

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6724436号
(P6724436)

(45) 発行日 令和2年7月15日(2020.7.15)

(24) 登録日 令和2年6月29日(2020.6.29)

(51) Int. Cl. F I
H04Q 9/00 (2006.01) H04Q 9/00 301B

請求項の数 15 (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願2016-48624 (P2016-48624)	(73) 特許権者	000002945 オムロン株式会社
(22) 出願日	平成28年3月11日(2016.3.11)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地
(65) 公開番号	特開2017-162387 (P2017-162387A)	(74) 代理人	100129012 弁理士 元山 雅史
(43) 公開日	平成29年9月14日(2017.9.14)		(74) 代理人
審査請求日	平成31年1月10日(2019.1.10)		100121382 弁理士 山下 託嗣
		(72) 発明者	久野 敦司 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	山田 亮太 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801番地 オムロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワークシステム、機能設定方法および機能設定プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムであって、
各々の前記サブシステムに設けられ自己の状態と自己の機能を保持する自己認識部と、
前記複数のサブシステムの全てまたは前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を取得する取得部と、

目標状態の設定を受け付ける目標受付部と、

前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を記憶する共有記憶部と、

前記目標状態と前記サブシステムの状態および機能と前記組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々の前記サブシステムの機能の活性化の可否を含む各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する構造設定部と、

前記構造設定部で自動設定された前記組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する機能を決定する決定部と、

決定した各々の前記サブシステムの機能を各々の前記サブシステムに通知する通知部と

、
前記組み合わせ構造の知識を、前記目標状態と各々の前記サブシステムの状態および機能とから機械学習によって用意する知識作成部と、を備え、

前記共有記憶部は、前記組み合わせ構造の知識を、複数の選択肢として記憶し、

前記共有記憶部に、前記受け付けた目標状態を実現するために必要な前記サブシステム

10

20

の機能の組み合わせ構造の知識が記憶されていない場合、前記知識作成部は、前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を機械学習によって用意する、
ネットワークシステム。

【請求項 2】

前記複数のサブシステムを管理する管理システムを備え、
前記取得部は、前記管理システムに設けられており、
前記複数のサブシステムの状態および機能を、各々の前記サブシステムの前記自己認識部から取得する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 3】

前記複数のサブシステムを管理する管理システムを備え、
前記取得部は、前記管理システムに設けられており、
前記サブシステムのそれぞれには、前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を認識する他者認識部が設けられており、
前記取得部は、前記全てのサブシステムの状態および機能を、いずれかの前記サブシステムの前記自己認識部および前記他者認識部から取得する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 4】

前記取得部は、いずれかの前記サブシステムに設けられており、
前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を認識して取得する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 5】

前記目標受付部によって新たに設定された目標状態が受け付けられた場合、前記構造設定部は、前記新たな目標状態に基づいて新たな前記組み合わせ構造を自動設定し、
前記決定部は、前記新たな組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する新たな前記機能を決定し、
前記通知部は、前記新たな機能を各々の前記サブシステムに通知する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 6】

前記自己認識部が、前記設定された目標を達成するうえで前記サブシステムが現在実行している役割に影響がある自己の状態の変化を認識した場合、
前記構造設定部は、新たな複数の前記サブシステムの状態に基づいて、新たな前記組み合わせ構造を自動設定し、
前記決定部は、前記新たな組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する新たな前記機能を決定し、
前記通知部は、前記新たな機能を各々の前記サブシステムに通知する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 7】

前記サブシステムは、前記自己の機能として、自己の動作を停止する非活性化の条件を記憶しており、
いずれかの前記サブシステムの動作を停止する条件が成立した場合、前記構造設定部は、新たな複数の前記サブシステムの状態に基づいて、新たな前記組み合わせ構造を自動設定し、
前記決定部は、前記新たな組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する新たな前記機能を決定し、
前記通知部は、前記新たな機能を各々の前記サブシステムに通知する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 8】

新たな前記サブシステムが前記ネットワークに追加された場合、前記構造設定部は、新たな複数の前記サブシステムの状態に基づいて、新たな前記組み合わせ構造を自動設定し

10

20

30

40

50

前記決定部は、前記新たな組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する新たな前記機能を決定し、

前記通知部は、前記新たな機能を各々の前記サブシステムに通知する、
請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 9】

前記いずれかのサブシステムには、前記目標設定部、前記構造設定部、前記決定部および前記通知部が設けられており、他の各々の前記サブシステムが実行する機能を他の各々の前記サブシステムに通知する、

請求項 4 に記載のネットワークシステム。

10

【請求項 10】

前記ネットワークに接続された複数の前記サブシステムの各々には、前記目標受付部が設けられており、

前記目標状態の設定を受け付けた前記サブシステムは、前記受け付けた目標状態を、他の各々の前記サブシステムに対して通知する、

請求項 4 に記載のネットワークシステム。

【請求項 11】

複数のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムであって、各々の前記サブシステムに設けられ自己の状態と自己の機能を保持する自己認識部と、前記複数のサブシステムの全てまたは前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を取得する取得部と、

20

目標状態の設定を受け付ける目標受付部と、

前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を記憶する共有記憶部と、

前記目標状態と前記サブシステムの状態および機能と前記組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々の前記サブシステムの機能の活性化の可否を含む各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する構造設定部と、

前記構造設定部で自動設定された前記組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する機能を決定する決定部と、

決定した各々の前記サブシステムの機能を、各々の前記サブシステムに通知する通知部と、を備え、

30

前記複数のサブシステムの各々には、前記取得部、前記目標受付部および前記構造設定部が設けられており、

前記取得部は、前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を認識して取得し、

前記目標状態の設定を受け付けた前記サブシステムは、前記受け付けた目標状態を、他の各々の前記サブシステムに対して通知し、

所定の前記サブシステムに設けられ各々の前記サブシステムの実行する機能を調整する機能調整部を更に備え、

各々の前記サブシステムの前記構造設定部は、前記自動設定した組み合わせ構造から自己の機能を決定し、

40

前記所定のサブシステム以外の各々の前記サブシステムは、決定した自己の前記機能を前記所定のサブシステムに連絡し、

前記所定のサブシステムの前記機能調整部は、自己が前記自動設定した前記組み合わせ構造と、連絡を受けた他の前記サブシステムの機能とから、自己を含む各々のサブシステムの機能を調整する、

ネットワークシステム。

【請求項 12】

前記ネットワークに接続された複数の前記サブシステムのうちの全部またはいくつかのサブシステムに、前記機能調整部が設けられており、

50

前記受け付けた目標状態と現在の各々の前記サブシステムの状態および機能に基づいて、複数の前記サブシステムのうち前記調整を行うサブシステムが変更される、請求項 1 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 3】

複数のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムであって、各々の前記サブシステムに設けられ自己の状態と自己の機能を保持する自己認識部と、前記複数のサブシステムの全てまたは前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を取得する取得部と、

目標状態の設定を受け付ける目標受付部と、

前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を記憶する共有記憶部と、 10

前記目標状態と前記サブシステムの状態および機能と前記組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々の前記サブシステムの機能の活性化の可否を含む各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する構造設定部と、

前記構造設定部で自動設定された前記組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する機能を決定する決定部と、

決定した各々の前記サブシステムの機能を、各々の前記サブシステムに通知する通知部と、を備え、

複数の前記サブシステムの各々には、前記目標受付部、前記取得部、前記構造設定部、前記決定部および前記通知部が設けられており、

20

前記取得部は、前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を認識して取得し、

前記受け付けた目標状態と現在の各々の前記サブシステムの状態および機能に基づいて、複数の前記サブシステムのうち前記組み合わせ構造の自動設定を行うサブシステムが変更される、ネットワークシステム。

【請求項 1 4】

各々のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムを用いて所定の目標状態を実現するために各々の前記サブシステムの機能を設定する機能設定方法であって、

30

前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を、複数の選択肢として記憶する記憶ステップと、

前記目標状態の設定を受け付ける目標受付ステップと、

各々の前記サブシステムが、自己の状態と自己の機能を保持する自己認識ステップと、前記ネットワークに結合された全てまたは前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を取得する取得ステップと、

前記受け付けた目標状態を実現するために必要な前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識が記憶されていない場合、前記組み合わせ構造の知識を、前記目標状態と各々の前記サブシステムの状態および機能とから機械学習によって用意する知識作成ステップと、 40

前記目標状態と、前記サブシステムの状態および機能と、前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々の前記サブシステムの機能の活性化の可否を含む各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する構造設定ステップと、

前記構造設定ステップで自動設定された前記組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する機能を決定する決定ステップと、

決定した各々の前記サブシステムの機能を各々の前記サブシステムに通知する通知ステップと、

を備えた、機能設定方法。

【請求項 1 5】

50

各々のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムを用いて所定の目標状態を実行するために各々の前記サブシステムの機能を設定する機能設定プログラムであって、

前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を、複数の選択肢として記憶する記憶ステップと、

前記目標状態の設定を受け付ける目標受付ステップと、

各々の前記サブシステムが、自己の状態と自己の機能を保持する自己認識ステップと、

前記ネットワークに結合された全てまたは前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を取得する取得ステップと、

前記受け付けた目標状態を実現するために必要な前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識が記憶されていない場合、前記組み合わせ構造の知識を、前記目標状態と各々の前記サブシステムの状態および機能とから機械学習によって用意する知識作成ステップと、

前記目標状態と、前記サブシステムの状態および機能と、前記目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識と、前記自己の状態及び機能とに基づいて、各々の前記サブシステムの機能の活性化の可否を含む各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する構造設定ステップと、

前記構造設定ステップで自動設定された前記組み合わせ構造に基づいて、各々の前記サブシステムが実行する機能を決定する決定ステップと、

決定した各々の前記サブシステムの機能を各々の前記サブシステムに通知する通知ステップと、

を備えた、機能設定方法をコンピュータに実行させる機能設定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の目標を実行するためにネットワークで接続された複数のサブシステムの機能を設定するネットワークシステム、機能設定方法および機能設定プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、複数の装置をネットワーク等によって接続し複数の装置同士を連携させる構成が提示されている。

例えば、特許文献1には、テレビを中心として新しい機器が接続された場合に、その機器の機能がテレビに連絡され、ネットワーク上の各機器の機能がテレビに表示可能な情報処理装置が開示されている。そして、ユーザが、その表示画面で機能を選択すれば、テレビからその機能を行う機器に対して情報が送られ、その機器が処理を実行する。

【0003】

また、例えば、特許文献2には、複数のカメラを連動させた監視カメラシステムが開示されており、侵入を検出した侵入センサごとにどのカメラをどのような状態で動作させるかが予め設定されている。

また、例えば、特許文献3には、複数の端末と管理手段が通信ネットワークを介して接続されたシステムが開示されており、このシステムは、例えばセキュリティ対策として使用される。特許文献3に示すシステムでは、事態に対応する対処を完全に実行できる端末が存在しなくても、複数個の端末を組み合わせることにより事態に対応する処理が実行される。

【0004】

しかしながら、上記従来の装置およびシステムでは、以下に示すような問題点を有している。

すなわち、上記特許文献1が開示された情報処理装置では、テレビに他の機器の機能を表示させるという連携をさせていても、各装置は個別で行う処理（目標ともいえる）しか

実行できない。このため、複数の機器で連携して行う処理を実行することができない。

【0005】

また、特許文献2に開示されたシステムでは、予め決められた処理については複数の機器を用いて実行できるが、カメラが故障したときや外部からカメラに不正にアクセスされる場合などに対応することができない。また、特許文献3に示すシステムにおいても、端末が故障した場合などに目標を実行できないときがある。このように特許文献2および3のシステムでは、システムの内外の状態によっては適応できず目標が達成できない場合があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0006】

【特許文献1】特開2009-146384号公報

【特許文献2】特開2002-150441号公報

【特許文献3】特許第3972704号公報

【特許文献4】特開2015-166962号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、システムの内外の状況に対して適応性の高いネットワークシステム、機能設定方法、および機能設定プログラムを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明のネットワークシステムは、複数のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムであって、自己認識部と、取得部と、目標受付部と、共有記憶部と、構造設定部と、決定部と、通知部とを備える。自己認識部は、各々の前記サブシステムに設けられ自己の状態と自己の機能を保持する。取得部は、複数のサブシステムの全てまたは前記自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を取得する。目標受付部は、目標状態の設定を受け付ける。共有記憶部は、目標状態を実現するために必要な各々の前記サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を記憶する。構造設定部は、目標状態とサブシステムの状態および機能と組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々のサブシステムの機能の活性化の可否を含む各々のサブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する。決定部は、構造設定部で自動設定された組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する機能を決定する。通知部は、決定した各々のサブシステムの機能を各々のサブシステムに通知する。

30

【0009】

ここで、自己認識部が自己の状態と自己の機能を保持しているため、各サブシステムは自己の動作状況、故障の有無、外部からの侵入などを検知し、その情報を保持することが出来る。そして、全てのサブシステムの状態および機能に基づいてサブシステムの機能の組み合わせ構造が自動設定される。

このため、あるサブシステムが故障したり、あるサブシステムへ外部からの不正アクセスがあった場合であってもシステム全体で目標を達成することが出来、システムの内外の状況に対して適応性が向上できる。

40

【0010】

なお、サブシステムとしては、例えば、センサやそれらセンサを組込んだ機器、カメラ（画像センサともいえる）、コンベア、中継機およびロボット（ハンドロボット、搬送用ロボット、多機能ロボット等）等が含まれる。センサとしては、例えば、加速度センサ、電圧センサ、電流センサ、温度センサ、湿度センサ、照度センサ、重量センサ、人感センサ、接触センサ、圧力センサ等、物理量を計測する各種センサが含まれる。

【0011】

また、目標状態とは、例えば、所定空間における監視、所定の製品の組み立て、製品の

50

組み立て速度、所定の位置の間における情報通信の確保、およびメンテナンス時期までの装置間における情報通信の確保などを含む。

また、自己の機能とは、サブシステムが複数の機能を保有する場合は、その複数の機能を示している。例えば、カメラの場合、自己の機能は、撮影機能、ズーム機能、首振り機能等が挙げられる。

【 0 0 1 2 】

また、自己の状態とは、例えば、サブシステムの動作の状態や周囲の動作環境を含む。動作の状態とは、例えば、実行中の動作内容を含む。周囲の動作環境とは、例えば、自己の動作に影響を与える外部要素（温度、湿度、明暗、障害物による可動範囲の制限、ノイズの状況など）を含む。

第2の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、複数のサブシステムを管理する管理システムを備える。取得部は、管理システムに設けられている。取得部は、複数のサブシステムの状態および機能を、各々のサブシステムの自己認識部から取得する。

【 0 0 1 3 】

これにより、管理システムは、ネットワークに接続されている複数のサブシステムの全ての状態および機能を取得することができる。

第3の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、複数のサブシステムを管理する管理システムを備える。取得部は、管理システムに設けられている。サブシステムのそれぞれには、自己を除く全てのサブシステムの状態および機能を認識する他者認識部が設けられている。取得部は、複数のサブシステムの全てのサブシステムの状態および機能を、いずれかのサブシステムの自己認識部および他者認識部から取得する。

【 0 0 1 4 】

これにより管理システムは、いずれかのサブシステムが故障し管理システムに自己の状態を送信できない場合でも、他のサブシステムが故障情報を認識できるため、ネットワークに接続されている複数のサブシステムの全ての状態および機能を取得することが出来る。

第4の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、取得部は、いずれかのサブシステムに設けられている。取得部は、自己を除く全ての前記サブシステムの状態および機能を認識して取得する。

【 0 0 1 5 】

ここで、取得部は、他のサブシステムの状態および機能を認識する他者認識部として構成される。

これにより、サブシステムが他のサブシステムの状態および機能を取得することができるため、ネットワークに接続されている複数のサブシステムの全ての状態および機能を取得することが出来る。

【 0 0 1 6 】

第5の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、目標受付部によって新たに設定された目標状態が受け付けられた場合、構造設定部は、新たな目標状態に基づいて新たな組み合わせ構造を自動設定する。決定部は、新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する新たな機能を決定する。通知部は、新たな機能を各々のサブシステムに通知する。

【 0 0 1 7 】

このように、新たな目標状態が受け付けられると、新たな組み合わせ構造が設定され、各々のサブシステムが実行する新たな機能が決定される。そして、決定された新たな機能が各サブシステムに通知される。

これにより、新たな目標状態が設定された場合であっても、各サブシステムに新たな機能が通知されることにより、新たな目標状態を実行することが出来る。

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

なお、新たな目標状態が設定されるとは、例えば、組み立てる製品が変更となる場合、製品の組み立て完成までの速度（期間）が変更となる場合、製品や部品を搬送する位置が変更となる場合などを挙げるができる。

第6の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、自己認識部が、設定された目標を達成するうえでサブシステムが現在実行している役割に影響がある自己の状態の変化を認識した場合、構造設定部は、新たな複数のサブシステムの状態に基づいて、新たな組み合わせ構造を自動設定する。決定部は、新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する新たな機能を決定する。通知部は、新たな機能を各々の前記サブシステムに通知する。

【0019】

これにより、所定のサブシステムの自己の状態の変化により、目標状態の実行が困難になった場合であっても、新たな組み合わせ構造を自動設定することにより、目標状態を実行することができる。

なお、自己の状態の変化とは、例えば、充電量の減少、部品の作成に用いる材料の減少、周囲のノイズの増加などを含む。

【0020】

第7の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、サブシステムは、自己の機能として、自己の動作を停止する非活性化とする条件を記憶している。いずれかのサブシステムの動作を停止する条件が成立した場合、構造設定部は、新たな複数のサブシステムの状態に基づいて、新たな組み合わせ構造を自動設定する。決定部は、新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する新たな機能を決定する。通知部は、新たな機能を各々のサブシステムに通知する。

【0021】

これにより、所定のサブシステムに対して外部からの不正アクセス、故障等があった場合に自己の機能を停止し、そのサブシステムを除いた新たなサブシステムの組み合わせ構造が自動設定され、目標状態を実行することが出来る。

なお、動作を停止する条件とは、例えば、充電量が充電の必要な所定量以下となる条件、外部からの不正アクセス、故障、部品の作成に用いる材料の一定量上の減少などを含む。

【0022】

また、非活性化とは、活性化が否の状態である。

第8の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、新たなサブシステムがネットワークに追加された場合、構造設定部は、新たな複数のサブシステムの状態に基づいて、新たな組み合わせ構造を自動設定する。決定部は、新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する新たな機能を決定する。通知部は、新たな機能を各々のサブシステムに通知する。

【0023】

これにより、新たなサブシステムが追加された場合に、そのサブシステムも考慮した新たなサブシステムの組み合わせ構造が自動設定され、目標状態を実行することが出来る。このため、新たに追加されたサブシステムを効率的に利用することが出来る。

第9の発明に係るネットワークシステムは、第1の発明に係るネットワークシステムであって、共有記憶部は、組み合わせ構造の知識を、複数の選択肢として記憶している。

【0024】

これにより、構造設定部は、組み合わせ構造の知識を選択して、各々のサブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定することが出来る。

第10の発明に係るネットワークシステムは、第9の発明に係るネットワークシステムであって、知識作成部を更に備える。知識作成部は、組み合わせ構造の知識を、目標状態と各々のサブシステムの状態および機能とから機械学習によって用意する。

【0025】

これによって、ユーザがサブシステムの機能の組み合わせ構造を用意しなくても、機械

10

20

30

40

50

学習によってシステム自体が組み合わせ構造の知識を用意するため、システム内外の状態に対する適応性を向上することができる。

なお、機械学習としては、例えば A I (Artificial Intelligence) によるディープラーニングを含む。

【 0 0 2 6 】

第 1 1 の発明に係るネットワークシステムは、第 1 0 の発明に係るネットワークシステムであって、共有記憶部に、受け付けた目標状態を実現するために必要なサブシステムの機能の組み合わせ構造の知識が記憶されていない場合、構造設定部は、サブシステムの機能の組み合わせ構造の知識を機械学習によって用意して、組み合わせ構造を自動設定する。

10

【 0 0 2 7 】

これによって、目標状態を実現するためのサブシステムの機能の組み合わせ構造の知識がユーザによって用意されていなくても、機械学習によってシステム自体が組み合わせ構造の知識を用意するため、システム内外の状態に対する適応性を向上することができる。

なお、機械学習としては、例えば A I (Artificial Intelligence) によるディープラーニングを含む。

【 0 0 2 8 】

第 1 2 の発明に係るネットワークシステムは、第 4 の発明に係るネットワークシステムであって、いずれかのサブシステムには、目標設定部、構造設定部、決定部および通知部が設けられている。いずれかのサブシステムは、他の各々のサブシステムが実行する機能を他の各々のサブシステムに通知する。

20

これにより、複数のサブシステムのうちいずれかのサブシステムにおいて決定された他の各々のサブシステムが実行する機能を、他の各々のサブシステムに通知でき、システム全体として目標状態を実行できる。

【 0 0 2 9 】

第 1 3 の発明に係るネットワークシステムは、第 4 の発明に係るネットワークシステムであって、ネットワークに接続された複数のサブシステムの各々には、目標受付部が設けられている。目標状態の設定を受け付けたサブシステムは、受け付けた目標状態を、他の各々の前記サブシステムに対して通知する。

これにより、複数のサブシステムのうちいずれかのサブシステムに目標受付部が設けられている場合であっても、受け付けた目標状態を他のサブシステムに対して通知することができる。

30

【 0 0 3 0 】

第 1 4 の発明に係るネットワークシステムは、第 1 3 の発明に係るネットワークシステムであって、複数のサブシステムの各々には、取得部、構造設定部が更に設けられている。ネットワークシステムは、所定のサブシステムに設けられ各々のサブシステムの実行する機能を調整する機能調整部を更に備える。各々のサブシステムの構造設定部は、自動設定した組み合わせ構造から自己の機能を決定する。所定のサブシステム以外の各々のサブシステムは、決定した自己の機能を所定のサブシステムに連絡する。所定のサブシステムの機能調整部は、自己が自動設定した組み合わせ構造と、連絡を受けた他のサブシステムの機能とから、自己を含む各々のサブシステムの機能を調整する。

40

【 0 0 3 1 】

これにより、機能調整部を有するサブシステムをリーダーとして、他のサブシステムが実行する機能を調整することができる。

第 1 5 の発明に係るネットワークシステムは、第 1 4 の発明に係るネットワークシステムであって、ネットワークに接続された複数のサブシステムのうちの全部またはいくつかのサブシステムに、機能調整部が設けられている。受け付けた目標状態と現在の各々のサブシステムの状態および機能に基づいて、複数のサブシステムのうち調整を行うサブシステムが変更される。

【 0 0 3 2 】

50

これにより、複数のサブシステムのいずれかが全てのサブシステムの機能の組み合わせ構造を調整できる。また、組み合わせ構造を調整しているサブシステムが、充電量の減少、故障、および外部からの不正アクセスなどにより動作を停止する場合には、他のサブシステムにおいて全てのサブシステムの組み合わせ構造を調整することができる。

第16の発明に係るネットワークシステムは、第4の発明に係るネットワークシステムであって、複数のサブシステムの各々には、目標受付部、取得部、構造設定部、決定部および前記通知部が設けられている。受け付けた目標状態と現在の各々のサブシステムの状態および機能に基づいて、複数のサブシステムのうち組み合わせ構造の自動設定を行うサブシステムが変更される。

【0033】

これにより、複数のサブシステムのいずれかが全てのサブシステムの機能の組み合わせ構造を設定できる。また、組み合わせ構造を調整しているサブシステムが、充電量の減少、故障、および外部からの不正アクセスなどにより動作を停止する場合には、他のサブシステムにおいて全てのサブシステムの組み合わせ構造を調整することができる。

第17の発明に係る機能設定方法は、複数のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムを用いて所定の目標状態を実行するために各々のサブシステムの機能を設定する機能設定方法であって、自己認識ステップと、取得ステップと、目標受付ステップと、構造設定ステップと、決定ステップと、通知ステップと、を備える。自己認識ステップは、各々のサブシステムが、自己の状態と自己の機能を保持する。取得ステップは、複数のサブシステムの全てまたは自己を除く全てのサブシステムの状態および機能を取得する。目標受付ステップは、目標状態の設定を受け付ける。構造設定ステップは、目標状態と、サブシステムの状態および機能と、目標状態を実現するために必要な各々のサブシステムの機能の組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々のサブシステムの機能の活性化の可否を含む各々のサブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する。決定ステップは、構造設定ステップで自動設定された組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する機能を決定する。通知ステップは、決定した各々のサブシステムの機能を各々のサブシステムに通知する。

【0034】

ここで、自己認識ステップにより自己の状態と自己の機能を保持されるため、各サブシステムは、自己の動作状況、故障の有無、外部からの侵入などを検知し、その情報を保持することが出来る。そして、全てのサブシステムの状態および機能に基づいてサブシステムの機能の組み合わせ構造が自動設定される。

このため、あるサブシステムが故障したり、あるサブシステムへ外部からの不正アクセスがあった場合であってもシステム全体で目標を達成することが出来、システムの内外の状況に対して適応性が向上できる。

【0035】

なお、サブシステムとしては、例えば、センサやそれらを組み込んだ機器、カメラ、コンベア、中継機およびロボット（ハンドロボット、搬送用ロボット、多機能ロボット等）等が含まれる。センサとしては、例えば、加速度センサ、電圧センサ、電流センサ、温度センサ、湿度センサ、照度センサ、重量センサ、人感センサ、接触センサ、圧力センサ等、物理量を計測する各種センサが含まれる。

【0036】

また、目標状態とは、例えば、所定空間における監視、所定の製品の組み立て、製品の組み立て速度、所定の位置の間における通信の確保、およびメンテナンス時期までの装置間における情報通信の確保などを含む。

また、自己の機能とは、サブシステムが複数の機能を保有する場合は、その複数の機能を示している。例えば、カメラの場合、自己の機能は、撮影機能、ズーム機能、首振り機能等が挙げられる。

【0037】

また、自己の状態とは、例えば、サブシステムの動作の状態や周囲の動作環境を含む。

10

20

30

40

50

動作の状態とは、例えば、実行中の動作内容を含む。周囲の動作環境とは、例えば、自己の動作に影響を与える外部要素（温度、湿度、明暗、障害物による可動範囲の制限、ノイズの状況など）を含む。

第18の発明に係る機能設定プログラムは、複数のサブシステムがネットワークで結合されたネットワークシステムを用いて所定の目標状態を実行するために各々のサブシステムの機能を設定する機能設定方法であって、自己認識ステップと、取得ステップと、目標受付ステップと、構造設定ステップと、決定ステップと、通知ステップと、を備える機能設定方法をコンピュータに実行させる。自己認識ステップは、各々の前記サブシステムが、自己の状態と自己の機能を保持する。取得ステップは、複数のサブシステムの全てまたは自己を除く全てのサブシステムの状態および機能を取得する。目標受付ステップは、目標状態の設定を受け付ける。構造設定ステップは、目標状態と、サブシステムの状態および機能と、目標状態を実現するために必要な各々のサブシステムの機能の組み合わせ構造の知識とに基づいて、各々のサブシステムの機能の活性化の可否を含む各々のサブシステムの機能の組み合わせ構造を自動設定する。決定ステップは、構造設定ステップで自動設定された組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステムが実行する機能を決定する。通知ステップは、決定した各々のサブシステムの機能を各々のサブシステムに通知する。

【0038】

ここで、自己認識ステップが自己の状態と自己の機能を保持しているため、各サブシステムは、自己の動作情報、故障の有無、外部からの侵入などを検知し、その情報を保持することが出来る。そして、全てのサブシステムの状態および機能に基づいてサブシステムの機能の組み合わせ構造が自動設定される。

このため、あるサブシステムが故障したり、あるサブシステムへ外部からの不正アクセスがあった場合であってもシステム全体で目標を達成することが出来、システムの内外の状況に対して適応性が向上できる。

【0039】

なお、サブシステムとしては、例えば、センサやそれらセンサを組み込んだ機器、カメラ、コンベア、中継機およびロボット（ハンドロボット、搬送用ロボット、多機能ロボット等）等が含まれる。センサとしては、例えば、加速度センサ、電圧センサ、電流センサ、温度センサ、湿度センサ、照度センサ、重量センサ、人感センサ、接触センサ、圧力センサ等、物理量を計測する各種センサが含まれる。

【0040】

また、目標状態とは、例えば、所定空間における監視、所定の製品の組み立て、製品の組み立て速度、所定の位置の間における通信の確保、およびメンテナンス時期までの装置間における情報通信の確保などを含む。

また、自己の機能とは、サブシステムが複数の機能を保有する場合は、その複数の機能を示している。例えば、カメラの場合、自己の機能は、撮影機能、ズーム機能、首振り機能等が挙げられる。

【0041】

また、自己の状態とは、例えば、サブシステムの動作の状態や周囲の動作環境を含む。動作の状態とは、例えば、実行中の動作内容を含む。周囲の動作環境とは、例えば、自己の動作に影響を与える外部要素（温度、湿度、明暗、障害物による可動範囲の制限、ノイズの状況）などを含む。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、システムの内外の状況に対して適応性の高いネットワークシステム、機能設定方法、および機能設定プログラムを提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明にかかる実施の形態1におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図2】図1のネットワークシステムの動作を示すフロー図。

10

20

30

40

50

【図 3】図 1 のネットワークシステムの動作を示すフロー図。

【図 4】図 1 のネットワークシステムの動作を示すフロー図。

【図 5】本発明にかかる実施例 1 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 6】図 5 のネットワークシステムのサブシステム情報データベースの情報の一例を示す図。

【図 7】図 5 のネットワークシステムの組み合わせ構造知識データベースの組み合わせ構造の一例を示す図。

【図 8】図 6 の状態から変化したサブシステム情報データベースの情報の一例を示す図。

【図 9】図 8 の状態から変化したサブシステム情報データベースの情報の一例を示す図。

【図 10】(a)、(b)図 5 の状態から変化したネットワークシステムの動作を説明するための図。

【図 11】本発明にかかる実施例 2 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 12】(a)、(b)図 11 のネットワークシステムの目標が変化した際の動作を説明するための図。

【図 13】図 11 のネットワークシステムの組み合わせ構造知識データベースの組み合わせ構造の一例を示す図。

【図 14】図 11 のネットワークシステムのサブシステム情報データベースの情報の一例を示す図。

【図 15】図 11 のネットワークシステムにおいてサブシステムの状態が変化した際の動作を説明するための図。

【図 16】(a)、(b)図 11 のネットワークシステムにおいて新しいサブシステムが追加された際の動作を説明するための図。

【図 17】本発明にかかる実施の形態 2 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 18】図 17 のネットワークシステムの動作を示すフロー図。

【図 19】本発明にかかる実施の形態 3 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 20】図 19 のネットワークシステムの動作を示すフロー図。

【図 21】本発明にかかる実施の形態 4 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 22】本発明にかかる実施例 3 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 23】(a)、(b)、(c)図 22 のネットワークシステムにおいてサブシステムの状態が変化した際の動作を説明するための図。

【図 24】本発明にかかる実施例 4 におけるネットワークシステムの構成を示す図。

【図 25】図 24 のネットワークシステムのサブシステム情報データベースの情報の一例(動作状態)を示す図。

【図 26】(a)図 25 のネットワークシステムにおいて組み合わせ構造の変更後のサブシステムの動作状態を示すサブシステム情報データベースの一部を示す図、(b)図 26 (a)の役割を実行するネットワークシステムの状態を示す図。

【図 27】(a)図 25 のネットワークシステムにおいて組み合わせ構造の変更後のサブシステムの動作状態を示すサブシステム情報データベースの一部を示す図、(b)図 27 (a)の役割を実行するネットワークシステムの状態を示す図。

【図 28】(a)図 25 のネットワークシステムにおいて組み合わせ構造の変更後のサブシステムの動作状態を示すサブシステム情報データベースの一部を示す図、(b)図 28 (a)の役割を実行するネットワークシステムの状態を示す図。

【図 29】(a)図 25 のネットワークシステムにおいて組み合わせ構造の変更後のサブシステムの動作状態を示すサブシステム情報データベースの一部を示す図、(b)図 29 (a)の役割を実行するネットワークシステムの状態を示す図。

【図 30】(a)図 25 のネットワークシステムにおいて組み合わせ構造の変更後のサブシステムの動作状態を示すサブシステム情報データベースの一部を示す図、(b)図 30 (a)の役割を実行するネットワークシステムの状態を示す図。

【図 31】本発明にかかる実施の形態 2 の変形例のネットワークシステムの構成を示す図。

【発明を実施するための形態】**【0044】**

以下に、本発明の実施の形態に係るネットワークシステム、機能設定方法および機能設定プログラムについて図面に基づいて説明する。

(実施の形態1)

本発明にかかる実施の形態1におけるネットワークシステムN1について以下に説明する。

【0045】**<構成>****(ネットワークシステムN1の概要)**

図1は、本発明に係る実施の形態1におけるネットワークシステムN1の構成を示すブロック図である。

本実施の形態のネットワークシステムN1は、所定の目標を実行するネットワークシステムであって、図1に示すように、中央管理システム2(管理システムの一例)と、複数のサブシステム3とを備えている。中央管理システム2と、複数のサブシステム3は互いにネットワーク5によって接続されている。このネットワーク5は、有線、無線またはそれらの混合であっても良く、インターネットを通じたものでも良い。図1では、2つのサブシステム3A、3Bが図示されているが、2つに限定されるものではない。なお、サブシステム3について区別を付けて説明するときには、サブシステム3A、3Bと符号を付けて説明する。

【0046】

中央管理システム2は、目標を受け付けると、その目標状態を実行可能なように複数のサブシステム3の各々の機能(役割)を決定して、各々のサブシステム3に通知する。

ここで、目標状態としては、例えば、所定空間における監視(後述する実施例1、4)、所定の製品の組み立て(後述する実施例2、4)、製品の組み立て速度(後述する実施例2)、所定の位置の間における通信の確保(後述する実施例3)、およびメンテナンス時期までの所定の位置の間における情報通信の確保(後述する実施例3)などを含む。

【0047】

また、サブシステム3としては、例えば、実施例1に示すセンサ、実施例1、2に示すカメラ、コンベア、搬送機、実施例3に示す中継機および実施例2、4に示すロボット(ハンドロボット、搬送用ロボット、多機能ロボット等)等が含まれる。センサとしては、例えば、加速度センサ、電圧センサ、電流センサ、温度センサ、湿度センサ、照度センサ、重量センサ、人感センサ、接触センサ、圧力センサ等、物理量を計測する各種センサが含まれる。

【0048】**(サブシステム3)**

各々のサブシステム3は、自己認識部31と、他者認識部32(取得部の一例)と、自己役割設定部33と、役割実行部34とを有している。

自己認識部31は、自己の状態および機能を保持または認識して保持する。自己の状態および機能とは、例えば、実行中の自己の動作状態31a、自己の動作環境31b、および自己の機能31cを含む。

【0049】

自己の動作状態31aは、実行中の動作内容などを含み、実行中の動作内容としては、例えばサブシステム3が監視カメラの場合には、撮影を行っているか否か、旋回しているか否か、ズームをしているか否かおよび記録を行っているか否か、または絞りの値などの情報を含んでいてもよい。また、例えば、サブシステム3が多機能ロボットの場合には、実行中の動作内容としては、どの部品を組み立てているか、または部品の搬送を行っているか等の情報を含んでいてもよい。

【0050】

自己の動作環境31bは、周囲の動作環境などを含み、周囲の動作環境としては、自己

10

20

30

40

50

の動作に影響を与える外部要素を含む。外部要素としては、温度、湿度、障害物による可動範囲の制限、またはノイズの状況などの情報を含む。例えば、サブシステム 3 がカメラの場合には、外部要素としては、撮像範囲が照明によって照らされているかなどの情報も含んでいてもよい。

【 0 0 5 1 】

自己の機能 3 1 c としては、自己の最大限可能な動作などの情報を含む。自己の最大限可能な動作としては、例えば、サブシステム 3 がカメラの場合、旋回可能な範囲、望遠によって撮像可能な距離などの情報を含む。また、例えば、サブシステム 3 が搬送用ロボットの場合には、自己の最大限可能な動作としては、搬送可能な最大速度および搬送可能な最大重量の情報も含んでいてもよい。また、例えば、サブシステム 3 が部品を組み立てるロボットの場
10

【 0 0 5 2 】

他者認識部 3 2 は、ネットワーク 5 で接続されている他の複数のサブシステム 3 の各々の状態および機能を認識する。すなわち、他者認識部 3 2 は、ネットワーク 5 で接続されているサブシステム 3 ごとの状態および機能を認識する。例えば、サブシステム 3 A の他者認識部 3 2 は、サブシステム 3 B の動作状態として、他者 1 の動作状態 3 2 a と、他者 1 の動作環境 3 2 b と、他者 1 の機能 3 2 c とを認識する。

【 0 0 5 3 】

他者 1 の動作状態 3 2 a は、実行中の動作内容などを含み、実行中の動作内容としては、例えばサブシステム 3 B が監視カメラの場合には、撮影を行っているか否か、旋回しているか否か、ズームをしているか否かおよび記録を行っているか否か、または絞りの値などの情報も含んでいてもよい。また、例えば、サブシステム 3 B が多機能ロボットの場合
20

【 0 0 5 4 】

他者 1 の動作環境 3 2 b は、周囲の動作環境などを含み、周囲の動作環境としては、他者の動作に影響を与える外部要素を含む。外部要素としては、温度、湿度、障害物による可動範囲の制限、またはノイズの状況などの情報を含む。例えば、サブシステム 3 B がカメラの場合には、外部要素としては、撮像範囲が照明によって照らされているかなどの情報
30

【 0 0 5 5 】

他者 1 の機能 3 2 c としては、他者の最大限可能な動作などの情報を含む。他者の最大限可能な動作としては、例えば、サブシステム 3 B がカメラの場合、旋回可能な範囲、望遠によって撮像可能な距離などの情報を含む。また、例えば、サブシステム 3 B が搬送用ロボットの場合には、自己の最大限可能な動作としては、搬送可能な最大速度および搬送可能な最大重量の情報も含んでいてもよい。また、例えば、サブシステム 3 B が部品を組み立てるロボットの場合には、自己の最大限可能な動作としては、部品を組み立てる速度および組み立て可能な部品の種類などの情報も含んでいてもよい。

【 0 0 5 6 】

自己役割設定部 3 3 は、中央管理システム 2 によって決定され通知されたサブシステム 3 の役割（機能ともいえる）に基づいて、自己の役割を設定する。例えば、現在所定の動作を実行中の場合、自己役割設定部 3 3 は、その動作と通知された機能とを比較し、異なっている場合には、機能（役割）を更新する。

役割実行部 3 4 は、自己役割設定部 3 3 において設定されたサブシステム 3 の機能を実行する。

【 0 0 5 7 】

なお、サブシステム 3 B の他者認識部 3 2 は、他のサブシステム 3 の 1 つとしてサブシステム 3 A の動作状態、動作環境および機能を認識する。

また、複数のサブシステム 3 は、複数の異なる種類の装置によって構成されていてもよ
40

10

20

30

40

50

いし、複数の同じ種類の装置によって構成されていてもよい。すなわち、サブシステム 3 A とサブシステム 3 B は、同じ種類の装置であってもよいし、他の種類の装置であってもよい。

【 0 0 5 8 】

(中央管理システム 2)

中央管理システム 2 は、図 1 に示すように、目標受付部 2 1 と、共有記憶部 2 2 と、構造設定部 2 3 と、役割決定部 2 4 (決定部の一例) と、役割通知部 2 5 (通知部の一例) と、共有情報通信部 2 7 (取得部の一例) と、知識作成部 2 8 と、を有する。

目標受付部 2 1 は、ユーザが行った目標状態の設定を受け付ける。例えば、所定の製造ラインにおいて、ユーザが、製品 を製造するという目標を操作パネルなどに入力すると、目標受付部 2 1 は、その目標状態の設定を受け付ける。 10

【 0 0 5 9 】

共有情報通信部 2 7 は、複数のサブシステム 3 と通信を行い、複数のサブシステム 3 の各々の自己認識部 3 1 によって認識された自己の動作状態 3 1 a、自己の動作環境 3 1 b、および自己の機能 3 1 c を受信する。なお、1つのサブシステム 3 から全てのサブシステムの動作状態、動作環境および機能を受信してもよい。例えば、共有情報通信部 2 7 が、サブシステム 3 A の自己認識部 3 1 から自己のサブシステム 3 A の動作状態 3 1 a、動作環境 3 1 b および機能 3 1 c を受信するとともに、サブシステム 3 A の他者認識部 3 2 から他のサブシステム 3 (例えば、3 B) の動作状態 3 2 a、動作環境 3 2 b 及び機能 3 2 c を受信してもよい。 20

【 0 0 6 0 】

共有記憶部 2 2 は、サブシステム情報 D B (データベース) 2 2 a と、機能組み合わせ構造知識 D B (データベース) 2 2 b と、を有している。サブシステム情報 D B 2 2 a は、共有情報通信部 2 7 を介して受信したネットワーク 5 に繋がっている全てのサブシステム 3 の各々の状態および機能に関する情報を保存しているデータベースである。サブシステム 3 が複数の機能を保有する場合は、その複数の機能が、サブシステム情報 D B 2 2 a に記憶されている。

【 0 0 6 1 】

組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b は、目標状態を実現するために必要な各々のサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造を複数記憶しているデータベースである。組み合わせ構造知識 D B 2 2 b には、目標状態ごとに、必要な各々のサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造 (以下組み合わせ構造ともいう) が記憶されている。 30

知識作成部 2 8 は、サブシステム情報 D B 2 2 a の各々のサブシステム 3 の動作状態、動作環境および機能と、目標受付部 2 1 によって受け付けた目標状態とから、その目標状態の実現に必要な各々のサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造を作成する。

【 0 0 6 2 】

なお、知識作成部 2 8 は、予め複数の目標状態について、その目標状態の実現に必要な各々のサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造を作成し、組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b に記憶していてもよい。また、目標受付部 2 1 が目標を受け付けるたびに、その目標状態の実現のために必要な組み合わせ構造を作成し、組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b に記憶して蓄積させていってもよい。 40

【 0 0 6 3 】

また、知識作成部 2 8 は、A I (Artificial Intelligence) を含み、機械学習の一例としてのディープラーニングを用いて、目標状態の実現に必要な組み合わせ構造を作成してもよい。ディープラーニングについては、例えば、特許文献 4 (特開 2 0 1 5 - 1 6 6 9 6 2 号公報) 等に示されている。

構造設定部 2 3 は、目標受付部 2 1 によって受け付けた目標状態と、各サブシステム 3 の状態および機能と、組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b に記憶されている組み合わせ構造とに基づいて、各々のサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造を自動設定する。ここで、自動設定された機能の組み合わせ構造には、各々のサブシステム 3 の活性化の可否の情報 50

も含んでいる。活性化の可否の情報とは、各々のサブシステム 3 の動作の可否を含む情報である。すなわち自動設定された機能の組み合わせ構造に含まれていないサブシステム 3 については、動作が不要であるため、動作が行われな(活性化が否の状態であり、非活性化ともいえる)。

【0064】

役割決定部 2 4 は、構造設定部 2 3 で自動設定された組み合わせ構造に基づいて、各サブシステム 3 が実行する機能(役割)を決定する。例えば、サブシステム 3 A およびサブシステム 3 B が双方とも多機能ロボットである場合、サブシステム 3 A に対しては部品の製造を行わせ、サブシステム 3 B に対しては材料や部品の搬送を行わせるというように、各サブシステムが実行する機能を決定する。ここで、サブシステム 3 が実行する機能とは、サブシステム 3 の役割と言い換えることもできる。また、サブシステム 3 が複数の機能を有している場合には、実行する機能とは、その複数の機能のうちの全部の機能であってもよいし、一部の機能であってもよい。

【0065】

役割通知部 2 5 は、各サブシステム 3 の自己役割設定部 3 3 に対して、役割決定部 2 4 で決定された各サブシステム 3 が実行する機能(役割)を通知する。

<動作>

次に、本発明に係る実施の形態 1 のネットワークシステム N 1 の動作を説明するとともに、本発明の機能設定方法の一例についても同時に述べる。

【0066】

(サブシステムへの機能の通知動作)

図 2 は、中央管理システム 2 から各サブシステム 3 への機能(役割)を通知する動作を示すフロー図である。

はじめに、ステップ S 1 0 において、ユーザが、図示しない端末などによって目標の設定の入力を行うと、ステップ S 1 1 において、目標受付部 2 1 によって、目標状態の設定が受け付けられる。ステップ S 1 1 は、目標受付ステップの一例に対応する。

【0067】

次に、ステップ S 1 2 において、共有情報通信部 2 7 は、各々のサブシステム 3 において認識された自己の動作状態 3 1 a、自己の動作環境 3 1 b および自己の機能 3 1 c から各サブシステム 3 の状態(動作状態および動作環境を含む)と機能を受信する。受信した各サブシステム 3 の状態および機能は、サブシステム情報 DB 2 2 a に保存される。なお、上述したように、共有情報通信部 2 7 は、1 つのサブシステム 3 から自己の状態および機能の情報と、他の全てのサブシステム 3 の機能および情報を取得しても良い。ステップ S 1 2 は、自己認識ステップおよび取得ステップの一例に対応する。

【0068】

次に、ステップ S 1 3 において、構造設定部 2 3 は、知識作成部 2 8 によって予め作成されて組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b に保存されている各目標状態に対応する組み合わせ構造のなかから、各サブシステム 3 の状態および機能を考慮して、受け付けた目標状態に対応する組み合わせ構造を選択する。一方、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b のなかに、受け付けた目標状態に対応する組み合わせ構造が存在しない場合は、知識作成部 2 8 は、各サブシステム 3 の状態および機能と、受け付けた目標状態に基づいて、例えばディープラーニングを用いて組み合わせ構造を新たに作成する。そして、構造設定部 2 3 は、新たに作成された組み合わせ構造を選択する。ステップ S 1 3 は、構造設定ステップの一例に対応する。

【0069】

次に、ステップ S 1 4 において、役割決定部 2 4 は、構造設定部 2 3 において選択された組み合わせ構造に基づいて、組み合わせ対象の各サブシステム 3 の活性化の可否と機能(役割)を設定する。ここで、活性化の可否とは、サブシステム 3 の全部または一部の機能の動作の実行もしくは停止のことである。ステップ S 1 4 は、決定ステップの一例に対応する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

次に、ステップ S 1 5 において、通知部 1 5 は、各サブシステム 3 に機能（役割）の通知を行う。ステップ S 1 5 は、通知ステップの一例に対応する。

なお、ステップ S 1 6 においていずれかのサブシステム 3 の状態に変化が生じ、現在の目標状態が実行できない場合は、ステップ S 1 2 において、共有情報通信部 2 7 が、変化が生じたサブシステム 3 の自己認識部 3 1 からの情報を受信する。そして、再度、ステップ S 1 2 ~ S 1 5 が実行される。すなわち、新たな組み合わせ構造が選択され、新たな組み合わせ構造に基づいて各サブシステム 3 の機能が決定されて各サブシステム 3 に機能が通知される。

【 0 0 7 1 】

また、ステップ S 1 7 において、ユーザによって異なる目標状態が入力された場合には、ステップ S 1 1 において、目標受付部 2 1 において新たな目標状態が設定される。そして、ステップ S 1 2 ~ S 1 5 が実行され、新たな組み合わせ構造に基づいて各サブシステム 3 の機能が決定されて各サブシステム 3 に機能が通知される。

（各サブシステムにおける制御実行動作）

上記ステップ S 1 5 において、各サブシステム 3 に機能（役割）が通知された後の各々のサブシステム 3 における制御の実行動作について説明する。

【 0 0 7 2 】

図 3 は、各サブシステム 3 における自己の制御を実行する動作を示すフロー図である。

ステップ S 2 0 において、各サブシステム 3 が、中央管理システム 2 から機能（役割）の通知を受けると、ステップ S 2 1 において、自己役割設定部 3 3 は、自己が実行する機能（役割）を設定（更新）する。

次に、ステップ S 2 2 において、自己役割設定部 3 3 は、更新された自己の機能（役割）における制御内容が、現在の自己の制御内容から変化があるか否かを判定する。そして、変化がある場合には、ステップ S 2 3 において、自己役割設定部 3 3 は、新たに設定した自己の機能に基づいて自己の制御内容を新たに設定する。

【 0 0 7 3 】

そして、ステップ S 2 4 において、役割実行部 3 4 は、設定された自己の機能（役割）を実行する。

（自己の状態変化を検出した際の動作）

上記ステップ S 1 6 における各サブシステム 3 の自己の状態変化の検出時の動作について説明する。

【 0 0 7 4 】

図 4 は、各サブシステム 3 が自己の状態の変化を検出した際の動作を示すフロー図である。

ステップ S 3 0 において、サブシステム 3 の自己認識部 3 1 が、自己の状態の変化を検出すると、ステップ S 3 1 において、自己認識部 3 1 は、変化後の自己の状態を中央管理システム 2 に通知する。

【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 3 2 において、自己認識部 3 1 は、自己の状態の情報を修正または更新する。

なお、自己の状態の変化とは、例えば、充電量が充電の必要な所定量以下まで減少したこと、外部からの不正アクセスを検出したこと、自己のサブシステム内に故障を検出したこと、または部品の作成に用いる材料が所定量以下まで減少したことなどを含んでもよい。

【 0 0 7 6 】

以上の動作によって、目標状態が設定された場合もしくはサブシステム 3 の状態が変化した場合等に、目標状態を実行可能なサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造が自動で設定される。そして、その組み合わせ構造に基づいて、各サブシステム 3 の機能が決定され、その機能が各サブシステム 3 に通知される。これにより、設定された目標状態をネット

10

20

30

40

50

ワークシステム N 1 が実行できる。

【 0 0 7 7 】

次に、実施例 1、2 を用いて、より具体的に本実施の形態 1 について説明する。

(実施例 1)

本実施例 1 のネットワークシステム N 1 は、悪意ある者に対するセキュリティを考慮したセンサネットワークである。実施例 1 のネットワークシステム N 1 は、サブシステム 3 として、複数のドアの開閉センサと、複数の画像センサを有している。

【 0 0 7 8 】

(実施例 1 のネットワークシステム N 1 の概要)

図 5 は、本実施例 1 のネットワークシステム N 1 の構成を示す図である。実施例 1 のネットワークシステム N 1 は、上述したサブシステム 3 として、ドアの開閉センサ (第 1 開閉センサ 3 0 1、第 2 開閉センサ 3 0 2) と、画像センサであるカメラ (第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4、第 3 カメラ 3 0 5) とを備えている。 10

【 0 0 7 9 】

第 1 開閉センサ 3 0 1 は、所定空間 4 0 0 (例えば、部屋) への入口のドア 4 0 1 の開閉を検出する。第 2 開閉センサ 3 0 2 は、所定空間 4 0 0 からの出口のドア 4 0 2 の開閉を検出する。第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4、第 3 カメラ 3 0 5 は、所定空間 4 0 0 の内側であって天井に配置されている。

ネットワークシステム N 1 を構成する開閉センサ (第 1 開閉センサ 3 0 1、第 2 開閉センサ 3 0 2) および画像センサ (第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4、第 3 カメラ 3 0 5) は、データを相互に送受信できる。また、開閉センサ 3 0 1、3 0 2 およびカメラ 3 0 3、3 0 4、3 0 5 は、自身に外部からの物理的なアクセスがあったか否かを判断できる。例えば、自己認識部 3 1 が、加速度センサなどを有することによって、触れられるとログを残すことができる。また、例えば、開閉センサ 3 0 1、3 0 2 およびカメラ 3 0 3、3 0 4、3 0 5 のコネクタの接続状態を監視する監視機能を自己認識部 3 1 が有している。これにより、ケーブル等が接続されるとログを残すことができる。 20

【 0 0 8 0 】

本実施例 1 のネットワークシステム N 1 の目標として、所定空間 4 0 0 に入ってから出るまで人を監視し続けることが設定されている。

(通常動作) 30

はじめに、通常時の動作について説明する。

例えば、通常時の動作の前に現在第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4 および第 3 カメラ 3 0 5 は停止しており、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 も停止していると想定する。

【 0 0 8 1 】

図 6 は、このように全てのセンサが停止している状態におけるサブシステム情報 DB 2 2 a の一例を示す図である。図 6 のサブシステム情報 DB 2 2 a では、例えば、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 は、ドア 4 0 1、4 0 2 の開閉の検知を停止している状態である。また、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 は、温度・湿度・ノイズ状況などの動作環境が正常の範囲内となっている。また、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 は、機能として、ドアの開閉検知機能を有している。また、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4 および第 3 カメラ 3 0 5 は、動作状態として撮影停止かつ固定状態であり、動作環境は正常範囲内である。また、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4 および第 3 カメラ 3 0 5 は、機能として、撮影機能、首振り機能、所定位置における固定機能を有している。なお、サブシステム情報 DB 2 2 a に記憶されている機能は、各サブシステム 3 が可能な複数の機能が含まれている。 40

【 0 0 8 2 】

また、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b には、予め知識作成部 2 8 によって作成された組み合わせ構造が記憶されている。図 7 は、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b の一例を示す図である。図 7 には、「人が所定空間 4 0 に入ってから出るまでその人を監視する」と 50

いう目標状態を実行するための複数の組み合わせ構造が示されている。

目標受付部 2 1 が、上記目標を受け付ける（ステップ S 1 1）と、共有情報通信部 2 7 は、各々のサブシステム 3 が認識した状態および機能（ステップ S 1 2）を受信する。

【 0 0 8 3 】

構造設定部 2 3 は、上記目標を実現するために必要な組み合わせ構造として、例えば、組み合わせ構造（1）を選択する（ステップ S 1 3）。そして、役割決定部 2 4 は、サブシステム 3 である、第 1 開閉センサ 3 0 1、第 2 開閉センサ 3 0 2、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4、および第 3 カメラ 3 0 5 の各機能を決定する（ステップ S 1 4）。そして、役割通知部 2 5 が、第 1 開閉センサ 3 0 1、第 2 開閉センサ 3 0 2、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4、および第 3 カメラ 3 0 5 の各々に機能を通知する（ステップ S 1 5）。第 1 開閉センサ 3 0 1、第 2 開閉センサ 3 0 2、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4、および第 3 カメラ 3 0 5 は、各々の機能を役割実行部 3 4 によって実行する。すなわち、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4 および第 3 カメラ 3 0 5 は、固定した状態で撮影可能状態となり、第 1 開閉センサ 3 0 1 はドア 4 0 1 の開閉の有無の検出可能状態となり、第 2 開閉センサ 3 0 2 はドア 4 0 2 の開閉の有無の検出可能状態となる。

【 0 0 8 4 】

これにより、第 1 開閉センサ 3 0 1 によってドア 4 0 1 が開いたことが検出されると、第 1 カメラ 3 0 3 が人を撮影しながらトラッキングする。続いて、第 2 カメラ 3 0 4 が人を撮影しながらトラッキングする。続いて、第 3 カメラ 3 0 5 が人を撮影しながらトラッキングする。そして、ドア 4 0 2 が開き、人が外に出て、ドア 4 0 2 が閉まったことを第 2 開閉センサ 3 0 2 が検出すると、各カメラによる撮影が終了される。

【 0 0 8 5 】

このように、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4 および第 3 カメラ 3 0 5 の撮影機能および、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 の開閉機能によって、人が所定空間 4 0 0 に入ってから出るまでその人を監視し続けるという目標状態が達成されている。

なお、図 8 は、図 5 に示す通常動作におけるサブシステム情報 DB 2 2 a の一例を示す図である。図 8 のサブシステム情報 DB 2 2 a では、例えば、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 は、ドア 4 0 1、4 0 2 の開閉を検知可能な状態である。また、第 1 開閉センサ 3 0 1 および第 2 開閉センサ 3 0 2 は、温度・湿度・ノイズ状況などの動作環境が正常の範囲内となっている。また、第 1 カメラ 3 0 3、第 2 カメラ 3 0 4 および第 3 カメラ 3 0 5 は、動作状態として撮影可能かつ固定状態であり、動作環境として正常の範囲内である。

【 0 0 8 6 】

（サブシステム 3 の状態変化）

本実施例 1 において、サブシステム 3 の状態が変化した場合について説明する。なお、本実施例 1 のネットワークシステム N 1 の目標についての変更はないものとする。

上述した図 4 の動作フローに基づいて、第 1 開閉センサ 3 0 1 と第 2 カメラ 3 0 4 が自己に対する外部からの物理的な不正アクセスを検出すると、第 1 開閉センサ 3 0 1 と第 2 カメラ 3 0 4 は、共有情報通信部 2 7 へ不正アクセスがあったという状態変化の情報を送信する（ステップ S 3 1）。

【 0 0 8 7 】

すると、ステップ S 1 2 において、共有情報通信部 2 7 が、第 1 開閉センサ 3 0 1 と第 2 カメラ 3 0 4 に対する不正アクセスの情報を認識して、その情報がサブシステム情報 DB 2 2 a に記録される。

図 9 は、第 1 開閉センサ 3 0 1 と第 2 カメラ 3 0 4 への不正アクセスが検出された場合におけるサブシステム情報 DB 2 2 a の一例を示す図である。

【 0 0 8 8 】

このように、第 1 開閉センサ 3 0 1 と第 2 カメラ 3 0 4 への不正アクセスが検出されると、構造設定部 2 3 は、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b から、第 1 開閉センサ 3 0 1 と

第2カメラ304を非活性化して目標状態を実現できる組み合わせ構造を選択する(ステップS13)。ここで第1開閉センサ301と第2カメラ304の非活性化とは、動作を停止するか出力結果を使用しないことである。一方、組み合わせ構造の知識DB22bに、第1開閉センサ301と第2カメラ304の非活性化して目標状態を実現できる組み合わせ構造が存在しない場合には、知識作成部28が、そのような組み合わせ構造を作成する。なお、非活性化とは、活性化が否の状態である。

【0089】

ここで、図7の組み合わせ構造の知識DB22bには、第1開閉センサ301と第2カメラ304を非活性化として、目標状態を実現できる組み合わせ構造(3)が存在している。そのため、構造設定部23は、この組み合わせ構造(3)を選択する。第1カメラ303は、旋回(首ふり)可能で最大でX1~X2の範囲を撮影可能という機能を有しており、第3カメラ305は、旋回(首ふり)可能で最大でZ1~Z2の範囲を撮影可能という機能を有している。このため、組み合わせ構造(3)は、第1開閉センサ301と第2カメラ304の機能の代わりに第1カメラ303の首ふり機能と、第3カメラ305の首ふり機能とを用いて目標状態を実現する組み合わせである。

【0090】

すなわち、構造設定部23は、第1開閉センサ301および第2カメラ304の活性化を否とし、第1カメラ303および第3カメラ305の役割を撮影機能および首ふり機能に設定し、第2開閉センサ302の役割を開閉検出機能に設定する(ステップS14)。これによって、所定空間400に入ってから出るまで人を監視し続ける目標状態を実現する。

【0091】

そして、第1開閉センサ301、第2開閉センサ302、第1カメラ303、第2カメラ304および第3カメラ305に、各々の役割が通知される(ステップS15)。

その後、第1開閉センサ301、第2開閉センサ302、第1カメラ303、第2カメラ304および第3カメラ305はそれぞれの役割を実行する(ステップS24)。

変更後の動作について説明する。

【0092】

第1カメラ303の首を振って、第1カメラ303がドア401を撮影し続ける。図10(a)に示すように、第1カメラ303がドア401からの人の進入を検出すると、第1カメラ303が首をふりながら人のトラッキングを開始する。そして、第3カメラ305が撮影を開始し、第3カメラ305は、第1カメラ303が撮影している方向に向けて首を振る。第1カメラ303は、首を振りながら第3カメラ305が撮影可能な範囲まで人をトラッキングし続ける。

【0093】

図10(b)に示すように、人が第3カメラ305の撮影範囲に進入すると、第3カメラ305が人のトラッキングを開始し、第3カメラ305は首を振りながら人のトラッキングを行う。第3カメラ305が人のトラッキングを開始すると、第1カメラ303はドア401側に首を振ってドア401を撮影する。

そして、ドア402が開き、人が外に出てドア402が閉まると第3カメラ305の撮影が終了する。

【0094】

以上のように、通常時、ネットワークシステムN1を構成するセンサ(開閉センサおよび画像センサ)は連携して目的(目標)を達成する。そして、センサに対し物理的なアクセスがあった場合、悪意ある者によるアクセスである可能性を考慮し、例えば停止するなどすることによってセンサの挙動を変える。

いずれかのセンサが挙動変化した場合や停止した場合、目的(目標)を達成するために、残りのセンサが連携する。すなわち、現状から動作内容を変化させることによって、目的を達成することができるようになる。

なお、図7に示す組み合わせ構造(2)では、第1開閉センサ301の代わりに第1カ

10

20

30

40

50

メラ303の首振り機能を用いてドア401の監視が行われる。また、図7に示す組み合わせ構造(4)では、第2開閉センサ302の代わりに第3カメラ305の首振り機能を用いてドア402の監視が行われる。

【0095】

(実施例2)

本実施例2のネットワークシステムN1は、異なる部品を製造可能な組み立てラインである。図11は、本実施例2のネットワークシステムN1の構成を示す図である。図11に示すように、実施例2のネットワークシステムN1は、サブシステム3として、搬送機C10と、ロボットR11、R12、R21、R22、R31を有している。搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31は、中央管理システム2にネットワーク5を介して接続されている。C10は、コンベアや、搬送用ロボット等である。ロボットR11、R12、R21、R22、R31は、製品を作成するために部品をピックアップして組み付けなどを行うハンドロボットである。

【0096】

本実施例2のネットワークシステムN1は、異なる製品(完成品)を組み立て可能であって、搬送機C10や、ロボットR11、R12、R21、R22、R31などの各機能を組み合わせることにより、その都度(例えば、1回の組み立てごとに)、異なる製品の組み立てを行う。

本実施例2のネットワークシステムN1の目標としては、所定の製品を組み立てることである。サブシステム3の各々の機能は、次のように設定されている。搬送機C10は、搬送速度を0~X1の範囲で可変できる機能を有する。各々のロボットR11、R12、R21、R22、R31は、水平方向の可動範囲が360°であり、垂直方向の可動範囲はh1~h2(m)であり、さらにハンド部分の可動範囲やピックアップ可能な部品などが予め機能として特定されている。また、搬送機C10およびロボットR11、R12、R21、R22、R31は、その他各装置の仕様に記載されているような内容の機能を有している。

【0097】

また、搬送機C10、およびロボットR11、R12、R21、R22、R31の各々のサブシステム3は、自己の不具合を判断することができる。自己の不具合は、自己認識部31による自己の動作状態31a、自己の動作環境31b等により判断できる。

また、構造設定部23は、いずれかのサブシステム3で不具合が判定された場合には、その装置は使用しないような組み合わせ構造を選択する。また、組み合わせ構造の知識DB22bには、いずれかのサブシステム3を使用しなくても目標を実現するために、残りのサブシステム3が連携して目標を達成できるような組み合わせ構造が記憶されている。また、目標状態に対して選択可能な組み合わせ構造が組み合わせ構造の知識DB22bに存在しない場合には、知識作成部28が、目標を実現可能な組み合わせ構造を作成する。

【0098】

このような構成のネットワークシステムによって、製品を組み立てるという目標が設定されているとする。図12(a)は、ネットワークシステムN1によって製品を組み立てている状態を示す図である。また、図13は、実施例2における組み合わせ構造の知識DB22bの一例を示す図である。図14は、製品を組み立てている状態におけるサブシステム情報DB22aを示す図である。

【0099】

組み合わせ構造の知識DB22bには、図13に示すように、目標ごとの組み合わせ構造が保存されている。詳細には、製品、の組み立てごとに各サブシステム3の機能(役割)が設定されている。この目標ごとの組み合わせ構造は、知識作成部28によってディープラーニングを用いて予め作成されていてもよいし、ユーザが予め作成していてもよい。製品を組み立てる際には、構造設定部23によって図14の組み合わせ構造(1)が選択されて、各サブシステムにおいて、その機能(役割)が実行される。

【0100】

10

20

30

40

50

図12(a)の状態では、図14に示すように、搬送機C10は、搬送時の速度X1、ロボットR11、R12の箇所での停止時間Y1、ロボットR21、R22での停止時間Y2、およびロボットR31の箇所での停止時間Y3で動作するよう決定されている。また、ロボットR11、R12は、筐体に部品a1を組み付けるよう決定されている。また、ロボットR21、R22は、筐体に部品b1を組み付けるよう決定されている。また、ロボットR31は、筐体に部品c1を組み付けるよう決定されている。

【0101】

これらの機能(役割)は、構造設定部23によって選択された組み合わせ構造に基づいて、役割決定部24が決定し役割通知部25によって搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31に通知されたものである。

搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31が、上記決定された動作を行うことにより、製品が組み立てられる。

【0102】

(目標の変更)

次に、目標が変更された場合について説明する。

ユーザが、例えば、製品を組み立てるという目標状態を入力すると、目標受付部21は、その目標状態を受け付ける(ステップS11)。

次に、ステップS12において、搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31の各々が機能と状態を認識し、それらの機能と情報を、共有情報通信部27が取得する。

【0103】

構造設定部23は、実施例1と同様に、組み合わせ構造の知識DB22bから、製品を組み立てることが可能な組み合わせ構造を選択する(ステップS13)。ここで、製品を組み立てることが可能な組み合わせ構造が存在しない場合、知識作成部28は、サブシステム情報DBに記憶されている各サブシステム3の動作状態、動作環境および機能から、製品を組み立てることが可能な組み合わせ構造を作成する。そして、ステップS14において、構造設定部23によって選択された組み合わせ構造に基づいて、役割決定部24が搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31の各機能を決定する。次に、ステップS15において、それらの機能が役割通知部25によって搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31の各々に通知される。

【0104】

図12(b)は、ネットワークシステムN1によって製品を組み立てている状態を示す図である。図12(b)では、搬送機C10の機能(役割または動作内容ともいえる)は、搬送時の速度X1、ロボットR11、R12の箇所での停止時間Y4、ロボットR21、R22での停止時間Y5、およびロボットR31の箇所での停止時間Y6と決定されている。また、ロボットR11、R12の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品a2とa3を組み付けることに決定されている。また、ロボットR21、R22の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品b2とb3を組み付けることに決定されている。また、ロボットR31の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品c2を組み付けることに決定されている。

【0105】

搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31が、上記決定された動作を行うことにより、製品が組み立てられる。

以上のように、本実施例2のネットワークシステムN1によれば、製品から製品の組み立てへと目標状態が変更された場合であっても、目標を実現することが出来る。

(サブシステムの状態が変化した場合)

次に、サブシステム3の状態が変更された場合について説明する。

【0106】

ここで、このときの部品b1の組み付けは、ロボットR21とロボットR22の共同作業とする。また、各ロボットが更に以下の機能を有しているとする。

ロボットR 1 1は、ロボットR 2 1、R 3 1の単体の作業を代替可能とし、ロボットR 1 2は、ロボットR 2 2の単体作業を代替可能とし、ロボットR 3 1は、ロボットR 1 1とロボットR 2 1の単体作業を代替可能とする。また、ロボットR 1 1とロボットR 1 2の共同作業は、ロボットR 2 1とロボットR 2 2の共同作業で代替可能とし、ロボットR 2 1とロボットR 2 2の共同作業は、ロボットR 1 1とロボットR 1 2の共同作業で代替可能とする。

【0107】

このようなネットワークシステムN 1の構成において、図12(a)において説明したように製品を組み立てている際に、ロボットR 2 2が自己の不具合を認識した場合を想定する。

ステップS 1 6において、ロボットR 2 2が自己の不具合を認識すると、中央管理システム2へと通知が行われ、中央管理システム2は、ロボットR 2 2の状態を認識する(ステップS 1 2)。なお、ロボットR 2 2が不具合により自己の不具合を報告できない場合には、中央管理システム2は、他のロボットRの他者認識部3 2からロボットR 2 2の不具合に関する情報を受け取ることができる。

【0108】

次に、構造設定部2 3は、ロボットR 2 2を停止した状態で、製品の組み立て目標を達成するために、機能の組み合わせ構造の知識DB 2 2 bから組み合わせ構造を選択する(ステップS 1 3)。そのような組み合わせ構造が存在しない場合、知識作成部2 8が、ロボットR 2 2を非活性化とした状態で製品の組み立てを実現できる組み合わせ構造を、搬送機C 1 0、ロボットR 1 1、R 1 2、R 2 1、R 2 2、R 3 1の機能および状態(動作状態および動作環境)から作成する。そして、選択された組み合わせ構造に基づいて、役割決定部2 4が、搬送機C 1 0、ロボットR 1 1、R 1 2、R 2 1、R 2 2、R 3 1の機能を決定する(ステップS 1 4)。そして、決定された機能が、搬送機C 1 0、ロボットR 1 1、R 1 2、R 2 1、R 2 2、R 3 1の各々に通知される(ステップS 1 5)。

【0109】

図15は、ロボットR 2 2を使用せずに、製品を組み立てる場合の各サブシステム3の動作内容(決定された機能)の一例を示す図である。

図15に示す例では、搬送機C 1 0は、搬送時の速度がX 1であり、ロボットR 1 1、R 1 2の箇所での停止時間がY 7に設定され、ロボットR 2 1、R 2 2の箇所での停止時間がなく、ロボットR 3 1の箇所での停止時間がY 3に設定されている。また、ロボットR 1 1、R 1 2は、筐体に部品a 1と部品b 1を組み付ける。ロボットR 2 1、R 2 2は停止する。ロボットR 3 1は、部品c 1を組み付ける。

【0110】

これによって、ロボットR 2 1を使用せずに製品を組み立てることが可能となる。

(新しいサブシステムが追加された場合)

図16(a)に示すように製品を組み立てている状態において新しいロボットR 3 2がネットワークシステムN 1に追加された場合について説明する。

製品を組み立てるという目標を実行する各サブシステム3(搬送機C 1 0、ロボットR 1 1、R 1 2、R 2 1、R 2 2、R 3 1)の動作内容は、次のように設定されている。搬送機C 1 0の機能(役割、動作内容)は、搬送時の速度X 1、ロボットR 1 1、R 1 2の箇所での停止時間Y 4、ロボットR 2 1、R 2 2での停止時間Y 5、およびロボットR 3 1の箇所での停止時間Y 6と決定されている。また、ロボットR 1 1、R 1 2の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品a 2とa 3を組み付けることに決定されている。また、ロボットR 2 1、R 2 2の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品b 2とb 3を組み付けることに決定されている。また、ロボットR 3 1の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品c 2を組み付けることに決定されている。

【0111】

このような状態から新しいロボットR 3 2が追加されると、ステップS 1 6において、ロボットR 3 2が追加されたことが、ロボットR 3 2の自己認識部3 1もしくは他のロボ

10

20

30

40

50

ットRの他者認識部32によって認識されて、中央管理システム2へと通知が行われる。そして、中央管理システム2は、ロボットR22の状態を認識する(ステップS12)。

次に、構造設定部23は、新しいロボットR32も使用し製品を組み立てるという目標を達成する組み合わせ構造を選択する(ステップS13)。そのような組み合わせ構造が組み合わせ構造の知識DB22bに存在しない場合には、知識作成部28が、ロボットR32を組み入れて製品を組み立てるという目標を実行できる組み合わせ構造を作成する。その組み合わせ構造に基づいて、ステップS14において、役割決定部24が搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31、R32の機能を決定する。そして、ステップS15において、決定された機能が、搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31、R32の各々に通知される。

10

【0112】

例えば、図16(b)に示すように、各サブシステム3(搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31、R32)の各機能(役割、動作内容)が決定される。搬送機C10の機能(役割、動作内容)は、搬送時の速度X1、ロボットR11、R12の箇所での停止時間Y4、ロボットR21、R22での停止時間Y8、およびロボットR31、R32の箇所での停止時間Y9と決定されている。また、ロボットR11、R12の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品a2とa3を組み付けることに決定されている。また、ロボットR21、R22の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品b2を組み付けることに決定されている。また、ロボットR31、R32の機能(役割、動作内容)は、筐体に部品b3と部品c2を組み付けることに決定されている。

20

以上のように機器の機能(役割ともいえる)を変更することによって、新しいサブシステム3が導入された場合であっても、ネットワークシステムN1は、目標状態を実行できる。

【0113】

(実施の形態2)

次に、本発明にかかる実施の形態2におけるネットワークシステムN2について説明する。本実施の形態2のネットワークシステムN2では、各サブシステム3の役割を設定する機能が、いずれかのサブシステム3に設けられている。本実施の形態2におけるネットワークシステムN2は、実施の形態1のネットワークシステムN1と比較して、中央管理システム2を備えていない。本実施の形態2では、実施の形態1との相違点を中心に説明する。尚、実施の形態2において、実施の形態1と同様の構成については同一の符号を付す。

30

【0114】

<構成>

図17は、本実施の形態2のネットワークシステムN2の構成を示すブロック図である。図17に示すように、ネットワークシステムN2は、複数のサブシステム3(3C、3D)と、共有記憶部22とを備えている。それぞれのサブシステム3(3C、3D)は、目標受付部21と、自己認識部31と、他者認識部32と、自己役割設定部33と、役割実行部34と、通信部35とを有する。目標受付部21は、実施の形態1では、中央管理システム2に設けられているが、本実施の形態2では、各々のサブシステム3に設けられている。各々のサブシステム3は、各々の通信部35を介してネットワーク5に接続されている。

40

【0115】

共有記憶部22は、ネットワーク5に接続されており、図17ではサブシステム3とは別の装置として設けられている。

共有記憶部22には、実施の形態1と同様に、サブシステム情報DB22aと組み合わせ構造の知識DB22bが設けられている。サブシステム情報DB22aには、複数のサブシステム3の通信部35から、各々の自己認識部31によって認識された自己の動作状態31a、自己の動作環境31b、および自己の機能31cが送信されてくる。なお、1つのサブシステム3の自己認識部31および他者認識部32から得た全てのサブシステム

50

の動作状態、動作環境および機能を受信してもよい。

【0116】

また、ネットワークシステムN2に接続されている複数のサブシステム3のうち1つのサブシステム3が、構造設定部23と、役割決定部24と、を備えている。本実施の形態2では、サブシステム3Cが構造設定部23および役割決定部24を備えている。すなわち、本実施の形態2では、実施の形態1の中央管理システム2の代わりに、サブシステム3Cによって組み合わせ構造が選択され、自己のサブシステム3Cを含めた全てのサブシステム3の機能（役割または動作内容ともいえる）を決定する。

【0117】

また、本実施の形態2のネットワークシステムN2では、各々のサブシステム3が目標受付部21を有しているため、いずれかのサブシステム3に目標状態が入力されれば、ネットワーク5を介して目標状態に関する情報を相互に連絡することが出来る。

<動作>

次に、本実施の形態2のネットワークシステムN2の動作について説明するとともに、本発明の機能設定方法の一例についても同時に述べる。

【0118】

図18は、本実施の形態2のネットワークシステムN2の動作を示すフロー図である。

ステップS40において、ユーザが図示しない端末などによって目標状態の設定の入力を行うと、ステップS41において、いずれかのサブシステム3の目標受付部21によって目標状態の設定が受け付けられる。ここで、構造設定部23を有していないサブシステム3（図17では、サブシステム3D）が目標設定を受け付けた場合には、通信部35およびネットワーク5を介して構造設定部23を有するサブシステム3に通信される。これにより、構造設定部23を有するサブシステム3Cが、受け付けられた目標状態を受信する。ステップS41は、目標受付ステップの一例に対応する。

【0119】

次に、ステップS42において、構造設定部23を有するサブシステム3Cは、自己認識部31および他者認識部32によって、各々のサブシステム3の機能および状態を認識する。ステップS42は、自己認識ステップおよび取得ステップの一例に対応する。

次に、ステップS43において、サブシステム3Cの構造設定部23は、組み合わせ構造の知識DB22bから、受け付けた目標状態を実現するために必要な機能の組み合わせ構造を選択する。すなわち、構造設定部23は、組み合わせ構造の知識DB22bに保存されている各目標状態に対応する組み合わせ構造のなかから、受け付けた目標状態に対応する組み合わせ構造を選択する。各目標状態に対応する組み合わせ構造は、知識作成部28によって例えばディープラーニング等の機械学習を用いて予め作成されている。一方、組み合わせ構造の知識DB22bのなかに、受け付けた目標状態に対応する組み合わせ構造が存在しない場合は、知識作成部28は、目標状態と各サブシステム3の動作状態、動作環境および機能とに基づいて、組み合わせ構造を作成する。そして、構造設定部23は、新たに作成された組み合わせ構造を選択する。ステップS43は、構造設定ステップの一例に対応する。

【0120】

次に、ステップS44において、役割決定部24は、構造設定部23において選択された組み合わせ構造に基づいて、組み合わせ対象の各サブシステム3の活性化の可否と機能（役割）を設定する。ここで、活性化の可否とは、サブシステム3の全部または一部の機能の動作の実行もしくは停止のことである。ステップS44は、決定ステップの一例に対応する。

【0121】

次に、ステップS45において、サブシステム3Cは、通信部35を介して他のサブシステム3（3D等）に機能（役割）の通知を行う。ステップS45は、通知ステップの一例に対応する。

次に、ステップS46において、自己役割設定部33は、自己の機能（役割）を設定（

更新)する。

【0122】

次に、ステップS47において、自己役割設定部33は、更新された自己の機能における制御内容が、現在の自己の制御内容から変化があるか否かを判定する。そして、変化がある場合には、ステップS48において、自己役割設定部33は、新たに設定した自己の機能(役割)に基づいて自己の制御内容を新たに設定する。

そして、ステップS49において、各々のサブシステム3は、役割実行部34において設定された自己の制御内容を実行する。

【0123】

なお、ステップS50においていずれかのサブシステム3の状態に変化が生じて現在の目標状態が実行できない場合は、ステップS42において、サブシステム3Cは変化が生じたサブシステム3の自己認識部31からの情報を受信し、再度ステップS42～S45を実行する。すなわち、新たな組み合わせ構造が選択され、新たな組み合わせ構造に基づいて各サブシステム3の機能が決定されて各サブシステム3に機能が通知される。

【0124】

また、ステップS51において、ユーザによって異なる目標状態が入力された場合には、ステップS41において、いずれかのサブシステム3の目標受付部21において新たな目標が設定される。そして、ステップS42～S45が実行され、新たな組み合わせ構造に基づいて各サブシステム3の機能が決定されて各サブシステム3に機能が通知される。

なお、本実施の形態2における実施例としては、例えば、実施例1の複数のサブシステム3(第1開閉センサ301、第2開閉センサ302、第1カメラ303、第2カメラ304、第3カメラ305)のいずれか1つが図17に示すような構造設定部23および役割決定部24を有するサブシステム3Cであればよい。また、例えば、実施例2の複数のサブシステム3(搬送機C10、ロボットR11、R12、R21、R22、R31)のいずれか1つが図17に示すような構造設定部23および役割決定部24を有するサブシステム3Cであればよい。

【0125】

(実施の形態3)

次に、本発明に係る実施の形態3におけるネットワークシステムN3について説明する。

<構成>

図19は、本実施の形態3のネットワークシステムN3の構成を示すブロック図である。

【0126】

本実施の形態3のネットワークシステムN3は、実施の形態2のネットワークシステムN2と異なり、各々のサブシステム3が自己の役割を決定し、役割調整決定部37を有するいずれかのサブシステム3が各々のサブシステム3の役割の調整を行う。本実施の形態3において、実施の形態2と異なる点を中心に説明する。尚、実施の形態3において、実施の形態2と同様の構成については同一の符号を付す。

【0127】

本実施の形態3のネットワークシステムN3は、複数のサブシステム3(3E、3F)と、共有記憶部22とを備える。各々のサブシステム3は、目標受付部21と、自己認識部31と、他者認識部32と、自己役割設定部33と、役割実行部34と、通信部35と、自己役割決定部36(構造設定部の一例)とを有する。また、ネットワーク5に接続されている複数のサブシステム3のうちいくつかのサブシステム3(例えば、サブシステム3E)には、知識作成部28と、役割調整決定部37(機能決定部の一例)が設けられている。

【0128】

知識作成部28は、サブシステム情報DB22aの各々のサブシステム3の動作状態、動作環境および機能と、目標受付部21によって受け付けた目標状態とから、その目標状

態の実現に必要な各々のサブシステム 3 の機能の組み合わせ構造を作成する。

各々のサブシステム 3 が有する自己役割決定部 3 6 は、いずれかのサブシステム 3 が受け付けた目標状態に基づいて、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b から、その目標状態を実現できる組み合わせを選択し、自己の役割を決定する。そして、各々のサブシステム 3 は、役割を調整するリーダーとして設定されているサブシステム 3 に送信する。例えば、サブシステム 3 E がリーダーとして設定されている場合には、サブシステム 3 E に他のサブシステム 3 から、各々のサブシステム 3 が決定した自己の役割が送信される。

【 0 1 2 9 】

役割調整決定部 3 7 は、他のサブシステム 3 (例えば、3 F) から送信されてくる役割に基づいて、自己を含む複数のサブシステム 3 の役割を調整して、各々のサブシステム 3 の役割を決定する。なお、役割調整決定部 3 7 を有するサブシステム 3 が複数存在する場合には、今回の目標に対して調整を行うサブシステム 3 がその都度決められる。そして、決まったサブシステム 3 のみがリーダーとして役割調整決定部 3 7 を使って調整を行い、その他のサブシステムはそれに従う。また、役割調整決定部 3 7 を有するサブシステム 3 が一つしか存在しない場合には、そのサブシステム 3 が常に役割調整決定部 3 7 を使って調整を行う。

【 0 1 3 0 】

< 動作 >

次に、本実施の形態 3 のネットワークシステム N 3 の動作について説明するとともに、本発明の機能設定方法の一例についても同時に述べる。

図 2 0 は、本実施の形態 3 のネットワークシステム N 3 の動作を示すフロー図である。

ステップ S 6 0 において、ユーザが図示しない端末などによって目標状態の設定の入力を行うと、ステップ S 6 1 において、いずれかのサブシステム 3 の目標受付部 2 1 によって目標状態の設定が受け付けられる。ここで、いずれかのサブシステム 3 が受け付けた目標状態は、通信部 3 5 およびネットワーク 5 を介して他の全てのサブシステム 3 に通信される。ステップ S 6 1 は、目標受付ステップの一例に対応する。

【 0 1 3 1 】

次に、ステップ S 6 2 において、各々のサブシステム 3 が、自己認識部 3 1 と他者認識部 3 2 によって、ネットワークシステム N 3 に接続されている全てのサブシステム 3 の機能と状態を把握する。ステップ S 6 2 は、自己認識ステップおよび取得ステップの一例に対応する。

次に、ステップ S 6 3 において、各々のサブシステム 3 が、自己役割決定部 3 6 において、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b に記憶されている組み合わせ情報から目標状態を実現するために必要な機能の組み合わせ構造を選択する。ステップ S 6 3 は、構造設定ステップの一例に対応する。

【 0 1 3 2 】

なお、受け付けた目標状態を実現する組み合わせ構造がない場合には、知識作成部 2 8 および役割調整決定部 3 7 が設けられているサブシステム 3 は、知識作成部 2 8 において組み合わせ構造を作成する。一方、知識作成部 2 8 を有していないサブシステム 3 は、「選択肢なし」との情報を選択することになる。

次に、ステップ S 6 4 において、各々のサブシステム 3 は、それぞれが選択もしくは作成して選択した組み合わせ構造に基づいて、自己の活性化の可否と役割を決定する。

【 0 1 3 3 】

次に、ステップ S 6 5 において、調整を行うサブシステム 3 が、他のサブシステム 3 から活性化の可否と役割の情報を受け付ける。ここで、サブシステム 3 E が調整を行うサブシステム 3 とする。

次に、ステップ S 6 6 において、サブシステム 3 E の役割調整決定部 3 7 は、自己が選択した組み合わせ構造と、他のサブシステム 3 からの情報を比較する。

【 0 1 3 4 】

そして、役割調整決定部 3 7 は、ステップ S 6 7 において違いがあると判断した場合に

は、ステップ S 6 8 において、違いのあったサブシステム 3 に対して自己 (サブシステム 3 E) が選択した組み合わせ構造に基づく活性化の可否と役割の情報を連絡する。ステップ S 6 6、S 6 7 は、決定ステップの一例に対応する。

また、役割調整決定部 3 7 は、違いのなかったサブシステム 3 に対しては、ステップ S 6 9 において、修正がない旨を連絡する。違いのあったサブシステム 3 では、連絡された情報に基づいて、自己役割設定部 3 3 において自己の役割を更新する。一方、違いのなかったサブシステム 3 では、自らが決定した役割に基づいて、自己役割設定部 3 3 において自己の役割を更新する。なお、以前の役割と同じ場合には、更新が行われなくても良い。

【 0 1 3 5 】

次に、ステップ S 7 0 において、サブシステム 3 E は、制御開始を他のサブシステム 3 (例えば、3 F) に通信部 3 5 を介して連絡する。連絡を受けると、サブシステム 3 E 以外の他のサブシステム 3 は、更新された役割に基づいて、役割実行部 3 4 において役割を実行する。

その後、ステップ S 7 1 において、サブシステム 3 E は、自己役割設定部 3 3 において自己の役割を更新し、役割実行部 3 4 で自己の役割を実行する。

【 0 1 3 6 】

なお、ステップ S 6 7 において、役割調整決定部 3 7 によって違いがないと判断された場合には、役割調整決定部 3 7 は、ステップ S 7 2 において、各々のサブシステム 3 に修正がない旨と制御開始の連絡を行う。次に、制御はステップ S 7 1 へと進み、自己 (サブシステム 3 E) の制御が実行される。ステップ S 6 8、S 6 9、S 7 2 は、通知ステップの一例に対応する。

【 0 1 3 7 】

また、ステップ S 7 3 においていずれかのサブシステム 3 の状態に変化が生じ、現在の目標状態が実行できない場合は、ステップ S 6 2 において、各々のサブシステム 3 は、他者認識部 3 2 からの情報を受信し、再度、ステップ S 6 2 ~ S 7 2 が実行される。すなわち、各々のサブシステム 3 が新たな組み合わせ構造が選択し、新たな組み合わせ構造に基づいて各サブシステム 3 が自己の機能を決定する。そして、サブシステム 3 E が、他のサブシステム 3 の機能の調整を行う。

【 0 1 3 8 】

また、ステップ S 7 4 において、ユーザによって異なる目標状態が入力された場合には、ステップ S 6 1 において、いずれかのサブシステム 3 の目標受付部 2 1 において新たな目標が設定される。そして、ステップ S 6 2 ~ S 7 2 が実行され、新たな組み合わせ構造に基づいて各サブシステム 3 の機能が決定されて各サブシステム 3 がその機能を実行する。

【 0 1 3 9 】

(実施の形態 4)

本実施の形態 4 のネットワークシステム N 4 は、上記実施の形態 3 のネットワークシステム N 3 と異なり、ネットワーク 5 に接続されている全てのサブシステム 3 に知識作成部 2 8 および役割調整決定部 3 7 が設けられている。

図 2 1 は、本実施の形態 4 のおけるネットワークシステム N 4 の構成を示すブロック図である。図 2 1 に示すように、本実施の形態 4 のネットワークシステム N 4 では、全てのサブシステム 3 (図 2 1 では、サブシステム 3 G、3 H) に知識作成部 2 8 および役割調整決定部 3 7 が設けられている。

【 0 1 4 0 】

実施の形態 3 においても述べたが、複数のサブシステム 3 が役割調整決定部 3 7 を有しているため、目標状態が設定されると、システム全体の調整を行うリーダーとなるサブシステム 3 が決められる。そして、そのサブシステム 3 が役割調整決定部 3 7 を用いて他のサブシステム 3 の役割の調整を行う。リーダーとなるサブシステム 3 は、目標ごとに変更されてもよいし、変更されなくてもよい。また、サブシステム 3 の状態に基づいて、リーダーとなるサブシステム 3 が変更されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 1 】

このように、全てのサブシステム 3 に知識作成部 2 8 および役割調整決定部 3 7 が設けられていることにより、どのサブシステム 3 が故障や停止した場合であっても、他のサブシステム 3 が代わりとして機能できるため、安定して目標状態を実現できる。

なお、ネットワークシステム N 4 の動作は図 2 0 に示すフロー図における動作と同じであるため、説明を省略する。

【 0 1 4 2 】

(実施例 3)

次に、実施例 3 を用いて実施の形態 4 のネットワークシステム N 4 について詳細に説明する。

本実施例 3 のネットワークシステム N 4 は、電源の状態を考慮して相互に通信エリアを補完しあうマルチホップ通信ネットワークである。図 2 2 は、本実施例 3 のネットワークシステム N 4 の構成を示す図である。

【 0 1 4 3 】

本実施例 3 のネットワークシステム N 4 のサブシステム 3 としては、中継機 R P 1、中継機 R P 2、中継機 R P 3、中継機 R P 4 が設けられている。これらの中継機 R P 1、中継機 R P 2、中継機 R P 3、中継機 R P 4 は、センサ等の情報出力装置 4 1 と、最終的に情報を取得する上位装置 4 2 との間に設けられている。すなわち、情報出力装置 4 1 から発信された情報が、中継機 R P 1、中継機 R P 2、中継機 R P 3、中継機 R P 4 の全部または一部を介して上位装置 4 2 まで送信される。

【 0 1 4 4 】

また、目標状態としては、例えば以下の内容が挙げられる。

- ・例 1 として、ネットワークシステム N 4 全体のバッテリー稼働時間を最長化する。
- ・例 2 として、メンテナンス予定日時など、特定のタイミングまで動作し続ける。
- ・例 3 として、全ての中継機のバッテリー消費が均等になるように制御する。
- ・例 4 として、特に重要な特定データについて、一定の時間内に伝達する。

【 0 1 4 5 】

そして、各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、以下の機能を有しているとする。

- ・各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、自己のバッテリー残量を把握する機能と、バッテリーの消耗に影響する情報を把握する機能を有する。バッテリーの消耗に影響する情報とは、例えば温度、通信の集中度等であって、上述した自己の動作環境 3 1 b に含まれる。
- ・各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、相互に通信を行うことが可能であり、目標に応じて通信の設定を変化させることが出来る。
- ・各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、電波出力を高出力化することで中継を 1 段飛ばすことが可能である。また、低出力化することで干渉する範囲を狭くすることが出来る。
- ・各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、伝送レートを落とすことでバッテリー消費を抑えて長距離通信が可能である。
- ・各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、通信タイミングをずらすことで通信の衝突回避が可能である。
- ・各中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、送信アンテナの指向性を調整することで長距離通信や通信の衝突回避が可能である。

【 0 1 4 6 】

このような構成において、目標が上記例 2 に設定されているとする。すなわち、メンテナンス予定日時まで情報出力装置 4 1 から上位装置 4 2 まで送信し続けることが目標として設定されている。

また、動作内容として、以下の内容が規定されているとする。

- ・全ての中継機の伝送レートは X (k b p s) に設定されており、バッテリー残量が 5 % 以

下になると機能が停止される。

- ・はじめは、中継機 R P 1 が、リーダーとして全体のコントロールを行うこととし、他の中継機 R P の機能の組み合わせ構造を決定する。中継機 R P 1 のバッテリー残量が 15 % 以下になると調整決定機能（リーダーの機能）を他の中継機に移す。

- ・中継機 R P 1 ~ R P 4 は、時間 T 1 ごとに各自のバッテリー残量を中継機 R P 1 まで連絡する。

【 0 1 4 7 】

図 2 2 では、情報出力装置 4 1 から出力された情報が、中継機 R P 4、中継機 R P 3、中継機 R P 2、中継機 R P 1 の順に伝達されて上位装置 4 2 に送信される。このように、情報を送信していると、中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 のバッテリー残量が低下する。

図 2 3 (a) は、初期の動作状態を示し、図 2 3 (b) は、メンテナンス 5 日前の動作を示し、図 2 3 (c) は、メンテナンス前日の動作を示す。

【 0 1 4 8 】

例えば、中継機 R P 1 が他の中継機 R P 2、R P 3、R P 4 の機能を調整する状態において、図 2 3 (a) および図 2 3 (b) に示すように中継機 R P 1 のバッテリー残量が 80 % から 15 % になり、中継機 R P 3 のバッテリー残量が 5 % になったとする。

このようにサブシステム 3 の状態に変化があった場合（ステップ S 7 3）、中継機 R P 1 から中継機 R P 2 に他の中継機を調整する機能が移動するとともに、中継機 R P 3 の動作が停止する。

【 0 1 4 9 】

この場合、中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 は、各々の自己認識部 3 1 によって自己の動作状態 3 1 a、自己の動作環境 3 1 b および自己の機能 3 1 c を認識するとともに、他者認識部 3 2 によって他の中継機の動作状態 3 2 a、動作環境 3 2 b および機能 3 2 c を認識する（ステップ S 6 2）。

中継機 R P 3 は停止するため、中継機 R P 1、R P 2、R P 4 の各々の自己役割決定部 3 6 が、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b から中継機 R P 3 を使用せずに、目標を実現できる組み合わせを選択し（ステップ S 6 3）、自己の役割を決定する（ステップ S 6 4）。なお、ネットワークシステム N 4 の全体を調整する中継機 R P 2 は、自己の役割とともに、他の中継機 R P 1、R P 3、R P 4 の役割も決定する。また、中継機 R P 2 には、他の中継機 R P 1 および中継機 R P 4 から、それぞれが決定した自己の役割が送信される（ステップ S 6 5）。

【 0 1 5 0 】

中継機 R P 2 は、役割調整決定部 3 7 で中継機 R P 2 が決定した中継機 R P 1 の役割と、中継機 R P 1 が決定した自己の役割を比較し（ステップ S 6 6）、異なっている場合（ステップ S 6 7）には、中継機 R P 2 が決定した役割を中継機 R P 1 に通知して実行させる（図 2 0 のステップ S 6 8）。一方、中継機 R P 2 の決定した中継機 R P 1 の役割と、中継機 R P 1 自身が決定した中継機 R P 1 の役割が同じ場合には、修正がない旨を連絡する（ステップ S 6 9、S 7 2）また、中継機 R P 2 は、中継機 R P 4 に対しても同様の制御を行う。

【 0 1 5 1 】

これにより、図 2 3 (b) に示すように、中継機 R P 4 は、情報出力装置 4 1 から X (k b p s) で受信した情報を、中継機 R P 3 を飛ばし中継機 R P 2 に Y (k b p s) で送信する。なお、伝送レート Y は、X よりも小さい値となっている。中継機 R P 2 は、中継機 R P 4 から受け取った情報を、中継機 R P 1 に X (k b p s) で送信する。中継機 R P 1 は、中継機 R P 2 から受け取った情報を上位装置 4 2 に X (k b p s) で送信する。

【 0 1 5 2 】

以上のようにして、全体を調整する中継機（サブシステム 3）を変更し、組み合わせ構造を変更することによって、情報出力装置 4 1 から上位装置 4 2 まで情報の通信を行うことが出来る。

10

20

30

40

50

次に、図 2 3 (b) の状態から更に各中継機のバッテリーが低下し、図 2 3 (c) に示すように、中継機 R P 1 のバッテリー残量が 5 % になると、サブシステム 3 の状態が変化 (ステップ S 7 3) したとしてステップ S 6 2 ~ ステップ S 7 2 が行われる。そして、図 2 3 (c) に示すように、情報出力装置 4 1 から出力された情報を、X (k b p s) の伝送レートで中継機 R P 4 が受信する。中継機 R P 4 は、受け取った情報を、中継機 R P 3 を飛ばして中継機 R P 2 へと Z (k b p s) で送信する。なお、伝送レートは、 $X > Y > Z$ となっている。そして、中継機 R P 2 は、中継機 R P 4 から受け取った情報を、中継機 R P 1 を飛ばして上位装置 4 2 へと Y (k b p s) で送信する。

【 0 1 5 3 】

以上のように、本実施例 3 のネットワークシステム N 3 では、組み合わせ構造を変更することによって、メンテナンスまで情報出力装置 4 1 からの情報を上位装置 4 2 へと送信するという目標を達成できるように制御が行われる。 10

なお、実施例 3 のように複数の中継機が設けられたシステムにおいて、実施の形態 1 で説明したようなネットワークシステム N 1 が適用されてもよい。すなわち、中継機 R P 1、R P 2、R P 3、R P 4 を管理する中央管理システムが設けられ、中央管理システムにおいて、各中継機のそれぞれの機能が決定されてもよい。

【 0 1 5 4 】

また、実施例 3 のように複数の中継機が設けられたシステムにおいて、実施の形態 2、3 で説明したようなネットワークシステム N 2、N 3 が適用されてもよい。その場合、少なくとも他のサブシステム 3 の役割を決定または調整するリーダとなるサブシステム 3 は、決定または調整する機能だけは発揮できるようにバッテリーの残量を調整する必要がある。 20

【 0 1 5 5 】

(実施例 4)

次に、実施例 4 のネットワークシステムを用いて、サブシステム 3 の状態が変化した場合 (サブシステム 3 の追加、サブシステム 3 の離脱)、目標が変化しサブシステム 3 の状態が変化した場合等について説明する。

実施例 4 のネットワークシステムは、実施の形態 1 ~ 4 で説明したいずれのネットワークシステム N 1、N 2、N 3、N 4 を用いてもよいが、一例としてネットワークシステム N 4 を用いて説明する。 30

【 0 1 5 6 】

すなわち、本実施例 4 では、各々のサブシステム 3 が、知識作成部 2 8 および役割調整決定部 3 7 を有している。

本実施例 4 のネットワークシステム N 4 は、複数のロボットを用いた製品の組み立て工場を想定している。ロボットは、工場での製品組立の実施、工場の監視、他のロボットやセンサなどの情報の中継 (ホッピング) などを行う。

【 0 1 5 7 】

図 2 4 は、本実施例 4 のネットワークシステム N 4 の構成を示す図であり、工場 5 0 の作業場を上から見たイメージ図である。

ネットワークシステム N 4 は、サブシステム 3 として、部品や製品などの搬送を専門に行う搬送用ロボット R D 1 ~ R D 7 と、その他の作業を行う作業ロボット R W 1 ~ R W 9 と、3 D プリンタ P 1、P 2 と、検査装置 S 1 とを有している。 40

【 0 1 5 8 】

次に、搬送用ロボット R D 1 ~ R D 7 と、作業ロボット R W 1 ~ R W 9 が有している機能について説明する。ここでの機能とは役割分担とも言い換えることができる。

- ・各作業ロボット R W 1 ~ R W 9 はどの作業でも行うことが出来る。
 - ・搬送用ロボット R D 1 ~ R D 7 は搬送のみ行う。
 - ・各ロボット R D 1 ~ R D 7、R W 1 ~ R W 9 には役割が与えられ、その役割をこなす。
 - ・リーダの役割を行うロボットが 1 体設けられ、そのリーダが各ロボットの役割調整を行う。
- 50

・リーダは各ロボットや各生産装置、各検査装置と通信ができ、他者認識部 3 2 により各者を認識している。

・リーダは、各ロボットの現在の充電量（他者の動作状態 3 2 a）を他者認識部 3 2 によって把握しており、充電量に応じた役割と効率的な作業交代の流れに応じて、各ロボットを動かす。

・各作業ロボット RW 1 ~ RW 9 は、実行する作業によって消費電力が異なる。搬送用ロボット RD 1 ~ RD 7 の消費電力はほぼ同じである。

・各ロボットは、自己の充電量が一定量以下に減ったら、リーダから役割の交代連絡が来て、充電場所 BS に行つて充電する。

・充電場所 BS にいるロボットはリーダからの役割の割り振りに基づいて、いずれかのロボットと交代するか、いずれかのロボットと共同作業を行うか、新たな作業を行う等の作業を行う。

・各ロボットや装置は、通信可能な範囲の他のロボットや装置と相互に通信可能である。また、他のロボットや装置の情報を他のロボットにホッピング（中継）が可能である。

【 0 1 5 9 】

（初期状態）

初期状態として、実施例 4 のネットワークシステム N 4 が、以下の目標状態を同時に実行しているとする。

・目標（ 1 ）製品 の生産および梱包と外の所定位置への搬送（納期： T 1、生産目標数： X）

・目標（ 2 ）侵入者（不審者）の監視、通報、排除

・目標（ 3 ）所定時間ごとに工場内の装置の状態と生産量を上位装置に報告

図 2 5 は、図 2 1 に示すサブシステムの情報 DB 2 2 a に記憶されているロボット RW 1 ~ RW 9 とロボット RD 1 ~ RD 7 の動作状態を示す図である。これらのサブシステムの情報は、各サブシステム 3 が自己認識部 3 1 と他者認識部 3 2 によって得られる情報ともいえる。

【 0 1 6 0 】

図 2 5 に示すように、ロボット RW 1 は、システム全体の役割調整を行うリーダである。ロボット RW 1 は、工場 5 0 のドア 5 1、5 2 からの侵入者の認証と、不審者の監視、通報、および排除を行う。さらに、ロボット RW 1 は、各装置から得た情報を収集して、上位装置に連絡する。

ロボット RW 2、RW 3 は、共同でセル生産（セル生産場所 C 1 参照）を行い、部品 a を作成する。

【 0 1 6 1 】

ロボット RW 4 は、単体でセル生産（セル生産場所 C 2 参照）を行い、部品 a を作成する。

ロボット RW 5 は、3 D プリンタ P 1 で作成された部品 b を組み付ける。

ロボット RW 6 は、3 D プリンタ P 2 で作成された部品 c を組み付ける。

ロボット RW 7 は、完成した製品 の梱包と、不具合製品の移動を行う。

【 0 1 6 2 】

ロボット RW 8、RW 9 は、充電中である。

ロボット RD 1 ~ RD 6 は、「セル生産場所 C 1、C 2 3 D プリンタ P 1、P 2 検査装置 S 1 梱包 セル生産場所 C 1、C 2 . . . 」の順番で移動しながら部品および製品の搬送を行う。図中点線 M 1 は、搬送ルートを示す。

ロボット RD 7 は、充電中である。

【 0 1 6 3 】

ロボット RD 8 は、梱包が完了した製品（完成品）を外に搬送する（図中点線 M 2 参照）。

3 D プリンタ P 1 は、部品 b を作成する。

3 D プリンタ P 2 は、部品 c を作成する。

10

20

30

40

50

検査装置 S 1 は、製品 の検査を行う。

【 0 1 6 4 】

全装置は、リーダー (ロボット R W 1) に対して所定の間隔で自己の状態を連絡する。
(サブシステム 3 の状態変化 (サブシステムの追加))

次に、サブシステム 3 の追加の例として、初期の状態からロボット R W 8 の充電が完了した場合について説明する。なお、目標状態は変化していない。

ネットワークシステム N 4 内の各々のサブシステム 3 (ロボット R D 1 ~ R D 7、ロボット R W 1 ~ R W 9、3 D プリンタ P 1、P 2、検査装置 S 1) が、ロボット R W 8 の充電の完了を認識する (図 2 0 のステップ S 6 2 参照)。そして、ステップ S 6 3 において、各々のサブシステム 3 が、組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b からロボット R W 8 も利用して目標を実現できる組み合わせ構造を選択し、ステップ S 6 4 において自己の活性化の可否と役割を決定する。なお、選択可能な組み合わせ構造が存在しない場合には、知識作成部 2 8 によって新たな組み合わせ構造が作成される。そして、リーダーであるロボット R W 1 には、他のサブシステム 3 (ロボット R D 1 ~ R D 7、ロボット R W 2 ~ R W 9、3 D プリンタ P 1、P 2、検査装置 S 1) から自己の役割が送信される。またリーダーであるロボット R W 1 は、自己の役割とともに、他のサブシステム 3 の役割も決定する。

【 0 1 6 5 】

ロボット R W 1 は、役割調整決定部 3 7 によって、自己が決定した他のサブシステム 3 の役割と、他のサブシステム 3 が自己で決定した役割を比較する (ステップ S 6 6)。そして、ステップ S 6 7 において異なっている場合には、リーダーであるロボット R W 1 が決定した他のサブシステム 3 の役割を他のサブシステム 3 に通知して実行させる (図 2 0 のステップ S 6 8)。一方、リーダーであるロボット R W 1 の決定した他のサブシステム 3 の役割と、他のサブシステム 3 自身が決定した役割が同じ場合には、修正がない旨を連絡する (ステップ S 6 9、S 7 2)。

【 0 1 6 6 】

このように、調整を行うことによって新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステム 3 の機能が設定される。

図 2 6 (a) は、組み合わせ構造の変更後のサブシステム 3 の動作状態を示すサブシステム情報 D B 2 2 a の一部を示す図である。図 2 6 (b) は、組み合わせ構造変更後の工場 5 0 の状態を上から見たイメージ図である。

【 0 1 6 7 】

図 2 6 (a) および図 2 6 (b) に示すように、ロボット R W 8 が、セル生産場所 C 2 へと移動する。そして、ロボット R W 8 の移動後、ロボット R W 4 とロボット R W 8 が共同でセル生産を行い、部品 a を作成する。

(サブシステム 3 の状態変化 (サブシステムの離脱))

次に、サブシステム 3 の離脱の例として、初期の状態からロボット R W 6 の充電量が低下し充電が必要となった場合について説明する。なお、目標状態は変化していない。

【 0 1 6 8 】

ネットワークシステム N 4 内の各々のサブシステム 3 (ロボット R D 1 ~ R D 7、ロボット R W 1 ~ R W 9、3 D プリンタ P 1、P 2、検査装置 S 1) が、ロボット R W 6 の充電量の低下による充電の必要を認識する (図 2 0 のステップ S 6 2 参照)。

そして、ステップ S 6 3 において、各々のサブシステム 3 の自己役割決定部 3 6 は、組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b からロボット R W 6 が製品の組み立てから離脱した状態で目標を実現できる組み合わせ構造を選択する。そして、ステップ S 6 4 において、各々のサブシステム 3 の自己役割決定部 3 6 は、自己の活性化の可否と役割を決定する。なお、選択可能な組み合わせ構造が存在しない場合には、知識作成部 2 8 によって新たな組み合わせ構造の知識が作成される。

【 0 1 6 9 】

以上の動作は、上記 (サブシステム 3 の追加) の場合と同様である。

このように、調整を行うことによって新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシ

ステム 3 の機能が設定される。

図 27 (a) は、組み合わせ構造の変更後のサブシステム 3 の動作状態を示すサブシステム情報 DB 22 a の一部である。図 27 (b) は、組み合わせ構造変更後の工場 50 の状態を上から見たイメージ図である。

【 0 1 7 0 】

図 27 (a) および図 27 (b) に示すように、ロボット RW 6 は充電場所 BS へと移動する。そして、ロボット RW 5 が、3D プリンタ P 1 で作られた部品 b の組み付け、および 3D プリンタ P 2 で作られた部品 c の組み付けを行う。

詳細には、ロボット RW 5 は、3D プリンタ P 1 で作成された部品 b を組み付け、その後、3D プリンタ P 2 の場所に移動する（点線 M 3 参照）。そして、ロボット RW 5 は、3D プリンタ P 2 で作成された部品 c を組み付けた後、3D プリンタ P 1 の場所に移動する（点線 M 3 参照）。 10

【 0 1 7 1 】

このように、ロボット RW 6 が離脱した場合であっても、製品 を製造することが出来る。

（サブシステム 3 の状態変化（充電量低下））

次に、上記のようにロボット RW 6 が充電場所 BS に移動した後に、ロボット RW 5 の充電量が低下した場合について説明する。なお、目標状態は変更なしとする。

【 0 1 7 2 】

ロボット RW 5 の充電量が所定の値に低下し、充電は未だ不要であるが、上記のように部品 b、c の組み付けを 1 台で行っているため電力の消費量が多く、このまま作業続けると生産全体に影響が生じる場合を想定する。 20

ネットワークシステム N 4 内の各々のサブシステム 3（ロボット RD 1 ~ RD 7、ロボット RW 1 ~ RW 9、3D プリンタ P 1、P 2、検査装置 S 1）が、ロボット RW 5 の充電量の所定値への低下を認識する（図 20 のステップ S 6 2 参照）。

【 0 1 7 3 】

そして、ステップ S 6 3 において、各々のサブシステム 3 が組み合わせ構造の知識 DB 22 b からロボット RW 6 の電力消費を抑えた状態で目標を実現できる組み合わせ構造を選択し、ステップ S 6 4 において、自己の活性化の可否と役割を決定する。なお、選択可能な組み合わせ構造が存在しない場合には、知識作成部 2 8 によって新たな組み合わせ構造の知識が作成される。 30

【 0 1 7 4 】

以上の動作は、上記（サブシステム 3 の追加）の場合と同様である。

このように、調整を行うことによって新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステム 3 の機能が設定される。

図 28 (a) は、組み合わせ構造の変更後のサブシステム 3 の動作状態を示すサブシステム情報 DB 22 a の一部である。図 28 (b) は、組み合わせ構造変更後の工場 50 の状態を上から見たイメージ図である。

【 0 1 7 5 】

図 28 (a) および図 28 (b) に示すように、ロボット RW 2 は、ロボット RW 3 が 3D プリンタ P 1 に移動後、単独でセル生産を行い、部品 a を作成する。ロボット RW 3 は、3D プリンタ P 1 の場所に移動し、3D プリンタ P 1 で作成された部品 b を組み付ける。ロボット RW 5 は、3D プリンタ P 2 の場所に留まり、3D プリンタ P 2 で作成された部品 c を組み付ける。 40

このように、3D プリンタ P 1 で作成された部品 b を組み付ける役割をロボット RW 3 が担当することによって、ロボット RW 5 が 3D プリンタ P 1 と 3D プリンタ P 2 の間を移動する必要がなくなり、消費電力を抑えた状態で、製品 を製造することが出来る。

【 0 1 7 6 】

（目標の追加およびサブシステム 3 の状態変化）

次に、初期状態から目標が追加された場合（ステップ S 7 4）について説明する。 50

初期状態から、サブシステム3の状態変化として、3DプリンタP2が原料不足のため所定時間後に3DプリンタP2が停止する場合(ステップS73)を想定する。

更に、明日のメンテナンス時間まで製品 の生産を継続するという目標(4)が初期状態の目標に加えられることを想定する。

【0177】

詳細には、リーダであるロボットRW1は、3DプリンタP2から原料が一定以下に減少し、あと所定の時間で停止する予定である旨の連絡をもらって、上位装置(管理人)に通知をしている。その後、管理人から上記目標が追加されたと想定する。

このような場合、ロボットRD1~RD7、ロボットRW1~RW9、3DプリンタP1、P2、検査装置S1のうちいずれかのサブシステム3が、新たな目標状態を受け付け、更に、3DプリンタP2の原料不足を認識する(図20のステップS62参照)。

【0178】

そして、ステップS63において、各々のサブシステム3が組み合わせ構造の知識DB22bから、3DプリンタP2を動作させない状態で、初期状態の目標状態に加えて新たな目標状態も実現できる組み合わせ構造を選択する。そして、ステップS64において、各々のサブシステム3は、自己の活性化の可否と役割を決定する。なお、選択可能な組み合わせ構造が存在しない場合には、知識作成部28によって新たな組み合わせ構造の知識が作成される。

【0179】

以上の動作は、上記(サブシステム3の追加)の場合と同様である。

このように、調整を行うことによって新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステム3の機能が設定される。

図29(a)は、組み合わせ構造の変更後のサブシステム3の動作状態を示すサブシステム情報DB22aの一部である。図29(b)は、組み合わせ構造変更後の工場50の状態を上から見たイメージ図である。

【0180】

図29(a)および図29(b)に示すように、3DプリンタP2は停止する。3DプリンタP1は、部品bを作成し、その後、部品cを作成する。ロボットRW4は、充電場所BSに移動して充電する。ロボットRW5は、3DプリンタP1で作成された部品bと部品cを組み付ける。ロボットRW6は、一時停止する。ロボットRD1~RD4は、「セル生産場所C1 3DプリンタP1 検査装置S1 梱包 セル生産場所C1 . . .」の順番で移動しながら搬送を行う。ロボットRD5、RD6は、充電場所BSに移動して充電する。

【0181】

これにより、3DプリンタP2を停止した状態であっても製品 の生産を継続できる。

(目標の変更およびサブシステム3の状態変化(追加および離脱))

次に、目標が変更され、更にサブシステム3の追加および離脱の状態変化が行われた場合について説明する。

製品 の生産目標が達成されたため、初期状態の目標(1)が、下記の目標(5)に変更される。

・目標(5) 製品 の生産および梱包と外の所定位置への搬送(納期:T2、生産目標数:Y)

また、サブシステム3の追加としてロボットRW10が新たに投入され、サブシステム3の離脱としてロボットRW1の充電量が低下し充電が必要となった場合を想定する。

【0182】

このような場合、ロボットRD1~RD7、ロボットRW1~RW9、3DプリンタP1、P2、検査装置S1のうちいずれかのサブシステム3が、新たな目標状態を受け付ける(ステップS62)。そして、各々のサブシステム3は、ロボットRW10の投入およびロボットRW1の充電量の低下を認識する(図20のステップS63参照)。

なお、ロボットRW1は、自己の充電量の低下を認識すると、リーダの交代を他のサブ

システム 3 に連絡する。ここで、次のリーダーとして、ロボット R W 8 が決定されるとする。

【 0 1 8 3 】

そして、各々のサブシステム 3 が、組み合わせ構造の知識 DB 2 2 b から、ロボット R W 1 を使用せず新たなロボット R W 1 0 を使用した状態で変更した目標 (1) と初期状態からの目標 (2)、(3) を実現できる組み合わせ構造を選択する (ステップ S 6 3)。そして、各々のサブシステム 3 が、選択した組み合わせ構造に基づいて自己の活性化の可否と役割を決定する (ステップ S 6 4)。なお、選択可能な組み合わせ構造が存在しない場合には、知識作成部 2 8 によって新たな組み合わせ構造の知識が作成される。

【 0 1 8 4 】

以上の動作は、上記 (サブシステム 3 の追加) の場合と同様である。

このように、調整を行うことによって新たな組み合わせ構造に基づいて、各々のサブシステム 3 の機能が設定される。

図 3 0 (a) は、組み合わせ構造の変更後のサブシステム 3 の動作状態を示すサブシステム情報 DB 2 2 a の一部である。図 3 0 (b) は、組み合わせ構造変更後の工場 5 0 の状態を上から見たイメージ図である。

【 0 1 8 5 】

図 3 0 (a) および図 3 0 (b) に示すように、ロボット R W 1 は、リーダーの交代を各ロボットおよび装置に連絡後、充電場所に移動して充電を行う。ロボット R W 2 およびロボット R W 1 0 は、単体でセル生産を行い、部品 a 2 を作成する。ロボット R W 3 およびロボット R W 4 は、単体でセル生産を行い、部品 a 3 を作成し、部品 a 2 に部品 a 3 を組み付ける。ロボット R W 5 は、3 D プリンタ P 1 で作成された部品 b 2 を組み付ける。ロボット R W 6 は、3 D プリンタ P 2 で作成された部品 c 2 を組み付ける。ロボット R W 7 は、完成した製品の梱包を行い、不具合製品を移動する。ロボット R W 8 は、リーダーを引き継ぎ、監視装置 (ドア 5 1、5 2 からの侵入者の認証と、不審者の監視、通報、排除) としての役割を果たす。更にロボット R W 8 は、各装置から得た情報を収集して、上位装置に連絡する。ロボット R D 1 ~ R D 6 は、「セル生産場所 C 1 または C 2 3 D プリンタ P 1、P 2 検査装置 S 1 梱包 セル生産場所 C 1 または C 2 . . . 」の順番で移動しながら部品および製品の搬送を行う。ロボット R D 8 は、梱包が完了した製品 (完成品) を外に搬送する。3 D プリンタ P 1 は、部品 b 2 を作成する。3 D プリンタ P 2 は、部品 c 2 を作成する。検査装置 S 1 は、製品の検査を行う。全装置は、リーダー (ロボット R W 8) に対して、所定の間隔で自己の状態を連絡する。

【 0 1 8 6 】

[他の実施形態]

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

(A)

上記実施の形態 1 ~ 4 では、本発明の一例である機能設定方法として、図 2 ~ 図 4、図 1 8、図 2 0 に示すフローチャートに従って、機能設定方法を実施する例を挙げて説明したが、これに限定されるものではない。

【 0 1 8 7 】

例えば、図 2 ~ 図 4、図 1 8、図 2 0 に示すフローチャートに従って実施される機能設定方法をコンピュータに実行させる機能設定プログラムとして、本発明を実現しても良い。

また、機能設定プログラムの一つの利用形態は、コンピュータにより読取可能な、ROM 等の記録媒体に記録され、コンピュータと協働して動作する態様であってもよい。

【 0 1 8 8 】

また、機能設定プログラムの一つの利用形態は、インターネット等の伝送媒体、光・電波・音波などの伝送媒体中を伝送し、コンピュータにより読みとられ、コンピュータと協働して動作する態様であってもよい。

また、上述したコンピュータは、CPU等のハードウェアに限らずファームウェアや、OS、更に周辺機器を含むものであってもよい。

なお、以上説明したように、機能設定方法はソフトウェア的に実現してもよいし、ハードウェア的に実現してもよい。

【0189】

(B)

上記実施の形態1で説明した中央管理システム2は、クラウド上に設けられていてもよい。さらに、上記実施の形態2、3、4で説明したネットワークシステムN2、N3、N4の共有記憶部22は、別の装置に限られるものではなく、クラウド上であってもよいし、いずれかのサブシステム3に設けられていてもよい。

10

【0190】

(C)

上記実施の形態1のネットワークシステムN1では、各サブシステム3が他者認識部32を有しているが、有していなくてもよく、その場合であっても、中央管理システム2は、各サブシステム3の情報を入手できる。

すなわち、各サブシステム3は、自己の動作状態31a、自己の動作環境31bおよび自己の機能31cをサブシステム情報DB22aに送信するため、この情報を用いることにより、中央管理システム2は、各々のサブシステム3の情報を得ることが出来る。

【0191】

(D)

上記実施の形態2、3、4で述べたネットワークシステムN2、N3、N4では、共有記憶部11にサブシステム情報DB22aが設けられているが、各々のサブシステム3は他のサブシステム3の情報を他者認識部32で認識して取得できるため、サブシステム情報DB22aが設けられていなくてもよい。

20

【0192】

(E)

上記実施の形態2では、ネットワーク5に接続されているサブシステム3のうち1つのサブシステム3にのみ構造設定部23、役割決定部24および知識作成部28が設けられているが、これに限られなくてもよい。すなわち、全てのサブシステム3に構造設定部23、役割決定部24および知識作成部28が設けられていてもよく、この場合、他のサブシステム3の役割を決定するリーダーが設定される。すなわち、実施例3、4で述べたように、いずれかのサブシステム3がリーダーとなり、目標の変更やサブシステム3の状態によってリーダーが変更される。

30

【0193】

(F)

上記実施の形態1～4では、知識作成部28は予め組み合わせ構造の知識を作成し、作成された組み合わせ構造の知識は共有記憶部22に記憶されているが、これに限られるものではなく、予め作成していなくてもよい。例えば、目標状態を受け付けるたびに、知識作成部28は、その都度、組み合わせ構造を生成するようにしてもよい。この場合、組み合わせ構造の知識DB22bが存在しなくてもよく、共有記憶部22が、作成された組み合わせ構造を一旦保存するだけでよい。

40

【0194】

(G)

上記実施の形態3、4で説明したネットワークシステムN3、N4では、知識作成部28および役割調整決定部37を有する全てのサブシステム3が、目標を実行可能な組み合わせ構造が存在しない場合、そのような組み合わせ構造を作成しているが、これに限らない。目標を設定するときにリーダーとして設定されたサブシステム3のみが、知識作成部28を用いて新たな組み合わせ構造を作成してもよい。

【0195】

(H)

50

上記実施の形態および他の実施の形態で説明したネットワークシステム N 1 ~ N 4 には、知識作成部 2 8 が設けられており、A I を用いた機械学習によって、組み合わせ構造の知識が作成されているが、知識作成部 2 8 が設けられていなくてもよい。この場合、予め想定された組み合わせ構造の知識が組み合わせ構造の知識 D B 2 2 b に記憶されている。

【産業上の利用可能性】

【0196】

本発明のネットワークシステム、機能設定方法、および機能設定プログラムは、システムの内外の状況に対して適応性を向上できる効果を有し、監視装置やファクトリーオートメーション等に広く適用可能である。

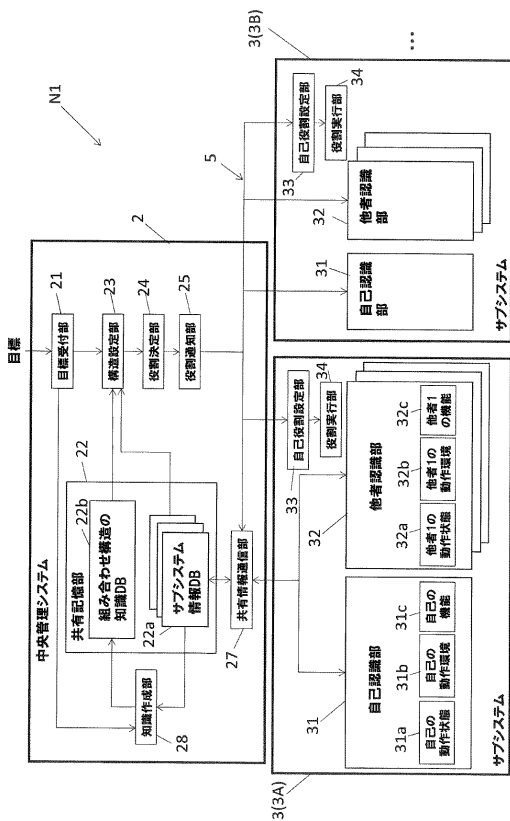
【符号の説明】

【0197】

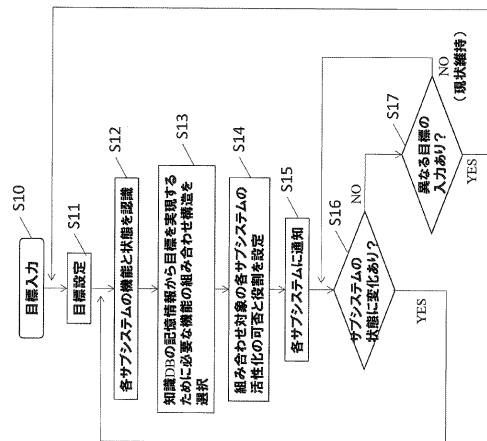
2	: 中央管理システム（管理システムの一例）	
3	: サブシステム	
5	: ネットワーク	
1 1	: 共有記憶部	
1 5	: 通知部	
2 1	: 目標受付部	
2 2	: 共有記憶部	
2 2 a	: サブシステム情報 D B	
2 2 b	: 組み合わせ構造の知識 D B	10
2 3	: 構造設定部（構造設定部の一例）	
2 4	: 役割決定部（決定部の一例）	
2 5	: 役割通知部（通知部の一例）	
2 7	: 共有情報通信部（取得部の一例）	
2 8	: 知識作成部	
3 1	: 自己認識部	
3 1 a	: 動作状態	
3 1 b	: 動作環境	
3 1 c	: 機能	
3 2	: 他者認識部（取得部の一例）	20
3 2 a	: 動作状態	
3 2 b	: 動作環境	
3 2 c	: 機能	
3 3	: 自己役割設定部	
3 4	: 役割実行部	
3 5	: 通信部	
3 6	: 自己役割決定部（構造設定部の一例）	
3 7	: 役割調整決定部（機能決定部の一例）	
4 0	: 所定空間	
4 1	: 情報出力装置	40
4 2	: 上位装置	
5 0	: 工場	
5 1、5 2	: ドア	
3 0 1	: 第 1 開閉センサ	
3 0 2	: 第 2 開閉センサ	
3 0 3	: 第 1 カメラ	
3 0 4	: 第 2 カメラ	
3 0 5	: 第 3 カメラ	
4 0 0	: 所定空間	
4 0 1、4 0 2	: ドア	50

- B S : 充電場所
- C 1 : セル生産場所
- C 1 0 : 搬送機
- C 2 : セル生産場所
- N 1 ~ N 4 : ネットワークシステム
- P 1、P 2 : 3Dプリンタ
- R 1 1、R 1 2、R 2 1、R 2 2、R 3 1、R 3 2 : ロボット
- R D 1 ~ R D 8 : 搬送用ロボット
- R P 1 ~ R P 4 : 中継機
- R W 1 ~ R W 1 0 : 作業ロボット
- S 1 : 検査装置

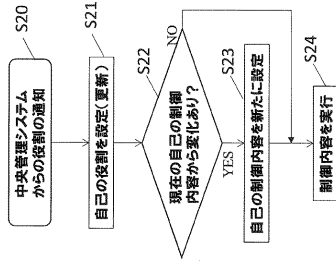
【図1】



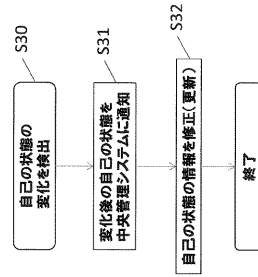
【図2】



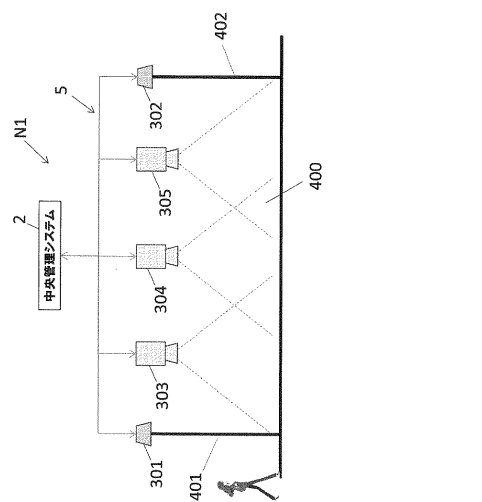
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

22a

	動作状態	動作環境	機能
第1開閉センサ301	検知停止	正常環境	開閉検知 外部アクセス検知可
第1カメラ303	撮影停止・固定	正常環境	固定・撮影・音振り(最大X1~X2の範囲) 外部アクセス検知可
第2カメラ304	撮影停止・固定	正常環境	固定・撮影・音振り(最大Y1~Y2の範囲) 外部アクセス検知可
第3カメラ305	撮影停止・固定	正常環境	固定・撮影・音振り(最大Z1~Z2の範囲) 外部アクセス検知可
第2開閉センサ302	検知停止	正常環境	開閉検知 外部アクセス検知可

【 図 7 】

22b

サブシステム 目標	組み合わせ 構造(1)	第1開閉セン サ301	第1カメラ 303	第2カメラ 304	第3カメラ 305	第2開閉セン サ302
人が所定空 間400に 入ってから出 るまでその人 を監視	検知可能	検知可能	撮影可能 固定	撮影可能 固定	撮影可能 固定	検知可能
	撮影可能・固定	検知停止	撮影可能 音振り	撮影可能 固定	撮影可能 固定	検知可能
	撮影可能・固定	検知停止	撮影可能 音振り	撮影停止	撮影可能 音振り	検知可能
	検知可能	検知可能	撮影可能 固定	撮影可能 固定	撮影可能 音振り	検知停止

【 図 8 】

22a

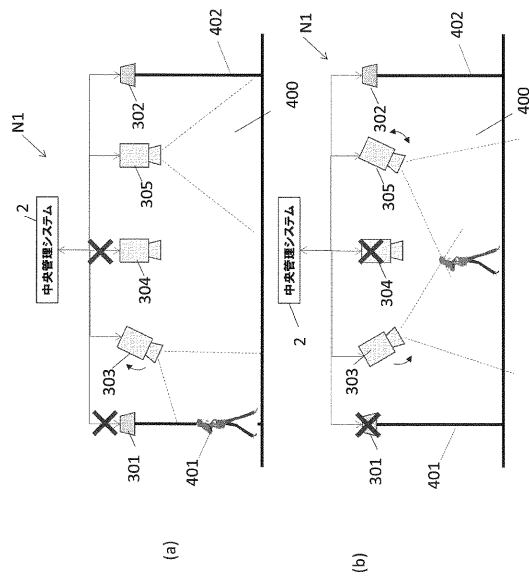
動作状態	動作環境	機能
第1開閉センサ301 検知可能	正常環境	開閉検知 外部アクセス検知可
第1カメラ303 撮影可能・固定	正常環境	固定・撮影・音振り(最大X1 ~X2の範囲) 外部アクセス検知可
第2カメラ304 撮影可能・固定	正常環境	固定・撮影・音振り(最大Y1 ~Y2の範囲) 外部アクセス検知可
第3カメラ305 撮影可能・固定	正常環境	固定・撮影・音振り(最大Z1 ~Z2の範囲) 外部アクセス検知可
第2開閉センサ302 検知可能	正常環境	開閉検知 外部アクセス検知可

【 図 9 】

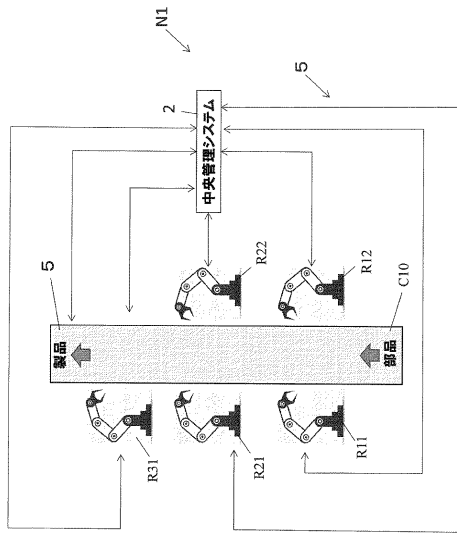
22a

動作状態	動作環境	機能
第1開閉センサ301 検知可能	不正アクセス	開閉検知
第1カメラ303 撮影可能・固定	正常環境	固定・音振り・撮影
第2カメラ304 撮影可能・固定	不正アクセス	固定・音振り・撮影
第3カメラ305 撮影可能・固定	正常環境	固定・音振り・撮影
第2開閉センサ302 検知可能	正常環境	開閉検知

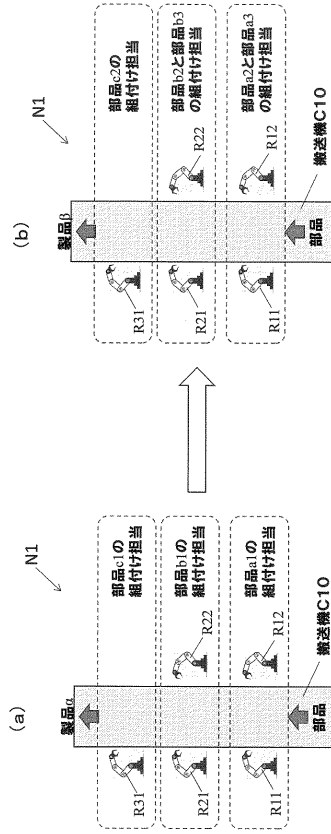
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



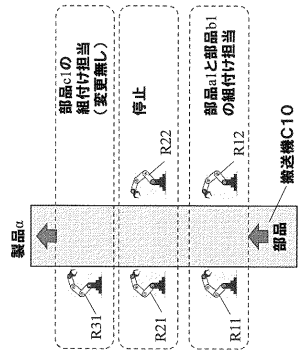
【図 1 3】

サブシステム	搬送機C10	ロボットR11	ロボットR12	ロボットR21	ロボットR22	ロボットR31
組み合わ せ構造(1)	搬送時の速度X1 ・R11、R12の箇所での停止時間Y1 ・R21、R22での停止時間Y2 ・R31の箇所での停止時間Y3	部品a1の 組み付け	部品a1の 組み付け	部品b1の 組み付け	部品b1の 組み付け	部品c1の 組み付け
組み合わ せ構造(2)	搬送時の速度X1 ・R11、R12の箇所での停止時間Y4 ・R21、R22での停止時間Y5 ・R31の箇所での停止時間Y6	部品a2の 組み付け	部品a3の 組み付け	部品b2の 組み付け	部品b3の 組み付け	部品c2の 組み付け
組み合わ せ構造(3)	搬送時の速度X1 ・R11、R12の箇所での停止時間Y7 ・R21、R22での停止時間Y8 ・R31の箇所での停止時間Y9	部品a4の 組み付け	部品a4の 組み付け	部品b4の 組み付け	部品b4の 組み付け	部品c4の 組み付け

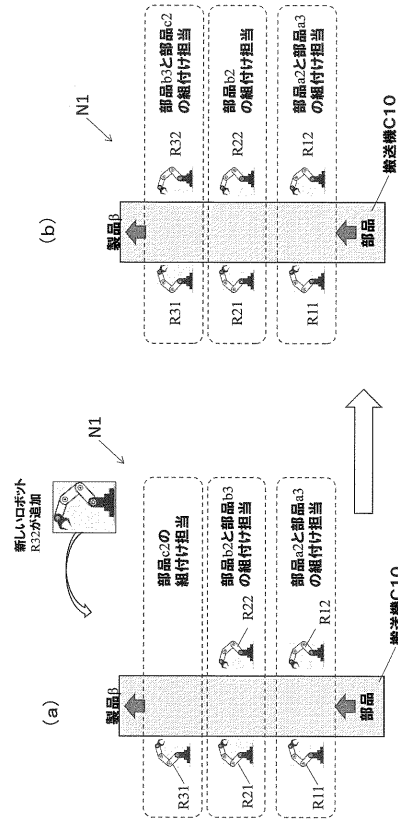
【図 1 4】

搬送機C10	ロボットR11	ロボットR12	ロボットR21	ロボットR22	ロボットR31
動作状態	搬送機C10	部品a1組み付け	部品a1組み付け	部品b1組み付け	部品b1組み付け
動作環境	正常環境	正常環境	正常環境	正常環境	正常環境
機能	搬送速度0~X1で可変 その他仕様に関する記載の内容	搬送速度0~X1で可変 ・R11、R12の箇所での停止時間Y1 ・R21、R22での停止時間Y2 ・R31の箇所での停止時間Y3	水平方向可動範囲:360° 垂直方向可動範囲:h1~h2(m) ハンド部分の可動範囲:前後l1~l2、左右l3~l4 ピッキング可能な部品:a1、a2、a3、a4 その他仕様に関する記載の内容	水平方向可動範囲:360° 垂直方向可動範囲:h1~h2(m) ハンド部分の可動範囲:前後l1~l2、左右l3~l4 ピッキング可能な部品:b1、b2、b3、b4 その他仕様に関する記載の内容	水平方向可動範囲:360° 垂直方向可動範囲:h1~h2(m) ハンド部分の可動範囲:前後l1~l2、左右l3~l4 ピッキング可能な部品:c1、c2、c3、c4 その他仕様に関する記載の内容

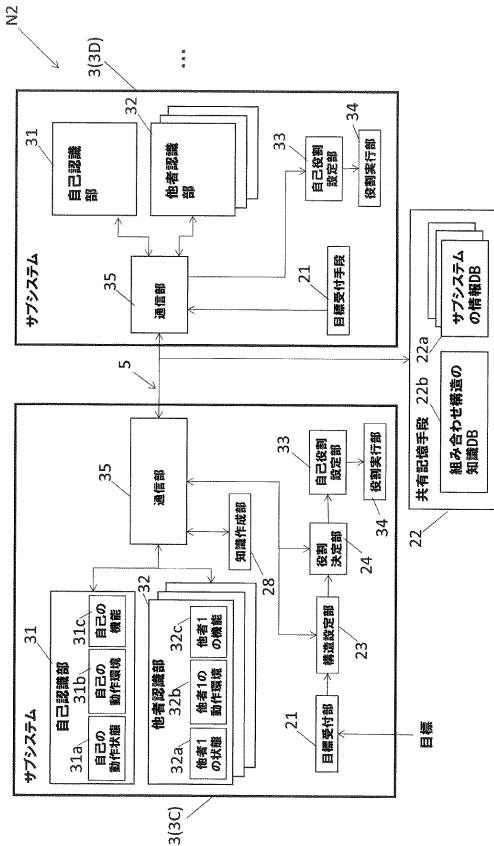
【図 15】



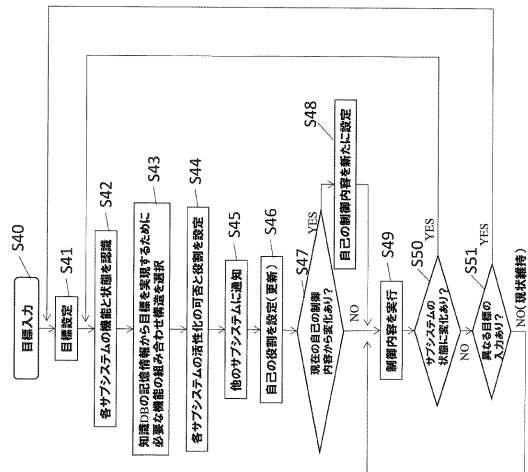
【図 16】



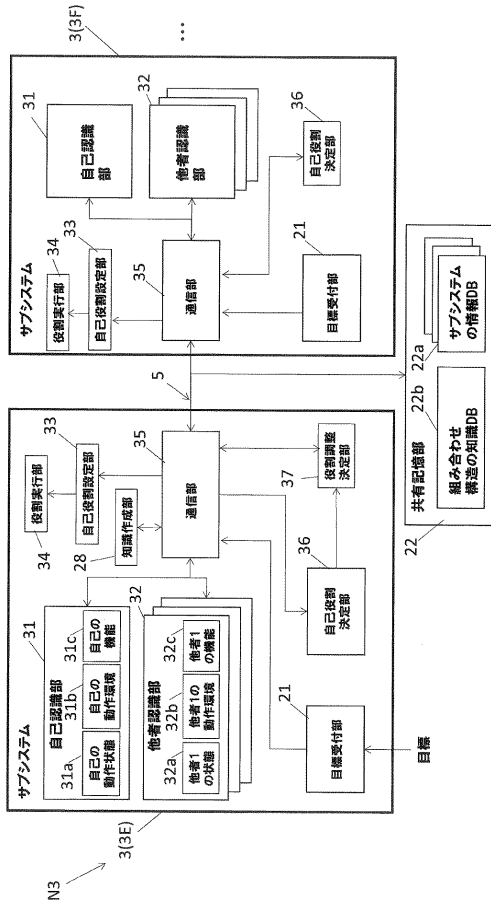
【図 17】



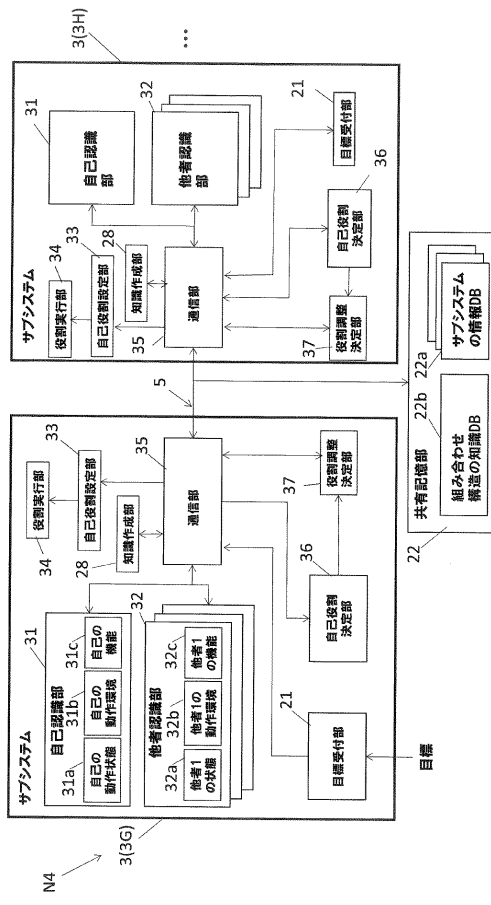
【図 18】



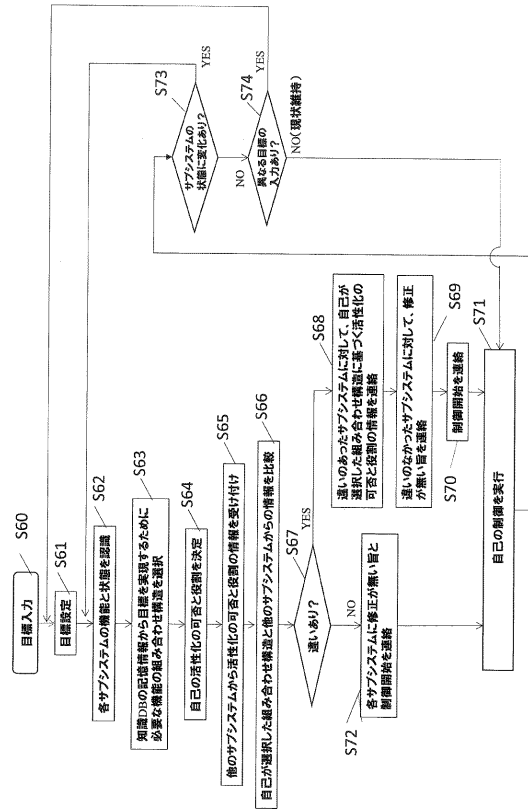
【図 19】



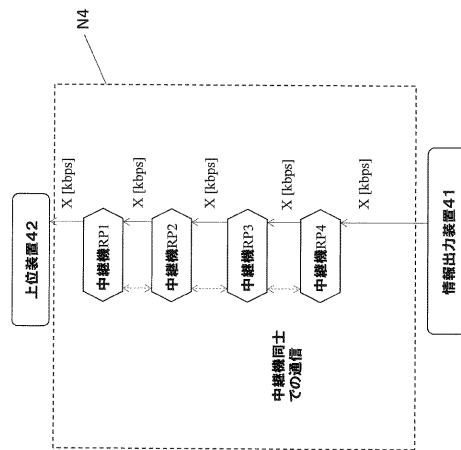
【図 21】



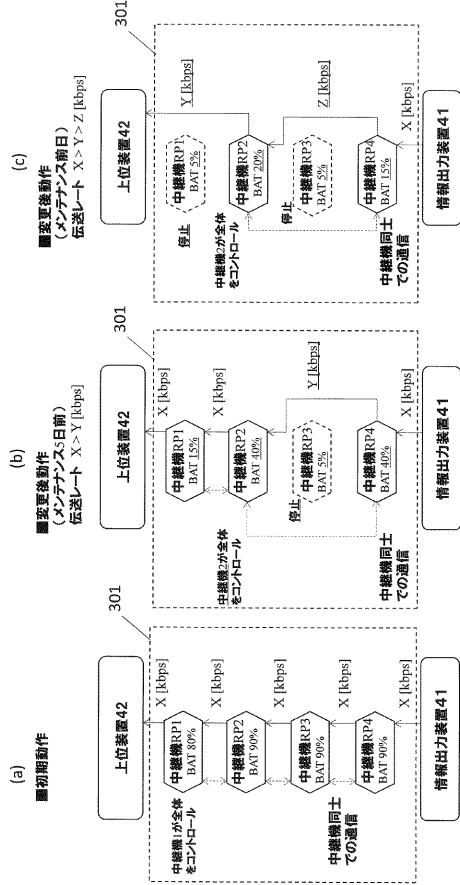
【図 20】



【図 22】



【図 2 3】

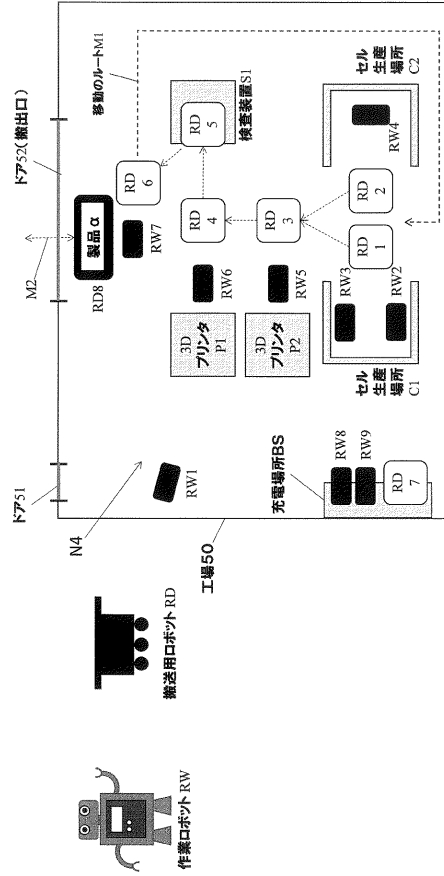


【図 2 5】

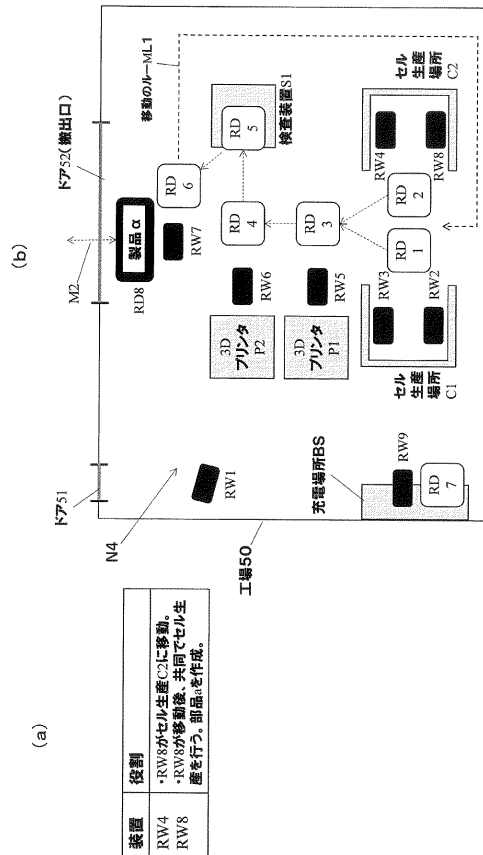
22a

装置	動作状態(役割)
RW1	リーダ - 監視カメラから得た情報を収集して、上位装置に送信 - 作業員から得た情報を収集して、上位装置に送信
RW2,3	共同でセル生産を行う。部品を作成。
RW4	単体でセル生産を行う。部品を作成。
RW5	3Dプリンタ①で作成された部品を梱包。
RW6	3Dプリンタ②で作成された部品を梱包。
RW7	梱包した製品の梱包。 - 不具合製品の移動。
RW8,9	充電中
RD1~6	「セル生産→3Dプリンタ①②→検査装置→梱包→セル生産...」の順番で移動しながら搬送を行う。
RD7	充電中
RD8	梱包が完了した製品(完成品)を外に搬送。
P1	部品を作成
P2	部品を作成
検査装置S1	製品の検査
全装置	リーダ(RW1)に対し、所定の間隔で自己の位置を通知する。

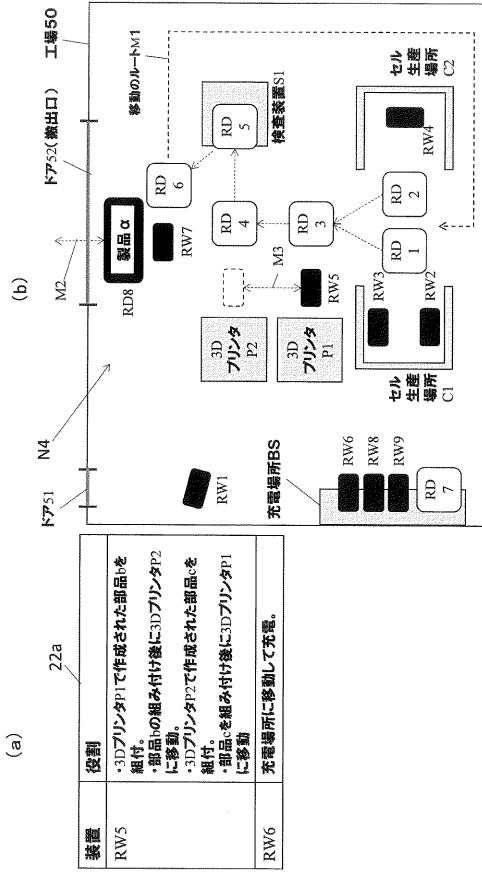
【図 2 4】



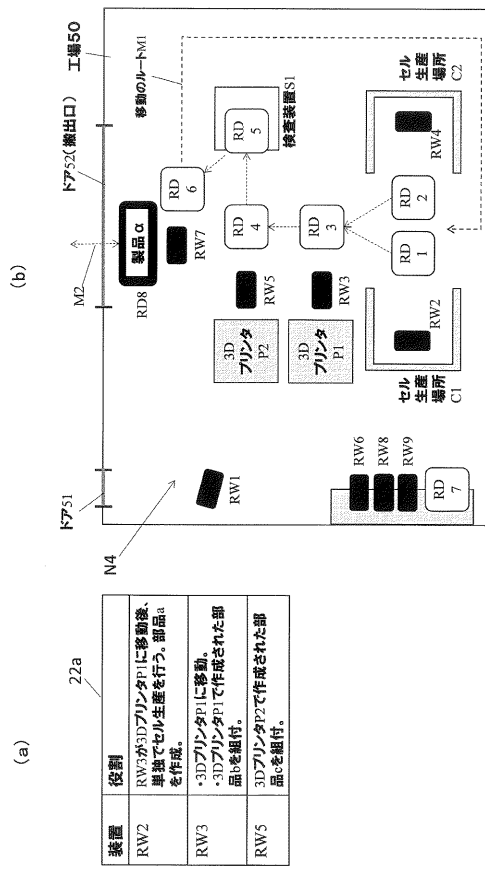
【図 2 6】



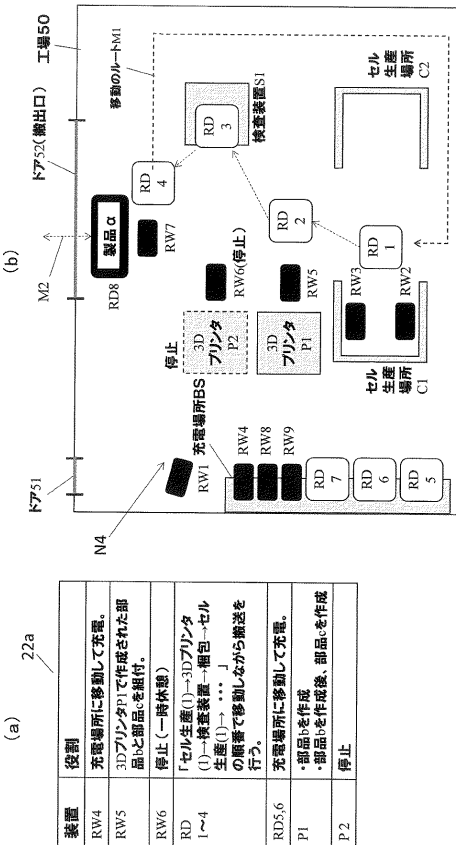
【図 27】



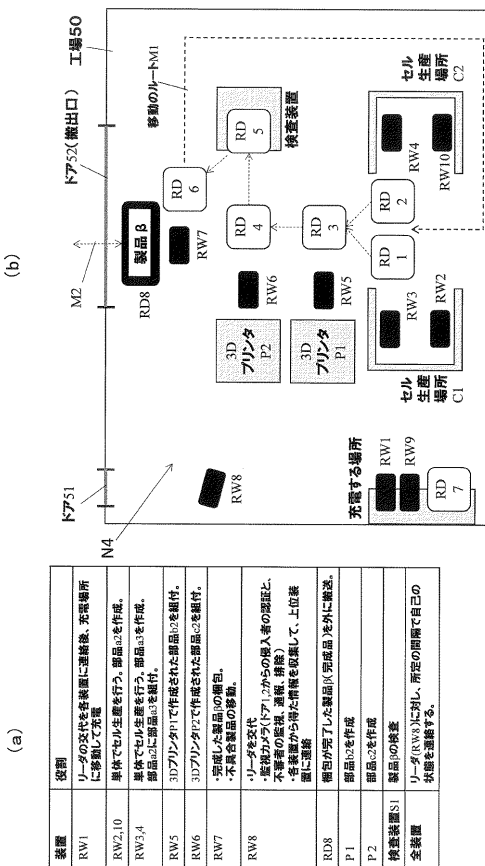
【図 28】



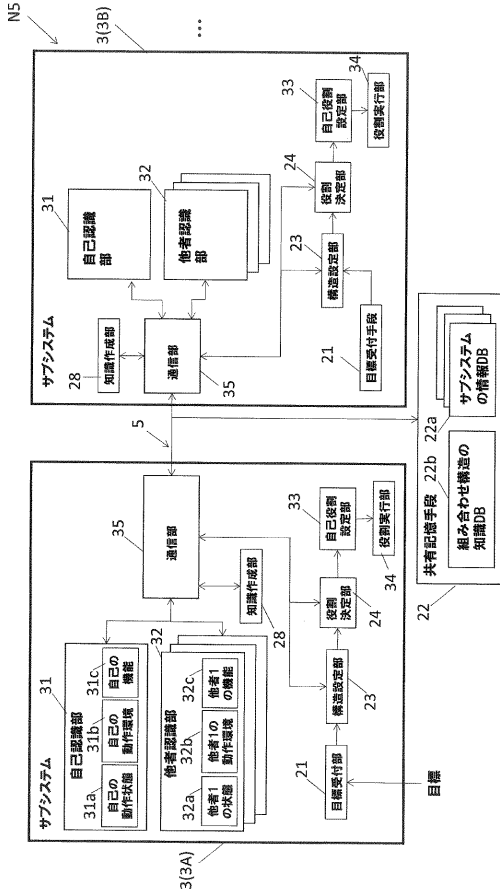
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

- (72)発明者 安藤 丹一
愛知県小牧市大草年上坂6368番地 オムロンオートモーティブエレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 山地 祐輔
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 大和 哲二
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 滝沢 光司
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 松原 徳久

- (56)参考文献 特開昭59-036809(JP,A)
特開平02-110601(JP,A)
特開2004-343718(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q15/00 - 15/28
B25J1/00 - 21/02
G05B1/00 - 19/02
19/06 - 19/416
19/42 - 99/00
G06F9/455 - 9/54
13/00
15/16 - 15/18
17/50
G06N3/00 - 3/12
7/08 - 99/00
G08B13/00 - 15/02
23/00 - 31/00
H03J9/00 - 9/06
H04Q9/00 - 9/16