

人協働



マニピュレーション機能 インターフェース仕様書

Version 1.0



2021年6月

ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会

ロボットイノベーションWG

ソフトウェアアーキテクチャ調査検討委員会

目次

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | はじめに | 2 |
| 1.1 | 本仕様書で提供する情報 | 2 |
| 1.2 | 本仕様の対象とするユーザ | 2 |
| 1.3 | 参考文献 | 2 |
| 1.4 | 委員名簿 | 2 |
| 2 | <i>Platform Independent Model (PIM)</i> | 4 |
| 2.1 | 書式について | 4 |
| 2.1.1. | クラスとインターフェース | 4 |
| 2.1.2. | 列挙型 | 4 |
| 2.2 | 前提条件 | 5 |
| 2.3 | 振る舞い概要 | 6 |
| 2.4 | インターフェース定義 | 6 |
| 2.4.1. | データ型定義 | 7 |
| 2.4.2. | インターフェース定義(常時通信データ) | 12 |
| 2.4.3. | インターフェース定義(イベントドリブンデータ) | 14 |

1 はじめに

現在、ものづくりを支える技術として、産業用ロボットは不可欠な要素となっている。これまでの少品種大量生産の形態から、少量多品種生産に移行しており、産業用ロボットやその周辺装置に求められる技術は変化してきている。特に、これまでは工場などにおいて、ロボットと人は完全に分離された状態を基本としていたが、ものづくりの形態の変化に伴い、ロボットと人との間の垣根を下げ、同じ空間で働く「協働ロボット」というコンセプトのロボットも登場してきている。協働ロボットの適用が期待されている範囲は広く、ものづくりの工場だけでなく、三品産業（食品・医薬品・化粧品）のようにこれまでは人が主体で生産に関わっていた分野へのロボットの進出も進んできている。そのため、これからの産業用ロボットのソフトウェアアーキテクチャを考える場合、単に既存の産業用ロボットだけではなく、こうした新たな協働ロボットも含めた上での新たなアーキテクチャを検討していくことが重要である。ロボットの適用範囲が拡大していく中で、ロボット開発メーカ単体でのシステム構築は限界があり、SIerなどとの連携により、システム開発を加速していく必要がある。こうした連携において、ロボット開発メーカとSIerの双方で、責任分担を明確にしていくためのインターフェース部分を明確に仕様化していくことは重要であるとともに、市場の活性化にも不可欠と言える。

本仕様書では、ロボットマニピュレータを中心とし、その運用を行うシステムとの間のインターフェースを中心に規定している。本仕様書の中心にはロボットマニピュレータが存在するが、単体で動作することは少なく、認識などの周辺システムとの連携の上でシステム全体が稼働するとの考え方から、周辺システムの定義やその間のインターフェースについても合わせて定義を行っている。この仕様書を通じて、ロボット開発メーカとSIer間の協業・連携の一助としていただきたい。

1.1 本仕様書で提供する情報

本仕様書では、実装に依存しない形での設計指針の提示を目的としているため、PIM(Platform Independent Model)での記述を行う。また、本仕様書では、国際標準となっているシステムモデリング言語であるSysML(Systems Modeling Language)を用いており、主として以下のダイアグラムを用いている。

- ブロック定義図
- 内部ブロック図
- アクティビティ図

国際標準となっているモデリング言語を用いることで、幅広い技術者・研究者によって参照しやすい仕様としている。

なお、本仕様書では、マニピュレーション機能を中心としたシステム要素間のインターフェースを主眼に置いており、安全関連部や非安全関連部の詳細までは言及していない。

1.2 本仕様の対象とするユーザ

- ロボットハードウェア開発者
- ロボットシステムインテグレータ
- ロボット要素技術開発者・研究者

1.3 参考文献

[SysML] Object Management Group, OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), Version 1.6, OMG document number formal/19-11-01, 2019

1.4 委員名簿

| | | |
|--------|---------------|-------|
| (敬称略) | | |
| (委員長) | 名城大学 | 大原 賢一 |
| (副委員長) | (国研)産業技術総合研究所 | 安藤 慶昭 |

【委員メンバー】

(株) I H I
 (学)会津大学
 (学)会津大学 復興支援センター
 (地独)神奈川県立産業技術総合研究所
 川崎重工業(株)
 カワダロボティクス(株)
 国際航業(株)
 (国研)産業技術総合研究所
 セイコーエプソン(株)
 セイコーエプソン(株)
 (株)セック
 T I S (株)
 T I S (株)
 T H K (株)
 (株)東芝
 (株)東芝
 (一財)日本品質保証機構
 パナソニック(株)
 パナソニック(株)
 パナソニック(株)
 (株)日立製作所
 (株)日立製作所
 富士ソフト(株)
 (株)本田技術研究所
 (株)本田技術研究所
 三菱電機(株)
 ヤンマーホールディングス(株)
 ヤンマーホールディングス(株)
 (株)YOODS
 ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会

吉光 亮
 成瀬 継太郎
 屋代 眞
 宮澤 以鋼
 亀山 篤
 溝口 弘悟
 武田 浩志
 花井 亮
 長谷川 浩
 林 賢哉
 中本 啓之
 占部 一輝
 松井 暢之
 三好 崇生
 平山 紀之
 山本 大介
 駒澤 香介
 安藤 健
 上松 弘幸
 岡本 球夫
 中村 亮介
 吉内 英也
 酒井 貴史
 小川 直秀
 鳥井 豊隆
 山隅 允裕
 杉浦 恒
 空閑 融
 平泉 一城
 北村 篤史

2 Platform Independent Model (PIM)

汎用的な人協働マニピュレーション機能のソフトウェア・コンポーネントのPlatform Independent Model(PIM)を以下に示す。

2.1 書式について

2.1.1. クラスとインターフェース

クラスとインターフェース定義で使用している表の書式を以下に示す。

| | | | | |
|---------------------------------|----------|----------|--------|----------------|
| Description: <対象要素の概要説明> | | | | |
| DerivedFrom: <対象要素の親要素> | | | | |
| Attributes: | | | | |
| <属性名> | <属性の型> | <省略可否> | <多重度> | <対象属性の概要説明> |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Operations: | | | | |
| <操作名> | | <省略可否> | | |
| <方向> | <パラメータ名> | <パラメータ型> | <省略可否> | <対象パラメータの概要説明> |
| ... | ... | ... | ... | ... |

<省略可否>で使用している記号の意味を以下に示す。

M(mandatory)：必須(省略不可)属性，引数，操作

O(optional)：省略可能属性，引数，操作

C(conditional)：ある条件の下で必須となる属性，引数，操作。条件の詳細は，詳細説明部に記述。

<多重度>で使用している記号の意味を以下に示す。

N：属性，引数の多重度の上限なし。

Ord：属性，引数が順序付きのリスト

2.1.2. 列挙型

列挙型定義で使用している表の書式を以下に示す。

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Description: <対象列挙型の概要説明> | |
| <定数名> | <定数の概要説明> |
| ... | ... |

2.2 前提条件

本仕様書では、以下のようなシステムを想定している。

- ・使用するマニピュレータの形状(垂直多関節型、スカラ型、パラレルリンク型など)、可搬重量、可動範囲(リーチ)については、特に制限は設けない。ただし、人協働マニピュレータを対象としているため、周辺に安全柵は存在しないロボットシステムを仮定している。
- ・マニピュレーション対象のワークの形状、大きさについても、特に制限は設けない。また、マニピュレーション対象として、複数種類のワークが存在することも仮定する。
- ・人協働マニピュレーション機能は、アームだけでなく、エンドエフェクタおよびワークも考慮した、アームとエンドエフェクタの動作計画、動作制御を行うものとする。
- ・システム全体の動作管理は「上位アプリ」が行っており、「人協働マニピュレーション機能」は上位アプリからの指令で動作する。また、ワークの搬入用搬送手段や搬出用搬送手段の管理も上位アプリが行っていると仮定している。
- ・ワークの位置・姿勢を検出する「ワーク検出サブシステム」が別途存在すると仮定している。
「ワーク検出サブシステム」には、ワークの認識に必要な情報が事前に登録されており、ワークの種類に応じてIDで管理されているものとする。
更に「ワーク検出サブシステム」には、オプションとしてワークの把持方法、把持可能範囲、使用するエンドエフェクタの情報を登録する事も可能であり、これらの付加情報も考慮して「ワークの把持位置・姿勢」および「把持容易性」も判断する事も可能であると仮定している。なお「把持容易性」とは、対象物体の把持のし易さ、エンドエフェクタの干渉有無などの情報から判断する評価値であり、数値が大きいものほど把持が容易であるものとする。
- ・ワークのマニピュレーション先を検出する「排出位置検出サブシステム」が別途存在すると仮定している。
- ・ワークスペース(以下「WS」とも記す)内に存在する機材の位置・姿勢を検出する「WS内環境認識サブシステム」が別途存在すると仮定している。なお、「WS内環境認識サブシステム」で検出した情報は、動作計画に利用されると想定している。
- ・ある指定したエリアに作業者等想定外のモノが侵入してきたことを検出する「周辺環境認識サブシステム」が別途存在すると仮定している。なお、「周辺環境認識サブシステム」で検出した情報に応じて、マニピュレータの動作モードが切り替わると想定している。
- ・「ワーク検出サブシステム」は必ず存在していると仮定しているが、「排出位置検出サブシステム」「周辺環境認識サブシステム」「WS内環境認識サブシステム」はオプションであり、必ずしも存在していなくても良いと仮定している。

上記の前提条件をまとめたコンテキスト図を図1に示す。

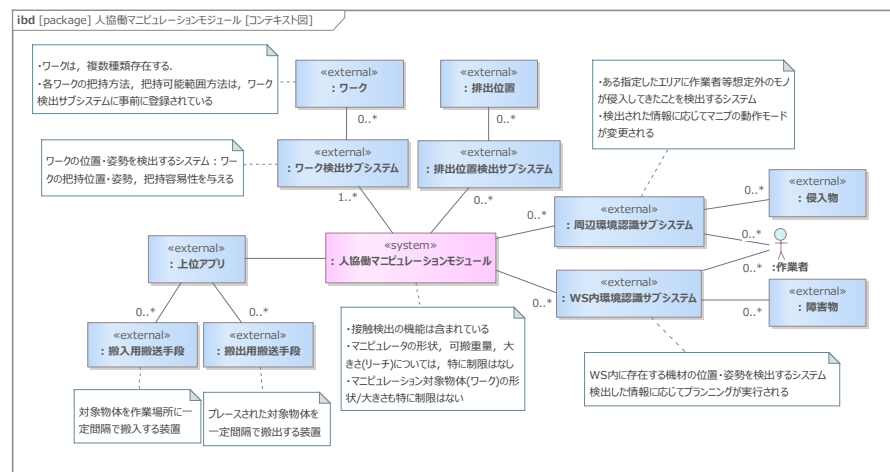


図1 動作環境(コンテキスト図)

2.3 振る舞い概要

マニピュレーション動作を実行する際の「人協働マニピュレーション機能」と周辺サブシステムとのやり取りの概略を以下に示す。

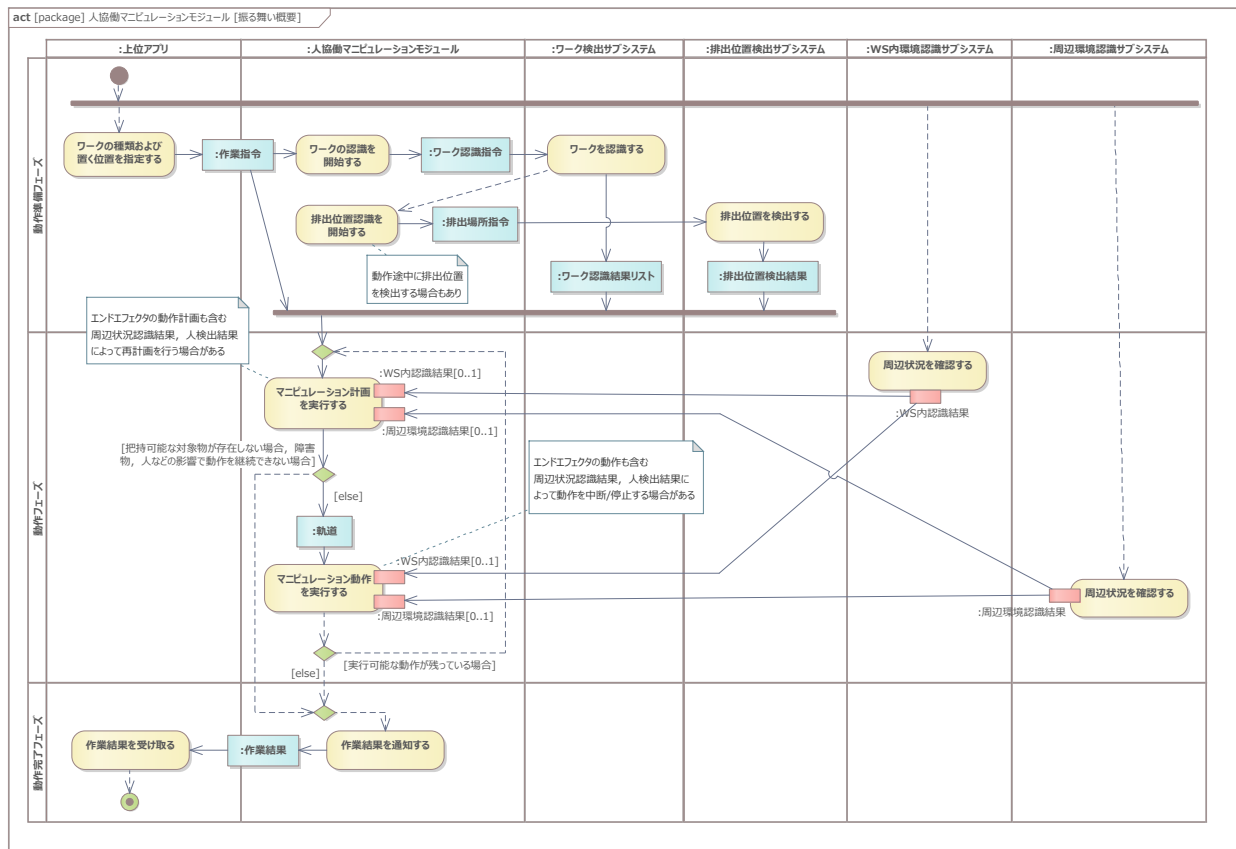


図2 振る舞い概要(アクティビティ図)

マニピュレーション動作を実行する際には、「人協働マニピュレーション機能」は、以下の情報を使用してマニピュレーション計画を実行する。なお、把持可能な対象物体が存在しない場合には、動作を行わず「上位アプリ」に作業結果を通知する。

- ・「作業指令」：「上位アプリ」が指定
- ・「ワーク認識結果リスト」：「ワーク検出サブシステム」が通知
- ・「排出位置検出結果」：「排出位置検出サブシステム」が通知
- ・「周辺状況認識結果」：「周辺環境認識サブシステム」が通知
- ・「WS内環境認識結果」：「WS内環境認識サブシステム」が通知

その後、生成した軌道に沿ってマニピュレータ、エンドエフェクタの制御を行い、マニピュレーション動作を実行する。なお、マニピュレーション動作中は、「周辺環境認識サブシステム」から通知された「周辺環境認識結果」、「WS内環境認識サブシステム」から通知された「WS内認識結果」を基に、動作モードの判断や動作の継続可否判断を行うとともに、必要に応じて再度マニピュレーション計画を実行し、軌道の再生成を行う。

そして、指定された動作が全て完了した場合や、障害物、人などの影響で動作を継続できない場合には、「上位アプリ」に作業結果を通知する。

2.4 インターフェース定義

「人協働マニピュレーション機能」の外部インターフェースを以下に示す。

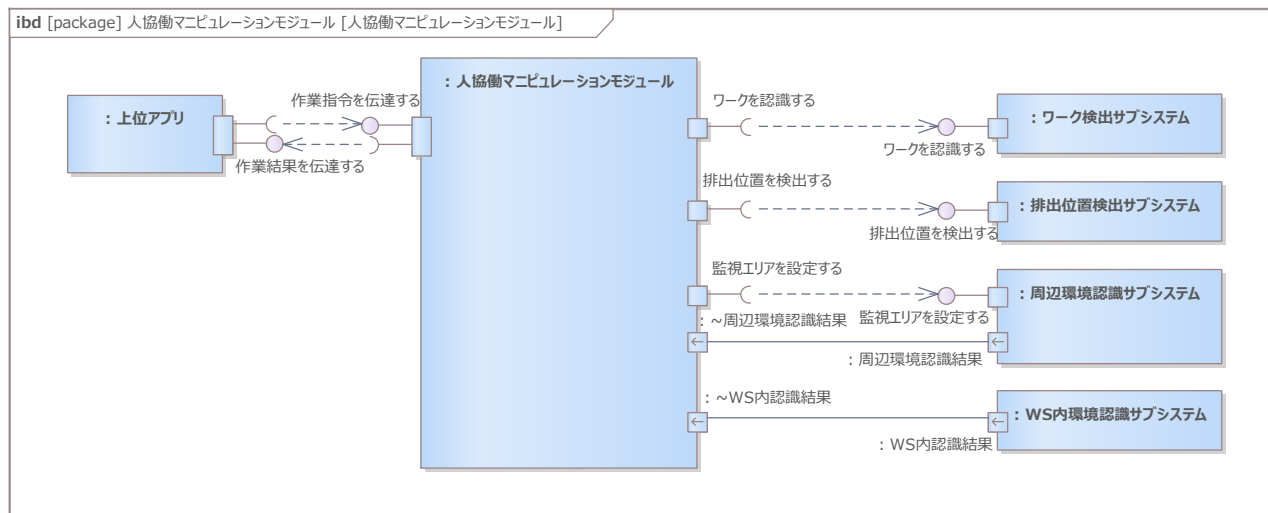


図3 外部インターフェース

2.4.1. データ型定義

「人協働マニピュレーション機能」と上位アプリ，周辺サブシステムとで共通して使用するデータ型を以下に示す。

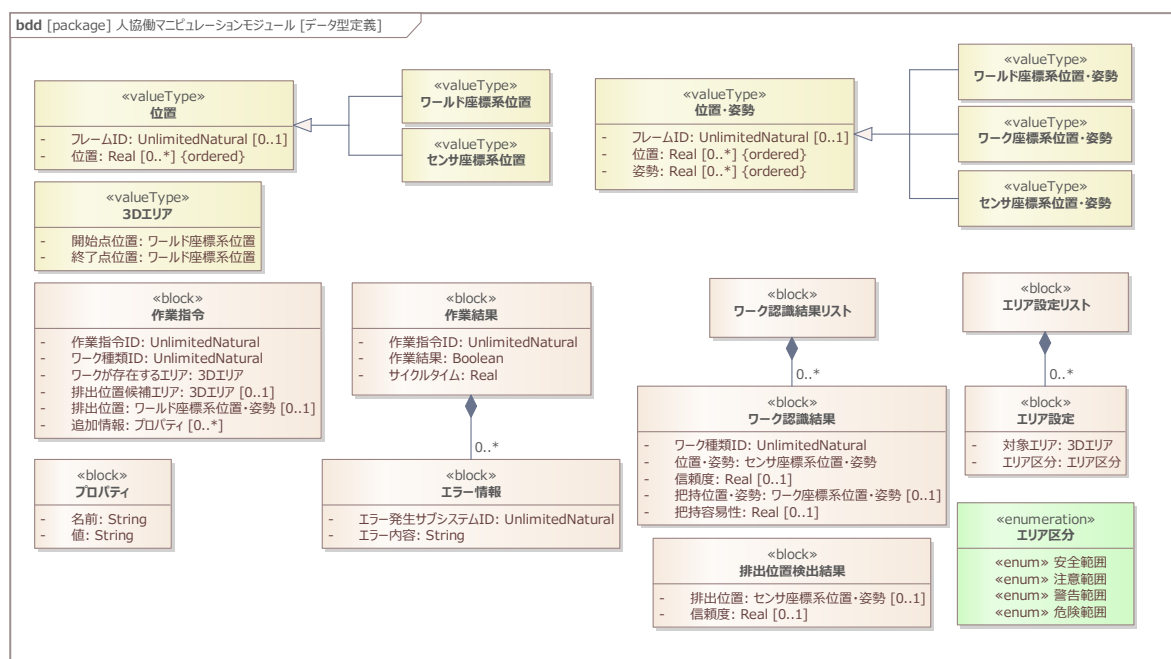


図4 データ型定義

2.4.1.1. 位置

Description: 作業エリア内での位置を示すValue Type. 座標系の原点については，事前にSIerが決定する。
Attributes

| | | | | |
|----------------------|----------------------|---|----------|--|
| フレーム ID (FrameId) | Unlimited Natural | O | 1 | 位置の表現方法を定義している座標系の Id. 位置の表現方法としてはデカルト座標系、極座標系、 地理座標系および相対座標系などがあるが、どの表現 方法で値を保持しているのかを示す Id. 使用する単位 も定義する. 関係者間で、事前に使用する表現方法が 規定されている場合には省略可能. |
| 位置(Position) | Real | M | 0..N ord | 位置情報を表現する順序付き数値列. 各値が何を表現 しているかはフレーム Id で定義される |

2.4.1.2. ワールド座標系位置

| |
|--|
| Description: 作業エリア全体の原点を基準とした位置・姿勢を示すValueType. |
| DerivedFrom: 位置 |
| Attributes: なし |

2.4.1.3. センサ座標系位置

| |
|---|
| Description: ワーク検出サブシステム、排出位置検出サブシステムのセンサを基準とした位置を示す ValueType. それぞれの座標系は「フレームID」を使用して識別する. |
| DerivedFrom: 位置 |
| Attributes: なし |

2.4.1.4. 位置・姿勢

| | | | | |
|--|----------------------|---|-------------|---|
| Description: 作業エリア内での位置・姿勢を示すValueType. 座標系の原点については、SIerが決定する | | | | |
| Attributes | | | | |
| フレーム ID (FrameId) | Unlimited Natural | O | 1 | 位置、姿勢の表現方法を定義している座標系の Id. 位置の表現方法としてはデカルト座標系、極座標系、 地理座標系および相対座標系など、姿勢の表現方法と しては、オイラー角、クォータニオンなどがあるが、 どの表現方法で値を保持しているのかを示す Id. 位置 および姿勢で使用する単位も定義する. 関係者間で、 事前に使用する表現方法が規定されている場合には省 略可能. |
| 位置(Position) | Real | M | 0..N ord | 位置情報を表現する順序付き数値列. 各値が何を表現 しているかはフレーム Id で定義される |
| 姿勢(Orientation) | Real | M | 0..N ord | 姿勢情報を表現する順序付き数値列. 各値が何を表現 しているかはフレーム Id で定義される |

2.4.1.5. ワールド座標系位置・姿勢

| |
|--|
| Description: 作業エリア全体の原点を基準とした位置・姿勢を示すValueType. |
| DerivedFrom: 位置・姿勢 |
| Attributes: なし |

2.4.1.6. ワーク座標系位置・姿勢

| |
|--|
| Description: ワークの原点を基準とした位置・姿勢を示すValueType. |
| DerivedFrom: 位置・姿勢 |
| Attributes: なし |

2.4.1.7. センサ座標系位置・姿勢

| |
|--|
| Description: 対象物検出サブシステム、排出位置検出サブシステムのセンサを基準とした位置・姿勢を示 すValueType. それぞれの座標系は「フレームID」を使用して識別する. |
| DerivedFrom: 位置・姿勢 |
| Attributes: なし |

2.4.1.8. 3Dエリア

| | | | | |
|--|-----------|---|---|-------------|
| Description: 空間内の一定の範囲を示すValueType. 対角線上に位置する2点を用いて指定する. 開始点位置, 終了点位置に直交座標系を使用している場合, 空間内の直方体を表す. | | | | |
| Attributes | | | | |
| 開始点位置 | ワールド座標系位置 | M | 1 | 対象範囲の起点の位置. |
| 終了点位置 | ワールド座標系位置 | M | 1 | 対象範囲の終点の位置. |

2.4.1.9. プロパティ

| | | | | |
|---|--------|---|---|---|
| Description: 作業指令に追加情報を設定するための型. | | | | |
| Attributes | | | | |
| 名称 | String | M | 1 | 追加情報を識別するための名称. 使用可能な名称については, 事前に定義する必要がある. |
| 値 | String | M | 1 | 追加情報の値. |

2.4.1.10. 作業指令

| | | | | |
|---|-------------------|---|------|---|
| Description: 人協働マニピュレーション機能に対する動作命令を表す型. 上位アプリから「作業指令を伝達する」インターフェース経由で通知される. | | | | |
| Attributes | | | | |
| 作業指令 ID | Unlimited Natural | M | 1 | 伝達された動作指令を識別するための ID. 動作結果を「作業結果」で返す場合に, どの作業指令に対応した結果なのかを識別するためにも使用される. |
| ワーク種類 ID | Unlimited Natural | M | 1 | マニピュレーション対象のワーク種類を識別するための ID. 「ワーク検出サブシステム」でワークを認識する際にも使用される. |
| ワークが存在するエリア | 3D エリア | M | 1 | ワークが存在する範囲. 「ワーク検出サブシステム」でワークを認識する際に使用される. パラ積みピッキングを行う場合の, ワークが格納されているボックスの範囲などを指定する. |
| 排出位置候補エリア | 3D エリア | O | 1 | ワークの移動先を示す範囲. 「排出位置検出サブシステム」が存在する場合に指定され, 排出位置を認識する際に使用される. ワークをコンテナ内に整列する際に, コンテナの範囲などを指定する. |
| 排出位置 | ワールド座標系位置・姿勢 | O | 1 | ワークの移動先を示す. 「排出位置検出サブシステム」が存在しない場合に, 「上位アプリ」から指定される. |
| 追加情報 | プロパティ | O | 0..N | 作業指令を行う際に, 追加で指定する情報. 双腕ロボットを使用している場合に, 作業をさせるアームを指定したい場合などに利用する. |

2.4.1.11. 作業結果

| | | | | |
|---|-------------------|---|------|---------------------------------|
| Description: 人協働マニピュレーション機能の動作結果を表す型. 「作業結果を伝達する」インターフェース経由で上位アプリに通知される. | | | | |
| Attributes: | | | | |
| 作業指令 ID | Unlimited Natural | M | 1 | どの「作業指令」に対する動作結果なのかを識別するための ID |
| 作業結果 | Boolean | M | 1 | True : 作業成功, False : 作業失敗 |
| サイクルタイム | Real | M | 1 | 作業指令を受け取ってから, 作業が完了するまでに掛かった時間. |
| エラー情報 | エラー情報 | O | 0..N | 作業が失敗した場合, その理由が設定される. |

2.4.1.12. エラー情報

| | | | | |
|--|-------------------|---|---|--|
| Description: 指定された作業が失敗した場合に、その理由を格納するための型。 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| エラー発生サブシステム ID | Unlimited Natural | M | 1 | 作業が失敗する要因となったサブシステムを示す ID。内部要因で失敗した場合には、人協働マニピュレーション機能の ID が設定される。 |
| エラー内容 | String | M | 1 | 発生したエラーの詳細情報。 |

2.4.1.13. ワーク認識結果リスト

| | | | | |
|--|---------|---|------|----------------------------|
| Description: ワーク検出サブシステムの認識結果を表す型。認識されたワークの情報を複数保持する。 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| ワーク情報 | ワーク認識結果 | M | 0..N | ワーク検出サブシステムが認識したワーク情報のリスト。 |

2.4.1.14. ワーク認識結果

| | | | | |
|---|-------------------|---|---|---|
| Description: ワーク検出サブシステムで認識された個々のワークの情報を表す型。 | | | | |
| Attributes | | | | |
| ワーク種類 ID | Unlimited Natural | M | 1 | 認識したワーク種類を識別するための ID |
| 位置・姿勢 | センサ座標系位置・姿勢 | M | 1 | 検出されたワークの位置・姿勢。ワーク検出サブシステムのセンサ座標系で表現される。 |
| 把持位置・姿勢 | ワーク座標系位置・姿勢 | O | 1 | ワークを把持するためのエンドエフェクタの位置・姿勢。「ワーク検出サブシステム」にエンドエフェクタの情報が登録されている場合に出力される。ワークのワーク座標系で表現される。 |
| 把持容易性 | Real | O | 1 | ワークの把持しやすさ。「ワーク検出サブシステム」により複数ワークが検出された際に、ワークの把持のしやすさが与えられる。「ワーク検出サブシステム」にエンドエフェクタの情報が登録されている場合には、エンドエフェクタの干渉有無も考慮される。 |

2.4.1.15. 排出位置検出結果

| | | | | |
|---|-------------|---|---|---|
| Description: 排出位置検出サブシステムで認識された排出位置を表す型。 | | | | |
| Attributes | | | | |
| 排出位置 | センサ座標系位置・姿勢 | M | 1 | 検出された排出位置の位置・姿勢。排出位置検出サブシステムのセンサ座標系で表現される。 |
| 信頼度 | Real | O | 1 | 検出した排出位置・姿勢の確からしさ。排出位置検出サブシステムで判断できる場合のみ設定される |

2.4.1.16. エリア設定リスト

| | | | | |
|--|-------|---|------|-----------------|
| Description: 周辺環境認識サブシステムに対して、検出対象エリアのエリア区分を設定するためのリスト。「監視エリアを設定する」インターフェースを用いて周辺環境認識サブシステムに通知する。 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| エリア設定情報 | エリア設定 | M | 0..N | ある指定したエリアの設定情報。 |

2.4.1.17. エリア設定

| | | | | |
|---|--------|---|---|---|
| Description: ある指定されたエリアのエリア区分を保持する型。 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| 対象エリア | 3D エリア | M | 1 | 人協働マニピュレーション機能周辺の一定範囲のエリア。同じ「エリア区分」が複数のエリアに設定される事もある。 |
| エリア区分 | エリア区分 | M | 1 | 指定されたエリアの分類を示す。 |

2.4.1.18. エリア区分

| | |
|--|--|
| Description: 人とシステムの接触可能性を基に、各エリアの設定を規定するEnum型。マニピュレータの動作速度、動作予定軌道などから、システムを構築するインテグレータが決定する。 | |
| 安全範囲 | 人とシステムが接触する危険性がない範囲。マニピュレータは通常で動作する事を想定している。 |
| 注意範囲 | 人とシステムが接触する危険性は低いが無視できない範囲。典型的には、マニピュレータは減速して動作する事を想定している。 |
| 警告範囲 | 人とシステムが接触する危険性が高い範囲。典型的には、マニピュレータはさらに減速して動作する事を想定している。 |
| 危険範囲 | 人とシステムが接触する事がほぼ確実に想定される範囲。典型的には、マニピュレータは停止する事を想定している。 |

2.4.2. インターフェース定義(常時通信データ)

「人協働マニピュレーション機能」と周辺サブシステムの間で連続的にやり取りされるデータを以下に示す。

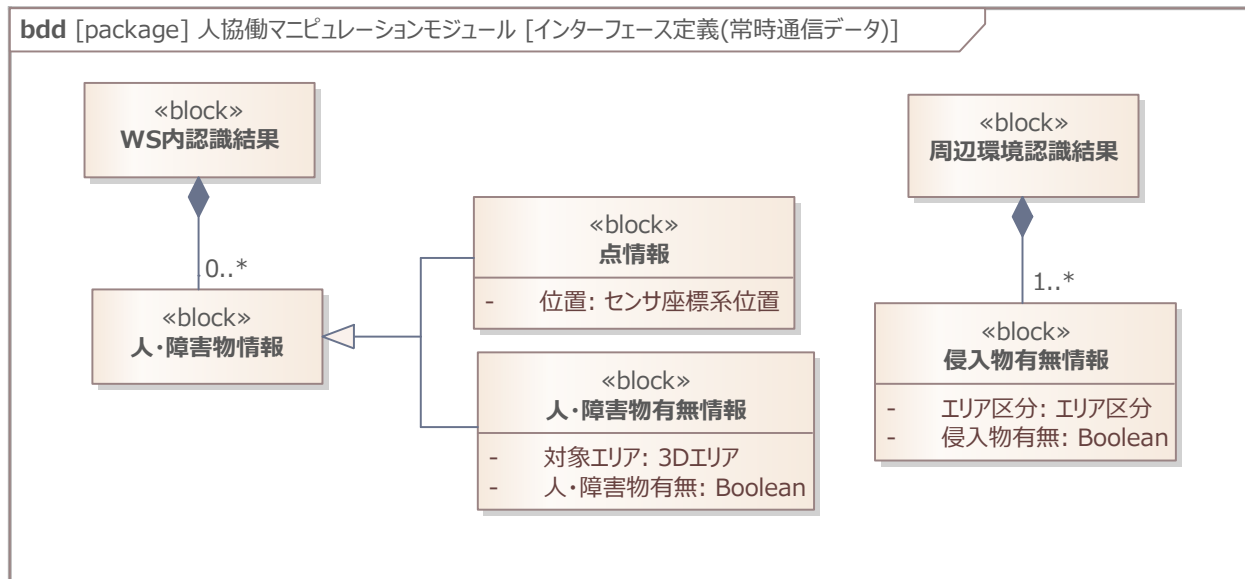


図5 インターフェース定義(常時通信データ)

2.4.2.1. WS内認識結果

| | | | | |
|--|---------|---|------|-----------------------------|
| Description: WS内環境認識サブシステムの認識結果を表す型。認識された人や障害物の情報を複数保持する。 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| 人・障害物 | 人・障害物情報 | M | 0..N | WS内環境認識サブシステムが認識した人や障害物の情報。 |

2.4.2.2. 人・障害物情報

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Description: WS内環境認識サブシステムが認識した人や障害物の情報を表す抽象型。 | | | | |
| Attributes: なし | | | | |

2.4.2.3. 点情報

| | | | | |
|--|----------|---|---|-----------------------------------|
| Description: 人や障害物が存在する位置を点の集合で表現する場合の個々の点を表す型。ポイントクラウドを利用する場合の個々の点、デプスセンサを用いた場合のデプスマップの個々の点、LRFを用いた場合の各計測点などを表す。 | | | | |
| DerivedFrom: 人・障害物情報 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| 位置 | センサ座標系位置 | M | 1 | 各点の位置。WS内環境認識サブシステムのセンサ座標系で表現される。 |

2.4.2.4. 人・障害物有無

| | | | | |
|---|--------|---|---|----------------------|
| Description: 指定された範囲内に人や障害物が存在するかどうかを表す型 | | | | |
| DerivedFrom: 人・障害物情報 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| 対象エリア | 3D エリア | M | 1 | 作業領域内を任意の大きさに区切ったエリア |

| | | | | |
|---------|---------|---|---|--------------------------------------|
| 人・障害物有無 | Boolean | M | 1 | 「対象エリア」で指定された領域内に、人や障害物が存在するかどうかを示す。 |
|---------|---------|---|---|--------------------------------------|

2.4.2.5. 周辺環境認識結果

| | | | | |
|--|---------|---|------|------------------------------|
| Description: 周辺環境認識サブシステムの検出結果を表す型。指定されたエリア区分内に人や他のロボットなどの侵入物が存在するかどうかを返す。周辺環境認識サブシステムの正常動作を確認するため、毎回、最低1つ以上のエリア区分の情報を通知する。 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| 侵入物検出情報 | 侵入物有無情報 | M | 1..N | 各エリア区分ごとに人などの侵入物が存在するかどうかの情報 |

2.4.2.6. 侵入物有無情報

| | | | | |
|--|---------|---|---|-----------------------------|
| Description: 指定されたエリア区分内に人などの侵入物が存在するかどうかを表す型 | | | | |
| Attributes: | | | | |
| エリア区分 | エリア区分 | M | 1 | 人協働マニピュレーション機能が設定したエリアの区分。 |
| 侵入物有無 | Boolean | M | 1 | エリア区分内に人などの侵入物が存在するかどうかを示す。 |

2.4.3. インターフェース定義(イベントドリブンデータ)

「人協働マニピュレーション機能」と周辺サブシステムの間で離散的にやり取りする場合に使用するインターフェースを以下に示す。

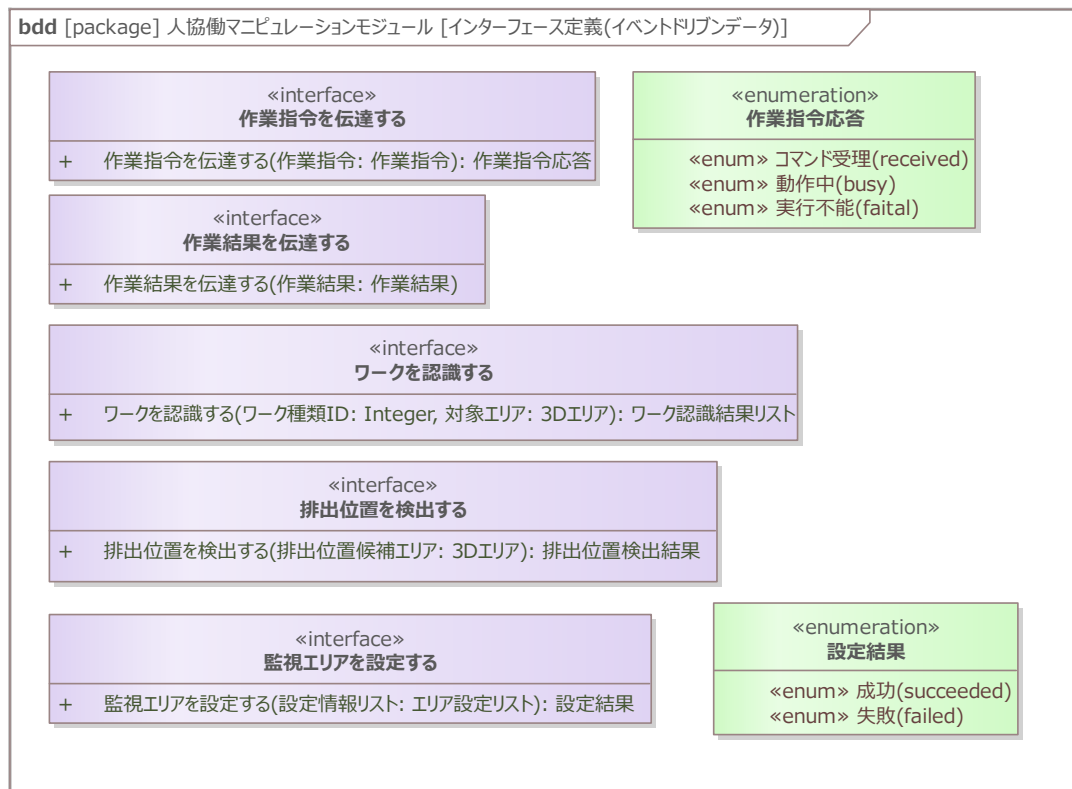


図6 インターフェース定義

2.4.3.1. 作業指令を伝達する

| | | | | |
|--|------|--------|---|---------------------------------------|
| Description: 「上位アプリ」から「人協働マニピュレーションモジュール」に動作を指示するためのインターフェース。 | | | | |
| Operations: | | | | |
| 作業指令を伝達する | | M | | |
| in | 作業指令 | 作業指令 | M | 上位アプリから伝達された作業指令 |
| ret | | 作業指令応答 | M | 作業指令の受信状態。人協働マニピュレーションモジュールの動作結果ではない。 |

2.4.3.2. 作業指令応答

| | |
|---|--|
| Description: 上位アプリからの作業指令の受信状態を表すEnum型 | |
| コマンド受理(received) | 作業指令を正常に受信。 |
| 動作中(busy) | 新たな作業指令を受けられない状態。ただし、前の作業指令の実行が終了すれば受信できる可能性がある |
| 実行不能(fatal error) | ハードウェアの要因などで動作が不可能。なんらかのリカバリーを行わないと作業指令を受信できる状態に復帰できない。非常停止ボタン押下状態等。 |

2.4.3.3. 作業結果を伝達する

| |
|--|
| Description: 「人協働マニピュレーションモジュール」から「上位アプリ」に動作結果を通知するためのインターフェース。 |
|--|

| | | | | |
|--------------------|------|------|---|-------------------------|
| Operations: | | | | |
| 作業結果を伝達する | | M | | |
| in | 作業結果 | 作業結果 | M | 上位アプリから指令された作業指令を実行した結果 |

2.4.3.4. ワークを認識する

| | | | | |
|--|----------|------------|---|---|
| Description: 「人協働マニピュレーションモジュール」が「ワーク検出サブシステム」にワーク認識を依頼するためのインターフェース. | | | | |
| Operations: | | | | |
| ワークを認識する | | M | | |
| in | ワーク種類 ID | Integer | M | 認識対象のワーク種類を示す ID. 「ワーク検出サブシステム」は、このワーク種類 ID を使用して内部に登録されているモデル情報などを検索し、認識を実行する. |
| in | 対象エリア | 3D エリア | M | ワークが存在する範囲. バラ積みピッキングを行う場合のワークが格納されているボックスの範囲などを指定する. |
| ret | | ワーク認識結果リスト | M | 「ワーク検出サブシステム」が認識したワーク情報のリスト |

2.4.3.5. 排出位置を検出する

| | | | | |
|--|-----------|----------|---|-------------------------|
| Description: 「人協働マニピュレーションモジュール」が「排出位置検出サブシステム」に排出位置の検出を依頼するためのインターフェース. 「排出位置検出サブシステム」が存在しない場合には使用しない. | | | | |
| Operations: | | | | |
| 排出位置を検出する | | O | | |
| in | 排出位置候補エリア | 3D エリア | M | 排出位置が存在する範囲. |
| ret | | 排出位置検出結果 | M | 「排出位置検出サブシステム」が検出した排出位置 |

2.4.3.6. 監視エリアを設定する

| | | | | |
|---|---------|----------|---|----------------------------|
| Description: 「人協働マニピュレーションモジュール」が「周辺環境認識サブシステム」に各エリアのエリア区分を設定するためのインターフェース. 各エリアのエリア区分は、マニピュレータの動作速度、動作予定軌道などを基に動的に設定することも可能である. なお、監視エリアの設定は、新規軌道を計画したタイミングなど、ある程度長い周期で設定する事を想定している(マニピュレータの現在状態を基に、リアルタイムで設定し直すことは想定していない). | | | | |
| Operations: | | | | |
| 監視エリアを設定する | | O | | |
| in | 設定情報リスト | エリア設定リスト | M | 各エリアのエリア区分を設定したリスト |
| ret | | 設定結果 | M | 「周辺環境認識サブシステム」への監視エリアの設定結果 |

2.4.3.7. 設定結果

| | |
|--|--------------------------------|
| Description: 周辺環境認識サブシステムが指定された監視エリアを設定できたかを表すEnum型 | |
| 成功(succeeded) | 指定された全ての監視エリアの設定に成功. |
| 失敗(failed) | 何らかの理由により、指定された監視エリアの一部の設定に失敗. |



ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative

www.jmfrri.gr.jp