

Modeliais grindžiama analizė

Žmogaus ir kompiuterio sąveika

Dr. Kristina Lapin

Turinys



Panaudojamumo vertinimai

- Ekspertiniai tikrinimai
- Panaudojamumo testavimas

Description	Operation	Time (sec)
Reach for mouse	H[mouse]	0.40
Move pointer to "Replace" button	P[menu item]	1.10
Click on "Replace" command	K[mouse]	0.20
Home on keyboard	H[keyboard]	0.40
Specify word to be replaced	B4K[word]	2.15
Reach for mouse	H[mouse]	0.40
Point to correct field	P[field]	1.10
Click on field	K[mouse]	0.20
Home on keyboard	H[keyboard]	0.40
Type new word	B4K[word]	2.15
Reach for mouse	H[mouse]	0.40
Move pointer on Replace-all	P[replace-all]	1.10
Click on field	K[mouse]	0.20

Ekspertiniai tikrinimai

- Veiksmų analizė
Action analysis, model-based evaluation

Naudotojui palankus procesas



Vertinimo problemos

- Matavimas
 - trikdo veiklą
 - reikalauja specifinių žinių
 - iškraipo matuojamą procesą
- Neigiamų atsiliepimų vertinimas

Poreikis

- Ar veikla tapo
 - spartesnė?
 - paprastesnė?
 - malonesnė?
- Ar padaugėjo galimybių suklysti?
- Ar aišku, kaip grįžti, nuėjus klaidingu keliu?
- Ar matomi visi užduočių formulavimo būdai?

Vertinimo planavimas

- projekto naujoviškumas
 - gaminys pakankamai apibrėžtas ar bandomasis
- numatomų naudotojų kiekis
- pavojingumo įvertinimas
 - gyvybei svarbios medicinos sistemos ar
 - muziejaus ekspozicijos pristatymo sistema,
- gaminio kaina ir numatytos vertinimo išlaidos,
- projektavimo ir vertinimo grupių patirtis.

Panaudojamumo vertinimai

Ekspertų tikrinimai

Dalyvauja

- Ekspertai

Metodai

- Pažintinės peržvalgos
- Euristiniai vertinimai
- Veiksmų analizė

Expert inspections

Panaudojamumo testavimas

Dalyvauja

- Ekspertai
- Naudotojai
- Stebėtojai (pvz. programuotojai)

Metodai

- Mastymas garsiai
- Stebėjimai
- Apklausos
- Pokalbiai

Usability testing

Panaudojamumo vertinimai

- **Panaudojamumo testavimas** Usability testing
 - Vertinamas
 - interfeiso bandomasis pavyzdys
 - pakankamai detalus maketas
 - veikianti programų sistema
- **Atliekamas**
 - panaudojamumo laboratorijoje arba
 - naudotojo darbo vietoje

Panaudojamumo vertinimai (2)

- Ekspertų tikrinimai

Expert inspections

- grindžiami pažintinės psichologijos modeliais arba projektavimo euristikomis
- leidžia vertinti idėjas nuo projekto pradžios
- nebūtinai detalusis maketas
 - taupomas laikas, skirtas maketui kurti,
- nereikia planuoti ir vykdyti eksperimento (testavimo)
- vykdomi panaudojamumo vertintojų ar interfeiso architektų

Ekspertiniai tikrinimai

Veiksmų analizė

- Grindžiama kognityvinės psichologijos modeliais ir dėsniais:
 - Simuliuojama neklystančio naudotojo veikla
- atitinka inžinerinį priėjimą

Model-based evaluation
Analytical evaluations

Ekspertinė analizė

- Euristiniai tikrinimai
 - sukaupta patirtis
 - rekomendacijos ir principai
- Peržvalgos
 - psichologijos dėsniai
- Stebėjimai
 - etnografiniai tyrimai

Expert reviews

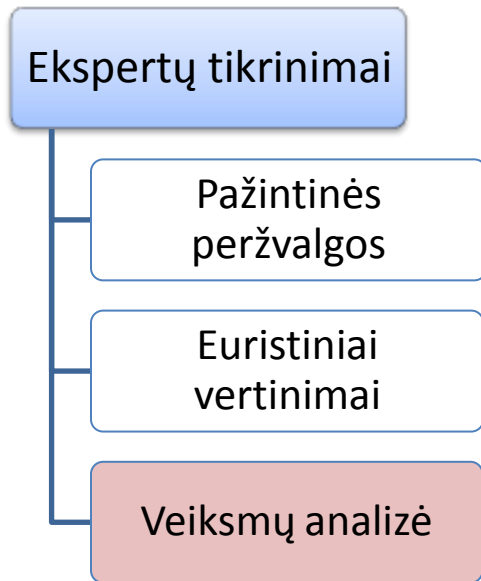
Spausdinimo spartos metodas

Efektyvumo matavimai

Fito dėsnis

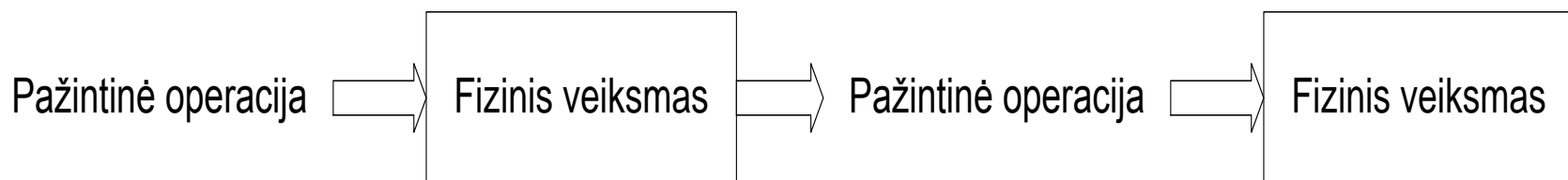
Hiko dėsnis

VEIKSMŲ ANALIZĖ



Veiksmų analizė

- Paremti pažintiniais modeliais
- Modeliuoja
 - Supratimą, žinias, tikslus, mintinio apdorojimo procesą
- Tikslas – numatyti **patyrusio ir neklystančio** vartotojo veikimą
 - Aprašo tikslų pasiekimo veiksmus



Veiksmų analizė

- Tikslų ir užduočių hierarchija

- Pagaminti knygų pardavimo ataskaitą

- Surinkti duomenis

- . Rasti knygų pavadinimus

- . . Atlikti raktinių žodžių paiešką bazėje
...kiti potiksliai

- . . Peržiūrėti pavadinimus ir santraukas

-kiti potiksliai

- . Ieškoti pardavimų bazėje

-kiti potiksliai

- Sudaryti lentelės ir histogramas

-kiti potiksliai

- Aprašyti

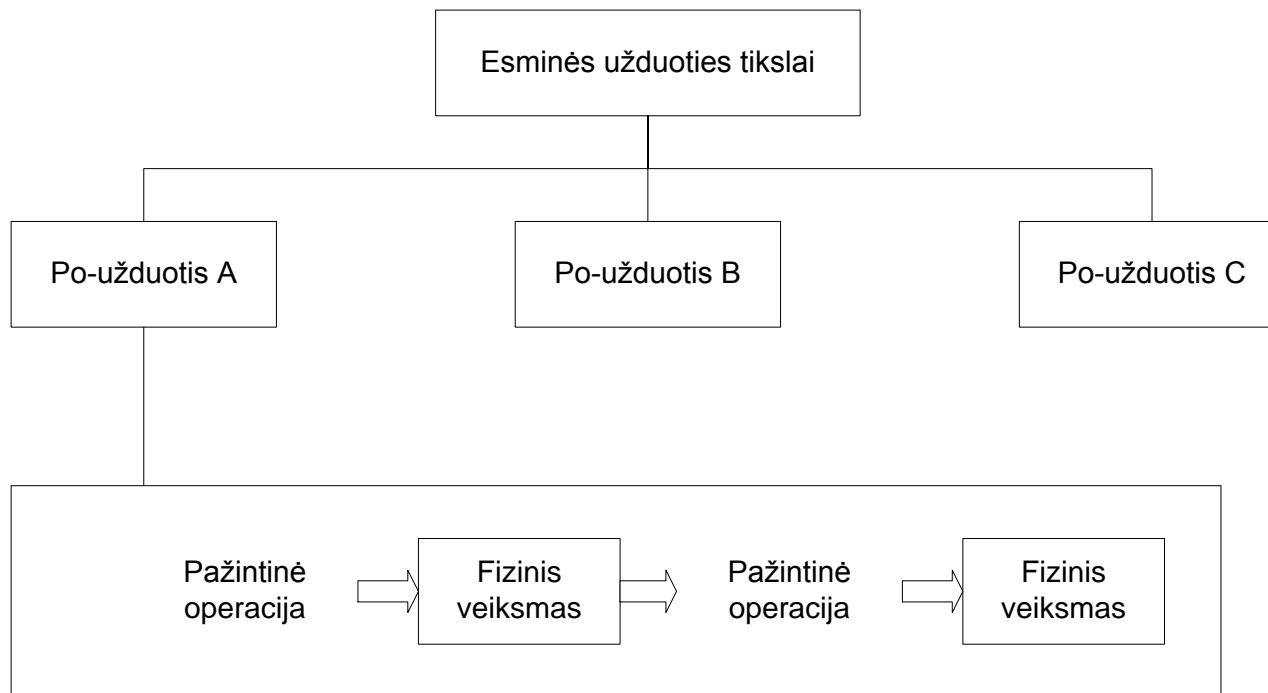
-kiti potiksliai

Veiksmų analizė

- GOMS modelis
 - Goals
 - aukšto lygmens naudotojo tikslai
 - Operators
 - Veiksmai tikslui pasiekti
 - Methods
 - tikslo pasiekimo procedūra
 - Selection rules
 - Procedūros pasirinkimo taisyklė

Veiksmų analizė

- Hierarchinis GOMS modelis
 - Identifikuojamos veiksmų sekos



Modeliniai vertinimai

- Formalus GOMS aprašo pavyzdys
 - yra kelios modifikacijos, pvz. NGOMSL

Method for goal: Cut text

Step 1. Accomplish goal: Highlight text.

Step 2. Return that the command is CUT, and accomplish goal: Issue a command.

Step 3. Return with goal accomplished.

...

Selection rule set for goal: Highlight text

If text-is word, then accomplish goal: Highlight word.

If text-is arbitrary, then accomplish goal: Highlight arbitrary text.

Return with goal accomplished.

...

Method for goal: Highlight arbitrary text

Step 1. Determine position of beginning of text (1.20 sec)

Step 2. Move cursor to beginning of text (1.10 sec)

Step 3. Click mouse button. (0.20 sec)

Step 4. Move cursor to end of text. (1.10 sec)

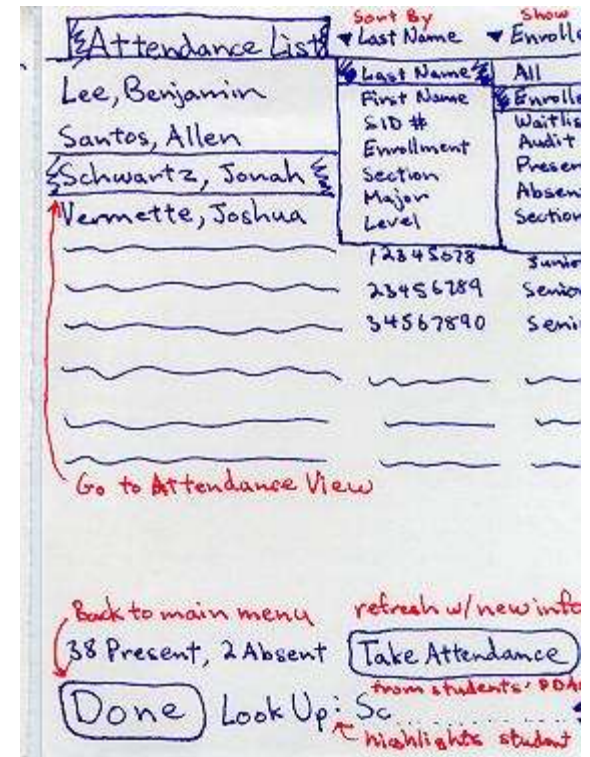
Step 5. Shift-click mouse button. (0.48 sec)

Step 6. Verify that correct text is highlighted (1.20 sec)

Step 7. Return with goal accomplished.

Modeliniai vertinimai

- Vietoje formalaus GOMS aprašo tinka ir
 - Eskizinis maketas
 - Hierarchinės užduočių analizės aprašas
 - bet tada jis turi būti detalizuotas iki primityvių veiksmų



Spausdinimo spartos skaičiavimai

- *Keystroke-Level Model, KLM*
- Numato užduoties atlikimo spartą
 - užduotis atliekama be klaidų
- Procedūra
 - Užduotis padalinama į veiksmus
 - Kiekvienam veiksmui priskiriamas laikas
 - Užduoties trukmė – visų veiksmų laikų suma.

Spausdinimo spartos analizė

- Užduoties komponentai, veiksmai

- K nuspausti klavišą

- Puikus gebėjimas (135 žodžiai per minutę) 0,08
- Geras gebėjimas (90 žodžių per minutę) 0,12
- Vidutinis gebėjimas (55 žodžiai per minutę) 0,20
- Vidutinis ne sekretorės gebėjimas (40 žodžių per min.) 0,28
- Atsitiktinių raidžių spausdinimas 0,50
- Sudėtingų kodų spausdinimas 0,75
- Asmuo, nemokantis spausdinti 1,20

Spausdinimo spartos analizė

- Veiksmai

- P

- NURODYTI PELĖS ŽYMEKLIU OBJEKTAŲ EKRANE.
 - Laikas priklauso nuo objekto dydžio ir vietos.
 - 1,1 yra vidutinis laikas.

- H

- Perkelti ranką
 - 0,40

Spausdinimo spartos analizė

- Veiksmai
 - $D(n_d, l_d)$
 - Nupiešti n_d tiesių l_d ilgio linijų
 - M
 - Mintinis pasiruošimas
 - $R(t)$
 - Sistemos atsakymo laikas

Spausdinimo spartos analizė

- Mintinio pasiruošimo įterpimo taisyklė
 - 0 taisyklė
 - M yra įterpiami prieš visus K, kurie nėra teksto arba skaitmenų eilutės dalimi. Be to M yra įterpiami prieš visus P, kurie išrenka komandas. Tačiau prieš tokius P, kurie yra skirti išrinkti komandos argumentus, M nėra įterpiamas.

Spausdinimo spartos analizė

- Mintinio pasiruošimo naikinimo taisyklės
 - 1 taisyklė
 - Jei operatorius po M yra *visiškai* susijęs su operatoriumi, einančiu prieš M, tuomet M yra išbraukiamas, kaip antai $PMK \rightarrow PK$
 - 2 taisyklė
 - Jei seka MK priklauso vienam loginiam vienetui, kaip antai komandos vardui, tuomet išbraukiami visi M, išskyrus pirmąjį.

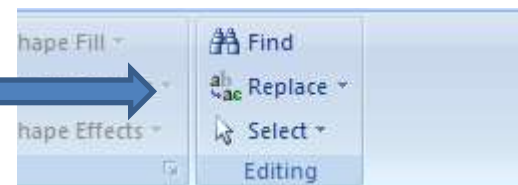
Spausdinimo spartos analizė

- 3 taisyklė
 - Jei K yra papildomas užbaigimas, pavyzdžiui, po komandos einantis argumentas, tuomet prieš jį M yra išbraukiamas
- 4 taisyklė
 - Jei K baigia konstantų eilutę, pavyzdžiui, komandos vardą, tuomet prieš jį esantis M yra išbraukiamas, išskyrus atvejį, kai K užbaigia kintamųjų (argumentų) eilutę.

Spausdinimo spartos analizė

- **Pavyzdys:** keturių simbolių žodžio paieška ir keitimas į kitą keturių raidžių žodį (MS WORD)

Operacija	Laikas(sek.)
– H [pelė]	0.40
– MP [menu juosta: Replace]	2.45
– K [pelė]	0.20
– H [klaviatūra]	0.40
– M4K [žodis paieškos laukelyje]	2.15
– H [pelė]	0.40
– MP [įvesties laukas „Pakeisti į“]	2.45
– K [pelė]	0.20
– H [klaviatūra]	0.40
– M4K [žodis „Pakeisti į“ laukelyje]	2.15
– H [pelė]	0.40
– MP [mygtukas: pakeisti-visus]	2.45
– K [pelė]	0.2
– Iš viso	16.10



Spausdinimo spartos analizė

- Temperatūrų skaičiuoklė:
 - Perskaičiuoti temperatūrą iš Farenheito į Celsijaus skalę ir atvirkščiai:
 - „Prašau pervesk 222,10 laipsnius iš Farenheito į Celsijaus skalę“.
 - Temperatūrą laborantas įveda
 - naudodamas klaviatūrą arba pelę.
 - Pavedimų variantų dažnis yra vienodas.
 - Rezultatas turi būti vaizduojamas ekrane
 - Skaičiai gali turėti iki 10 skaitmenų abiejose kablelio pusėse.
 - Dažniausiai yra įvedami keturi skaitmenys.

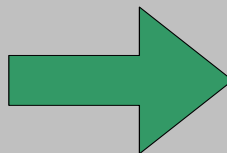
Spausdinimo spartos analizė

- Temperatūrų skaičiuoklė:
 - 1 variantas

Temperatūros keitiklis

Pasirinkite keitimo variantą, įveskite temperatūrą ir paspauskite <Enter>

- Perskaičiuoti iš F į C
- Perskaičiuoti iš C į F

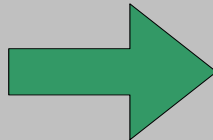


Spausdinimo spartos analizė

Temperatūros keitiklis

Pasirinkite keitimo variantą, įveskite temperatūrą ir paspauskite <Enter>

- Perskaičiuoti iš F į C
- Perskaičiuoti iš C į F



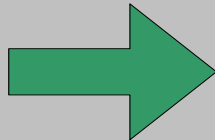
- H - perkelti ranką ant pelės,
- P – nurodyti pele atitinkamą pasirinktį,
- K – paspausti tinkamą žymimąją akutę.

Spausdinimo spartos analizė

Temperatūros keitiklis

Pasirinkite keitimo variantą, įveskite temperatūrą ir paspauskite <Enter>

- Perskaičiuoti iš F į C
- Perskaičiuoti iš C į F



- H – perkelti ranką ant klaviatūros,
- K K K K – keturių simbolių įvedimas,
- K - <Enter> klavišo paspaudimas.

Spausdinimo spartos analizė

- Temperatūros skaičiuoklė
 - H P K H K K K K K
 - 0 taisyklė
 - H M P M K H M K M K M K M K M K
 - 1 taisyklė
 - H M P M K H M K M K M K M K M K
 - 2 taisyklė
 - H M P K H M K K K K K
 - 4 taisyklė
 - H M P K H M K K K K M K

Spausdinimo spartos analizė

Temperatūros skaičiuoklė:

Įstatome reikšmes:

$$K=0.2, P=1.1, H=0.4, M=1.35$$

$$H+ M+P+K+H+M+K+K+K+K+M+K=$$

$$0.4+1.35+1.1+0.2+0.4+1.35+4*0.2+1.35+0.2=7.1$$

5 sek.

Spausdinimo spartos analizė

Temperatūrų skaičiuoklė

- Tuo atveju, kai tinkama žymimoji akutė yra pažymėta veiksmams lieka tokie:

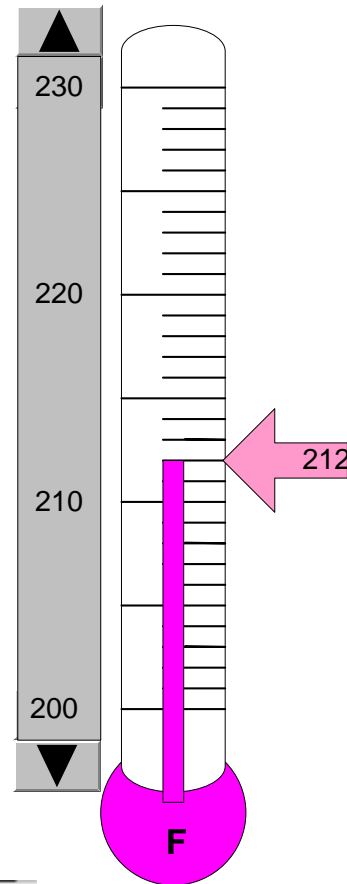
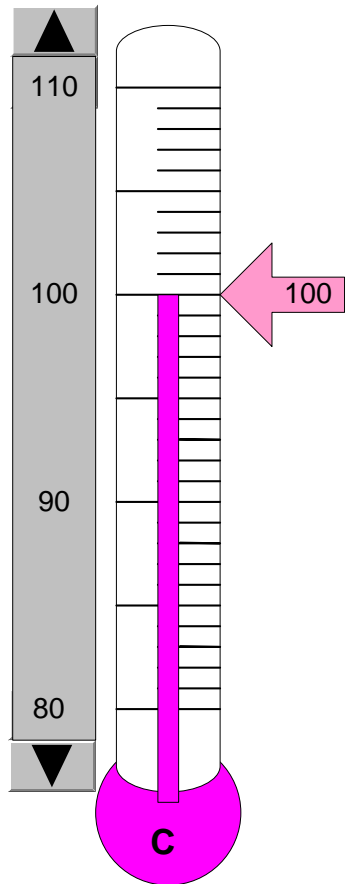
$$M+K+K+K+K+M+K = 1.35+4*0.2+1.35+0.2=3.7 \text{ sek.}$$

- Užduotyje pažymėta, kad abu atvejai vienodai tikėtini:

$$(7,15 + 3,7) / 2 \approx 5,4 \text{ sek.}$$

Temperatūros skaičiuoklė: 2 variantas

Išskleisti skalę



Suspausti skalę

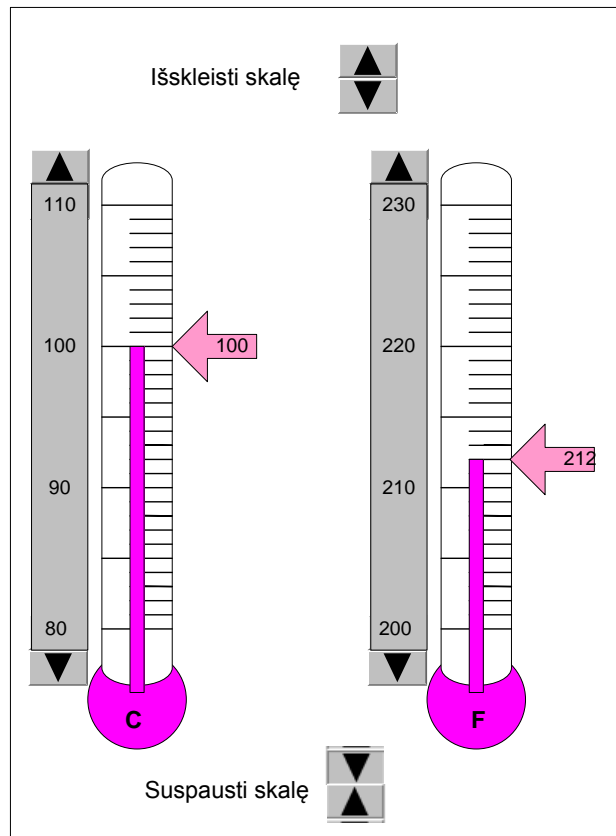


- termometrų skalė ir diapazonas yra tinkamas:
 - HPK
 - PK
 - HMPMKMPMK
 - HMPKPK= $0.4+1.35+1.1+0.2+1.1+0.2=4.3$
5

Temperatūros skaičiuoklė: 2 variantas

Kitu atveju: Laborantas nustato skalę ir diapazoną.

Maketo bandymo būdu nustatome, kad skalės ir reikšmių diapazono pasirinkimai užima po 3 sek. (operacija S)



- HPKSKPKSKPKSKPKK
- $H+3(M+P+K+S+K)+M+P+K+K = 0,4+3*(1,35+0,2+3,0+0,2)+1,35+0,4+0,2+0,2=$
- 16,8 sek.

Palyginimas

Vidutinė trukmė: 5,4 sek

Vidutinė trukmė: 10,58 sek.

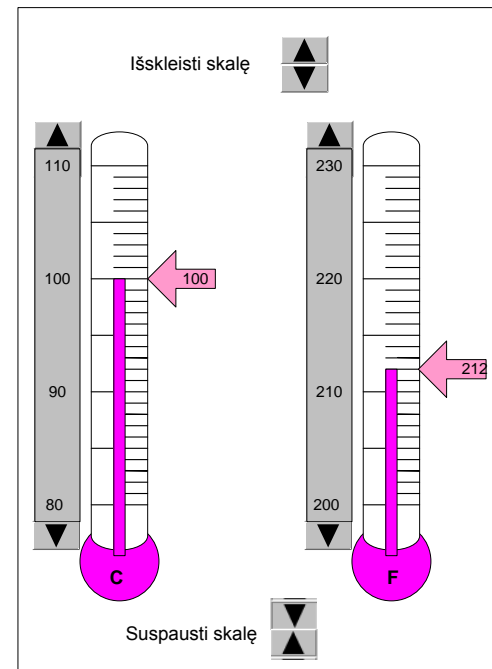
Temperatūros keitiklis

Pasirinkite keitimo variantą, įveskite temperatūrą ir paspauskite <Enter>

Perskaičiuoti iš F į C

Perskaičiuoti iš C į F

→



Išvados

- Pirmas interfeisas yra našesnis
 - Dažnai užduočiai sparta yra svarbus kriterijus
 - Našiausias variantas – 3,7
 - Kai pažymėta tinkama akutė
- Alternatyvus variantas nebuvo beprasmis
 - patobulinimo galimybė: panaikinti akutes

Patobulinimas

Temperatūrų keitiklis

Įrašykite temperatūrą į tinkamą langelį ir kitame langelyje gausite perkaičiuotą:

F		C
<input type="text"/>	↔	<input type="text"/>

Palyginimas – spausdinti failą iš meniu

Aprašas	Operacija	Laikas (sek.)
Pasiekti pelę	H [pelė]	0.40
Pelės žymeklį perkelti ant meniu grupės elemento „File“	P [menu punktas]	1.10
Spragtelėti kairiuoju pelės klavišu	K [pelė]	0.20
Nurodyti meniu elementą „Print“	MP [laukas]	1.35+
Spragtelėti kairiuoju pelės klavišu	K [pelė]	1.10
		0.20
	Iš viso	4.35

Palyginimas – spausdinti failą
naudojant sparčiuosius klavišus

Aprašas	Operacija	Patyrusio naudotojo laikas (sek.)	Mažai patyrusio naudotojo laikas (sek.)	Naujoko laikas (sek.)
Paspausti ALT	MK [ALT]	1.35+0.12	1.35+0.28	1.35+1.2
Paspausti F (šis klavišas yra loginė ALT tąsa)	MK [F]	0.12	0.28	1.2
Paspausti klavišą P	MK [P]	1.35+0.12	1.35+0.28	1.35+1.2
Iš viso		3.06	3.54	6.3

Apibendrinimas

- Veiksmų analizės tikslas
 - Numatyti patyrusio vartotojo veiklos našumą
- GOMS
 - Būdas dekomponuoti užduotį iki elementarių veiksmų
- Keystroke-Level Model
 - apskaičiuoja laiką, esant prielaidoms:
 - Patyręs naudotojas moka atlikti užduotį,
 - Naudotojas atlieka užduotį be klaidų
- Vertinamas **našumas**
 - Riboto naudojimo etapui
 - kai naudotojas nežino arba nenaudoja santrumpų
 - Pilno naudojimo etapui
 - Našiausio scenarijaus trukmė

Veiksmų analizė

Privalumai

- Be naudotojo dalyvavimo
- Gana tiksliai apskaičiuojama užduoties vykdymo trukmė
 - Tyrimai parodė, kad jei naudotojas neklydo, realiai skirtas laikas atitinka apskaičiuotą
- Detali naudotojo elgsenos analizė

Trūkumai

- Užduočių dekompozicija ir skaičiavimai užima nemažai laiko
- Vykdo kvalifikuoti ekspertai
 - Galima suklysti
 - neteisingai apibrėžus vykdymo planus
 - pritaikius netinkamas mintinio pasiruošimo taisykles
 - Netinkamas įvertinus naudotojo gebėjimus

Efektyvumo matavimas

Modeliniai vertinimai

Efektyvumas

- Santykis
 - Minimalaus informacijos kiekis, reikalingas atlikti užduotį
 - Konkretaus interfeiso reikalaujamas informacijos kiekis
- Termodinamikoje
 - įėjties ir išėjties galios santykis
 - Elektrinis generatorius iš 1000 W variklio generuoja 820 W,
 - efektyvumas – $E = 820/1000=0,82$.

Nulinis efektyvumas

Paieška dokumente yra baigta.

OK

- Efektyvumas yra lygus 0, jei naudotojo įvestis neteikia naudingos informacijos

Interfeiso efektyvumas

- Galimos įvairios situacijos
 - Du interfeisai gali turėti vienodą E,
 - bet skirtingą užduočių formulavimo laiką
 - Vienas variantas efektyvesnis
 - bet lėtesnis nei mažiau efektyvus
- M K M K – 2 simboliai:
 - » $2 * (1,35 + 0,2) = 3,1$
- M K K K – 3 simboliai, tačiau sparčiau:
 - » $1,35 + 3 * 0,2 = 1,95$

Interfeiso efektyvumas

- Pasirinkti
 - 1 iš 2 objektų: 1 bitas informacijos ($\log_2 2$)
 - 1 iš 4 objektų: 2 bitai ($\log_2 4$)
- *Bendru atveju*
 - *Suminis informacijos kiekis teikiamas n variantų: $\log_2 n$*
 - *Vienai alternatyvai tenka: $(1/n) \log_2 n$*
- *Skirtingos alternatyvų tikimybės*
 - $p(i) \log_2 (1 / p(i))$

Efektyvumas

- *Našumo skaičiavimo pavyzdys*
 - *Surinkti 4 skaitmenis skaitmeninėje klaviatūroje*
 - $4 \log_2(12) \approx 14$ bitų
 - *Surinkti 101 klavišų klaviatūroje*
 - $4 \log_2(101) \approx 28$ bitų
 - 1 iš 128 yra 7 bitai

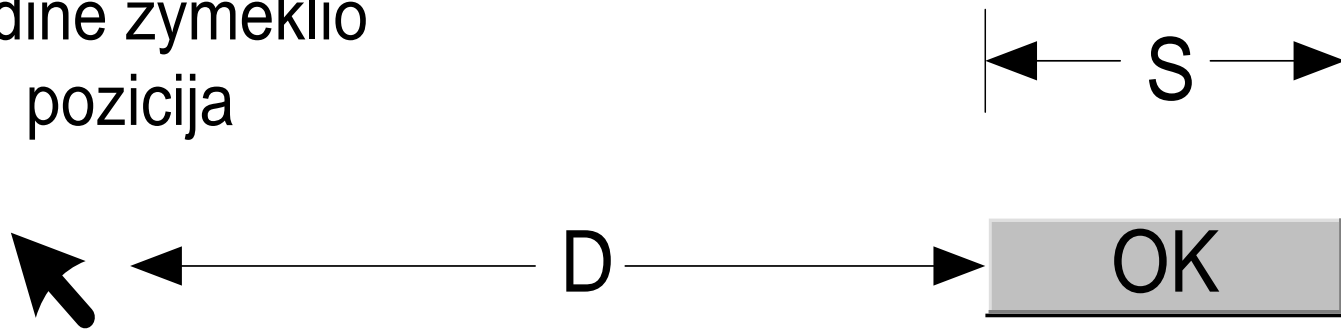
Fitts's Law

FITSO DÈSNIS

User experience tutorial: [Fitts's Law | lynda.com](https://www.lynda.com/learn-more-about-us/fitss-law)

Fitso dėsnis (*Fitts's Law*)

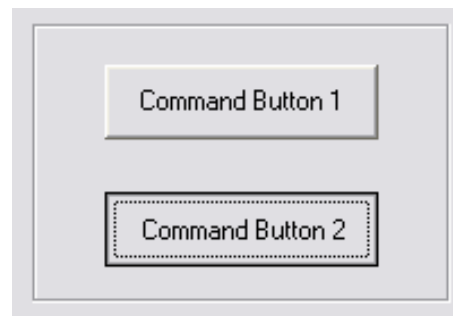
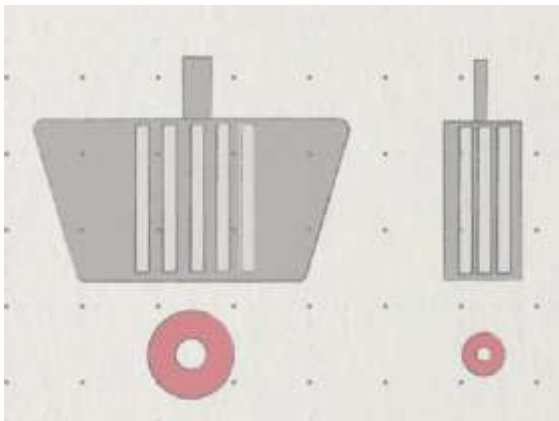
Pradinė žymeklio
pozicija



$$Laikas (ms) = a + b \log_2 (D / S + 1)$$

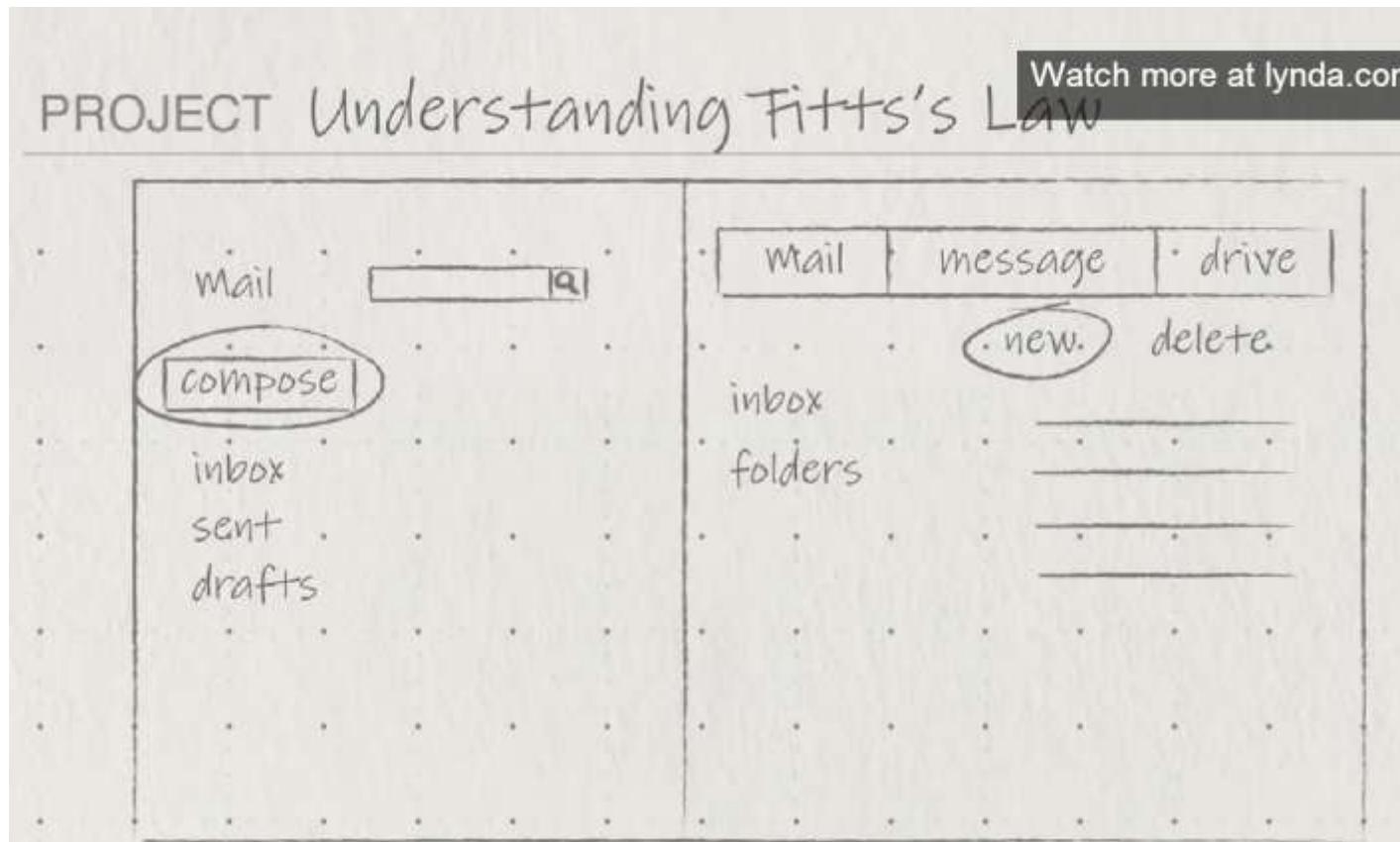
Fitso dėsnis interfeiso projektavime

- Kuo didesnis yra objekto ir žymeklio atstumas arba
- Kuo mažesnis yra objekto dydis,
 - Tuo daugiau laiko skiriama jam pažymėti.



Fitts's Law: The Importance of Size and Distance in UI Design.
[Interaction Design Foundation](#)

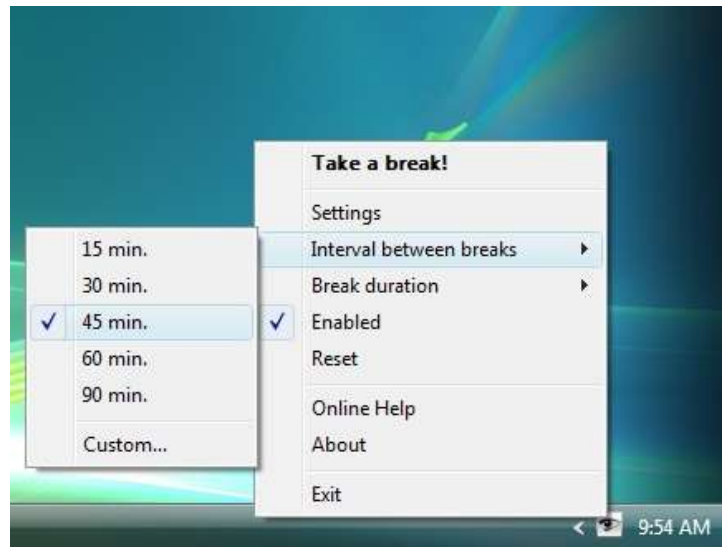
Kuris pasirinkimas greitesnis: compose ar new?



SPARČIAUSIAS PASIRINKIMAS ?

Fitso dėsnis interfeiso projektavime

- Kontekstinis meniu greitesnis,
 - nes pasirodo žymeklio buvo vietoje,
 - kelias iki pasirinkamo elemento sutrumpėja



Fitts's Law: The Importance of Size and Distance in UI Design.
[Interaction Design Foundation](#)

Fitso dėsnis interfeiso projektavime

- Macintosh pasirinkimas užduočių juostoje yra spartesnis nei Windows
 - Windows menu aukštis 5 mm
 - $50+150 \log_2(80/5+1) \approx 663 \text{ msek}$
 - Mac menu išrenkamas jau 50 mm atstumu
 - $50+150 \log_2(80/50+1) \approx 256 \text{ msek}$



Fitso dėsnis interfeiso projektavime

- Elementai prie krašto ir kampuose greičiau pasirenkami grafiniame interfeise nei viduje,
 - nes žymeklis sustoja ties ekrano krašto, nors realus judesys nuvedė žymeklį už ekrano ribų



Fitts's Law: The Importance of Size and Distance in UI Design.
[Interaction Design Foundation](#)

Fitso dėsnių interfeiso projektavime

- Pasirinkimas apvaliame meniu yra spartesnis nei tiesiniame, nesvarbu vertikaliame ar horizontaliame, nes pasirinkimai yra arčiau



Fitts's Law: The Importance of Size and Distance in UI Design.
[Interaction Design Foundation](#)

Fitso dėsnis interfeiso projektavime

- Dažniau naudojami ir rekomenduojami pasirinkimai yra didesni nei rečiau naudojami

Send feedback Watch more

Highlight the problem:

Black out any personal information:

Describe the problem:

Submit multiple problems separately.
 [learn more](#)

User experience tutorial: [Fitts's Law | lynda.com](https://lynda.com)

Hiko dėsnis (Hick's Law)

- *Kuo didesnis vieno tipo pasirinkimų skaičius, tuo daugiau laiko reikia pasirinkti*
 - *Laikas = $k \log_2(n+1)$, $k \sim 150 \text{ msec}$*
- *Jei i-tojo varianto tikimybė yra $p(i)$,*
 - *tai laikas yra $\log_2(1/p(i)+1)$*
- *1 iš 8 pasirinkimų:*

$$\text{Laikas} = 150 * \log_2(8 + 1) = 480(\text{msec})$$

Hiko dėsnis (Hick's Law)

- *1 iš 8 pasirinkimų:*

$$Laikas = 150 * \log_2(8 + 1) = 480(msec)$$

- *2 po 4 pasirinkimų:*

$$Laikas = 150 * \log_2(2 + 1) + 150 * \log_2(4 + 1) = 240 + 350 = 590(msec)$$

- *Išvados?*

Praktikos dėsnis

- Pirmą kartą užduotis yra atliekama lėčiau

$$T_n = T_1 n^{-a}$$

Apibendrinimas

- Analitiniai vertinimo metodai
 - Tikrinimai, pvz. euristinis tikrinimas
 - Peržvalgos, pvz. pažintinė peržvalga
 - Veiksmų analizės: GOMS, KLM, Fito ir Hiko dėsniai
- GOMS – aprašo veiksmus, kuriais patyręs naudotojas sieks savo tikslų vykdydamas užduotį
- Spausdinimo spartos modelis (Keyboard level model, KLM)
 - skirtas numatyti, per kiek laiko patyręs naudotojas įvykdys užduotį

Egzamino klausimų pavyzdžiai

- Kokia yra užduočių vykdymo aprašymo modelio, kuriame kiekvienas veiksmas turi tikslą, operaciją, atlikimo metodą ir išrinkimo operaciją, paskirtis? Kaip jis yra vadinamas angliakalbėje literatūroje?
- Kokia yra spaudinimo spartos modelio paskirtis? Kaip šis modelis yra vadinamas angliakalbėje literatūroje?
- Fito dėsnis yra laiką numatantis modelis. Ką jis numato?
- Hiko dėsnis yra laiką numatantis modelis. Ką jis numato?