

인간공학기사

인간공학: 인간과 기계의 조화

독립변수: 어떤 요소가 영향을 미치는지

상행수가 전작

종속변수: 독립변수 영향을 평가하기 위해 측정

기원의 요건 ① 적절성: 가설이 의도된 목적에 적당

② 무의미성: 독립변수 외 다른 변수 영향

③ 신뢰성: 반복성

시각과정: 반사광 → 각막 굴절 → 동공 → 수정체 굴절

→ 망막 → 시신경 → 뇌

색각 ← 원추세포: 색채(밤) 광세포(황반): 원추세포 집중

간상세포: 색 차별(낮)

근시: 수정체 수렴에 남다 → 멀리x

원시: 양근 → 가깝x 자극이

$$\text{최소분해능} = \frac{1}{\text{시각}} / \text{시각} = \frac{(573)(60)H}{D_{\text{눈}} \sim \text{거리}}$$

양눈음: 밤 → 어.

↑ 5분. 원추세포 원음

양눈음 30-35분. 간상세포 원음 → 색 차별 제한

어두운 완전 양눈음: 30-40분

적색. 보색. 원감

조도: 표면에 도달하는 광의 밀도

$$= \frac{\text{광량}}{\text{거리}^2} \quad (\text{lux, foot-candle})$$

지광도(조도) → 조광 (Candle)

광량: Candela (cd)

광도 (휘도): 표면에나 반사. 방출되는 광량

$$\text{대비}(\%) = 100 \times \frac{\text{배경광도} - \text{대상광도}}{\text{배경광도}}$$

광도비: 주시: 주변 = 3:1 (사육상:산영)

진동수: 음 높낮이 Hz.

음의 강도: dB (단위면적당 E)

$$\text{음압수준 SPL} = 10 \log \frac{P_1^2}{P_0^2}$$

$$\text{SPL}_2 - \text{SPL}_1 = 20 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

음향속성: phon. sone. 인식수준

phon: 정강적 평가. 1000Hz 음음 음향수준

상대적 크기X

sone: 40 dB. 1000Hz 음음 크기,

$$\Rightarrow \text{sone} = 2^{\frac{\text{phon} - 40}{10}}$$

40 phon → 1 sone

기원에 비해 몇 배냐

음파: 방출

$$\text{정보량 } H = \log_2 N = \log_2 \frac{1}{P} \quad (\text{실현 확률})$$

Bit: 실현 가능성에 같은 2개 대안 중 하나에서 2개 대안

$$\text{확률론 } H = \sum P_i = \log_2 \left(\frac{1}{P_i} \right)$$

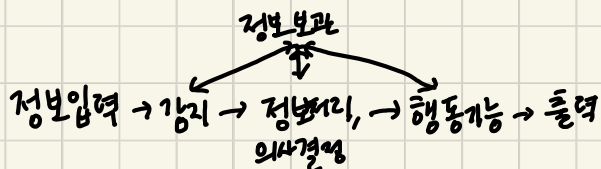
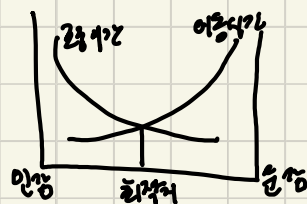
신호잡음비(SNR) Hit. False Alarm.
Miss. Correct Noise
NS NN

반응기준 > 1 (0.5): 신호관성 ↓. 반수적
정확도. 허위경보.

신뢰도-작업 $R_1 \times R_2 \times \dots$

$$\text{비행 } 1 - [(1-R_1)(1-R_2) \dots]$$

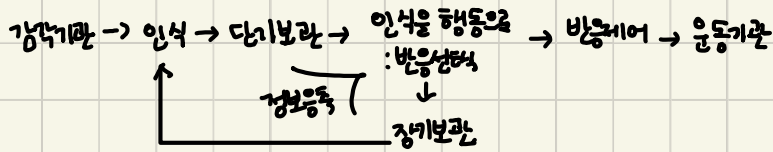
$$\text{조광반응비율 } C/P_{\text{비}} = \frac{9/360 \times 270}{\text{표시장지이동거리}}$$



- 인간공학개론 -

추가)

인간의 정보처리 과정



- 감각기관: 자동적, 오랫동안 보관위해서는 암호화되어 작업기억으로 전환되어야 함

- 작업기억: 감각기관으로 부터 암호화하여 작업기억(단기기억)으로 이전하기 위해
인간이 주의를 집중해야 함

(시간상 소외함, 정보량 한계 7 ± 2 chunks)
의미있는 정보의 단위

- 장기기억: 작업기억내 정보는 암호화되어 의미를 부여하고
장기 기억에 이미 보관 정보와 관련되어 장기 기억에 이전.

↓

Fitts의 법칙: $MT(\text{이동 시간}) = a + b \log_2 \frac{2A}{w}$

Fail-safe: 인간/기계 과오가 있어도 사고 발생시키지 않도록 다중 통제

fool proof: 불안전한 행동/과실 나도 안전 유지 (적리, 기계화, 시정장치 - locksys)

시각적 표시장치: 적 7쪽 7행 > 백 8바이트

3~10회/초, 0.05초 지속

광상효과: 횡상자 → 검은 배경 / 음각 1:8~1:10 양각 1:6~1:8

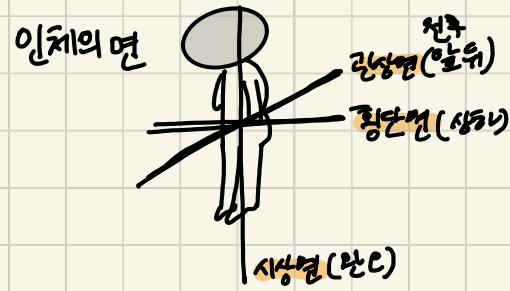
종횡비 1:1 / 숫자는 3:5

평각 신호: 500-3000 Hz

장거리 (300m) 1000Hz 이하

장예를 500 Hz 이하

주의 1~8번/초 OR 1~3번/초



경추 1, 흉추 12, 요추 5

$$\vec{F} = kg \cdot m/s^2 \Rightarrow F = ma$$

근섬유 : 근원섬유

- 패스트 트위치 FT : 백근. 무산소성 운동에 동원.

단시간 운동. 높은 장력. 피로해피

- 슬로 트위치 ST : 적근. 유산소성. 장시간. 낮은 장력

$$\text{작업효율}(\%) = \frac{\text{한 일}}{\text{에너지 소비량}} \times 100$$

에너지 대사율 (RMR)

$$R = \frac{\text{작업 에너지 소비량} - \text{인체 에너지}}{\text{기준 에너지}} = \frac{\text{작업 에너지 소비량}}{\text{기준 에너지}}$$

RMR 0~2 저 4~7 중
2~4 중 7~10 높음

산소소비가 ↑. 심박수가 ↑. 심박수가 ↑. 혈류가 증가

$$\text{휴식시 R} = \frac{60(E-1.5)}{E-1.5} \text{ 평준도}$$

작업도 휴식도 E

생체신호 측정방법

① 동적 근력 작업 : 에너지대사율(RMR), 산소소비가 ↑, CO2 배출, 심박수, 근전도(EMG)

② 정적 근력 작업 : 에너지대사율과 심박수가 상대적으로. 근전도

③ 심박수 작업 : 심박수. 머리 혈류 증가. 정맥외부반응(GSR)

④ 삼차 작업 : 복귀치

⑤ 작업하. 피로 : 호흡량. 근전도. EMG. 복귀치

⑥ 긴장감 : 심박수. GSR

⑦ 심장 : 심전도(ECG)

점진적용량증가율(CFF.VFF)

: 작업하. CFF ↓ 건강. 많을수록 CFF ↑

스포츠경험, 색맹. 기면. 양방향(영양과자)

$$\text{산소소비가} \text{ 증가} = \frac{100 - O_2\% - CO_2\%}{19(N_2\%)} \times \text{산소소비가}$$

(불당함기량) (불당함기량)

$$O_2\% = 21\% \times \text{산소소비가} - O_2 \times \text{산소소비가}$$

$$1\% O_2 = 5kcal$$

- 생체생리학 -

* 근육계

근육 종류 { 골격근: 가로무늬근, 수의근
심장근: 가로무늬근, 불수의근
평활근: 민무늬근, 불수의근 } 자율신경 지배

* 신경계

중추신경계 < 뇌, 척수
말초신경계 < 체신경, 자율신경 < 교감 - 심장↑ 소화↓ 동맥↑ 혈압↑ 방출↑ 침↓ 부교감

* 순환계

체순환: 좌심실 - 무성방

폐순환: 우심실 - 좌심방

* 호흡계

* 근육

액틴+마이오신: 근섬유분절 → 근원섬유 → 근섬유 → 근육

골목 ↔ 실전 : 각도

외전 ↔ 내전: 인체 중심선에서 멀리가나/가까워지나

회전 (내회, 외회)
회전 (회전 방향)
회전 (회전 방향)
회전 (회전 방향)

회전각 15% ↓ 상당히 큰

회전각은 몇 초간

15/15 요동.

Cs dip: 450 90dB

연관각 250-300Hz

60dB 이하이면 16422 정도

전신진동 2~100Hz

국소진동 8~150Hz

실효음도: 경험적 감각 지수. 상대음도 100% 느낌.

비음각의 상대음도: 30-35%

의식수준 단계

- 0 단계: 0과 무의식.원 — 수면, 반사
- 1 0 의식 동태 — 피로, 졸음
- 2 α 정상. 느긋 — 안정
- 3 $\alpha \sim \beta$ 정상. 환경중의식 — 적극
- 4 β 이상. 흥분 — 흥분. 판단 x

맥그리거 X, r 이론

↓ 심리. 감정적. 무관심. 적극. 적극. 적극. 적극. 적극

매우낮아 : 생리 → 안전 → 소속 → 자기존중 → 자기 실현

인간의 신뢰도

① 이산적 직무에서 신뢰도

$$\text{휴먼에러 확률 (HEP)} = \frac{\text{실패 에러수}}{\text{전체에러기회수}} = \hat{p}$$

인간 신뢰도 $R = 1 - \text{HEP}$

$$n_1 \text{ 번째 시도} - n_2 \text{ 번째 에러 시 신뢰도} = (1 - p)^{n_1 - n_2 + 1}$$

② 연속적 직무에서

$$\text{휴먼에러 확률} = \frac{\text{휴먼에러 횟수}}{\text{전체작업시간}}$$

휴먼에러 분석기법

1. 예비분석기법 (PHA)

- 정성적
- 개발단계에서 오류 위험영역 식별
- 체면도, 기술적 판단, 경험에 따른 분류

2. FMEA

- 정성적 귀납적 분석
- 시스템에 영향을 미치는 요소의 고장 형태별로 분석
- 잠재적 결함

3. THERP

- 인간의 과오를 정량적 평가

4. 결함 나무 분석 FTA

- 고장 개폐 요인 FTA 도표에 의해 분석
- 정성. 정량

ETA: 전이사건 가정.

파생되는 결과
귀납적 분석.

재해율

1. 연원인율: 근로자 1000명, 1년 기준 사망

$$= \frac{\text{년사상자수}}{\text{년 평균 근로자수}} \times 1000$$

2. 도수율: 산재 발생 빈도

$$= \frac{\text{재해발생건수}}{\text{년 근로시간수}} \times 10^6$$

$$\text{연원인율} = \text{도수율} \times 2.4$$

근로자수 x 발생빈도인수

3. 강도율: 재해 경중

$$= \frac{\text{근로손실 일수}}{\text{년 근로시간수}} \times 1000$$

$$(\text{근로손실일수} = \text{휴업(일수)} \times \frac{300}{365})$$

$$\text{사망} = 17500 \text{ 일}$$

$$\text{환산도수율} = \text{도수율} / 10$$

$$\text{환산강도율} = \text{강도율} \times 100$$

연시간 10만시간

선택반응시간

$$RT = a + b \log_2 N$$

초단

하인리히

강제

사회적 환경 / 유전적 요소 → 개인적 결함

→ 불안전 행동 + 불안전 상태 → 사고 → 재해

— 산업심리학 —

인간집중행동 < 통제 : 관습. 제도적행동. 유행
비통제: 관습. 오보. 패닉. 심리적 전염

동기 이론

- 맥클랜드 상위동기 이론
- 데이비스 동기부여 이론
- 허즈버그 동기위생 이론
- 알더퍼 ERG 이론 (존재. 관계. 성장)
- 맥그리거 X.Y 이론
- 머슬로우 욕구단계이론 (생리-안전-소속-존중-자기실현)

베버
막스 베버 - 관료주의

원칙: 노동 분업, 권한 이양, 통제 범위, 구조

제조물 책임권
소비자와 제조자
이동해야만 귀?

근골 작업 개선 원칙 (ECRS)

E: Eliminate : 불필요 제거

C: Combine : 결합

R: Rearrange : 순서변경

S: Simplify : 단순

작업분석

1. 파레토 분석 : 누적분포, 90%차순
2. 특성요인도 : 물리개념, 바람직 X 시간적합
3. 간트 : 시간대, 일차

공정도 기호

가공 ○

운반 ⇨

정제 D

저장 ▽

검사 □

작업자 공정분석

TE(빈손이동), G(장기), M(운반),

P(바르놓기), U(사용), RL(내려놓기),

D(차원), H(잡고있기)

작업자세 기록법

1. OWAS : 허리, 상지, 하지, 무릎, 항목

2. RULA : 어깨, 손목, 목 (상지)

3. NLE : 등기작업

4. REBA : 다양한 자세 (간편식)

서브리

- 표준적 : 빈손이동 TE, 쥐기 G, 운반 TL, 내려놓기 RL, 아래에 앉
동작 조합 A, 사용 U, 봉제 DA

- 비표준적 : 쿡기 SH, 고르기 St, 검사 I, 바르놓기 P, 제형 P_h
생리 획득 R, 과로부담 AB, 잡고있기 H, 본기외한 거연 UD

조지수준

1-2점 : 수용가능

3-4점 : 계속적 추적관찰

5-6점 : 계속적 관찰, 빠른 작업개선

7-점 : 정밀조사, 즉각적 개선

$$\text{표준시간 (ST)} = \text{정미시간 (NT)} + \text{여유시간 (AT)}$$

정미시간 (Normal time)

: 매회, 일정 간격으로 주기적으로 발생하는 작업량의 수행

$$NT = \text{관측시간} \times \text{대조값} \times \frac{\text{레이팅계수(R)}}{100}$$

$$R = \frac{\text{기준수행도}}{\text{평가지}} \times 100\% = \frac{\text{정상작업속도}}{\text{실제작업속도}} \times 100\%$$

여유시간 (Allowance time)

: 지연, 고장, 부하 등 작업을 중단한 경우, 인시간을

정미시간에 가산, 항상 시정

1. 외경법

$$\text{여유율} = \frac{\text{여유시간 총계}}{\text{정미}} \times 100$$

$$\text{표준시간} = \text{정미} (1 + \text{여유율})$$

2. 내경법

$$\text{여유율} = \frac{\text{여유시간}}{\text{실용시간}} \times 100 = \frac{\text{여유}}{\text{정미} + \text{여유}} \times 100$$

$$\text{표준시간} = \text{정미} \times \frac{1}{1 - \text{여유율}}$$

- 작업관리 -