



(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT



(10) **FI 107379 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

31.07.2001

(51) Kv.Ik.7 - Int.kl.7

B66B 1/20

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

974613

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

23.12.1997

(24) Alkupäivä - Löpdag

23.12.1997

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

24.06.1999

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •Kone Corporation, Munkkiniemen puistotie 25, 00330 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Ylinen, Jari, Kutojankatu 36, 05800 Hyvinkää, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Tyni, Tapio, Hyvinkäänkatu 12-14 B 36, 05800 Hyvinkää, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kone Oyj/Patenttiosasto

PL 677

05801 Hyvinkää

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

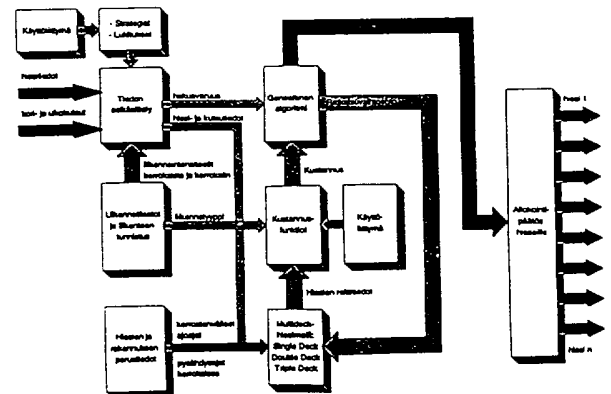
Geneettinen menetelmä hissiryhmän ulkokutsujen allokoimiseksi
Genetiskt förfarande för allokering av yttre anrop till en hissgrupp

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI A 951925 (B66B 1/18), EP A 709332 (B66B 1/18)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Geneettinen menetelmä multideck-hissiryhmään kuuluvien hissien ulkokutsulaitteilla annettujen kutsujen allokoimiseksi, jossa menetelmässä muodostetaan multideck-hissimalli, jossa määritellään multideck-hissiryhmän hissien ja jokaisen hissien eri korien rajoitteet ja käyttäytymissäännöt; muodostetaan useita allokointioptioita eli kromosomeja, joista kukin sisältää jokaiselle voimassa olevalle ulkokutsulle koritiedon ja hissien suuntatiedon, jotka tiedot eli geenit yhdessä määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan korin sekä hissien koontasuunnan; kullekin kromosomille määritetään hyvyysfunktion arvo; valitaan yksi tai useampi kromosomi, joita muutetaan ainakin yhden geenin osalta; määritetään uusien kromosomien hyvyysfunktioiden arvot; toistetaan kromosomimuutoksia, valintaa ja hyvyysfunktion määrityksiä kunnes lopetuskriteeri täyttyy ja valitaan hyvyysfunktioiden arvojen perusteella sopivin kromosomi ja kohdistetaan tämän ratkaisun mukaiset kutsut hissiryhmän hisseille ja koreille.



Genetiskt förfarande för allokering av de med anropsdon givna anropen till hissarna i en multideck-hissgrupp, i vilket förfarande en multideck-hissmodell bildas, där begränsningar och beteenderegler bestäms för hissarna i multideck-hissgruppen och de olika korgarna i varje hiss; flera allokeringsoptioner eller kromosomer bildas, av vilka envar innehåller data om korg och hissriktning för varje aktivt anrop, vilka data eller gener tillsammans bestämmer den korg som betjänar ett givet anrop samt hissens uppsamlingsriktning; värdet på en godhetsfunktion bestäms för varje kromosom; en eller flera kromosomer väljs och åtminstone en gen i dem ändras; värdet på godhetsfunktionen bestäms för de nya kromosomerna; kromosomändringarna, valen och bestämningen av godhetsfunktionerna upprepas tills avslutningskriteriet uppfylls, och den lämpligaste kromosomen väljs på grundval av godhetsfunktionernas värden och de anrop denna lösning ger allokeras till hissgruppens hissar och korgar.

GENEETTINEN MENETELMÄ HISSIRYHMÄN ULKOKUTSUJEN ALLOKOIMISEKSI

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osassa määritelty geneettinen menetelmä hissiryhmän ohjaamiseksi.

Kun matkustaja haluaa ajaa hissillä, hän tilaa hissinkin kerrokseen asennetusta ulkokutsunapista. Hissiryhmän ohjaus vastaanottaa ko. hissinkin tilauksen ja pyrkii päättämään, mikä hissiryhmään kuuluva hissi pystyy parhaiten palvelemaan kutsun. Tämä toiminta on kutsujen allokointia. Allokoinnin ongelmana on löytää kutsuille ne hissit, jotka minimoivat ennalta valitun kustannusfunktion.

Perinteisesti haettaessa kutsulle sopivaa hissiä päätely tehdään tapauskohtaisesti monimutkaisin ehtorakentein. Koska hissiryhmän tila-avaruus on monimutkainen, tulee ehtorakenteistakin monimutkaisia ja niihin jää helposti aukkoja. Tällöin syntyy tilanteita, joissa ohjaus ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Samoin on vaikeaa ottaa huomioon koko hissiryhmää kokonaisuutena.

Suomalaisesta patenttihakemuksesta 951925 tunnetaan menetelmä hissiryhmän ulkokutsujen allokointiseksi, jossa edellä kuvattuja ongelmia on poistettu. Tämä menetelmä perustuu siihen, että muodostetaan useita allokointioptioita eli kromosomeja, joista kukin sisältää jokaiselle voimassa olevalle ulkokutsulle kutsutiedon ja hissitiedon, jotka tiedot yhdessä määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan hissinkin. Tämän jälkeen lasketaan kullekin allokointioptiolle kustannusfunktion arvo ja muutetaan toistuvasti yhtä tai useampaa allokointioptiota sen sisältämien yhden tai useamman tiedon osalta ja lasketaan uusien, saatujen allo-

kointioptioiden kustannusfunktioiden arvot. Täten kustannusfunktioiden arvojen perusteella valitaan paras allokointioptio ja voimassa olevat hissikutsut allokoidaan sen mukaisesti hissiryhmän hisseille.

5

Esitetyllä ratkaisulla vähennetään olennaisesti laskentatarvetta verrattuna siihen, että laskettaisiin kaikki mahdolliset reittivaihtoehdot. Tällaiseen geneettiseen algoritmiin perustuvassa menetelmässä hissiryhmää käsitellään kokonaisuutena, jolloin optimoidaan kustannusfunktio koko hissiryhmän tasolla. Optimoinnissa ei tarvitse miettiä yksittäisiä tilanteita ja niistä selviytymistä. Kustannusfunktiota muokkamalla saadaan haluttu toiminta. Voidaan optimoida esimerkiksi matkustajien odotusaikaa, kutsuaikaa, starttien lukumäärää, matkustusaikaa, energian kulutusta, köysien kulumista, yksittäisen hissien ajoa, jos jonkin hissien käyttö on kallista, hissien tasaista käyttöä jne. tai näiden haluttua kombinaatiota.

10
15
20

Pyrittäessä yhä lisäämään hissiryhmien tehokkuutta ja kapasiteettia, on alettu kehittää hissejä, joissa samassa kuilussa kulkee kaksi tai jopa kolme koria päällekkäin. Tällöin puhutaan doubledeck- tai tripledeck-hisseistä.

25

Jos tunnetussa tekniikassa ulkokutsuille kohdistettaisiin esimerkiksi pelkkä doubledeck-hissi, tulisi hissien valintapäätöksen jälkeen tehdä toinen päätös siitä, kumpi hissien koreista palvelee ulkokutsun. Jälkimmäisen päätöksen tekeminen vaatii sääntöjä, joiden tulee ottaa huomioon hissiryhmä kokonaisuutena ja joiden on oltava aukottomia, jos ohjauksessa pyritään hakemaan optimiratkaisua halutun, muutettavissa olevan

30
35

kustannusfunktion suhteen. Tämän lisäksi valintasääntösten tulee soveltua käytettäväksi sellaisenaan mihin tahansa hissiryhmäkoonpanoon ja liikennetilantee-

seen.

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainitut epäkohdat. Erityisesti keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin uudenlainen menetelmä, joka mahdollistaa multideck-hissiryhmään kuuluvien hissien ulkokutsulaitteilla annettujen kutsujen allokoimisen. Multideck-hissiryhmällä tarkoitetaan tässä yhteydessä hissiryhmää, johon kuuluu ainakin yksi monikorinen hissi, mahdollisesti useita yksikorisia, kaksikorisia ja kolmekorisia hissejä samassa hissiryhmässä.

Keksinnölle tunnusomaisten seikkojen osalta viitataan vaatimusosaan.

15

Keksinnön mukainen geneettinen multideck-ryhmäohjausmenetelmä perustuu siihen oivallukseen, että vaikka samaan hissiin kuuluu useita koreja, voidaan korit aluksi ajatella erillisiksi, jolloin kullekin ulkokutsulle etsitään sitä palveleva kori. Tämän ansiosta vältytään tekemästä edellä mainittuja kahden tason päätöksiä. Koska samassa hississä olevat korit eivät kuitenkaan ole toisistaan riippumattomia, tulee niiden välinen vuorovaikutus huomioonotetuksi vietäessä koriratkaisuvaihtoehto multideck-hissimalliin, jossa korit liitetään hisseihin, joihin ne kuuluvat.

Keksinnön mukaisessa geneettisessä menetelmässä muodostetaan multideck-hissimalli, jossa määritellään multideck-hissiryhmän hissien ja jokaisen hissien eri korien rajoitteet ja käyttäytymissäännöt. Tämän jälkeen muodostetaan useita allokointioptioita eli kromosomeja, joista kukin sisältää jokaiselle voimassa olevalle ulkokutsulle koritiedon ja hissien suuntatiedon, jotka tiedot eli geenit yhdessä määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan kori sekä hissien koontasuunnan. Muodostetuille kromosomeille määritetään hyvyysfunktio-

on arvot ja kromosomeista valitaan yksi tai useampi, joita muutetaan ainakin yhden geenin osalta. Saatujen uusien kromosomien hyvyysfunktioiden arvot määritetään ja kromosomimuutoksia toistetaan samoin kuin kromosomien valintaa ja hyvyysfunktioiden määrityksiä, kunnes lopetuskriteeri täyttyy. Tämän jälkeen valitaan hyvyysfunktioiden arvojen perusteella sopivin kromosomi ja kohdistetaan tämän ratkaisun mukaiset kutsut hissi-ryhmän hisseille ja koreille.

10

Näin keksinnön mukaisessa multideck-ryhmäohjauksessa päätöksenteko perustuu geneettisellä algoritmilla tapahtuvaan reittioptimointiin. Reittioptimoinnissa jokainen ulkokutsu tulee palvelukseksi. Ongelmana reittioptimoinnissa on ratkaisuvaihtoehtojen eksponentiaalinen kasvu ulkokutsujen lukumäärän kasvaessa. Multideck-järjestelmä lisää edelleen ratkaisuvaihtoehtojen lukumäärää, jos hissejä käsitellään erillisinä koreina. Tämän vuoksi vaihtoehtojen lukumäärä ja laskentatarve kasvavat nopeasti liian suureksi jo pienissäkin multideck-hissiryhmissä. Geneettinen algoritmi vähentää olennaisesti laskentatarvetta, koska se pystyy löytämään ratkaisun käymättä järjestelmällisesti läpi kaikkia ratkaisuvaihtoehtoja. Tämän lisäksi se on luonnostaan rinnakkainen, joten laskenta voidaan hajuttaa usealle prosessorille.

Keksinnön mukainen geneettinen algoritmi operoi joukolla ratkaisuvaihtoehtoja, joiden kykyä ongelman ratkaisemiseksi kehitetään siihen saakka, kunnes optimoinnin lopetuskriteeri täyttyy. Jokaisen ratkaisuvaihtoehdon kyvykkyys tai hyvyys ohjauspäätökseksi riippuu arvosta, jonka se saa, kun se on käsitelty hissimallissa ja sille on laskettu kustannus halutulla kustannusfunktioilla. Lopetuskriteerinä voidaan pitää esimerkiksi saavutettua ennalta määrättyä hyvyysfunktion arvoa, sukupolvimäärää, käsittelyaikaa tai popu-

laation riittävää homogeenisuutta.

Keksinnön mukaisessa optimointimenetelmässä määritetään täten ensiksi hakuavaruus, jossa kuvataan ongelman laajuus ja asetetaan optimoinnin rajoitteet. Resurssit, rajoitteet ja vallitseva liikennetilanne muodostavat yhdessä hissimallin eli toimintaympäristön, jossa ryhmäohjaimen tulee selviytyä mahdollisimman hyvin sille annetun tehtävän mukaisesti. Toimintaympäristöön voi kuulua täten tietyllä ajanhetkellä esimerkiksi hissien lukumäärä korikokoineen ja täyttöasteineen, käyttöihin liittyvät tekijät kuten ajoajat kerrosten välillä, oviajat ja liikennevirrat eri kerroksista ja kerrokseen, päällä olevat ulko- ja korikutsut sekä ryhmäohjauksen aktiivisten erikoistoimintojen asettamat rajoitteet. Myös ennalta annettu tai haluttu ohjausstrategia tai ohjaustapa voi toimia yhtenä rajoittavana tekijänä geneettisen ryhmäohjaimen kannalta.

Edullisesti multideck-ohjauksissa toimintaperiaatteet kiinnitetään ohjaukseen ennalta esimerkiksi kehittämällä säännöt sille, mikä hissikori palvelee vastaan tulevan ulkokutsun tai kehittämällä ohjausstrategioita, kuten esimerkiksi doubledeck-ohjauksessa hissien alemmat korit palvelevat parittomia ja ylemmät korit parillisia kerroksia. Yhteinen tekijä näille ohjaustavoille on se, että päätetään, mitkä multideck-hissien hissikorit voivat palvella tietyn kerroksen ulkokutsun ja näin samalla vaikutetaan ohjaimen joustavuuteen ja sen antamien ohjauspäätösten optimaalisuuteen.

Hakuavaruuden muodostamisen jälkeen luodaan ensimmäinen ratkaisuvaihtoehtojen eli allokointioptioiden joukko, populaatio. Joukkoon voidaan ottaa mukaan myös sekä aikaisempia että muilla menetelmillä tuotettuja ratkaisuja. Koska ensimmäiset allokointioptiot eli

kromosomit voivat olla täysin mielivaltaisesti valittuja, ovat ne tavallisesti varsin eri tasoisia hyvyysarvoltaan. Ensimmäistä joukkoa kutsutaan myös ensimmäiseksi sukupolveksi. Ensimmäistä sukupolvea jalostetaan geneettisin operaatioin, joihin kuuluvat esimerkiksi erilaiset valinta-, risteytys- ja mutaatiotekniikat sekä elitismistrategiat. Näillä tekniikoilla luodaan uusia sukupolvia eli ratkaisuvaihtoehtojoukkoja. Uusille ratkaisuvaihtoehdoille lasketaan kullekin hyvyysfunktion arvot, jonka jälkeen tehdään uusi valinta- ja luomiskierros.

Koska valinta tapahtuu hyvyysfunktioiden arvojen perusteella, toiminnan tuloksena huonot ratkaisut karsiutuvat sukupolvien myötä pois. Samalla paremmissa ratkaisuisissa olevat piirteet leviävät ja lisääntyvät koko populaation tasolle synnyttäen näin yhä parempia ohjauspäätöksiä. Ratkaisuvaihtoehtojen jalostamista jatketaan, kunnes optimoinnin lopetuskriteeri täyttyy. Viimeisen luodun sukupolven parhaasta ratkaisuvaihtoehdosta eli kromosomista saadaan sitten geneettisen multideck-ryhmäohjaimen ohjauspäätös kyseiseen liikennetilanteeseen.

Ohjauspäätösvaihtoehdot mallinnetaan geneettisen algoritmin kromosomeiksi, ns. multideck-ohjauskromosomeiksi. Ohjauskromosomi ilmaisee, miten hissiryhmä kokonaisuudessaan palvelee rakennuksen liikennettä tietyllä ajanhetkellä erilaisten rajoitteiden ja resurssien puitteissa. Ohjauskromosomit koostuvat geneistä, joita on kahta tyyppiä: kori- ja suuntageenit. Yhdessä ne kertovat, mikä hissiryhmän kori palvelee kunkin ulkokutsun ja mistä suunnasta paikallaan seisovat, ilman suuntaa olevat hissit alkavat ensiksi palvelella niille tai niiden yksittäisille koreille kohdistettuja ulkokutsuja.

Korigeenin arvo ilmaisee, mikä multideck-hissiryhmän hissikori palvelee geeninä vastaavan ulkokutsun. Pää-
töksenteossa geenin vaihtoehtoiset arvot eli alleelit
ja arvoalue riippuvat siitä, mitkä hissiryhmän hissien
5 yksittäiset korit kykenevät erilaisten rajoitteiden
kuten kerroslukitusten vallitessa palvelemaan kyseisen
ulkokutsun. Korigeenien lukumäärä kromosomissa vaihte-
lee ajanhetkittäin riippuen annettujen, päällä olevien
ulkokutsujen lukumäärästä. Lukumäärään voi lisäksi
10 vaikuttaa lähitulevaisuuden todennäköiset, ennakoitut
ulkokutsut.

Kun hissillä ei ole koontasuuntaa, on tehtävä päätös
siitä, lähteekö hissi ensiksi ylös- vai alassuuntaan
15 palvellakseen sille kohdistettuja ulkokutsuja. Suunta-
pätös vaikuttaa ryhmäohjauksen palvelukykyyn ja pää-
töksenteon tulee riippua vähintäänkin nykyisestä lii-
kennetilanteesta. Hissin suuntageeni otetaan mukaan
kromosomiin, kun pitää päättää, mihin suuntaan vapaa
20 hissi lähtee sille kohdistettuja kutssuja palvelemaan.
Kun päätös tehdään samanaikaisesti yhdessä koripäätös-
ten kanssa, ohjaimella on suurempi vapaus ja siten
myös suurempi todennäköisyys tehdä parempia ohjauspää-
töksiä verrattuna siihen, että suuntapäätökset muodos-
25 tettaisiin etukäteen erilaisten sääntöjen avulla. Li-
säksi kokonaisuus tulee huomioiduksi automaattisesti.

Ohjauskromosomi eli yksi päätösvaihtoehto koostuu ko-
ri- ja suuntageeneistä. Liikennetilanteessa tulee mää-
30 rittää molempien geenien lukumäärä kromosomissa ja
geenien alleelit eli vaihtoehtoiset arvot. Tällöin
myös samalla saadaan niiden arvoalueet. Kromosomiin
liittyy tietoa, josta ohjauspätös tunnistetaan. Gee-
nin positio kromosomissa vastaa päällä olevaa tai lä-
35 hitulevaisuudessa ilmestyvää ulkokutsua tai hissikoh-
taista suuntageeniä. Riippuen geenityypistä sen sisäl-
tö vastaa, mikä multideck-hissin kori kyseisen ulko-

kutsun palvelee tai mistä suunnasta hissi aloittaa ulkokutsujen palvelun. Kromosomien geenien sisällöt, arvot, vaikuttavat siihen, kuinka hyvin kromosomi ratkaisee ohjausongelman.

5

Keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävä multi-deck-hissimalli voi sisältää singledeck-hissimallin, jossa määritellään yksikoristen hissien rajoitteet ja käyttäytymissäännöt, doubledeck-hissimallin, jossa 10 määritellään kaksikoristen hissien rajoitteet ja käyttäytymissäännöt sekä tripledeck-hissimallin, jossa määritellään kolmikoristen hissien rajoitteet ja käyttäytymissäännöt. Yleensä doubledeck- ja tripledeck-hissimalleissa edellytetään, että hissien eri korit 15 ovat kiinteässä yhteydessä toisiinsa eli liikkuvat aina samanaikaisesti samaan suuntaan kuilussa. Tämä ei kuitenkaan keksinnön mukaisessa geneettisessä menetelmässä ole välttämätöntä, vaan sitä voidaan käyttää myös multideck-hissimalleissa, joissa korit liikkuvat 20 erillisinä samassa kuilussa. Tällöin tietenkin korien väliset rajoitteet ovat huomattavasti erilaisia kuin silloin, kun korit liikkuvat yhdessä.

Keksinnön mukainen geneettinen menetelmä muodostaa 25 joustavan ratkaisun hissiryhmien ohjausjärjestelmäksi, koska

- ohjaukselle voidaan antaa vapaus käyttää hissiryhmän koreja parhaalla mahdollisella tavalla kulloissakin liikennetilanteessa, jolloin ohjain ei ole sidottu mihinkään ennalta määrättyyn ohjausstrategiaan, 30
- toisaalta keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan toteuttaa kaikki tunnetut doubledeck-ryhmäohjauksissa sovelletut periaatteet rajoittamalla ohjaimen korien käyttöä ulkokutsujen palvelussa halutun strategian mukaisesti, 35

- hissiryhmän käyttäytymiseen voidaan helposti vaikuttaa valitsemalla haluttu optimointikriteeri, kuten esimerkiksi odotusaika, energian kulutus tai niiden kombinaatio,
 - 5 - menetelmässä pystytään hyödyntämään hissiryhmien liikenne-ennusteiden tuottamaa liikenneinformaatiota,
 - eri ohjausperiaatteiden ja optimointikriteerien valintaa voidaan helposti tuoda käyttäjän ulottuville
 - 10 ja
 - menetelmällä voidaan ohjata hissiryhmiä, joissa on vapaavalintaiset määrät singledeck-, doubledeck- ja tripledeck-hissejä.
- 15 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti oheisten piirustusten avulla, joissa
- kuva 1 esittää kaaviota keksinnön mukaisesta geneettisestä multideck-ohjausjärjestelmästä,
 - 20 - kuva 2 esittää kromosomin geenirakenteen muodostumista tietynlaisessa liikennetilanteessa,
 - kuva 3 esittää populaatiota erilaisia ohjauskromosomeja kuvan 2 liikennetilanteeseen ja
 - kuva 4 esittää tietynlaisen doubledeck-hissiryhmän
 - 25 palvelukonfiguraatiota.

Kuvan 1 mukaisen geneettisen multideck-ohjauksen päälohkot ovat tiedon esikäsittelyjärjestelmä sekä varsinainen geneettinen päätöksentekokoneisto koostuen geneettisestä algoritmista, hissimallista ja yhdestä tai useammasta kustannusfunktioista. Nuolet komponenttien välillä kuvaavat tietovirtoja.

30

Keksinnön mukaisen geneettisen menetelmän tarkoituksena on etsiä paras, optimoitu ohjauspäätös hetkittäiseen liikennetilanteeseen. Optimointi suoritetaan mahdollisten ratkaisuvaihtoehtojen joukossa, jossa eri-

35

laiset rajoitteet otetaan huomioon. Ratkaisuvaihtoehtojen joukkoa kutsutaan myös hakuavaruudeksi. Hakuavaruus kertoo käytännössä sen, mitkä ohjauspäätöskombinaatiot ovat mahdollisia, eli geneettisessä multideck-ohjauksessa mm. sen, mitä hissejä matkustajien palvelemisessa voidaan käyttää kussakin ulkokutsukerroksessa. Esimerkiksi, jos ulkokutsuja on yksi ja sen voi palvella kolme doubledeck-hissiä eli kuusi koria, saadaan hakuavaruuden kooksi eli ohjauspäätöskombinaatioiden lukumääräksi kuusi eri vaihtoehtoa.

Hakuavaruuden kokoon vaikuttavat eri tyyppiset rajoitukset kuten lukitukset, joilla vaikutetaan hissien kykyyn palvella rakennuksessa olevia kerroksia eri vuorokauden aikoina. Tällöin kyseiset hissit pienentävät hakuavaruuden kokoa eli ratkaisuvaihtoehtojen lukumäärää. Hakuavaruuden kokoa rajoittavat myös eri tyyppiset multideck-ohjausstrategiat, joilla asiakas voi määrittellä, kuinka hän haluaa ajeluttaa multideck-hissejä. Osa multideck-hisseistä voi esimerkiksi toimia shuttle-hisseinä ja osa eräänlaisina alaryhminä palvellen rakennuksen eri osia tai vyöhykkeitä.

Hakuavaruutta käytetään siis ilmoittamaan päätöksentekokoneistolle hissien palvelukyky. Optimointi hakuavaruudessa suoritetaan geneettisen algoritmin keinoin kehittämällä joukkoa ohjauspäätöksiä kohti optimiratkaisua. Jokainen geneettiseltä algoritmiltä saatu ratkaisuvaihtoehto viedään hissimallille, joka voi sisältää singledeck-, doubledeck- tai tripledeck-hissimalleja käytettävissä olevan hissiryhmän mukaan. Hissimallilta ratkaisuvaihtoehtojen hyvyys palautuu kustannusarvona kustannusfunktioiden kautta takaisin geneettiselle algoritmille. Kustannusarvoa eli hyvyysarvoa käytetään optimoinnissa asettamaan ratkaisuvaihtoehdot paremmuusjärjestykseen valittaessa seuraavan sukupolven muodostamisessa käytettäviä ratkaisuvaihtoehtoja.

Hissimallissa mallinnetaan mm. hissiryhmän ja ryhmässä olevien hissien yleiset käyttäytymissäännöt, kuten esim. kuinka matkustajat yleisesti odottavat hissini
5 käyttäytyvän ulko- ja korikutsujen palvelussa. Yksi esimerkki tästä on se, että hissini täytyy palvella kaikki korikutsunsa ennen kuin se pystyy kääntämään suuntansa toiseksi. Yleisten käyttäytymissääntöjen lisäksi
10 hissimallissa mallinnetaan myös multideck-korien väliset vuorovaikutukset, jotka juontuvat ohjaustoi-
menpiteistä, kuten pysähdyksistä, korien ovien avai-
luista, liikkeelle lähdöistä yms.

Hissimallissa saadaan kustannusfunktioiden tarvitsemat
15 tiedot, joiden perusteella ratkaisuvaihtoehdon lopul-
linen hyvyys määritetään sopivasti painottamalla eri kustannustekijöitä. Tavallisimmin käytettyjä kustan-
nustekijöitä eli optimointikriteereitä ovat esimerkiki-
si kutsu- ja odotusajat, joita pyritään minimoimaan.
20 Käyttäjä voi halutessaan muuttaa optimointikriteeriä
käyttöliittymän kautta. Kun tietyt kriteerit täyttävä
allokointipäätös on saatu aikaan, ohjataan hissiryhmän
hissejä tämän päätöksen mukaisesti.

25 Kuva 2 esittää kromosomin periaatteellista muodosta-
mista vallitsevaan liikennetilanteeseen. Tulevaisuuden
todennäköisiä päälle tulevia ulkokutsuja ei tässä ta-
pauksessa huomioida. Alkutilanteena rakennuksessa on
kaksi ulkokutsua ylöspäin ja kolme ulkokutsua alas-
30 päin. Kaikki hissit seisovat paikoillaan ilman suun-
taa.

Ensimmäisenä tehtävänä on määrittää kromosomin rakenne
ja hakuavaruus. Koska korigeenien lukumäärä on sama
35 kuin ulkokutsujen lukumäärä, korigeenejä kromosomiin
tulee viisi. Jokainen hissi on vailla suuntatietoa,
joten suuntageenejä kromosomiin tulee kolme kappalet-

- ta. On huomattava, että koska geenin tarkoitus tunnistetaan sen positiosta, niiden järjestys voi olla vaapaavalintainen. Kuvassa geenien loogiseksi järjestykseksi on annettu ylhäältä lukien kerroskohtaiset ulkokutsut ylöspäin, ulkokutsut alaspäin, joita seuraa 5 hissikohtaiset suuntageenit. Kuvassa geenien viereen on merkitty niiden alleelit eli vaihtoehtoiset arvot, jotka geenin on mahdollista tässä tapauksessa saada.
- 10 Jos korigeenien tapauksessa jokainen yksittäinen kori voi palvella geenin ilmaiseman ulkokutsun, alleelien lukumääräksi tulee korien yhteislukumäärä. Kuvan ryhmässä korigeeneilla on siten kuusi vaihtoehtoista arvoa eli palvelemaan kykenevää koria. Palvelurajoitteet, kuten esimerkiksi lukitukset huomioidaan siten, 15 että jos jokin kori ei voi jostain syystä palvella ulkokutsua, sitä ei oteta vaihtoehtoihin mukaan. Suuntageenien tapauksessa alleelien lukumäärä on kaksi, ylös ja alas, lukuunottamatta hissien pääterroksia, jotka 20 voivat olla joko fyysisiä tai loogisia pääterroksia riippuen hissiryhmän palvelu- ja lukituskonfiguraatiosta.
- Kuvassa 3 havainnollistetaan kuvan 2 esimerkin kromosomirakennetta muutamalla ohjauskromosomirealisaatiolla, jossa yksi kromosomi vastaa yhtä ohjauspäätösvaihtoehtoa. Geenien järjestys kromosomeissa on sama kuin kuvassa 2 alkaen ylöspäin olevista ulkokutsuista. Kromosomeissa olevien korigeenien sisältä voidaan lukea, 30 mikä koreista tulee palvelemaan geenin positiota vastaavan ulkokutsun ja suuntageeneistä saadaan luetuksi jokaisen hissien suunta, johon hissit alkavat ensiksi ulkokutsuja palvella.
- 35 Esimerkkinä katsotaan tarkemmin ensimmäisen kromosomin tietoja. Kromosomin mukaan ensimmäinen hissi palvelee ylemmällä korillaan eli korilla 2 molemmat ylöspäin

olevat ulkokutsut. Hissin suuntageeni on lisäksi ylöspäin. Toiselle hissille on annettu palveltavaksi kaksi ylintä alassuuntaan olevaa ulkokutsua, jotka se palvelee alemmalla korillaan eli korilla 3, myös suunta on
5 alaspäin. Ryhmän kolmas hissi palvelee alemmalla korillaan eli korilla 5 alimman alassuuntaan olevan ulkokutsun. Tälle ohjaustoimenpiteelle lasketaan doubledeck-hissimallin ja kustannusfunktion avulla kustannus, joka kuvaa sen hyvyttä. Vaikka esimerkkinä oleva
10 ohjauspäätösvaihtoehto vaikuttaa peukalotuntumalta hyvältä, saattaa kromosomijoukon evoluution seurauksena löytyä vielä parempi ratkaisu. Muistetaan, että evoluution jälkeen parhaasta ohjauskromosomista saadaan lopuksi hissiryhmälle ohjauspäätös.

15

Geneettinen multideck-ryhmäohjaus poikkeaa perinteisestä doubledeck-ryhmäohjauksista mm. siinä, että sen ajatuksena on nimenomaan sopeutumiskyky ja pyrkimys optimaalisuuteen kulloisissakin olosuhteissa hyödyntämällä käytettävissä olevia resursseja. Rajoitteiden
20 asettaminen voidaan tuoda ennalta ohjelmoidun käyttöliittymän kautta myös käyttäjän ulottuville.

Kuvassa 4 havainnollistetaan ohjaimen joustavuutta
25 hissiryhmän palvelukonfiguroinnin osalta, jossa asiakas tai rakennuksen liikenteen sujuvuudesta vastuussa oleva henkilö voi kehittää vapaasti erilaisia tapoja ja strategioita matkustajien palvelemiseksi esimerkiksi graafisen käyttöliittymän kautta. Ryhmäohjaimen
30 tehtäväksi siten jää parhaan ohjauspäätöksen etsintä hetkittäiseen liikennetilanteeseen näiden olosuhteiden puitteissa. Periaate mahdollistaa myös sen, että rakennuksen käytön muuttuessa ryhmäohjain kykenee vastaamaan siihen välittömästi uuden palvelukonfiguraation mukaisesti.
35

Kuva 4 esittää hissiryhmää, johon kuuluu neljä double-

deck-hissiä. Vasemmalta lukien ensimmäinen doubledeck-hissi voi palvella jokaisella korillaan kaikki kerrokset lukuunottamatta päätykerroksia. Toinen hissi voi palvella alemmalla korillaan parittomia ja ylemmällä korillaan parillisia kerroksia. Kolmas hissi palvelee rakennuksen alaosaa molemmilla koreillaan poikkeuksena sen palvelema alin ja ylin kerros. Hissiryhmän neljän doubledeck-hissin palvelukonfiguraatio on esimerkiksi shuttle-toteutuksesta eli hissi palvelee rakennuksen keski- ja ylimpään osaan matkustavia ja sieltä tulevia henkilöitä. Kaikki hissit toimivat saman ryhmäohjaimen alaisuudessa.

Edellä keksintöä on selostettu esimerkinomaisesti sen eri sovellusten ollessa mahdollisia patenttivaatimusten rajaaman keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Geneettinen menetelmä multideck-hissiryhmään kuuluvien hissien ulkokutsulaitteilla annettujen kutsujen allokoinniseksi, t u n n e t t u siitä, että
- 5
- muodostetaan multideck-hissimalli, jossa määritellään multideck-hissiryhmän hissien ja jokaisen hissin eri korien rajoitteet ja käyttäytymissäännöt,
 - 10 - muodostetaan useita allokointioptioita eli kromosomeja, joista kukin sisältää jokaiselle voimassa olevalle ulkokutsulle koritiedon ja hissien suunta-tiedon, jotka tiedot eli geenit yhdessä määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan korin sekä hissien
 - 15 koontasuunnan,
 - kullekin kromosomille määritetään hyvyysfunktion arvo,
 - valitaan yksi tai useampi kromosomi, joita muutetaan ainakin yhden geenin osalta,
 - 20 - määritetään uusien kromosomien hyvyysfunktioiden arvot,
 - toistetaan kromosomimuutoksia, valintaa ja hyvyysfunktion määrittämiä kunnes lopetuskriteeri täyttyy ja
 - 25 - valitaan hyvyysfunktioiden arvojen perusteella sopivin kromosomi ja kohdistetaan tämän ratkaisun mukaiset kutsut hissiryhmän hisseille ja koreille.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
- 30 n e t t u siitä, että multideck-hissimallissa samaan hissiin kuuluvat korit liitetään yhteen.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
- 35 n e t t u siitä, että multideck-hissimalliin muodostetaan singledeck-hissimalli hissiryhmään kuuluvien yksikoristen hissien rajoitteiden ja käyttäytymissääntö-

jen määrittelymiseksi.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että multideck-hissimalliin muodostetaan doubledeck-hissimalli hissiryhmään kuuluvien kaksikoristen hissien rajoitteiden ja käyttäytymissääntöjen määrittelymiseksi.
- 5
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että multideck-hissimalliin muodostetaan tripledeck-hissimalli hissiryhmään kuuluvien kolmekoristen hissien rajoitteiden ja käyttäytymissääntöjen määrittelymiseksi.
- 10
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muutettavaksi otettavat kromosomit valitaan niiden hyvyysfunktioiden arvojen perusteella.
- 15
7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kromosomeja muutetaan geneettisen algoritmin keinoin valinnalla, risteyttämällä ja/tai mutaatiolla.
- 20
8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lopetuskriteeri täyttyy, kun saavutetaan ennalta määrätty hyvyysfunktion arvo, sukupolvimäärä, käsittelyaika tai populaation riittävä homogeenisuus.
- 25
9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hissimallissa määritellään hissin ja siihen kuuluvien korien käyttäytymissäännöt.
- 30
10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että rajoitteina ovat käytettävissä olevien hissien ja korien lukumäärä korikokoineen ja
- 35

täyttöasteineen korin ulko- ja korikutsujen lukitukset sekä erilaisista hissiryhmän ohjaustavoista ja strategioista koreille aiheutuvat kori- ja ulkokutsujen palvelurajoitteet.

5

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n - n e t t u siitä, että kromosomin korigeenien lukumäärä vaihtelee ajanhetkittäin päälläolevien ulkokutsujen lukumäärän mukaan.

10

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n - n e t t u siitä, että hissien suuntageeni lisätään kromosomiin, kun hissillä ei ole kiinnitettyä koontasuuntaa.

15

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n - n e t t u siitä, että kromosomin korigeenien lukumäärään vaikutetaan ennakoimalla todennäköisesti lähitulevaisuudessa tulevia ulkokutsuja.

5 PATENTKRAV

1. Genetiskt förfarande för allokering av de med anropsdon givna anropen till hissarna i en multideck-hissgrupp, k ä n n e t e c k n a t a v, att

10

- en multideck-hissmodell bildas, där begränsningar och beteenderegler bestäms för hissarna i multideck-hissgruppen och de olika korgarna i varje hiss,
- flera allokeringsoptioner eller kromosomer bildas, av vilka envar innehåller data om korg och hissriktning för varje aktivt anrop, vilka data eller gener tillsammans bestämmer den korg som betjänar ett givet anrop samt hissens uppsamlingsriktning,
- värdet på en godhetsfunktion bestäms för varje kromosom,
- en eller flera kromosomer väljs och åtminstone en gen i dem ändras,
- värdet på godhetsfunktionen bestäms för de nya kromosomerna,
- 25 - kromosomändringarna, valen och bestämningen av godhetsfunktionerna upprepas tills avslutningskriteriet uppfylls och
- den lämpligaste kromosomen väljs på grundval av godhetsfunktionernas värden och de anrop denna lösning ger allokeras till hissgruppens hissar och korgar.

30

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t a v, att i multideck-hissmodellen korgar hörande till samma hiss kopplas ihop.

35

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t a v, att en hiss av singledeck-typ bildas i multideck-hissmodellen för att möjliggöra bestämning av de i hissgruppen ingående enkorgiga hissarnas begränsningar och beteenderegler.

40

5

4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att en hiss av doubledeck-typ bildas i
multideck-hissmodellen för att möjliggöra bestämning av de
i hissgruppen ingående tvåkorgiga hissarnas begränsningar
10 och beteenderegler.

5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att en hiss av tripledeck-typ bildas i
multideck-hissmodellen för att möjliggöra bestämning av de
15 i hissgruppen ingående trekorgiga hissarnas begränsningar
och beteenderegler.

6. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att de kromosomer som skall ändras utväljs på
20 grundval av värdena hos deras godhetsfunktioner.

7. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att kromosomerna ändras med hjälp av en
genetisk algoritm genom urval, korsning och/eller en
25 mutation.

8. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att avslutningskriteriet uppfylls när ett
förutbestämt värde på godhetsfunktionen, antalet genera-
30 tioner eller bearbetningstiden uppnås eller populationen är
tillräckligt homogen.

9. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att beteendereglerna för hissen med till-
35 hörande korgar bestäms i hissmodellen.

10. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att begränsningarna utgörs av de tillgängliga
hissarnas och korgarnas antal inklusive korgstorlekar och
40 fyllnadsgrader, låsningar av anrop och destinationsimpulser

5 samt servicebegränsningar av destinations-impulser och
anrop som förorsakas korgarna på grund av hissgruppens
olika styrsätt och strategier.

11. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
10 n a t a v, att antalet korggener i kromosomen varierar
med tiden beroende på antalet aktiva anrop.

12. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att en gen som anger hissens riktning läggs
15 till kromosomen när hissen inte har en fastlagd
uppsamlingsriktning.

13. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t a v, att antalet korggener i kromosomen påverkas av
20 en prognos av det sannolika antalet anrop inom den närmaste
tiden.

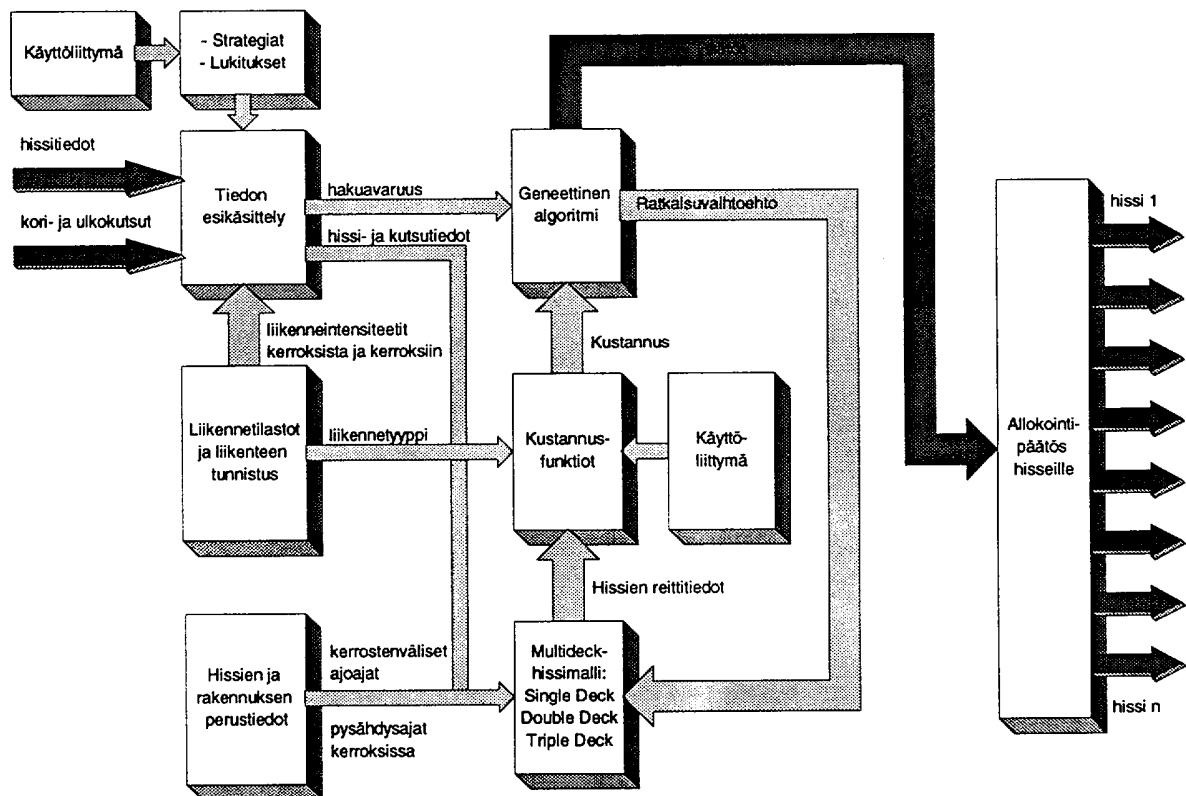


Fig. 1

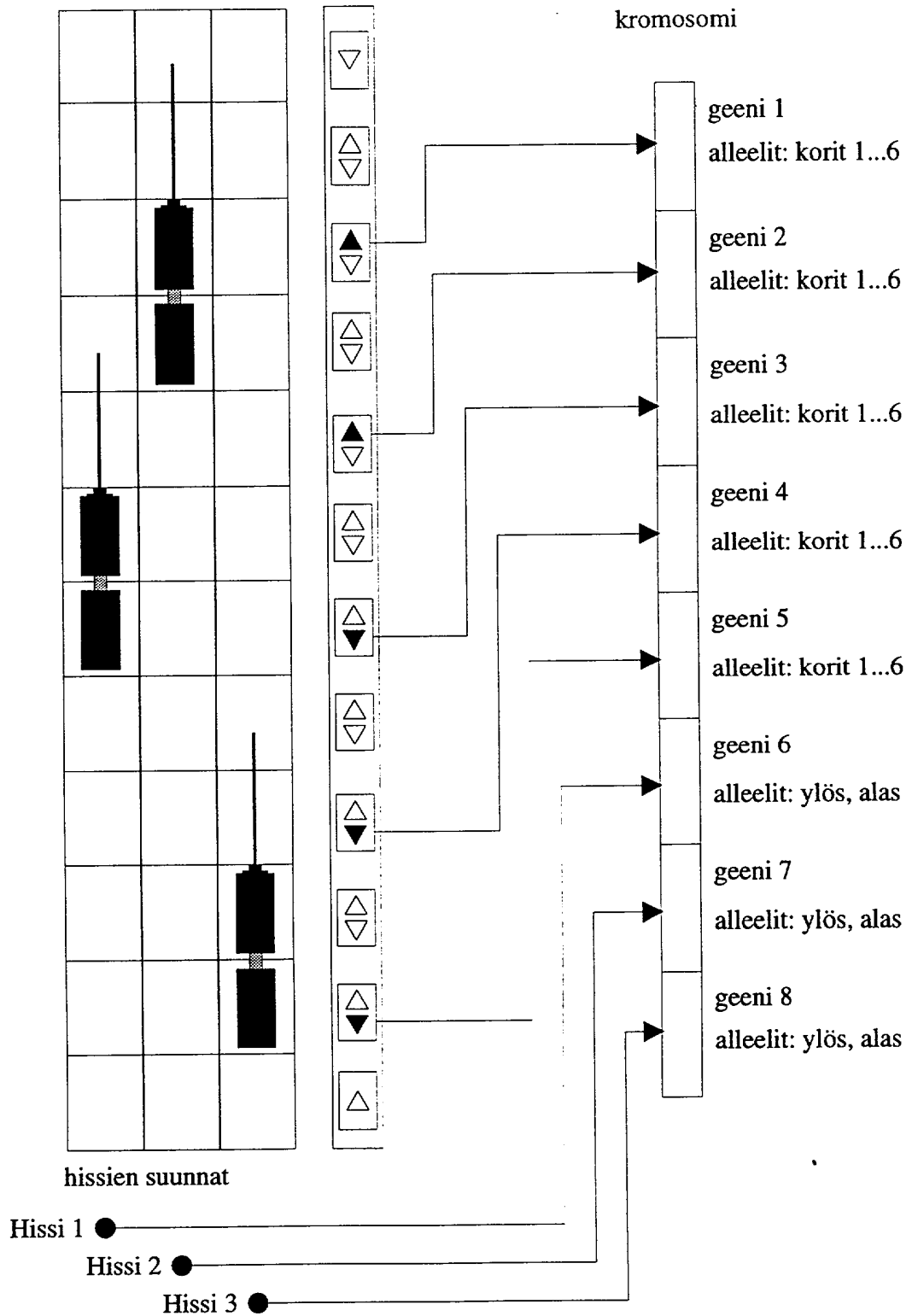


Fig. 2

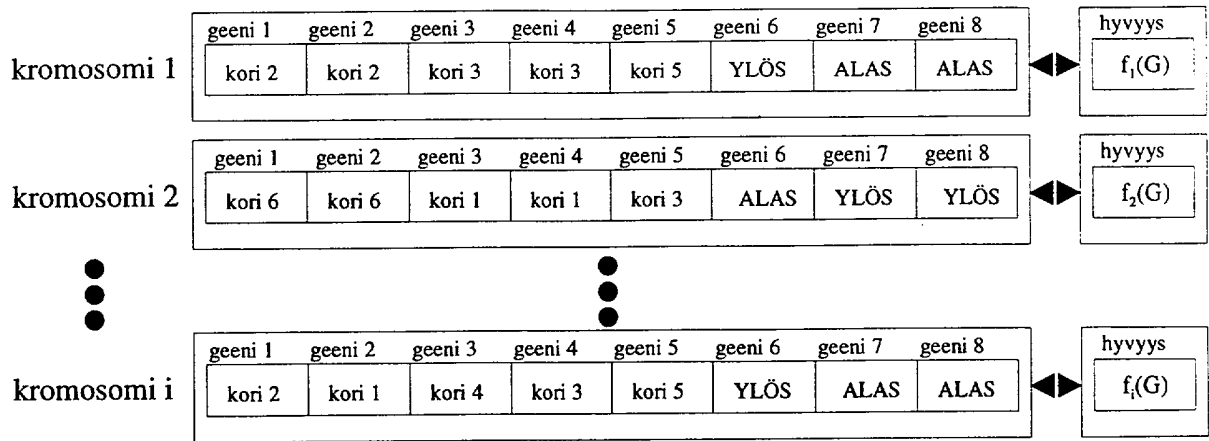


Fig. 3

YLÄ-KORI	YLÄ-KORI	LUKITTU	YLÄ-KORI
YLÄ-KORI ALA-KORI	ALA-KORI	LUKITTU	ALA-KORI
YLÄ-KORI ALA-KORI	YLÄ-KORI	LUKITTU	LUKITTU
YLÄ-KORI ALA-KORI	ALA-KORI	LUKITTU	LUKITTU
YLÄ-KORI ALA-KORI	YLÄ-KORI	LUKITTU	LUKITTU
YLÄ-KORI ALA-KORI	ALA-KORI	LUKITTU	YLÄ-KORI
YLÄ-KORI ALA-KORI	YLÄ-KORI	YLÄ-KORI	YLÄ-KORI ALA-KORI
YLÄ-KORI ALA-KORI	ALA-KORI	YLÄ-KORI ALA-KORI	ALA-KORI
YLÄ-KORI ALA-KORI	YLÄ-KORI	YLÄ-KORI ALA-KORI	LUKITTU
YLÄ-KORI ALA-KORI	ALA-KORI	YLÄ-KORI ALA-KORI	LUKITTU
YLÄ-KORI ALA-KORI	YLÄ-KORI	YLÄ-KORI ALA-KORI	YLÄ-KORI
ALA-KORI	ALA-KORI	ALA-KORI	ALA-KORI

Fig. 4