



SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN



(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 123451 B

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

15.05.2013

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

H04L 29/08 (2006.01)

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20086085

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag

17.11.2008

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag

17.11.2008

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

18.05.2010

(73) Haltija - Innehavare

1 • Sensinode Oy, Hallituskatu 13-17 D, 90100 Oulu, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • Shelby, Zachary, Sotkamo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Kolster Oy Ab, Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja laite resurssien virtualisoimiseksi
Förfarande och anordning för virtualisering av resurser

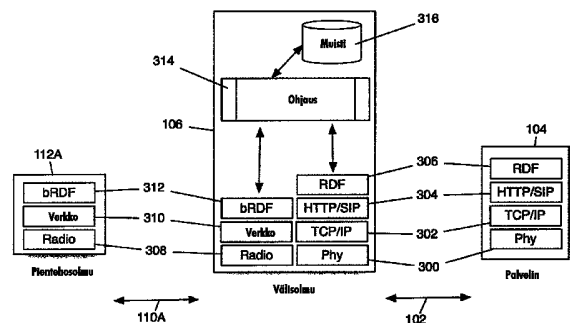
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 2003112232 A1, US 2007210916 A1, SCHUERMAN, V. ET AL., XML-based Middleware approach for Industrial Wireless Communication Systems, IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 2008. ETFA 2008, 2008-09-15, IEEE, Piscataway, NJ, USA, sivut 632 - 639, DELICATO, F. ET AL., A Flexible Web Service based Architecture for Wireless Sensor Networks, Proceedings of the 23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, 2003 IEEE, COMPUTER SOCIETY, 6 sivua, REED, C. ET AL., OGC(R) SENSOR WEB ENABLEMENT: OVERVIEW AND HIGH LEVEL ARCHITECTURE, Autotestcon, 2007 IEEE, 2007-09-01, sivut 372-380, KAWAHARA, Y. ET AL., Designing a Framework for Scalable Coordination of Wireless Sensor Networks, Context Information and Web Services, 7th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, 2007. ICDCSW '07, IEEE, Pi, 2007-06-01, 5 sivua, MESHKOVA, E. ET AL., A survey on resource discovery mechanisms, peer-to-peer and service discovery frameworks, COMPUTER NETWORKS, 20080808, VOL. 52, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V., AMSTERDAM, NL, sivut 2097 - 2128, SAVIO, D. ET AL., Web-Service Enabled Wireless Sensors in SOA Environments, IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 2008. ETFA 2008, IEEE, Piscataway, NJ, USA, sivut 952 - 958

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö liittyy laitteistoon ja menetelmään resurssien virtualisoimiseksi. Laitteisto on konfiguroitu tallentamaan useiden laitteistoon toiminnallisesti kytkettyjen resurssien resurssikuvaukset, jotka käsittävät resurssitunnistietoja, luomaan ja tallentamaan vastaanotettujen resurssikuvausten vaihtoehtoisia kuvauksia muuttamalla ainakin osaa kuvausten tunnistiedoista, julkaisemaan ainakin osan resurssikuvauksista verkossa ja käsittelemään resursseihin liittyvästä verkosta saatuja resurssitietopyyntöjä.

Uppfinningen avser en anordning och ett förfarande för virtualisering av resurser. Anordningen är konfigurerad att lagra resursbeskrivningar av flera till anordningen funktionellt kopplade resurser, vilka resursbeskrivningar omfattar resursidentifieraradata, att skapa och lagra alternativa beskrivningar av de mottagna resursbeskrivningarna genom att ändra åtminstone en del av beskrivningarnas identifieraradata, att publicera åtminstone en del av resursbeskrivningarna i nätet och behandla resursdatabegäranden som erhållits från nätet i anslutning till resurserna.



Menetelmä ja laite resurssien virtualisoimiseksi

Ala

Keksinnön kohteen on menetelmä ja laite resurssien virtualisoimiseksi. Erityisesti keksinnön kohteena on resurssien virtualisoiminen upotetuissa tietokoneverkoissa.

Tausta

Seuraava tekniikan tason kuvaus voi sisältää näkemyksiä, havaintoja, tietoja tai kuvauksia tai kuvauksiin liittyviä asioita, joita tekniikan tasossa ei tunnettu ennen keksintöä, mutta jotka keksintö tuo esille. Joitakin tällaisia asioita, joita keksinnöllä saadaan aikaan, tuodaan mahdollisesti erityisesti esiin alla olevassa, kun taas muu keksinnöllä aikaansaattava tulee esiin kontekstista.

Anturiverkkojen käyttö rakennuksissa ja muissa ympäristöissä on lisääntynyt viime vuosina. Antureita voidaan käyttää mittaamaan erilaisia fyysisiä parametrejä, kuten lämpötilaa, kosteutta, ääntä ja liikettä, esimerkiksi. Antureilta kerättyä tietoa voidaan käyttää eri tarkoituksiin, kuten kotien automaatioon tai ympäristön turvavalvontaan tai muihin tarkoituksiin. Anturiverkot voivat olla langallisia tai langattomia. Langattomien anturiverkkojen tarkastelu on viime aikoina herättänyt kasvavaa mielenkiintoa langattomien pientehoisten viestintätekniikoiden kehittyessä.

Langattomat pientehoverkot, kuten IEEE 802.15.4:ään perustuvat upotetut ja anturiverkot, ovat erittäin energiatehokkaita, ja sirutekniikka on halpaa. Tästä syystä teknologia etenee upotettuihin laitteisiin hyvin nopeasti automaation, mittauksen, seurannan ja ohjauksen osalta, esimerkiksi. Kuitenkin näissä laitteissa on erittäin rajoitetut resurssit tiedon siirtämiseen.

Nykyisin on tavanomaista suunnitella ja toteuttaa sovellusprotokollia IP-pohjaisille pientehoisille langattomille verkoille siten, että jokainen suunnittelija tekee omaa bittiformaattiaan, joka yleensä on käyttökelpoinen vain kyseisessä verkossa. Näin ollen langattoman anturiverkon liittäminen paikalliseen tai etäsovellukseen reitittimenä toimivan laitteen kautta anturiverkkoa käyttämällä on erittäin omistajakohtainen rakenne. Kutakin anturiverkkoa kohdellaan erillisenä alueena. Verkon käyttöön tarvitaan aina sovelluskohtainen paikallinen ratkaisu. Tällä hetkellä tällaisten verkkojen käyttöä pyytävän sovelluksen on tuettava kaikki verkkotyyppejä erikseen. Jokaisessa verkossa voi olla oma tekniikkansa resurssien löytämiseksi ja tiedon välittämiseksi ja se voi jopa olla sovellus- tai myyjäkohtainen.

Lisäksi käytössä on useita erilaisia viestintäteknikoita, kuten EEE 802.15.4-pohjaisia ratkaisuja tai Bluetooth Ultra Low Power (ULP) ratkaisuja. Nämä ratkaisut eivät ole keskenään yhteensopivia. Näin ollen matkaviestin, joka yrittää päästä paikalliseen langattomaan anturiverkkoon, voi kohdata yhteensopimattoman langattoman tekniikan. Vaikka paikalliseen verkkoon pääseminen internetin kautta joskus tarjoaa ratkaisun, se ei aina ole käytännöllistä eikä edes mahdollista. Tilanne on erittäin hankala erityisesti, jos tarkoitus on saada anturiverkot laajassa mitassa matkaviestimien käyttöön.

Lyhyt kuvaus

10 Keksinnön tarkoituksena on saada aikaan parempi ratkaisu langattomien anturiverkkojen resursseihin pääsemiseksi.

Keksinnön erään aspektin mukaan tarjotaan laitteisto, joka on konfiguroitu tallentamaan laitteistoon toiminnallisesti kytkettyjen useiden resurssien resurssikuvauksia, jotka käsittävät resurssitunnistetietoja, kuten resurssirajapinnan, luomaan ja tallentamaan vastaanotettujen resurssikuvausten vaihtoehtoisia kuvauksia muuttamalla ainakin resurssikuvauksen resurssirajapinta laitteiston rajapintaan, julkaisemaan ainakin osa resurssikuvauksista verkossa, johon laitteisto on yhteydessä, käsittelemään resursseihin liittyvästä verkosta tulevia resurssitietopyyntöjä.

20 Keksinnön erään toisen aspektin mukaan toteutetaan resurssien virtualisoimiseksi tarkoitettu menetelmä, jossa tallennetaan useiden resurssitunnistetietoja, kuten resurssirajapinnan, käsittävien resurssien resurssikuvauksia, luodaan ja tallennetaan vastaanotettujen resurssikuvausten vaihtoehtoisia kuvauksia muuttamalla ainakin resurssikuvauksen resurssirajapinta laitteiston rajapinnaksi, julkaistaan ainakin joitakin resurssikuvauksia verkossa, johon laitteisto on yhteydessä, käsitellään resursseihin liittyvästä verkosta saatuja resurssitietopyyntöjä.

Keksinnön suoritusmuodoilla saadaan monia etuja. Suoritusmuotojen ansiosta resurssit havaitaan skaalattavalla ja universaalilla tavalla. Lisäksi useita langattomia anturiverkkoja saadaan saumattomasti liitettyä paikallisiin ja internet-pohjaisiin sisältöpalveluihin. Lisäksi keksinnön suoritusmuotojen ansiosta saadaan aikaan yleismaailmallinen viestintäjärjestelmä käytettäväksi pien-tehoisissa langattomissa verkoissa, joissa tähän mennessä on käytetty ainoastaan omistajasovelluskohtaisia protokollia.

35 Keksinnön suoritusmuotoja voidaan käyttää antureita, toimilaitteita tai yleisesti upotettuja laitteita käsittävien verkkojen yhteydessä.

Kuvioluettelo

Keksinnön suoritusmuotoja, jotka on tarkoitettu ainoastaan esimerkiksi, kuvataan seuraavassa viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

5 Kuvio 1 esittää erästä esimerkkiä verkosta, johon keksinnön suoritusmuotoja voidaan soveltaa;

Kuvio 2 on vuokaavio, joka havainnollistaa keksinnön erästä suoritusmuotoa;

Kuvio 3 esittää keksinnön erään suoritusmuodon mukaisia protokollapinoja;

10 Kuvio 4 esittää erästä esimerkkiä välisolmusta tai reitittimestä;

Kuvio 5 on vuokaavio, joka havainnollistaa keksinnön suoritusmuotoja;

Kuvio 6 on vuokaavio, joka havainnollistaa erästä esimerkkiä XML-viestin pakkaamisesta; ja

15 Kuvio 7 esittää erästä esimerkkiä viestien vaihtamisesta.

Suoritusmuotojen kuvaus

20 Alla olevat suoritusmuodot ovat esimerkkejä. Vaikka selityksessä voidaan viitata ”johonkin”, ”yhteen” tai ”joihinkin” suoritusmuotoon/-muotoihin eri kohdissa, tämä ei välttämättä tarkoita, että joka kohdassa viitattaisiin samaan suoritusmuotoon/samoihin suoritusmuotoihin, tai että piirre liittyy vain yhteen suoritusmuotoon. Eri suoritusmuotojen yksittäisiä piirteitä voidaan myös yhdistää muiden suoritusmuotojen aikaansaamiseksi.

25 Kuviossa 1 esitetään eräs esimerkki verkkotopologiasta, johon keksinnön mukaisia suoritusmuotoja voidaan soveltaa. Kuvion 1 esimerkin mukainen verkkotopologia käsittää kaksi langatonta anturiverkkoa 114A, 114B, jotka on liitetty reitittimeen tai välisolmuun 106. Pientehoisia langattomia verkkoja voidaan liittää internet-/intranet- ja IP-pohjaiseen verkkoon välisolmun 106 kautta, joka on fyysisesti joko langaton reititin pientehoisen langattoman verkon ja internetin/intranetin välillä tai reunapalvelin, joka on IP-verkossa tai jos-

30 sain muussa verkkoon liitettyssä verkkoyksikössä. Internet/intranet-yhteys voi olla langallinen tai langaton.

Langattomat anturiverkot 114A, 114B käsittävät radorajapintoja 116A ja, vastaavasti, 116B. Radorajapinnat voidaan toteuttaa käyttämällä IEEE 802.15.4:ää yhdessä Internet Protocol v6:n (6lowpan) kanssa, IEEE

35 802.15.4 yhdessä ZigBeen, Bluetoothia tai Bluetooth Ultra Low Power (ULP),

5 pientehoista langatonta paikallisverkkoa (Low Power Wireless Local Area Network), omistajakohtaista pientehoista radiota, solukkoradiojärjestelmää tai mitä tahansa muuta järjestelmää, joka soveltuu pienteholähettykseen. IEEE on lyhenne sanoista Institute of Electrical and Electronics Engineers. Radiorajapinnat 116A, 116B voivat olla keskenään yhteensopimattomia.

Yksinkertaisuuden vuoksi kuvion 1 esimerkissä molemmat langattomat anturiverkot 114A, 114B käsittävät yhden solmun 112A, 112B. Todellisuudessa monet anturiverkot voivat käsittää useita solmuja. Verkko ovi olla monijänteinen solmujen verkko, jossa jokaisesta solmusta ei ole suoraa yhteyttä reitittimeen, vaan yhteys reitittimeen on verkon jonkin toisen solmun kautta.

Verkkojen solmut 112A, 112B tarjoavat dataa jonkin palvelimen tai sovelluksen käyttöön. Data voi olla esimerkiksi lämpötila-, kosteus-, ääni- tai liikeanturidataa. Rajapintaa, jonka anturisolmut tarjoavat anturitietoihin pääsemiseksi, kutsutaan resurssiksi. Resurssi voisi myös olla solmun hallinta- tai ohjausrajapinta.

Solmut voivat myös olla toimilaitteita, kuten ohjattavia valoa emittoivia diodeja, ledejä (LED, light emitting diode), servomootoreita, moottoreita tai upotettavia laitteita yleisesti. Seuraavassa käytetään termiä ”anturiverkko”, mutta kuten alan ammattilaiselle on selvää, voitaisiin myös käyttää termiä ”upotettu verkko” tai ”anturi- ja toimilaitteverkko”.

Kuviossa 1 nähdään internetissä oleva palvelin 104, joka voi käyttää langattomien anturiverkkojen resurssseja. Anturiverkon jokainen resurssi on kuvattu resurssikuvauksessa. Resurssikuvaukset on saatavissa solmuista tai jostain ulkoisesta lähteestä, kuten radiotaajuustunnistenimiöstä (RFID) 108, joka on toiminnallisesti kytketty 110 reitittimeen.

Reitittimen 106 yhteydet internetiin/intranettiin ja palvelimelle 104 ovat IP-pohjaisia yhteyksiä. Internet-ympäristössä resurssit voidaan tyypillisesti kuvata käyttämällä internetin resurssien kuvauskieltä, kuten Resource Description Framework'ia (RDF) tai Atomia. Molemmat näistä esimerkkikielistä ovat Extensible Markup Language (XML) -pohjaisia kieliä. XML:ää voidaan käyttää minkä tahansa tyyppisen tiedon esittämiseen. XML-pohjaiset viestit muodostuvat rakenteisista XML-nimiöistä.

Seuraavassa RDF:ää käytetään esimerkkinä internetin resurssien kuvauskielestä. On kuitenkin huomattava, että mitä tahansa muuta kieltä voidaan myös käyttää ja että keksinnön suoritusmuotoja ei ole rajattu RDF:ään tai

mihinkään tiettyyn kieleen tai protollaan, kuten alan asiantuntija hyvin ymmärtää.

Resurssikuvaukset voidaan siirtää internetissä käyttämällä eri protokollia. Kun RDF-viestejä siirretään internetin yli, niissä käytetään sovellusprotokollana esim. HTTP:tä TCP/IP:n yli tai Session Initiation Protocol:ia (SIP) TCP/IP:n yli. Myös SOAP-protokollaa voidaan käyttää. SOAP on internet-palvelun viestintäprotokolla, jota käytetään laajasti automaattiviestien siirtämisessä internetissä olevien tietokonepalvelimien välillä. SOAP tarjoaa laajenevan formaatin viestien vaihtoon tietokoneiden välillä minkä tahansa tietyn tehtävän toteuttamiseksi. Tällä hetkellä SOAP-viestin sisältö koodataan käyttämällä Extensible Markup Language-kieltä (XML).

XML-pohjaisen RDF:n ja HTTP:n tai SIP:in käyttö yli TCP/IP:n on hyvin tehoton ja raskas ratkaisu pientehoisille verkoille, joissa on hyvin rajoitetut tiedonsiirtosuorituskyvyt.

Erään suoritusmuodon mukaan väliyksikkö, verkkoyksikkö tai reititin 106 voi pakata XML-pohjaiset protokollat binaarimuotoiseen protokollaan, joka käsittää samat viestielementit binaarimuodossa. Binaarimuotoinen protokolla on erittäin tehokas ja sopiva pientehoiisiin anturiverkkoihin, jotka säilyttävät XML-pohjaisten protokollien kaiken viestitiedon. Vastaavasti, reititin 106 voi purkaa binaarimuotoisten viestien pakkauksen XML-pohjaisiksi protokolliksi. Reititin tai välisolmu 106 voi siis lähettää resurssikuvauksia ja mainoksia internetissä/intranetissä käyttämällä XML-pohjaista kuvauskieltä, kuten RDF:ää, ja resurssidatapyyntöjä ja -vastauksia voidaan lähettää käyttämällä SOAP-, SIP-, HPPT- tai mitä tahansa muuta sopivaa protokollaa. Kuitenkin reitittimen tai välisolmun 106 ja anturisolmujen väliset yhteydet toteutetaan edellä mainittujen protokollien binaariversioina. Binaarikoodattu viestintä kuljettaa XML-pohjaisen viestinnän kaiken toiminnallisuuden mutta tarvitsee vain hyvin vähän lähetyskapasiteettia, joten se soveltuu pientehoiisiin ja matalan kapasiteetin verkkoihin. Erään suoritusmuodon mukaan pakkaaminen ja pakkaamisen purkaminen XML:n ja binaarimuotojen välillä tehdään reitittimessä tai välisolmussa 106. Nämä konversiot kuvataan myöhemmin.

Kuviossa 2 havainnollistetaan keksinnön erästä suoritusmuotoa. Suoritusmuoto alkaa vaiheesta 200. Vaiheessa 202 laitteisto vastaanottaa ja tallentaa useiden laitteistoon toiminnallisesti kytkettyjen resurssien resurssikuvaukset. Laitteisto voi olla liitettynä langattomaan anturiverkkoon, joka käsittää anturilaitteiden ryhmän (tai upotettuja laitteita yleensä), ja anturilaitte voi liittyä

ainakin yhteen resurssiin. Laite voidaan toteuttaa reitittimellä tai välisolmukka 106, joka voi olla fyysisesti joko langaton reititin pientehoisen langattoman verkon ja internetin/intranetin välillä tai reunapalvelin internetissä/intranetissä. Resurssikuvaukset käsittävät resurssien tunnistetietoa. Resurssien tunnistetieto
5 voi käsittää ainakin yhden seuraavista: resurssirajapinnan, resurssirajapinnan sijainnin, rajapinnan määrittelyn sijainnin, yksilöllisen resurssitunnisteen (ID) ja resurssiominaisuudet. Resurssiominaisuudet voivat käsittää tietoa esimerkiksi anturilaitteella saatavilla olevista anturityypeistä, siitä, kuinka usein anturia voidaan lukea ja siitä, onko anturitieto vietävissä välimuistiin. Erään suoritusmuodon mukaan resurssikuvaukset vastaanotetaan anturilaitteilta. Lisäksi
10 kuvaukset voidaan tallentaa laitteistoon manuaalisesti tai ne voidaan konfiguroida etukäteen laitteiston muistissa.

Vaiheessa 204 reititin luo ja tallentaa vaihtoehtoiset kuvaukset vastaanotetuista resurssikuvauksista vaihtamalla ainakin osan kuvauksien tunnistetiedoista. Vaihtoehtoisten kuvausten luonnin yhteydessä laitteisto voi muuttaa resurssikuvauksen resurssirajapinnan laitteiston rajapintaan. Lisäksi laitteisto voi vaihtaa vastaanotetun resurssikuvauksen resurssirajapinnan vaatiman protokollan johonkin laitteiston tukemaan protokollaan. Resurssikuvauksessa voidaan esimerkiksi osoittaa, että resurssi käyttää binaarista SOAP-
20 protokollaa viestinnässä. Reititin voi luoda vaihtoehtoisia kuvauksia, joissa käytettävä protokolla vaihdetaan esimerkiksi SOAP- tai SIP-protokollaan. Nämä konversiot kuvataan myöhemmin.

Vaiheessa 206 reititin julkaisee ainakin osan resurssikuvauksista verkossa. Julkaisemalla tai mainostamalla resurssikuvauksia reititin saattaa
25 resurssikuvaukset saataville niille käyttäjille, tietokoneille ja palvelimille, jotka haluavat päästä internetiin/intranettiin, johon reititin on kytkeytyneenä. Verkon palvelimet voivat toivoa pääsyä resurssien tarjoamiin tietoihin. Palvelimet ilmoittavat tiedontarpeensa lähettämällä resurssidatapyynnön resurssikuvauksessa annettuun osoitteeseen. Erään suoritusmuodon mukaan reititin on määritellyt itsensä datapyyntöjen vastaanottajaksi julkaistuissa resurssikuvauksissa.
30

Vaiheessa 208 reititin konfiguroidaan vastaanottamaan ja käsittelemään resursseihin liittyviä datapyyntöjä. Resurssista riippuen reititin voi vastata pyyntöön välimuistin datalla tai reititin voi lähettää pyynnön asianomaiselle
35 resurssille. Reititin voi myös mukauttaa pyynnön protokollan resurssin käyttämään protokollaan. Jos reititin esimerkiksi vastaanottaa SOAP-pyyntöä (jonka

perustana on vaihtoehtoinen resurssikuvaus, jossa SOAP:ia mainostetaan yhteysprotokollana), mutta resurssi tukee binaarimuotoista SOAP:ia, reititin voi toimittaa viestin resurssille, joka käyttää binaari-SOAP:ia. Vastaavasti, reititin pitää huolta protokollasta lähettäessään vastauksen edelleen resurssilta sitä
 5 pyytäneelle palvelimelle. Suoritusmuoto päättyy vaiheeseen 210.

Kuviossa 3 esitetään keksinnön erään suoritusmuodon mukaisia protokollapinoja. Kuviossa 3 nähdään välisolmu tai reititin 6, joka on liitetty pientehoiseen solmuun tai pientehoisen anturiverkon anturiin 112A pientehois-
 10 sen langattoman yhteyden 116A välityksellä. Reititin on edelleen liitetty palvelimeen 104 IP-pohjaisen verkon, kuten internetin/intranetin 102, välityksellä.

Kuvion 3 esimerkissä reititin 106 on konfiguroitu kommunikoidaan IP-pohjaisen verkon kanssa palvelimella 104 käyttäen XML-koodattua RDF-
 viestintää ja pientehoisilla solmuilla käyttäen binaarikoodattua RDF-viestintää. XML-koodatussa RDF-viestinnässä protokollapinot 300, 302 ja 304 käsittävät
 15 fyysisen kerroksen, jota seuraa TCP/IP ja HTTP. RDF 306 siirretään HTTP:llä käyttäen Request/Response POST:ia tai GET:ia. RDF-viestin sisältö koodataan käyttämällä XML:ää. HTTP:n asemesta voidaan käyttää muita sovellusprotokollia, kuten SIP:tä.

Binaarinen koodattu RDF-viestintä on pakattu versio XML-
 20 koodatusta viestinnästä. XML-nimiöiden asemesta käytetään binaarivastineita ja vastaavaa sidontaa. Binaarinen koodattu RDF-viestintä kuljettaa mukanaan RDF-viestinnän koko toiminnallisuuden mutta tarvitsee vain hyvin vähän siirtokapasiteettia, joten se soveltuu pientehoiisiin ja matalan kapasiteetin verkkoihin. XML-koodatun RDF:n muutos ei koodaa ainoastaan XML-nimiöitä vaan ottaa
 25 myös huomioon HTTP- ja TCP/IP-sidonnan. RDF voidaan siis siirtää epäluotettavien verkkojen yli.

Binaarisessa koodatussa RDF:ssä pientehoisten solmujen ja välisolmun tai reitittimen protokollapinot 308, 310 ja 312 koostuvat radiokerroksesta, verkkokerroksesta ja binaarisesta RDF-koodauksesta. Verkkokerros mää-
 30 räytyy käytetyn langattoman yhteystekniikan mukaan. Verkkokerroksen perustana voi olla esimerkiksi IPv6 (6lowpan) IEEE802.15.4:n yli ja siinä voi olla User Data Protocol (UDP). Binaarinen koodattu RDF voidaan ajaa suoraan verkon yli ilman HTTP:tä. XML-koodaus korvataan kompaktilla binaarikoodauksella. Tässä tapauksessa RDF on sidottu pientehoisien langattomaan pinoon
 35 käyttämällä epäluotettavaa kuljetusta, kuten UDP:tä.

Erään suoritusmuodon mukaan, kun viestejä siirretään pientehoisen solmun 112 ja palvelimen 104 välillä, reititin on konfiguroitu suorittamaan RDF-koodausmuunnoksen XML-pohjaisen ja binaariviestinnän välillä. Reititin voi käsittää prosessorin 314, joka käyttää pakkauksessa/pakkauksen purussa käytettyä kompressio/dekompressialgoritmia, ja muistin 316 pakkauksen/pakkauksen purun määrittävien hakutaulukoiden ryhmän tallentamiseksi.

Eräässä suoritusmuodossa hakutaulukoiden ryhmä kuvaa, miten resurssikuvaukset, -pyynnöt ja vastaukset sijoitetaan pientehoisen binaariviestinnän ja XML-pohjaisen viestinnän väliin.

10 Kuviossa 4 havainnollistetaan esimerkki välisolmusta tai reitittimestä 106. Reititin käsittää prosessorin 314, johon on liitetty vaadittava ohjelmisto välttämättömien tehtävien suorittamiseksi reitittimellä. Lisäksi reititin käsittää muistin reitittimen toiminnassa tarvittavien erilaisten tietojen tallentamiseksi. Muisti voidaan toteuttaa yhdellä tai useammalla muistipiirillä, -komponentilla, 15 kovalevyillä tai millä tahansa muulla tekniikan tasosta tunnetulla tallennusvälineellä. Muisti voi myös olla ulkoinen muisti. Lisäksi reititin käsittää yhden tai useamman viestintärajapinnan tai -kerroksen, kuten rajapintakerroksen fyysiselle kerrokselle 300, ja siihen liittyvät pinot 302, 304 kommunikointiin IP-pohjaisten verkkojen kanssa, verkkokerroksen 310 kommunikointiin pientehoisten radiorajapintojen 400, 402 joukon kanssa. Kuvion 4 esimerkissä reititin 20 käsittää kaksi radiorajapintaa 400, 402 kommunikointiin kahden pientehoisen verkon kanssa eri radiorajapintoja käyttämällä. Rajapinta 400 voi esimerkiksi tukea IEEE 802.15.4:ää, ja Internet Protocol v6:tta (6lowpan), ja rajapinta 402 voi tukea esimerkiksi IEEE 802.15.4:ää ja ZigBeeta. Lisäksi reititin voi käsittää 25 rajapinnan 404 muille kommunikaatiotekniikoille, kuten RFID-nimiöille.

Erään suoritusmuodon mukaan, Resource Description Framework'iä RDF käytetään resurssisovelluksissa. Myös muita resurssikieliä voidaan käyttää, mutta seuraavassa esimerkkinä on käytetty RDF:ää. RDF on yleensä XML-pohjainen, joten XML:n perustermit, kuten nimitilat, soveltuvat 30 myös RDF:ään.

RDF:ssä käytetään lauseita (statement) kuvaamaan resurssien ominaisuuksia. Lauseissa voidaan käyttää Uniform Resource Identifiers-tunnisteita (URI) resurssiominaisuuksien kuvaamiseen. Eräs esimerkki URI:sta on internetin sivusto-osoite (Uniform Resource Locator, URL). Jokainen RDF-lause käsittää subjektin, jossa määritetään kuvauksen aihe. Erään suoritusmuodon mukaan tämä on resurssin rajapintaa osoittava URI. Lisäksi RDF- 35

lause käsittää prekaatin, joka osoittaa subjektin tyyppin, sen ominaisuuden tai tunnusmerkin. Erään suoritumuodon mukaan tämä on abstrakti UR oletuksena käytettävästä RDF-nimitilasta tai asiakasnimitilasta. Lisäksi RDF-lause käsittää objektin, joka määrittää kuvauksen arvon ja joka voi olla mitä tahansa datatyyppiä (jonka osoittaa `rdf:datatype` -attribuutti RDF/XML:ssä).

RDF-kuvaukset on yleensä laadittu tiettyä subjektia koskevien predikaatti+objekti -parien ryhmänä. RDF/XML:ssä ryhmät sisältyvät `rdf:Description` -nimiöön. Yksi RDF-viesti voi sisältää useita (eri objektien) kuvauksia.

Anturiverkon resurssikuvaukset voivat sisältää yhdessä itse resurssin URI:n kanssa RDF-viennin ja osoittimen sen kuvaukseen ja näiden jälkeen seuraavan ominaisuuksien ryhmän kyseiselle resurssille. Joissain tapauksissa mukana on kuvauksen yleismaailmallinen ID. Esimerkiksi:

```

15 POST /register HTTP/1.1
Host: router.com
Content-Type: application/rdf+xml; charset=utf-8
Content-Length: nnn
<?xml version="1.0"?>
20 <rdf:RDF xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
xmlns:externs="http://www.sensormanufacturer.com/terms/">
  <rdf:Description df:about="bsoap://sensor12.com">
    <ex-
25 terms:resourcedesc>http://www.sensormanufacturer.com/temp237A.w
sdl</externs:resourcedesc>
    <externs:uuid>3s34sa</externs:uuid>
    <externs:period rdf:datatype="&xsd:int">255</externs:period>
    </rdf:Description>
  </rdf:RDF>

```

Yllä oleva RDF/XML-esimerkkileike on erään resurssin kuvaus. XML-attribuutti `df:about` XML-nimiössä `rdf:Description` osoittaa, että resurssi on saatavilla kohteessa URI [bsoap://sensor12.com](http://www.sensormanufacturer.com/terms/) ja että käytetty protokolla on SOAP.

Osa `externs:resourcedesc` osoittaa, että resurssin kuvaus Web Services Description Language (WSDL) -muodossa on saatavilla osoitteesta <http://www.sensormanufacturer.com/temp237A.wsdl>. Osa `externs:uuid` osoittaa, että resurssilla on yleismaailmallinen ID `3s34sa` ja osa `externs:period`, että resurssin päivitysjakso on 255 sekuntia. Muuta tietoa, kuten anturin tyyppi ja onko se vietävissä välimuistiin, voitaisiin myös ottaa mukaan, mutta tässä esimerkissä niitä ei ole esitetty.

Edellä olevan kuvauksen kaksi ensimmäistä riviä osoittavat, että esimerkileike on HTTP POST -viesti ja että kuvausta ollaan lähettämässä osoitteeseen <http://router.com/register>.

5 Kuvio 5 on vuokaavio, joka havainnollistaa keksinnön erästä suoritussuoritusmuotoa. Kuviossa 5 nähdään välisolmun tai reitittimen toiminnan eräitä aspekteja.

Toiminta alkaa vaiheesta 500 kommunikaation vastaanotolla.

Vaiheessa 501 tutkitaan kommunikaation tyyppi. Tässä esimerkissä kommunikaation tyyppi voi olla jokin seuraavista: resurssikirjaus, resurssipyynn-
10 tö tai vastaus resurssipyyntöön. Muitakin kommunikaatiotyyppisiä voi olla, mutta yksinkertaisuuden vuoksi niitä ei kuvata tässä.

Jos kommunikaation tyyppi on resurssikirjaus, joka käsittää resurssikuvauksen, joka on vastaanotettu anturilta tai pientehoiselta solmulta, toiminta jatkuu vaiheessa 502.

15 Vaiheessa 504 dekodataan resurssikuvaus. Kirjaus on voitu lähettää käyttämällä mitä tahansa reitittimen tukemaa protokollaa.

Vaiheessa 506 resurssikuvaus tallennetaan reitittimen muistiin 316.

Vaiheessa 508 luodaan vaihtoehtoinen resurssikuvaus.

Vaiheessa 510 tarkistetaan, voidaanko luoda lisää vaihtoehtoisia
20 kuvauksia. Voi esimerkiksi olla mahdollista luoda kuvaus, joka vastaa kutakin reitittimen tukemaa protokollaa (SOAP, SIP, jne.) Jos näin on, prosessi palaa vaiheeseen 508.

Jos ei ole, prosessi jatkuu vaiheessa 512, jossa ainakin osaa resurssikuvauksista mainostetaan internetissä/intranetissä. Mainoksen perusteella internetissä/intranetissä olevat palvelimet tai asiakkaat voivat päästä resurssiin. Reititin voi mainostaa sekä alkuperäistä resurssikuvausta että luotuja vaihtoehtoisia kuvauksia. Erään suoritusmuodon mukaan reititin mainostaa ai-
noastaan luotuja vaihtoehtoisia kuvauksia. Näin voi olla, kun resurssin tukemaa protokollaa ei käytetä internetissä/intranetissä.

30 Viitataan kuvioon 4, jonka mukaan mainostaminen voidaan tehdä lähettämällä resurssikuvaukset jokaiselle palvelimelle, joka on liitetty reitittimeen internetin/intranetin 102 välityksellä. Lisäksi reititin voi tallentaa resurssikuvaukset RFID-rajapintaan 404, jolloin matkaviestin voi lukea saatavilla olevat resurssit saapuessaan fyysiselle alueelle, jota reitittimen mainostamat resurssit
35 palvelevat. Lisäksi reititin voi lähettää kuvaukset muihin reitittimeen liittyneisiin oleviin verkkoihin. Reititin voi esimerkiksi mainostaa radiorajapinnan 400 kaut-

ta kommunikoivan verkon resursseja radiorajapinnan 402 kautta kommunikoi-
valle verkolle. Näin eri radiorajapintoja käyttävät verkot voivat käyttää toistensa
resursseja. Esimerkiksi matkaviestin, joka käsittää ultrapientehoisen Bluetooth-
yhteyden reitittimeen voi kommunikoida resurssin kanssa, jolla on ZigBee-
5 yhteys reitittimeen.

Jälleen kuvioon 5 viitaten todetaan, että jos kommunikaation tode-
taan olevan tyypiltään resurssipyyntö, toiminta jatkuu vaiheessa 502 vaihee-
seen 516.

Vaiheessa 518 muistista 316 etsitään pyyntöä vastaavaa resurssi-
10 kuvausta.

Vaiheessa 520 tarkistetaan, löytyikö vastaava resurssikuvaus. Jos
ei, kommunikaatio hylätään vaiheessa 512, ja prosessi päättyy.

Jos vastaava resurssikuvaus löytyi, tarkistetaan vaiheessa 524, on-
ko välimuistissa 316 pyyntöä vastaavaa voimassaolevaa tietoa.

15 Jos ei ole, pyyntö koodataan vaiheessa 526 käyttämällä alkuperäi-
sen resurssikuvauksen mukaista protokollaa ja toimitetaan päämääräänsä vai-
heessa 528. Määränpää on pientehoinen solmu tai anturi, jonka osoite on an-
nettu resurssikuvauksessa. Tyypillisesti kyseessä on pientehoinen solmu tai
anturi, joka lähetti resurssikuvauksen.

20 Prosessi päättyy vaiheessa 530 sen jälkeen kun pyyntö on toimitettu
eteenpäin.

Jos vaiheessa 524 löydettiin välimuistista 316 pyyntöä vastaavaa
voimassa olevaa tietoa, pyyntöön voidaan vastata suoraan lähettämättä pyyntö
edelleen määränpäähän. Tässä tapauksessa data luetaan muistista 316 ja da-
25 tan käsittävä vastaus lähetetään pyynnön lähettäjälle vaiheessa 532.

Prosessi päättyy vaiheessa 534 sen jälkeen, kun pyyntö on toimitet-
tu edelleen.

Jos vaiheessa 502 kommunikaation todetaan olevan tyypiltään vas-
taus resurssipyyntöön, toiminta jatkuu vaiheessa 536.

30 Vaiheessa 538 dekodataan resurssikuvaus. Vastaus on voitu lä-
hettää mitä tahansa reitittimen tukemaa protokollaa käyttäen.

Vaiheessa 504 lisätään resurssipyynnön vastauksen tiedot muistin
316 välimuistiin, jos vastauksen lähettäjän kuvaus osoittaa, että tiedot voidaan
sijoittaa välimuistiin. Jos tietoja ei voi sijoittaa välimuistiin, tätä vaihetta ei suori-
35 teta.

Vaiheessa 542 vastaus koodataan käyttämällä protokollaa, joka osoitettiin resurssipyynnössä, johon kommunikaatiolla vastattiin.

Vaiheessa 544 vastaus toimitetaan eteenpäin määränpään. Määränpää voi olla resurssipyynnön alkuunpanija.

5 Prosessi päättyy vaiheessa 546 sen jälkeen kun vastaus on toimitettu eteenpäin.

Erään suoritusmuodon mukaan väliyksikkö, verkkoyksikkö tai reititin 106 voi pakata internetissä/intranetissä käytetyt XML-pohjaiset protokollat binaarimuotoiseksi protokollaksi, joka käsittää samat viestielementit binaarimuodossa, kuten edellä on todettu. Vastaavasti, reititin 106 voi purkaa binaarimuotoisten viestien pakkauksen XML-pohjaisiksi protokolliksi. Näitä konversiota kuvataan seuraavaksi.

Erään suoritusmuodon mukaan yksikkö, joka on konfiguroitu tekemään pakkauksen/pakkauksen purun XML:n ja binaariviestinnän välillä, käsittää prosessorin 314, joka käyttää muunnoksessa käytettävää kompresio/dekompressioalgoritmia, ja muistin 316 pakkaamisessa/pakkauksen purussa käytettävien hakutaulukoiden joukon tallentamiseksi.

Kuten on jo mainittu, erään suoritusmuodon mukaan Resource Description Framework (RDF) -kieltä tai vastaavaa internetresurssien kuvauskieltä voidaan käyttää resurssikuvauksissa resurssien ominaisuuksien kuvaamiseen. Resurssidatapyyntöjä ja -vastauksia voidaan lähettää käyttämällä protokollaa SOAP, SIP, HTTP tai mitä tahansa muuta sopivaa protokollaa. Sekä resurssikuvaus että pyynnön/vastauksen lähetys voidaan pakata/purkaa binaaristen ja XML-pohjaisten muotojen välillä.

25 Sekä resurssikuvausviestit että datapyyntö-/vastausviestit käsittävät otsikon ja viestiosan. Erään suoritusmuodon mukaan otsikon rakenne on samanlainen molemmissa viestityypeissä.

Erään suoritusmuodon mukaan versionumero koodataan viestin ensimmäisessä bitissä yhdessä viestin Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) -muodon kanssa. Tavanomaisia esimerkkejä MIME:stä ovat mm. SOAP+XML, RDF, Atom+XML jne. Näin viestiä dekodeava prosessi pystyy tekemään eron binaarimuotoisen SOAP-viestin tai binaarimuotoisen RDF-viestin välillä. Se on myös ulotettavissa muihin MIME-tyyppeihin.

Eräässä suoritusmuodossa käytetään URI-tunnisteita (Uniform Resource Identifiers) otsikoissa. RDF-viestien pakkaaminen ja pakkaamisen pur-

kaminen voi käsittää URI-tunnisteiden pakkaamisen ja pakkaamisen purkamisen.

Eräässä suoritusmuodossa URI:t pakataan esittämällä ne kolmenteilla (triples) {tägi, datatyyppi, arvo}, jotka esitetään 3 tavulla. URI:n ensimmäinen osa esitetään tägillä, ja tägi voidaan lukea hakutaulukosta. URI:n toinen osa esitetään joko jollakin datatyypillä ja arvolla tai toisella hakutaulukkomerkinnällä.

Esimerkkinä tarkastellaan seuraavaa esimerkki-URI:tä:

`http://www.router.com/sensor/126`

10 Kun tämä URI kuvataan {tägi, datatyyppi, arvo}-kolmenteena, tägi on muotoa {0xa1, 0x01, 126},

jossa arvo "0xa1" määrittelee merkinnän `http://www.router.com/sensor/` hakutaulukossa.

15 Toinen luku 0x01 on datatyyppimerkintä, joka on muodoltaan seuraava:

Merkintä "0x0,1" osoittaa kolmenteen viimeisen merkinnän datatyyppin 8-bittisenä heksadesimaalilukuna.

Kolmenteen viimeinen merkintä 126 on arvo.

20 Näin ollen arvo on 126, joka on kokonaisluku, kuten datatyyppimerkintä osoittaa.

Tällä tavoin tämäntyyppisiin resurssikuvauksiin käytetyt yleisimmät URI:t voidaan pakata 3 tavuun. Kaikki URI:t voidaan koodata yllä kuvatulla tavalla. Jos kuitenkin tägiosaa ei ole hakutaulukossa, dekooodaus vie enemmän kuin 3 tavua.

25 Tarkastellaan erästä toista esimerkkiä, jossa URI:n molemmat osat tallennetaan hakutaulukkoon. URI on muodoltaan `sip://www.mysensor.com/temp`

Tämä URI voitaisiin pakata seuraavanmuotoiseen kolmenteeseen:

{0x0b1, 0x08, 0xb2},

30 jossa

arvo 0x0b1 viittaa hakutaulukkomerkintään, joka käsittää "sip://", arvo 0x08 on tägin hakukoodi ja arvo, 0xb2 viittaa hakutaulukkomerkintään, joka käsittää "www.mysensor.com/temp".

Näissä kahdessa esimerkissä URI-tägihakutaulukko olisi:

35

Koodi	Elementti
-------	-----------

0xa1	http://www.router.com/sensor/
0xb1	sip://
0xb2	www.mysensor.com/temp

Tällaisessa hakutaulukossa voi olla myös erityiset oletuskoodit sellaisille asioille kuin viestin lähettäjän IP-osoite, viestin vastaanottajan IP-osoite jne., jotka sekä lähettäjä ja vastaanottaja tuntevat eksplisiittisesti.

- 5 Tutkitaan pakkaamista/pakkaamisen purkamista XML:n ja binäärisanomavälitystä, joka koskee resurssidatapyyntöjä ja -vastauksia. Esimerkkinä mahdollisista muunnoksista esitetään SOAP binääri-SOAP:ksi -muunnos. Tässä SOAP lähetetään HTTP:n yli.

10 Eräässä suoritusmuodossa hakutaulukkojen ryhmä kuvaa, miten erityiset sidontakartat (esim. SOAP/HTTP) kuvaavat pientehoista SOAP-binäärisidontaa. Hakutaulukot kertovat, mitkä sidontojen kuljetusmenetelmät vastaavat toisiaan. Tämä kuvaa, miten luotettavuutta käsitellään ja mitä pakkaamistekniikkaa käytetään muuntamaan SOAP-otsikko ja -sisältöosa.

15 Kuvio 6 on vuokaavio, joka havainnollistaa muunnoksen erästä suoritusmuotoa. Tässä käytetään HTTP:tä esimerkkinä sovellusprotokollasta.

Menetelmä alkaa kohdassa 600, kun täysi SOAP-viesti, joka on koodattu XML:llä ja tarkoitettu pientoiselle binäärisolmulle, vastaanotetaan reitittimeen tai välisolmuun 106. Viesti voi olla resurssidatapyyntö. Tässä esimerkiksi oletetaan, että resurssidata ei välitallenneta muistiin 316 vaan että viesti 20 täytyy välittää anturisolmulle. Reititin suorittaa XML-koodauksen muunnoksen binäärikoodaukseksi. Oletetaan, että SOAP/XML:n oikeellisuus on tarkistettu.

Vaiheessa 602 viestin nimitila havaitaan viestistä, ja se tarkistetaan vertaamalla nimitiloihin, jotka ovat saatavilla välisolmun muistin 316 hakutaulukossa.

25 Jos viestin nimitilaa ei löydy muistin 316 hakutaulukoista, reititin voi tarvittaessa pyytää sen verkkopalvelimelta vaiheessa 604. Nimitilahakutaulukot voidaan päivittää etäältä. Jos hakutaulukkopäivitys katsottiin onnistuneeksi vaiheessa 606, menetelmä alkaa uudestaan vaiheesta 602. Jos hakutaulukkopäivitys ei ollut onnistunut, viestiä ei voida käsitellä, ja se täytyy hylätä vaiheessa 608.

Jos nimitila on saatavilla, käsittely jatkuu vaiheessa 610.

Vaiheessa 610 koodauksen versionumero ja käytetty nimitila koodataan SOAP-binääriviestiksi. Tyypillisesti versiokentän koodaus vie yhden tavun.

Vaiheessa 612 SOAP-binääriviestin otsikko koodataan, kuten on kuvattu edellä. Koodaus voi perustua osittain XML-koodattuun otsikkoon. SOAP-otsikon käsittelysäännöt voidaan koodata binääriotsikoksi. Lisäksi binääriotsikko käsittää kuljetukseen liittyvää informaatiota, joka mahdollistaa viestin kuljettamisen epäluotettavien verkkojen yli, joissa HTTP- ja TCP/IP-menetelmät eivät ole saatavilla.

Eräässä suoritusmuodossa HTTP-pakettityyppi ja -vastauskoodi (pyyntö, vastaus ja koodi, ACK, PUT jne.) koodataan binääriotsikoksi. TCP/IP-luotettavuus voidaan korvata binääriotsikossa olevalla kuittauskentällä. Kuittauskenttä osoittaa, pitäisikö viestin vastaanottajan lähettää viestin saatuaan kuittaus viestin lähettäjälle.

Otsikon ensimmäinen tavu kuvaa otsikoiden lukumäärää. Otsikon loppuosa koodataan {otsikkotyyppi, arvo}-monikkoina. Näin ollen kukin otsikkotägi koodataan käyttäen kahta tavua. Otsikkotyyppikoodi ja arvovaihtoehdot sisältyvät hakutaulukoihin. Sidontaa varten voidaan tarpeen mukaan määritellä muita otsikkotyyppisiä.

Vaiheessa 614 koodataan SOAP-viestin viestielementtien lukumäärä otsikkomonikkojen jälkeen. Eräässä suoritusmuodossa viestielementtien lukumäärä koodataan tavuna.

Seuraavaksi SOAP-viestin viestielementit koodataan yksi kerrallaan.

Vaiheessa 616 koodataan viestielementin tægien lukumäärä ja viestielementin pituus tavuina perustuen muistin 316 hakutaulukkoon. Eräässä suoritusmuodossa tægien lukumäärä koodataan viestielementissä tavuna ja viestielementin pituus tavuina koodataan tavuna.

Vaiheessa 618 viestielementin tägi koodataan käyttäen sopivaa monikkoa {tägikoodi, datatyyppi, arvo}. Eräässä suoritusmuodossa tägikoodin ja datatyyppin koodaaminen vie tavun kumpikin. Arvon koodaaminen vaihtelee riippuen datatyyppistä ja tægien arvosta.

Tämä toistetaan 620 viestielementin jokaiselle tægille.

Tägit asetetaan sisäkkäin käyttäen taulukkodatyyppiä (array data type), jolloin taulukossa on elementtien lukumäärän arvo. Tægien loppuja ei käytetä, joten tilaa säästyy. Koska tässä binääritavukoodauksessa käytetään eksplisiittisiä pituuskenttiä, on helppoa jäsentää säilyttäen samanaikaisesti kom-

paktius. Datatyypitaulukkoa käytetään muuntamaan standardi-SOAP-datatyypit binäärikoodatuiksi datatyypeiksi. Valitaan tehokkaimmat datatyypit. Esimerkiksi voi olla viisi erilaista XML-kokonaislukutyypin binäärityyppiä. Kukin binäärilukutyyppi esitetään yhtenä tavukoodina hakutaulukossa.

- 5 Monimutkainen XML-koodattu tägi ja tägin arvo voidaan yleensä pakata 3 - 5 tavuun binäärikoodauksessa. Esimerkiksi seuraava XML-tägi kulluttaa 41 tavua.

```
<MittausArvo>56</MittausArvo>
```

Tulee huomata, että XML:ssä arvo 56 esitetään merkkijonon avulla.

- 10 Muunnoksessa tämä pakkautuu automaattisesti pienimpään numeromuotoon, tässä tapauksessa 8-bittiseksi etumerkittömäksi kokonaisluvuksi.

```
0xa5 //Nimiön koodi hakutaulukosta
```

```
0x01 //Datatyyppi, tässä tapauksessa 8-bittinen etumerkitön kokonaisluku
```

- 15 56 //Nimiön arvo

Kaikki viivojen // jälkeen on kommenttia. Näin ollen 41-bittinen XML-nimiö voidaan koodata 3-bittiseksi binaariseksi nimiöksi. Varsinaiset binaariarvot edellä olevassa koodauksessa on annettu ainoastaan esimerkkeinä mahdollisista arvoista.

- 20 Edellä olevat vaiheet 616 - 620 toistetaan 622 jokaiselle viestielementille, jonka SOAP-viesti käsittää.

Kun kaikki viestielementit on koodattu, muunnosprosessi päättyy vaiheessa 624. kun XML-muotoisen viestin muuntaminen binaarimuotoiseksi viestiksi on valmis, viesti voidaan lähettää kompressiomappauksessa määritellyn pientehoverkon yli. Binaarinen SOAP-viesti voitaisiin esimerkiksi lähettää UDP:n sisällä IPv6:lla (6lowpan) IEEE802.15.4:n IEEE802.15.4 radion yli.

- 25 Vastakkaisessa muunnossuunnassa prosessi on käänteinen. Viestin nimitilassa olevan muistin 316 hakutaulukkoa käytetään rekonstruoitaessa koko XML/SOAP-viesti yhdessä valittuun sovellusprotokollaan, kuten HPPT:hen tai SIP:hen, tehdyn liitosmappauksen kanssa. Näin ollen binaariotsake, joka käsittää sovellusprotokollan pakettityypin ja vastauskoodin muunnetaan varsinaiseksi sovellusprotokollapakettiksi, jolla on oikea pakettityyppi ja vastauskoodi.

- 30 Tutkitaan seuraavaksi resurssikuvausten pakkausta/pakkauksen
35 purkua.

Erään suoritusmuodon mukaan RDF-kompressio on jossain määrin samankaltainen kuin edellä kuvattu SOAP/SOAP-muunnos. Viestiosassa on kuitenkin otettava huomioon tiettyjä RDF:n ominaispiirteitä.

Erään suoritusmuodon mukaan RDF-lauseissa voidaan käyttää Uniform Resource Identifiers (URI) -tunnisteita resurssien kuvaamiseen. Eräässä suoritusmuodossa RDF-viestin pakkaaminen ja pakkauksen purkaminen käsittelee URI-tunnisteiden pakkaamisen ja pakkauksen purkamisen.

RDF-koodauksessa kukin resurssikuvaus on RDF-viesti. Viestin lukumäärä on siis sama kuin kuvausten lukumäärä. RDF-lähetyksessä oleva kuvausten määrä sisältyy lähetyksen otsikkoon. Kuvausten määrän jälkeen, kuvauksessa olevien nimöiden määrän, kuvauksen pituuden ja kuvauksen URI-objektin kolmennuksen koodauksen jälkeen koodataan (rdf:about=).

Seuraavaksi kuvauksen nimiöt sijoitetaan sisäkkäin kuten binaarisessa SOAP-koodauksessa. Seuraava leike havainnollistaa erästä esimerkkiä koodausrakenteesta:

```
[3+] URI triple
[1] Number of headers (N)
  For each N:
    [3+] Header triples
[20] [1] Number of descriptions (D)
      For each D:
        [1] Number of tags (T)
        [1] Length of description
        [3+] URI of object (rdf:about)
[25]   For each T:
        [3+] Tag triple for each predicate+subject pair
```

Edellä esitettiin esimerkki RDF-koodatusta resurssikuvauksesta resurssille, joka on saatavilla osoitteessa bsoap://sensor12.com. Eräs esimerkki hakutaulukosta kuvatun resurssikuvauksen pakkauskoodaukselle voisi olla seuraavanlainen:

Koodi	Elementti
0xa0	bsoap://
0xa1	http://
0xa2	sensor12.com
0xa3	www.sensormanufacturer.com/temp237A.wsdl
0xa4	externs:resourcedesc
0xa5	externs:uuid

0xa6	exterms:period
0xa7	/register
0xa8	brdf://router.com

Eräessä suoritusmuodossa resurssikuvauksen binaariesitys voisi olla seuraavanlainen:

```

5 // Header
  0x03 // Version, namespace and MIME type (rdf+xml)
  0xa8 // Destination URI triple (brdf://router.com/register)
  0x10 // Element lookup datatype
  0xa7
10 0x01 // Number of headers
  0x01 // Header triple, code for message type
  0x10 // Element lookup datatype
  0x00 // Request type, equivalent to HTTP POST
  // Body
15 0x01 // 1 description
  0x03 // 3 tags
  0x18 // Length of description
  0xa0 // URI triple (bsoap://sensor12.com)
  0x10 // Element lookup datatype
20 0xa2
  // Description tags start
  0xa4 // Tag triple (exterms:resourcedesc)
  0x11 // URI triple datatype
  0xa1 // URI triple (http://
25 www.sensormanufacturer.com/temp237A.wsdl)
  0x10 // Element lookup datatype
  0xa3
  0xa5 // Tag triple (exterms:uuid)
  0x05 // String datatype
30 0x06 // String length = 6
  '3'
  's'
  '3'
  '4'
35 's'
  'a'
  0xa6 // Tag triple (exterms:period)
  0x01 // Integer datatype (8-bit unsigned)
  255

```

40 Kaikki viivojen // jälkeen on kommenttia. Esimerkkikoodauksen kokonaispituus on 32 bittiä, verrattuna vastaavaan RDF/XML-pituuteen, joka on 521 bittiä. Kuvauksen pituutta on siis saatu merkittävästi lyhennettyä.

Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin erästä suoritusmuotoa. Erään suoritusmuodon mukaan reitittimen tai välisolmun 106 toteuttaman resurssien

virtualisointi voi käsittää kolme aspektia: Ensin kerätään resurssikuvauksia Siten luodaan ja tallennetaan virtuaalikuvauksia ja lopulta resurssitiedot ja -pyynnöt viedään välimuistiin.

Eräässä suoritusmuodossa anturisolmuresursseja voidaan kuvata
 5 siten, että kuvaukseen sisältyy seuraava abstrakti-informaatio: resurssirajapinnan sijainti (URI:na), rajapintaspesifikaation sijainti (URI:na), yksikäsitteinen resurssitunniste (UUID) ja resurssin muut ominaisuudet. Näitä ominaisuuksia voivat olla anturilaitteeseen saatavat anturityypit, miten usein anturi voidaan lukea ja onko anturidata esimerkiksi tallennettavissa välimuistiin.

10 Kuten mainittua, eräs tapa kuvata tällaista resurssia on käyttää resurssinkuvausformaattia (RDF) tai sen binaarikoodattua versiota kuten edellä on selostettu. Muita samankaltaisia kuvauksia ja formaatteja, kuten ATOM tai pelkkä XML, sekä pakattuna että pakkaamattomana, voidaan myös hyödyntää. Seuraavassa kuvauksessa käytetään binaarista RDF formaattia.

15 Viitaten kuvioon 3, reititin tai välisolmu 106 hankkii resurssikuvaukset pienitehosolmuilta 112A, 112B, jota käsittelee reitittimen kontrollilogiikka 314 ja jotka on tallennettu muistiin 316. Eräässä suoritusmuodossa pienitehosolmut lähettävät resurssikuvaukset tunnettuun URL-osoitteeseen välisolmussa kuten esimerkiksi <http://router.co/register>. Eräässä suoritusmuodossa
 20 reititin tai välisolmu on järjestetty pyytämään resurssikuvauksia pienitehosolmuilta lähettämällä pyyntöviesti johonkin tunnettuun URL-osoitteeseen, ja näin generoidaan vastaus, jossa on kuvaus.

Kuvio 7 havainnollistaa erään suoritusmuodon esimerkkiä, jossa kuvaus binaarisessa resurssikuvausformaattissa RDF 700 lähetetään palvelin-
 25 solmulta 112A reitittimeen tai välisolmuun 106, joka vastaa kuittauksella 702. Eräässä suoritusmuodossa kuvaukset voidaan koota RFID-nimiöistä 108 tai internetistä.

Kun resurssikuvaus on saatu, suoritetaan resurssin virtualisointi. Resurssikuvauksen vaihtoehtoiset versiot generoidaan. Esimerkiksi resurssirajapinnan URI voidaan vaihtaa välisolmun ja sitä tukevien protokollien URLin.
 30 Esimerkiksi alkuperäinen rajapinnan URI

bsoap://sensor12.com

35 voidaan generoida standardi SOAP http resurssikuvaukseksi, joka viittaa reitittimeen tai välisolmuun 106. Muita vaihtoehtoisia protokollia voidaan myös esittää kuten SIP. Välisolmu suorittaa alkuperäiselle resurssirajapinnalle näiden protokollien proxy-toimintoja. Jos välimuistitallennus on resurssille sallittua, se

voidaan myös suorittaa. Esimerkiksi voidaan tehdä seuraavat, vaihtoehtoiset protokollamuutokset:

bsoap://sensor12.com ← <http://router.com/sensor12>

bsoap://sensor12.com ← sip://router.com/sensor12

5 Eräässä suoritusmuodossa alkuperäinen resurssikuvaus ja kaikki vaihtoehtoiset resurssikuvaukset voidaan tallentaa muistiin 316. Resurssin ID voi yhdistää kaikkia resursseja. Reititin tai välisolmu 106 voi esittää näitä resurssikuvauksia muualle, esimerkiksi palvelimelle 104. Kuviossa 7 reititin lähettää RDF rekisteröintiviestin 704 palvelimelle 104. Viesti identifioi resurssin, 10 käytetyn protokollan ja URIn, jossa resurssiin voidaan olla yhteydessä. Palvelin voi vastata kiittausviestillä 706. Reititin voi lähettää useita viestejä, yhden viestin kutakin vaihtoehtoista kuvausta varten. Siten palvelin 104 voi valita käytettävän protokollan, kun sen tarvitsee hankkia dataa resurssilta.

Reititin tai välisolmu 106 on nyt valmis käsittelemään pyyntöjä. 15 Eräässä suoritusmuodossa, jos resurssi on merkitty välimuistitallennuskelpoiseksi, välisolmu voi valita pyytävänsä aika ajoin resurssidataa ja säästää sen muistiin 316. Tämä suojaa pienitehoista verkkoa potentiaalisesti suurelta määrältä kyselyjä internetistä ja säästää tehoa.

Kun reititin tai välisolmu saa resurssidatakyselyn esimerkiksi palvelimelta 104, on käytettävissä useita mahdollisuuksia. Esimerkiksi suora kysely 20 voidaan lähettää edelleen pienitehosolmuun, voidaan pyytää välimuistiin tallennettua resurssia tai ei-välimuistiin tallennettua resurssia. Jos alkuperäinen kuvaus esitettiin palvelimelle, se voi päästä suoraan resurssiin käyttämällä kuvauksen URIn, jos palvelin tukee kuvauksen protokollaa. Tällöin reititin tai välisolmu 106 yksinkertaisesti reitittää pyynnön solmulle käsittelemättä sitä. Jos 25 pyyntö perustuu jonkin vaihtoehtoisen kuvauksen virtuaaliresurssi URIn, reititin tai välisolmu 106 voi joko vastata välittömästi pienitehosolmun puolesta, käyttäen välimuistiin tallennettua dataa, tai lähettää pyynnön pienitehosolmulle.

30 Tapausta, jossa käytetään välimuistipalvelinta, on havainnollistettu kuviossa 7. Palvelin 104 lähettää pyynnön 708 käyttäen SOAP-protokollaa. Reititin tai välisolmu 106 koodaa pyynnön binaarimuotoon ja lähettää pyynnön 710 edelleen pienitehosolmuun 112A. Solmu lähettää binaarisen SOAP-vastauksen 712 reitittimelle tai välisolmulle. Reititin tai välisolmu 106 dekodaa 35 vastauksen, voi tallentaa sen välimuistiin ja koodaa vastauksen käyttäen SOAP-protokollaa ja lähettää sen edelleen 714 palvelimelle 104. Kuviossa 7

termejä bsoap ja SOAP on käytetty esimerkkeinä mahdollisista protokollista. Muitakin vastaavia protokollia voidaan käyttää, kuten alan ammattilainen tietää.

Väliolmu tai reititin 106 voidaan toteuttaa elektronisella digitaalisella tietokoneella, joka voi käsittää työmuistin (RAM), keskusyksikön (CPU) ja järjestelmäkellon. Keskusyksikkö CPU voi käsittää sarjan rekistereitä, aritmeettisen logiikkayksikön ja ohjausyksikön. Ohjausyksikköä ohjataan sarjalla ohjelmaohjeita, jotka on siirretty keskusyksikköön työmuistista RAM. Ohjausyksikkö voi sisältää joitakin mikro-ohjeita perustoimintoja varten. Mikro-ohjeiden toteutus voi vaihdella riippuen keskusyksikön rakenteesta. Ohjelma-ohjeet on voitu koodata jollain ohjelmointikielellä, joka voi olla korkean tason ohjelmointikieli, kuten C, Java jne., tai alemman tason ohjelmointikielellä, kuten konekielellä, tai koostajalla. Elektronisessa digitaalisessa tietokoneessa voi olla myös käyttöjärjestelmä, joka voi tuottaa järjestelmäpalveluita ohjelma-ohjeilla kirjoitetulle tietokoneohjelmalle. Solmu on järjestetty olemaan yhteydessä pienitehoisen langattoman verkon ja internetin/intranetin kanssa sopivien rajapintojen avulla. Rajapinnat voivat olla joko langallisia tai langattomia. Solmu käsittää käsittely-yksikön, joka on järjestetty suorittamaan kuvioiden 1 – 7 yhteydessä selostetut prosessit. Solmu voi käsittää muistin 316 hakutaulukoiden ja muiden tietojen tallentamista varten. Eräässä suoritusmuodossa hakutaulukot on tallennettu johonkin toiseen laitteeseen, joka on liitetty väliolmuun. Käsittely-yksikkö voi olla järjestetty pyytämään hakutaulukoita tarvittaessa verkkopalvelimelta. Solmu voi olla langaton reititin pienitehoisen langattoman verkon ja internetin/intranetin välillä tai reunapalvelin, joka sijaitsee IP-verkossa.

Eräällä suoritusmuodolla saadaan aikaan jakeluvälineessä oleva tietokoneohjelma, joka käsittää ohjelma-ohjeet, jotka elektroniseen laitteeseen ladattuna suorittavat tietokonekäsittelyn, joka käsittely käsittää sen, että vastaanotetaan ja tallennetaan joidenkin resurssein resurssikuvaukset, jotka käsittävät resurssien identifiointi-informaation, generoidaan ja tallennetaan vastaanotettujen resurssikuvausten vaihtoehtoiset kuvaukset muuttamalla ainakin osa kuvausten identifiointi-informaatiosta, julkaistaan ainakin osa resurssikuvauksista verkossa ja käsitellään resursseihin liittyvät verkosta tulevat resurssidatapyynnöt.

Tietokoneohjelma voi olla lähdekoodimuodossa, kohdekoodimuodossa tai jossain välimuodossa, ja se voi olla tallennettu jonkinlaiselle alustalle, joka voi olla mikä tahansa entiteetti tai laite, joka kykenee säilyttämään ohjel-

man. Tällaisia alustoja ovat esimerkiksi tallenneväline, tietokonemuisti, luku-
muisti, sähköinen kantaaltosignaali, telekommunikaatiosignaali ja ohjelmisto-
jakelupaketti. Tarvittavasta käsittelytehosta riippuen tietokoneohjelma voidaan
5 suorittaa yhdessä ainoassa elektronisessa digitaalisessa ohjaimessa tai se
voidaan jakaa useamman ohjaimen kesken.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksin-
nöllinen ajatus voidaan toteuttaa eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot ei-
vät rajoitu yllä selostettuihin esimerkkeihin, vaan ne voivat vaihdella patentti-
vaatimusten puitteissa.

10

Patenttivaatimukset

1. Laitteisto, joka on konfiguroitu
tallentamaan (202) laitteistoon toiminnallisesti kytkettyjen useiden
resurssien resurssikuvauksia, jotka käsittävät resurssitunnistietoja, kuten re-
5 surssirajapinnan, t u n n e t t u siitä, että laite on konfiguroitu
luomaan ja tallentamaan (204) vastaanotettujen resurssikuvausten
vaihtoehtoisia kuvauksia muuttamalla ainakin resurssikuvauksen resurssiraja-
pinta laitteiston rajapinnaksi
julkaisemaan (206) ainakin osa resurssikuvauksista verkossa, johon
10 laitteisto on yhteydessä,
käsittämään (208) resursseihin liittyvästä verkosta tulevia resurssi-
tietopyyntöjä.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laitteisto, joka on lisäksi konfigu-
roitu prosessoimaan resurssikuvauksia, jotka käsittävät ainakin yhden seura-
15 vista: resurssirajapinnan, resurssirajapinnan sijainnin, rajapinnan määrittelyn
sijainnin, ainutkertaisen resurssitunnisteen ja resurssin ominaisuudet.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laitteisto, joka on kytketty
toiminnallisesti sulautettuun verkkoon, joka käsittää ainakin yhden sulautetun
laitteen ja jossa sulautettu laite liittyy ainakin yhteen resurssikuvaukseen.
- 20 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laitteisto, joka on lisäksi konfigu-
roitu prosessoimaan resurssikuvauksia, jotka käsittävät ainakin yhden seura-
vista: sulautetun laitteen käytettävissä olevat anturityypit, tiedon siitä, kuinka
usein anturi voidaan lukea, ja tiedon siitä, ovatko anturitiedot tallennettavissa
välimuistiin.
- 25 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu
muuttamaan vastaanotetun resurssikuvauksen resurssirajapinnan tarvittavaksi
protokollaksi jonkin laitteiston tukemista protokollista.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu
lukemaan ajoittain tietoja resurssista, tallentamaan tiedot välimuistiin ja lähet-
30 tämään välimuistiin tallennetut tiedot vasteena verkosta saatuun resurssitieto-
pyyntöön.
7. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu
vastaanottamaan resurssitietopyynnön verkosta käyttämällä protokollaa, jota
laitteisto tukee ja joka sisältyy anturilaitteeseen liittyvään julkaistuun resurssi-
35 kuvaukseen

lähettämään pyynnön sulautettuun laitteeseen käyttämällä sulautetun laitteen tukemaa protokollaa

vastaanottamaan vastauksen sulautetusta laitteesta käyttämällä sulautetun laitteen tukemaa protokollaa

5 lähettämään vastauksen resurssitietopyynnön lähettäjälle käyttämällä tietopyynnön protokollaa.

8. Patenttivaatimuksen 4 ja 7 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu tallentamaan sulautetusta laitteesta saadun vastauksen resurssitiedot välimuistiin, jos resurssikuvaus osoittaa, että anturitieto on tallennettavissa välimuistiin.

9. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu vastaanottamaan resurssitietopyynnön verkosta käyttämällä protokollaa, jota laitteisto tukee ja joka sisältyy sulautettuun laitteeseen liittyvään resurssikuvaukseen

15 tarkistamaan, onko pyydetyt resurssitiedot tallennettu laitteiston välimuistiin

ja jos resurssitiedot on tallennettu välimuistiin, lähettämään välimuistiin tallennetut tiedot sisältävän vastauksen resurssitietopyynnön lähettäjälle käyttämällä tietopyynnön protokollaa

20 ja jos resurssitietoja ei ole tallennettu välimuistiin, lähettämään pyynnön sulautetulle laitteelle käyttämällä protokollaa, jota sulautettu laite tukee

vastaanottamaan vastauksen sulautetulta laitteelta käyttämällä sulautetun laitteen tukemaa protokollaa

25 lähettämään vastauksen resurssitietopyynnön lähettäjälle käyttämällä tietopyynnön protokollaa.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 1–9 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu viestimään resurssien kanssa käyttämällä binaarisia viestejä, jotka käsittävät binaarisen alkunimiön ja binaarisia sanomaelementtejä, jolloin binaarinen sanoma käsittää elementtejä, jotka vastaavat XML-pohjaisen (Extensible Markup Language) Internet-resurssinkuvauskielen muotoisen sanoman elementtejä.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu sisällyttämään binaariseen alkunimiöön

35 koodauksen versionumeron yhdessä sanoman MIME-muodon (Multipurpose Internet Mail Extensions) kanssa

- sanomassa käytetyn nimiavaruuden kolmitavuisen binaarikolmennuksen {nimiön, tietotyyppin, arvon}, joka kuvaa sanoman kohteen Uniform Resource Identifier -tunnisteen ja jossa ainakin yksin kolmennuksen tavu valitaan käyttämällä hakutaulukkoa.
- 5 12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laitteisto, joka on lisäksi konfiguroitu ilmoittamaan binaarisen sanoman sanomaelementtien määrän binaarinumerona binaarisen sanoman binaarisen alkunimiön jälkeen.
- 10 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laitteisto, joka on lisäksi konfiguroitu purkamaan kunkin binaarisen sanomaelementin koodin ilmoittamalla sanomaelementin koodin, sanomaelementissä olevien nimiöiden määrän ja sanomaelementin pituuden kompressoimaan kunkin nimiön monikkona, joka käsittää nimiökoodin, tietotyyppin ja tietoarvon.
- 15 14. Jonkin patenttivaatimuksen 1–13 mukainen laitteisto, joka on konfiguroitu vastaanottamaan useiden laitteistoon toiminnallisesti kytkettyjen resurssien resurssikuvauksia.
- 20 15. Jonkin patenttivaatimuksen 1–13 mukainen laitteisto, joka on tietokoneverkon palvelin, joka on kytketty ainakin yhteen anturiverkkoon reitittimen välityksellä.
- 25 16. Resurssien virtualisoimiseksi tarkoitettu menetelmä, jossa tallennetaan (202) useiden resurssitunnistetietoja, kuten resurssirajapinnan, käsittävien resurssien resurssikuvauksia, t u n n e t t u siitä, että luodaan ja tallennetaan (204) vastaanotettujen resurssikuvausten vaihtoehtoisia kuvauksia muuttamalla ainakin resurssikuvauksen resurssirajapinta laitteiston rajapinnaksi julkaistaan (206) ainakin joitakin resurssikuvauksia verkossa, johon laitteisto on yhteydessä,
- 30 käsitellään (208) resursseihin liittyvästä verkosta saatuja resurssitietopyyntöjä.
- 35 17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, jossa lisäksi: prosessoidaan resurssikuvauksia, jotka käsittävät ainakin yhden seuraavista: resurssirajapinnan, resurssirajapinnan sijainnin, rajapinnan määrittelyn sijainnin, ainutkertaisen resurssitunnisteen ja resurssin ominaisuudet.

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, jossa lisäksi: liitetään anturiverkon anturilaitte ainakin yhteen resurssikuvaukseen.

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen menetelmä, jossa resurssikuvaukset käsittävät ainakin yhden seuraavista: anturilaitteen käytettävissä olevat anturityypit, tiedon siitä, kuinka usein anturi voidaan lukea, ja tiedon siitä, ovatko anturitiedot tallennettavissa välimuistiin.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, jossa lisäksi: muutetaan vastaanotetun resurssikuvauksen resurssirajapinnan tarvitsema protokolla joksikin laitteiston tukemista protokollista.

10 21. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, jossa lisäksi: luetaan ajoittain tietoja resurssista, tallennetaan tiedot välimuistiin ja lähetetään välimuistiin tallennetut tiedot vasteena verkosta vastaanotetulle resurssitietopyynnölle.

15 22. Patenttivaatimuksen 18 mukainen menetelmä, jossa lisäksi: vastaanotetaan resurssitietopyyntö verkosta käyttämällä laitteiston tukemaa protokollaa, joka sisältyy anturilaitteeseen liittyvään julkaistuuun resurssikuvaukseen

lähetetään pyyntö anturilaitteelle käyttämällä anturilaitteen tukemaa protokollaa

20 vastaanotetaan vastaus anturilaitteesta käyttämällä anturilaitteen tukemaa protokollaa

lähetetään vastaus resurssitietopyynnön lähettäjälle käyttämällä tietopyynnön protokollaa.

25 23. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, jossa lisäksi tallennetaan anturilaitteelta vastaanotetun vastauksen resurssitiedot välimuistiin, jos resurssikuvaus osoittaa, että anturitiedot ovat tallennettavissa välimuistiin.

30 24. Patenttivaatimuksen 18 mukainen menetelmä, jossa lisäksi vastaanotetaan resurssitietopyyntö verkosta käyttämällä laitteiston tukemaa protokollaa, joka sisältyy anturilaitteeseen liittyvään resurssikuvaukseen

tarkistetaan, onko pyydetyt resurssitiedot tallennettu laitteiston välimuistiin

35 jos resurssitiedot on tallennettu välimuistiin, lähetetään välimuistiin tallennetut tiedot sisältävä vastaus resurssitietopyynnön lähettäjälle käyttämällä tietopyynnön protokollaa

jos resurssitietoja ei ole tallennettu välimuistiin, lähetetään pyyntö anturilaitteeseen käyttämällä anturilaitteen tukemaa protokollaa

vastaanotetaan vastaus anturilaitteesta käyttämällä anturilaitteen tukemaa protokollaa

5 lähetetään vastaus resurssitietopyynnön lähettäjälle käyttämällä tietopyynnön protokollaa.

25. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, jossa lisäksi viestitään resurssien kanssa käyttämällä binaarisia sanomia, jotka käsittävät binaarisen alkunimiön ja binaarisia sanomaelementtejä, jolloin binaarinen sanoma käsittää elementtejä, jotka vastaavat XML-pohjaisen (Extensible Markup Language) Internet-resurssinkuvauskielen muotoisen sanoman elementtejä.

26. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, joka lisäksi käsittelee: sisällytettynä binaariseen alkunimiöön

15 koodauksen versionumeron yhdessä sanoman MIME-muodon (Multipurpose Internet Mail Extensions) kanssa

sanomassa käytetyn nimiavaruuden

kolmitavuisen binaarikolmennuksen {nimiön, tietotyypin, arvon}, joka kuvaa sanoman kohteen Uniform Resource Identifier -tunnisteen ja jossa ainakin yksin kolmennuksen tavu valitaan käyttämällä hakutaulukkoa.

20 27. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, jossa lisäksi ilmoitetaan binaarisen sanoman sanomaelementtien määrä binaarimeronä binaarisen sanoman binaarisen alkunimiön jälkeen.

28. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, jossa kunkin binaarisen sanomaelementin koodin purkamisessa:

25 ilmoitetaan sanomaelementin koodi, sanomaelementissä olevien nimiöiden määrä ja sanomaelementin pituus

kompresoidaan kukin nimiö monikkona, joka käsittää nimiökoodin, tietotyypin ja tietoarvon.

29. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, jossa lisäksi: 30 vastaanotetaan useiden resurssitunnistetietoja käsittävien resurssien resurssikuvauksia.

30. Tietokoneohjelmatuote, joka koodaa tietokoneohjelman ohjeita tietokoneprosessin suorittamiseksi jonkin patenttivaatimuksen 16–29 mukaisen menetelmän toteuttamiseksi.

31. Tietokoneohjelman jakeluväline, joka on luettavissa tietokoneella ja koodaa tietokoneohjelman ohjeita tietokoneprosessin suorittamiseksi jonkin patenttivaatimuksen 16–29 mukaisen menetelmän toteuttamiseksi.

32. Patenttivaatimuksen 31 mukainen tietokoneohjelman jakeluväline, joka sisältää ainakin yhden seuraavista välineistä: konekoodinen väline, ohjelman tallennusväline, tallenneväline, konekoodinen muisti, konekoodinen ohjelmiston jakelupakkaus, konekoodinen signaali, konekoodinen tietoliikennesignaali ja konekoodinen pakattu ohjelmistopakkaus.

Patentkrav

1. Anordning, som är konfigurerad att
 lagra (202) i anordningen resursbeskrivningar av funktionellt kopp-
 lade flera resurser, vilka resursbeskrivningar omfattar resursidentifieradata,
 5 såsom ett resursgränssnitt, k ä n n e t e c k n a t av att anordning är konfigure-
 rad att
 skapa och lagra (204) alternativa beskrivningar av de mottagna re-
 sursbeskrivningarna genom att ändra åtminstone resursbeskrivningens re-
 sursgränssnitt till anordningens gränssnitt
 10 publicera (206) åtminstone en del av resursbeskrivningarna i ett nät,
 som anordningen står i förbindelse till,
 behandla (208) resursdatabegäranden som kommer från nätet i an-
 slutning till resurserna.
2. Anordning enligt patentkrav 1, som dessutom är konfigurerad att
 15 processera resursbeskrivningarna, vilka omfattar åtminstone ett av följande: ett
 resursgränssnitt, resursgränssnittets läge, gränssnittets definierings läge, en
 unik resursidentifierare och resursens egenskaper.
3. Anordning enligt patentkrav 1 eller 2, som är kopplad funktionellt
 till ett fusionerat nät, som omfattar åtminstone en fusionerad apparat och vari-
 20 den fusionerade apparaten hänför sig till åtminstone en resursbeskrivning.
4. Anordning enligt patentkrav 3, som dessutom är konfigurerad att
 processera resursbeskrivningarna, vilka omfattar åtminstone ett av följande:
 tillgängliga sensortyper av den fusionerade apparaten, information om hur ofta
 sensorn kan avläsas och information om huruvida sensordata kan lagras i ett
 25 cacheminne.
5. Anordning enligt patentkrav 4, som är konfigurerad att ändra den
 mottagna resursbeskrivningens resursgränssnitt till ett erforderligt protokoll av
 något av de av anordningen understödda protokollen.
6. Anordning enligt patentkrav 1, som är konfigurerad att avläsa tid-
 30 vis data om resursen, lagra data i cacheminnet och sända i cacheminnet lag-
 rade data som svar på en från nätet erhållen resursdatabegäran.
7. Anordning enligt patentkrav 3, som är konfigurerad att motta en re-
 sursdatabegäran från nätet genom användning av ett protokoll, som anord-
 ningen stöder och som ingår i en publicerad resursbeskrivning i anslutning till
 35 sensoranordningen att

sända en begäran till den fusionerade apparaten genom användning av ett protokoll som stöds av den fusionerade apparaten

motta ett svar från den fusionerade apparaten genom användning av ett protokoll som stöds av den fusionerade apparaten

5 sända ett svar till sändaren av resursdatabegäran genom användning av protokollet för databegäran.

8. Anordning enligt patentkrav 4 och 7, som är konfigurerad att lagra ett från den fusionerade apparaten erhållet svars resursdata i cacheminnet, ifall resursbeskrivningen visar att sensordata kan lagras i cacheminnet.

10 9. Anordning enligt patentkrav 3, som är konfigurerad att motta en resursdatabegäran från nätet genom användning av ett protokoll, som anordningen stöder och som ingår i resursbeskrivningen i anslutning till sensoranordningen att

15 kontrollera huruvida de begärda resursdata är lagrade i anordningens cacheminne

och ifall resursdata är lagrade i cacheminnet, att sända ett svar innehållande de i cacheminnet lagrade data till sändaren av resursdatabegäran genom användning av protokollet för databegäran

20 och ifall resursdata inte är lagrade i cacheminnet, att sända en begäran till den fusionerade apparaten genom användning av ett protokoll som den fusionerade apparaten stöder

motta ett svar från den fusionerade apparaten genom användning av ett protokoll som stöds av den fusionerade apparaten

25 sända ett svar till sändaren av resursdatabegäran genom användning av protokollet för databegäran.

10. Anordning enligt något av patentkraven 1-9, som är konfigurerad att kommunicera med resurserna genom användning av binära meddelanden, som omfattar en binär startetikett och binära budskapselement, varvid det binära budskapet omfattar element, som motsvarar elementen i meddelandet i form av ett XML-baserat (Extensible Markup Language) Internet-resursbeskrivningsspråk.

11. Anordning enligt patentkrav 10, som är konfigurerad att inkludera i den binära startetiketten

35 ett versionsnummer för kodningen tillsammans med budskapets MIME-form (Multipurpose Internet Mail Extensions)

en i budskapet använd namnrymd

en 3 bitars binärtripling {etikett, datatyp, värde}, som beskriver en Uniform Resource Identifier-identifierare för budskapets föremål och vari åtminstone en av triplingens bitar väljs genom användning av en söktabell.

12. Anordning enligt patentkrav 10, som dessutom är konfigurerad
5 att

meddela mängden budskapselement i det binära budskapet som ett binärnummer efter det binära budskapets binära startetikett.

13. Anordning enligt patentkrav 12, som dessutom är konfigurerad
att

10 packa upp vart och ett binära budskapselements kod genom att ange budskapselementets kod, mängden etiketter i budskapselementet och budskapselementets längd

komprimera var och en etikett som en trippel, som omfattar etikettkod, datatyp och datavärde.

15 14. Anordning enligt något av patentkraven 1-13, som är konfigurerad att motta flera till anordningen funktionellt kopplade resursers resursbeskrivningar.

15. Anordning enligt något av patentkraven 1-13, som är en server i ett datanät, vilken är kopplad till åtminstone ett sensornät via en router.

20 16. Förfarande för virtualisering av resurser, vari lagras (202) resursbeskrivning av flera resurser omfattande resursidentifierardata, såsom ett resursgränssnitt, k ä n n e t e c k n a t av att skapas och lagras (204) alternativa beskrivningar av de mottagna resursbeskrivningarna genom att ändra åtminstone resursbeskrivningens resursgränssnitt till anordningens gränssnitt
25

publiceras (206) åtminstone några resursbeskrivningar i ett nät, som anordningen står i förbindelse till,

behandlas (208) resursdatabegäranden som erhållits från nätet i anslutning till resurserna.

30 17. Förfarande enligt patentkrav 16, vari dessutom: processeras resursbeskrivningar, som omfattar åtminstone ett av följande: ett resursgränssnitt, resursgränssnittets läge, gränssnittets definierings läge, en unik resursidentifierare och resursens egenskaper.

35 18. Förfarande enligt patentkrav 16, vari dessutom: förknippas en sensorapparat i sensornätet med åtminstone en resursbeskrivning.

19. Förfarande enligt patentkrav 18, vari resursbeskrivningarna omfattar åtminstone en av följande: tillgängliga sensortyper av sensorapparaten, information om hur ofta sensorn kan avläsas och information om huruvida sensordata kan lagras i ett cacheminne.

5 20. Förfarande enligt patentkrav 19, vari dessutom: ändras protokollet som den mottagna resursbeskrivningens resursgränssnitt behöver till något protokoll som anordningen understöder.

 21. Förfarande enligt patentkrav 16, vari dessutom: avläses tidvis data om resursen, lagras data i cacheminnet och sänds i cacheminnet lagrade data som svar på en från nätet mottagen resursdatabegäran.

 22. Förfarande enligt patentkrav 18, vari dessutom:
 mottas en resursdatabegäran från nätet genom användning av det av anordningen understödda protokollet, som ingår i en publicerad resursbeskrivning i anslutning till sensorapparaten

15 sänds begäran till sensorapparaten genom användning av protokollet som sensorapparaten understöder

 mottas svaret från sensorapparaten genom användning av protokollet som sensorapparaten understöder

 sänds ett svar till sändaren av resursdatabegäran genom användning av protokollet för databegäran.

20 23. Förfarande enligt patentkrav 20, vari dessutom lagras det från sensorapparaten mottagna svarets resursdata i cacheminnet, ifall resursbeskrivningen visar att sensordata kan lagras i cacheminnet.

 24. Förfarande enligt patentkrav 18, vari dessutom:
25 mottas en resursdatabegäran från nätet genom användning av det av anordningen understödda protokollet, som ingår i resursbeskrivningen i anslutning till sensorapparaten

 kontrolleras huruvida de begärda resursdata är lagrade i anordningens cacheminne

30 ifall resursdata är lagrade i cacheminnet, sänds ett svar innehållande de i cacheminnet lagrade data till sändaren av resursdatabegäran genom användning av protokollet för databegäran

 ifall resursdata inte är lagrade i cacheminnet, sänds begäran till sensorapparaten genom användning av protokollet som understöds av sensorapparaten

mottas svaret från sensorapparaten genom användning av protokollet som sensorapparaten understöder

sänds ett svar till sändaren av resursdatabegäran genom användning av protokollet för databegäran.

5 25. Förfarande enligt patentkrav 16, vari dessutom: kommuniceras med resurserna genom användning av binära meddelanden, som omfattar en binär startetikett och binära budskapselement, varvid det binära budskapet omfattar element, som motsvarar elementen i meddelandet i form av ett XML-baserat (Extensible Markup Language) Internet-resursbeskrivningsspråk.

10 26. Förfarande enligt patentkrav 25, vilket dessutom omfattar: inkluderat i den binära startetiketten

ett versionsnummer för kodningen tillsammans med budskapets MIME-form (Multipurpose Internet Mail Extensions)

en i budskapet använd namnrymd

15 en 3 bitars binärtripling {etikett, datatyp, värde}, som beskriver en Uniform Resource Identifier-identifierare för budskapets föremål och vari åtminstone en av triplingens bitar väljs genom användning av en söktabell.

27. Förfarande enligt patentkrav 25, vari dessutom:

20 meddelas mängden budskapselement i det binära budskapet som ett binärnummer efter det binära budskapets binära startetikett.

28. Förfarande enligt patentkrav 25, vari vid uppäckning av vart och ett binärt budskapselements kod:

anges budskapselementets kod, mängden etiketter i budskapselementet och budskapselementets längd

25 komprimeras var och en etikett som en trippel, som omfattar etikettkod, datatyp och datavärde.

29. Förfarande enligt patentkrav 16, vari dessutom:

mottas resursbeskrivningar av flera resurser omfattande resursidentifierardata.

30 30. Datorprogramprodukt, som kodar ett datorprogramms instruktioner för att utföra en datorprocess för att förverkliga förfarandet enligt något av patentkraven 16-29.

35 31. Distributionsmedel för datorprogram, som kan avläsas med dator och kodar ett datorprogramms instruktioner för att utföra en datorprocess för att förverkliga förfarandet enligt något av patentkraven 16-29.

32. Distributionsmedel för datorprogram enligt patentkrav 31, som innehåller åtminstone ett av följande medel: ett maskinläsbart medel, ett programlagringsmedel, ett registreringsmedel, ett maskinläsbart minne, en maskinläsbar programvarudistributionsförpackning, en maskinläsbar signal, en maskinläsbar telekommunikationssignal och en maskinläsbar packad programvaruförpackning.

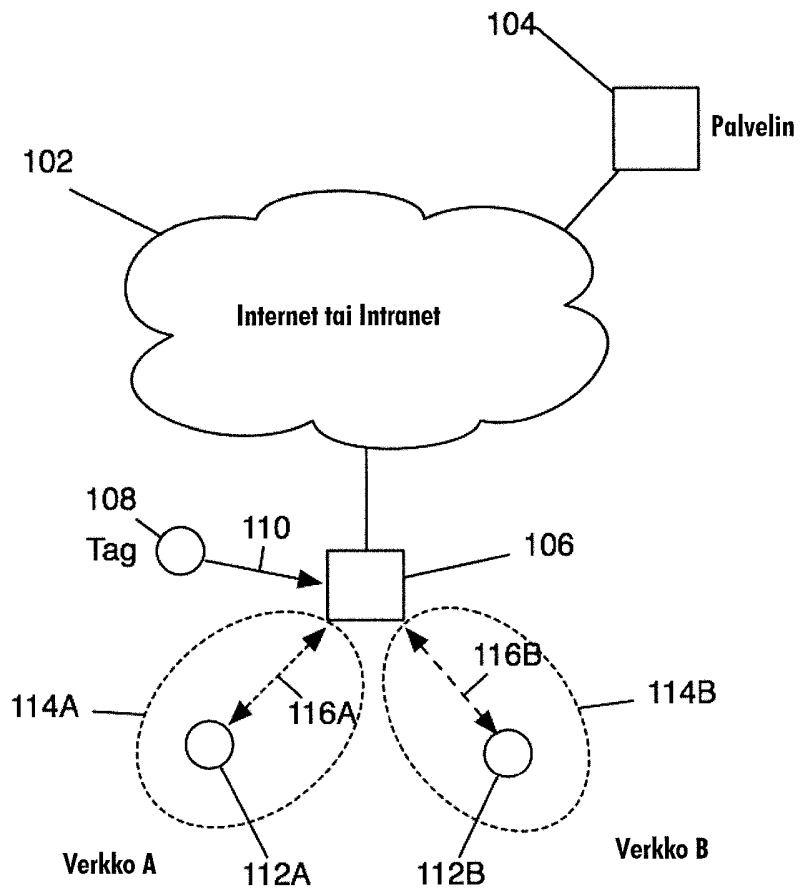


FIG 1

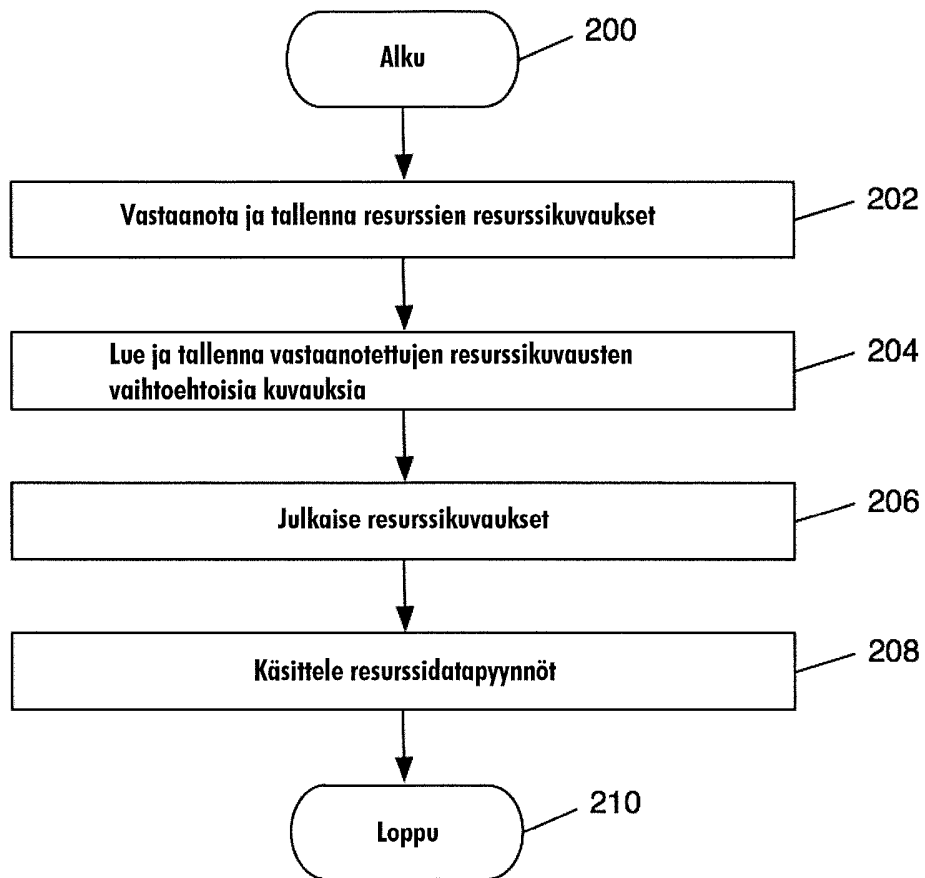


FIG 2

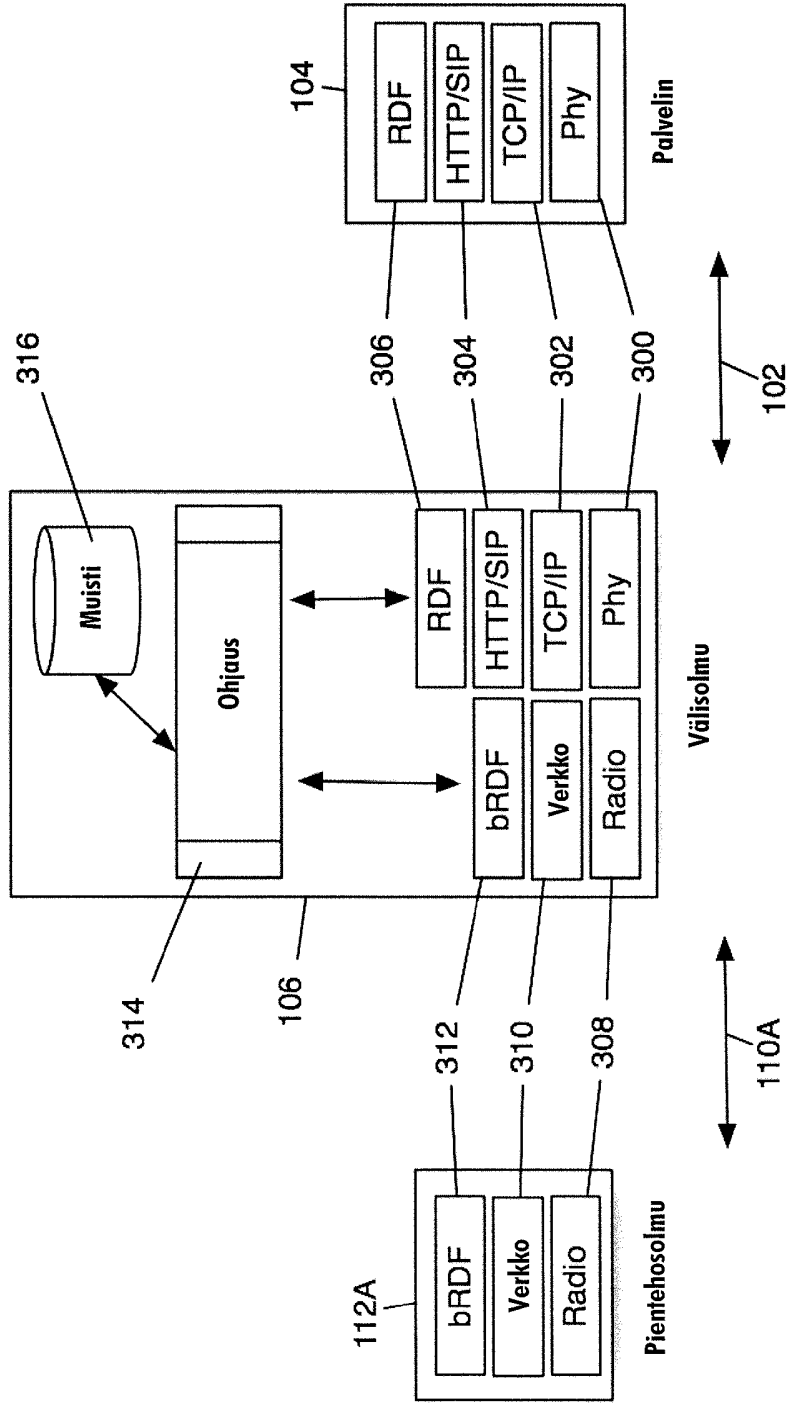


FIG 3

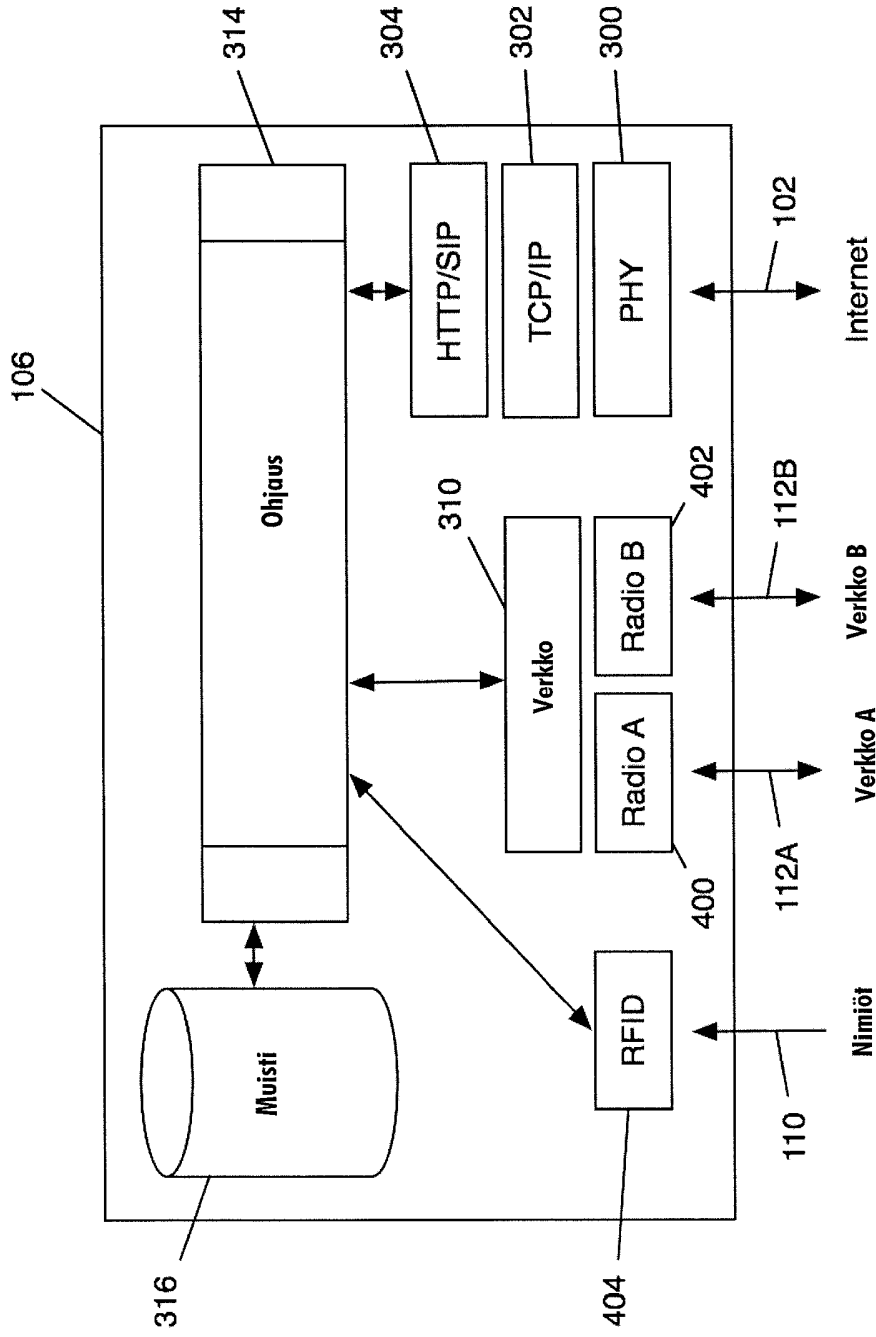


FIG 4

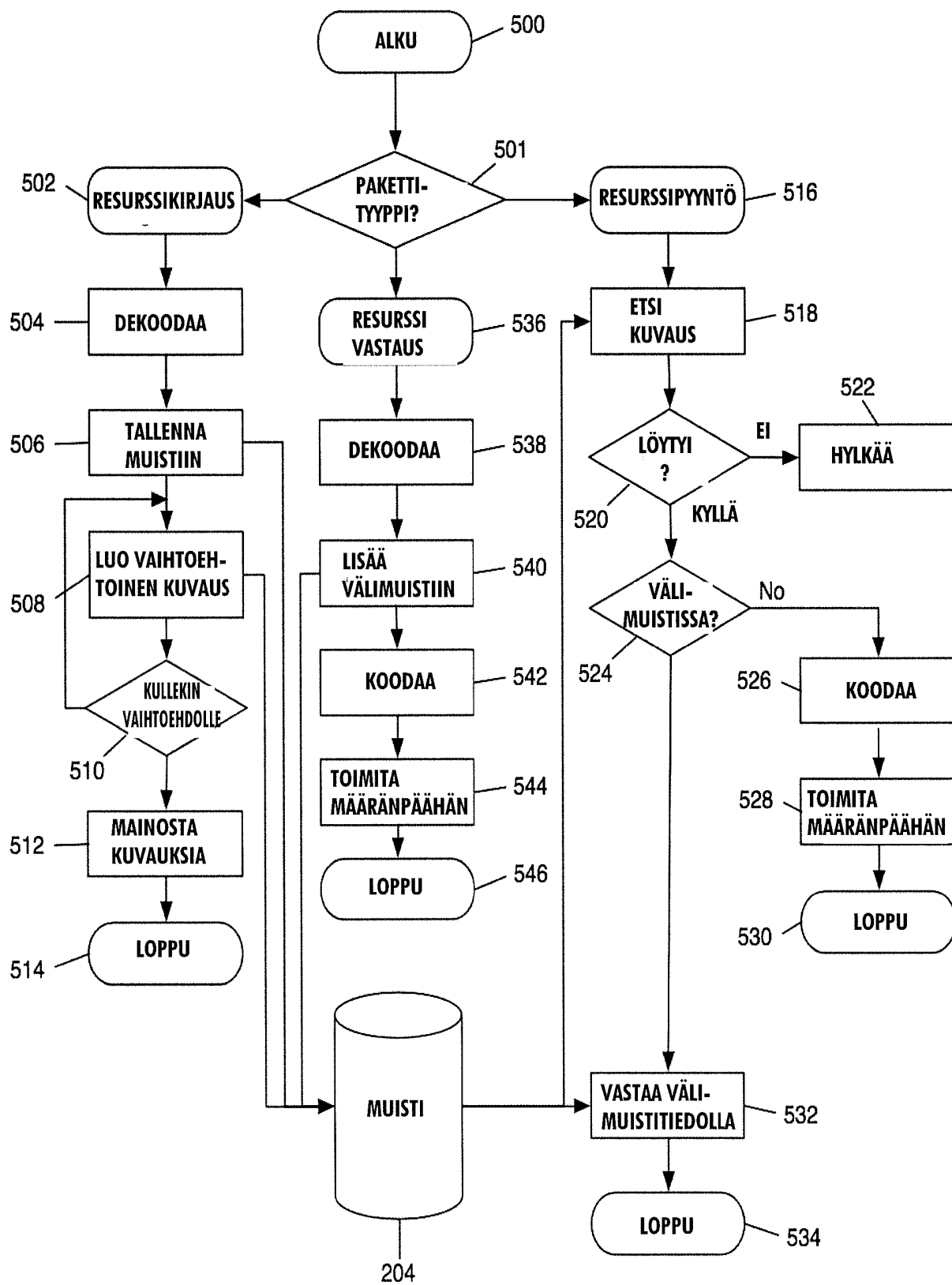


FIG 5

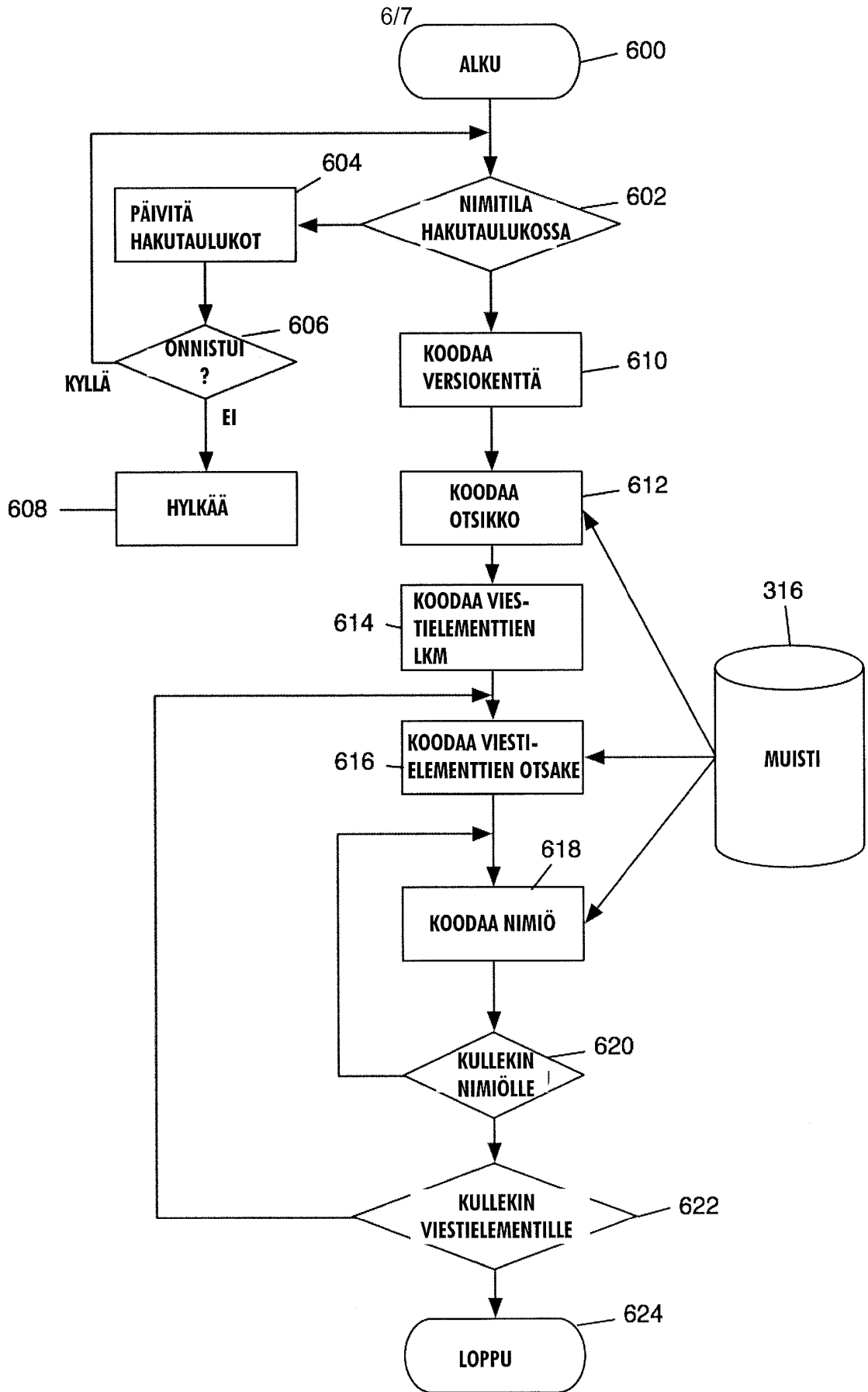


FIG 6

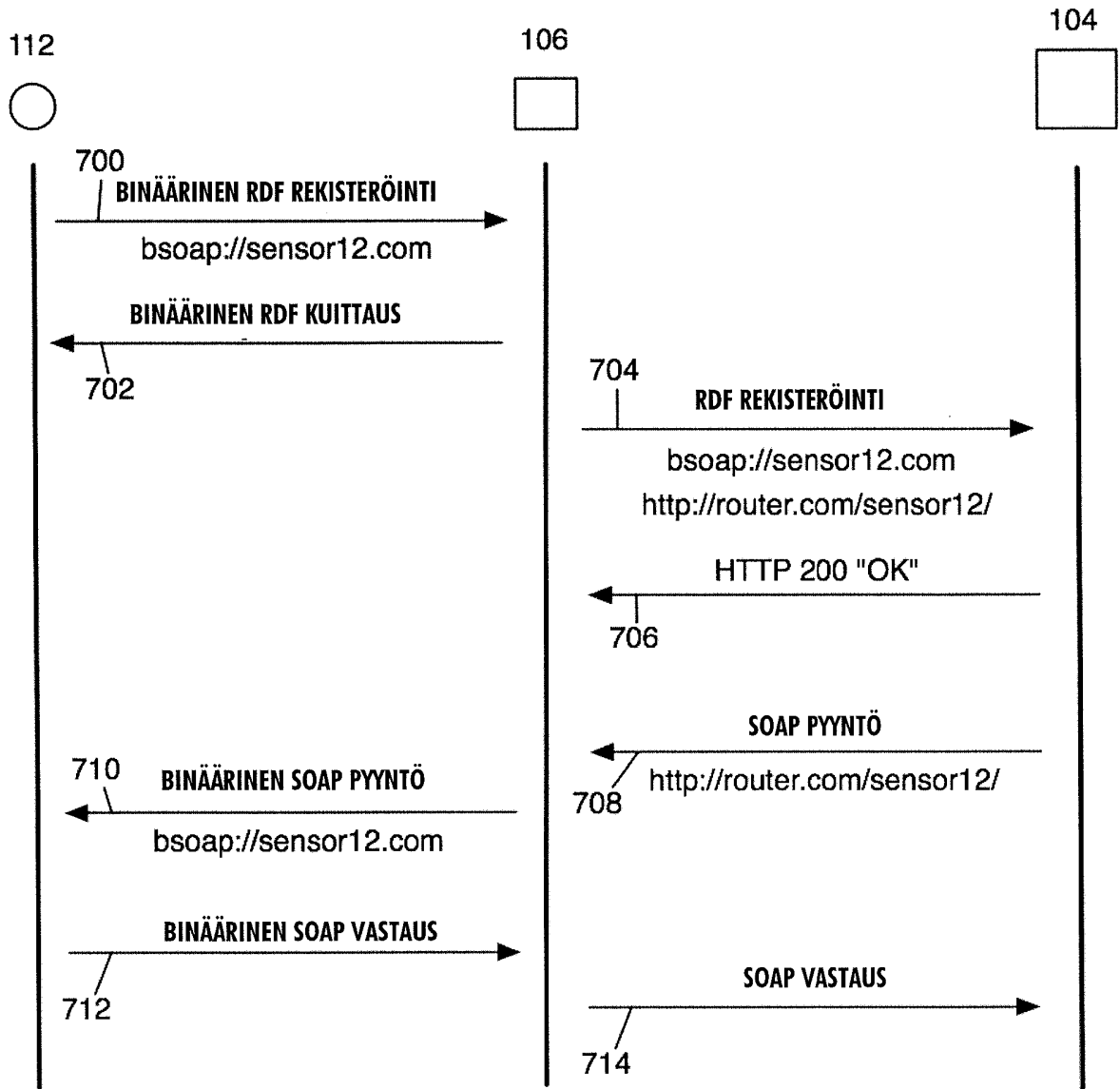


FIG 7