

スキル学習に共通な特徴とスキル学習支援システムに必要な機能について

Common characteristics on skill learning and necessary functions for skill learning support systems

曾我 真人, 松田 憲幸, 高木 佐恵子, 瀧 寛和, 吉本 富士市
 Masato Soga, Noriyuki Matsuda, Saeko Takagi, Hirokazu Taki, Fujitichi Yoshimoto

和歌山大学システム工学部
 Faculty of systems Engineering

Abstract: This paper describes Common characteristics on skill learning and necessary functions for skill learning support systems. Skill learning in this paper means learning with body behavior, such as drawing pictures, playing instruments, playing tennis, and so on. There are various domains for skill learning, however, there are common characteristics. The goal of this paper is to clarify them and to show an ontological approach to design skill learning support systems.

1. はじめに

これまで、数学、物理、英文法など、最初から記号表現が可能なドメインの問題解決の学習を支援する学習支援システムは、数多くの研究がなされてきた。しかしながら、絵画描画、音楽演奏、書道、スポーツなど、スキルを必要とする学習支援システムの研究は、最近、ようやく始まったばかりである。ここで、「スキル学習」という言葉については、研究者によって、それが意味する範囲がまちまちであるが、身体動作を伴った学習ととらえることにする。記号表現が可能なドメインの問題解決の学習と、身体動作を伴った学習を区別するため、ここでは前者を「知識学習」とよび、後者を「スキル学習」と呼ぶことにする。本稿では、スキル学習と知識学習の相違点、スキル学習を支援する学習支援システムに必要とされる機能の枠組みについて考察する。

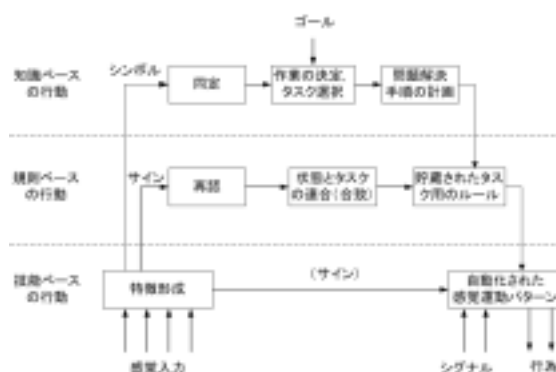


図2 Rasmussen の人間行動の制御に関する三階層モデル

2. スキル学習と知識学習の違い

知識学習が数学や物理、英文法の問題解決のように、記号表現された知識の習得、もしくは、知識の使い方の習得であり、もっぱら頭の中での記号処理が学習の中心であるのに対し、スキル学習は、絵画描画、音楽演奏、スポーツなど、外界に存在する対象や現象を認識し、適切なルールに基づいて、身体を動かして外界の対象に対して適切な行動を起こすという一連の処理を学習の対象とする。人間を情報処理モデルとして捉えた場合、スキル学習は、入力と出力の学習に重点が置かれている。知識学習の場合は、学習は頭の中で行われる記号処理による問題解決に重点が置かれており、身体を使った入力と出力は本質ではない。知識学習では、問題解決過程が高度な記号処理である。それでは、スキル学習において、入力に相当する外界の認識の結果から、出力に相当する行動の間を対応付ける処理はどのようなものであろうか？

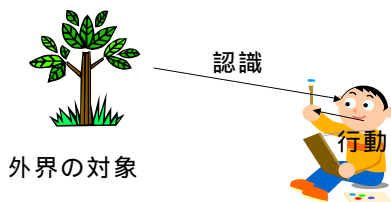


図1. スキル学習の特徴

3. スキル学習の処理のレベルと物理的原理

Rasmussen は、人間行動の制御に関する 3 階層モデルを提唱しており、知識ベースの行動、ルールベースの行動、技能ベースの行動を説明している[Rasmussen1983]。本稿で議論の対象としているスキル学習を論じるために、果たして、Rasmussen のモデルを引用するのが最適かどうかは自明ではないが、何らかの指針を示してくれるものと思われる。

スキル学習が、Rasmussen のモデルのどのレベルに相当するかは考察を必要とする。具体事例で考えてみよう。たとえば、絵画描画の学習においては、外界に存在するモチーフという対象を正しく認識し、それを画用紙という外界に存在する画用紙という対象の上に腕を動かして鉛筆で正しく描画するという行為である。この場合、モチーフの認識という入力と、画用紙上の描画という出力の間を対応付ける処理は、どのレベルの処理であろうか？

音楽演奏を例とした場合を考える。外界に存在する CD ラジカセからの音楽や、教師が奏でる音楽を耳で聞いて認識する。そして、それを自分が手に持ったバイオリンで演奏する。この場合、音楽の認識という入力と、バイオリンでの演奏という出力の間を対応づける処理は、どのような処理であろうか？

テニスのプレイを例とした場合を考える。相手から飛んでくるボールを認識し、適切なタイミングで打ち返す。ボールの認識という入力と、ラケットを振って打ち返すという出力の間を対応付ける処理は、どのような処理であろうか？

スキル学習では、外界の対象に対して、インタラクションを行うことが共通の特徴である。したがって、そのインタラクションの過

連絡先: 曾我 真人, 和歌山大学システム工学部,
 〒640-8510 和歌山市栄谷 930, TEL: 073-457-8457,
 Fax: 073-457-8112, soga@sys.wakayama-u.ac.jp

程は、物理的原理により支配されていることが多い。絵画描画において、モチーフのデッサンを行う場合、モチーフの陰影を正しく描くには、光源の方向と、陰影のつき方の原理を知っていたほうが正しいデッサン画を描こうとする場合に有利である。また、画用紙に曲線を描く場合、腕のひじをコンパスの軸として、円弧を描くように腕先を回転させて描くとよい。これも、一種の物理的原理である。

音楽演奏では、他人の演奏を聞いて認識する。そして、バイオリンの弦を弾く。このとき、弦の振動に関する知識があれば、上達の助けになるであろう。弦の振動は物理的原理のひとつである。

テニスのプレイでは、適当な打点において、適切なフォームでラケットを振り、ボールを打ち返す。このとき、ボールの地面での跳ね返り方の原理や、ラケットの角度とボールの跳ね返る方向の関係などを知っていれば、上達の助けになる。これらも物理的原理である。

このように、スキル学習においては、入力と出力を結びつける処理は、物理的原理に基づいた知識にたよれば、より正しく、速く学習が進むものと考えられる。したがって、これら物理的原理に基づいてアドバイスを与えることができる教師が、よい教師、もしくはよいコーチである。したがって、スキル学習を支援する学習支援システムを設計するに当たっても、物理的原理に基づいた説明を提示する機能が必要となる。

4. スキル学習における入出力のパラメータ調整

スキル学習のもうひとつの大きな特徴は、外界とのインタラクションがあることから、外界の認識能力と外界に対する行動能力が大きくかかわっていることである。これらを鍛えるには、物理的原理の理屈だけがわかって不十分であり、実際に練習を行って、自分の行動と教師の行動の差異を減少させるように修正してゆく必要がある。これは、フィードバックを利用したパラメータ調整である。

学習者の行動と教師の行動に差が出る場合、その原因は2つ考えられる。ひとつは、運動能力が未熟なために、正しく行動できない場合である。もうひとつは、認識能力が未熟なために、ただしく認識できていない場合である。これらのどちらも、行動の結果は、教師の正しい行動の見本からはずれたものとなる。

問題は、外部から観察していても、その原因が認識能力の未熟にあるのか、行動能力の未熟にあるのか、判別がつかないことである。たとえば、デッサンの場合には、モチーフを正しく認識していないから正しく描けないのか、それとも、正しく認識しているが、腕の動かし方が下手なために正しく描けないのか、その原因は、容易にはつかめない。

これらのことから、学習者の誤り診断をする場合、その誤りの根本原因には、2通りあるということを認識しておく必要がある。そして、スキル学習においては、誤りの根本原因を治療する場合には、これら2つの観点から適切な指導を行う必要がある。スキル学習支援システムは、認識能力を高める機能と、行動能力を高める機能の双方が必要となることがわかる。

5. スキル学習支援システムにおける誤り診断機能

ここでは、人間の教師やコーチに代わって、システムがスキル学習を支援する場合に、必要な機能について考察する。学習者が、スキル学習支援システムを利用して、スキル学習を行う場合、システムは、学習者のスキルを診断する機能を持たなければならない。どのようにして、診断とアドバイスを行うかについて、大きく2とおりの診断方法が考えられる。

5.1 学習者の行動による身体動作を診断しアドバイスする方法

学習者のスキル行動の身体動作のデータをシステムに入力し、診断を行い、アドバイスを提示する方法である。システムは、正しい身体動作のモデルを正解として持っていなければならない。そして、学習者の動作と、正解の動作の差分を計算し、その差異の場所、種類、度合いなどに応じて、動作の誤りを同定し、適切なアドバイスを提示する。この方法は、さらに、非同期で行う方法と、リアルタイムで行う方法に分けられる。

(1) 非同期で行う方法

この方法は、学習者の行為における身体動作をビデオや画像などに録画し、それを、画像解析の手法を用いて診断し、適切なアドバイスを与える方法である。スキル行動の事後にアドバイスを提示する。比較的安価な設備で可能である。

(2) リアルタイムで行う方法

この方法は、学習者の行為における身体動作を、リアルタイムで画像解析を行うか、あるいは、学習者の身体にとりつけたセンサーなどを用いて、リアルタイムで動作を解析し、診断を行う。そして、リアルタイムで、適切なアドバイスを提示する。したがって、学習者が動作中に、アドバイスを得られるので、誤った動作を、アドバイスによりフィードバックをかけながら修正することができるという利点がある。

5.2 成果物を利用する方法

この方法は、学習者のスキル行為における身体動作を診断するのではなく、スキル行為の成果として生成される成果物を診断の対象とする方法である。診断対象の具体例を挙げると、絵画描画における描いた絵や、音楽演奏における演奏された音楽などである。学習者のスキル行動の目的が、それらのよりよい成果物を生成することであれば、成果物の診断とアドバイスも重要である。また、身体動作の上手下手と、成果物の上手下手の相関関係についても、アドバイスを行う必要がある。

6. まとめ

本稿では、スキル学習に共通な特徴とスキル学習支援システムに必要な機能について述べた。本稿により、具体的なドメインに依存しないスキル学習一般に共通な事項が整理され、スキル学習支援システムの構築に必要な機能の一端が明らかになったと思われる。これは、スキル学習支援システムを構築する方法論としての、オントロジカルなアプローチの一端を示せたといえるであろう。

筆者らのグループでは、デッサン学習支援システムの研究開発[高木 2003] を数年来おこなってきており、その経験を通して、本稿の事項が明らかになってきた。今後、この事項を踏まえて、具体的なスキル学習支援システムを洗練したいと考えている。

参考文献

- [Rasmussen 1983] Rasmussen, J. Skills, rules, and knowledge; signs and symbols, and other distinctions in human performance model, IEEE Trans., SMC-13, 3, pp.257-266, 1983
- [高木 2003] 高木佐恵子, 松田憲幸, 曾我真人, 瀧寛和, 志磨 隆, 吉本富士市: 初心者のための基礎的鉛筆デッサン学習支援システム, 画像電子学会誌, 第 32 巻第 4 号, pp. 386-396, 2003.