

# MODAPTS의 시간단위 및 동시동작의 구조와 High Task MODAPTS(HITMAP)의 개발에 관한 연구

## A Study on the Structure of Time Unit and SIMO of MODAPTS and Development of High Task MODAPTS (HITMAT)

박 성 학\*

### Abstract

MODAPTS has been widely used for establishing the standard time of manual works because of easy application of the system.

However this system was developed based on MTM, which was one of the low task standard. Also in this system, it usually becomes a cause of error in accuracy that all the simultaneous motions(SIMO) should be analyzed in the sequent motions of two hands.

In order to improve the weak points of MODAPTS, the structure of time unit and SIMO of MODAPTS was researched, and HITMAP was developed on the basis of Work Factor System which was one of the high task standard.

HITMAP is composed of 26 standard elements and its time unit is MD(1MD)=0.1 second) and MGSRMPS is the motion pattern of HITMAP.

In this study HITMAP shows more than 95% of accuracy to WF.

Therefore, it is expected that HITMAP can be used for the improvement of productivity and incentive systems.

### 1. 서 론

PTS법은 각 시스템에서 사용된 기본동작의 개념과 개발목적 및 과업표준에 차이가 있기 때문에 이

에 대한 이해와 검토가 필요하다.

WF는 "Movement 개념 [4]"에 의해 신체부위를 기본으로 하여 분석하며, MTM은 "Therblig 형태의 요소동작 개념 [8]"에 따라 동작을 기본으로 하여 분석

\* 대우공업전문대학 공업경영과

한다.

WF는 표준시간설정을 목적으로 개발되었으며 [9], MTM은 작업방법개선을 목적으로 개발되었다[5].

WF에 적용되는 수행도수준은 “높은 과업 표준(High Task Standard)”으로서 정상수행도를 100으로 했을 때 116~133 정도로 평균 125에 기준을 두고 있다[12].

따라서 WF의 기준수행도 125를 100으로 하여 정상수행도를 환산하면 80이 된다.

반면에 MTM은 “낮은 과업 표준(Low Task Standard)”을 기준으로 하고 있으며[6], MTM동작시간은 정상수행도를 100으로 했을 때 이들의 실제 수행도는 84~156의 분포로 나타나고 평균수행도는 120이다[7].

MTM동작시간에서 실제 평균수행도 120은 정상수행도를 80으로 했을 때 96이 되고, 이는 WF의 기준수행도 100에 접근하며, MTM동작시간은 실제 평균수행도보다 낮게 설정된 것을 알 수 있다.

그러므로 MTM은 작업방법개선 또는 과업의 초과달성에 의한 동기부여를 목적으로 하는 표준시간 설정에 적합하며, WF는 성과급에 적용하는 노동생산성 척도로서의 표준시간 설정에 적합하다. WF 또는 MTM을 단순화하여 개발된 여러 종류의 PTS는 작업자의 무리를 제거하기 위하여 불가피한 경우에 모체 시스템보다 낮은 수행도로 오차가 발생되도록 개발되었다.

MODAPTS(MODular Arrangement of Predetermined Time Standards)는 1966년에 호주에서 MTM을 기초로 하여 개발되었으며, 이 시스템은 학습과 사용이 용이해서 널리 사용되고 있다.

그러나 이상에서 검토한 바와 같이 각 시스템의 수행도 수준이 시스템의 정확성으로 나타나기 때문에 MODAPTS를 노동생산성 척도로서의 표준시간 설정에 활용하기 위해서는 시스템의 정확성을 분석하고 개선할 필요가 있다.

본 논문에서는 높은 과업표준을 기준으로 한 WF를 기초로 하여 MODAPTS의 구성과 정확성을 분석하고, “High Task MODAPTS(약칭 HITMAP)”의 동작시간을 설정하여 기존 MODAPTS를 개선하도록 연구하였다.

## 2. MODAPTS의 구성과 정확성

### (1) MODAPTS의 구성

MODAPTS는 21개 기본동작으로 구성되어 있으며, 모든 기본동작은 MOD의 정배수로 표시하도록 되어 있다[1].

MODAPTS에서는 M동작을 사용하는 신체부위에 따라 [표1]과 같이 5개의 구간으로 구분하고, 동작구간 지표를 MOD(1MOD=0.129초)로 하여 동작구간과 동작시간을 동시에 표시한다[2].

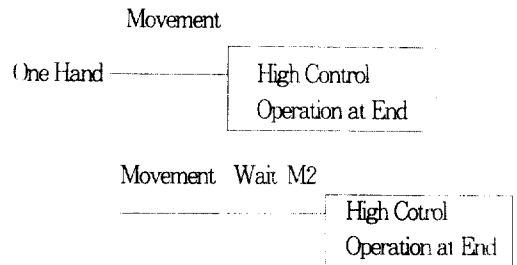
[표1] M동작의 동작구간과 동작시간

동작구간	신체부위	동작거리	MOD
M1	손가락(Finger)	1"	1 MOD
M2	손(Hand)	2"	2 MOD
M3	앞팔(Forearm)	6"	3 MOD
M4	팔(Arm)	12"	4 MOD
M5	뻗은 팔 (Extended Arm)	18"	5 MOD

MODAPTS에서는 Move, Get, Put를 기본으로 하는 MGMP의 동작순서를 주요 주기동작(Cycle Motions)으로 설정하고, 각 동작의 조건에 따라 해당되는 MOD를 구하여 합산한다. 이외의 동작이 발생하는 경우에는 순서대로 분석하고, 해당MOD를 구하여 주기동작시간에 가산한다.

### (2) 동시동작(Simultaneous Motions:SMO)분석

G2, P2, P5와 같은 高意識動作(High Conscious Control Motions)이 양손에 동시에 발생할 경우 [그림1]과 같이 분석한다[3].



[그림1] 동시동작 분석모형

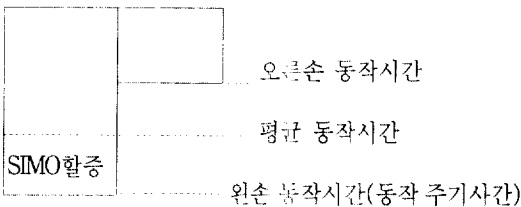
즉 MODAPTS에서는 동시동작이 발생할 때 양손의 고의식동작을 동시에 수행할 수 없으며, 한손의 고의식동작이 끝난 후에 다른 손이 M2의 이동을 하여 고의식 동작을 수행하는 것으로 분석한다. 이때 양손의 이동시간과 고의식 동작시간의 합이 큰 손 동작을 먼저 분석한다.

그러나 양손이 고의식동작을 수행할 때 결과적으로 고의식동작의 주기시간이 지연되는 것이며, 항상 어느 한 손의 고의식동작이 끝난 후에 다른 손의 고의식동작이 가능하다고만은 할 수 없다.

고의식동작은 동일한 작업조건에서도 매 주기에 구성동작의 수가 변화하는 기본동작이기 때문에 동일한 작업이라도 양손이 동시에 시작해서 동시에 끝낼 수 없으며, 그 중 어느 한 손의 동작이 지연된다.

주기마다 구성동작의 수가 변화하는 고의식동작의 시간치는 구성동작의 평균동작수를 기준으로 하여 설정되기 때문에 동작이 반복되면 평균값으로 수렴되므로 한 손 동작일 때에는 평균값을 사용하면 된다. 그러나 양손으로 동시에 고의식동작을 수행할 경우에 주기시간은 [그림2]와 같이 지연된 동작시간으로 결정되기 때문에 결과적으로 주기시간은 증가한다.

원 손      오른손



[그림2] 동시동작의 주기시간

양손이 동시에 고의식동작을 수행하는 경우에 평균 주기시간보다 변화하는 시간치의 50%가 증가하므로[11], 이 시간은 동시동작 요소(SIMO Factor)로 주기시간에 할증하는 것이 바람직하다.

따라서 MODAPTS에서 동시동작 분석시 추가 이동시간(M2)과 100% 고의식동작시간을 주기시간에 가산하는 것은 SIMO할증을 지나치게 크게 한 것이라고 할 수 있다.

### (3) MODAPTS의 시간단위(MOD)분석

MODAPTS는 모든 동작과 시간을 1MOD의 배수로 표현하기 때문에 MODAPTS의 시간단위 1MOD=0.129초의 정의를 증명할 필요가 있다.

Heyde(1966)는 MODAPTS에서 1MOD는 손가락 1인치 움직임의 소요시간이라고 하였다[1].

그러나 MODAPTS의 M동작은 접근(Reach)과 운반(Move)을 의미하기 때문에 M동작의 시간치는 이 두 동작의 평균시간치라고 가정할 때 MTM에 의한 1인치 동작의 평균시간치는 3.5TMU=0.126초{(RIC+MIC)/2}가 되며, 따라서 Heyde의 정의는 옳다고 보기 어렵다.

M동작의 각 동작구간의 시간치를 1MOD의 정배수로 설정하기 위해서는 다음과 같은 가정이 가능하다.

[가정]: 1MOD=0.129초는 M동작의 각 동작구간의 동작시간치의 합을 동작구간의 총 지표수로 나눈 지표(MOD) 평균값이다.

[증명]: MODAPTS가 MTM에 기초하여 개발되었으며, 작업의 대부분이 MTM의 Case C에 해당하므로, MTM을 적용하여 M동작의 각 동작구간의 동작시간치를 구하고, 합계한 값을 M동작의 총 지표(15MOD)로 나눈 결과 [표2]와 같이 1MOD=0.129초이다.

[표2] MTM분석에 의한 MOD의 산출

M1	1"	1 MOD	RIC=3.6TMU	MIC=3.4TMU
M2	2"	2 MOD	R2C=5.9TMU	M2C=5.2TMU
M3	6"	3 MOD	R6C=10.1TMU	M6C=10.3TMU
M4	12"	4 MOD	R12C=14.2TMU	M12C=15.2TMU
M5	18"	5 MOD	R18C=18.4TMU	M18C=20.4TMU
		15 MOD	52.2TMU	54.5TMU
(52.2--54.5) ÷ 2 = 53.35TMU				
53.35TMU ÷ 15MOD = 3.56TMU/MOD = 0.12816초/MOD				
MOD → 0.129초/MOD				

그러므로 1MOD=0.129초는 M동작시간의 지표(MOD)평균치라고 할 수 있다.

1MOD=0.129초는 M동작의 동작구간별 최대 동작거리를 기준으로 하여 설정되었기 때문에 [표3]과 같이 동작거리에 따라 오차가 발생할 수 있다.

[표3] MODAPTS와 WF의 M동작시간치의 비교

MODAPTS	WF	MODAPTS/WF
M1 1MOD=0.00215분	1인치 : 0.0016분	1.344
M2 2MOD=0.0043분	2인치 : 0.0032분	1.344
M3 3MOD=0.00645분	3인치 : 0.0037분~6인치 : 0.0054분	1.194~1.743
M4 4MOD=0.0086분	7인치 : 0.0058분~12인치 : 0.0075분	1.147~1.483
M5 5MOD=0.01075분	13인치 : 0.0078분~18인치 : 0.0087분	1.236~1.378

### 3. “High Task MODAPTS”의 동작 시간 설정

이상에서 분석한 기존 MODAPTS의 오차요인을 최소화하고, “높은 과업표준”으로 수행도 수준을 향상시키기 위하여 “High Task MODAPTS”, 약칭 HITMAP의 동작시간을 다음과 같이 설정한다.

- ① HITMAP의 시간단위는 MD(Motion Dimension)로서 WF를 전용하여 산출한 M동작시간치의 지표(MD) 평균값으로 한다.
- ② M동작의 동작구간, 신체부위, 동작거리는 기존 MODAPTS와 동일하다.
- ③ HITMAP의 기본 동작모형은 MGRMPS로서 동시동작 요소(SIMO:S)와 전치동작을 위한 다시 붙잡기(Regrasp:R)를 포함한다.
- ④ M동작 외의 표준요소(Standard Elements)의 동작시간은 WF에 의해 분석하고, 1MD로 나누어 산출한다.

#### (1) MD의 산출

RWF(Ready Work Factor)의 정확도는 DWF(Detailed Work Factor)를 기준으로 하여 95%~100%에 해당하므로 [10] RWF의 동작구간 설정 원칙을 적용하여 HITMAP의 동작구간별 동작시간치를 설정하는 것이 바람직하다.

RWF의 각 동작구간별 동작시간치는 최대 동작거리의 75%에 해당하는 동작거리의 DWF동작시간치와 같다.

따라서 M동작의 각 동작구간별 동작거리의 75%에 해당하는 동작거리의 WF시간치를 적용하여 [표

4]와 같이 1MD=0.1초로 설정한다.

[표4] WF분석에 의한 MD의 산출

HITMAP의 M동작	WF 시간치	
	1-WF	2-WF
M1 1" 1MD	23DU	29DU
M2 2" 2MD	25DU	32DU
M3 6" 3MD	43DU	55DU
M4 12" 4MD	58DU	74DU
M5 18" 5MD	69DU	90DU
합계 15MD	498DU	
∴ 1MD=0.0996초 → 1MD=0.1초		

#### (2) 표준요소의 동작시간 설정

HITMAP의 동작시간은 표준요소별로 WF에 의해 분석한 동작시간치를 1MD=0.1초로 나누어 MD의 정매수로 [표5]와 같이 설정하였다.

HITMAP는 26개 표준요소로 구성되며, 특정 작업에 필요한 표준요소는 발생순서에 따라 해당 기호로 분석한다.

[표5] HITMAP의 동작시간

표준요소	기호	MD	설 명
이 동	M1	1	손가락 동작(-2.5cm)
	M2	2	손 동작(-5cm)
	M3	3	앞팔 동작(-15cm)
	M4	4	팔 동작(-30cm)
	M5	5	뺨은 팔 동작(-45cm)
붙잡기	G0	0	접촉형 붙잡기

조립	G1	1	단순한 붙잡기
	G3	3	복잡한 붙잡기
	P0	0	여유(t) > 15mm
동시동작	P2	2	여유(t) - 15mm
	P5	5	여유(t) - 1mm
	S0	0	SIMO 없음
다시붙잡기	S2	2	SIMO 발생
	R0	0	전치동작 없음
운반중량 발 동작	R2	2	전치동작 발생
	L3	3	무게(Wt) > 3kg 취급
누르기	F2	2	발 동작
크랭크동작	A3	3	압력 가하기
	C3	3	직경 - 10cm 회전동작
	C4	4	직경 - 25cm 회전동작

신체회전	T5	5	신체 회전동작
보행	W5	5	1보 걷기
허리동작	B6	6	허리 구부리기 또는 펴기
기립/착석	St6	6	기립/착석, 계단 승/강, 망치타격
검사	13	3	검사(1특성), 읽기(1단어)
의사결정	D3	3	정해진 간단한 의사결정

#### 4. HITMAP의 시험

[표6]은 스윗치 조립작업 중에서 2개의 외피를 고정구에 조립하는 동작까지 WF로 분석한 예이나,

[표6] WF에 의한 스윗치 조립작업 분석

番號	왼손 동작			累計時間 (DU)	오른손 동작		
	要素動作	動作分析	DU		DU	動作分析	要素動作
1				65	65	A12D	R 외피
2				113	48	L3, 1.8Bs	Gr
3				167	54	PP-0s-75%	PP
4				252	85	A12SD	M
5				311	59	CTL03-.95	Asy고정구에
6				334	23	F1S	Ind
7				338	4	5×¼A1S	3DB
8				344	6	50%×11	SIMO
9	RH와 동일		352	352	352	8 ½F1	R1

위 작업을 MODAPTS와 HITMAP로 분석하여 시간치를 구하고, WF시간치와 비교하면 다음과 같다.

① MODAPTS에 의한 분석

오른손 M4 G3 M4 P5

왼손 M4 G3 M4 P5

동시동작 M4 G3 M2 G3 M4 P5 M2 P5 4+3+2+3+4+5-2+5=28MOD=0.0602분

② HITMAP에 의한 분석

동시동작 M4 G3 S2 R2 M4 P5 S2 4+3+2+2+4+5+2=22MD=0.0367분

MODAPTS분석 시간치는 28MOD=0.0602분으로서, WF분석 시간치(0.0352분)의 1.71배이다.

또한 이 시간을 “높은 과업표준 단위” MD로 환산하면 0.0467분이 되며, WF에 비해 32.7%의 오차가 발생한다. 이러한 현상은 MODAPTS의 동시동작 시간할증이 지나치게 큰 결과로 볼 수 있다.

HITMAP분석 시간치는 0.0367분으로서 WF분석 시간치의 1.043배이며, 이것은 WF에 대한 HITMAP의 정확도가 95%이상인 것을 의미한다.

## 5. 결 론

MODAPTS의 시간단위는 동작구간의 최대치를 기준으로 하고, MTM의 동작시간을 합성하여 설정되었기 때문에 과업표준에 대한 편차와 동작거리에 따른 오차가 WF에 비해 크게 발생한다.

특히 MODAPTS에서는 동시동작이 항상 불가능한 것으로 분석하기 때문에 동시동작 시간할증이 지나치게 많게 되며, 결과적으로 MODAPTS의 시스템 오차로 나타난다.

본 논문에서 MODAPTS의 단점을 개선하고, 높은 과업표준에 맞게 연구된 시스템이 “High Task MODAPTS”, 약칭 HITMAP이다.

HITMAP에서는 시간단위(1MD=0.1초)와 26개 표준 요소의 동작시간을 WF로 분석하고, 1MD로 나누어 MD의 배수로 설정하였다.

또한 HITMAP에서는 동시동작 할증을 정확히 하고, 자주 발생하는 전치동작을 포함할 수 있도록 기본 동작모형을 MGSRMPS로 설정하였다.

HITMAP의 유효성을 검증하기 위하여 MODAPTS에서 오차가 크게 발생할 수 있는 작업, 즉 동시동작이 포함된 작업을 선택하여 MODAPTS와 HITMAP로 분석하고, 그 결과를 WF분석 시간치와 비교하였다.

시험결과 MODAPTS분석 시간치는 WF분석 시간치의 1.71배이고, HITMAP분석 시간치는 1.043배로 나타났으며, 따라서 WF에 대한 HITMAP의 정확도는 95%이상으로 나타났다.

결론적으로 HITMAP는 MODAPTS의 단점을 크게 개선한 시스템으로서 성과금융표준시간의 설정에 충분하다고 볼 수 있다.

## 參考文獻

1. Heyde, G.C.(1966), A program for Self-Instruction in MODAPTS--Modular Arrangement of Predetermined Time Standards, Australian Association for Predetermined Time Standards & Research, MOD.
2. op. cit., MOVE
3. op. cit., SIM
4. Holmes, W.G.(1938), Applied Time and Motion Study, New York, The Ronald Press, p.245.
5. Karger, D.W. and Bayha. F.H.(1977), Engineered Work Measurement, 3rd ed., Industrial Press Inc., New York, pp.219-223.
6. op. cit., p.232.
7. Karger, D.W. and Hancock, W.M.(1982), Advanced Work Measurement, 6th ed., Industrial Press Inc., New York, pp. 17-18.
8. Mundel, M.E.(1978), Motion and Time Study: Improving Productivity, 5th Ed., Prentice Hall, pp. 294-297
9. Quick, J.H., Duncan, J.H. and Malcolm, J.A.(1962), Work Factor Time Standards, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, pp.5-12.
10. 朴聖學(1987), 워크·팩터 실무, 장치사, 서울 pp. 14-15.
11. 朴聖鶴(1990), “單位動作模型에 基礎한 TOP 시스템의 開發”, 博士學位論文, 崇實大學校 大學院, pp. 33-34.
12. 韓國能率協會(1981), 作業管理(II), 서울, p.122.