(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

FI000112020B

(10) **FI 112020 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **15.10.2003**

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

H04Q 3/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **955404**

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag **09.11.1995**

(24) Alkupäivä - Löpdag **09.05.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **09.11.1995**

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan **PCT/EP94/01475**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

10.05.1993 US 059947 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •**Koninklijke PTT Nederland N.V.,** Stationsweg 10, 9726 AC Groningen, ALANKOMAAT, (NL)
2 •**Bell Communications Research,Inc.,** 445 South Street, Morristown, NJ 07960-6438, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •**Griffeth,Nancy Davis,** 264 West Dusty Avenue, Westfield, NJ 07090, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 •**Velthuljsen,Hugo,** Pieterstraat 26, 2513 BX Haag, ALANKOMAAT, (NL)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab
Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ristiriitojen ratkaisemiseksi yksiköiden välillä hajautetussa järjestelmässä
Förfarande för lösning av konflikter mellan enheter i ett fördelat system

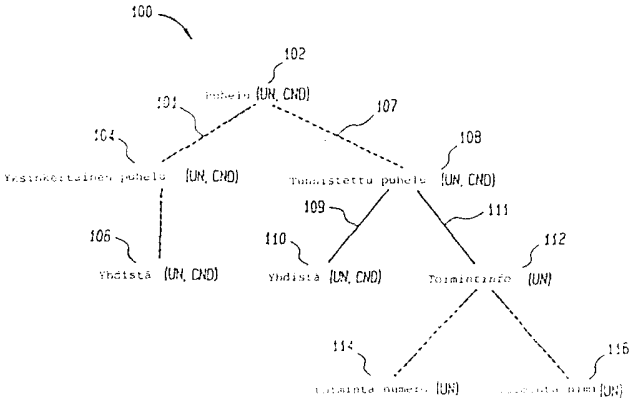
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

Proceedings of 11th International Conference on Expert Systems and Their Applications: Laasri et al. "An Analysis of Negotiation and Its Role for Coordinating Cooperative Distributed Problem Solvers"

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Tietoliikenneyhteys yksiköiden kuten asiakaslaitteistojen (20, 22, 28) kesken tietoliikenneverkossa (10) muodostetaan käyttäen toimielimiä, jotka edustavat kutakin yksikköä (20, 22, 28). Vastaavia yksiköitä tietoliikenneverkossa (10) edustavat toimielimet selvittelevät liikenneyhteysjakson tyyppiä, johon vastaavat yksiköt haluavat osallistua. Selvittelyprosessi käsittää toimielimien suorittaman ehdotusten vaihdon. Ehdotus käsittää yhden tai useamman suunnitellun toimenpiteen, jotka voidaan suorittaa verkossa (10). Yksi toimielin kehittää ehdotuksen, jonka se voi hyväksyä ja lähettää ehdotuksen toiselle toimielimelle. Vastaanottava toimielin määrittää, voiko se hyväksyä vastaanotetun ehdotuksen ja jos ei, kehittää vastaehdotuksen. Prosessi jatkuu kunnes löydetään ehdotus, jonka molemmat toimielimet voivat hyväksyä tai määritetään, että mitään ehdotusta ei ole tietyn tyyppisen liikenneyhteysjakson toteuttamiseksi, joka olisi molemman toimielimen hyväksyttävissä. Toimielin määrittää, onko ehdotus hyväksyttävä käyttämällä tavoitehierarkiaa. Tavoitehierarkia osoittaa, ovatko tietyt toimenpiteet tavoitteen toteuttamiseksi hyväksyttäviä vai ei. Tavoitehierarkian käyttö sallii toimielimen päätellä toisen toimielimen tavoitteista, ja löytää vaihtoehtoisia toimenpiteitä, jotka saavuttavat tämän tavoitteen. Selvittelyprosessi sallii toimielimien päästä sopimukseen ilman tavoitteiden muuntelua ja ilman, että vaaditaan rajoitetun informaation esittämistä toisille toimielimille. Keksinnöllistä selvittelymenetelmää voidaan käyttää myös muissa hajautetuissa järjestelmissä.

En datakommunikationsförbindelse mellan enheter såsom kundutrustningar (20, 22, 28) i ett telekommunikationsnät (10) bildas med användning av operativorgan som representerar respektive enhet (20, 22, 28). Respektive enheter i telekommunikationsnätet (10) representerande operativorgan förhandlar om den typ av kommunikationssessioner, i vilka respektive enhet önskar delta. Förhandlingsprocessen omfattar utbyte av förslag mellan operativorganen. Ett förslag omfattar en eller flera planerade åtgärder som är möjliga i nätet (10). Ett operativorgan genererar ett för sig acceptabelt förslag och sänder förslaget till ett annat operativorgan. Det mottagande operativorganet avgör huruvida det mottagna förslaget är acceptabelt, och om icke, genererar det ett motförslag. Processen fortsätter tills ett för vardera operativorganen acceptabelt förslag hittats eller det konstaterats att något förslag ej finns för att förverkliga den speciella typ av kommunikationssession som är acceptabel för vardera operativorganen. Operativorganet avgör huruvida ett förslag är acceptabelt med användning av en målhierarki. Målhierarkin indikerar huruvida specifika åtgärder för uppnående av ett mål är acceptabla eller ej. Användandet av målhierarki tillåter ett operativorgan att sluta sig till vilka mål ett annat operativorgan har och finna alternativa åtgärder för att uppnå detta mål. Förhandlingsprocessen möjliggör för operativorganen att nå överenskommelse utan att modifiera sina mål och utan att behöva avslöja förbjuden information för andra operativorgan. Det uppfunna förhandlingsförfarandet kan även användas vid andra diversifierade system.



Menetelmä ristiriitojen ratkaisemiseksi yksiköiden välillä hajautetussa järjestelmässä

Keksinnön ala

Esillä oleva keksintö kohdistuu menetelmään akvititeetin luomiseksi kahden tai useamman yksikön välillä hajautetussa järjestelmässä, toimielimen edustaessa kutakin yksikköä, menetelmän käsittäessä patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiset vaiheet. Hajautettu järjestelmä käsittää kokoelman autonomisesti itsenäisiä tai yhteisesti muodostettuja järjestelmiä tai tietokoneohjelmia, jotka voivat olla toistensa kanssa vuorovaikutuksessa. Esimerkkejä kyseisistä hajautetuista järjestelmistä ovat tietoliikenneverkot, hajautetut tietokantajärjestelmät ja hajautetut järjestelmät tietokoneperustaista yhteistyötä varten. Esillä olevassa keksinnössä käytetään selvitysmekanismia ristiriitojen ratkaisemiseksi yksikköjen välillä. Esillä olevan keksinnön mukaisesti kukin yksikköä hajautetussa järjestelmässä, kuten tietoliikenneverkossa (esimerkiksi tilaajaa, resurssin tuottajaa, informaation tuottaajaa), tai hajautetussa tietokannassa, edustaa selvittelyssä tietokoneprosessi, joka tunnetaan toimielimenä. Toimielimen tehtävinä on kehittää ehdotuksia tiettyjen aktiviteettien suorittamiseksi hajautetussa järjestelmässä toisille toimielimille lähettämistä varten, määrittää ovatko toisilta toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä, ja kehittää tarvittaessa vastaehdotuksia. Kukin toimielin käyttää tavoitehierarkiaa ehdotusten ja vastaehdotusten kehittämiseksi sen määrittämiseksi, ovatko muilta toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä.

Keksinnön tausta

Ristiriitoja tietoliikenneverkossa

On olemassa ainakin kolme tapaa, joilla ristiriitoja voi syntyä hajautetussa järjestelmässä, kuten tieto-

liikenneverkossa. Eräs tapa on se, että tietoliikenneverkossa olevat käyttäjät saattavat olla erimielisiä niiden välille muodostettavan liikenneyhteysjakson erityisestä muodosta. Esimerkiksi osapuolella A voi olla luetteloimaton numero, kun taas osapuoli B saattaa haluta nähdä kutsuvan osapuolen numeron ennen kutsun hyväksymistä. Kun osapuoli A kutsuu osapuolta B syntyy ristiriita. Tämän tyyppistä ristiriitaa kutsutaan yhteysjakson ristiriidaksi (sessionconflict), koska se koskee erimielisyyttä siitä, kuinka tietoliikenteen yhteysjakso tulisi muodostaa. Toisena yhteysjakson ristiriidan esimerkkinä on tilanne, jossa liikenneyhteysjakson osapuoli A haluaa mukaan kolmannen osapuolen C, mutta liikenneyhteysjakson osapuoli B ei halua kolmatta osapuolta mukaan. Yleisesti yhteysjakson ristiriita koskee erimielisyyttä siitä, tuleeko liikenneyhteys muodostaa tai mikä on liikenneyhteyden luonne.

Toisen tyyppinen ristiriita syntyy verkon ulkopuolisten resurssien käytöstä. Esimerkiksi jos tietoliikenteen käyttäjä A on kotona ja käyttäjä B on vierailulla A:n kotona, B:n kodista A:n kotiin ohjatut puhelut voivat joutua ristiriitaan resurssien käytöstä A:lle tulevien puheluiden kanssa. Tämän tyyppistä ristiriitaa kutsutaan asemaristiriidaksi, koska se koskee käyttäjän asemalla olevaa laitteistoa.

Kolmannen tyyppinen ristiriita koskee niukkojen verkkoresurssien käyttöä. Esimerkiksi neuvottelupuhelu vaatii erityisen laitteiston, jota kutsutaan sillaksi, joka yhdistää monista lähteistä tulevat signaalit yhdeksi ainoaksi signaaliksi. Jos samanaikaisesti yritetään liian montaa neuvottelupuhelua, verkko ei pysty tuottamaan niille riittävästi siltoja. Tämän tyyppistä ristiriitaa kutsutaan resurssiristiriidaksi. Jotkut yhteysjakson ristiriidat ja asemaristiriidat esiintyvät sen tuloksena, jota kutsutaan ominaisuuksien vuorovaikutukseksi. Ominaisuuksien vuorovaikutus syntyy siitä, kun yksi tietoliikenne-

verkon ominaisuus häiritsee toisen ominaisuuden odotettua toimintaa.

Selvittely yhdessä toimivien järjestelmien välillä

Edellä selostetut ristiriidat, jotka syntyvät tietoliikenneverkossa, ovat esimerkkejä ristiriitojen tyypistä, joita hajautetut järjestelmät kokevat suoritettavien aktiviteettien suhteen. Kyseisiä ristiriitoja syntyy, kun yksityiset yksiköt hajautetuissa järjestelmissä tekevät yhteensopimattamia päätöksiä, koska ne perustavat päätöksensä eri informaatiolle tai koska ne yrittävät saavuttaa eri tavoitteita. Ristiriitojen ratkaisemiseksi tulee yksityisten yksiköiden hajautetussa järjestelmässä olla vuorovaikutuksessa keskenään, vaihtaa informaatiota ja mahdollisesti muuttaa omia tavoitteitaan tai yrittää muuttaa muiden järjestelmien tavoitteita. Tuloksena olevat vuorovaikutukset muodostavat selvittelyprosessin. Joissakin selvittelymekanismeissa yksikköä edustaa toimielin. Tässä käytettynä termi toimielin viittaa tietokoneprosessiin, joka edustaa selvittelyssä vastaavaa yksikköä.

Tyypillisesti yksi toimielin lähettää toiselle toimielimelle informaatiota tavoitteista, joita se yrittää saavuttaa ja vaihtoehtoisista suunnitelmista sellaisten tavoitteiden saavuttamiseksi, jotka ovat hyväksyttäviä. Tämä informaatio muodostaa kokoelman ehdotuksia, joista toinen toimielin voi poimia sellaisen, jonka se voi hyväksyä. Joissakin selvittelyn kohdealueissa ehdotukset ja vastaehdotukset, jotka muodostavat selvittelyn kohteet, voidaan esittää kiinteillä sarjoilla numeerisia määreitä. Kyseisissä tapauksissa ehdotusten arviointi ja vastaehdotusten kehittäminen voidaan toteuttaa suhteellisen yksinkertaisella kyseisiin määreisiin vaikuttavien toimintojen yhdistelmällä. Esimerkkejä kyseisistä kohdealueista ovat selvittelyt, jotka koskevat uuden auton hintaa ja ominaisuuksia ja selvittelyt kokousten aikataulujen sovittamiseksi. Selvitteleviä toimielimiä käytetään kohdealueissa,

joissa selvittelyn kohteita ei voida edustaa kyseisillä määreiden kiinteillä sarjoilla. Kyseisissä kohdealueissa vastaehdotus ei sisällä vain sitä vastaavassa ehdotuksessa esiintyvien samojen määreiden eri arvoja, vaan myös kokonaan eri määreitä. Potentiaalisesti on olemassa monia määreitä joista valita vastaehdotusta varten. Mutta vain jotkin näistä näyttävät relevanteilta tai "järkeviltä" inhimillisen tarkkailijan kannalta. Esillä olevan keksinnön mukainen selvittelymenetelmä koskien selvittelevien toimielimien käyttöä lisää kyseisissä kohdealueissa seuraavaa nykyiseen selvittelyn tekniikkaan DAI-ympäristössä (hajautettu tekoäly, Distributed Artificial Intelligence):

Menetelmän ehdotusten arvioimiseksi (hyväksyttävyyden tai hyväksymättömyyden määrittäminen).

Menetelmän sen päättämiseksi, mikä on "järkevä" vastaehdotus, kun vastaanotettu ehdotus ei ole hyväksyttävissä.

Hajautettuun tekoälyyn liittyen on tunnetussa tekniikassa esitetty laaja valikoima selvittelyprosesseja. Esimerkiksi S. Cammarata, D. MacArthur ja R. Steeb, "Strategies of Cooperation in Distributed Problem Solving," Proceedings IJCAI-83, sivut 767, 770, Karlsruhe, 1983; R. Clark, C. Grossner ja T. Radhakrishnan, "Consensus: A Planning Protocol for Cooperating Expert Systems," Proceedings 11th Workshop on Distributed Artificial Intelligence, sivut 43, 58, Glen Arbor, MI, helmikuu 1992; S. E. Conry, K. Kuwabara, V. R. Lesser ja R. A. Meyer, "Multistage Negotiation for Distributed Constraint Satisfaction," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetic, 21(6):1462-1477, marraskuu/joulukuu 1991; R. Davis ja R. G. Smith, "Negotiation as a Metaphor for Distributed Problem Solving," Artificial Intelligence, 20:63 109, 1983; E. II. Durfee ja V. R. Lesser, "Negotiation Task Decomposition and Allocating Using Partial Global Planning," kappale 10, sivut 229-243, Pitman, Lontoo, 1989; S. Kraus, E.

Ephrati ja D. Lehmann, "Negotiation in a Non-cooperative Environment, "Journal of Expiremental and Theoretical Artificial Intelligence," 1:255-281, 1991; A. Sathi ja M. S. Fpx, "Constraint-direceted negotiation of Resource Reallocation," I. Gasser ja M. N. IIuhns, toimitt., "Distributed Artificial Intelligence, volume II," Research Notes in Artificial Intelligence, kappale 8, sivut 163-193, Pitman, Lontoo, 1989; S. Sen ja E. H. Durfee, "A Formal Analysis of Communication and Commitment in Distributed Meeting Scheduling," Proceedings 11th Workshop on Distributed Artificial Intelligence, sivut 333-344, Glen Arbor, MI, helmikuu 1992; K. P. Sycara, "Argumentation: Planning Other Agents' Plans," Proceedings IJCAI-89, sivut 517, 523, Detroit, MI, 1989; F. von Martial, "Coordination by Negotiation Based on a Dialogue States With Actions," Proceedings 11th Workshop on Distributed Artificial Intelligence, sivut 227-246, Glen Arbor, MI, helmikuu 1992; R. Weihmayer ja R. Brandau, "A Distributed AI Architecture for Customer Network Control," Proceedings IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBE-COM '90), sivut 656, 662, San Diego, CA, 1992; G. Zlotkin ja J. S. Rosenschein, "Cooperation and Conflict Resolution Via Negotiation Among Autonomous Agents in Non-cooperative Domains," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetic, 21(6):1317-1324, marraskuu/joulukuu 1991.

Useat selvittelymekanismit perustuvat tavoitteiden hierarkiselle esitykselle ja vaihtoehtoisille tavoille näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitehierarkiaa käytetään suunnitelman löytämiseksi, joka saavuttaa kaikkien asianomaisten toimielimien tavoitteet, mutta joka ei käsittele ristiriitaisia aktiviteetteja. Hierarkiat julkaisussa R. Clark, C. Grossner ja T. Radhakrishnan, "Consensus: A Planning Protocol for Cooperating Expert Systems," Proceedings 11th Workshop on Distributed Artificial Intelligence, sivut 43, 58, Glen Arbor, MI, helmikuu 1992,

ovat AND/OR/XOR-puita, joissa solmut ovat tavoitteita. Sen sijaan että käytettäisiin tavoitteen määritystä ehdotuksena, ehdotuksina käytetään kokonaisia erityisiä hierarkioita. Tämä lähestymistapa käsittää enemmän informaation ehdottoman esityksen kussakin ehdotuksessa toimielimen tavoitteita koskien kuin esillä olevassa keksinnössä. Protokolla asettaa kuitenkin kompromissin kiinteässä ja rajoitetussa lukumäärään vaiheita. Moniasteisessa selvittelyprotokollassa (S. E. Conry, K. Kuwabara, V. R. Lesser ja R. A. Meyer, "Multistage Negotiation for Distributed Constraint Satisfaction," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetic, 21(6):1462-1477, marraskuu/joulukuu 1991) suunnitelmanosasten kokoelmia, jotka on järjestetty hierarkisesti, käytetään ehdotuksina. Muut ehdotuksia vastaanottavat toimielimet joko valitsevat sopivia suunnitelmanosasia ehdotuksesta tai lähettävät huomautuksen, että ehdotukseen ei sisälly mitään hyväksyttävää suunnitelmanosasta. Hierarkiaa ei käytetä päättelemään muiden toimielimien tavoitteista, jotka on joka tapauksessa johdettu globaalisesta tavoitteesta, joka on kaikille toimielimille yhteinen. Lähestymistapa sopii siten paremmin hajautettuun ongelmanratkaisevaan järjestelmään kuin autonomisten toimielimien ympäristöön. Julkaisussa K. P. Sycara, "Argumentation: Planning Other Agents' Plans," Proceedings IJCAI-89, sivut 517, 523, Detroit, MI, 1989 käytetään hierarkiaa sen määräämiseksi, mitä argumentteja käytetään muiden toimielimien ehdotusten arviointiin vaikuttamiseksi. Tämä hierarkia edustaa vaihtoehtoisia tapoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Sitä ei käytetä asianomaisten toimielimien tavoitteiden määrittämiseksi tai ehdotusten todellisen arvioinnin suorittamiseksi. Julkaisussa R. Weihmayer ja R. Brandau, "A Distributed AI Architecture for Customer Netork Control," Proceedings IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBE-COM '90), sivut 656, 662, San Diego, CA, 1990 käytetty hierarkia on puu, joka edustaa vain

abstraktisia suhteita (vaihtoehtoja). Lisäksi tätä hierarkiaa ei käytetä päättelyyn muiden toimielimien tavoitteista. Tätä hierarkiaa käytetään vaihtoehtoisten suunnitelmien esityksenä, jotka saavuttavat toimielimen omat tavoitteet ja sitä voidaan käyttää vastaavien ehdotusten kehittämiseksi. Ylimääräinen informaatio (kuten vaihtoehdon kustannus tai vaihtojen saatavuus tietyllä abstraktion tasolla) kuljetetaan toimielimien välillä hakuprosessien ohjaamiseksi ja koordinoimiseksi toimielimien hierarkioiden kautta.

Tunnetussa tekniikassa selostetuilla selvittelymenetelmillä on kuitenkin useita puutteita. Erityisesti tunnetun tekniikan mukaiset selvittelymenettelyt vaativat tavallisesti, että eri yksiköiden toimielimet vaihtavat paljon informaatiota siitä, mitkä vaihtoehdot tavoitteen saavuttamiseksi ovat hyväksyttäviä ja mitkä eivät ole. Joissakin sovellutuksissa kuten tietoliikenneverkossa informaatio siitä, mitkä vaihtoehdot ovat toimielimelle hyväksyttäviä ja mitkä eivät ole toimielimelle hyväksyttäviä, on tavallisesti rajoitettu, joko siitä syystä että informaatio on strategista informaatiota (jota käytetään toimielimelle edullisimman sopimuksen löytämiseksi) tai koska se on yksityistä informaatiota (esimerkiksi informaatiota, joka koskee toimintaperiaatteita, jotka tilaaja pitäisi mieluummin yksityisinä, kuten valintaluetteloita). Lisäksi tunnetun tekniikan mukainen selvittelytekniikka (mukaanlukien analyysi ja yleisrakenne, jonka on esittänyt B. Laasri et al, "An analysis of negotiation and its role for coordinating cooperative distributed problem solvers", Proc. 11 Int. Conf. Expert Syst. etc., 1991, sivut 81-04) ei aikaansaa tyydyttäviä menetelmiä vastaanottavien toimielimien sallimiseksi arvioida vastaanotettuja ehdotuksia niiden hyväksyttävyyden tai hyväksymättömyyden määrittämiseksi ja vastaehdotuksen kehittämiseksi siinä tapauksessa, että vastaanotettua ehdotusta ei voida hyväksyä. Erityi-

sesti tunnetun tekniikan mukainen selvittelytekniikka ei salli vastaanottavan toimielimen, joka vastaanottaa hyväksymättömän ehdotuksen lähettävältä toimielimeltä, viitata lähettävän toimielimen tavoitteeseen ja kehittää vastaehdotusta lähetettäväksi takaisin lähettävälle toimielimelle, joka toteuttaa viitatun tavoitteen. Esillä olevan keksinnön tavoitteena on voittaa nämä tunnetun tekniikan mukaisten selvittelymenetelmien puutteet.

Keksinnön yhteenveto

Esillä olevan keksinnön mukaisesti hajautetun järjestelmän useita yksiköitä, kuten asiakasta, asiakkaan laitteistoa tai verkkoresursseja tietoliikenneverkossa, edustaa kutakin toimielin. Tietoliikenneverkon tapauksessa yksiköitä edustavat toimielimet selvittelevät tietoliikenteen tyypin, jolla vastaavat yksiköt haluavat olla mukana ja aikaansaavat tietoliikenteen muodostamisen tavalla, joka välttää ristiriidan yksiköiden välillä. Selvittelyprosessi käsittää toimielimien suorittaman ehdotusten vaihdon. Ehdotus käsittää yhden tai useamman toiminnon, jotka voidaan suorittaa tietoliikenneverkossa. Ensimmäistä yksikköä edustava ensimmäinen toimielin kehittää ehdotuksen, joka on sen hyväksyttävissä, ja lähettää ehdotuksen toista yksikköä edustavalle toiselle toimielimelle. Toinen toimielin määrittää, voiko se hyväksyä vastaanotetun ehdotuksen, ja jos ei, kehittää vastaehdotuksen, joka lähetetään takaisin ensimmäiselle toimielimelle. Prosessi jatkuu kunnes löydetään ehdotus, jonka molemmat toimielimet voivat hyväksyä tai määritetään, että ei ole mitään ehdotusta sellaisen tietyn tyyppisen liikenneyhteysjakson toteuttamiseksi, jonka molemmat toimielimet voivat hyväksyä. Jos molemmat toimielimet voivat hyväksyä ehdotuksen, tietoliikenneverkko suorittaa ehdotukseen sisältyvät toiminnot.

Toimielin käyttää hierarkiaa määrittääkseen, ovatko ehdotukset hyväksyttäviä. Tavoitehierarkia ilmoittaa, mitä

toimintoja toimielin voi tai ei voi käskeä tietoliikenneverkkoa suorittamaan yksikkönsä puolesta. Toimielin käyttää tavoitehierarkiaa määrittääkseen, mitä ehdotuksia ja vastaehdotuksia se voi kehittää ja lähettää toisille toimielimille ja määrittääkseen, ovatko toisilta toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä. Kun toimielin ei voi suostua toiselta toimielimeltä vastaanotettuun ehdotukseen, vastaanottava toimielin käyttää tavoitehierarkiaa viittaakseen ehdotuksen tavoitteeseen ja yrittääkseen löytää vaihtoehtoisen ehdotuksen, eli vaihtoehtoisen sarjan toimintoja, jotka saavuttavat tavoitteen. Esimerkiksi alkuperäinen tavoite (eli alkuperäinen toiminto) tavoitehierarkiassa voisi olla puhelu (A, B), eli puhelun muodostaminen A:n ja B:n välille. Tavoitehierarkia alkuperäistä tavoitepuhelua (A, B) varten voi sisältää eri toimintoja ja toimintojen yhdistelmiä, joilla alkuperäinen tavoitepuhelu (A, B) voidaan suorittaa. Eräs toiminto tavoitepuhelun (A, B) toteuttamiseksi on yksinkertainen puhelu (A, B), jossa A ja B yhdistetään yksinkertaisella puhelulla. Eräs toinen toiminto puhelun (A, B) toteuttamiseksi on tunnistettu puhelu (A, B), jossa A:ta koskeva tunnistetieto toimitetaan B:lle, kun puhelu saapuu B:lle. Tavoitehierarkian toiminnot on järjestetty puuksi, jossa ylhäältä alaspäin liikuttaessa toimenpiteet ovat yhä erikoistuneempia. Esimerkiksi alkuperäinen pääsolmu voi olla puhelu (A, B). Alkuperäisen pääsolmun seuraajasolmut voivat olla yksinkertainen puhelu (A, B) ja tunnistettu puhelu (A, B). Nämä seuraajasolmut sisältävät erikoistuneita toimintoja alkuperäisen tai pääsolmun tavoitteen toteuttamiseksi. Eri tyyppiselle pääsolmulle, esimerkiksi tunnistetulle puhelulle (A, B) seuraajasolmu, eli yhdistä (A, B) ja toimita info(A), voi edustaa toimintoja, eli A:n ja B:n yhdistämistä ja A:ta koskevan informaation toimittamista B:lle, jotka yhdistetään pääsolmun toiminnon muodostamiseksi.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti kullekin toimielimelle kukin solmu tavoitehierarkiassa on hyväksyttävissä, hyväksymättömissä tai määrittämättömäksi jätettävissä. Kyseinen tavoitehierarkian merkintä perustuu tavallisesti toimielimen edustaman yksikön toimintaperiaatteeseen. Esimerkiksi tilaajan muodossa olevalla yksiköllä voi olla toimintaperiaatteena pitää kotinumeronsa salaisena. Siten mikä tahansa tavoitehierarkian toiminto, joka vaatii kotipuhelinnumeron lähettämistä toiselle tilaajalle, merkittäisiin hyväksymättömäksi. Toimielin käyttää solmumerkintöjä ehdotusten ja vastaehdostusten kehittämiseksi ja sen määrittämiseksi, ovatko muilta toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä. Esimerkiksi oletetaan, että toimielin vastaanottaa ehdotuksen toiselta toimielimeltä, ja että ehdotus ei ole vastaanottavan toimielimen hyväksyttävissä. Vastaanottava toimielin voi siirtyä tavoitehierarkiassa ylöspäin viitatakseen hyväksymättömän ehdotuksen tavoitteeseen. Vastaanottava toimielin määrittää silloin, onko olemassa toista toimintoa tai toimintojen kokoelmaa, joka on hyväksyttävissä saman tavoitteen toteuttamiseksi. Jos näin on, niin sitä voidaan käyttää vastaehdotuksena. Joissakin tapauksissa esillä olevan keksinnön mukaisesti, kuten silloin kun useampi kuin kaksi toimielintä on mukana tietoliikenneyhteyden muodostamisessa, selvittelyä ohjaa tietokoneprosessi, joka tunnetaan selvittelijänä, joka vastaanottaa ehdotuksia ja saattaa ehdotuksia eteenpäin eri toimielimille, jotka ovat selvittelyssä mukana.

Keksinnöllisellä selvittelyprosessilla tietoliikenneyhteyden muodostamiseksi yksiköiden välille hajautetussa järjestelmässä kuten tietoliikenneverkossa ilman ristiriitaa on useita huomattavia etuja. Ensimmäiseksi, toimielimet löytävät vaihtoehtoisia toimintoja tai toimintojen sarjoja, jotka saavuttavat kaikkien asianomaisten toimielimien tavoitteet, sen sijaan että luottaisivat niiden omien tai toisten toimielimien tavoitteiden muunnelmiin.

Lisäksi keksinnöllinen prosessi aktiviteettien muodostamiseksi hajautetussa järjestelmässä kuten tietoliikenneverkossa tarjoaa rajoituksia informaation esitykselle. Rajoitukset koskevat strategista informaatiota (esimerkiksi informaatiota, joka suoraan määrittää, mitkä ehdotukset ovat toimielimen hyväksyttävissä) ja sensitiiviseen informaatioon (esimerkiksi informaatioon toimintaperiaatteista, jotka tilaaja mieluummin pitäisi yksityisinä).

Piirustusten lyhyt selostus

Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti tietoliikenneverkkoa, joka käyttää hyväksi esillä olevan keksinnön mukaista selvittelyprosessia tietoliikenneyhteyden muodostamiseksi yksiköiden välille ilman ristiriitaa.

Kuviot 2, 3A ja 3B esittävät tavoitehierarkiaa, jota toimielin käyttää hyväksi selvittelyprosessissa esillä olevan keksinnön mukaisesti.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksinnöllisen selvittelymenetelmän käytettävyys

Keksinnöllisen selvittelymenetelmän käyttämiseksi käytetyn tietokonejärjestelmän tulee edullisesti täyttää tietyt kriteerit. Ensimmäiseksi, järjestelmä on jonkin käyttäjien kokoelman käytettävissä, ja käyttäjillä on tietyt tavoitteet, jotka ne yrittävät saavuttaa järjestelmää käyttämällä. Toiseksi, järjestelmä aikansaa liitännän, joka käsittää toiminnot, joita voidaan pyytää kenen tahansa käyttäjän puolesta, ja jotka toteutetaan, jos pyytäjä on valtuutettu suorittamaan ne. Kolmanneksi, toiminnot "omistaa" joku käyttäjä, mikä tarkoittaa että toiminto voidaan suorittaa vain, jos käyttäjä valtuuttaa pyytäjän suorittamaan toiminnon. Neljänneksi, toiminnot voidaan yhdistää suunnitelmiksi, ja näitä suunnitelmia käytetään käyttäjien tavoitteiden saavuttamiseksi. Esimerkkinä kyseisestä järjestelmästä on tietoliikenneverkko, joka käyttää AIN (Advanced Intelligent Network) tai IN (Intelligent Network) -vaihteita. Käyttäjät ovat asiakkaita, palvelun-

tarjoajia (esimerkiksi toimintayhtiöitä) ja resurssintarjoajia (toimintayhtiöitä ja kaukovälittäjiä). Asiakkaiden tavoitteina on olla tietoliikenneyhteydessä jossain muodossa. Palveluntarjoajien ja resurssintarjoajien tavoitteina on tehdä rahaa tarjoamalla palveluita ja resursseja. Toiminnot määritetään AIN (tai IN) puhelumallilla. Jokaista tilasiirtoa vastaa yksi toiminto peruspuhelumallissa ja yksi toiminto vastaa kutakin rakennuslohkoa (tai SIB). Toiminnot voidaan yhdistää eri lajisten puheluiden muodostamiseksi, mukaanlukien kaksisuuntaiset ja monisuuntaiset puhelut sekä puheposti. (Peruspuhelumallin toiminnot täytyy yhdistää kuten tässä puhelumallissa on esitetty.) Kun asiakas nostaa kuulokkeen, hän määrittää tavoitteen käyttää puhelinverkkoa. Asiakkaan seuraavat toimenpiteet hienomäärittelevät tavoitetta, asiakas voi esimerkiksi yrittää muodostaa puhelua, tai laatia valintaluetteloa, tai suorittaa jotain muuta toimenpidettä. Toinen esimerkki, johon keksinnöllistä menetelmää voidaan käyttää on hajautettu datakantajärjestelmä. Käyttäjät käsittävät datakannan omistajia, hallinnoitsijoita, datan syöttäviä henki-löitä, ja ihmisiä jotka kyselevät tai päivittävät datakantaa korkean tason kyselykielillä. Toiminnot sisältävät standardit datakannan toiminnot. Tyypillisessä hajautetussa datakannassa kunkin paikallisen datakannan hallinnoitsija valtuuttaa mitkä tahansa toiminnot datalle tässä datakannassa. Datakannan toiminnot on tavallisesti yhdistetty tapahtumiksi. Selvittelyä voidaan käyttää sen määrittämiseksi pitääkö tapahtuma suorittaa ja milloin; tai vaihtoehtoisen tapahtuman löytämiseksi suorittamista varten. Yleisesti menetelmää voidaa käyttää missä tahansa tietokonejärjestelmässä, joka täyttää edellä esitetyt vaatimukset.

Tietoliikenneverkko

Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti sen tyyppistä tietoliikenneverkkoa 10, jota voidaan käyttää keksinnön mukai-

sen selvittelyprosessin suorittamiseksi. Verkko 10 käsittää keskukset 12 ja 14, jotka on yhdistetty yhdysjohdolla 16. Keskukset käsittävät esimerkiksi AIN- tai IN-vaihteita. Käyttäjän A asiakaslaitteisto 20 on yhdistetty keskukseen 12 tilaajasilmukan 24 lautta. Käyttäjän B asiakaslaitteisto 22 on yhdistetty keskukseen 12 tilaajasilmukan 26 kautta. Vastaavasti käyttäjän C asiakaslaitteisto 28 on yhdistetty tilaajasilmukan 30 kautta keskukseen 14. Yleisesti käyttäjien A, B ja C asiakaslaitteistot voivat olla puhelimia, fax-laitteita, tietokoneita tai useita muita laitteita informaation lähettämiseksi tai vastaanottamiseksi puhelinverkon kautta. Verkkoa 10 käyttämällä voidaan tarjota monia eri palveluita. Eri tyyppisiä puhelinpalveluita voidaan tarjota mukaan lukien yksinkertaiset pisteestä pisteeseen puheyhteydet, tai erikoistuneempia palveluita kuten palvelua, jossa kutsuvan osapuolen puhelinnumero tai muu tunnisteinformaatio esitetään kutsutun osapuolen asiakaslaitteistolla. Lisäksi käyttäen yhdessä keskuksissa sijaitsevaa siltaa (ei esitetty) voidaan muodostaa puhelinneuvottelu useiden käyttäjien (esimerkiksi käyttäjien A, B ja C) kesken. Toinen esimerkki palvelusta, joka voidaan tarjota tietoliikenneverkossa 10, on informaation nouto. Esimerkiksi käyttäjän C asiakaslaitteisto 28 voi olla datanhallintajärjestelmä. Toiset käyttäjät (esimerkiksi A ja B) voivat päästä datanhallintajärjestelmään verkon 10 kautta tietyn informaation saamiseksi.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti kutakin yksikköä (esimerkiksi asiakaslaitteistoa 20, 22, 28, puhelinneuvottelua varten olevaa siltaa, jne) puhelinverkossa 10 edustaa toimielin. Kutakin yksikköä edustava toimielin on tietokoneprosessi. Kuhunkin yksikköön verkossa 10 liittyvä toimielin suoritetaan keskukseen 12 yhdistetyssä tietokoneessa 40. Tietokoneessa 40 suoritetut toimielimet käyttävät hyväksi tavoitehierarkioita, jotka on talletettu tietokoneeseen 40 liittyvään muistiin 42. Tavoitehierar-

kiat on selostettu yksityiskohtaisemmin edempänä. Joissakin tapauksissa, kun yksikkö (esimerkiksi asiakaslaitteisto) on itsessään tietokone, yksikköä edustava toimielin voi viitata yksikköön itseensä keskusyksikköön liittyvän tietokoneen sijaan. Joissakin tapauksissa joidenkin yksikköjen toimielimet voivat sijaita keskuksessa ja muiden yksikköjen toimielimet voidaan suorittaa itse yksikössä.

Selvittelyprosessi

Esillä olevan keksinnön mukaista selvittelyprosessia tarkastellaan seuraavassa yksityiskohtaisemmin. Ensimmäiseksi esitetään esimerkki yksinkertaisesta selvittelyprosessista. Seuraavaksi esitetään prosessi, jossa selvittelyprosessi on automatisoitu esillä olevan keksinnön mukaisesti.

Selvittelyprosessin esimerkkejä

Kuvion 1 verkossa 10 tarkastellaan tapausta, jossa käyttäjällä on luetteloimaton puhelinnumero ja käyttäjällä B on kutsuvan numeron toimituspalvelu (eli käyttäjän B asiakaslaitteisto 22 sallii käyttäjän B nähdä kutsuvan osapuolen puhelinnumeron). Siten, jos käyttäjä A yrittää kutsua käyttäjää B verkon 10 kautta syntyy ristiriita. Erityisesti, koska käyttäjä A, jolla on luetteloimaton puhelinnumero, ei halua puhelinnumeroaan yleiseen tietoon, on käyttäjän A luetteloimattoman numeron ominaisuus yhteensopimaton käyttäjän B kutsuvan numeron toimitusominaisuuden kanssa.

Tämä ristiriita voidaan ratkaista käyttäjän A toimielimen ja käyttäjän B toimielimen välillä selvittelyllä, joka löytää tavan puhelun muodostamiseen A:n ja B:n välillä ilman ristiriitaa.

Siten puhelu A:n ja B:n välille voidaan muodostaa seuraavasti. Käyttäjä A lähettää verkon 10 kautta toimielimelleen tietokoneessa 40 sanoman, joka ilmoittaa, että käyttäjä A haluaa kutsua käyttäjää B. Käyttäjän A toimielin lähettää ehdotusyhteyden (A, B) käyttäjän B toimi-

elimelle, joka myös toimiii tietokoneessa 40. Tämä ehdotus käsittää ehdotetun toiminnon puhelun muodostamiseksi A:n ja B:n välille. Käyttäjän B toimielin vastaanottaa ehdotusyhteyden (A, B) ja määrittää, että ehdostusta ei voida hyväksyä, koska se ei sisällä kutsuvaa numeroa. Käyttäjän B toimielin kehittää vastaehdotuksen yhteyden (A, B) ja numeron toimituksen muodossa ja lähettää tämän ehdotuksen A:n toimielimelle. A:n toimielin vastaanottaa tämän ehdotuksen ja huomaa ylimääräisenä toimintona numeron toimittamisen. A:n toimielin ei hyväksy tätä vastaehdotusta, koska se vaatii ylimääräisenä toimenpiteenä A:n luetteloimattoman puhelinnumeron lähettämisen B:lle. A:n toimielin kehittää silloin vastaehdotuksena yhteyden (A, B) ja nimen toimittamisen, jossa toiminto nimen toimittaminen korvaa numeron toimittamisen. Tämä ehdotus lähetetään B:n toimielimelle. B:n toimielin hyväksyy silloin tämän ehdotuksen. Kun kaikkien ehdotettuun puheluun osallisena olevien yksiköiden toimielimet ovat hyväksyneet ehdotuksen, ehdotus lähetetään tietokoneesta 40 verkkoon 10, jolloin hyväksyttyyn ehdotukseen sisätyvä toiminto suoritetaan.

Edellä selostettu selvittely A:n ja B:n välillä on esitetty yhteenvetona seuraavassa taulukossa:

A	**B**
Yhdistä (A, B)	yhdistä (A, B) ja toimita numero
Yhdistä (A, B) ja toimita nimi	OK

Tämä esimerkki ja tosiasia, että sopimus löydetään, riippuu vastauksista tärkeään kysymykseen: miksi edelleen vaihdetut ehdotukset ovat järkeviä? Miksi A tarjoaa nimen toimittamista vastaanotettuaan B:n vastaehdotuksen, sen sijaan että tarjoaisi lisää maksua tai kolmannen osapuolen sisällyttämistä puheluun (jotka kaikki voivat olla järkeviä vastaehdotuksia toisissa tilanteissa).

Vastaus perustuu seuraavaan havaintoon. Tyypillisesti ehdotus ei sisällä toimielimen perimmäistä tavoitetta, vaan pelkästään erään tavan saavuttaa toimielimen tavoite. Yhtä hyvin voi olla vaihtoehtoisia tapoja toimielimen tavoitteen saavuttamiseksi. Kyseiset vaihtoehtoiset tavat saman tavoitteen saavuttamiseksi tekevät tilaa selvittelylle. Näiden vaihtoehtojen tutkimiseksi on toimielimelle, joka vastaanottaa hyväksymättömän ehdotuksen, välttämätöntä tunnistaa, mitä tavoitetta ehdotus yrittää tavoittaa ja johtaa tästä tavoitteesta vaihtoehtoisia, mahdollisesti hyväksyttäviä tapoja saavuttaa sama tavoite. Jos toimielin ei ole täsmällisesti informoitu siitä, mitä tavoitetta toinen toimielin yrittää saavuttaa, toimielin saattaa pystyä miettimään tavoitetta sen informaation pohjalta, mikä sillä on, eli vastaanotetun ehdotuksen pohjalta. Edellisessä esimerkissä A vastaanotti ehdotuksen puhelun muodostamiseksi yhdessä numeron toimittamisen kanssa. Tätä ehdotusta ei itsessään voi hyväksyä. Tässä esimerkissä A kuitenkin huomasi, että B:n tavoite ei varsinaisesti ollut vastaanottaa A:n numero, vaan sen sijaan vastaanottaa jokin tunnistetieto (kuten nimi). Tämä tavoite voidaan saavuttaa myös muilla tavoilla, esimerkiksi lähettämällä nimi numeron sijaan. Koska nimen lähettäminen on A:lle hyväksyttävää, tätä vaihtoehtoa ehdotetaan. Siten järkevä vastaehdotus ehdotukselle on sellainen, jolla saavutetaan sama tavoite kuin kyseisellä ehdotuksella.

Selvittelyprosessin automatisointi tavoitehierarkiaa käyttämällä

Esillä olevan keksinnön mukaisesti automatisoidaan prosessi, jolla toimielimet kehittävät ehdotuksia ja vastaehdotuksia ja prosessi, jolla toimielimet määrittävät, ovatko muilta toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä tai ei-hyväksyttäviä. Toimielimet käyttävät erityisesti tavoitehierarkiaa ehdotusten ja vastaehdotusten kehittämiseksi ja sen määrittämiseksi, ovatko muilta

toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä vai ei. Tietokoneeseen 40 liitettyyn muistiin 42 on talletettu tavoitehierarkiat monia eri tyyppisiä puheluita ja liikenneyhteysjaksoja varten, joissa on osallisena eri yksiköitä tietoliikenneverkossa 10.

Järjestelmä tarjoaa kokoelman toimintoja. Toimintojen kokoelma muodostaa suunnitelman. Kun suunnitelma on toteutettu, tavoite saavutetaan. Yksinkertaisin tavoite on suorittaa yksittäinen järjestelmän toiminto; suunnitelma tämän saavuttamiseksi käsittää pelkästään tämän toiminnon. Tavoitteet suhteutetaan toisiinsa edempänä selostetuilla abstrakteilla ja rakenteellisilla suhteilla. Abstraktien ja rakenteellisten suhteiden kokoelma määrittää tavoitehierarkian.

Kun tavoitehierarkia on kerran määritelty, voidaan muodostaa suunnitelmien kokoelma kunkin tavoitteen saavuttamiseksi. Näitä suunnitelmia kutsutaan määrittelyiksi, koska ne määrittelevät tarkemmin sen, kuinka tavoite saavutetaan. Määrittely on tavoitteiden sarja. Tavoitteen eräs määrittely on pelkästään sarja, joka käsittää itse tavoitteen. Muita määrittelyitä muodostetaan käyttämällä seuraavan kahden toiminnon jotain jaksoa tässä määrittelyssä:

Korvaa mikä tahansa abstrakti tavoite määrittelyssä abstraktin tavoitteen eräällä määrittelyllä (katso edempänä olevaa määrittelyä).

Korvaa mikä tahansa rakenteellinen tavoite määrittelyssä kaikilla rakenteellisen tavoitteen alitavoitteilla.

Toista tyyppiä olevat vaiheet voivat laajentaa määrittelyiden kokoa korvaamalla yhden tavoitteen useilla tavoitteilla.

Myös määrittelyn hienomääritys määritetään: Toinen määrittely hienomäärittää ensimmäisen, jos se saadaan

käyttämällä edellä olevan kahden toiminnon jotain jaksoa ensimmäisessä määrittelyssä.

Tavoitehierarkia puhelutyypille, jossa käyttäjällä A on luetteloimaton numero ja käyttäjällä B on kutsuvan numeron toimituspalvelu, on esitetty kuviossa 2.

Kuvion 2 tavoitehierarkia 100 käsittää useita solmuja 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116. Kukin solmu edustaa tavoitetta. Kuten edellä on osoitettu, termiä tavoite käytetään tässä viittamaan yhteen tai useampaan toimintoon, jotka voidaan suorittaa tietoliikenneverkossa. Solmujen väliset suhteet tavoitehierarkiassa 100 on osoitettu katkoviivoilla ja yhtenäisillä viivoilla. Katkoviivoilla osoitttu suhde tunnetaan abstraktisena suhteena. Abstrakti suhde toimii seuraavasti: Tarkastellaan alkuperäistä solmua 102, joka käsittää toiminnon puhelu (A, B). Solmulla 102 on kaksi seuraajasolmua 104 ja 108, jotka on yhdistetty solmuun 102 katkoviivoilla 101 ja 107. Tässä tapauksessa kumpikin seuraajasolmu 104 ja 108 edustaa yhtä tarkennettua tapaa suorittaa solmun 102 tavoite. Siten solmun 102 tavoite puhelu (A, B) voidaan suorittaa solmun 104 toiminnolla yksinkertainen puhelu (A, B), joka ei käsitä A:ta tunnistavan informaation lähetystä B:lle. Solmun 102 tavoite voidaan suorittaa myös solmun 108 toiminnolla tunnistettu puhelu (A, B), joka käsittää A:ta koskevan tunnistusinformaation lähettämisen B:lle. Yleisesti kumpaankin solmuista 104 ja 108, jotka on yhdistetty solmuun 102 katkoviivoilla 101 ja 107, viitataan solmun 101 tarkennuksiksi. Solmuun 102 viitataan puolestaan solmujen 14, 108 abstraktiona.

Solmun 108 tavoite on rakenteellinen tavoite. Solmun 108 ja sen seuraajasolmujen 110 ja 112 välinen suhde on rakenteellinen suhde. Kyseiset rakenteelliset suhteet solmujen kesken on osoitettu yhtenäisillä viivoilla kuten yhtenäisillä viivoilla 109 ja 111. Tässä tapauksessa tavoite 108 on rakenteellinen tavoite ja tavoitteet 110 ja

112 ovat osatavoitteita. Rakenteellinen tavoite (esimerkiksi 108) toteutetaan vain, jos kaikki sen osatavoitteet (esimerkiksi tavoitteet 110 ja 112) toteutetaan. Kuten on esitetty kuvion 2 tavoitehierarkiassa, tunnistetun puhelun (A, B) osatavoitteet ovat solmun 110 yhdistä (A, B) ja solmun 112 toimita info (A). Solmun 112 abstraktinen tavoite toimita info (A) voidaan toteuttaa solmun 114 tarkennetulla tavoitteella toimita numero (A) tai solmun 116 tarkennetulla tavoitteella toimita nimi (A). Kuviossa 2 esitetyn tyyppisiä hierarkioita on selostettu suunnitelman tunnistuksen yhteydessä (esimerkiksi H. A. Kautz, "A formal theory of plan recognition and its implementation", J. F. Allen, H. A. Kautz, R. N. Pelavin ja J. D. Tenenberg, edit., "Reasoning about Plans", kappale 2, sivut 70-125, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Mateo, CA1991).

Esillä olevan keksinnön mukaisesti toimielimet kehittävät ehdotuksia ja vastaehdotuksia toisille toimielimille lähetettäväksi ja vastaanottavat toisten toimielimien kehittämiä ehdotuksia ja vastaehdotuksia. Kaikki ehdotukset ja vastaehdotukset muodostetaan rakentamalla tavoitteen määrittely kuten edellä on selostettu. Toimielimet käyttävät myös tavoitehierarkiaa, kuten kuvion 2 mukaista tavoitehierarkiaa sen määrittämiseksi, onko ehdotus hyväksyttävissä vai hyväksymättömissä.

Ehdotusten hyväksyttävyys

Ehdotus on hyväksyttävissä toimielimelle, jos sen vastaava yksikkö hyväksyisi sen. Ehdotus ei ole hyväksyttävissä, jos yksikkö ei hyväksyisi. Siten tavoitehierarkian kukin tavoite (eli solmu) merkitään hyväksyttäväksi, hyväksymättömäksi tai on merkitsemätön. Kun tavoite on merkitsemätön, se on määrittelemätön.

Ehdotusten hyväksyttävyys

Ehdotus on hyväksyttävä, jos se on hyväksyttävän tavoitteen määrittely.

Ehdotus on hyväksymätön, jos se on hyväksymättömän tavoitteen määrittely.

Tavoitteiden luokitus hyväksyttäviksi ja hyväksymättömiksi on johdonmukainen jos ja vain jos ei-määrittely merkitsee sekä hyväksyttävän tavoitteen että hyväksymättömän tavoitteen määrittelyä.

Kahta ylimääräistä sääntöä voidaan käyttää rakenteellisten tavoitteiden määrittelyiden hyväksyttävyyden tai hyväksymättömyyden päättelemiseksi rakenteellisen tavoitteen osien hyväksyttävyydestä tai hyväksymättömyydestä. Oletetaan, että rakenteellista tavoitetta g ei ole luokiteltu hyväksyttäväksi tai hyväksymättömäksi. Olkoon $h_1,...,h_n$ sen osatavoitteita ja olkoon H_i osatavoitteen h_i hyväksyttävä määrittely kullekin i:lle, i=1,...n,. Silloin määrittely $G=U^n_{i=1}H_i$ on g:n hyväksyttävä määrittely. Lisäksi, jos määrittely H_i on hyväksymätön, niin $G=U^n_{i=1}H_i$ on g:n hyväksymätön määrittely. Soveltamalla näitä sääntöjä tavoitteisiin, voidaan päätellä, että rakenteellinen tavoite, jota ei ole täsmällisesti luokiteltu, on hyväksymätön, jos yksi sen osista on hyväksymätön.

Jokaisen käyttäjän tulisi merkitä tavoitteet hierarkiassa yhtäpitävästi edellä olevien sääntöjen mukaisesti. Sen tarkistamiseksi, että mikään määrittely ei ole määrätty olevan sekä hyväksyttävä että hyväksymätön, tavoitteiden luokittelu ulotetaan niin laajalle kuin mahdollista. Tuloksena olevaa tavoitteiden luokittelua kutsutaan hierarkian täydelliseksi merkitsemiseksi. Jos mitään tavoitetta ei ole luokiteltu sekä hyväksyttäväksi että hyväksymättömäksi täydellisessä merkinnässä, niin hierarkian merkintä on yhtäpitävä, eli jokainen määrittely on tarkasti joko hyväksyttävä, hyväksymätön tai määrittämätön.

Luokittelu laajennetaan seuraavasti:

Alkaen korkeimman tason solmuista ja edeten tasottain alaspäin hierarkiassa, jos abstraktinen tavoite on hyväksyttävä, merkitään kaikki sen seuraajat hyväksyttä-

viksi, ja jos se on hyväksymätön, merkitään kaikki sen seuraajat hyväksymättömiksi.

Alkaen alimman tason solmuista ja edeten tasoittain ylöspäin hierarkiassa, jos kaikki abstraktin tavoitteen seuraajat ovat hyväksyttäviä, merkitään se hyväksyttäväksi; jos kaikki määrittämättömän rakenteellisen tavoitteen seuraajat ovat hyväksyttäviä, merkitään se hyväksyttäväksi; jos kaikki abstraktin tavoitteen seuraajat ovat hyväksymättömiä, merkitään se hyväksymättömäksi; jos mikä tahansa määrittämättömän rakenteellisen tavoitteen seuraaja on hyväksymätön, merkitään se hyväksymättömäksi.

Kun nämä vaiheet on suoritettu kerran, edellä esitetyssä järjestyksessä, hierarkian merkintä on täydellinen.

Kuvion 2 tavoitehierarkia merkinnöillä, jotka ilmaisevat hyväksyttävät ja hyväksymättömät tavoitteet käyttäjälle A, on esitetty kuviossa 3A. Kuvion 2 tavoitehierarkia merkinnöillä, jotka ilmaisevat hyväksyttävät ja hyväksymättömät tavoitteet käyttäjälle B, on esitetty kuviossa 3B. (Yleisesti, tavoitehierarkia monille eri tyyppisille tietoliikenneyhteysjaksoille, jotka koskevat useita eri yksiköitä, on talletettu kuvion 1 muistiin 42 yhdessä merkintöjen kanssa, jotka ilmaisevat eri solmujen tavoitteiden hyväksyttävyyden tai hyväksymättömyyden tiettyjä yksiköitä edustaville tietyille toimielimille).

Tavoitehierarkian käyttö selvittelyprosessissa

Selvittelyprosessi aloitetaan, kun yksikkö (esimerkiksi tilaaja) ilmoittaa vastaavalle toimielimelle, että tavoite on toteutettava. Esimekiksi tilaaja A voi ilmoittaa toimielimelleen, että se haluaa toteuttaa tavoitteen puhelu (A, B). Tätä tavoitetta itsessään ei merkitä hyväksyttäväksi puhelun (A, B) tavoitehierarkiassa A:n toimielimen (kuvio 3A) käyttämänä. Oletetaan kuitenkin, että tavoite ei ole hyväksymätön, ja että tämän tavoitteen hyväksyttävän määrittelyn tulisi olla olemassa. Tavoitehie-

rarkiaa tutkitaan sellaisen tavoitteen puhelu (A,B) määrittelyn löytämiseksi, joka on merkitty hyväksytyksi vastaanottavan toimielimen käyttämässä tavoitehierarkiassa. Tässä tapauksessa puhelun (A, B) hyväksyttävä määrittely on yksinkertainen puhelu (A, B). Tämä määrittely lähetetään silloin A:n toimielimen alkuperäisenä ehdotuksena B:n toimielimelle. Kun toimielin vastaanottaa ehdotuksen tai vastaehdotuksen, vastaanottavan toimielimen on päätettävä, onko ehdotus tai vastaehdotus hyväksyttävä. Jos ehdotus sisältää vain yhden tavoitteen, joka on merkitty hyväksyttäväksi vastaanottavan toimielimen käyttämässä tavoitehierarkiassa, vastaanottava toimielin voi hyväksyä sen. Jos ehdotus on tavoitteen (eli solmun) määrittely, joka on merkitty hyväksyttäväksi, ehdostus on hyväksyttävissä.

Jos vastaanotettu ehdotus määritetään hyväksymättömäksi tai määrittämättömäksi vastaanottavan toimielimen tavoitehierarkian mukaisesti, on kehitettävä vastaehdotus. Tapauksessa, jossa vastaanotettu ehdotus on määrittämätön, vastaanottava toimielin kehittää vastaehdotuksen liikkumalla alaspäin tavoitehierarkiassa, yrittäen löytää määrittämättömän tavoitteen määrittelyn, joka on hyväksyttävä. Jos kyseinen hyväksyttävä määrittely löydetään, se lähetetään vastaehdotuksena. Jos vastaanotettu ehdotus määritetään hyväksymättömäksi, vastaanottava toimielin kehittää vastaehdotuksen liikkumalla ylöspäin hierarkiassa nähdäkseen, onko olemassa mitään hyväksymättömän ehdotuksen saavuttamaa määrittämätöntä tavoitetta. Tällöin vastaanottava toimielin liikkuu alaspäin hierarkiassa erästä toista haaraa pitkin nähdäkseen onko olemassa määrittämättömän abstraktin tavoitteen jotain toista määrittelyä, joka on hyväksyttävä. Kyseistä hyväksyttävää määrittelyä käytetään silloin vastaehdotuksen kehittämiseksi. (Huomaa: tämä on tarkalleen sen tyyppinen "voita-voita" selvittelystrategia, jota usein käytetään liike-elämässä. Tyypillisessä liikeneuvottelussa, kun ensimmäinen osapuoli tekee

ehdotuksen, toinen osapuoli määrittää, onko ehdotus hyväksyttävä vai hyväksymätön. Jos toinen osapuoli ei voi hyväksyä ehdotusta, hän kysyy usein: "Mitä yrität toteuttaa tekemällä tämän ehdotuksen, eli mikä on tavoitteesi." Ensimmäinen osapuoli tunnistaa silloin hänen tavoitteensa. Toinen osapuoli saattaa silloin sanoa, minulla on eri tapa toteuttaa tavoitteesi, joka on minulle hyväksyttävä.)

Edellä selostetun A:n ja B:n välisen puhelun tapauksessa tarkastellaan seuraavia esimerkkejä hyväksyttävistä, hyväksymättömistä ja määrittämättömistä ehdotuksista ja vastaehdotuksista.

1. A:n toimielin vastaanottaa vastaavalta yksiköltä ohjeen toteuttaa tavoite puhelu (A, B). Toimielin A tutkii tavoitehierarkiaa löytääkseen hyväksyttävän tavan suorittaa tavoite puhelu (A, B). Tavoite puhelu (A, B) on määrittämätön A:n toimielimen käyttämässä tavoitehierarkiassa. Siten A:n toimielin tutkii tavoitehierarkiaa (kuvio 3A) liikkumalla alaspäin löytääkseen tavoitteen puhelu (A, B) määrittelyn, joka on hyväksyttävä. Hyväksyttävä määrittely kuvion 3A tavoitehierarkiassa on yhdistä (A, B). Muodossa yhdistä (A, B) oleva ehdotus lähetetään B:n toimielimelle. B:n toimielin vastaanottaa ehdotuksen yhdistä (A, B) ja määrittää kuvion 3B tavoitehierarkiasta, että ehdotus on hyväksymätön.

2. Vastaehdotuksen kehittämiseksi B:n toimielin liikkuu ylöspäin kuvion 3B tavoitehierarkiassa tavoitteen yhdistä (A, B) sellaisen abstraktion löytämiseksi, joka on määrittämätön. Määrittämätön abstraktio on puhelu (A, B). Tällöin B:n toimielin liikkuu alaspäin hierarkiaa puhelun (A, B) toisen määrittelyn löytämiseksi, joka on hyväksyttävä. Hyväksyttävä määrittely on tunnistettu puhelu (A, B). Tämä tavoite lähetetään B:n toimielimeltä A:n toimielimelle vastaehdotuksena.

3. A:n toimielin vastaanottaa ehdotuksen tunnistettu puhelu (A, B). A:n toimielin tutkii tavoitehierarkiansa

(kuvio 3A) ja huomaa, että ehdotus tunnistettu puhelu (A, B) on määrittämätön. A:n toimielin liikkuu tällöin alaspäin tavoitehierarkiaansa tunnistetun puhelun (A, B) sellaisen määrittelyn löytämiseksi, joka on hyväksyttävä. Rakenteellisen tavoitteen tunnistettu puhelu (A, B) hyväksyttävä määrittely on yhdistä (A, B) ja toimita nimi (A). (Tämä on rakenteellisen tavoitteen hyväksyttävä määrittely, koska se käsittää rakenteellisen tavoitteen kunkin yksittäisen osan hyväksyttävän määrittelyn.) Tämä vastaehdotus lähetetään B:n toimielimelle.

4. B:n toimielin määrittää kuvion 3B tavoitehierarkiaa käyttämällä, että vastaanotettu ehdotus yhdistä (A, B) ja toimita nimi (A) on hyväksyttävä.

Siten A:n ja B:n toimielimet ovat päässeet sopimukseen ehdotuksesta, joka on tehty suunnitelluista toimenpiteistä tietoliikenneyhteyden muodostamiseksi yksiköiden A ja B välille. Tietokoneesta 40 lähetetään siksi ohje keskukselle 12 (kuvio 1) sovitun ehdotuksen suorittamiseksi.

Ehdotusten ja vastaehdotusten iteratiivinen kehittäminen muodostaa tavoitehierarkian tutkimusprosessin sellaisen ehdotuksen löytämiseksi (eli solmun), joka saavuttaa selvittelyn aloittaneen toimielimen alkuperäisen tavoitteen ja joka on kaikkien osallisena olevien toimielimien hyväksyttävissä. Ehdotusten vaihto lakkaa, kun kaikkien osallisena olevien toimielimien hyväksyttävissä oleva ehdotus on löytynyt tai määritetään, että toimielimien ei ole mahdollista päästä sopimukseen.

Määritetään, että mitään sopimusta ei voida saavuttaa, kun jokaista aloittaneen toimielimen hyväksyttävissä olevaa ehdotusta on yritetty, eli ehdotus on lähetetty ja vastaanotettu muilta osallisena olevilta toimielimiltä, eikä mitään sopimusta ei ole saavutettu.

Selvittelijän käyttö

Joissakin tapauksissa, kuten silloin kun kaksi tai useampi toimielin on osallisena selvittelevässä yhteysjaksossa, voidaan käyttää tietokoneprosessin muodossa olevaa välittäjää, joka tunnetaan selvittelijänä, ehdostusten vastaanottamiseksi toimielimiltä ja ehdotusten lähettämiseksi toimielimille. Keksinnön esimerkinomaisessa suoritusmuodossa, kun selvittelijä on mukana, selvittelyprosessi käsittää esimerkinomaisesti seuraavat elementit.

Tavoitehierarkia

1. Kaikilla toimielimillä on sama tavoitehierarkia, mutta eri toimielimillä eri solmut voidaan merkitä hyväksyttäväksi, hyväksymättömäksi, jne.

2. Tavoitteiden (eli solmujen) lukumäärä tavoitehierarkiassa on äärellinen.

Selvittelijä

1. Selvittelijä laittaa jonoon jokaisen ehdotuksen jonka se vastaanottaa ja lähettää jokaisen ehdotuksen jonka se vastaanottaa aloittavalle toimielimelle ja kaikille muille osallisena oleville toimielimille FIFO-järjestyksessä (first on, first out), ellei selvittely pääty ensin tai jokin toimielin vastaa ensin EI ehdotukseen.

2. Jos selvittelijä on lähettänyt kaikki ehdotukset jotka se on vastaanottanut ennen kuin se on vastaanottanut EI-vastauksen aloittavalta toimielimeltä, se lähettää kyselyn QUERY aloittavalle toimielimelle.

3. Selvittelijä päättää selvittelyn, jos

(a) jonkin ehdotuksen P kohdalla aloittava toimielin tai kaikki muut osallisena olevat toimielimet ovat informoineet selvittäjälle, että ne hyväksyvät ehdotuksen P. Tässä tapauksessa hyväksytty ratkaisu suoritetaan tietoliikenneverkossa.

(b) jonkin ehdotuksen P kohdalla aloittava toimielin vastaa EI selvittelijälle.

4. Selvittelijä lähettää ehdotuksen toimielimelle vain kerran.

Toimielimet

1. Kun toimielin vastaanottaa ehdotuksen selvittelijältä, se voi vastata KYLLÄ (hyväksyy), vastata EI tai lähettää vastaehdotuksen.

2. Kun aloitteleva toimielin vastaanottaa kyselyn QUERY selvittelijältä, se voi vastata EI tai lähettää ehdotuksen.

3. Toimielin lähettää vain ehdotuksen selvittelijälle, jos ehdotus on sen hyväksyttävissä.

4. Toimielin vastaa EI ehdotukseen tai kyselyyn QUERY, jos kullekin ehdotukselle Q, joka on toimielimen hyväksyttävissä, se on joko vastaanottanut Q:n selvittelijältä tai on lähettänyt Q:n selvittäjälle (Tämä merkitsee, että kaikki toimielimelle hyväksyttävissä olevat ehdotukset täytyy olla kyseisen toimielimen tai jonkin muun toimielimen ehdottamat ennen kuin toimielin on vastannut EI).

5. Toimielin lähettää ehdotuksen selvittäjälle vain kerran.

Selvittäjän ja toimielimien käyttämän selvittelyalgoritmin yksityiskohtainen selostus on annettu mukana seuraavassa liitteessä.

Edellä on esitetty selvittelyprosessi ristiriitojen ratkaisemiseksi hajautetussa järjestelmässä kuten tietoliikenneverkossa. Selvittelyprosessissa kutakin yksikköä edustaa toimielin. Toimielimet käyttävät tavoitehierarkioita ehdotusten ja vastaehdotusten kehittämiseksi muille toimielimille lähetettäväksi ja muilta toimielimiltä vastaanotettujen ehdotusten hyväksyttävyyden määrittämiseksi. Keksinnöllinen selvittelyprosessi sallii sopimusten saavuttamisen aktiviteettien muodostamiseksi yksiköiden välille hajautetussa verkossa (kuten tietoliikenneyhteyden tietoliikenneverkossa) ilman, että toimielimiä vaaditaan

muuttamaan tavoitteitaan ja ilman, että toimielimiä vaaditaan jakamaan rajoitettua informaatiota. Keksinnöllisellä selvittelyprosessilla on erityisenä etuna, että kun vastaanottava toimielin vastaanottaa hyväksymättömän ehdotuksen lähettävältä toimielimeltä, vastaanottava toimielin voi käyttää tavoitehierarkiaa lähettävän toimielimen tavoitteen päättelemiseksi. Vastaanottava toimielin voi myös käyttää tavoitehierarkiaa yrittääkseen löytää vaihtoehtoisen ehdotuksen, joka on hyväksyttävissä vastaanottavalle toimielimelle ja joka myös täyttää lähettävän toimielimen päätellyn tavoitteen. Edellä selostetussa keksinnön esimerkinomaisessa suoritusmuodossa kaikki selvittelyssä osallisena olevat toimielimet käyttävät samaa tavoitehierarkiaa, mutta erilaisilla hyväksyttävyyden tai hyväksymättömyyden merkinnöillä. Esillä olevan keksinnön vaihtoehtoisessa suoritusmuodossa selvittelyyn osallistuvat eri toimielimet voivat kuitenkin käyttää eri tavoitehierarkioita.

Lopuksi, keksinnön edellä selostetut suoritusmuodot on tarkoitettu vain esimerkinomaisiksi. Keksinnön lukuisat vaihtoehtoiset suoritusmuodot ovat alan ammattimiehille mahdollisia ilman, että poiketaan seuraavien patenttivaatimuksien hengestä ja puitteista.

Liite. Selvittelyalgoritmi

Tämä liite esittää algoritmin selvittelyä varten. Selvittelevien yksiköiden toimielimien lisäksi on olemassa myös selvittelijäprosessi, johon kaikki ehdotukset ja vastaehdotukset lähetetään. Ensimmäinen osa kuvaa selvittelijän toimenpiteitä ja toinen osa kuvaa toimielimen toimenpiteitä.

Selvittelijä

Kun selvittäjä vastaanottaa alkuehdotuksen, se aloittaa uuden selvityksen alustamalla useita datarakenteita. Datarakenteet ovat:

* *H* - kaikkien niiden ehdotusten sarja, jotka selvittäjä on lähettänyt toimielimille.

* *Q* - parien <*P*, *A*> jono, jossa *P* on yrittämätön ehdotus ja *A* on toimielin, joka on lähettänyt sen selvittelijälle.

* *A* - kaikkien osallisena olevien toimielimien sarja.

Datarakenteiden alustamisen jälkeen selvittelijä määrittää, mitä toimielimiä vaaditaan ehdotuksen valtuuttamiseksi ja lähettää ehdotuksen niille arviointia varten. Ehdotukselle *P* merkitään toimielimien sarjaa merkinnällä toimielimet*(P)*.

Alkuehdotus *P* aloittavalta toimielimeltä A_I

* Alusta datarakenteet *H*, *Q* ja *A* tyhjiksi.

* Lisää <*P*, A_I> jonon *Q* loppuun ja aloita selvittelykierros.

Selvittelykierros käsittää ehdotuksen lähettämisen toimielimille arviointia ja vastausten kokoamista varten. Kierroksen ensimmäisessä vaiheessa selvittelijä lähettää ehdotuksen aloittavalle toimielimelle (paitsi jos ehdotus oli aloittavan toimielimen lähettämä) sen määrittämiseksi, saavuttaako se aloittavan toimielimen tavoitteen ja onko se aloittavan toimielimen hyväksyttävissä. Jos aloittava toimielin hyväksyy ehdotuksen, niin selvittelijä lähettää

sen toisille toimielimille, joita tarvitaan sen valtuuttamiseksi ja niiden vastausten kokoamiseksi. Selvittelyprosessi voi koostua monista kierroksista. Ehdotusta *P* käyttävä selvittely aloitetaan seuraavilla toimenpiteillä selvittelijän puolelta:

Aloita kierros

* Jos jono *Q* on ei-tyhjä, poista ehdotus <*P*, *A*> *Q*:n edestä.

* Toista kun (*P* ∈ *H*) ja (*Q* ei ole tyhjä): poista ehdotus <*P*, *A*> *Q*:n edestä. (Tämä aihe takaa, että ehdotus lähetetään enintään kerran.)

* Jos *P* ∈ *H*, niin (koska *Q*:n täytyy olla tyhjä) päätä selvittely epäonnistuneena (sopimukseen ei päästy).

* Lisää *P* sarjaan *H*.

* Jos *A* ei ole A_I (aloittava toimielin), lähetä *P* A_I:hin ja odota sen vastausta:

- Jos A_I vastaa vastaehdotuksella *Q*, lisää <*Q*, A_I> jonon *Q* perään, ja päätä tämä kierros.

- Jos A_I vastaa *ei*, päätä tämä kierros.

(Tämä vaihe takaa, että aloittava toimielin hyväksyy ehdotuksen.)

* (Jos selvittelijä saavuttaa tämän vaiheen, joko $A = A_I$ tai A_I hyväksyy ehdotuksen *P*.) Lisää kaikki toimielimet *toimielimet(P):ssä* A*:han*.

* Kullekin *A* ∈ *toimielimet(P)* aseta muuttujille *hyväksytty[A]* ja *vastattu[A]* arvo *epätosi*.

* Lähetä ehdotus jokaiselle toimielimelle *toimielimet(P):ssä* ja kokoa vasteet.

Vastaus toimielimeltä A

* Aseta muuttujalle *vastattu[A]* arvo *tosi*.

* Jos vastaus on *kyllä*, aseta muuttujalle *hyväksytty[A]* arvo *tosi*.

* Jos vastaus on *ei*, niin aseta muuttujalle *hyväksytty[A]* arvo *epätosi*. (Vastauksen *ei* vastaanottaminen muulta toimielimeltä kuin aloittavalta toimielimeltä tar-

koittaa vain, että vastaava toimielin ei voi olla osallisena missään ratkaisussa. Mutta voi olla olemassa ratkaisu, joka koskee eri toimielimiä.)

* Jos vastaus on vastaehdotus $Q \notin H$ ja ei ole olemassa toimielintä B siten, että $\langle Q, B \rangle \in Q$, niin lisää $\langle Q, A \rangle$ jonon Q loppuun.

* Jos *vastattu[A]* = *tosi* jokaiselle toimielimelle $A \in$ *toimielimet*($P_{\underline{\text{nykyinen}}}$), niin

- Jos *hyväksytty[A]* = *tosi* jokaiselle toimielimelle $A \in$ *toimielimet*($P_{\underline{\text{nykyinen}}}$), niin

* Päätä selvittely ratkaisuun $P_{\underline{\text{nykyinen}}}$.

* Lähetä *hyväksytty* kaikille toimielimille *toimielimet*($P_{\underline{\text{nykyinen}}}$)*:ssä.*

* Lähetä *tehty* kaikille toimielimille *A - toimielimet*($P_{\underline{\text{nykyinen}}}$)*:ssä.*

- Jos *hyväksytty[A]= epätosi* ainakin yhdelle toimielimelle $A \in$ *toimielimet*($P_{\underline{\text{nykyinen}}}$), niin päätä tämä kierros ja aloita uusi selvittelykierros.

Selvittelijä ei päätä selvittelyä ennen kuin ratkaisu on löydetty tai vastaehdotusten jono on tyhjä. Selvittelijä lähettää kaikki ehdotukset P jotka se vastaanottaa kaikille toimielimille *toimielimet(P):ssä*, ellei joku toimielin ole jo hylännyt ehdotusta. Jos toimielin vastaa *ei* jos ja vain jos nykyinen ehdotus on hyväksymätön ja se on jo lähettänyt kaikki hyväksyttävät ehdotukset selvittelijälle, niin silloin selvittelijä toimii kuten vaaditaan taataakseen ratkaisun löytymisen.

Toimielimet

Toimielimien täytyy vastata ehdotuksiin ja sanomiin, jotka päättävät selvitettelyn. Aloittavan toimielimen täytyy muistaa alkutavoitteensa, ja hylätä jokainen ehdotus, joka ei ole tämän tavoitteen määrittely (sen hyväksyttävyydestä huolimatta). Aloittava toimielin asettaa muuttujan G yhtä suureksi kuin alkutavoitteensa. Kaikki toimielimet säilyttävät ehdotusten H sarjan, jotka ne ovat

lähettäneet ja vastaanottaneet. Aluksi asetetaan $H = 0$. Aloittava toimielin ja muuta toimielimet vastaavat vastaanotettuun ehdotukseen seuraavalla tavalla.

Aloittava toimielin

* Lisää *P* sarjaan *H*.

* Jos *P* on *G:n* hyväksyttävä määrittely, niin vastaa *kyllä*.

* Jos *P* ei ole hyväksyttävä tai ei ole *G:n* määrittely, niin

- Jos on olemassa *G:n* hyväksyttävä määrittely *R* siten, että $R \notin H$, niin

  * Lisää *R* sarjaan *H*.

  * Vastaa *R*:llä.

- Jos ei ole mitään *G:n* hyväksyttävää määrittelyä *R* siten, että $R \notin H$, niin vastaa **no**.

Sitä ei määritetä, kuinka määrittelyt tässä valitaan.

Muut toimielimet

* Lisää *P* sarjaan *H*.

* Jos *P* on hyväksyttävä, niin vastaa *kyllä*.

* Jos *P* ei ole hyväksyttävä, niin

- Jos on olemassa hyväksyttävä määrittely $R \notin H$, niin

  * Lisää *R* sarjaan *H*.

  * Vastaa *R*:llä.

- Jos ei ole mitään hyväksyttävää määrittelyä $R \notin H$, niin vastaa *no*.

Tämä menettely voi olla tehokkaampi, ilman että menetetään takuuta siitä, että löydetään ratkaisu, jos sellainen on olemassa, koska voidaan pienentää ehdotusten lukumäärää, joita ei-aloittavat toimielimet lähettävät. Ajatuksena on, että ei-aloittavat toimielimet eivät ehdota määrittelyitä, elleivät ne ole aloittavan toimielimen tavoitteen määrittelyitä. Huomataan, että jokainen määrittely, joka saavuttaa ei-aloittavan toimielimen, saavuttaa

aloittavan toimielimen tavoitteen. Siten ei-aloittavat toimielimet voivat päätellä, mikä aloittavan toimielimen tavoite on määrittelyiden sarjasta seuraavasti: Olkoon *I* tavoitteiden sarja, joka tähän mennessä on saatu selvittelystä. *I* hienomääritellään iteratiivisesti määrittelemällä, mitkä tavoitteet nykyinen ehdostus määrittelee, ja risteämällä tämän tavoitteiden sarja *I*:n nykyisellä arvolla. Lähetettävien ehdotusten lukumäärää pienennetään vaatimalla, että jokainen ehdotus, jonka toimielin lähettää, saavuttaa jonkin tavoitteen *I*:ssä. Tämä tehokkaasti pienentää ehdotusten tutkintatilaa.

Kaikki toimielimet - päättävät sanomat *hyväksytty* tai *tehty*.

* Aseta *H* tyhjäksi.

Huomataan, että toimielin suostuu ehdotukseen vain, jos ehdotus on hyväksyttävä eikä vastaa *ei* ellei se ole vastaanottanut hyväksymätöntä ehdotusta eikä ole myöskään vastaanottanut tai lähettänyt kaikkia tavoitteen *G* täyttäviä hyväksyttäviä ehdotuksia.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä akvititeetin luomiseksi kahden tai useamman yksikön välillä hajautetussa järjestelmässä, toimielimen edustaessa kutakin yksikköä, menetelmän käsittäessä vaiheet:

kukin toimielin kehittää ehdotuksia, jotka käsittävät toimintoja, jotka kyseinen hajautettu järjestelmä voi hyväksyä lähetettäväksi muille toimielimille, ja määrittää ovatko muilta toimielimiltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä vai hyväksymättömiä tutkimalla tavoitehierarkiaa, joka käsittää solmuja, jotka muodostuvat toiminnoista, jotka ovat hyväksyttäviä, hyväksymättömiä tai määrittämättömiä, vaihtaa ehdotuksia kyseisiä yksiköitä edustavien toimielimien kesken kunnes kaikki toimielimet määrittävät ehdotuksen hyväksyttäväksi tai määritetään, että mitään yhteisymmärrystä ei voida saavuttaa, ja

kun kaikki toimielimet määrittävät, että tietty ehdotus on hyväksyttävä, suorittaa kyseisessä hajautetussa järjestelmässä kyseisen tietyn ehdotuksen toiminnot, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää edelleen, kun tietty toimielin on vastaanottanut ehdotuksen, joka on määritetty hyväksymättömäksi, vaiheena:

vastaehdotuksen tutkimisen tavoitehierarkiasta liikkumalla ylöspäin tavaoitehierarkiassa määrittämättömän solmun löytämiseksi ja sen jälkeen liikkumalla alaspäin tavoitehierarkiassa määrittelyn löytämiseksi, joka on hyväksyttävä, ja kyseisen määrittelyn lähettämisen vastaehdotuksena toiselle toimielimelle.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kyseisiä ehdotuksia vaihdetaan toimielimien kesken käyttämällä selvittelijää.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ehdotuksia vaihdetaan suoraan toimielimien kesken.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaikki toimielimet käyttävät samaa tavoitehierarkiaa.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että toimielimet käyttävät eri tavoitehierarkioita.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hajautettu järjestelmä on tietoliikenneverkko ja että kyseinen aktiviteetti käsittää tietoliikenneyhteyden muodostamisen kahden tai useamman yksikön välille tietoliikenneverkossa.

7. Hajautettu järjestelmä, joka käsittää useita autonomisia yksiköitä (20, 22, 28), jotka osallistuvat aktiviteettiin kyseisessä hajautetussa järjestelmässä,

toimielimen (40), joka edustaa kutakin yksikköä, kunkin toimielimen kehittäessä ehdotuksia muille toimielimille lähetettäväksi ja määrittäessä, ovatko toiselta toimielimeltä vastaanotetut ehdotukset hyväksyttäviä, ehdotuksen käsittäessä toimintoja, jotka voidaan suorittaa kyseisessä hajautetussa järjestelmässä,

muistilaitteen (42) informaation tallettamiseksi, jota kyseiset toimielimet voivat käyttää tiettyjen ehdotusten kehittämiseksi muille toimielimille lähetettäväksi ja sen määrittämiseksi, ovatko muilta toimielimiltä vastaanotetut tietyt ehdotukset hyväksyttäviä vai hyväksymättömiä,

t u n n e t t u siitä, että se käsittää laitteen (40), joka toimielimen vastaanottaessa toiselta toimielimeltä ehdotuksen, joka vastaa tavoitehierarkiassa hyväksymättömäksi merkittyä solmua, tutkii tavoitehierarkiasta vastaehdotusta liikkumalla ylöspäin tavoitehierarkiassa kunnes saavutetaan määrittelemätön solmu ja liikkumalla sen jälkeen alaspäin tavoitehierarkiassa määrittämättömän solmun hyväksyttävän määrittelyn löytämiseksi ja kehittää

vastaehdotuksen, joka toteuttaa kyseisen toisen toimielimen päätellyn tavoitteen.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että kyseinen hajautettu järjestelmä on tietoliikenneverkko ja että kyseinen aktiviteetti on tietoliikenneyhteys kahden tai useamman yksikön välillä tietoliikenneverkossa.

Patentkrav

1. Förfarande för att skapa en aktivitet mellan två eller flera enheter i ett decentraliserat system, när ett operativorgan representerar respektive enhet, varvid förfarandet omfattar följande steg:

respektive operativorgan genererar förslag, som omfattar funktioner, vilka det decentraliserade systemet i fråga kan godkänna att sändas till andra operativorgan och definierar huruvida förslag som mottagits från andra operativorgan är acceptabla eller oacceptabla genom att undersöka en målhierarki, som omfattar noder, vilka består av funktioner som är acceptabla, oacceptabla eller odefinierbara, byter förslag mellan operativorgan som representerar enheterna i fråga, tills alla operativorgan definierar förslaget som acceptabelt eller definieras att inget samförstånd kan uppnås, och

när alla operativorgan definierar att ett visst förslag är acceptabelt, utför i det decentraliserade systemet i fråga funktionerna för det bestämda förslaget i fråga, kännetecknat av att förfarandet vidare omfattar, när ett visst operativorgan har mottagit ett förslag som har definierats som oacceptabelt, som steg:

undersökning av ett motförslag från målhierarkin genom att röra sig uppåt i målhierarkin för att hitta en odefinierad nod och därefter genom att röra sig nedåt i målhierarkin för att hitta en definition, som är acceptabel, och sändning av definitionen i fråga som ett motförslag till det andra operativorganet.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att förslagen i fråga byts ut mellan operativorganen genom användning av en utredare.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att förslagen byts ut direkt mellan operativorganen.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att alla operativorgan använder samma målhierarki.

5. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att operativorganen använder olika målhierarkier.

6. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att det decentraliserade systemet är ett telekommunikationsnät och att aktiviteten i fråga omfattar bildandet av en telekommunikationsförbindelse mellan två eller flera enheter i telekommunikationsnätet.

7. Decentraliserat system, som omfattar ett flertal autonoma enheter (20, 22, 28), vilka deltar i aktiviteten i det decentraliserade systemet i fråga,

ett operativorgan (40) som representerar varje enhet, varvid respektive operativorgan genererar förslag för sändning till andra operativorgan och definierar, huruvida förslag som mottagits från ett annat operativorgan är acceptabla, varvid förslaget omfattar funktioner, som kan utföras i det decentraliserade systemet i fråga,

en minnesanordning (42) för lagring av information, som operativorganen i fråga kan använda för att generera vissa förslag för sändning till andra operativorgan och för att definiera, huruvida vissa förslag som mottagits från de andra operativorganen är acceptabla eller oacceptabla,

kännetecknat av att det omfattar en anordning (40), vilken, när operativorganet mottar från ett annat operativorgan ett förslag som motsvarar en i målhierarkin som oacceptabel angiven nod, undersöker ett motförslag från målhierarkin genom att röra sig uppåt i målhierarkin tills en odefinierad nod uppnås och genom att därefter röra sig nedåt i målhierarkin för att hitta den odefinierade nodens acceptabla definition och genererar ett motförslag, som förverkligar ifrågavarande andra operativorgans beräknade mål.

8. System enligt patentkrav 7, kännetecknat av att det decentraliserade systemet är ett telekommunikationsnät och aktiviteten i fråga är en telekommunikationsförbindelse mellan två eller flera enheter i ett telekommunikationsnät.

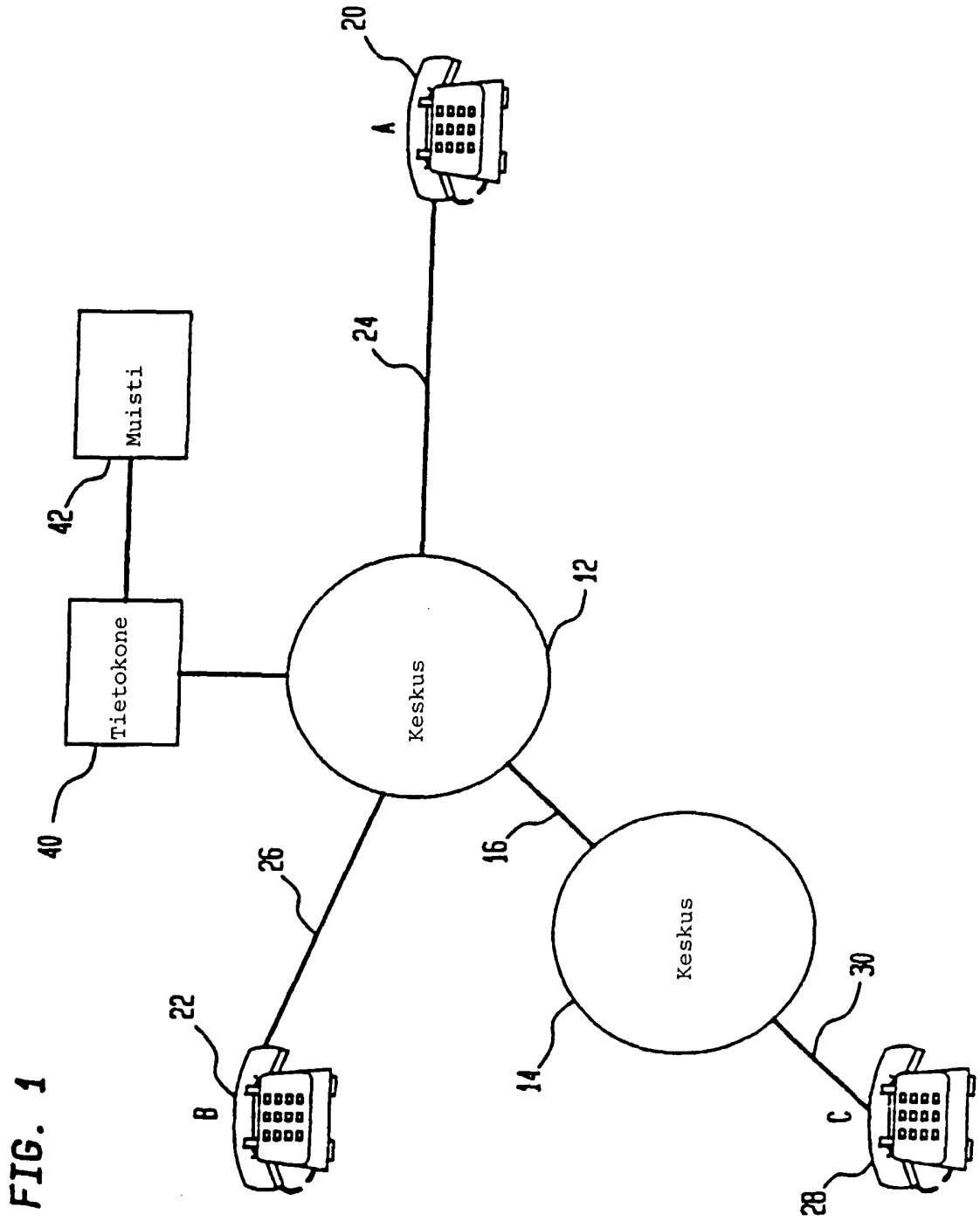

20
A
24
Muisti
42
Tietokone
40
Keskus
12
26
16
22
B
Keskus
14
30
C
28

FIG. 1

FIG. 2

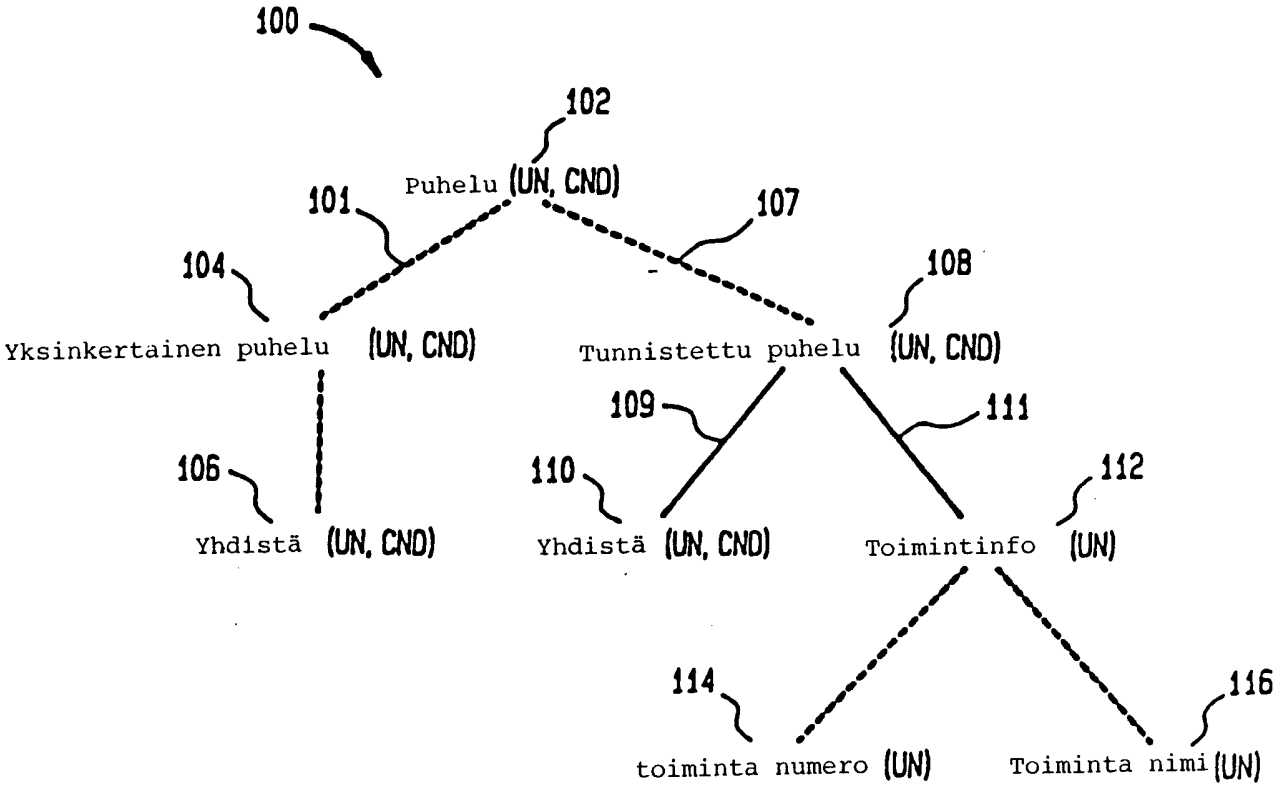

100
102
Puhelu (UN, CND)
101
107
104
108
Yksinkertainen puhelu (UN, CND)
Tunnistettu puhelu (UN, CND)
109
111
106
110
112
Yhdistä (UN, CND)
Yhdistä (UN, CND)
Toimintinfo (UN)
114
116
toiminta numero (UN)
Toiminta nimi (UN)

FIG. 3A

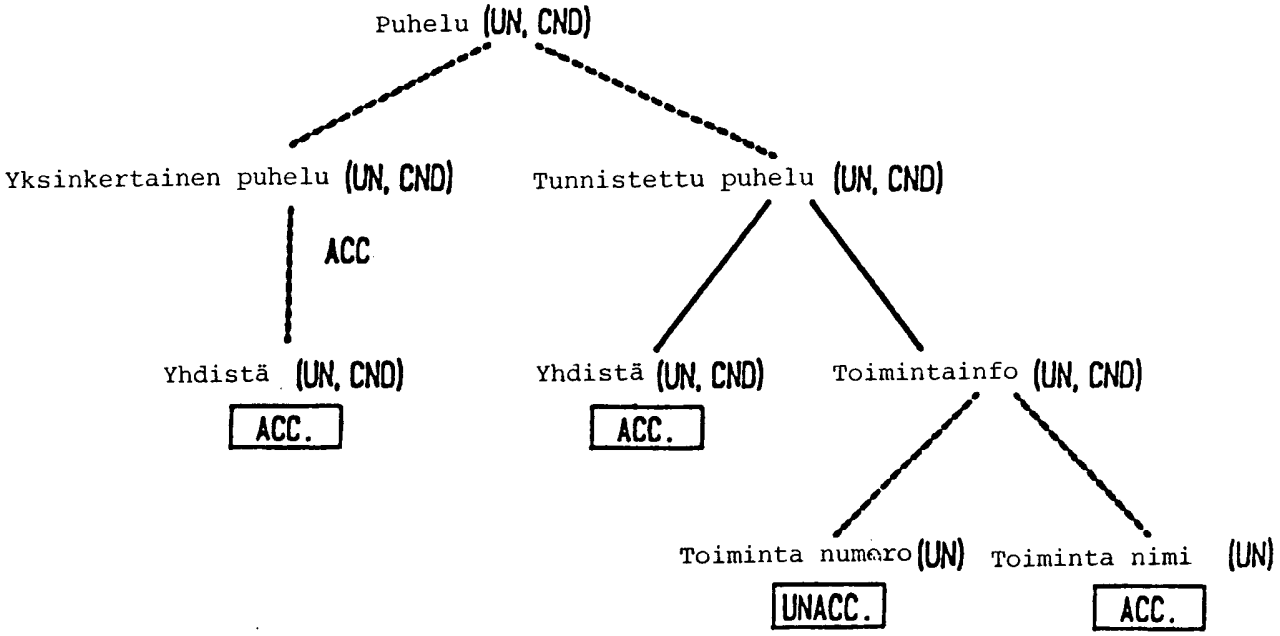
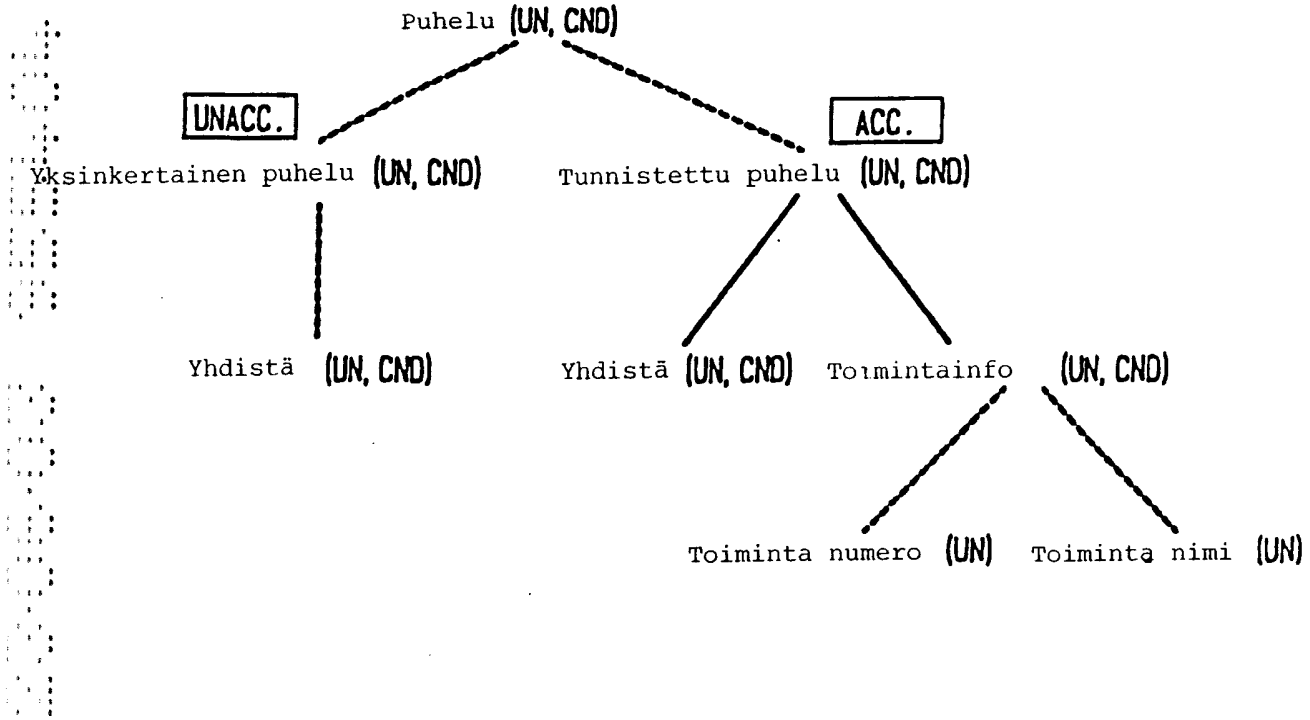

Puhelu (UN, CND)
Yksinkertainen puhelu (UN, CND)
Tunnistettu puhelu (UN, CND)
ACC
Yhdistä (UN, CND)
ACC.
Yhdistä (UN, CND)
ACC.
Toimintainfo (UN, CND)
Toiminta numero (UN)
UNACC.
Toiminta nimi (UN)
ACC.

FIG. 3B


Puhelu (UN, CND)
UNACC.
ACC.
Yksinkertainen puhelu (UN, CND)
Tunnistettu puhelu (UN, CND)
Yhdistä (UN, CND)
Yhdistä (UN, CND)
Toimintainfo (UN, CND)
Toiminta numero (UN)
Toiminta nimi (UN)