

C A I 記述言語 TEACHTRAN の会話形サービスへの適用

武市宣之

津田順司

(日立中央研究所)

1. まえがき

電子計算機を利用した個人別教育システムは C A I (Computer Assisted Instruction) と呼ばれ、近年その有用性が認識されている。筆者らは C A I を実用化する上での基本的問題を解決することを目標として、ミニコンピュータ (H I T A C - 10) を使用して実用性を重視したシステムを立案し試作した¹⁾。システムの性能は H I T A C - 10 を用いて 50 ~ 100 人の生徒学習において 3 秒以内に返事を返す能力がある²⁾。従来米国で中形以上の計算機を用いていたシステムにくらべ、ミニコンピュータを用いたことにより機能を落とさなくとも計算機費用を大中に低減できた。

C A I において、学習プログラムが教育効果を直接左右すること、学習プログラムの準備が能率良くおこなえる様に考慮されていることが必須なことから、学習プログラムを記述するのに適した簡便なプログラミング言語を考案する必要が生じた。そこで学習プログラム記述言語の具備要件を考察し、TEACHTRAN (TEACHing logic TRANslator) と名づけた専用言語を開発した³⁾。

TEACHTRAN は次に述べる諸点についてくふうを行なった。まず、わが国の C A I では文字の多様性に問題があるが、これに対してはスライド、CRT ディスプレイおよび音声による教材提示を中心として考え、言語においてもこれらの機器が制御できるよう考慮した。

融通性の高い記述能力を実現する観点からは、プログラムの分岐条件として従来考えられている生徒応答、学習記録、応答制限時間の他に生徒要求をも考慮し、これらの分岐条件を含む一般的な学習の流れを想定して、その範囲内のすべての学習ロジックを受け入れられる様にした。言語の構成を立案するにあたっては、問題向きの最適言語とすることを第一の目標とした。そのために学習の流れ図を出発点として考え、この流れ図を記述するのに適した形に記述機能をマクロ化することを考えた。学習の流れ図がシステム・生徒間の提示応答関係を規定する部分と、生徒の応答結果にもとづいてプログラムの分岐や評価をおこなう部分とに分離した。さらに処理部分については、流れ図において分岐とそれに伴う評価計算が直列に配置されることから、これらが対応よく記述できる様に分岐命令とそれに伴う評価計算が並記できる複合命令形式とした。なお TEACHTRAN の構成方法、基本的な考え方は、C A I 言語標準化委員会によって提案された標準言語第一案⁴⁾の母体となっている。

T V 端末を用いた会話サービスをおこなう Video 情報提供システムを今回新たに開発した。ここでは C A I の他に情報検索、案内、予約など多種類の会話サービスを実施することを考えた。TEACHTRAN は、端末の各種の入出力機器が容易に使える様言語機能が配慮されていること⁵⁾、また C A I 以外の会話サービスも C A I の会話手順と統一するために C A I 以外の会話サービスプログラムを TEACHTRAN を用いて記述することを検討した。多枚選択形式の検索や案内は TEACHTRAN で容易に記述できるが、キーワードの組み合わせによる検索や、予約の記述は TEACHTRAN では機能不足であることがわかった。TEACHTRAN

をどう拡張すべきか機能拡張についての指針を得た。さらにその検討を通じて、複雑な処理や大量のファイル参照をとらなう会話サービスに対しては、もう1台それ専用の情報処理計算機を接続する構成方法が1台構成方式よりすぐれていることが判明した。

2. 試作CAIシステムの構成

試作CAIシステムの構成を図1に示す。学習制御計算機、端末制御計算機ともにミニコンピュータHITAC-10を用いて構成している。学習制御計算機は学習プログラムに従って生徒ごとの教材の提示や、生徒応答の判定処理などの制御を多重処理方式で実行する。

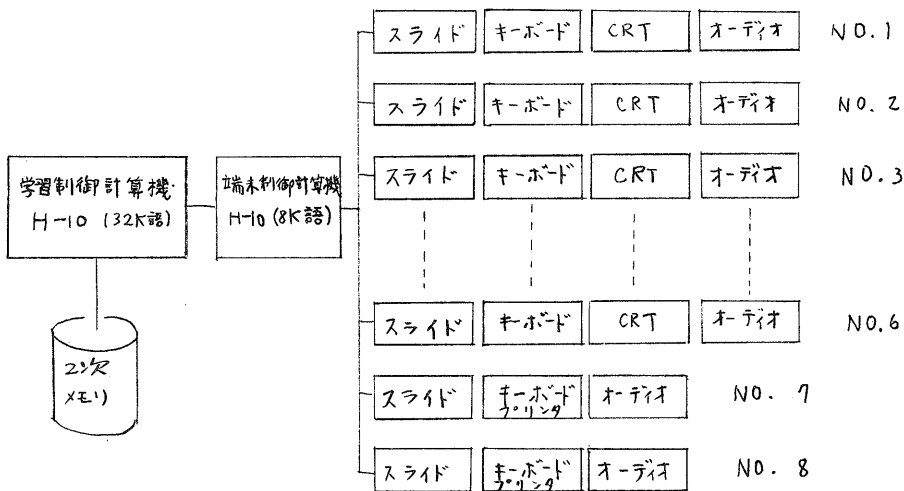


図1 CAIシステムの構成

端末制御計算機は多数の学習端末機器の同時動作を制御する専門装置として使用する。二次メモリはディスクで、システムプログラムのライブラリ、学習プログラムのライブラリ、および生徒の学習経過記録をオンラインファイルとして記憶する。生徒用の学習端末機器としては、キーボード、プリンタ、ランダムアクセススライド、ランダムアクセスオーディオ、CRTディスプレイなど多種類のものを接続可能とした。また我が国のCAIの特殊性として漢字など日本文字の多様性の問題があるが、その対策としては画像や音声による教材提示を中心とした端末構成をとることとし、キーボードについてはかな文字の入力ができる様に考慮した。生徒の応答手段としてはキーボードを基本として考え、これにはメッセージキーと応答キーの2種類をもうけてある。メッセージキーは文字・記号を入力する通常のキーで、応答キーは応答の種類を示すとともに応答の終了を示すためのキーである。応答キーとしては、ANS, NEXT, HINT, OK, CA, REV, CALL, RETURNの8個を設けている。さらにCRTディスプレイについては、応答手段としてライトペンの使用が可能である。

3. TEACHTRANの構成

言語の構成を決めるにあたって、学習プログラム記述言語の性格を考慮し、教

育者にとって理解しやすい簡便な言語となることを第1の目標とした。そのため、具体的には計算機的な複雑な論理記述の必要性はできるかぎり排除することとし、学習プログラムの構造にあわせて記述機能のマクロ化を行ない、少数の基本的な命令 (Statement) によって言語を構成することを考えた。

さて、記述機能のマクロ化は学習の流れ図 (フローチャート) を基にして行ない、教育者が流れ図との対応において直観的に理解しやすい形でプログラムが書けるように考慮した。CAIの学習ステップを流れ図に表わすと、図2に示すような一般的な形に要約することができる。これは四つの部分から成る。つまり、

- (1) 教材 (問題や説明) の提示。
- (2) それに対応する生徒の応答。
- (3) 応答結果や学習経過に基づくプログラムの分岐。
- (4) 結果の評価。

である。(1)、(2)項はシステム・生徒間の提示応答関係を表わし、(3)、(4)項は応答結果を判定・評価するための処理手順を表わす部分である。ここでは前者を提示部分、処理部分と呼ぶ。

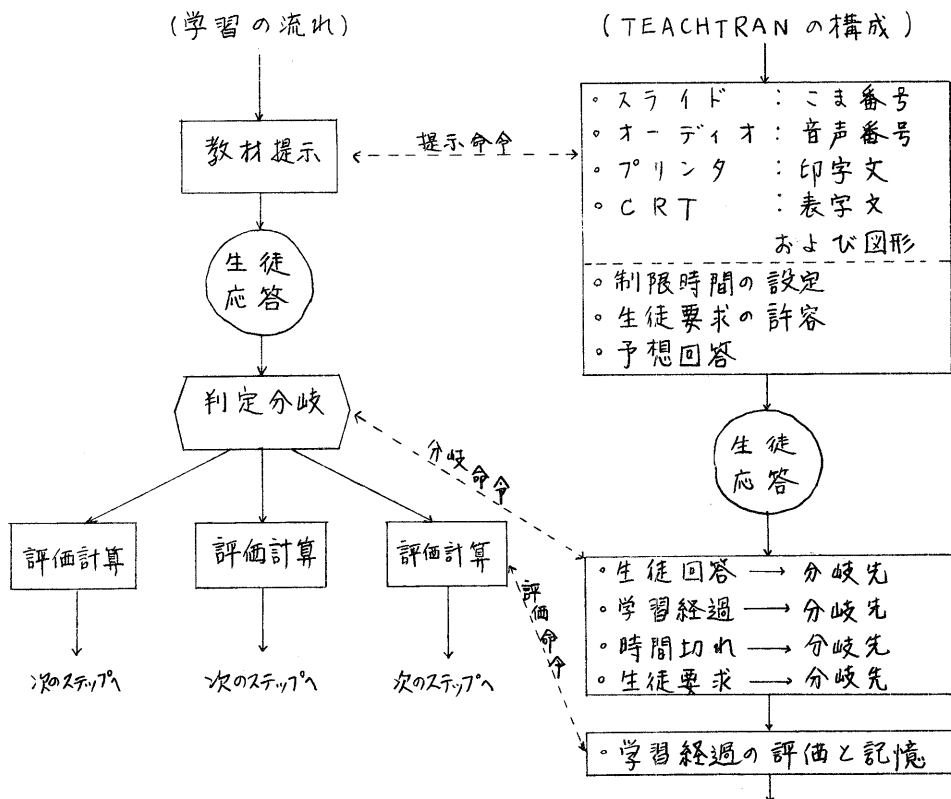


図2 学習の流れと TEACHTRAN の構成

ここで問題となるのは、生徒回答の判定処理の取り扱いである。CAIにおける生徒回答の判定としては、予想回答とのパターン一致の判定が基本であるが、そのほか、ある誤差範囲内での数値的一致の判定、キーワードの存在判定、数式の導微性の判定など、場合に応じて種々の判定をおこなうことが必要になる。

ところが、このような判定をおこなうには、一般に文字連系の操作を含む複雑な処理手順の記述が必要となるから、これを学習プログラム作成者に負担させることは適当ではないと考えられる。また、これを言語の記述範囲として考慮することは、言語をきわめて複雑なものとする。このことから TEACHTRAN では、回答判定のための命令は設けず、そのためのルーチンをシステムにおいて準備することとした。そしてパターン一致による判定を基本とし、その他のものも任意にシステムに組み込んで AID 命令で呼出せる様にした。

次に処理部分で記述すべき内容は、生徒の応答結果に基づいて評価することと、プログラムの分岐をおこなうことの二つである。評価については、TEACHTRAN ではある事象が生起したことを記憶するためのスイッチと得点計算などを行なうための累算器を設けており、整数の加減算の範囲で任意の評価計算を可能としている。現状で考えうる範囲の学習プログラムにおいては、この程度の評価計算がおこなえればじゅうぶんであるが、さらに高度の評価機能の要求に対しては、さきに述べた様な機能のマクロ化の方向で対処するか新しくステートメントを用意するとか言語機能を拡張して対処するか二つの方向が考えられる。両方をうまく使いわけて、対処するのがよいと考える。

分岐機能については、上記の応答結果および評価計算を分岐条件とする分岐命令 (Branching statement) を設けた。学習プログラムにおいては評価計算は各判定結果に対応してなされることが多いことから、この関係が便利に記述できることを考慮して、分岐命令と評価命令を組み合わせて複合命令形式の表現ができるようにくふうした。

図 2 は、以上に述べてきた TEACHTRAN の構成と学習の流れとの対応をまとめたものである。

4. TEACHTRAN の説明

TEACHTRAN について説明する。TEACHTRAN は学習の流れ図の各段階に対応して、

- (1) 提示命令 (Presentation Statement)
- (2) 分岐命令 (Branching Statement)
- (3) 評価命令 (Assignment Statement)
- (4) 若干の制御用雑命令

とから構成される。

4.1 提示命令

提示命令は前章で説明した提示応答関係のデータを指定するための命令で、問題提示の場合と説明提示の場合とでは若干の差異がある。問題提示の場合の命令は次のとおりである。

- (1) Q_i SLIDE j
- (2) TAPE k
- (3) (C) TYPE "ABC ----" (m, n) / (m', n')
- (4) (C) DRAW (x_0, y_0) (x_1, y_1) ----- (x_n, y_n) / (x_{n+1}, y_{n+1}) -----
(x_m, y_m) / -----
- (5) TIME l SEC
- (6) ANS "ABC ----" / "A'B'C' ----" / -----
- (7) ANS ($x_0 \sim x_1, y_0 \sim y_1$) / ($x_2 \sim x_3, y_2 \sim y_3$) / -----

(8) REQ HINT/CANS

(11) の Qi はラベルで、一連の提示命令の先頭につけ、その問題の番号を表す。

4.2 分岐命令

上記提示命令の実行は、そこで指定された応答条件のいずれかが満たされたときに終了する。通常、その後には分岐命令が続き、次に提示すべき教材が選択される。分岐命令は分岐機能と評価機能と同時に指定できる様な複合命令の形式にしていることはすでに述べた。分岐命令として用意しているものは次のとおりである。

(9) i IF ANS n → Destination / Assignment Statements

(D./A.)

(10) IF TIME UP → D. / A.

(11) IF HINT → D. / A.

(12) IF CANS → D. / A.

(13) IF SW n → D. / A.

(14) IF ACC n ≥ ACC n' (or N) → D./A.

ここで D./A. と表わした部分の一般形は $C_i \rightarrow \text{Label} / \text{評価命令} / \text{評価命令} / \dots$ である。Ci は挿入文の Label である。

4.3 評価命令

評価命令はスイッチや累算器の内容を変更するための命令で、生徒の応答を評価したり、学習経過を記録したりする目的に使用する。

(15) → D./A. 分岐命令に属する。

(16) i SW n = 1 (or 0)

(17) SW = 1 (or 0)

(18) ACC n = ±A ± B

ここに A および B は ACC n' または整数 N を表わす。

4.4 その他の命令

(19) 教科名

(20) 注釈文

(21) END

(22) RECORD

(24) SPRECORD

(25) AID n

(19) は学習プログラムの名前を定義するもので、プログラムの先頭につけられる。生徒はこの名前によって学習プログラムを呼出し、サービスをうける。学習プログラムの終りは END で示す。RECORD, SPRECORD はそれぞれ学習記録の開始および停止を指示する制御命令である。AID n は前章で説明したとおり、システムで用意したマクロ機能と呼出すための命令で、生徒回答の判定処理や、高度の評価機能などをその対象として想定している。

4.5 学習プログラムの例

学習プログラム記述言語としての TEACHTRAN の記述能力と簡便さを示すために一つの適用例を示す。これは図3に示すフローチャートをプログラムしたものである。

- (1) ACC1=0
- (2) Q 10 SLIDE 5
- (3) ANS "BOOK"
- (4) ACC1 = ACC1 + 1
- (5) IF ANS1 → 10
- (6) IF ACC1=2 → C10 → Q10
- (7) IF ACC1=3 → C20 → Q10
- (8) → C30/ACC2 = ACC2 - 3
- (9) IF ACC1 <= 2 → Q11/
ACC2 = ACC2 + 5
- (10) → Q11
- (11) C10 TYPE "NO, TRY AGAIN."
- (12) TIME 2 SEC

以上の例から想像されるとおり、TEACHTRAN によれば種々の学習ロジックを実現することが可能であり、またフローチャートとの対応において直観的に理解しやすい形でプログラムが記述できることがわかる。

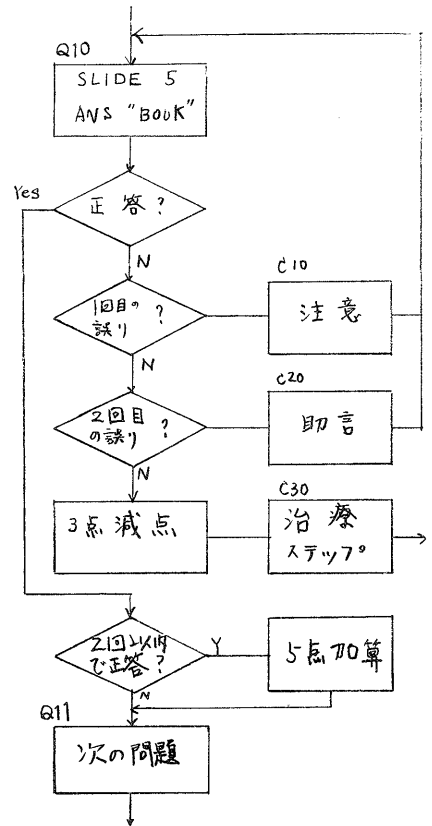


図3 学習のフローチャート例

5. 会話サービスの通用

5.1 ビデオ情報提供システム

画像ファイルをセンタに集中した、筆者らが実験用に開発したビデオ情報提供システムの構成を図4に示す。端末はTV、キーボード、制御装置および静止画用リフレッシュメモリから成り、静止画像による会話サービスをこなすシステムである。画像ファイルを採用したこと、伝送路として同軸ケーブルを用いたことからホテルにおける案内や予約サービス、大学や研究所における検索サービスにビデオ情報提供システムは利用できる。CAIの他検索、案内、予約など多種類の会話サービスに適用できる。

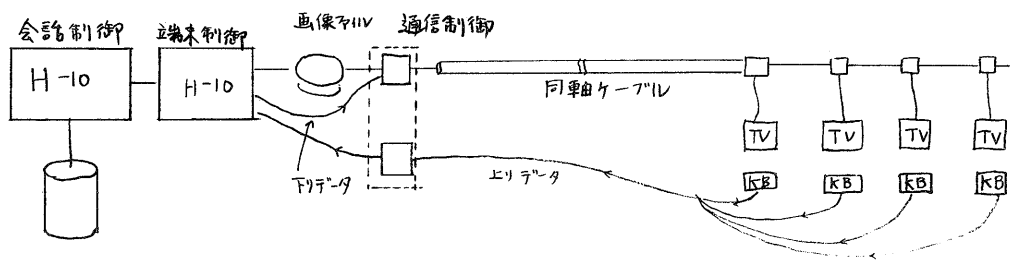


図4 ビデオ情報提供システム

そこで情報検索、案内、予約などの会話サービスの記述に TEACHTRAN を用いることを検討した。TEACHTRAN を用いる理由は、TEACHTRAN が CAI における会話を記述することを目標として開発された言語であることからこれらのサービスも記述できると考えたこと、各種の端末機器が容易に使えるように配慮されていること、さらに CAI と同じ会話原理にもと~~よ~~きだと考えたことによる。

東京レストランガイドとホテル予約を例にとり具体的サービスモデルを想定し TEACHTRAN の適用を検討する。

5.2 検索サービスの適用

東京レストランガイドのプログラムフローを図5に示す。案内サービスであるが、目的のものがみつければ案内を取りやめるので、利用者からみれば生活情報検索の一つの様式と考えることができる。図5は、最初の端末応答で料理を西洋、中国、日本の中から選び、次の応答で細項目を選び、次に費用を指定し、店を知らせてもらうようになっている。図はサービスの基本となる骨格で、実際のプログラムはもっと複雑になっている。

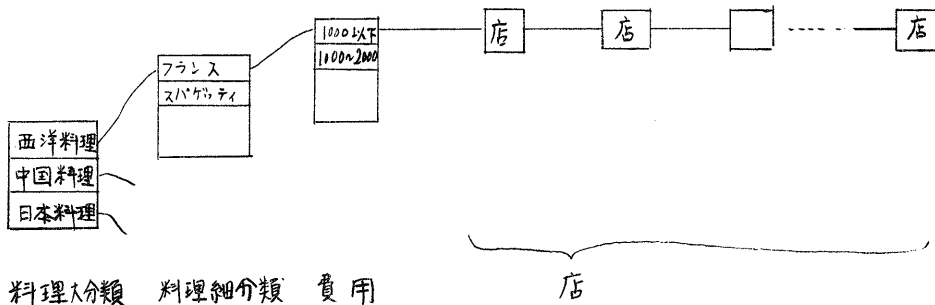


図5 東京レストランガイド

図5の様な多岐選択をくり返して、目的の情報を得る形式の情報検索は、端末応答一致がパターン一致になるので、現在の TEACHTRAN で記述できる。

しかし文献検索の様な、論文名、関係分野名、発表年月日、著者など、キーワードの組み合わせによる検索の場合は、利用者の入力文字列の処理、文献表の探索などの機能が必要である。従ってデータ処理とファイル処理の機能を TEACHTRAN に追加する必要がある。

5.3 ホテル予約の適用

ホテル予約の例を図6に示す。この予約サービスを実現するためには、

- (1) 日時、名前など端末入力文字列のフォーマット検査、バッファリングの機能を TEACHTRAN に加えること。
- (2) 予約ファイル調査、予約ファイル read、処理、記入などファイル参照と参照したファイルの内容を処理する機能を TEACHTRAN に加えること。

が必要である。

6. TEACHTRAN の拡張

TEACHTRAN の端末応答処理はもともとパターン一致を想定して作った言語であるのでデータ処理機能としては、16コの ACC と 16コの SW があるだ

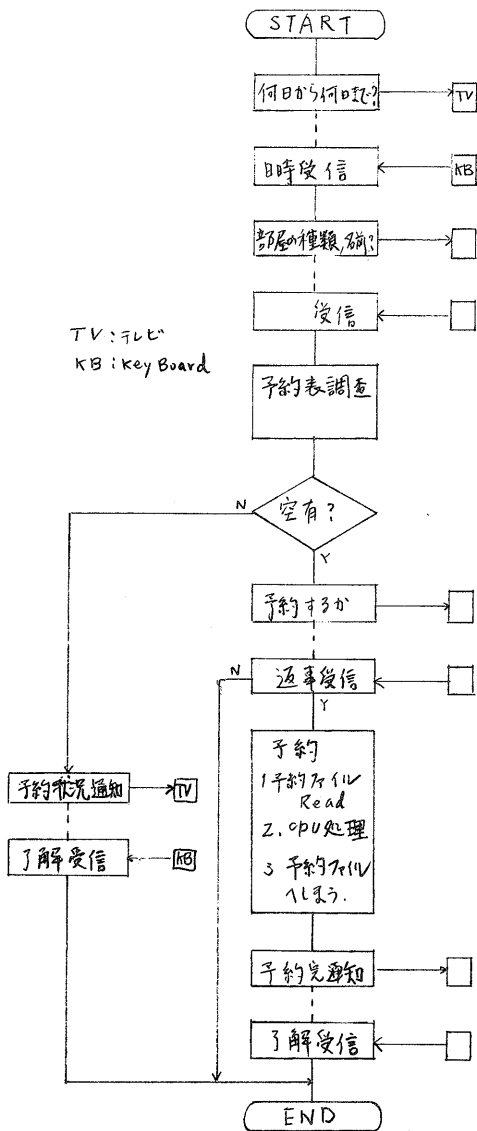


図6 ホテル予約の例

けである。そこで機能拡張としては、

- (1) ACC を64あるいは256と大巾に増やすこと。
- (2) ACCの内容をTYPE Out 出来ること。
- (3) ACCに端末入力文字が取り込めること。
- (4) 整数の他に文字列の演算ができること。

なる案が考えられる。ACCの数を増やしかつ用途を広げれば、TEACH TRANの基本的考えを守りながら、機能拡張がはかれる。他に予約ファイルの処理や、文献テーブル参照のために、

- (5) ディスクに登録されたデータファイルが参照できること。

が必要である。ただしこの場合、Table Look Upのために、添字変数を含めると便利であるが、ミニコンピュータの場合技術的にむづかしいと考える。

7. 情報処理計算機

文献検索や予約サービスを實現する方法として、制御を簡単にするとという理由から、会話言語の機能拡張とはちがった別の面からの現実方法が考えられる。検索や予約のために、ファイル参照や大量で複雑なデータ処理専用の情報処理計算機を上位に接続するシステム構成をとることである。図7に示す。会話制御計算機は会話制御に専念し、複雑な処理は上位の計算機に依頼するという考えである。この方式は(1)予約、検索の大量・複雑な処理で会話サービスがいやまされないので、会話サービスの応答性が良いこと、(2)会話制御の方で情報処理

計算機への処理要求を *Queuing* すれば、情報処理計算機は *Single Program* の制御で良いので実現性が容易なこと、(3) *TEACHTRAN* は *ACC* を増やし用途を広げることと情報処理計算機との入出力マクロを用意すればシステムのサービス機能は入中にふえるなどの特徴がある。情報処理計算機の機能を会話制御計算機が持つ構成より情報処理計算機を新たに接続した構成の方がすぐれていると考える。

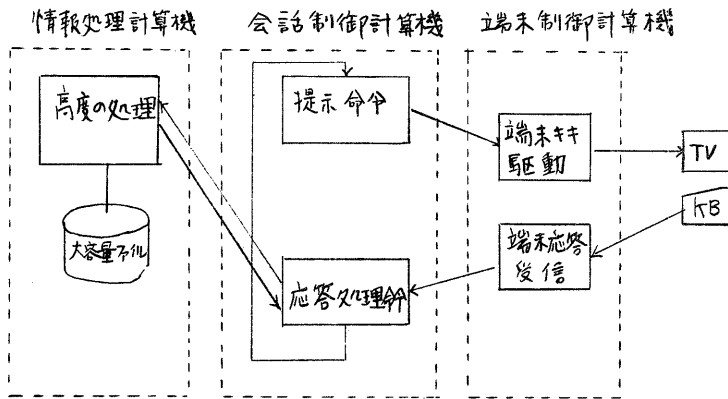


図7 会話サービスにおける計算機構成

8. むすび

CAIのサービスの様式が計算機からの端末への提示、端末からの応答、端末からの応答の判定、評価、処理、それに対する計算機からの提示をくり返すことにより進む様式であることから、*TEACHTRAN*の会話記述機能をCAI以外の会話サービスへ適用することを検討した。多岐選択形式の検索にはそのまま適用できる。キーワード検索や予約サービスの場合には、*TEACHTRAN*のデータ処理機能を強化し、ファイルが参照できる様に機能拡張する必要があるという結論を得た。本検討を通じて、情報処理計算機を会話制御計算機の上に接続する構成が会話システムの構成としてすぐれていることもわかった。

ここに述べた指針をもとに追加する言語機能を具体化すること、情報処理計算機を新たに接続することの妥当性を定量的にうらみつけることが今後の課題として残る。

参考文献

- (1) 平野, 津田, 武市, 他: 昭和45電気四連合大会, 2878~2881.
- (2) 武市, 津田, 平野: ミニコンピュータを用いた会話サービスシステムにおけるメモリ構成, 昭和48電子通信学会全国大会, 1478.
- (3) 津田, 平野: 学習プログラム記述言語 *TEACHTRAN*, 電気学会論文誌, Vol. 92-C, NO. 3, 1972.
- (4) CAI言語標準化委員: 標準CAI言語第1次案(昭44), 日本電子工業振興協会