

Tallinna Tehnikaülikool
Informaatikainstituut

Kasutajaliidesed ja neile esitatavad nõuded

Referaat õppeaines Operatsioonisüsteemid

Koostaja: Triin Jakimov
Matriklinumber: 062328
Õpperühm: IANM
Esitatud: 11.12.2006

Tallinn 2006

Sisukord

Sisukord	2
Kasutajaliidese mõiste.....	3
Kasutajaliides operatsioonisüsteemi osana	3
Peamised kasutajaliideste tüübid	4
Nõuded kasutajaliidesele	7
Inimene ja arvuti.....	10
Erivajadustega kasutajad.....	11
Kasutajaliideste väljatöötamise teoreetilised alused.....	12
Juhised ja standardid	13
Kasutatud allikad	14

Kasutajaliidese mõiste

Arvutisüsteemidel on mitmeid erinevat tüüpi liideseid. Tehnilised liidesed võivad ühendada erinevaid arvutisüsteeme omavahel või füüsiliste protsessidega, näiteks temperatuurianduriga. Riistvaraliidesed ühendavad arvuti erinevaid seadmeid omavahel ja vooluallikaga. Rakendusliides (*application programming interface* e. API) on operatsioonisüsteemi või rakendusprogrammiga määratud reeglistik, mille alusel rakendusprogramm kasutab operatsioonisüsteemi või teise rakendusprogrammi teenuseid. See teeb uute programmide loomise lihtsamaks, sest standardkomponendid on programmeerijale ette antud. Kõigi nende liidestega suhtleb kasutaja aga ainult kaudselt, tehes seda kasutajaliidese kaudu. Arvutisüsteemi kasutajaliides võimaldab kasutajal suhelda nii operatsioonisüsteemi kui rakendusprogrammidega, olles ka ise samal ajal programm kui tarkvarasüsteem.

Üldise mõistena on kasutajaliides vahend, mis võimaldab inimesel suhelda masinaga ehk kõik, mida näeme, kuuleme, tunneme. Teised süsteemi osad on harilikult varjatud. Masinaks võib olla nii arvuti, telefon, auto või mistahes elektroonikaseade. Arvutisüsteemi kasutajaliidese välisteks komponentideks loetakse ka ekraani, klaviatuuri, hiirt nendeks võivad olla näiteks ka kõlarid, mikrofon, spetsiaalsed nupud või puutetundlikud seadmed, millelt signaale vastu võetakse. Vahel peetakse kasutajaliidese osadeks isegi online-abimaterjale, trükitud juhendeid ja kasutajatuge telefoni teel, kuid see on siiski vaieldav, kuigi ka need moodustavad kasutaja jaoks olulise osa kogu süsteemis. Kasutajaliidese all võib mõista ka sisend- ja väljundseadmeid: ühelt poolt on vaja vahendeid, mis võimaldavad arvutile käsked edastada, ning teiselt poolt vahendeid, mis võimaldavad arvuti poolt teostatud operatsioonide tulemust näha.

Kasutajaliides operatsioonisüsteemi osana

Arvuti kasutajaliides tuleb tänapäeval üldjuhul kaasa operatsioonisüsteemi osana ning määrab ka kõigi arvutis töötavate rakendusprogrammide kasutajaliideste välimuse ja tööpõhimõtted.

Operatsioonisüsteemi üks tähtsamaid süsteemprogramme on käsuinterpretaator, mis moodustab liidese süsteemi ja kasutaja vahel. Mõnedes operatsioonisüsteemides asub see tuumas (näiteks Apple Macintosh) ning kõikide rakendusprogrammide kasutajaliidesed on sarnased, teised (MS-DOS, Unix) käsitavad seda kui üht rakendusprogrammi, mis käivitub töö alustamisel või ajajaotusega süsteemides kasutaja sisse logimisel. Paljud käsud antakse operatsioonisüsteemile juhtimislausetena, mida töötleb käsurealiides ehk kest (*shell*). Kesta ülesandeks ongi järgmise lause vastuvõtmine ja täitmine. Osadel operatsioonisüsteemidel on kestaks graafiline kasutajaliides, mis paljudele tundub lihtsam ja kasutajasõbralikum (Microsoft Windows, Macintosh). Teiste kasutajate jaoks võivad aga mugavamaks osutuda võimsamad ja keerulisemad käsurealiidesega kestad (MS-DOS, Unix). Juhtimislausel käsitsevad protsesside loomist, sekundaarsalvestite ja põhimälu haldust, failisüsteemi kasutamist, kaitset ja võrgundust. Käsuinterpretaator võib ise sisaldada koodi käskude täitmiseks ning sel juhul on tema suurus määratud võimalike käskude arvuga, sest programmis peab sisalduma täitmiskood iga käsu jaoks. Alternatiivselt võib operatsioonisüsteemi käsuinterpretaator täita enamiku käskudest süsteemprogrammide abil (Unix). Interpretaator leiab käsu täitmiseks vajaliku faili, mille laadib mälusse ja käivitab. Programmeerijad saavad sellisesse süsteemi hõlpsalt uusi käsked lisada ilma interpretaatorit ennast muutmata. Sellise süsteemi miinuspoolteks on aga aeglus, sest faili otsimiseks kulub rohkem aega kui koodilõigu otsimiseks samast programmist, ning võimalik erinevate parameetrite kasutamine interpretaatoris ja käsufailides, kui nad on kirjutatud erinevate programmeerijate poolt.

Kasutajaliidese kujundus ja kasutajasõbralikkus ei ole süsiki operatsioonisüsteemi otseseks funktsiooniks. Näiteks on Windowsil nii graafiline kasutajaliides kui alamsüsteemina töötav

MS-DOS käsurealiides ning kasutaja näeb neid erinevate süsteemprogrammidenä, kuid operatsioonisüsteemi poolt vaadatuna kasutavad mõlemad ikkagi samu süsteemseid käske.

Peamised kasutajaliideste tüübid

Graafiline kasutajaliides (*graphical user interface* e. GUI)

Tänapäeva arvutites on enimlevinud kasutajaliidese tüübiks graafiline kasutajaliides, kuna see lihtsustab programmide kasutamist ning võimaldab kuvada graafikat. Kui GUI oleks täiuslik, puuduks vajadus kasutada tekstipõhist programmeerimist. GUI komponendid on kuvaril liikuv kursor, osutusseade, milleks harilikult hiir, klaviatuur, ikoonid, aknad ja rippmenüüd. Uuemat tüüpi kasutajaliidese seadmed on veel puutetundlik ekraan või puutelaud ning krihvel (*stylus*), millega saab teksti selekteerida, kustutada või joonistada. Need on aga praeguse tehnoloogiaga halvasti integreeritud ja võimalused ilmselt alles kasutamata. Tuntumad graafilise kasutajaliidese operatsioonisüsteemid on Windows ja Macintosh.

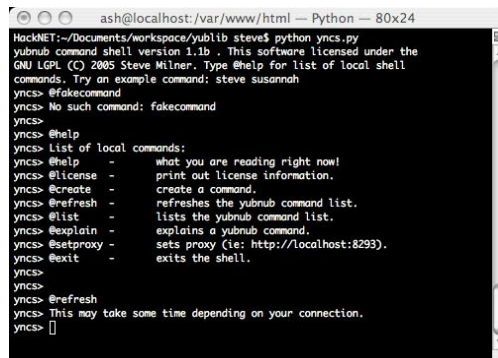
Joonis 1. MacOS X operatsioonisüsteemi graafiline kasutajaliides



Käsurealiides (*command line interface* e. CLI)

Käsurealiides on operatsioonisüsteemi või rakendusprogrammi liides, millele saab klaviatuurilt reahaaval käske trükkida. Kui ekraanil on kursor, tuleb käsk sisestada ning edastada see arvutile sisestusklahvi vajutades. Pärast eelmise käsu täitmist saab sisestada järgmise. Käsurealiidese osadeks on seega vähemalt klaviatuur ja kursor.

Joonis 2. Käsurealiides



Veebiliides

Ainult veebikeskkonnas töötavate rakenduste kasutajaliideste puhul sõltub lõppkasutaja arvuti operatsioonisüsteemist ainult osa komponente, näiteks nuppude või dialoogiakende välimus. Ülejäänud elementide kujundamise võimalused on praktiliselt piiramatud.

Hääleliides (*voice user interface* e. VUI)

Häälrakenduste juures on menüüde asemel kuuldavad instruktsioonid, mis on varem salvestatud või reaajas kõnesüntesaatoriga tekitatud. Samuti reageerib liides kasutaja häälkäsklustele. Hääleliides on populaarne mobiilsetes seadmetes, mille kasutamise ajal võivad käed mõne muu tegevusega hõivatud olla, ilmselt ei sobi see aga avalikes kohtades isiklike andmete sisestamist vajavate rakenduste juures kasutamiseks, näiteks rahaautomaatite puhul. Hääleliidesed ei ole seni veel kuigi populaarseks muutunud ning puudub tehnoloogia, kus arvuti saaks aru inimkõnest tervikuna. Käskude andmine rääkides võib osutuda väsitavamaks kui ekraanil hiirega klõpsimine, kus saab paralleelselt teha ka rohkem toiminguid.

Käsiliides

Käsiliidese puhul on arvutile võimalik käske anda käeliigutustega. Tegemist on ilmselt alles tulevikus laiemat kasutamist leidva tehnoloogiaga. Selle rakendamist on katsetatud näiteks virtuaalse reaalsuse kolmemõõtmelises graafikakeskkonnas, milles süsteem oskab teatud hulka liigutusi eristada. Kasutaja saab käeliigutuste abil otse objektidega suhelda, neid valida ja liigutada, samuti menüüvalikuid teha ja kursorit liigutada.

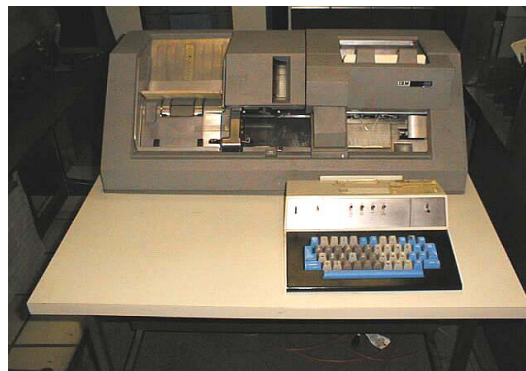
Kasutajaliideste areng

Kasutajaliidesed on digitaalarvuti algusaegadest alates kujunenud arvutamispõhistest järkjärgult esitluspõhistemaks. Arengu saab jagada kolme perioodi:

1945-1968: pakktöötlus

Algusperioodil oli arvutite jõudlus väga väike ning kasutajaliides praktiliselt olematu, et maksimeerida protsessori töövõimet. Sisendseadmeteks olid perfokaardid, paberlindid ja magnetlindid ning väljundseadmeteks printerid. Inimene ei suhelnud otse arvutisüsteemiga, välja arvatud operaator oma konsooli kaudu. Kõigepealt valmistas kasutaja ette paki perfokaarte programmi ja andmete kirjeldusega, milles ei tohtinud vigu esineda, ning operaator sisestas need arvutisse. Arvuti augustas kaardid kirjutusmasinalaadse seadme abil ja töötles informatsiooni iseseisvalt tulemuseni jõudmiseni või veateateni, mille väljastas printerile või magnetlindile. Protsess võis aega võtta tunde või isegi päevi. Sisestatud perfokaardid pidid sisaldama ka praeguses mõistes operatsioonisüsteemi koodi sisend-väljundseadmetega suhtlemiseks. Alates 1957. aastast võeti kasutusele monitorprogramm, mis asus pidevalt arvutisüsteemis ja mille poole programmid said pöörduda teenuste saamiseks. Monitorprogramm aitas ka paremini ja varasemas staadiumis vigu avastada ning kasutajale tagasisidet anda, olles esimene samm nii operatsioonisüsteemide kui kasutajaliideste tekke poole.

Joonis 3. IBM 029 kaardiperforeerija



1969-1983: käsurealiidesed

Käsurrealiidesed arenesid süsteemikonsooliga ühendatud pakktööluse monitorprogrammidest. Neile sai sisestada käske tekstina teatud sõnavara ulatuses ja vastus võis juba sekundite pärast tulla. Samuti oli kasutajal võimalik protsessi hilisemate etappide suhtes muutusi sisse viia, tarkvaraga oli viimaks võimalik suhelda. Siiski oli süsteemi selgeks õppimine väga keerukas ja aega nõudev. Käsurrealiidesed olid tihedalt seotud ajajaotussüsteemide kasutuselevõttuga (MULTICS 1965, Unix 1969). Varaseimad käsurrealiidesed kombineerisid arvuteid ja teletäpe, mis olid osutunud edukaks tehnoloogiaks informatsiooni edastamisel. Teletäpid olid kasutusel telegraafiseadmetena juba 20. sajandi algusest ja nende kasutamine tähendas nii kokkuvõidu kui tuttavat tehnoloogiat.

Videokuvaterminalide laialdane kasutuselevõtt 1970. aastate keskel tähistas käsurrealiideste teise arengufaasi algust. Kaablitega ühendatud terminali oli väljundit võimalik kuvada märgatavalt kiiremini kui printeril trükkida ning kulud tindile ja paberile muutusid praktiliselt olematuks. Ekraanil oli võimalik ka sisestatud teksti muuta, nii said programmeerijad pigem visuaalse kui tekstipõhise kasutajaliidese. Esimesteks rakendusprogrammideks olid tekstiredaktorid ja mängud.

Käsurrealiides on jäänud kasutusele tänapäevani, sest on paljude ülesannete jaoks ikka veel sobivam kui graafiline liides.

Graafilise kasutajaliidese loomise suunas eksperimenteeriti juba alates 1962. aastast, kui loodi arvutil PDP-1 töötav mäng Spacewar. Selle arvuti kuvar ei olnud enam lihtsalt sümboleid kuvav terminal, vaid modifitseeritud ostsilloskoop, mis toetas vektorgraafika kasutamist, arendatud Teises maailmasõjas kasutatud radariekraanidest. 1968 esitleti aga esmakordselt kolme nupuga hiirt ning graafilist monitори mitmeaknalliidese. Hiirega sarnased osutusseadmed olid juba olemas ning 1960. lõpul olid paljudel suurarvutitel PDP-1 võimalustega kuvarid. Ostsilloskoopkuvarite areng jooksis aga tupikusse ja graafikaliideste areng jäi mõneks aastaks seisma.

1970. lõpus ilmusid parema graafilise suutlikkusega videokuvaterminalid, mis aga ei olnud veel võimelised graafilist kasutajaliidest toetama, sest joonistasid kujutist liiga kaua. Samuti puudus sobilik sisendseade, hiir oli küll olemas, kuid puudus ekraanil liikuv hiirekursor. Graafilise kasutajaliidese ja personaalarvutite eelkäijaks peetakse 1973 loodud Xeroxi Altot rasterkuvari ja hiirega. Olemas olid ikoonid, aknad, kerimisribad jms, puudusid vaid rippmenüü ja värvid. 1981 tuli välja esimene IBM personaalarvuti ja 1982 Suni tööjaam, kumbki neist aga ei olnud edasi arenenud graafikaliidese osas. Siiski hakati sellest ajast alates laialdaselt kasutama graafilise ja käsurrealiidese kombinatsiooni.

Alates 1984: graafilised liidesed

Oluliseks sai aasta 1984, kui Apple tõi turule Macintoshi ning tõhusalt edasi arendatud Alto-sarnane graafiline kasutajaliides jõudis massidesse. Microsofti püüdeks midagi sarnast teha oli 1985 välja lastud Windows 1.0, kuid see oli nii edutu, et ei asendanud isegi firma oma DOS süsteemi. 1986 ilmus versioon 10 X-süsteemist ning sellest sai Unixi arvutite standardne riistvarast sõltumatu platvorm, millele graafikaliideseid ehitada. X10-l oli ka esimesena värviliste kõrge eraldusvõimega kuvarite toetus, mis sel ajal olid veel haruldaseks ja kalliks riistvaraks, need hakkasid tavaarvutitesse jõudma alles alates 1991. aastast.

Aasta 1987 tähistab 386, esimese Inteli 32-bitise kiibi turule jõudmist, mis võimaldas odavamalt kiiremaid arvuteid toota. Sellest ja värviliste kuvarite arengust lõikas enim kasu Microsoft, 1992 välja tulnud Windows 3.1 saavutas tohutu populaarsuse, nagu ka järgmised versioonid.

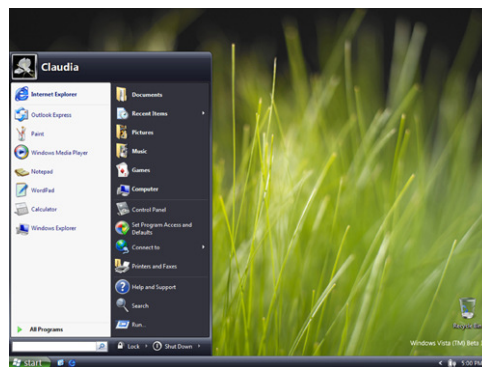
Pärast 1995. aastat tekkis Unixi „koolkonnas“ kaks graafikaliideste arengut mõjutanud nähtust. Kasutajaliidest püüti eraldada riistvarast, nagu oli algust tehtud juba X10-ga. Sun Microsystemsi poolt loodi Java programmeerimiskeel, et luua rakendusi, mis töötaksid sarnaselt kõikides operatsioonisüsteemides, suurimaks probleemiks oli selle saavutamine just kasutajaliidese osas.

Teiseks nähtuseks oli avatud lähtekoodiga vabavara esile kerkimine, eeldamiseks näiteks Linux operatsioonisüsteem.

Graafilised kasutajaliidesed on püsinud sarnaste komponentidega juba 30 aastat – WIMP ehk *Windows, Icons, Mice, Pointer* – vaatamata tehnoloogia ja riistvara arengule. Mõningaid katseid teisiti mõelda on küll tehtud, näiteks virtuaalse reaalsuse liidesed, kus kasutaja saab liikuda kolmemõõtmelises graafikakeskkonnas. Projekt THE (*The Humane Environment*) kasutajaliideses muutub ekraan aknaks kahemõõtmelises virtuaalmaailmas, kus andmed ja programmid on organiseeritud vastavalt asukohale ruumis. Neid saab vaadelda erineva detailsusega, olenevalt kasutaja kõrgustasapinnast, sisse suumides ja objektidel „maandudes“.

Tulevikus muutub graafiline kasutajaliides ilmselt lihtsamini kasutatavaks, kuna valikuid piiratakse vastavalt kasutaja profiilile. Praegune olukord tohutute ikoonide, tööriistaribade ja menüüvalikute hulgaga on tekkinud, kuna ei osatud ette näha, et tarkvara on kunagi nii palju suuteline. Kasutajad tahavad üha rohkem võimalusi ja funktsioone, kuid lihtsat kasutatavust. Võimalik, et hakatakse kasutama suuremaid ja mitut kuvarit, töölaud korraldatakse ümber, jagades sisu primaarse ja sekundaarsete kuvarite vahel. Suurem tööpind võib populaarsemaks muuta ka puutetundlike ekraanide, puutelaudade ja kriihvlite kasutamise.

Joonis 4. Windows Vista graafiline kasutajaliides



Nõuded kasutajaliidesele

Operatsioonisüsteemi peamised eesmärgid on tagada süsteemi efektiivne töö ning võimaldada selle kasutamine. Arvuti algusaegadel oli töö efektiivsus kõige olulisemal kohal ning on seda ka praegu suurte süsteemide puhul. Järgjärgult on rohkem tähelepanu pööratud kasutajasõbralikkuse arendamisele, need kaks eesmärki võivad sageli teineteisega vastuolus olla.

Operatsioonisüsteemi projekteerimiseks on kõigepealt vaja defineerida süsteemi eesmärgid. Kõrgeimal tasandil sõltuvad eesmärgid riistvara ja süsteemi tüübi valikust, täpsemate nõuete defineerimine võib aga palju keerulisemaks osutuda. Üldiselt võib nõuded jagada kahte peamisesse gruppi: kasutaja ning süsteemi poolt esitatavad nõuded. Kasutajaliides on nii operatsioonisüsteemi kui mistahes programmi tähtis osa, sest sellest sõltub, kui lihtne või keeruline on panna süsteemi vajalikul viisil toimima. Ka võimas süsteem või programm on üsna kasutu, kui sellel puudub korralik kasutajaliides. Puudub aga ainuõige definitsioon operatsioonisüsteemile esitatavatele nõuetele. Paljude erinevate süsteemide olemasolu näitab, et erinevate nõuete hulk viib ka mitmete erinevate lahendusteni. Kuigi puuduvad juhised spetsiifiliselt operatsioonisüsteemide ja nende kasutajaliideste projekteerimiseks, saab nende loomisel siiski arvestada mitmete üldiste tarkvara projekteerimise põhimõtetega.

Nõue on formuleering planeeritava toote omadustest, mis kirjeldab, mida toode peab tegema või kuidas töötama. Nõuded peaksid olema võimalikult spetsiifilised, üheselt mõistetavad ja selged ning peab olema arusaadav, millal need on täidetud ehk tulemus vastab nõuetele.

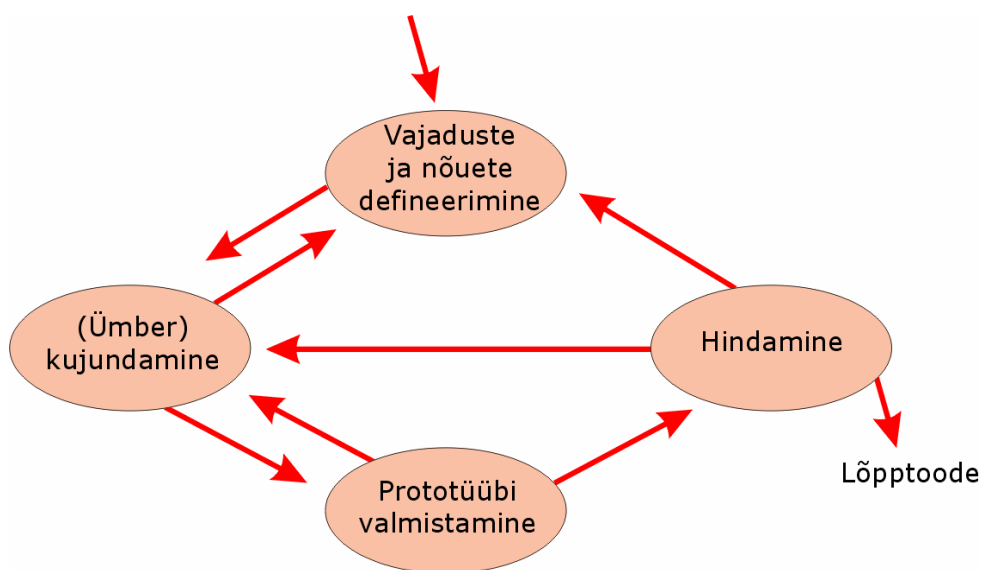
Infotehnoloogiliste projektide läbikukkumise üheks sagedaseks põhjuseks on nõuete defineerimisega seotud probleemid, need on olnud kas liiga üldised või ebaselged, sisaldades lauseid nagu: peab olema graafiline liides, vastavuses operatsioonisüsteemi platvormiga, kergesti õpitav ja kasutatav. Võrreldes nõuetega süsteemi funktsionaalsetele omadustele jätavad kasutajaliideste nõuded sageli liiga palju tõlgendamise ja kujutluse hooleks. Tavakasutaja vajab, et süsteem oleks mugav, lihtsalt õpitav ja kasutatav, usaldusväärne, kindel ja kiire. Kasutajad, kelle ülesandeks on süsteemi projekteerimine, opereerimine ja hooldamine, soovivad, et see oleks lihtsalt projekteeritav, teostatav ja hooldatav, samuti paindlik, usaldusväärne, veatu ja efektiivne. Selliselt esitatud eesmärgid on aga ebakonkreetsed ja süsteemi projekteerimisel suhteliselt kasutud, kuna puudub üldmõistetav arusaam, kuidas neid ellu viia.

Üldjoontes koosneb kõikide interaktiivsete süsteemide loomine neljast etapist:

1. Vajaduste ja nõuete väljaselgitamine
2. Nõuetele vastavate variantide väljatöötamine
3. Interaktiivsete prototüüpide loomine
4. Kogu protsessi ja tulemuste hindamine

Iga etapp peaks edastama informatsiooni teistele tegevustele ning neid võib korrata vastavalt vajadustele. Oluline on koostada ja dokumenteerida kasutajate ja kasutatavuse nõuded töö alguses, kaasata kasutajad kogu protsessi jooksul ning läbi teha kõik protsessi etapid.

Joonis 5. Interaktiivsete süsteemide väljatöötamise mudel



Nõuete koostamine kasutajaliidese projekteerimiseks põhineb eelnevale kasutaja vajaduste kaardistamisele. Lisainformatsiooni allikateks saab kasutada kasutatavuse analüüsi, spetsifikatsioone ning muid olemasolevaid strateegilisi dokumente, kasutajate tagasisidet ja hindamistestide tulemusi. Vastavalt nõuetele saab omakorda edasi liikuda liidese kujundamise juurde.

Tarkvaraarenduses on traditsiooniliselt identifitseeritud kahte tüüpi nõudeid. **Funktsionaalsed** nõuded defineerivad, mida süsteem peab tegema. **Mittefunktsionaalsed** nõuded defineerivad piirangud ja kohustused süsteemile ja selle arendusele – näiteks tekstiredaktor peab töötama erinevates operatsioonisüsteemides või alates 64 MB RAM mälu arvutites või peab olema tarnitav 6 kuuga.

Täpsemalt võib erinevad nõuded liigitada järgnevalt:

Süsteemi nõuded hõlmavad nõudeid riistvarale ja seadmetele, näiteks millised klahvid on vajalikud andmete sisestamiseks või kursori liigutamiseks, millised peavad olema kuvari ja helikaardi omadused jne.

Funktsionaalsed nõuded, nagu öeldud, defineerivad, mida süsteem peab tegema – näiteks reageerima klahvivajutustele või teatud juhtudel kuuldavale tooma heli.

Andmete nõuded hõlmavad vajalike andmete tüübi, suuruse või hulga, püsivuse, täpsuse ja andmehulkade väärtuse. Näiteks kui süsteem peab töötama ühiskasutusega rakendusserveris, on oluline, et andmed oleks alati kaasajastatud, täpsed, muudetavad ning säiliks pika aja vältel.

Keskkonna nõuded või kasutamise kontekst viitavad tingimustele, milles toode peab töötama hakkama. Nõuete väljaselgitamisel peab arvesse võtma nelja aspekti:

- füüsiline keskkond: kui palju valgust, müra, tolmu on oodata töökeskkonnas, kas kasutajad peavad kaitserõivaid kandma, kui palju on seal inimesi
- sotsiaalne keskkond: koostööd ja koordineerimist puudutavad küsimused, näiteks kas andmeid jagatakse, kas see peab toimuma sünkroonselt, et võimaldada andmete kasutamine mitmele töötajale samaaegselt, samuti kasutajate asukoht teineteise suhtes – kas tegemist on suurte vahemaadega või ühe ruumiga
- organisatoorne keskkond: kasutajatoe kättesaadavus, koolitusvahendite olemasolu, kui efektiivne või stabiilne on kommunikatsioonide infrastruktuur, kui hierarhiline on juhtimine jne
- tehniline keskkond: millisel tehnoloogial toode töötab või millisega peab ühilduma, millised on limiteerivad tehnoloogilised tegurid.

Kasutaja nõuded tulenevad kavandatud kasutajarühma omadustest, näiteks võimed ja oskused, arvuti kasutamise tase (algaja, ekspert, juhuslik või sagedane kasutaja). See informatsioon on kasutajaliidese kujundamiseks oluline, kuna algaja ilmselt vajab sammhaaval juhtnööre, dialooge ja piiratud interaktiivsust koos selge informatsiooniga. Eksperdile aga oleks vajalik paindlik suhtlemine süsteemiga ning rohkem volitusi funktsioonide juhtimiseks. Sage kasutaja eelistab vastupidiselt juhukülastajale ilmselt kiirklahvide kasutamist selle asemel, et pikki käske sisse trükkida või menüüsüsteemides navigeerida. Süsteemi omaduste kogumit „tüüpkasutaja” jaoks nimetatakse kasutajaprofiiliks ning mistahes seade võib omada mitmeid erinevaid kasutajaprofiile.

Nõuded kasutatavusele hõlmavad kasutatavuse eesmärgid ja nendega seotud meetmed konkreetse tarkvaratoote jaoks. Kasutatavuse nõuded on seotud kõigi teiste nõuetega, mis vajavad samuti defineerimist. Kasutaja nõuded ja nõuded kasutatavusele ei ole samatähenduslikud mõisted.

Kasutatavus koosneb kuuest tegurist:

1. funktsionaalsus: süsteem saab hakkama kasutajale vajalike ülesannetega
2. õppimise lihtsus: kui lihtne on süsteemi kasutamise selgeks õppimine erinevatele kasutajagruppidele
3. kasulikkus: kui suure kasuteguriga on süsteem sagedasele kasutaja jaoks
4. meeldejätmise lihtsus: kui lihtne on süsteemi kasutamise põhimõtteid meelde jätta juhukasutajal
5. subjektiivne rahulolu: kui rahul on kasutaja süsteemiga
6. arusaadavus: kui lihtne on aru saada, mida süsteem teeb

Kasutajasõbralikkuseks võib nimetada kombinatsiooni teguritest 2-6. Selleks, et hinnata kasutatavust, peavad need näitajad olema mõõdetavad. Kui on teada, kuidas erinevaid tegureid mõõta, on võimalik koostada nõuded, mis on oma olemuselt eesmärgid, mida soovitakse saavutada.

Joonis 6. Näide kasutatavusele esitatavatest nõuetest

Eesmärgi tüüp	Näide
Installeerimine	Edukas installeerimine 15 minutiga
Õppimine	Tavaülesannete komplekt sooritatakse 20 minutiga pärast 15 minutilist süsteemiga tutvumist
Produktiivsus	15% parem praegusest süsteemist
Veatu ülesannete sooritus	90% ülesandeid sooritatakse vigadeta
Abi	90% abimaterjali poole pöördumistest saavad vajaliku vastuse
Kujundus	90% kasutajatest rahul graafika, animatsioonide ja kujundusega
Rahulolu süsteemiga	90% kasutajatest tunniajase kasutamise järel süsteemiga rahul
Eelistus	90% kasutajatest eelistavat uut süsteemi

Inimene ja arvuti

Kuna arvutisüsteem on inimese jaoks, mitte vastupidi, tuleb kasutajaliideste projekteerimisel arvesse võtta ka inimese psühholoogilisi omadusi. Inimene kasutab oma igapäevases tegevuses pidevalt kognitiivseid ehk tunnetusprotsesse, mis enamikus on üksteisega seotud. Nendeks on tähelepanu, taju ja äratundmine, mälu, õppimine, lugemine, rääkimine ja kuulamine, probleemide lahendamine, planeerimine, mõistuspärastamine ja otsustamine.

Tähelepanu on protsess valimaks olemasolevate võimaluste seast seda, millele konkreetsel ajahetkel keskenduda, selleks on harilikult informatsioon, mis on oluline hetketevõtte teostamiseks. Inimene kasutab selleks kuulmis- ja nägemismeeli. Protsess on kas raske või kerge olenevalt sellest, kas meil on selged eesmärgid ning kas vajalik informatsioon on keskkonnas leitav. Kui me ei tea täpselt, mida otsime, laseme oma tähelepanul vaadata läbi erinevaid võimalusi ning seejärel otsustame.

Taju hõlmab, seda kuidas informatsiooni keskkonnast meelte abil saadakse ja need kogemusteks nagu objektid, helid ja maitse, muudetakse. Kõige domineerivam on nägemismeel, sellele järgnevad kuulmis- ja kompimismeel.

Mälu tähendab erinevate teadmiste meeldetuletamist, mille abil antud olukorras toimida. Kõike, mida näeme, kuuleme ja tunneme, ei ole võimalik meelde jätta, sest aju koormataks üle. Toimub omamoodi filtreerimisprotsess, milline informatsioon töödeldakse ja jäetakse meelde, milline mitte. Seetõttu ei pruugi meile alati meelde jääda kõik see, mida tahaksime. Paremini jäävad meelde asjad, millele pöörasime suuremat tähelepanu ning mis seostuvad juba mõne varasema teadmise. Samuti tulevad kergemini meelde asjad, kui nad esinevad oma tuttavas kontekstis, ning kergem on ära tunda kord nähtud asju kui neid meelde tuletada.

Õppimine all võib mõista kas seda, kuidas kasutada arvutiprogrammi või kuidas kasutada arvutiprogrammi vajaliku teema mõistmiseks. On leitud, et inimestele tundub raske õppida arvuti kasutamist käsiraamatute järgi, nad eelistavad teha seda praktilise tegevuse kaudu. Graafilised kasutajaliidesed annavad selleks hea võimaluse.

Lugemine, rääkimine ja kuulamine on keelega seotud protsesside tüübid, millel on nii ühiseid kui erinevaid omadusi. Lausete mõttest saadakse samamoodi aru, ükskõik kuidas neid vastu võetakse. Loetud informatsiooni saab uuesti üle lugeda, kuuludut aga mitte. Lugeda saab ka

kiiremini, see nõuab vähem pingutust, on harilikult korrektsemas keeles. Mõnede inimeste jaoks on aga kuulamine lihtsam.

Planeerimine, mõistuspärastamine ja otsustamine hõlmavad mõtlemist, mida teha, millised on võimalused ja tagajärjed. Oluline on, kui hästi inimene vastavat teemat tunneb.

Võttes arvesse kõiki neid tunnetusprotsesse, peaks kasutajaliideste loomisel inimese ja arvuti edukama suhtlemise nimel järgima üldjoontes järgnevat nõuandeid:

- tõsta esile oluline informatsioon, mis on hetkel teostatava ülesande jaoks vajalik: selleks saab kasutada graafikat, värvusi, kirjastiile, objektide loogilist järjestamist ja grupeerimist jm.
- vältida liigse informatsiooni ja graafika kuhjamist, lihtsat ja tagasihoidlikku liidest on palju mugavam kasutada
- ikoonide ja teiste graafiliste elementide tähendus peaks olema üheselt mõistetav ja need üksteisest eristatavad
- helid ja kõne peaksid olema kuuldavad ja selged, et nende eesmärgist või mõttest aru saada
- tekst peaks olema loetav ja taustast eraldatav
- interaktiivsed elemendid peaksid olema eristatavad, näiteks nupule vajutades kasutaja saab aru, et nuppu on vajutatud
- kasutaja mälu ei tohiks üle koormata keeruliste protsesside meeldejätmisega, rõhuma peaks pigem inimese äratundmisvõimele, kasutades menüüsid, ikoone ja sarnase paigutusega elemente
- anda kasutajale erinevaid võimalusi elektroonilise informatsiooni kodeerimiseks (näiteks failide, e-kirjade, piltide puhul) värvuste, ikoonide, ajalise informatsiooni abil jne, et aidata meelde jätta, kuhu midagi on salvestatud
- kasutajaliides peaks julgustama kasutusvõimaluste uurimist, kuid ka suunama õigete valikute juurde valikuid piirates
- kõnel baseeruvad menüüd peaksid olema väga minimalistlikud, kasutaja ei suuda meelde jätta üle 3-4 valikuvõimaluse
- anda võimalus teksti suurendada ilma, et kujundus selle all kannataks, väikese teksti lugemine ei pruugi kõigile jõukohane olla
- pakkuda lisainformatsiooni neile kasutajatele, kes tahavad rohkem teada.

Erivajadustega kasutajad

Kui tahetakse luua kasutajaliideseid, mida saaksid kasutada ka erivajadustega inimesed, tuleb arvesse võtta veelgi rohkem tegureid. Erivajadused võivad olla värvipimedus, halb nägemisvõime või nägemise puudumine, halb kuulmisvõime või kuulmise puudumine, probleemid hiire ja klaviatuuri kasutamisel või puue, mis takistab neid üldse kasutada.

Süsteemid jaotatakse juurdepääsetavuse alusel kolme kategooriasse:

1. Otsene juurdepääsetavus: kasutaja valib kuvaformaadi ja viisi, kuidas infot vastu võtta
2. Suurendatud juurdepääsetavus: elektroonilised teenused toetavad suhtlemist abitehnoloogiatega
3. Osaline või mittejuurdepääsetavus: elektrooniliste teenuste loomisel pole juurdepääsetavust arvesse võetud, kasutajat peab abistama teine inimene

Juurdepääsetavus tähendab, et süsteem lubab kasutada abistavat tarkvara spetsiaalseks informatsiooni sisestamiseks ja väljundi saamiseks. Nendeks võivad olla ekraaniluubid, teksti ette lugejad, ekraaniklaviatuur, klaviatuuri abivahendid, kõnetuvastusprogrammid. Abi võib olla aga ka väga lihtsalt kasutajaliideste sisse programmeeritud, näiteks täpsem info objekti kohta tekstilugeja jaoks, selgem kirjastiil, kontrastsemad värvused.

Kasutajaliideste väljatöötamise teoreetilised alused

Lisaks inimese tunnetusprotsesside tundmisele on kasutajaliideste loojatele abiks kaks erinevat tüüpi lähenemisviisi. Üheks võimaluseks on püüda rakendada reaalse maailma nähtuseid ka digitaalses maailmas, tuua arvutisüsteemidesse elemendid, mida inimesed kasutavad tegelikus elus. Näideteks sellest on meeldetuletused e-kirjade näol, elektroonilised märkmepaberid või nimekirjad vajalikest päevatoimetustest. On isegi proovitud süsteeme, kus graafiline failihaldus näeb välja nagu dokumendihunnikud kontorilaul.

Teise võimalusena kasutatakse liideste väljatöötamisel teooriaid ja kontseptuaalseid raamistikke.

Vaimse mudeli kontseptsiooni kohaselt on inimesel ettekujutus, kuidas midagi teha, kuidas midagi töötab ning mida ette võtta, kui juhtub midagi ootamatut. Samas areneb vaimne mudel pidevalt, kui inimene õpib uusi asju tundma. Ka kasutajaliideseid luuakse kontseptuaalse mudeli põhjal ehk kuidas on ette nähtud neid kasutada. Ideaalis peaks inimene olema võimeline hakkama koheselt süsteemi kasutama, samal ajal selle kohta pidevalt juurde õppides. Kuna inimeste vaimsed mudelid arvutisüsteemide koha pealt ei pruugi alati kuigi arenenud olla ning nad käituvad tihti peale irratsionaalselt, on põhiprobleemiks, kuidas neid kaht mudelit kokku viia. Üheks võimaluseks on pakkuda rohkem koolitust, teha süsteimid läbipaistvamaks, selgitades nende ülesehitust, pakkudes tagasisidet ja abimaterjale.

Teises teoorias kasutatakse metafoori, et inimese aju on kui **protsessor**. Püütakse ette aimata, kui kaua mingi infohulga töötlemine ja vastuse andmine võib aega võtta ning milliseid tunnetusprotsesse selleks kasutatakse.

Inimene saab informatsiooni väga paljudest erinevatest välistest allikatest: raamatud, ajalehed, internet, joonised jne. Aja jooksul on leiutatud palju abivahendeid, nagu pliiatsid, kalkulaatorid, arvutisüsteemid, milleta enam igapäevast elu ette ei kujuta. Kombinatsioon nendest allikatest ja vahenditest on inimese võimet sooritada tunnetuslikke tegevusi tublisti suurendanud. **Välise tunnetuse** teooria uurib tunnetusprotsesse, mis toimuvad nende väliste objektidega suhtlemisel, peamiseks eesmärgiks on selgitada selliste vahendite kasutamise eeliseid: näiteks mälu koormatus väheneb kalendrite ja märkmike kasutamisega, kalkulaatoriga on lihtsam arvutada kui paberi ja pliiatsiga, tegevuste mahatõmbamine nimekirjast loeb need lõpetatuks jne.

Teooriad aitavad nähtustest abstraktselt mõelda ja üldistusi teha, kuid neid on raske otseselt praktikas kasutada. Tarkvaraarendajatel ei ole ilmselt aegagi teooriatesse süvenemiseks. Seetõttu on teadlased püüdnud teooriaid praktikutele lähemale tuua ning „tõlkinud“ need kujunduslikeks põhimõteteks, reegliteks, analüütilisteks meetoditeks või hindamiskriteeriumideks.

Näiteks aju kui protsessori teooria on lihtsustatud GOMS mudeliks (*Goals, Operator, Methods, Selection rules*). Mudel koosneb meetoditest, mille abil teatud eesmärk saavutatakse, meetodid omakorda koosnevad operaatoritest, mis on lihtsad kasutaja või süsteemi poolt teostatavad operatsioonide jadad. Valikureegleid on vaja meetodi valimiseks, kui eesmärgi saavutamiseks on mitu võimalust. Mudeli abil on võimalik leida erinevate tegevuste jaoks kuluv aeg, kuna igale põhioperatsioonile on määratud mingi standardne ajakulu. Samas ei võeta arvesse erinevusi kasutajate vahel ning õppimise ja vigade tegemise mõju tulemusele.

Juhised ja standardid

Välja on töötatud hulk kogemustel baseeruvaid juhiseid, põhimõtteid ja reegleid, mis hõlbustaksid tarkvaraarendajate tööd ning aitaksid koostada kvaliteetseid ja heal tasemel kasutatavusega kasutajaliideseid. Juhiseid, kuidas luua nende platvormidega sobivaid kasutajaliideseid, koostavad ka paljud suuremad arvuti- ja tarkvarafirmad.

Üheks tuntumaks juhistekomplektiks on **Schneidermani kaheksa kuldreeglit** kasutajaliideste kujundamiseks:

1. Püüdle järjekindluse poole:
näiteks peaks failimenüü asuma igas ekraanivaates ülemises vasakus nurgas, iga tegevusega, millega kaasneb andmete kustutamine, küsida kasutajalt kinnitust
2. Luba sagedasel kasutajal kasutada kiirklahve:
kasutajad on nendega harjunud näiteks enamikes tekstiredaktorites
3. Anna informatiivset tagasisidet:
teate „Error 404“ asemel peaks sõnastama, milles probleem on
4. Teata protsesside lõppemisest:
näiteks „printimine lõpetatud“
5. Võimalda vigade vältimist ja lihtsat käsitlemist:
liides peaks üritama kasutajapoolseid vigu ära hoida ning nende esinemise korral aitama tagasi töö juurde asuda
6. Luba lihtsat toimingute tagasikerimist:
näiteks lisada „undo“ nupp, kuhu võimalik
7. Toeta kasutaja otsuseid:
kasutaja peaks tundma ennast arvutiga suhtlemisel juhtrollis, mitte vastupidi
8. Vähenda meeldejätmise vajadust:
kus vähegi võimalik, pakkuda kasutajale variante, selle asemel, et nõuda info meeldejätmist eelmistest akendest

Teised sarnased juhised soovivad veel kasutaja ja arvuti vahelist suhtlemist lihtsa ja selgena hoida, organiseerida liidese elemente gruppidesse, et need oleksid paremini mõistetavad ja kasutatavad jne.

Interaktiivsete süsteemide valdkonnas on kehtestatud ka rahvusvahelisi standardeid, neist on kasutajaliideste väljatöötamisega seotud järgnevad:

1. **ISO 14915:** Tarkvaraergonoomika multimeedia kasutajaliidestele:
sätestab kujunduse põhimõtted ja raamistiku, multimeedia navigatsiooni ja juhtimise, meedia valiku ja kombineerimise
2. **ISO 13407:** Inimkeskne kujundusprotsess interaktiivsete süsteemide jaoks
3. **ISO 9241:** Ergonoomilised nõuded kontoritööle visuaalsete kuvaterminalidega:
sätestab juhised töö nõuetele, töökeskkonnale, kasutatavusele, informatsiooni esitusele (sh. näiteks käskude grupeerimine menüüs); nõuded kuvaritele, klaviatuuridele ja teistele sisendseadmetele, tööjaama planeeringule ja kehahoiakule, peegeldusega kuvaritele, kuvatavatele värvustele
4. **ISO/IEC 9126:** Tarkvara projekteerimine – tootekvaliteet

Kasutatud allikad

1. E-teatmik: IT ja sidetehnika seletav sõnaraamat www.vallaste.ee
2. Lauesen, S. User interface design: a software engineering perspective. Addison Wesley, 2005
3. Mitchell, R. GUI gets a makeover. Computerworld 25.09.2006
<http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&articleId=263695>
4. Mitchell, R. The pen is mightier than the voice. Computerworld 25.09.2006
http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&articleId=263724&intsrc=article_pots_bot
5. Motion Information Team, Electronics and Telecommunications Research Institute. Hand interface for immersive virtual environment authoring system.
http://www.research.rutgers.edu/~chansu/paper/1999/VSMM99_CS.pdf
6. Preece, J. Interaction design: beyond human-computer interaction. J. Wiley & Sons, 2002.
7. Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon ISO: www.iso.org
8. Raymond, E.S. The art of Unix usability.
<http://www.catb.org/~esr/writings/taouu/html/ch02.html>
9. Silberschatz, A. Galvin, P.B. Gagne, G. Operating system concepts. Sixth edition. J. Wiley & Sons, 2003
10. Torres, R.J. Practitioner's handbook for user interface design and development. Prentice Hall, 2002
11. Wikipedia en.wikipedia.org/wiki