー(AやB)の値が1つ減らされる。問題が表示される時点でその問題を解くために必要なAやBの値は定められており、それらが全て零となれば学習者は定義が完全にできたことになる。次のScene2は

```
eda : [use, [kvl, A], [kcl, B]] (5)
loop : [use, [kvl, A]] (6)
setten : [use, [kcl, A]] (7)
```

なるフレームである。同様にAとBの値は問題から計算できる。更にScene3では3つの解法とも以下で表現した。

```
[goal, G] (8)
```

ここでGには学習者が定義した答えとなる変数が入る。

## 2.2 モニタの機能

表示された問題に対し学習者は解答過程を日本語文や式で入力する。モニタは記述文を次のように解析する。

- (1) 記述を診断して誤りの有無を判定する。診断には文法、回路知識、演算知識、解答過程から得られ登録された正しい結果およびスクリプトを用いる。
- (2) 診断結果が正しい場合はその結果を登録し、スクリプトの対応するフィラーを変更して次の入力を持つ。
- (3) 誤りが発見されたら誤り原因の推定結果を表示する。
- (4) 記述が学習者からの解答助言要求の場合は次で説明する助言機能を動作させる。

## 3. 助言機能

助言には学習者の誤りの指摘と行き詰まりの解決がある。文献[1]では誤りの指摘が行なえ、行き詰まりに対してはスクリプトのフィラーの解析から次に処理すべきフィラーに対応する記述を入力するように助言できた。しかし問題解決の機能が無いために、どのように記述すれば良いかわからない場合に対処できなかった。

## 3.1 問題解決機能

枝電流法では回路に含まれる回路素子全てについて流れる電流を定義でき、この数から素子の接続点(節点)の数を引いて1を加えた数に等しいループを定義できる必要がある。ループは互いに独立でなければならない。問題が解けるためにはこの定義した変数の数に等しい数の方程式を作らなければならない。そこで零電位の節点を除く全ての節点とループにキルヒホフの電流則(kcl)と電圧則(kvl)を適用する。この機能は学習者の記述を追跡し、次のようにして達成した。

(1) 問題の回路データとその時点までに出現した素子や節点を調べる。

(2) 未だ使用されていない素子や節点を用いて解答文を入力するように助言する。また

(3) 初めに回路データを用いて回路の全ループを求めて登録し、学習者の定義したループと独立なものを選り出して助言する。

ループ電流法では独立なループの定義とそれらのループにkvlを適用できればよい。これは(3)により達成できる。また節点電位法では回路データから得られる節点の中で登録された節点以外のもに対して、電位の定義やkclの適用を助言することになる。

## 3.2 助言の例

```
you> [r1 r2 r3]をループ1とする。
# [r1 r2 r3]はループを形成しない。
you>ループはどう定義しますか。
[r1 r3 r4 r2]がループになっています。
you> [r1 r2 r4 r3]をループ1とする。
you> [r1 r2 r5]をループ2とする。
you> [r3 r4 r5]をループ3とする。
# [r3 r4 r5]は独立していない。
you>どうループを定義しますか。
[r4 e r1 r5]がループになっています。
you> [e r1 r5 r4]をループ3とする。
you> [e r1 r3]をループ4とする。
# [e r3 r1]は独立していない。
you>どうループを定義しますか。
#必要なループは全て定義できました。
```

```
you>ex5をex4に代入し、ex6を得る。
you>e=i2*r1+i2*r2*r1/r3+i2*r2.
you>答えはex6となる。
#それは答えではない。
you>ex6をi2について解き、ex7となる。
you>i2=e*r3/(r1*r2+r2*r3+r3*r1).
you>答えはex7である。
** 正解です。おめでとう!! **
```

## 4. おわりに

システムに問題解決機能を持たせスクリプトに式変形場面を追加して双方向対話機能を実現した。今後はスクリプトをより詳細にし、モニタ結果の評価から学習者の理解状態に適合した問題の選択法を確立する必要がある。

文献 [1] 渡辺、尾池: スクリプトと定性的シミュレーションによる個別指導システム、情報処理学会シンポジウム論文集、Vol. 88, No. 6, 81-89 (1988)