

## ユーザー適応機能をもった 実技習得用マルチメディア学習システムの開発について

仁科エミ\*、河合徳枝\*\*、不破本義孝\*\*、八木玲子\*\*、大橋 力\*

文部省大学共同利用機関 放送教育開発センター、財団法人国際科学振興財団

教材のもつ速度にユーザーが支配され、機器の操作によって学習が停滞するメディア学習の方式は、ユーザーである人間よりもメディアがもつメカニズムが優先される方式であり、とくに技術や技能の実技習得には望ましくない。この問題を解決するためにわたくしたちは、「コンピューターに人間があわせる」のではなく、「コンピューターが人間にあわせる」というユーザー適応機能の研究開発をおこなっている。ここでは、ユーザー適応機能を実現したマルチメディア学習システム“ガムランの技法”音楽編・舞踊編の開発について報告する。

### On the Development of the Multimedia Learning System and Its User Adaptive Function.

Emi Nishina\*, Norie Kawai\*\*, Yoshitaka Fuwamoto\*\*,  
Reiko Yagi & Tsutomu Oohashi\*

\*National Institute of Multimedia Education,

\*\*Foundation for the Advancement of International Science.

Using ordinary media learning system, user are always controlled by the speed of instructional material and when the machine is operated, the practice has to be stopped. Such a method is not desirable when learning techniques or skills. To solve the problems, we have carried out the research and development on "User Adaptive Function", which a computer adapts to human rather than human adapts to a computer, with advanced multimedia technologies. We shall report on our multimedia learning system, "The Technique of Gamelan - Music and Dance" which is the realization of a prototype of the user adaptive function.

## 1. 研究の目的

知識の吸収をおもな到達目標とする学習一般とはことなり、技術・技能などの実技の習得では、教材から呈示される指導者の手本を視聴するだけでなく、学習者自身がそれを模倣し、やがて手本なしでもその技術技能を実現することがもとめられる。そのためには、文字情報や静止画像のみの印刷教材よりも、音声や動画をもともなうメディア教材の方がより効果的で適合性がたかい。しかし、現在のメディア教材の代表といえるビデオでは、教材の内容や順序は編集された状態に固定されており、そこに学習者の要求が反映される余地はきわめて限定されている。早送り、巻き戻しによる反復呈示や順序の変更は可能ではあるが、煩雑な操作の手間と時間を要するだけでなく、テープの劣化をもまねく。LD教材では、そのランダムアクセス機能によって、早送り・巻き戻しなしに希望する箇所を、瞬時に反復して呈示することが可能であり、光学的に非接触で情報をよみだすために何百回再生しても画質が劣化するおそれはない。ただし、そのためにはマウスなどの端末機器を操作する必要があり、学習をその都度中断せざるをえない。こうした操作上の問題は、マルチメディア学習システムでも同様である。さらに、芸術系領域に属する指導者・学習者には、理工系におけるような端末機器の操作の習熟が期待できるとはかぎらない。つまり、教材のもつ速度にユーザーが支配され、機器の操作によって学習が停滞する方式は、ユーザーである人間よりもメディアがもつメカニズムが優先される方式であり、とくに技術・技能習得のためにはのぞましくない。

そこでわたくしたちは、こうした問題を解決するために、「コンピューターに人間があわせる」のではなく「コンピューターが人間にあわせる」という「ユーザー適応機能」の研究開発をおこなっている。ここでは、ユーザー適応機能を実現したマルチメディア学習システム“ガムランの技法”音楽編・舞踊編について報告する[1-4]。

## 2. ここでとりあげるガムラン音楽および舞踊について

インドネシア・バリ島の青銅製打楽器アンサンブル・ガムラン (Gamelan) と、それと一体化しておどられる舞踊とは、人類の生んだパフォーマンスの最高峰のひとつとして世界的な人気をほこっている。わがくにでも、最近、大学をはじめとする高等教育機関では、異文化の系統に属する音楽・舞踊などの芸術領域の実技習得への需要が高まっており、なかでも、ガムラン音楽や舞踊は、体育や芸術教育の正規の授業に導入されるなどたかい人気をあつめている。それにもかかわらず、そうした需要にこたえることのできる優秀な指導者は世界的にみてもまだきわめてすくないのが現状で、それをおぎなう適切なメディア教材が待望されている。

また、バリ島の芸能には、農民をはじめとする村人によって演じられ、専門化・純粋化を回避しつつ発展してきたという特徴がみられる。そのため、音楽や舞踊を構成するひとつひとつの所作は人間に基本的にそなわっている一般的な身体機能を合理的に活用した無理のないもので、特殊な身体機能を開発しなくても比較的容易に習得可能なモジュールのくみあわせになっている。こうしたバリ島音楽や舞踊の特徴は、モジュール化によってランダムアクセス機能を活用しようとするこの教材システムの構成ときわめて適合性がたかいことも注目される。

そこでわたくしたちは、ガムラン音楽および舞踊をとりあげ、その習得のためのマルチメディア学習システムの開発をおこなった。なお、バリ島の音楽や舞踊が本来、共同体の祝祭での神々への奉納芸能であることに配慮し、この学習システムでは、奉納芸能を洗練して開発されたバリ島の鑑賞用音楽・舞踊を対象を限定することにした。

## 3. システムの構成

### (1) コンピューターおよび基本ソフトウェア

システムの中核となるコンピューターには、操作がやさしくすぐれたヒューマンインタフェースをもち、しかも画像をあつかう能力が十分たかい点を考慮して、Apple Computer社のMacintoshコンピューターを採用した。もっとも基本的なソフトウェアには、この教材が大量の文字、静止画像、および動画像をふくみ、かつ

それらを相互に関連づけ、学習者の要求に応じていつでもどの情報でも自由にとりだせるようにするという目的に整合性がたかいものとしてHyper Cardを選択した。また、音声をとまなう動画像を、コンピューターのメモリ上に格納し、瞬時に画面上に展開するという機能を実現するために、マッキントッシュのQuick Time機能を活用した。さらに、後述するユーザー適応機能を実現するために、Voice Navigator Systemとワイヤレスのヘッドセット・マイクロフォン・システム、ビデオカメラを使用した。

#### (2) 画像データ

このシステムは、画像データのメモリソースとして、レーザーディスク（LD）とハードディスク（HD）とのふたつを有している。

LDには、教材の基本となる一連の動画像がたかい画像水準でおさめられて、その内容はコンピューターのソフトウェアに依存しない自立的な構成になっている。したがって、通常のレーザーディスク教材として、それだけを独立して視聴することができる。このLDをコンピューターとくみあわせて使用する場合は、Macintosh上に構成される教材の画像メモリとして機能する。LDのランダムアクセス機能を活用し、関連した項目が選択されたり、学習者から要求があれば、コンピューター本体からの制御信号により、瞬時に必要な箇所の映像を再生することができるようにした。LDは、何百回くりかえし再生しても映像の質が低下することがないため、同一箇所をくりかえし再生することがもとめられる実技教材用のメディアとして、きわめて適合性がたかい。

画像データのもうひとつのメモリとして、このシステムは1ギガバイトのHDをそなえている。HDには、①動画像、②静止画像、③文字情報が、Hyper CardとQuick Timeのデータとしておさめられており、Macintoshからの制御信号によって再生される。HDには、LDとくらべてよりくわしい文字情報、あるいはより詳細な実技指導のための情報をおさめた。

#### (3) 教材の基本構成

この教材には“音楽編”と“舞踊編”とがあり、それぞれが独立した構成をもっている。この報告では、主として舞踊編を中心にのべる。

それぞれの教材に、学習方法に対応して、①テキストブックモード、②ビデオレクチャーモード、③リピート練習モードという3つのモードを設定した。各モードにはメニューないしインデックス画面を設け、学習者が視聴を希望する項目をマウスでクリックすることにより、それぞれの内容を容易かつ自在に検索することを可能にした。

### 4. ユーザー適応機能の開発

#### (1) 教材のモジュール化によるランダムアクセス機能の活用

学習者が必要とする箇所を瞬時に検索し、再生することを可能にするために、メモリソースのひとつであるLDのもつランダムアクセス機能を最大限活用することを検討した。そのために、バリ島の音楽・舞踊研究者と協力して、教材のなかでとりあげた楽器や舞踊の所作の分類と階層化とをおこなった。現地では舞踊の所作は体の部位に対応して分類されることがおおく、また男性舞踊と女性舞踊とでは形がことなるので、そうした特徴にしたがって教材を構成した。舞踊の習得においては立体的な把握が重要なので、テキストブックの「バリ島舞踊への接近」の項のなかで、体の部位ごとに基礎的な所作を分類し、前面、背面、側面（左・右の2面）という4面から撮影した動画像を1組とする模範演技を収録し、これらを文字情報とくみあわせてモジュールをつくり、階層構造をあたえた。これらを、ランダムアクセス機能によって体系的に検索することを可能にした。これによって学習者は、その理解度や関心にあわせて膨大な教材の内容を再構成することが可能になった。

#### (2) レーザーディスクの可変速制御機能の活用

対面コミュニケーションによる技術・技能の教授では、学習者の技能の習得度合いにあわせて、指導者が示す模範演技の速度を変更することが頻繁におこなわれる。そこでわたしたちは、教材の呈示速度を学習者の要求にあわせておそくしたり、もとにもどしたりすることを可能にするために、Hyper CardからのコマンドによってLDの再生速度を制御する機能を開発した。とりわけ、次項でのべる音声認識によるコマンド入力に対応させてLDの再生速度を変更

することはこれまで不可能だったが、独自のソフトウェアを開発してこれを実現した。

### (3) 音声認識によるリクエストコントロールシステムの開発

学習者の要求を実技学習を中断することなく教材に反映させるために、わたくしたちは、音声認識によってMacintoshに指令を伝達し、操作することを可能にするシステムをあらたに導入した。ここではVoice Navigator Systemとワイヤレスのヘッドセット・マイクロフォン・システムとを組み合わせたシステムを開発した。これによって、学習者は、キーボードやマウスなど手をもちいるインタフェースによってコンピューターを操作することから解放され、コンピューターからはなれた位置で自由な姿勢をとりつつ、声だけによって教材をリアルタイムにコントロールすることを可能ならしめた。

学習者による数種類の命令をコンピューターにあらかじめ記憶させておくことによって、Macintoshの機能を日常的な日本語をつかって自然な感覚で制御することを可能ならしめ、教授内容・速度等を学習者の要求に合わせて変化させる適応機能を実現することができた。

### (4) 鏡像機能による指導者と学習者との映像比較の実現

厳格な踊りの形をもつバリ島舞踊の伝統的な教授法では、学習者が指導者の模範演技を徹底的に模倣しておどり、指導者は学習者に手をふれてその所作の形を修正するというプロセスが決定的な重要性をもっている。そしてこれは、学習者がその所作を完全に体得するまで、学習者にあわせた内容・速度でくりかえされる。このような学習者に対する“フィードバック機能”は、バリ島舞踊を伝習するためのメディア教材の有効性を飛躍的に向上させる機能であるとかんがえられる。とはいえ、指導者が学習現場に存在することのない従来型のメディア学習では、このようなフィードバック機能を実現することはきわめて困難である。

この問題を解決するために、わたくしたちは、ひとつの画面のなかに、LDにおさめられている指導者の模範演技の画像と、それをまねている学習者の映像とをリアルタイムにうつしだし、学習者が模範演技と自分の演技とのちがいをひ

とめて確認することができる機能を開発した。そのために、ビデオカメラで練習中の学習者の映像を撮影し、その映像をビデオボードを介してMacintoshにとりこみ、画面上の指定された位置にリアルタイムにうつしだすプログラムを開発した。ただしそのままでは、指導者の映像と、学習者の映像とは左右反対に表示され、学習者の混乱をまねく。そこで、指導者の映像をリアルタイムに左右反転表示する画像処理機能を導入し、これを「鏡像機能」となづけた。

## 5. テキストブックモードの内容とそのユーザー適応機能

### (1) テキストブック

異文化に属する音楽や舞踊を習得するうえでは、その文化特有の発想法、コミュニケーション・スタイル、社会、風土、自然などに関する膨大な基礎情報が、音楽・舞踊の技法などについての情報と一体化して学習者に提供されることがきわめて重要な意義をもち、そのためには膨大な情報量と高度の情報質とが必要になる。

こうした要請にこたえるために、バリ島音楽や舞踊の専門家およびバリ島の文化全般に精通した文化人類学者をふくめた共同作業によって、文字情報と静止画像（写真、図表、イラスト）、動画像による285面におよぶデータベース〔テキストブック〕を開発した。ガムラン音楽や舞踊に関する現地バリ島およびわがくにで発表された最新の研究成果をわかりやすくもりこむとともに、現地での用語やバリ島ならではの発想法が自然に理解されるように配慮した。

「バリ島への招待」は、この音楽や舞踊体系をうみだしたバリ島の概要を紹介するもので、バリ島の自然、社会、共同体、人々の生活、信仰と祭り、芸能、参考資料などについての説明文と写真（静止画）、イラストによって構成した数十ページの教科書である。参考となる文献や視聴覚資料なども紹介し、これだけでバリ島の文化について必要な情報をえることができる。

“舞踊編”の「バリ島舞踊の世界」では、まずバリ島舞踊の特徴や分類法を体系的に説明し、それにそって代表的な舞踊を紹介した。ここでとりあげたものは、奉納舞踊4種、儀式的舞踊3種、鑑賞用舞踊12種、その他の芸能7種で、

それらについての説明文と写真とがおさめた。そのなかには、バリ島舞踊の背景をなしている叙事詩や歴史的説話のストーリー、重要なキャラクター、舞踊が演じられる空間設定、舞踊に反映されたバリ島の宇宙観などについての説明も随所にもりこみ、重厚な内容とした。また、バリ島舞踊に不可欠な衣装、冠、化粧についても説明を用意した。

“舞踊編”の「バリ島舞踊への接近」では、それぞれの舞踊を単位となる所作にわけて整理し、それらについての説明文、静止画、Quick Timeによる動画像とそれともなう音声を同一画面で呈示することによって、効率的な基礎練習を可能にした。これらによって、バリ島舞踊の基本的な所作について、説明文をよみ、模範演技を動画像で確認し、自分で納得のいくまで模範演技の真似を反復して、その技法を体得することができる(図1)。

“音楽編”では、同様の構成で、ガムラン音楽についてのテキストブックを用意した。

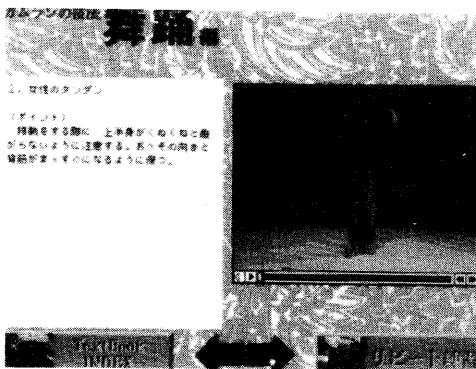


図1 テキストブックの画面例

## (2) ビデオレクチャー

〔ビデオレクチャー〕はLDにおさめられた動画像による長さ60分間の教材で、独立したレーザーディスク教材としてコンピューターときりはなして使用することもできる。講師によるレクチャーでは、まず、前述のテキストブックの要点が音声と文字情報、静止画によって解説される。舞踊編ではつづいて、舞踊の代表的な所作について、女性舞踊、男性舞踊別にその特徴や要点が、実演とともに説明される。最後に、模範演技として、現地バリ島屈指のグループ“

Tirta Sari”による本格的な舞踊“Legong Lasem”を収録した。音楽編には、ガムラン音楽についての解説、実演、模範演技をほぼ同様の構成で収録した。

## 6. リピート練習モードにおけるユーザー適応機能

舞踊編の〔リピート練習モード〕では、体の各部位に対応した基本的な所作のなかで比較的難易度のたかい30種の所作、体の各部位の動きが複合された基本の所作6種と、それらの組み合わせ15種を練習できるようにした。さらに女性舞踊の基礎“Legong”、男性舞踊の基礎“Baris”をそれぞれ10ないし12のパートに分け、それぞれの反復練習を可能にした。したがって、このモードでの練習をかさねることによって、バリ島舞踊の基本的な所作が体得されるだけでなく、1曲の舞踊を通しておどることができるようになる。

メインメニュー画面の〔リピート練習〕のボタンをクリックすると、リピート練習モードにはいる。これ以降は、あらかじめ設定しておいた命令を口にするだけでよく、きわめて自然な感覚で教材を制御することができる。たとえば、一度再生された指導者の模範演技をもう一度みたいときには「もう一度」、もっとゆっくり呈示してほしいときは「ゆっくり」、さらにゆっくり呈示したいときはもう一度「ゆっくり」、練習を終了してメインメニューにもどりたときは「メインメニュー」というように、簡単な単語で指示すればよい。そのために命令語は、学習者が任意に設定することができる。

リピート練習モードでは、画面はふたつに分割される。左側には、LD教材のなかに収録されている指導者による模範演技が呈示される。右側には、それを模倣している学習者のうごきをビデオカメラがとらえた映像がリアルタイムでうつしだされる。そして、学習者が「鏡像」と命令することによって、学習者の映像が瞬時に左右反転し、指導者と学習者相互の映像の向きが一致し、比較が容易になる。学習者は指導者の映像とみずからの映像とが同じになるように模倣をしていけばよく、より自然なスタイルでの学習が可能になる(図2)。

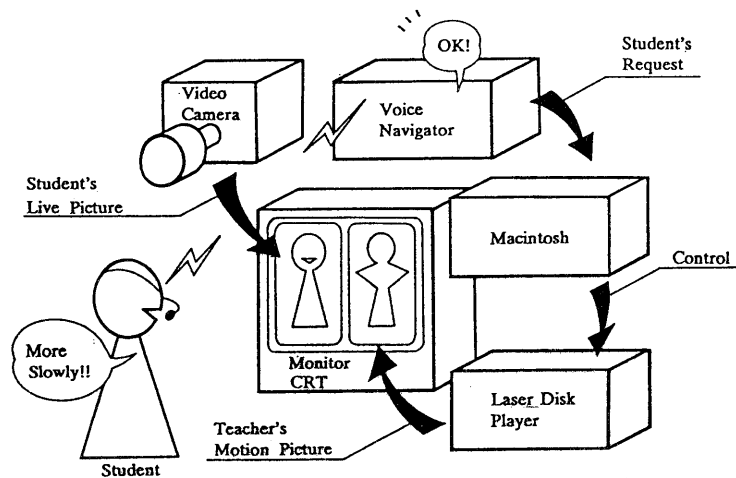


図2 リピート練習モードにおけるユーザー適応機能

こうして学習者は、指導者の模範演技と自分の演技とが一致していると自分自身で納得できるまで何回でも練習をくりかえすことができ、その速度も習得度合いにあわせてかえることができる。音声以外による機器の操作も不要なので、学習者は自分のうごきの練習に専念することができ、従来のビデオ教材にくらべて、学習効果効率のいちじるしい向上が実現している。

## 7. おわりに

マルチメディア学習システム“ガムランの技法”音楽・舞踊編においては、画面のなかの指導者の模範演技は、どのようなはやさ・おそさでもおこなうことができ、何十、何百回でもくりかえすことが可能である。それに対して、生身の指導者による対人対面の舞踊学習では、あまりにたびかさなる反復によっては、指導者が疲労して模範演技の型がくずれることもめずらしくない。また、指導者による模範演技のスピードは、ある程度はかえることができるにしても極端にゆっくりにすることはきわめてむづかしい。こうした学習者からの反復や速度変更の要請は、指導者にとっておおきな負担となる場合があり、また要請への対応が実現されない場合もありえるだろう。

それに対して、わたしたちが開発したマルチメディア学習システムでは、学習者がどれだけ反復しようと、また上達の速度がゆるやかだったとしても、それに対する指導者の反応を顧慮する必要がなく、学習者のペースに完全にあわせて学習をすすめることができる。どんなに

忍耐づよい教師もおよばないこのようなメディア学習システムの利点を活用し、一方でメディアのもつ限界を克服する努力を継続するならば、メディアによる学習が対人対面による伝統的な実技習得をしのぐ学習効果を発揮する場合もでてくるのではなからうか。こうした「人間がコンピューターに合わせるのではなく、コンピューターが人間にあわせる」ユーザー適応機能の高度化は、人文社会系や芸術系の研究領域におけるコンピューター利用を促進するとともに、人間とコンピューターとのコミュニケーションの新たな局面を開拓するのではないかと期待している。

## 参考文献

- [1]ハイパ-メディア教材“ガムランの技法”音楽編の対話学習環境について、大橋・仁科・河合・不破 本他、教育工学関連学協会連合・第4回全国大会発表論文集、pp. 231-234、1994。
- [2]ハイパ-メディア教材“ガムランの技法”音楽編の学習者適応機能について、同、pp. 235-238。
- [3]ハイパ-メディア教材“ガムランの技法”舞踊編の対話学習環境について、同、pp. 239-242。
- [4]ハイパ-メディア教材“ガムランの技法”舞踊編の学習者適応機能について、同、pp. 243-246。

**謝辞** マルチメディア学習システム“ガムランの技法”の開発にひとかたならぬご尽力をたまわりました沢園昌夫様、野口英司様、谷島公子様、亀谷真知子様、山本恵子様、小野寺英子様、本田郁子様をはじめとするみなさまにあつく御礼申し上げます。