

BASIC言語実習教育助言システム
BSADVの教材知識構造

対馬 勝英, 加賀 英徳, 藤井 研一^{*}
(大阪電気通信大学, 大阪大学^{*})

Tsushima Katsuhide, Kaga hiddenori
and Fujii Kenichi^{*}
(Osaka Electro-Communication Univ.,
Osaka Univ.^{*})

1. BSADVver1.0^{1), 2)}

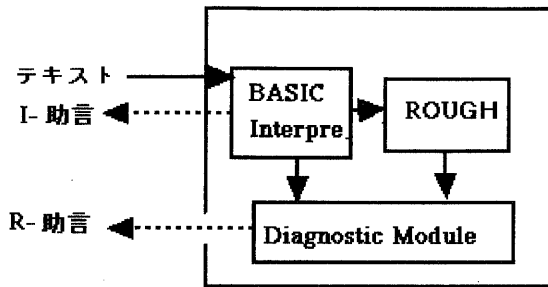
我々は永年にわたり, BASICを用いた対話型情報処理実習教育に於て利用する助言システムBSADVの開発を行なってきた。これは教員の主導のもとで課題提示型の演習を行なう際, チュータでは個別に対応しにくい定型的な助言を生成する目的で開発された。学習者が実習で使用するコンピュータ上で, インタプリタによる学習環境を保存したまま, 助言機能を強化することを狙いとした。

BSADVの設計理念として

- ①インタプリタによる文法に関するエラーの指摘に助言機能を付加したい。
- ②教員の提示した課題の題意に関するエラーの指摘と助言を行ないたい。
- ③学習者のテキストのみを参照して助言を行なう。学習者に質問はせずに助言を行ないたい。
- ④教員が題意と共に用意した複数箇の解答テキストと学習者の解答プログラムのマッチングにより助言を生成する。
- ⑤システムは単なるパターンマッチングを用いた二つのテキストの比較という簡単な戦略に基づいたラフな助言を返す。次に段階的に詳細な助言を生成するが対話型学習を支援する目的より学習者は一つの助言のみで自らの誤りに関して気付くことを期待されている。
- ⑥学習者のモデルを持たずに助言を生成する方式をとる。
- ⑦テキストを表面的なレベル以上に理解する機構なしに助言を生成することを試みる。

等を採用した。この非常に簡単な構造を採用した理由を以下に示す。

- 1) BSADVは90分の実習において有効に実習を支援することを期待した。従って, 単なるCAIのように学習者とシステムの対話に限りなく時間を消費することは許されない。
- 2) 実習において教員, チュータの実際に行なう助言の殆どは上記の⑤, ⑥, ⑦のレベルの程度の表面的なものが殆どであり, それで教育効果が上がっている。
- 3) BSADVはチュータの存在する実習室で利用する。従って, 全ての助言をシステムが行なうのではなく, チュータとシステムが相補的に助言を行なう運営を前提とした。
- 4) 学習者に心理的な割込を生じるQ/Aを行わずに助言できるシステムでないとこのシステムを利用する非熟達者にはかえって利用しにくいものとなる。
- 5) 学習者, テキスト, 教材の構造を理解する機能を用いずにどれだけの助言を生成できるかを知ることはこの分野の教育の本質を理解する上で興味のあることである。
- 6) ⑥, ⑦に関して深い理解を伴うシステムは実習用パソコンには重過ぎる。
- 7) 実習においては文法的な助言でなく題意に関する助言の必要性が高い。これに対応するには自然言語として題意を解釈することが難しいので, 正解テキストを登録する方式を採らざるを得ない。



1 図 BSADV-ver. 1 の構造

ROUGH: ラフモジュール

これが1983年頃のBSADVの設計理念を支える決断であった。これ以前に実習における教員の助言より蒐集したエキスパートルールを持つ純エキスパートシステムを用いたシステムの構築も行なったがこれは成功しなかった。

2. BSADV-ver 2^{3), 4)}

1で採用した設計理念に基づいたBSADV-ver 1は実習においてある程度の支援を行なうことはできたが以下の欠陥を持っていた。(1図)

- 1) 助言が表面的なものになる。
- 2) 助言の間の優先度が決定しにくく、その助言の質がマチマチになる。
- 3) 人間の教員に比較して半分程度のミスに対してしか助言しない。

しかし、このシステムでも学習者を有効に支援しており、実習における学習者の試行錯誤を奨励する点ではこのレベルの助言にとどめるのも一つの見切りである。学習者はインタプリタの助言(I助言)は常に入手できるのでシステムよりインタプリタでは返せないタイプの助言を若干貰うだけで演習は相当進行する。また、学習者はチュートより自然言語による助言を入手することができる。このタイプのシステムは学習者にインタプリタ上で試行錯誤を許すので学習者を受動的にせず、通常のインタプリタのみによる教育よりは教育的成功を期待できるものである。

教員のシステムの外部で行なう演習の運営(課題の提示、問題点の呈示)と併せて、マンマ

シンシステムとして環境型CAI(または、CAL環境を形成していると云えよう。

本来、BSADVはBASICインタプリタのみに支援されたのでは成功しない学習者を対象としたものであり、2図のレベルBの学習者には有効に機能する。レベルCの学習者に対してはこの様なテキストの構造の理解機構を持たないシステムは有効な対応をしにくい。レベルCの学習者は変数、制御などの基本的な概念すら持てない場合もあり、それらに関する誤解がエラーをもたらししている場合が多い。これに対応するにはシステムにBASICテキストの構造と教材の構造、学習者の構造等に関する理解機能を持たす必要がある。

BSADV-ver 2に於て我々はシステムに制御構造を理解する機能、データフローを理解する機能を付加した。3図に示したようにI助言、R助言に加えて、S助言と名付けたテキストの構造理解に基づく助言を教師テキストと学習者テキストの各々の理解リストの比較により助言を生成する戦略を構築した。ここでは、BASICの教材の構造は用いていない。あくまで、学習者に関するモデルを生成することなく助言を生成する試みを行なっている。

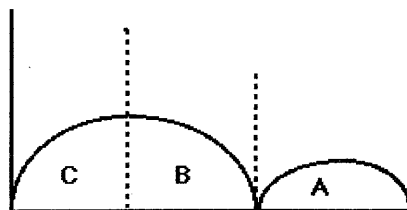
ただ、このレベルのシステムには『隠れたコンパイラ』を具備して、テキストの全体を眺めてエラーを指摘する機能が用意されている。学習者は、インタプリタ型の助言のみならず、コンパイラによる解析に依るらねば獲得できない文法的事項に関する助言も入手できる。通常のコンパイラとの差は正解テキストとのマッチン

グ戦略により題意の意味を間接的に取り込んだ助言の生成が可能な点である。

このレベルでの助言生成の戦略はあくまで、教員の登録したテキストとの比較を主としたものである。単に、表面的に比較するのではなく、理解モジュールを通して生成した理解リストの比較を行なうので、ver1に比較してある程度深い助言を生成できる。この場合、テキストはコンパイラとしての解析を通した理解リストを生成する。(4図)

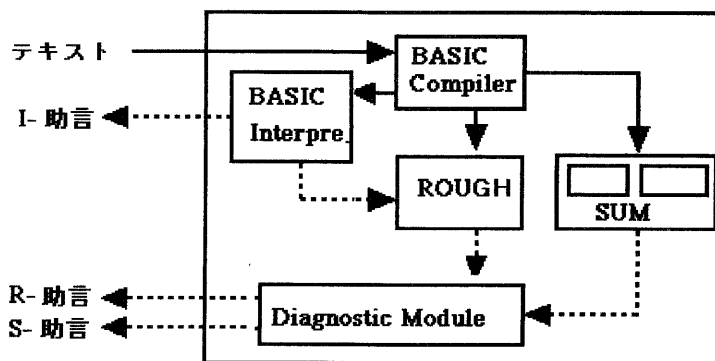
3. BSADVの教育的な特徴

ver2.0までのBSADVは学習者のBASICの概念の理解の構造とそれを確認する設問よりなる教材のネットワークは持っていない。課題を提起する時点での学習者の理解の状態がほぼ、同程度であるとの暗黙の前提のもとで教員は演習を設計するが、その前提が満たされない場合に、学習者はBSADVでは対応のできない基本的で意味に関わるミスを犯す。特に教員が未熟な場合にBSADVで対応できない状況が生じがちである。その教員は教材のネットワークを意識した教育を行なうレベルに達していないために、不適切な課題を提示することが多い。



2図 BSADVの対象者の分類

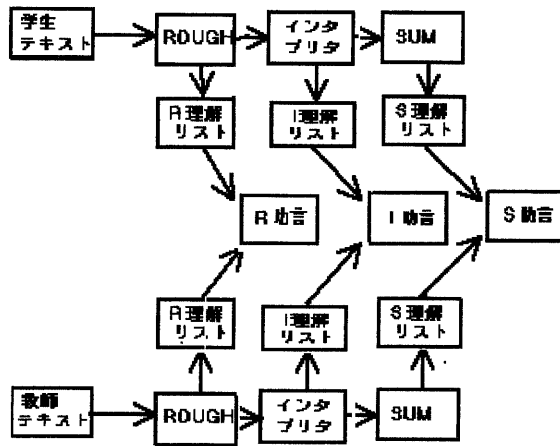
知的CAIは独習形態を前提としており、システムは学習者のモデルを同定するためにQ/Aを課し分解能の高い教授を試みることが多い。しかし教員がその場で提示した課題を解答させる方式の演習においては学習のリアルタイム性を排除することはできない。5図に示したカリキュラムネットのみを前提とした唯一の教授戦略をとることはできない。教員の課題は集団の個々に対して論理的に無理のないものであるとは限らない。従って、教員の課題の強制は特定の個人に対しては理解できない課題を提起したり、陳腐な課題を押し付けたり種々の教育的なノイズを撒き散らす可能性もある。



3 図 BSADV-ver.2 の構造

ROUGH: ラフモジュール

SUM : 構造解析モジュール



4図 R助言先行方式 (比較方式)

しかし、現実の教育はそのような乱雑な環境に於て行なわれるものである。そこでの教員の課題の種々の意図の推察や戦略の発見や問題解決学習を行なうことにより学習者は成長する。論理的に最適な教授を与えさえすれば教育が成功すると考えるのは余りに受手としての学習者の発達を期待しない教育観である。BSADVのような演習支援システムは知的CAIとは別の意味で困難な境界条件を課せられたものである。

BSADVは助言システムであり、教材構造に関わる分析や書き切った教育戦略に基づいた積極的な教授は行なわない。学習者の作成したプログラムに関する種々のエラーの指摘を行なうだけである。それが単なる文法的なものだけでなく、題意に関する指摘とそれに関連した助言を行なう所にBSADVの特徴がある。演習における解説、総括は教員に行なわせ、局限されたドリルである演習において学習者を成功に導くための支援を行なうものである。これはマンマシンハイブリッドシステムとしての電算機実習において、人間としての教師の役割と、個別対応を行なうマシンの役割の分割に対する一つの提案でもある。

BSADVの新しい利用法

我々の運営するセンターは複数の教場を持つので実習に失敗する学習者に対してはより易しい課題を課して別のコースの教育を行なうことが行なわれる。そこでは現在の課題にいたる別の演習を行なうことが可能である。これを教授により行なうことはできるが、実習のなかで発見的に課題を解決させようという我々の教育理念よりはまず、実習を課す方式を選びたい。この目的を達成するためにシステムに一連のより易しい課題を選択させるためにシステムは内部にBASICのカリキュラムネットを持ち、その切断を認識して助言を生成する機能を持つ必要がある。このシステムはある種の学習者モデルを生成する機能を持つことができるのは言うまでもない。

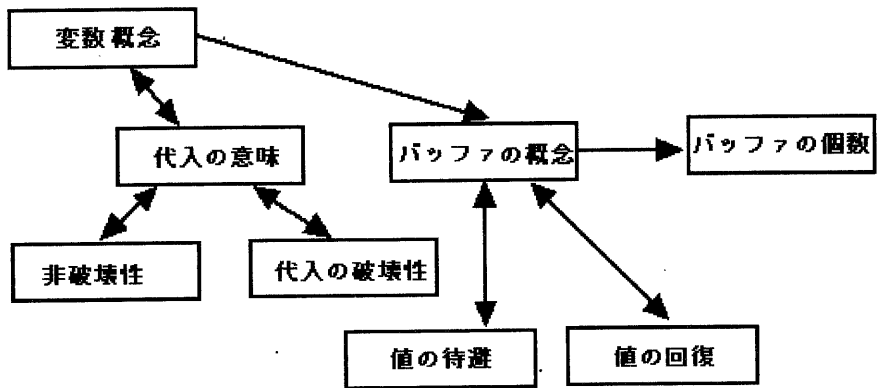
しかし、この方式で学習者のモデルを同定するには課題の提示と解答の診断のみでなく、いくつかのQ/Aを行なわざるを得ない。これは、1で述べたBSADVの設計理念と抵触するものであり、これは実習時に於ては使用するものではないと我々は考えている。従って、BSADVはあくまで実際の実習と同じスタイルの教育をシミュレートするものとして捉えている。このためには 図に示したカリキュラムネット

トの各要素に予め課題を用意し、かつ、正解テキストを用意している。これにより、課題そのものが教員に提示されるか、システムに提示されるかを別にするとほぼ同じ形での実習が別コースにおいても可能となり、BSADVはこの個別学習を支援することができる。

別のコースでの失敗者の支援は演習を課すより教授を行なうほうが有効かもしれない。しかし、対話型コンピュータを用いた実習では教え込みはできる限り避けるものである。また、BSADVは学習者のバグをモデル化するような戦略をとっていない。しかし、教員の行なう助言はバグをモデル化して利用しているように見える。これと現在のBSADVの戦略の併用は今後の課題である。

[参 考 文 献]

1. 対馬, 加賀, 「BASIC学習のためのパーソナルコンピュータによるCAIの仕様設計」, CAI学会全国大会発表論文集, (1982).
2. 対馬, 加賀, 「BASIC誤答診断システムBSDIAGの知識構造」, CAI学会全国大会発表論文集, 111, (1984).
3. 対馬, 加賀, 瀧川, 「BASICを用いた対話型情報処理実習教育のCBE化」, CAI学会誌, 5, 4, 1, (1988).
4. H. Kaga, K. Nakamura and K. Tsushima, "An Advisory System for BASIC Exercise", Proc. of Int. Conf. on ARCE, 343, (1990).



5図 バッファ概念に関する教材のネットの例

各概念の理解を確認する例題(設問)が各々の要素に添付されている。教員の課題“Aの値が12,Bの値が13のとき,それらの値を交換せよ”に関してこの概念の理解に関するネットがアクティブになる。