

VÁLTOZÓ IDŐRITMUSÚ INFORMÁCIÓK MEGTERHELŐ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA „SZTEREOTOMETER” SEGÍTSÉGÉVEL

GERÉB GYÖRGY—VASKOR ANDRÁS

A megterhelés kutatásának vizsgálatára alkalmazott eljárásmodok közül egyikünk [1] olyan módszert dolgozott ki, amelynek segítségével a megoszló figyelem és a manualitás vizsgálható a megterhelés különböző feltételei mellett. Textilgyári munkásoknál végzett vizsgálatok [2—4] alkalmasaknak bizonyultak arra, hogy a különböző mértékben terhelő környezeti és pszichikus tényezőket összehasonlítsuk, illetőleg ezen eljárásmodnak az alkalmasság vizsgálatoknál való használhatóságát bizonyítsuk. Ugyancsak ezen módszer segítségével — egyéb metódikával nyert eredmények összehasonlításával — vizsgáltuk a különböző szinten dolgozók és betegek — főként neurotikus egyének — megterhelését és javaslatot tettünk az eljárás üzemorvosi gyakorlatban való hasznosítására. [5]

Az eszköz működésének lényege: öt végtelenített szalag (illetőleg korong) programozott menet szerint halad. Mindegyik más-más időben megáll, egyenként 16 alkalommal, tehát összesen 80-szor. Az egyes impulzusok, információk megjelenésének idejét, sorrendjét, valamint a köztük levő szünetidőt konstans módon beprogramoztuk. A szál (korong) megállása a textiliparban ismeretes szálszakadás reprezentálja, az alattuk elhelyezett nyomógomb útján való megindítás pedig a szálszakadás megszüntetését. A programozásnak megfelelően egy időben egy vagy több „szálszakadás” lehetséges, ennek megfelelően több információ érheti a vizsgált személyt. (Az eszköz képe megtalálható előző közleményünkben. Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, Szeged. 1966.)

A korong leállításának észrevétele (szenzoros funkció), valamint újból való beindítása (motoros aktus) egy-egy kísérletben azonos idő alatt játszódik le. Adataink standardizálása érdekében megvizsgáltuk, hogy 60 sec leforgása alatt milyen mennyiségű információ feldolgozására képesek a vizsgált személyek, továbbá sávok szerint értékeltük, hogy az egyes korongokra jutó információmennyiségből mennyit dolgoztak fel sikeresen. [6] Az eredmények elemzéséből kitűnik, hogy szignifikáns eltérés van az egyes korongokra eső teljesítmény között.

Lomov [7] a mérnöki lélektan egyik fontos tényezőjének tartja a jelek térbeli elhelyezésének vizsgálatát. Különösen a műszerfalaknál és a gépek megtervezésénél van jelentősége ennek a kérdésnek. Arra törekedtünk tehát, hogy mi is adalékokat szolgáltatassunk a középre, valamint a jobb- és baloldalra eső információk megoszlásának értékeire. Szignifikancia-számítás alapján úgy találtuk, hogy legelőnyösebb a középső sávra eső információ, majd a bal, végül a jobboldali.

A vizsgált személyeknek „malacfarok”-fűzést kellett ugyanezen műszer segítségével végrehajtaniok a manualitás vizsgálatára. A modell hűségeen követte a gyári feladat végzéséhez szükséges funkciót.

A megoszló figyelem és manualitás együttes vizsgálata nyomán nyert értékeket tapasztalati képletbe sűrítettük. A teljesítmény számszerű értékének kiszámítására a

$$t = \lambda A - \mu B$$

képletet konstruáltuk, ahol

t a kísérleti személy teljesítménye,

A a szálszakadás mennyiségi állandója (gépi konstans),

B a fűzés átlagos ideje sec-ben (kísérletileg megállapított átlagérték),

λ a figyelmi koncentráció egyéni értékének mutatója

$$\lambda = \frac{\text{megszüntetett szálszakadások száma}}{\text{szálszakadás mennyiségi állandója}}$$

μ a manualitás egyéni értékének mutatója

$$\mu = \frac{\text{a fűzés egyéni ideje}}{\text{a fűzés átlagos ideje}}$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$0 < \mu < \infty$$

A teljesítményfüggvény és a hozzá tartozó grafikon segítségével százalékosan meg tudtuk adni a vizsgált személy teljesítményének értékét. Az összteljesítményt az öt korongon együttesen elért teljesítménynek tekintettük, nem bontottuk azt le az egyes korongokra eső részeredményekre.

Az előző vizsgálatok során az említett módon alkalmazott, beprogramozott feladatot kellett a vizsgált személyeknek 60 sec alatt végrehajtaniuk, a kapott információt felfogniuk, és az adott válaszokat megadniuk. Az eredményt elektromos számológépezet mérte. Hasonlóképpen regisztráltuk a manualitás terén mutatott eredményeket is. Jelen vizsgálatunkban továbbra is konstans értéken tartottuk az impulzusok és szünetek egymásutánosságát, az információ mennyiségét, de megvált toztattuk a felfogásra és kiszolgálásra fordított idő mennyiségét. Az alapidő fel- és kétszeresét mértük, és összehasonlítottuk az ezek nyomán kapott információ-felvételek mennyiségét. Az azonos információmennyiség kiszolgálására fordítható idő tehát 60—30—120 sec volt.

Vizsgálat tárgyává tettük továbbá azt is, hogy a lehetséges variációk szerinti sorrendben alkalmazott változatok között milyen eltérés mutatkozik. A következő sorrendet alkalmaztuk:

1. 60 — 30 — 120 sec.
2. 60 — 120 — 30 sec.
3. 30 — 60 — 120 sec.
4. 30 — 120 — 60 sec.
5. 120 — 30 — 60 sec.
6. 120 — 60 — 30 sec.

A vizsgált személyek főiskolai hallgató-leányok voltak, programvariációk szerint 20—20, összesen 120.

Az információ gyorsaságának kérdését a szakirodalomban mind a fáradékony-ság, mind a monotónia szempontjából többen hangsúlyozták. Különösen Graf [8], az újabb időben Düker [9], Bartenwerfer [10], Bálint és Hódos [11] tartotta lényegesnek e kérdést. Saját vizsgálatunkban [12—13] arra törekedtünk, hogy az egyhangú, monoton cselekvést különböző ritmusú változó tevékenységgel cseréljük fel. Véleményünk szerint ugyanis az időritmusnak nagy szerepe van abban, hogy növeked-jék az aktivációs szint. Nem kell külön hangsúlyoznunk, hogy ennek mind iskolai, mind üzemi vonatkozásban alapvető jelentősége van.

Sztereotometerünk vegyes irányítású automata rendszernek tekinthető, amely-nél az irányítás egyes feladatait maga a gép, az irányítás többi feladatát pedig az ember oldja meg. A gép elektromos impulzusok segítségével előre megadott program szerint működteti a korongok mozgását és leállítását, az ember a megfelelő indító-gomb megnyomásával hozza mozgásba a leállt korongokat. Többen foglalkoztak ebből a szempontból az „ember-automata” rendszer kérdésével. [14] Vizsgálták az embernek a rendszerben elfoglalt helyét és szerepét, valamint az ember és auto-mata berendezés közötti információcsere jellegét.

Az ember tevékenységének fő jellemzője esetünkben az, hogy milyen gyorsan reagál a körülmények megváltozására. Az ember (operátor) munkatevékenységé-nek sikerét elsősorban a mozgás biztonságában, az ügyességében, ritmikusságában az erőben és sebességben látjuk.

Kérdésfeltevéseink:

1. Mi a feltétele annak, hogy automata rendszerünket az ember sikeresen irányíthassa?

2. Hogyan változik a teljesítmény, illetve a figyelmi koncentráció mutatója (λ) a vezérlő asztalon az operátorhoz képest különböző látószögben elhelyezett korongok esetében?

3. Hogyan változik az öt korongon együttesen elért teljesítmény, ha a program idejét változtatjuk?

Az automatát kezelő embert átviteli rendszernek tekinthetjük. Számára a ko-rongok megállásai az információ-forrás jelszimbólumai. Shannon szerint az infor-mációforrásból érkező jelek információ-mennyiségének mértéke:

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \log P_i.$$

P_i annak a valószínűsége, hogy az 1, 2, ... m jelsorozat tagjai közül éppen i -edik jel jelenik meg.

Automatánknál mindegyik jel megjelenésének egyenlő a valószínűsége éspedig:

$$P_i = \frac{1}{m}$$

Így

$$H = \log m.$$

A H értékét bit-ekben adjuk meg. Kísérleti berendezésünk-nél az információ-mennyiség állandó, függetlenül a programidőtől ($H=6,32$ bit).

Jelölje az emberi információfeldolgozás maximális sebességét C_0 , követeljen meg a rendszer V sebességű információtovábbítást, akkor

$$C_0 - V > \varepsilon > 0$$

feltétel fejezi ki azt a tényt, hogy az ember az automata-rendszer irányítására alkal-mas.

Empirikus úton adhatjuk meg az operátor információfeldolgozásának sebes-ségét:

$$C_0 = \frac{n H}{T} \quad \frac{\text{bit}}{\text{sec}}$$

n az egyidejűen megjelenő jelek száma,

T a jelre adott motoros válaszreakció ideje,

C_0 értékének kísérleti meghatározásával több kutató foglalkozott. Értékét megadták különböző bit-ekben kifejezett információmennyiség esetében. Rendszerünkre alkalmazva C_0 értékét és figyelembe véve a rendszer által követelt V sebességű információtovábbítást, megállapítottuk, hogy 120 sec programidő esetében a kísérleti személyek 92%-a, 60 sec-es programidő mellett 67%-a és ha 30 sec-ben szabjuk meg a programidőt, akkor csak 28%-a bizonyult a rendszer irányítására alkalmasnak.

Ha megnézzük az egyes korongokra eső teljesítményt, mód nyílik arra, hogy vizsgálat tárgyává tegyük, melyik korongon legkisebb, illetve legnagyobb a teljesítmény, másrészt megállapítsuk, hogy ez az érték hogyan változik, ha a 60 sec-es programidőt változtatjuk. Kísérleteinkben alapidőnek választottuk a 60 sec-es programidőt, majd ezt a felére (30 sec) szűkítettük, illetve kétszeresére (120 sec) növeltük.

Az egyes korongokon elért teljesítményt, ha minden koronghoz fűzés is tartozik, a következő módon számítjuk ki:

$$\begin{array}{lll} t_1 = \lambda_1 A_1 - \mu_1 B_1, & 0 \leq \lambda_1 \leq 1, & 0 < \mu_1 < \infty \\ t_2 = \lambda_2 A_2 - \mu_2 B_2, & 0 \leq \lambda_2 \leq 1, & 0 < \mu_2 < \infty \\ t_3 = \lambda_3 A_3 - \mu_3 B_3, & 0 \leq \lambda_3 \leq 1, & 0 < \mu_3 < \infty \\ t_4 = \lambda_4 A_4 - \mu_4 B_4, & 0 \leq \lambda_4 \leq 1, & 0 < \mu_4 < \infty \\ t_5 = \lambda_5 A_5 - \mu_5 B_5, & 0 \leq \lambda_5 \leq 1, & 0 < \mu_5 < \infty \end{array}$$

ahol

t_i az i -edik koronghoz tartozó teljesítmény,
 A_i a szálszakadás mennyiségi állandója az i -edik korongon,
 B_i a fűzés átlagos ideje az i -edik korong esetében,
 λ_i az i -edik koronghoz tartozó figyelmi koncentráció értékének mutatója,
 μ_i az i -edik koronghoz tartozó manualitás értékének mutatója.

$\lambda_i = \frac{i\text{-edik korongon megszüntetett szálszakadások száma}}{i\text{-edik korongon a szálszakadás mennyiségi állandója}}$

$\mu_i = \frac{i\text{-edik koronghoz tartozó fűzés ideje}}{\text{az } i\text{-edik koronghoz tartozó fűzés átlagos ideje}}$

$i = 1, 2, 3, 4, 5.$

Mivel mind az öt korong mennyiségi állandója egyenlő, függetlenül a program idejétől, ezért

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A (= 16).$$

A fűzés átlagos ideje is független a programidőtől és a korong sorszámától, így

$$B_1 = B_2 = B_3 = B_4 = B_5 = B (= 21 \text{ sec}).*$$

A manualitás egyéni értékének mutatója független a korongokon végzett művelettől, ezért

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu.$$

Az egyes korongokra eső teljesítmény tehát így alakul:

$$\begin{array}{l} t_1 = \lambda_1 A - \mu B \\ t_2 = \lambda_2 A - \mu B \end{array}$$

*(Előző dolgozatunkban 17 sec-et találunk. Jelen kísérletünknel azonban a fonál lebontását is beleszámítottuk a fűzési munka idejébe, így 21 sec adódott B értékére.)

$$t_3 = \lambda_3 A - \mu B$$

$$t_4 = \lambda_4 A - \mu B$$

$$t_5 = \lambda_5 A - \mu B$$

A 120 kísérleti személy munkáját értékelve, az egyes korongokon, a következő eredményt kaptuk:

Korongok sorszáma	I.			II.			III.			IV.			V.		
	30	60	120	30	60	120	30	60	120	30	60	120	30	60	120
Programidő (sec)	30	60	120	30	60	120	30	60	120	30	60	120	30	60	120
Átlagos teljesítmény (%)	25	40	70	28	42	69	26	43	76	24	39	70	24	37	64
λ Átlagos értéke	0,53			0,56			0,57			0,51			0,48		

Kísérletünk mutatja, hogy a középső korongon várható a legjobb teljesítmény, majd a tőle balra levő, végül a tőle jobbra levő korongon.

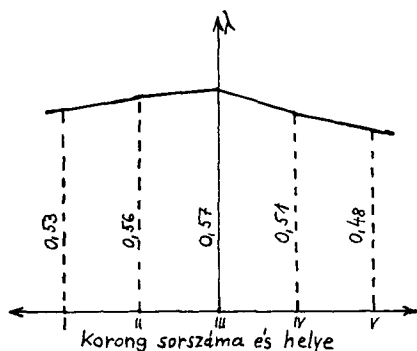
Student-féle t -próbával igazoltuk, hogy az egyes korongokon levő teljesítmény a szignifikancia határán mozog.

A 30—60—120 időtartam permutációinak sorrendjében alkalmazott kísérleti eredmények között eltérést találtunk ugyan, de szignifikáns különbség nem mutatható ki a sorozat tagjai között.

A figyelmi koncentráció értékének változását az egyes korongok eloszlása szerint a

$$\lambda_i = \frac{\text{megszüntetett szálszakadás az } i\text{-edik korongon}}{\text{szálszakadás mennyiségi állandója}}$$

képlet alapján számítottuk ki, amelynek grafikus ábrázolása után jól szembetűnik annak változása:



Végezetül megvizsgáltuk, hogy a programidő változása milyen változást okoz a teljesítményben. Mivel az összes megállások száma állandó ($=80$) mindhárom programidő esetében, ezért a $t = \lambda A - \mu B$ teljesítményfüggvénnyel számítjuk ki a teljesítménybe beállt változást. 60 sec-es programidő alatt a kísérleti személyek öt korongon elért teljesítményének átlagára

$$t = 40,2\% \text{-ot kaptunk.}$$

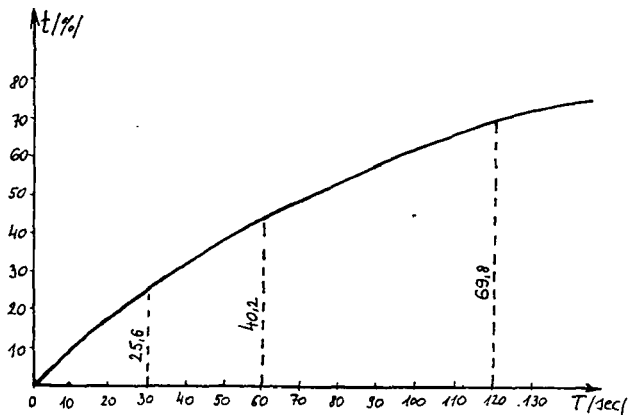
Ugyanolyan körülmények között ugyanazon kísérleti személyek 30 sec alatt

$$t = 25,6\% \text{-os teljesítményt mutattak.}$$

120 sec-es program esetében

$$t = 69,8\% \text{ adódott.}$$

Eredményeinket koordináta-rendszerben ábrázolva, a következő képet kapjuk:

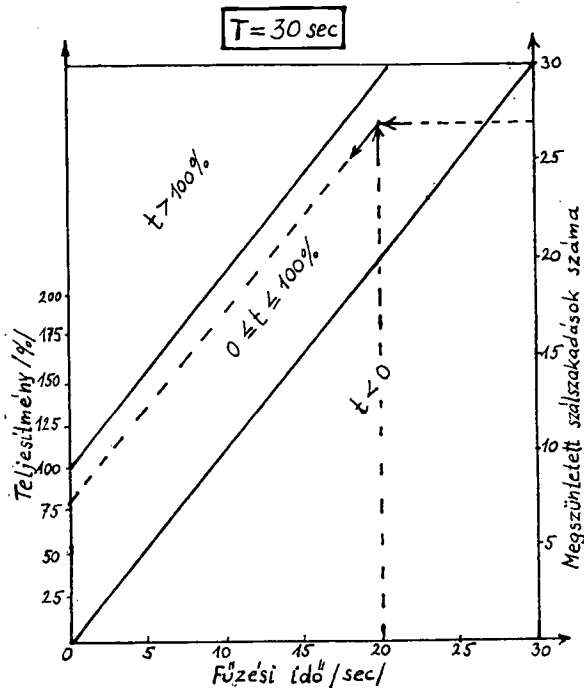


A görbe a kísérleti személyek eredményeinek feldolgozásával és interpolációval készült.

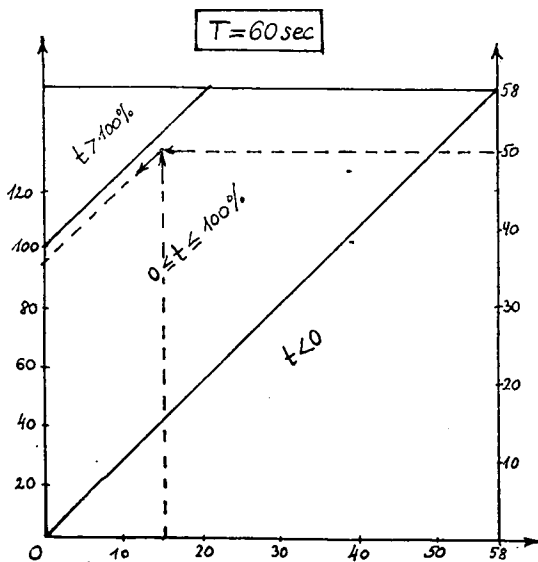
Ha a kísérleti berendezésünket gyakorlatilag alkalmazhatósági vizsgálatokra akarjuk felhasználni, akkor célszerű a teljesítmények százalékos értékét megadó

$$\frac{\lambda A - \mu B}{A - B}$$

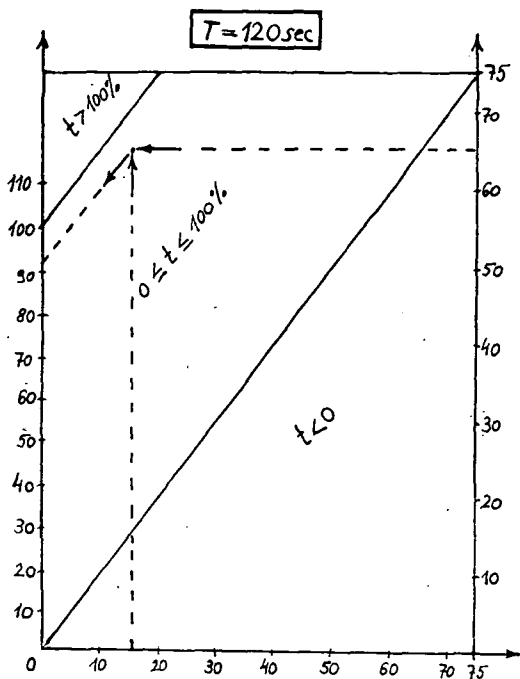
képletben 30 sec-es programidő esetén 30-at, 60 sec mellett 58-at és 120 sec esetén pedig 75-öt adni az A értékének. Ezek az értékek kísérletileg megállapított értékek. Ezen megállapodás figyelembevételével a teljesítmények százalékos értékének a fent tárgyalt, a gyakorlat számára túl szigorú mérésből engedtünk ugyan, de így a teljesítményt a gyakorlatban elfogadott és megszokott 100%-os érték körül kapjuk az átlagosnál jobban dolgozó személyeknél. Mindhárom esetben elkészítettük a gép-hez tartozó teljesítményértékelő grafikont.



Példa: Legyen a fűzés ideje 20 sec, a megszüntetett szálszakadások száma 27. A grafikonról 78%-os teljesítményt olvashatunk le.



Példa: Fűzésidő 15 sec; megszüntetett szálszakadások száma 50, akkor a teljesítmény 95%.



Példa: Ha a fűzés ideje 16 sec, a megszüntetett szálszakadások száma pedig 65, akkor a vizsgált személy teljesítménye 91%.

Ha a programidőt tovább növeljük ($T > 120$), a teljesítmény szintje gyakorlatilag mindenkinél eléri a maximumot és további nivellálódásra nincs lehetőség. E tartományba már főképpen a pathológiás esetek tartoznak bele.

További kísérletezés célját képezi az a kérdés, hol kell megszabni azt az optimális T -értéket, hogy a teljesítmény gyakorlatilag jó szinten maradjon és a személyek kevés kivétellel selejtmentesen, a kitűzött célnak megfelelő gazdaságossággal dolgozzanak.

Kísérleti eszközünk modellnek is tekinthető, mely alkalmas arra, hogy — a megváltozott feladatok és körülmények szerint — az egyes munkahelyeken alkalmazott feladatokat, az információmennyiség adagolásának időritmusát kísérletileg megszabjuk és szabályozzuk.

IRODALOM

- [1] GERÉB GYÖRGY, A megoszló figyelem és kezűgyesség együttes vizsgálata különböző termelési szintet elért dolgozóknál. MTA Pszichológiai Tanulmányok V/1. (1963). 361—4.
- [2] GERÉB GYÖRGY, Gleichzeitige Untersuchung der Aufmerksamkeits- und Geschicklichkeit von Arbeitern mit unterschiedlichem Leistungsvermögen. Textil-Praxis, 1. Teil. H. 7. S. 693—696 és 2. T. 8. 782—785.
- [3] GERÉB GYÖRGY, 1965, Výskum senzomotoriky pracujících v textilnom priemysle. Studia Psychologica. VII. 3. 214—220.
- [4] GERÉB GYÖRGY, 1965. Vizsgálati célkitűzéseink és kutatásaink néhány tanulsága a fáradtság lélektanának köréből. Ideggyógyászati Szemle, 10. 305—319.

- [5] GERÉB GYÖRGY—SÁRKÁNY ANDRÁS, 1965, A figyelem és a manualitás együttes vizsgálata egészséges és beteg dolgozóknál. Népegészségügy 180—184.
- [6] GERÉB GYÖRGY—VASKOR ANDRÁS, 1967, A megoszló figyelem és manualitás „Stereometrometer”-rel történő vizsgálatának finomítása matematikai módszerrel. Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, Szeged, 181—186.
- [7] LOMOV, B. F., 1964, Ingenieurpsychologie. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin—314 o.
- [8] GRAF, O., Arbeitszeit und Arbeitspausen. Betriebspsychologie. Verl. für Psychologie, dr. C. J. Hogrefe, Göttingen 95—116.
- [9] DÜKER, H., 1931, Psychologische Untersuchungen über freie und zwangsläufige Arbeit. Zschr. Psychol. Erg. 20.
- [10] BARTENWERFER, H. G., 1960, Untersuchungen zum Monotonieproblem. Zentralblatt für Arbeitswissenschaft, H. 2. 29—33.
- [11] BÁLINT I.—HÓDOS T., 1963, Fűtőszalagon dolgozó motorkészítők idegrendszeri igénybevételének vizsgálata. Ideggyógyászati Szemle. 252—256.
- [12] GERÉB GYÖRGY, 1964, Egyszerű műveletek monotóniát kiváltó hatásának vizsgálata általános iskolai tanulókon. Pszich. Tanulmányok VIII. 101—120.
- [13] GERÉB GYÖRGY, 1966, Modell-kísérletek néhány módszertani tanulsága a monotónia tanulmányozására. MTA Pszichológiai Tanulmányok IX. k. Bp. 563—579.
- [14] BÁNKÚTINÉ CSÓR ÉVA, 1966, Az emberi tevékenység szerepe az automatikus irányítási rendszerekben (Kézirat).

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖАЮЩЕГО ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМ РИТМОМ ВРЕМЕНИ, ПРИ ПОМОЩИ „СТЕРЕОМЕТРА”

Д. Герёб—А. Вашкор

Нами создан прибор под названием „стереометр” для исследования внимания и мануальности при разных условиях нагрузки. Суть работы прибора: Пять бесконечных лент (или дисков) движутся по программному ходу. Каждая из них останавливается в разное время по 16 раз, т. е. всего 80 раз. Мы запрограммировали по константе время, порядок появления и паузы между появлениями отдельных импульсов и информации. Остановка нитки (диска) означает разрыв нитки в текстильной промышленности, а нажим кнопки, помещенной под ним, означает устранение разрыва. В соответствии с программированием, одновременно один или несколько „разрывов нитки” и так несколько информации получает подопытная личность. В интересах стандартизации данных мы изучили, какое количество информации могут за 60 сек. проработать подопытные личности, потом по зонам оценили, какое количество информации, выделенных на отдельные диски, могли они удачно проработать.

Оценки, полученные на основе совместного рассмотрения рассеивающегося внимания и мануальности, мы внесли в схему. На вычисление производительности в цифрах мы составили формулу

где t = производительность подопытной личности
 A = количественный постоянный разрыва нитки (машинная константа)
 B = общее количество времени вдевания в секундах (экспериментально определённая общая оценка)
 λ = указатель персональной оценки концентрированности внимания
 $\lambda = \frac{\text{количество устранённых разрывов нитки}}{\text{количественный постоянный разрывов нитки}}$
 μ = указатель персональной оценки мануальности
 $\mu = \frac{\text{персональное время вдевания}}{\text{общее количество времени вдевания}}$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$0 < \mu < \infty$$

В этом исследовании мы держали на константной оценке последовательность импульсов и пауз, количество информации, но изменили количество времени, обращённое на восприятие и обслуживание. Мы измеряли половину и двойное количество основного времени и сопоставили с количеством информационных снимков полученных на их основе. Следова-

тельно, время, обращённое на обслуживание одинакового количества информации, было 60—30—120 секунд.

Мы ставили объектом исследования и то, какая разница показывается между вариантами в порядке по возможным вариациям.

Наш стереометр может считаться автоматической системой со смешанным управлением, в которой некоторые задачи управления выполняет машина, а остальные задачи — человек. Машина пускает в ход движение и остановку диска по заранее определённой программе. С помощью электрических импульсов, человек пускает в ход остановившиеся диски с нажимом соответствующей кнопки.

Человека, управляющего автоматом, можно считать транзитной системой. Для него остановки дисков являются знакомыми символами источника информации. Мера количества информации сигналов, пришедших из источника информации по Шаноу:

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \log P_i$$

Цену H мы даём в бит-ах. В нашей экспериментальной конструкции количество информации постоянное, независимо от времени программы. ($H = 6,32$ бит). Изменение ценности концентрированности внимания по распределению отдельных дисков мы вычислили на основе следующей формулы.

$$\lambda_i = \frac{\text{устранённые разрывы нитки на } i\text{-ой диске}}{\text{количественный постоянный разрывов}}$$

после графического изображения которой очень хорошо видно его изменение. В конце мы рассматривали, что изменение программного времени какие изменения приносит в производительности. Так как количество всех остановок постоянное ($= 80$) во всех трёх программных временах, поэтому мы высчитали изменение в производительности на основе функции производства $t = \lambda A - \mu B$. На среднюю производительность, достигнутую подопытным лицом на пяти дисках за 60 секунд, мы получили $t = 40,2\%$ -ов.

При таких же условиях подопытные лица за 30 секунд достигли производительность $t = 25,6\%$ -ов.

В случае 120 секунд $t = 69,8\%$ получилось.
Результаты показывают графики.

UNTERSUCHUNG DER BELASTUNGSWIRKUNG VON INFORMATIONEN MIT VERÄNDERLICHEM ZEITRHYTHMUS MIT HILFE DES „STEREOTOMETERS“

Von Gy. Geréb und A. Vaskor

Es wurde zur Untersuchung der Aufmerksamkeit und der Manualität bei verschiedenen Belastungsverhältnissen ein „Stereotometer“ benanntes Instrument konstruiert.

Das Instrument funktioniert im wesentlichen wie folgt: Fünf endlose Bänder (bzw Scheiben) bewegen sich programmgesteuert. Jedes Band bleibt in verschiedenen Zeitpunkten stehen, u. zw. je 16mal, im ganzen also 80mal. Erscheinungszeit und Reihenfolge der einzelnen Impulse, Informationen sowie die dazwischenliegenden Pausen sind konstant programmiert. Das Anhalten des Bandes repräsentiert den von der Textilindustrie bekannten Fadenbruch, das Ingangsetzen mittels des darunter befindlichen Druckknopfes die Behebung des Fadenbruches. Je nach dem Programm sind zur gleichen Zeit ein oder mehrere „Fadenbrüche“ möglich, dementsprechend erhält also die unter Prüfung stehende Person eine oder mehrere Informationen. Das Bemerkten des Stehenbleibens der Scheibe (sensorielle Funktion) und das erneute Ingangsetzen (motorischer Akt) spielt sich innerhalb eines Versuches in der gleichen Zeit ab. Um unsere Versuchsdaten zu standardisieren, haben wir untersucht, welche Anzahl von Informationen die Versuchspersonen in 60 Sekunden zu verarbeiten fähig sind, ferner nach den einzelnen Bändern bewertet, wieviel von der Informationsmenge mit Erfolg verarbeitet wurde.

Die durch die gleichzeitige Untersuchung der geteilten Aufmerksamkeit und der Manualität erhaltenen Werte fassten wir in eine Erfahrungsformel zusammen. Zur zahlenmässigen Bewertung der Leistung wurde folgende Formel konstruiert:

$$t = \lambda A - \mu B$$

worin

t die Leistung der Versuchsperson

A konstante Anzahl der Fadenbrüche (Maschinenkonstante)

B durchschnittlicher Zeitbedarf des Verbindens (experimentell bestimmter Durchschnittswert)

λ persönliche Indexzahl der Aufmerksamkeitskonzentration

$$\lambda = \frac{\text{Anzahl der behobenen Fadenbrüche}}{\text{konstante Anzahl der Fadenbrüche}} ; 0 \leq \lambda \leq 1$$

μ persönliche Indexzahl der Manualität

$$\mu = \frac{\text{individueller Zeitbedarf des Verbindens}}{\text{durchschnittlicher Zeitbedarf des Verbindens}} ; 0 < \mu < \infty$$

Während der gegenwärtigen Untersuchungen wurde die Reihenfolge der Impulse und der Pausen sowie die Informationsmenge konstant gehalten, die zum Auffassen und Bedienen verwendbare Zeit dagegen verändert. Es wurde die Hälfte und das Doppelte der Grundzeit gemessen und die auf diese Weise aufgenommenen Informationen verglichen. Die für die Verarbeitung der gleichen Informationsmenge verfügbare Zeit betrug also 60—30—120 Sekunden. Es wurde ferner untersucht, welche Unterschiede in den Resultaten entstehen, wenn diese drei Varianten in verschiedener Reihenfolge verwendet werden.

Das Stereotometer ist als ein System mit gemischter Steuerung zu betrachten; einzelne Aufgaben der Steuerung werden durch das Instrument selbst, die weiteren vom Bedienenden gelöst. Das Instrument bewirkt die Bewegung und das Anhalten der Scheiben durch elektrische Impulse nach einem vorgegebenen Programm; die stehengebliebenen Scheiben werden durch Niederdrücken des Anlasserknopfes vom Bedienenden in Bewegung gebracht.

Der den Automaten bedienende Mensch kann als ein Übertragungssystem angesehen werden; für ihn bedeuten die Stillstände der Scheiben Signale der Informationsquelle. Nach Shannon ist aber das Mass der Informationsmenge der von der Informationsquelle eintreffenden Signale

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \log P_i$$

Die Grösse H wird in bit angegeben. Bei unserer Versuchsanordnung ist die Informationsmenge konstant, unabhängig von der Programmzeit ($H=6,32$ bit). Die Verschiedenheit der Werte der Aufmerksamkeitskonzentration je nach den einzelnen Scheiben wurde mit der Formel

$$\lambda_i = \frac{\text{Anzahl der behobenen Fadenbrüche an der } i\text{-ten Scheibe}}{\text{konstante Anzahl der Fadenbrüche}}$$

berechnet; die graphische Darstellung macht die Unterschiede augenscheinlich. Endlich wurde untersucht, welche Änderungen in der Leistung durch die geänderte Programmzeit verursacht werden. Da die Gesamtzahl der Stillstände bei allen drei Programmzeiten konstant ($=80$) ist, wurde die Leistungsänderung mit Hilfe der Leistungsfunktion $t = \lambda A - \mu B$ berechnet. Mit der Programmzeit 60 Sekunden erhielten wir die durchschnittliche Leistung der Versuchspersonen an fünf Scheiben $t=40,2\%$. Unter denselben Bedingungen zeigten die gleiche Personen mit einer Programmzeit 30 Sekunden die Leistung $t=25,6\%$. Mit der Programmzeit 120 Sekunden ergab sich $t=69,8\%$.

Die Ergebnisse sind in Diagrammen zusammengefasst.