1120 コーチ型スキル学習支援装置による学習

Evaluation of Learning with Skill Coaching System

学○上田 耕平(岡山大) 正 竹下 光夫(岡山大) 正 則次俊郎(岡山大)

Kouhei Ueda, Mitsuo Takeshita, Toshiro Noritsugu

Okayama University, Tsushimanaka 3-1-1, Okayama

Key Words : skill transfer, leaning, coach, pendulum

1 はじめに

高齢化社会になり、スキルを持った熟練者が減少し、スキルを次世代へ伝承するのが困難になってきている。人が高レベルのスキルを習得するのは容易ではなく、多くの時間と労力を要するため、人の代わりにコーチをすることにより、人がスキルをコーチする時間と労力を減らすことを目的とし、コーチ型スキル学習支援装置の構築を行い、スキルの伝承を支援することを試みた。[2]

人のスキル動作には無意識にする暗黙知の動作が多く、次の世代にスキルを伝える場合、人の代わりにコーチをする装置で行う時、その装置にどのような機能を持たせたらよいかを把握することが分かり難い。ここでスキルのタスクとして倒立振子を立てる作業を選び、スキルの上達度に応じて支援する量を変化させることにより、学習が促進される方法を開発することを狙う。

2 システムの構成

人が倒立振子を立てる場合、目からの情報と手を動かした場合の体性感覚によって大脳、小脳、脊髄からの信号によって手を動かして行く。これを基にして支援装置を用いてスキルを学習するシステムを組んだブロック図をFig.1に示す。

Fig. 1: Block diagram

人がスキル動作を学習する時は、意識せずに行ってしまう。これは暗黙知の動作と言われる無意識的に行われ、人に対し明確に説明することが困難なものである。そこで、このスキルを修得するのに重要だと思われる量を目に見えようにして意識して操作できるようにする。ここでは、形式知として操作に必要な力の方向とその大きさの力 (Fig.1 の ΔF) を入れなければならないかが分かり、意識的に学習出来るようになり、それを繰り返しているうちに、意識をしなくてもスキル動作が出来るようになり暗黙知としてそのスキルが修得できるようになると考えている。

前報においては学習時に学習の上達度 (以下学習率という) にかかわらず常に一定の支援を行っていた。しかし、学習の進み具合に応じて本装置が支援する量 (以下支援量

Fig. 2: Training with the skill coaching system

という) を変えて行く方が学習の効果があがると考えられる。本報では、学習の進み具合に応じて支援量を変えていく方法を検討する。この場合 (1) 学習率を適切に評価することと (2) 支援量の変え方が重要である。(1) については

(a) 倒立時間

(b) 人の出す力/倒立振子の角度などの人の関する伝達関数、コヒーレンス

などがある。(2) については前報によると、十分に支援すると人は積極的に学習をしないので学習効果が上がらなかった。そこで支援量を減らして、適度に立て難くすると学習効果があがった。具体的には倒立振子の倒れる角がある角度以上 (補助角度) になってから支援した。そこで支援量として

(a) 補助力 (ΔF) を変える

(b) 補助角度を変える

ことを検討する。どの程度の学習率の時にどの程度の支援量を減らすかが課題であるが、前報によると学習していくとある時間以上立てられるようになると急に学習が加速する傾向が見られる。しかし、倒立時間のデータはばらついている。そこでこの変化点を倒立時間と人の出す力の伝達関数・コヒーレンスなどによって見出して、そこで支援量を変えるとよいと考えている。ここでコヒーレンスは二個の量の間の関連性を表す量であるから、支援装置の状態量 (倒立振子の角度など) に対して人がどれだけそれに対応

した量を出しているかが分かる。したがって学習の初めはコヒレンスは0に近いが学習が進むとコヒレンスは1に近づく。

Fig.2にこの装置を使って学習しているところの写真を示す。この装置に使用したロボットアームは2軸駆動でDDモータによって駆動され、倒立振子はロボットアームの先端に取り付けており、人はロボットアームの先端の下側に取り付けられたグリップを持って操作して振子を立てる。

ここで教師であるコーチのコントローラーは極配置で設計を行った。

3 実験法

前述の装置を用いてスキルの学習を行う。まず初期計測として練習しない状態で倒立振子を立てられる時間を計測し、次に1分間支援装置で、支援を受けながら倒立振子を立たせる練習をする。練習後支援を受けずに立てられる時間を計測し、これを1ステップとする。このステップを11回繰り返す。

4 学習度の評価

4.1 学習度の評価法

Fig.3に学習時の倒立振子の角度と人の出した力の伝達関数を、Fig.4にコヒレンスを示す。Fig.3,4で(a)は学習の初めの状態でのもので、(b)は学習して上達した後のものである。この両者を比較すると、コヒレンスは2Hz以下で、学習の初めでは0.5程度であるのが、学習後では0.8から1近くになっていることが分かる。それに対応して伝達関数も学習の初めでは、ゲインが低い周波数でピンクノイズの形をしているが、学習後ではノイズの少ない形になっていることが分かる。このことにより学習によって人の中で倒立振子を立てるのに適したコントローラ系が確立されていることが分かる。そこで一つの方法としてこのコヒレンスを計れば学習率が評価できる。

Fig 3: Transfer function

Fig 4: Coherence

4.2 学習結果

Fig.5に支援を受けた場合と受けなかった場合の学習状況を示す。また、Fig.6に支援を行った場合について、学習

によって前述のコヒレンスの変化状況を示す。これはFig.6のコヒレンス図のように2Hz以下のコヒレンスの平均値をプロットしたものである。練習回数の1,2回では、コヒレンスが低いが、練習回数によってほぼ徐々に上がっていく、11回目ではほぼ0.8になっている。人が振子を倒立させている時は緊張が切れる等ほんの小さなきっかけで倒れてしまうため、倒立時間のデータは、ばらつきやすい。そのため倒立時間で学習率を評価するより平均の値であるコヒレンスで行う方が、学習曲線が滑らかで学習率が評価しやすい。

Fig 5: Transition of standing time

Fig 6: Transition of coherence

5 まとめ

コーチ型スキル学習支援装置において、学習の進行状況に応じて支援量を変えることにより学習を加速するために、先ず学習状況の把握が重要であるので、これを表す学習率を把握した。ここでは、振子を立てている時の人の出す力と振子の角度とのコヒレンスを用いて評価し、学習によりこの値が1に近づくことが分かった。

今後、スキル学習支援装置において、この学習率を基に種々の支援量を変えることにより、学習効果の向上を図る方法を検討する。

参考文献

- [1] 佐野, 藤本, 松下: "コーチによる倒立振子安定化のためのスキル伝達" 第16回日本ロボット学会学術講演会予稿集, Vol.2, 2A22, pp653-654(1998)
- [2] 上田, 竹下, 則次: "コーチ型スキル学習支援装置の構築" 第43回自動制御連合講演会前刷, 4018, pp257-258(2000)