両手協応動作の習熟解析

○福田康明, 原 盛将 (名城大・理工)

Learning Analysis of Both Hands Cooperation Motion

Yasuaki Fukuta, Shigemasa Hara (Fac. of sic. & Tech., Meijo Univ.)

1. はじめに

近年、製品市場の要求により、各工場では多品種少量生産が増加している。この生産方式を作業管理から検討すれば、作業難易が絶えず変化することにある。この場合、問題となる要因のひとつに工数見積りの設定がある。それには作業難易を考慮した作業者の習熟効果を適切に把握することが重要となる。

本研究では、旋盤作業をモデル化した両手協応動作の習熟実験を行い、作業難易と習熟の関係について考察した。

2. 達成度の評価理論

達成度手法は、同一作業や類似作業を連続的に行う場合、作業時間のばらつきを定量的に把握し、作業状態を数値的に評価する手法である。いま、ある作業を連続して繰り返す場合、最も理想的な作業評価量を1とする。1回の作業で得られる評価量を q ($0 \leq q \leq 1$)、達成されなかった評価量を $(1-q)$ 、改善率を r ($0 < r \leq 1$)とし、この作業を n 回繰り返した時の作業評価量 Q_n は、式(1)で表される。

$$Q_n = q(q-1)^{n-1} + r \left\{ \frac{1-(q-r)^{n-1}}{1-(q-r)} \right\} \quad \dots(1)$$

実際に作業達成度 Q ($q=r$)を求めるには、変動率 δ_∞ (作業時間のばらつき)を式(2)に代

入して求める。

$$Q = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1}{\delta_\infty} \right)} \quad \dots(2)$$

さらに、達成度の

理論を応用した傾向式は、式(3)で表示する。

$$t = a N^b \times (\delta_1 N^{b'}) \quad \dots(3)$$

上式において、 a : 常数、 b : 傾向指数、 δ_1 : 初期変動率($N=1$)、 b' : 変動指数、 $\times$: $\times$ または $\div$ を示す。式(3)は、習熟における作業時間の減少を示す項($a N^b$)とばらつきの変動を示す項($\delta_1 N^{b'}$)から成立する。本実験結果の解析には、式(2)、(3)を適用した。

3. 実験作業および実験条件

本実験作業は、両手協応動作検査器を用いた。この検査器は普通旋盤をモデル化した器具である。作業方法は左手で縦送り、右手で横送りのハンドルをそれぞれ回して遊動板に描かれたS字形状の図形(図1)を固定した指針でたどり周回させる単調作業である。作業

Fig.1 Track figure.

Fig.2 Analysis of processing equation in production.(Sub.No 5)

は辿路幅から外れないようにするため、両手の協応性のほか、意志緊張が要求される。被験者は男子学生9名、作業の難易は辿路幅を6、4、2(mm)の3種類を夫々20回ずつ6日間連続して繰り返し、個別時間を測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 達成度手法による解析

図2は、実験結果の例として被験者No.5の習熟の転移状態(4mm)を式(3)によって作図したものである。表1は、図2をもとに式(1)、(2)によって解析した結果を示す。図2より、作業の経過日数に伴い、傾向指数bの傾きは、水平状態に移転していくことが観察できる。さらに、表1から変動率 δ ($\delta_1 - \delta_{20}$)の値を見ると、同様に減少している。達成度Qで習熟の転移を評価すれば、作業1日目では $Q = 77.3(\%)$ であるが、作業6日目では $Q=93.2(\%)$ であり、習熟は増加している。

4.2 傾向式の諸係数値間の検討

表3は、解析結果の例として辿路幅4mmにおける傾向式の諸特性値間の相関係数を求めたものである。その結果、すべての諸特性値間に有意水準1%で有意が認められた。辿路幅が2mm、4mmでも同様な結果となった。

4.3 習熟転移の評価

図3は、習熟の転移状態を評価するモデル図(辿路幅4mm)を示した。左図は達成度の理論から求めたものであり、右図は、表1の変動率 δ と傾向指数bの関係から回帰方程式を示した。また表3は、図3から傾向指数bを変化させ変動率 δ を算出し、この変動率 δ を式(2)に代入し、達成度Qによって習熟転移を評価した諸係数を示す。

5. おわりに

(1)作業の難易度(辿路幅)が高くなるにしたがって習熟は低くなるが、作業日数が4日目以降($N=60$)では、難易度間に余り差異が見られない。

Tab.1 Experimental results of Sub.No5

作業 日数	t = aN ^b ※ ($\delta_1 N^{b'}$)				変動率 δ	達成度 Q(%)
	a	b	δ_1	b'		
1日目	126.34	-0.158	1.165	-0.025	1.077	73.3
2日目	99.00	-0.155	1.094	-0.019	1.060	76.2
3日目	72.91	-0.073	1.083	-0.010	1.029	83.3
4日目	68.93	-0.066	1.045	-0.008	1.026	84.2
5日目	63.83	-0.045	1.095	-0.007	1.021	85.8
6日目	55.99	-0.021	1.067	-0.002	1.005	93.2

Tab.2 Coefficient of correlation.(4mm)

	作業時間 a	傾向指数 b	初期変動率 δ_1	変動指数 b'
a		-0.9632**	0.8107**	-0.8201**
b			-0.7400**	0.7610**
δ_1				-0.9251**
b'				

(* : 有意水準5%、** : 有意水準1%)

Fig.3 Appraisal of learning transfer.(4mm)

Tab.3 Results of the calculation of learning transference.(4mm)

日数	b	δ	Q (%)
1	-0.141	1.086	71.9
2	-0.115	1.071	74.2
3	-0.089	1.057	76.8
4	-0.063	1.043	79.8
5	-0.037	1.028	83.5
6	-0.010	1.014	88.3

(2)傾向式の各パラメータの諸特性値間について検定した結果、各難易度間において有意が認められた。

(3)習熟の転移状態を評価できるモデル図と諸係数を作業難易度別に提示した。

参考文献

- 1) 福田, 坂井: 生産性傾向式による作業評価法, 日本経営工学会誌, 32(3), 188 ~ 194, 1981
- 2) 福田, 大久保: 達成度手法における作業習熟の研究, 人間工学, 29(4), 215 ~ 222, 1993
- 3) 福田, 大久保: 中断期間の長さが習熟に及ぼす影響, 人間工学, 28(1), 1 ~ 7, 1992.
- 4) 福田, 大久保: 作業習熟の転移と評価に関する研究, 人間工学, 31(3), 197 ~ 204, 1995.