

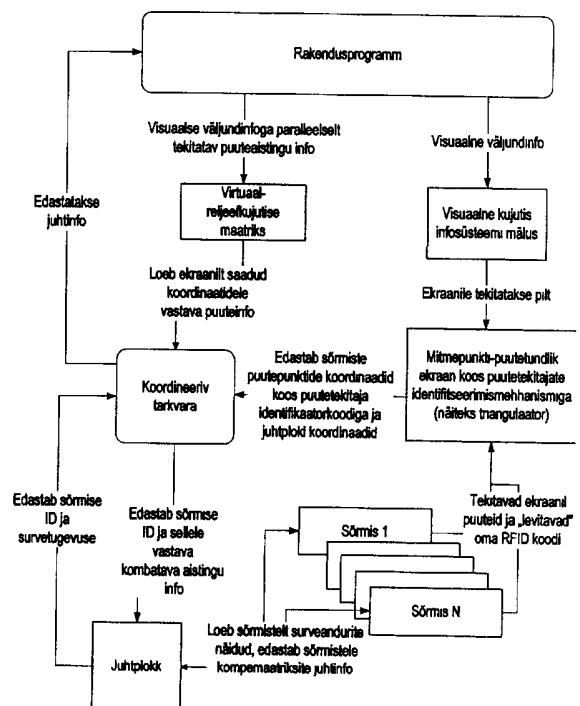
(12) **PATENDIKIRJELDUS**

(21) Patenditaotluse number: P200700001	(73) Patendiomanik: Tallinna Tehnikaülikool Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, EE
(22) Patenditaotluse esitamise kuupäev: 04.01.2007	(72) Leiutise autor: Erkki Joason Sõpruse pst 211-43, 13422 Tallinn, EE
(24) Patendi kehtivuse alguse kuupäev: 04.01.2007	
(43) Patenditaotluse avaldamise kuupäev: 15.08.2008	
(45) Patendikirjelduse avaldamise kuupäev: 15.12.2008	

(54) **Meetod ja seade kahesuunaliseks puutepõhiseks suhtlemiseks arvuti ja kasutaja vahel**

(57) Käesolev leiutus käsitleb meetodit ja seadet kahesuunaliseks puutepõhiseks suhtlemiseks arvuti ja kasutaja vahel, kus on võimaldatud andmete manipuleerimine samaaegselt mitmes ekraanipunktis. Leiutisekohase meetodiga tekitatakse kompimis- aisting igale sõrmele individuaalselt ning kompimisaistingu sisu on otseses sõltuvuses iga sõrmeotsa sihist ekraani suhtes.

(57) Present invention relates to a method and device for haptic duplex communication between computer and user, where data manipulation is enabled simultaneously in multiple different screen points. According to the invention the tactile perception is generated for each finger individually and the nature of the tactile perception is in direct dependence of the direction of each fingertip in respect to the screen.



**MEETOD JA SEADE KAHESUUNALISEKS PUUTEPÕHISEKS
SUHTLEMISEKS ARVUTI JA KASUTAJA VAHEL**

Tehnikavaldkond

Leiutis kuulub infotehnoloogia valdkonda ja käsitleb meetodit ja seadet kompimis-
5 aistingu vahendusel puutetundliku ekraani kasutajaliideses tagasiside tekitamiseks, kus
andmetega manipuleerimine toimub samaaegselt mitmes erinevas ekraanipunktis, et
võimaldada lisaks nägemis- ja kuulmismeelele kasutada arvuti kasutajaliideses kompi-
mismeelt.

Tehnika tase

10 Patenditaotluses US 2006097991 on kirjeldatud mitmepunkti-puutetundlikku ekraani,
mis võimaldab registreerida ja infosüsteemile edastada mitmete samaaegsete, erinevates
ekraani punktides toimuvate puudutuste koordinaate. Saadud informatsiooni võib seejärel
tõlgendada juhtimisinformatsioonina. Seadme puudusteks on esiteks see, et
puutetekitajaid (st ekraaniga kontaktis olevaid sõrmi) ei identifitseerita ja teiseks puudub
15 tagasiside kompimisaistingu näol.

Käesolevale leiutisele funktsionaalselt lähimat lahendust on kirjeldatud patenditaotluses
US 2001043847, milles on kirjeldatud mehaanilise tagasisidena pinna tekstuuri edastavat
kasutajaliidest. Selles dokumendis avaldatud meetod ja seade kirjeldavad erinevaid
tehnikaide, kuidas virtuaalsest reaalsusest tekitada kasutajale mehhaaniliselt tuntavat
20 tagasisidet. Täpsemaks edasiantavaks puutekujundiks on pinnamuster, orientatsiooni
arvesse võtmata. Süsteemi puuduseks on see, et see ei võimalda edastada orientatsiooni
puudumise tõttu pinnal leiduvaid reljeefseid detaile, samuti surutakse muster
mehhaaniliselt vastu sõrme tippu, mis ei võimalda aktiivset kompimist.

Leiutise olemus

25 Käesoleva leiutise eesmärgiks on laiendada oluliselt arvuti ja inimese vahelist suhtlus-
kanalit, võimaldades arvutit juhtida ja arvutist informatsiooni saada kompimisorganite
abil. Kompimisaistingu kasutamine on möödapääsmatu meetod nägemispuuetega
inimeste jaoks, ent antud leiutist saab kasutada ka tavakasutaja poolt mängudes,

meelelahutustarkvaras ja mujal. Konkreetsemalt on käesoleva leiutise eesmärgiks välja pakkuda meetod ja seade kompimisaistingu vahendusel puutetundliku ekraani kasutajaliideses tagasiside tekitamiseks, kus on võimaldatud andmete manipuleerimine samaaegselt mitmes erinevas ekraanipunktis.

- 5 Senised erinevad lahendused pakuvad välja mitmepunkti-puutetundlikku ekraani ja sellega manipuleerimist, samuti puuteaistingulist tagasisidet, kuni pinnamustri tunneta-
- 10 Käesoleva leiutise eesmärgiks on viia see protsess sammu võrra edasi, muutes võimalikuks igale sõrmisele (st kompimisorganile) individuaalse aistingu tekitamise ning samuti ainult puuteaistingu vahendusel objekti kuju ning orientatsiooni määramise.
- 10 Käesoleva leiutise objektiks on kõigepealt meetod kompimisaistingu vahendusel puute-
- tundliku ekraani kasutajaliideses tagasiside tekitamiseks, kus on võimaldatud andmete manipuleerimine samaaegselt mitmes erinevas ekraanipunktis.

Meetodi kohaselt määratakse kalkeerimisel puudete täpsed koordinaadid ekraani poolt, viiakse iga puude vastavusse kindla sõrmisega ja sõrmise koordinaatide ning juhtploki

15 koordinaatide võrdlemisel määratakse iga sõrmise orientatsioon ekraani suhtes. Kõik ekraanil kuvatavad graafilised objektid on teisendatud virtuaal-reljeefkujutise maatriksiks. Virtuaal-reljeefkujutise maatriksist loetakse iga puutepunkti ja selle lähiümbrust kirjeldav reljeefinfo, mille orientatsioon viiakse vastavusse iga sõrmise orientatsiooniga ning sõrmises asuva kompemaatriksi abil tekitatakse igale

20 puutetekitajale individuaalselt sõrmise asendit ja survetugevust arvestav ekraani puutepinna reljeefkujutisele vastav puuteaisting.

Kalkeerimine teostatakse kahes järgus, kusjuures esimeses järgus määratakse puudete täpsed koordinaadid ekraani poolt ja teises järgus määratakse, milline sõrmis tekitab millise puute.

- 25 Reljeefkujutise kõrgema ja madalama punkti suhtelist vahet korrigeeritakse vastavalt sõrmiste survetugevusele.

Leiutisekohase meetodi puhul hõlmavad vahendid kompimisorganite positsiooni kindlakstegemiseks ekraanil ja iga kompimisorgani poolt ekraanile avaldatava surve

kindlakstegemiseks kasutaja sõrmedele kinnitamiseks ettenähtud sõrmiseid, mis sisaldavad sõrmiste identifitseerimise vahendeid (näiteks RFID).

Leiundusliku seadme sõrmistes asetsevad kompimisaiustingut tekitavad kompemaatriksid, mille abil tekitatakse kompimisorganite jaoks kombatavate graafiliste objektide orientatsioonile vastav kompimisaiusting ning mis on teostatud liikuvatest elementidest koosneva maatriksina, millel elementide keskpunktide omavaheline kaugus on vähemalt kaks korda väiksem sellest vahemaast, mille juures sõrmeots suudab kahte puutepunkti eristada.

Kompemaatriksi juhtimine toimub juhtploki abil. Eelistatud on, kui kompemaatriksiks on mikrosolenoidmehhanism, mis tekitab reljeefkujutise.

Kompemaatriksi ja kompimiselundi vahel on vaba ruum võimaldamaks aktiivset kompimist.

Samuti hõlmavad vahendid sõrmiste kalkeerimise, iga sõrmise poolt ekraanile avaldatava surve individuaalse väärtuse kindlakstegemise ning iga kompimisorgani orientatsiooni (ekraani suhtes) määramise vahendeid.

Meetodi oluliseks eripäraks on taktilise tagasiside (kompimisaiustingu) tekitamine igale puutetekitajale individuaalselt ning see, et kompimisaiustingu sisu on otseses sõltuvuses ka kompimisorgani (sõrmeotsa) nurgast ekraani suhtes (st on tagatud orientatsiooni-tundlikkus).

Vahendid kompimisorganite identifitseerimiseks ja positsiooni kindlakstegemiseks ekraanil hõlmavad näiteks raadiomajakaid (RFID) koos trianguleerimist võimaldavate lookaatoritega. Vahendid iga kompimisorgani poolt ekraanile avaldatava surve kindlaks tegemiseks hõlmavad näiteks, kuid mitte ainult, surveandureid. Elementid kompimisaiustingu tekitamiseks kompimisorganile hõlmavad näiteks, kuid mitte ainult, mikrosolenoidmehhanismide abil liikuvatest elementidest koosnevaid maatrikseid (kompemaatrikseid). Lisaks on ette nähtud individuaalsed konstruktsioonid eelmainitud vahendite kinnitamiseks kompimisorganite (sõrmeotste) külge (nn sõrmised) ja juhtplokk. Juhtplokk võib olla kinnitatud näiteks käeseljale.

Meetodi käigus registreeritakse jooksvalt kasutaja iga ekraaniga kontaktis oleva sõrmise (ja selle kaudu ka kompimisorgani ehk sõrme) positsioon ekraanil (sealhulgas nii koordinaadid ekraanil kui ka orientatsioon ehk nurk ekraani vertikaaltelje või horisontaaltelje suhtes) ning ka survetugevus ekraanile.

- 5 Sealjuures toimub ka iga sõrmise (kompimisorgani) identifitseerimine, et hiljem oleks teada, millisele sõrmisele (kompimisorganile) milline tagasiside tekitatakse – vastavalt ekraanil kuvatavatele graafilistele objektidele (virtuaal-reljeefsetele elementidele).

Samas toimub ekraanil kuvatavate graafiliste objektide (elementide) teisendamine virtuaal-reljeefkujutise maatriksiks, et oleks võimalik vastavalt kompimisorgani positsioonile ja orientatsioonile ekraanil edastada sellele vastavat adekvaatset haptilist tagasisidet.

Saadud info alusel toimub kaks protsessi: antakse arvuti rakendusprogrammile vajalik juhtinformatsioon ning virtuaal-reljeefkujutise maatriksi põhjal (kasutades orientatsiooni- ja survetugevuse infot kujutise modifitseerimiseks) luuakse igale kompimisorganile adekvaatne kompimisaisting, kasutades selleks kompimisaistingut tekitavaid elemente (kompemaatrikseid).

Jooniste loetelu

Järgnevalt on käesolevat leiutist kirjeldatud üksikasjalikumalt viidetega juuresolevatele illustratsioonidele, kus

20 joonisel FIG 1 on kujutatud meetodi ühe võimaliku realiseerimise näiteks vajalikke vahendeid;

joonisel FIG 2 on kujutatud sõrmis sõrme külge kinnitatud asendis;

joonisel FIG 3 on kujutatud eelmises lõigus mainitud sõrmis tühjana pealtvaates;

joonisel FIG 4 on kujutatud kompimisaistingut tekitav element (kompemaatriks);

25 joonisel FIG 5 on kujutatud kogu leiutisekohase meetodi andmevoogude skeem;

joonisel FIG 6 on kujutatud leiutisekohase meetodi toimimise funktsionaalskeem;

joonisel FIG 7 on detailsemalt kujutatud orienteeritud puuteaistingu tekitamise vooskeem.

Leiutise teostamise näited

Alljärgnevalt kirjeldatakse leiutises kirjeldatud meetodi realiseerimiseks vastava süsteemi ühe võimaliku teostuse olemust ja tööpõhimõtet.

Näidisteostus koosneb arvutist, mitmepunkti-puutetundlikust ekraanist (edaspidi tähistatud sõnaga „ekraan“), positsioneerimis-identifitseerimisseadmest (edaspidi tähistatud sõnaga „triangulaator“), käe külge kinnitatavast lisaseadmest (lihtsuse mõttes on kirjeldatud seadet, mis võimaldab kasutada ühte kätt), mis omakorda koosneb kuni viiest sõrmisest ja käeseljale kinnitatavast juhtplokkist. Lisaks koordineerib eelmainitud seadmete koostööd vastav tarkvararakendus.

Arvuti ja tema operatsioonisüsteem peab võimaldama koostööd mitmepunkti-puutetundliku ekraaniga.

Joonisel FIG 1 on kujutatud leiutisekohase meetodi ühe võimaliku teostusnäite varal selle teostamiseks vajalikke vahendeid. Nendeks on mitmepunkti-puutetundlik ekraan 1, triangulaatorid, milleks antud teostusnäites on raadiolokaatorid 2, mis on ette nähtud konkreetsete sõrmiste ning juhtplokkide asukohtade identifitseerimiseks triangulatsioonimeetodil, juhtplokk 3 ja selle külge ühendatud sõrmised 4, juhtploki kinnitusrühm 5 ning ühendusjuhtmed 6.

Joonisel FIG 2 on kujutatud kinnituse 7 abil sõrme 8 külge fikseeritud sõrmist, mis koosneb korpusest 9, selle külge kinnituvast koonilisest otsikust 10 ja korpuse 9 sisse monteeritud kompimisaistingut tekitavast elemendist (kompemaatriksist) 11. Koonilise otsiku 10 sees paikneb identifitseerimisevahend, milleks käesolevas näites on raadiomajakas ehk signaalelement RFID-signaali saatja näol (Radio Frequency IDentification – raadiosagedusliku identifitseerimissignaali saatja) ning surveandur sõrmise survetugevuse kindlakstegemiseks ekraanile. Seejuures on iga sõrmise RFID elemendil unikaalne sagedus, et võimaldada sõrmiste identifitseerimist.

Joonisel FIG 4 on kujutatud üks võimalik variant kompimisaistingut tekitavast elemendist (kompemaatriksist), mis koosneb korpusest 12 ja selle seest näiteks mikrosolenoid-

mehhanismide abil liigutatavatest elementidest 13, mis erinevates positsioonides moodustavad reljeefseid kombatavoid kujutisi. Adekvaatse kompimisaistingu saavutamiseks peab elementide 13 keskpunktide omavaheline kaugus olema vähemalt kaks korda väiksem sellest vahemaast, mille juures sõrmeots suudab kahte puutepunkti eristada.

Joonisel FIG 5 on kujutatud leiutisekohase meetodi andmevoogude skeem. Infosüsteemist (näiteks arvutist) saadetakse mitmepunkti-puutetundlikule ekraanile graafilise kujutise loomiseks vajalik videoinfo. Sõrmised, kui neid surutakse vastu ekraani, tekitavad puutepunkte, mille asukohainfo registreeritakse ekraani poolt ja edastatakse infosüsteemile. Samal ajal toimub nii sõrmistes kui ka juhtplokis asuvate signaal-elementide positsioneerimine triangulaatori abil. Saadud positsioneerimisinfo edastatakse infosüsteemile. Sõrmiste otstes asuvad surveandurid edastavad juhtplokile info sõrmise poolt ekraanile avaldatava survetugevuse kohta. Juhtplokis konverteeritakse antud info infosüsteemi sisendliidesele arusaadavaks. Infosüsteem edastab juhtplokile iga sõrmise tarbeks reljeefkujutise info, mille alusel juhtplokk juhib sõrmistes asuvaid kompimisaistingut tekitavaid elemente (kompematrikseid).

Joonisel FIG 6 on kujutatud leiutisekohase meetodi toimimise funktsionaalskeem. Meetodi eesmärk on tekitada kahesuunaline puutepõhine suhtlus infosüsteemi (arvuti) ja kasutaja (st inimese) vahel. Infosüsteemil töötav rakendus loob esmalt videomällu ja seejärel ekraanile visuaalse kujutise, sellega paralleelselt luuakse (näiteks, kuid mitte tingimata, sama rakenduse poolt) dünaamiline andmemassiiv kirjeldamaks iga ekraanil kuvatava visuaalse kujutise punkti kõrgust (virtuaal-reljeefkujutise maatriks). Sõrmiste puudutused registreeritakse puutetundliku ekraani poolt ning nende puutekoordinaadid saadetakse infosüsteemis töötavale koordineerivale tarkvarale. Triangulaator registreerib sõrmiste ning juhtplokkide individuaalsed koordinaadid ning edastab need koordineerivale tarkvarale. Lisaks saadetakse koordineerivale tarkvarale iga sõrmise surveanduri lugem. Koordineeriva tarkvara funktsiooniks on andmete konsolidatsioon, sellest analüüsimisel tekkinud juhtinformatsiooni edastamine rakendusprogrammile ning samuti virtuaal-reljeefkujutise maatriksi põhjal puuteaistingu tekitamise tarbeks vajaliku informatsiooni saatmine juhtplokkidele. Juhtplokid tekitavad seejärel igas sõrmises asuvas kompematriksis vastava adekvaatse orientatsiooniga reljeefse kujutise.

Joonisel FIG 7 on detailsemalt kujutatud leiutisekohase orienteeritud puuteaistingu tekitamise meetodi vooskeem. Puuteaistingu tekitamise protsess käivitub puutetundliku ekraani poolt puute registreerimisega, siia järgneb neli paralleelset protseduuri: puute täpsete koordinaatide määramine puutetundliku ekraani poolt, sõrmiste ja juhtplokkide identifitseerimine ja koordinaatide määramine triangulaatori poolt ning surveandurite näitude lugemine sõrmistest. Ekraani poolt määratud täpseid puutepunktide koordinaate võrreldakse triangulaatori poolt saadutega identifitseerimaks, milline sõrmis tekitab millise puute. Sõrmise koordinaate ja vastava käe juhtploki koordinaate kasutades arvutatakse välja sõrmise orientatsioon ekraani suhtes (ehk teisisõnu sõrme nurk ekraani vertikaalse või horisontaalse koordinaattelje suhtes). Eelnevat operatsiooni teostatakse iga sõrmise jaoks eraldi. Kasutades puutetundlikult ekraanilt saadud täpseid puutekoordinaate loetakse infosüsteemi mälus olevast virtuaal-reljeefkujutise maatriksist välja iga puutepunkti ja selle lähiümbruse (mille suurus sõltub vajutavas sõrmises asuva kompemaatriksi suurusest) punktide reljeefinfo. Siis saadakse igale sõrmisele vajalik reljeefkujutis. Enne vastavasse sõrmisesse saatmist pööratakse seda reljeefkujutist vastavalt vastuvõtva sõrmise orientatsioonile ekraani suhtes.

Triangulaator (positsioneerimis-identifitseerimisseade) (FIG 1 pos 2) koosneb kolmest raadiovastuvõtjast/lokaatorist ning selle eesmärk on triangulatsioonimeetodil määrata igale sõrmisele ning käeseljal asuvale juhtplokkile vastavad koordinaadid (ekraani suhtes).

Käe külge kinnitav lisaseade ja selle elemendid (sõrmised ja juhtplokk) on kujutatud joonistel FIG 1 kuni FIG 4.

Käeseljale kinnitav juhtplokk (joonis FIG 1 pos 3) sisaldab sõrmistes asuvate seadmete juhtimiseks vajalikke elektroonikakomponente, RFID-raadiomajakat (mida triangulaator on võimeline positsioneerima) ning kommunikatsiooniseadet arvutiga andmeside pidamiseks.

Näpuotstele kinnitavad sõrmised (FIG 2) on ühenduses juhtplokkiga juhtmete abil. Iga sõrmis sisaldab korpuse 9 ja koonusekujulise otsiku 10, mille sisse on ehitatud surveandur, mis mõõdab, millise survega ekraanile vajutatakse, kusjuures surveandurit kontrollitakse juhtploki poolt. Lisaks asub seal ka raadiomajakas, mille ülesandeks (analoogselt juhtplokkiga) on anda triangulaatorile võimalus sõrmist positsioneerida ja identifitseerida. Kalkeerimine teostatakse kahes järgus, kusjuures esimeses järgus

määratakse puudete täpsed koordinaadid puutetundliku ekraani poolt ja teises järgus määratakse, milline sõrmis tekitab millise puute. Sõrmise korpuses 9 asub puuteaistingut tekitav kompemaatriks 11. Kompemaatriks 11 kujutab endast vertikaalselt liikuvatest varrastest koosnevat maatriksit, mille varraste paigutuse tihedus on ideaaljuhul vähemalt

5 kaks korda suurem sõrmeotsa naha tundlikkusest (ehk minimaalsest kaugusest, kus suudetakse eraldada kahte kõrvuti asuvat ärrituspunkti). Kompemaatriksi varraste liikuma panemise üheks võimalikuks variandiks on mikrosolenoidmehhanismid. Kompemaatriksi juhtimine toimub juhtploki abil.

Seadme töö toimub (vastavalt joonisel FIG 6 kujutatud diagrammile) alljärgnevalt.

10 Rakendusprogramm kuvab ekraanile visuaalse pildi ning sellega paralleelselt tekitab andmemassiivi (virtuaal-reljeefkujutise maatriksi), mis sisaldab iga ekraanipunkti kõrgusinfot.

Kasutaja, kinnitanud seadme oma käe külge, puudutab sõrmistega puutetundlikku ekraani. Puutetundlikul ekraanil registreeritakse puutepunktide (kuna sõrmise alumisel osal

15 olev koonuse tipp on piisavalt terav – sarnaselt graafikalaua pliatsile, *stylus*'ele) täpsed koordinaadid. Paralleelselt toimub triangulaatori abil sõrmiste ja juhtploki positioneerimine ning identifitseerimine, milline sõrmis või juhtplokk asub millistes koordinaatides. Nende kahe seadme poolt, st puutetundliku ekraani ja triangulaatori abil saadud koordinaatide alusel saadakse iga ekraani puudutava sõrmise täpne asukoht koos

20 informatsiooniga selle kohta, millise konkreetse sõrme sõrmisega on konkreetsetes kohas tegemist. Sõrmiste ja juhtploki koordinaatide võrdlemisel määratakse arvutuslikult kindlaks ka see, millises asendis oli käsi ekraani suhtes ehk iga sõrmise nurk ekraanil ekraani suhtes.

Iga sõrmise survetugevuse info loetakse surveandurist ja lisatakse eelnevatele andmetele.

25 Kokku saadakse andmekogum, mis sisaldab informatsiooni iga ekraani puutuva sõrmise asukoha, survetugevuse ekraanile ja kaldenurga ekraani vertikaal- või horisontaaltelje suhtes.

Selle info alusel loetakse virtuaal-reljeefkujutise maatriksist puutepunkti ja selle lähimbruse kõrgusinfo, muudetakse selle orientatsioon vastavaks sõrmise omaga (kaldenurk

ekraani vertikaal- või horisontaaltelje suhtes), korrigeeritakse reljeefkujutise kontrastsust (st madalama ja kõrgeima punkti suhtelist vahet) vastavalt survetugevusele, muutmaks kompeaistingut naturaalsele aistingule sarnaseks, ning seejärel tekitatakse kompemaatriksis vastav sõrme asendit ja survetugevust arvestav sõrmeotsa poolt
5 aktiivselt kombatav reljeefkujutis.

Puutepunktide koordinaate ja puutetugevusi kasutatakse juhtinformatsioonina võimaldamaks manipuleerida puutetundlikul ekraanil graafiliselt kuvatavaid objekte, sealhulgas näiteks aktiveerida nuppe, menüüribasid, aknaid ja muid objekte.

Leiutisekohase meetodi puhul seisneb puutetundliku ekraani suurem funktsionaalsus
10 järgmistes omadustes:

1. Ekraanil kuvatav kujutis sellel olevate graafiliste objektidega on muudetud kombatavaks;
2. Kujutisel olevad graafiliste objektid nagu nupud, menüüribad, kerimisribad ja muud sarnased detailid on vahetult kombitavad, vajutatavad, nihutatavad või muul viisil manipuleeritavad;
15
3. Nn “kopeeri-kleebi” funktsioon on elavdatud, st muudetud aktiivseks, realistlikumaks, kuna kopeeritava objekti reljeefkujutise saab jätta kopeerimistoimingu sooritamisel sõrmisesse kompimisaistinguna sõrmeotsa jaoks ka pärast sõrme ekraanilt tõstmist ning see eemaldatakse alles siis, kui on sooritatud toiming “kleebi”. Samuti võib olla võimaldatud kopeeritava objekti
20 „õhus olles” pööramine ja tagasikleepimine juba teises asendis.
4. Võimaldatud on graafiliste objektide vahetu manipuleerimine kõikide sõrmede abil korraga.

Leiutis ei ole piiratud eespool toodud teostusnäitega, vaid sellel võib olla esitatud
25 lahenduse piirides mitmeid teisi teostusvariante, ka mitme kasutaja puhul sealhulgas.

PATENDINÕUDLUS

1. Meetod kahesuunaliseks puutepõhiseks suhtlemiseks arvuti ja kasutaja vahel, kusjuures kalkeeritakse ekraaniga kontaktis olevate sõrmiste koordinaadid, registreeritakse sõrmiste survetugevus ekraanile ning tekitatakse sõrmise positsioonile vastavale virtuaal-reljeefkujutisele tagasisidena kasutaja sõrmes kompimisaisting, **mis erineb** selle poolest, et kalkeerimisel määratakse puudete täpsed koordinaadid ekraani poolt, viiakse iga puude vastavusse kindla sõrmisega ja sõrmise koordinaatide ning juhtploki koordinaatide võrdlemisel määratakse iga sõrmise orientatsioon ekraani suhtes, selle alusel loetakse virtuaal-reljeefkujutise maatriksist iga puutepunkti ja selle lähiumbruse reljeefinfo, mille orientatsioon viiakse vastavusse iga sõrmise orientatsiooniga ning sõrmises asuva kompemaatriksi abil tekitatakse igale puutetekitajale individuaalselt sõrmise asendit ja survetugevust arvestav ekraani puutepinna reljeefkujutisele vastav puuteaisting.
5
2. Meetod vastavalt nõudluse punktile 1, **mis erineb** selle poolest, et kalkeerimine teostatakse kahes järgus, kusjuures esimeses järgus määratakse puudete täpsed koordinaadid ekraani poolt ja teises järgus määratakse, milline sõrmis tekitas millise puute.
10
3. Meetod vastavalt nõudluse punktile 1 ja 2, **mis erineb** selle poolest, et reljeefkujutise kõrgema ja madalama punkti suhtelist vahet korrigeeritakse vastavalt sõrmiste survetugevusele.
15
4. Meetod vastavalt ühele eelnevale nõudluse punktile, **mis erineb** selle poolest, et virtuaal-reljeefkujutis säilib ka pärast sõrme ekraanilt eemaldamist ja kaob alles peale vastava poolelioleva toiminguga seotud tingimuste realiseerimist.
20
5. Seade kahesuunaliseks puutepõhiseks suhtlemiseks arvuti ja kasutaja vahel, mis sisaldab arvuti, puutetundliku ekraani, sõrmiseid, vahendeid sõrmiste kalkeerimiseks ekraanil, vahendeid iga sõrmise poolt ekraanile avaldatava surve kindlakstegemiseks ja juhtploki, **mis erineb** selle poolest, et iga sõrmis sisaldab kasutaja sõrmes sõrmise positsioonile vastavale virtuaal-reljeefkujutisele tagasisidena kombatavate graafiliste objektide orientatsioonile vastava kompimisaistingu tekitamiseks kompemaatriksi (11), mis on teostatud reljeefkujutist tekitava maatriksina, millel
25
30

elementide (13) keskpunktide omavaheline kaugus on vähemalt kaks korda väiksem sellest vahemaast, mille juures sõrmeots suudab kahte puutepunkti eristada.

6. Seade vastavalt nõudluse punktile 4, **mis erineb** selle poolest, et kompemaatriksiks (11) on mikrosolenoidmehhanism, mis tekitab reljeefkujutise.
- 5 7. Seade vastavalt nõudluse punktile 4 ja 5, **mis erineb** selle poolest, et kompemaatriksi (11) juhtimine toimub juhtploki (3) abil.
8. Seade vastavalt ühele eelnevale nõudluse punktidest 4 kuni 6, **mis erineb** selle poolest, et kompemaatriksi (11) ja kompimiselundi vahel on vaba ruum võimaldamaks aktiivset kompimist.
- 10 9. Seade vastavalt ühele eelnevale nõudluse punktidest 5 kuni 8, **mis erineb** selle poolest, et sisaldab vahendeid virtuaal-reljeefkujutise säilimiseks sõrmises ka pärast sõrmise eemaldamist ekraanilt vastavalt rakenduste vajadustele.
- 15 10. Seade vastavalt nõudluse punktile 9, **mis erineb** selle poolest, et vahendid võimaldavad graafiliste objektide vahetu manipuleerimise ühe või enama sõrmise üheaegsel kasutamisel, sealhulgas mitme kasutaja puhul.

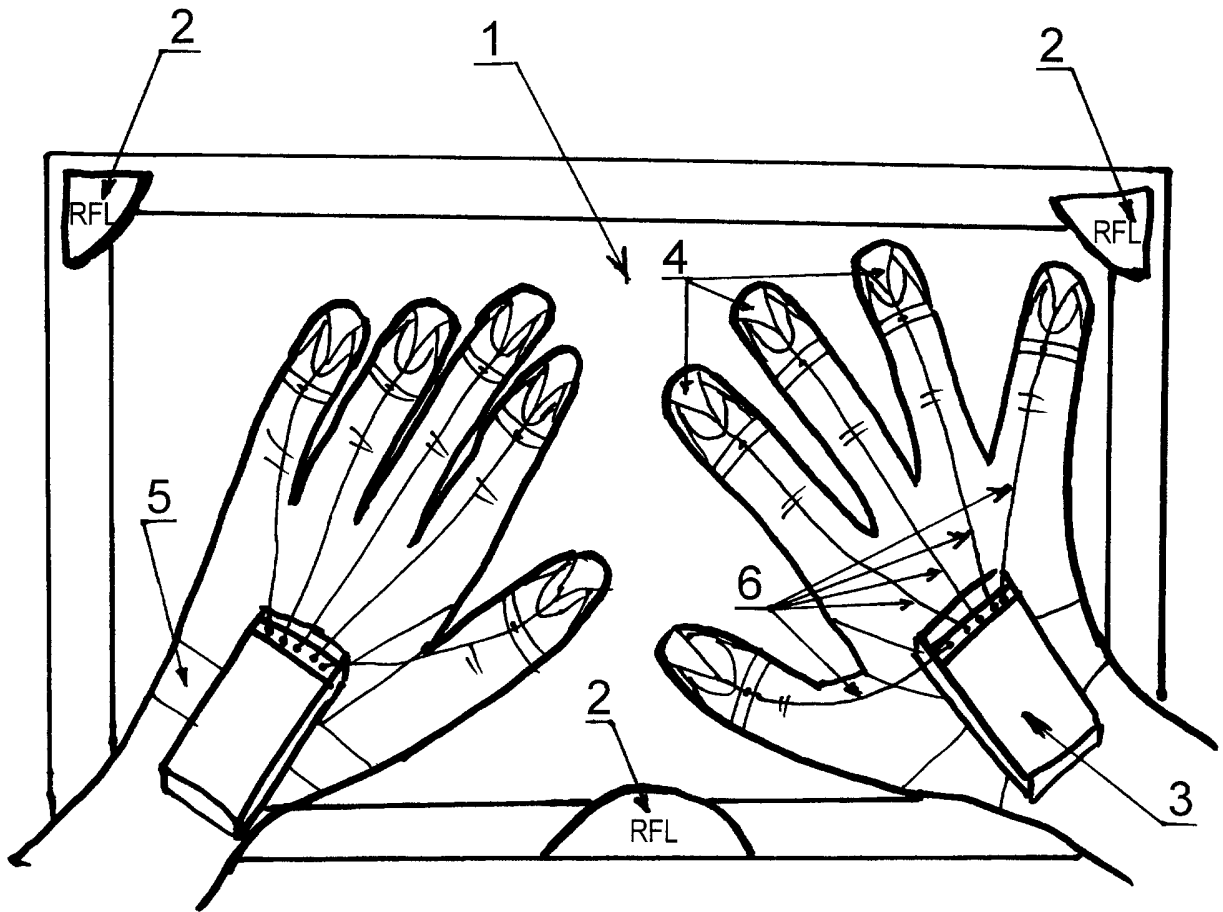


FIG 1

2/6

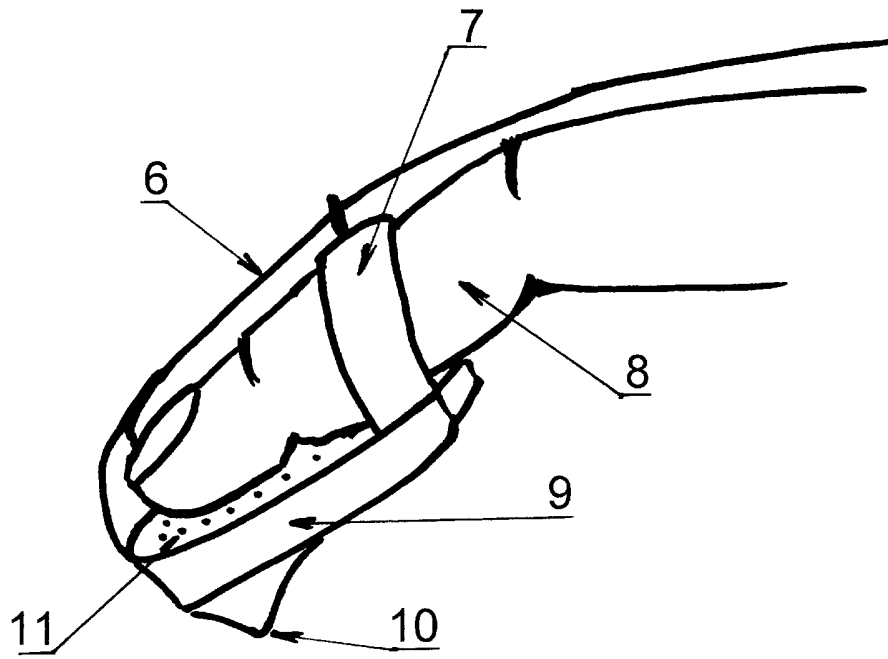


FIG 2

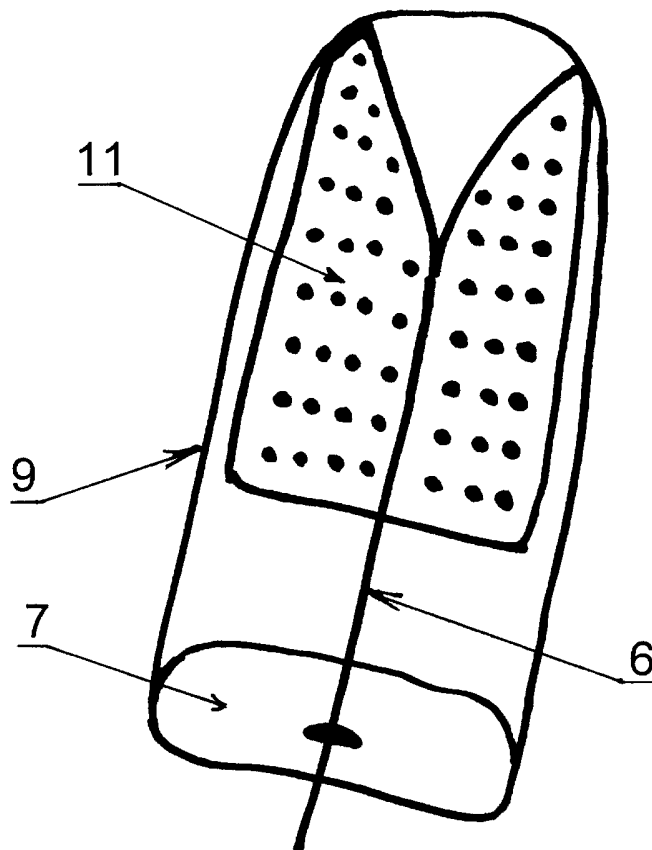


FIG 3

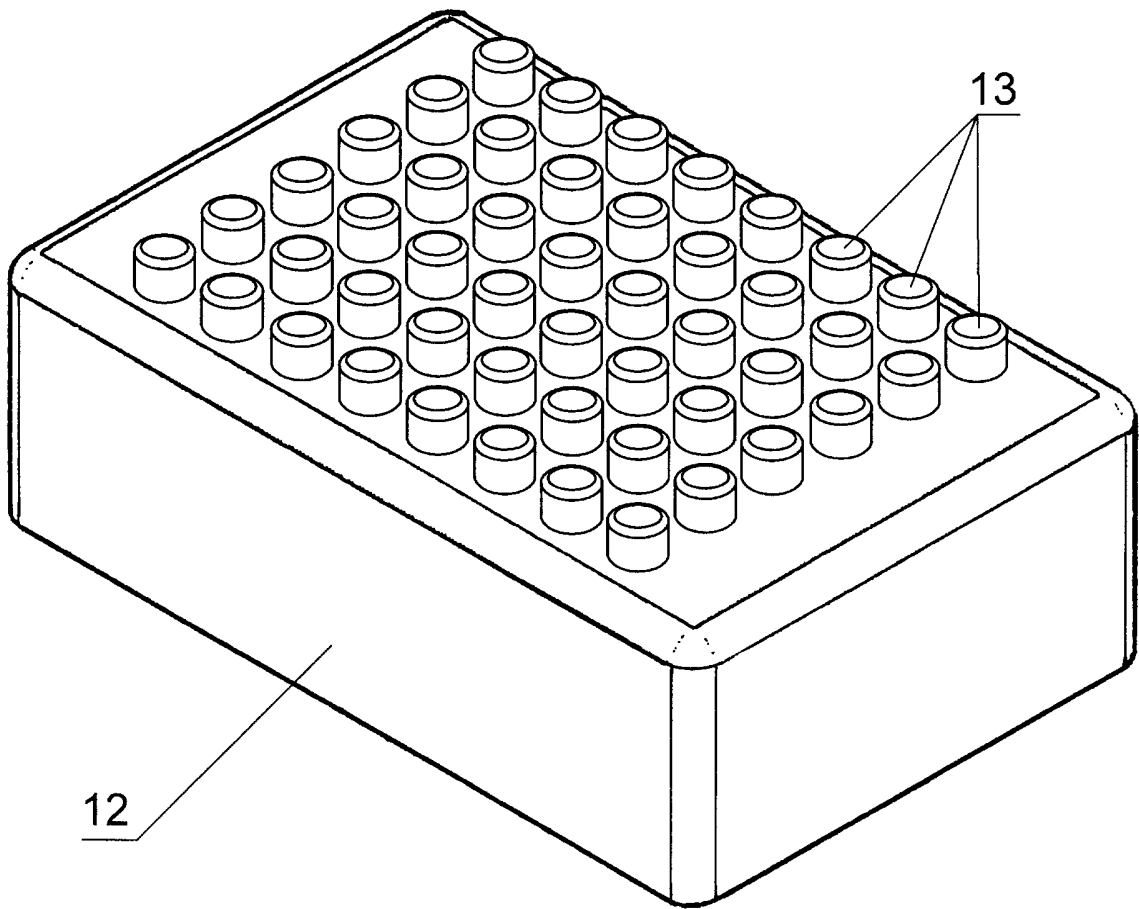


FIG 4

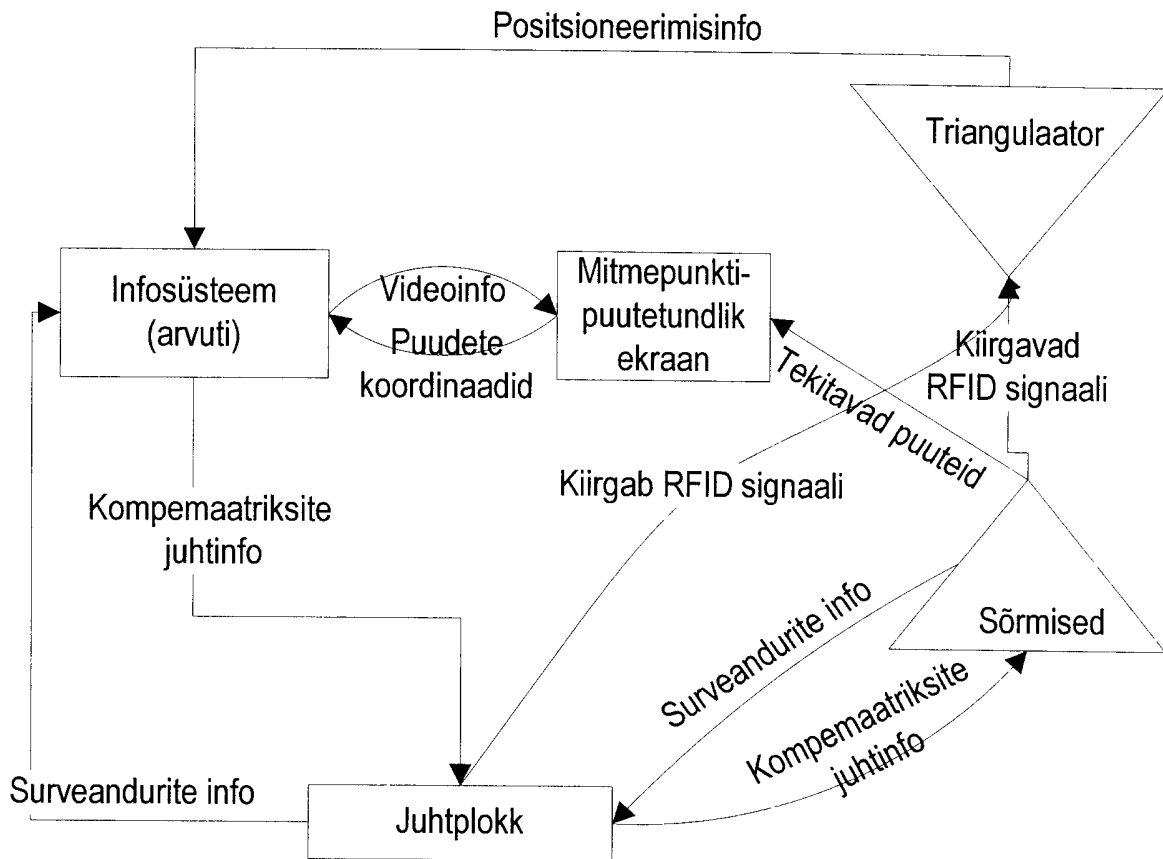


FIG 5

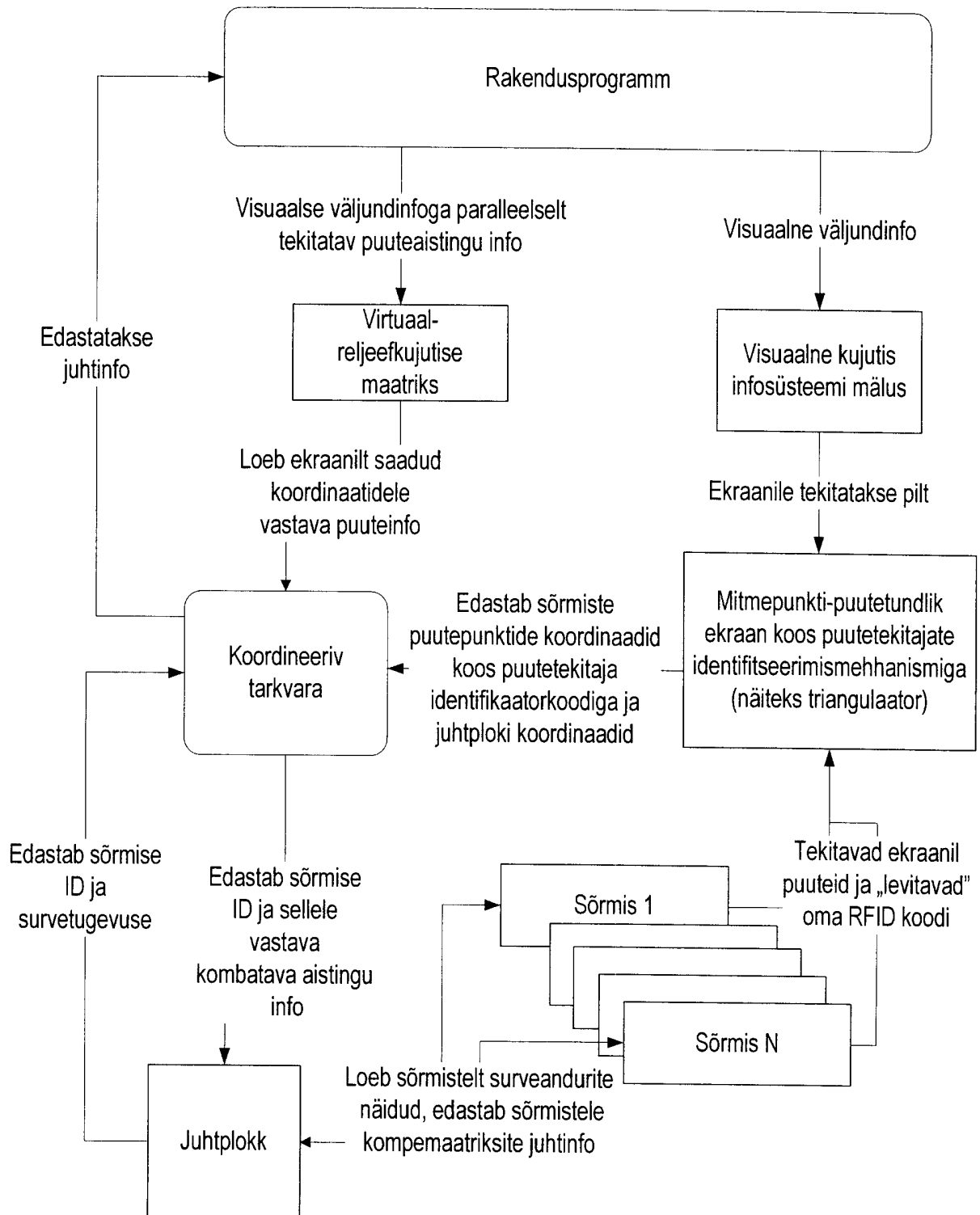


FIG 6

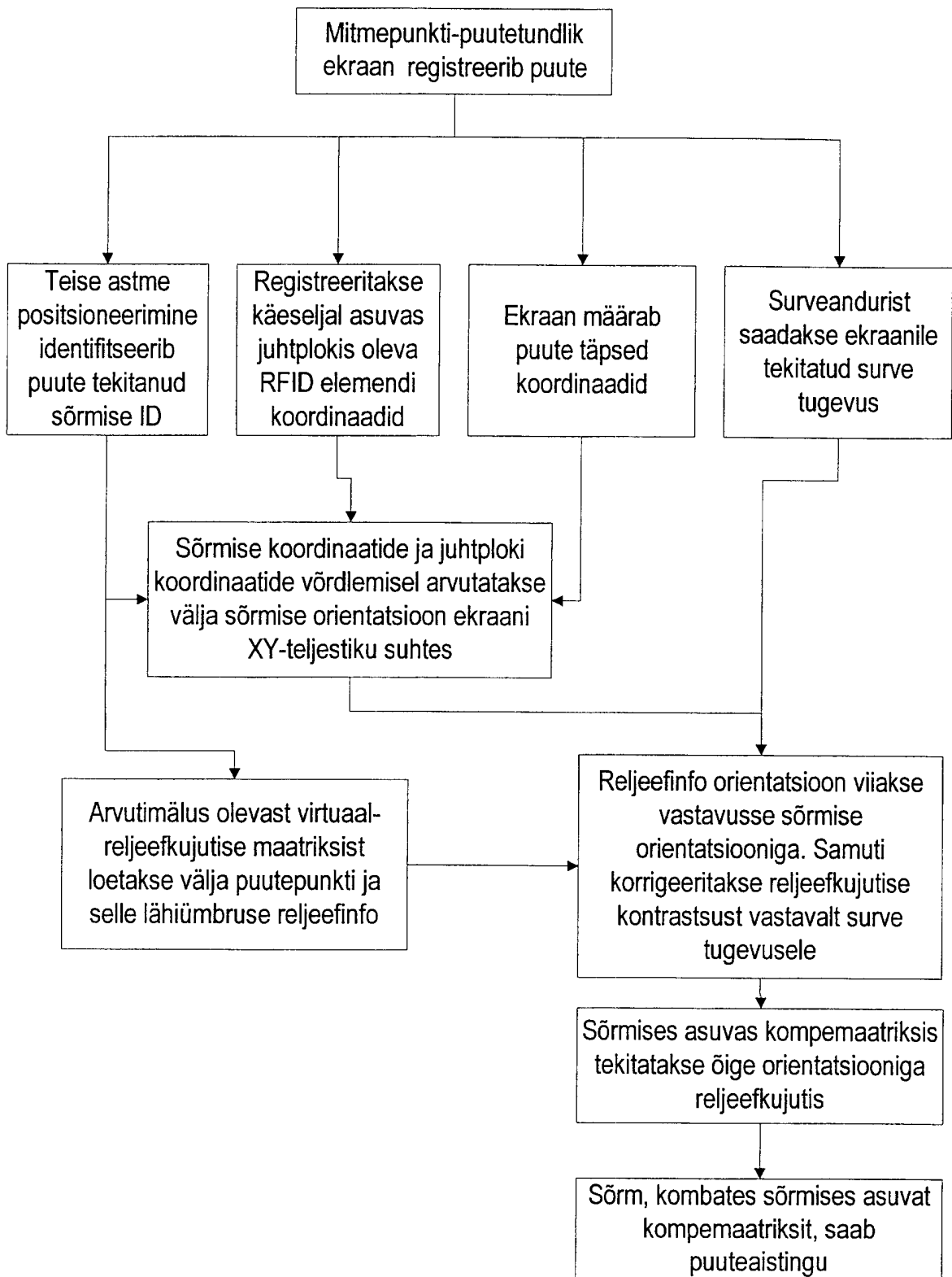


FIG 7