

## 「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト」基本計画

機械システム技術開発部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## 1) 位置付け

我が国に蓄積されたロボット技術を活用し、ロボットの開発基盤を整備することにより製造分野をはじめとする一部の分野に限られているロボット適応分野を拡大し、ロボット分野への中小・ベンチャーや異業種を含む多様な企業や研究機関等の新規参入を促進することによりロボット産業の拡大を図ることを目的とする「21世紀ロボットチャレンジプログラム」の一環として、本プロジェクトを実施する。

## 2) 背景

我が国のロボット産業は、製造業を中心に産業用ロボットが普及することにより拡大発展してきた。今日、我が国は国際的にもトップレベルのロボット技術を蓄積しており、この技術を活用して、少子高齢化の進展による労働力不足や要介護者の増加などの課題を解決するとともに、犯罪、災害や医療等における将来への不安の軽減による安心で安全な社会を実現する手段として、製造現場以外の様々な分野で活用される次世代ロボットを効率的に開発、実用化することが期待されている。

次世代ロボット開発を効率化し、普及を促進するためには、目や耳などのロボットの主要なパーツをモジュール化し、これらを統合する共通化・標準化の技術開発を行いロボットの共通基盤を整備することが重要である。独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO技術開発機構」という。）は、次世代ロボット共通基盤技術開発の一環として、RTミドルウェアの開発を行った。

## 3) 目的

本プロジェクトでは、これまでの次世代ロボット共通基盤技術開発の成果及びその課題を踏まえ、共通化・標準化の観点から、認識処理や制御用のデバイス及びモジュールの開発を行う。さらに、開発したモジュールをロボットシステムに組み込むことにより有効性の検証を行う。このプロジェクトを通して次世代ロボットの新しい作り方の事例を広く示すことで、次世代ロボットシステムの効率的な開発体制の実現につなげ、異業種や新規参入を促進することによりロボット開発を活性化することを目的とする。

## (2) 研究開発の目標

本プロジェクトでは、平成16年度までに開発したRTミドルウェアの成果を踏まえ、共通化・標準化の観点から、並列分散処理を可能とするために次世代ロボットに必要な認識処理や制御用のデバイス及びモジュールの開発を行う。さらに、開発したモジュールをロボットシステムに組み込むことにより有効性の検証を行う。これにより、共通基盤

としてのロボットパーツの共通化・標準化を実現することを目標とする。さらに、実証試験を行って次世代ロボットの新しい作り方の実例を広く示すことで次世代ロボットシステムの効率的な開発体制の実現につなげる。

### (3) 研究開発内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

ただし、実現方法に制約は設けず、新規デバイス開発、既存チップの SIP (System In Package) 化、FPGA (Field Programmable Gate Array)、PLD (Programmable Logic Device) 等の使用、既存ボードの改良等、いずれも可とし、デバイスに各種ソフトウェアを搭載して次世代ロボット用要素モジュールを開発する。さらに、開発したモジュールを RT ミドルウェアのコンポーネントとしてロボットシステムに組み込むことで実証試験を行い、モジュール化によるロボットシステム構築の有効性を検証する。

- ① 画像認識用デバイス及びモジュールの開発
- ② 音声認識用デバイス及びモジュールの開発
- ③ 運動制御用デバイス及びモジュールの開発

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDO技術開発機構が、企業、大学・研究機関等によって構成されるコンソーシアム(研究共同体であって法人格である必要はない)を公募によって選定の上、実施する。ただし、コンソーシアムには、デバイスやモジュール等のハードウェア開発、ソフトウェア開発及び開発したモジュールを実証ロボットに組み込んで有効性の検証を行う企業もしくは大学・研究機関(システムインテグレータ)(検証は最低5団体以上が行うこと)が参加し、共通化・標準化を推進できる体制であることを必須とし、これ以外の要素部品メーカー等の参加も推奨する。また、応募の際、実証ロボットメーカーは複数のコンソーシアムに含まれていても可とする。また、デバイスメーカーが他のデバイスの実証ロボットメーカーとして応募することも可能とする。

本研究開発は、NEDO技術開発機構が指名する研究開発責任者(プロジェクトリーダー)の下にコンソーシアム毎に責任者(プロジェクトサブリーダー)を置き、それぞれの研究テーマの達成目標を実現すべくコンソーシアム毎に研究開発を実施する方式を採用する。

### (2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及び研

究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、NEDO技術開発機構に設置する委員会及び技術検討会等、外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

### 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成17年度から平成19年度までの3年間とする。

### 4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義ならびに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成20年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

### 5. その他の重要項目

#### (1) 研究開発成果の取扱い

##### ①共通基盤技術の形成に資する成果の普及

実施者は、得られた研究成果について継続研究を行うなどして、ロボット製造メーカ、機械メーカ、部品メーカや大学・研究機関等に成果を広く普及させ、一般社会における次世代ロボット共通基盤の実用化を促進する。また、開発に用いるRTミドルウェアや本研究で開発するデバイス、モジュールの国内外の標準化活動に努める。

##### ②知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報（TR）制度への提案、RTミドルウェアの普及・標準化活動等を積極的に行う。

##### ③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第26条の規定等に基づき、原則として、すべて受託先に帰属させることとする。

#### (2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実

施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成17年5月、制定。

## (別紙) 研究開発計画

### 研究開発項目①「画像認識用デバイス及びモジュールの開発」

#### 1. 研究開発の必要性

高性能の次世代ロボットを実環境で安全に稼働させる上で必要となる認識処理のうち、特にリアルタイムでのロボット周辺の物体の把握や追跡等に必要な視覚には高速なデータ処理や高度な認識能力が必要となり、大きな負荷がかかっている。ロボットの画像認識処理を効率化・高性能化するデバイスを開発することで、さまざまなタイプの次世代ロボットの信頼性、安全性の向上及び消費エネルギー削減が期待できる。

#### 2. 研究開発の具体的内容

次世代ロボットに必要とされる画像認識用デバイスの開発を行う。さらに、本プロジェクトで開発するデバイスに各種ソフトウェアを搭載して次世代ロボット用要素モジュールを開発した上で実証ロボットに組み込んで有効性を検証することとする。

#### 3. 達成目標

##### (1) 基本性能の確立

生活空間等の実環境で稼働するロボットのステレオカメラの画像を処理し、ロボットの自己位置同定、環境の3次元マップ取得をリアルタイムで実行するために以下の性能を備えること。

- ・2系統以上のカメラ画像をフレームレート30fps以上、16ビット以上のカラー解像度で同時入力・処理可能であること。
- ・カメラ画像の入力と画像処理を毎フレーム実行可能であること。
- ・移動しながら自己位置同定と環境の3次元マップの取得を行うための処理能力として、シーン内の1000箇所以上の特徴的な領域（8×8画素以上）について、ステレオ計測と動き計測を100ms以下で実行可能であること。
- ・2m先の対象物を10cm以下の精度で検出可能であること。
- ・各計測データについての信頼性評価値の出力が可能であること。

##### (2) RTコンポーネントとしての動作

開発したモジュールを別添のRTM（RTミドルウェア）の仕様に基づくRTコンポーネントとして提供できること。

##### (3) 低消費電力・低発熱量

次世代ロボットは、画像認識に高い処理能力が求められると同時にバッテリーで駆動す

ることが想定されるため、ピーク動作に必要な消費電力が 20W 以下であること。

(4) 小型軽量化

ロボットに搭載可能な面積150cm<sup>2</sup>以下、質量250g以下であること。

(5) 耐ノイズ性

強電系と共存して安定に動作すること。

(6) 付加的機能

1) 必須ではないが備えることが望ましい性能

- ・照明条件への適応やノイズ除去のための画像前処理機能として、階調補正及びフィルタリング処理の適用が可能であること。
- ・人物の検出及び顔の登録・照合を行うことが可能であること。
- ・人のジェスチャを認識する機能を有すること。
- ・部屋内を移動することにより、部屋の3次元マップを構築可能であること。
- ・部屋のマップと現在のセンサ入力情報から、自己位置を同定可能であること。

2) 省配線

組立工数を削減し、スペースの制約を満たし、高信頼性を実現できること。

(7) 実証ロボットでの検証

開発した RT コンポーネントとしてのモジュールを、5 種類以上のロボットに搭載し、性能を検証すること。

## 研究開発項目②「音声認識用デバイス及びモジュールの開発」

### 1. 研究開発の必要性

高性能の次世代ロボットを実環境で安全に稼働させる上で必要となる認識処理のうち、人間との対話等に必要な聴覚にはリアルタイムでの高速な処理が必要となり、大きな負荷がかかっている。ロボットの音声認識処理を効率化・高性能化・高機能化するデバイスを開発することで、さまざまなタイプの次世代ロボットの信頼性、安全性の向上及び消費エネルギー削減が期待できる。

### 2. 研究開発の具体的内容

次世代ロボットに必要とされる音声認識用デバイスの開発を行う。さらに、本プロジェクトで開発するデバイスに各種ソフトウェアを搭載して次世代ロボット用要素モジュールを開発した上で実証ロボットに組み込んで有効性を検証することとする。

### 3. 達成目標

#### (1) 基本性能の確立

ロボットが稼働する生活空間等の実環境で音声情報を処理し、人間とのコミュニケーションを行うために以下の性能を備えること。

- ・様々な処理の搭載・入れ替え、性能の改善、個別ロボット向けのカスタマイズが可能であること。
- ・不特定話者の単語認識が可能な処理能力を備えること。
- ・日常生活空間の雑音環境下で耐雑音処理により 70%以上の単語認識率を実現可能な処理能力を備えること。
- ・音源方向の検出が可能であること。
- ・8ch 以上の多チャンネル入力が可能であること。

#### (2) RTコンポーネントとしての動作

開発したモジュールを別添の RTM (RT ミドルウェア) の仕様に基づく RT コンポーネントとして提供できること。

#### (3) 低消費電力・低発熱量

次世代ロボットの音声認識は常時動作させる必要があり、高い処理能力が求められると同時に、バッテリーで駆動することが想定されるため、必要な消費電力が最大で 20W 以下であること。

(4) 小型軽量化

ロボットに搭載可能な面積 75cm<sup>2</sup>以下、質量 150g以下であること。

(5) 耐ノイズ性

強電系と共存して安定に動作すること。

(6) 付加的機能

1) 必須ではないが備えることが望ましい性能

- ・ロボット発話やメカノイズをキャンセルできること(雑音発生時の認識率70%以上)。
- ・入力された音が人の声なのか声でないのかの判別、人の声でない音の種類判別が可能であること。
- ・自由発話の大語彙音声認識が可能であること。
- ・認識すべき音声以外の音に対する誤認識を30%以下に抑えること。
- ・発話者の口とマイクの距離が 50cm以上でも目標性能が達成可能であること。

2) 省配線

組立工数を削減し、スペースの制約を満たし、高信頼性を実現できること。

(7) 実証ロボットでの検証

開発した RT コンポーネントとしてのモジュールを、5種類以上のロボットに搭載し、性能を検証すること。



## 研究開発項目③「運動制御用デバイス及びモジュールの開発」

### 1. 研究開発の必要性

次世代ロボットを、安全性にも配慮しながら高速で安定して動作させるためには、各パーツの軌道、動作タイミングやトルク配分等について詳細にリアルタイムで計算して分散処理し、かつ周囲の環境変化に即座に対応して動作を変更する必要がある。運動制御はあらゆるロボットにおいて必要となるため、高性能かつ小型で分散処理を可能とする運動制御デバイスを開発することで、次世代ロボットの小型化・効率化が実現され、ロボットの信頼性・安全性の向上及び消費エネルギー削減が期待できる。

### 2. 研究開発の具体的内容

次世代ロボットに必要とされる運動制御用デバイスの開発を行う。さらに、本プロジェクトで開発するデバイスに各種ソフトウェアを搭載して次世代ロボット用要素モジュールを開発した上で実証ロボットに組み込んで有効性を検証することとする。

### 3. 達成目標

#### (1) 基本性能の確立

実運用環境下で動作する多自由度ロボットの分散処理を可能とする高度な処理機能を実現するために以下の性能を備えること。

- ・ 1軸以上のアクチュエータを制御できる性能を有すること。
- ・ 多自由度協調動作を行うための制御情報、状態量等を出力できること。
- ・ 1ms以下の周期処理が実現可能であること。
- ・ 実時間通信インタフェースを複数種類備えること。
- ・ 汎用OSが稼働すること。

#### (2) RTコンポーネントとしての動作

開発したモジュールを別添のRTM(RTミドルウェア)の仕様に基づくRTコンポーネントとして提供できること。サーボ系などの高速処理に関わる通信に関しては他のプロトコルを採用することを認めるが、開発したモジュールで制御する各パーツ(腕、指、移動機構等)と上位制御装置間に関しては、上記の条件を満たし、ネットワーク上で実時間稼働すること。

#### (3) 低消費電力・耐熱性

次世代ロボットは、多自由度系の制御等に高い処理能力が求められると同時に、バッテリーで駆動することが想定されるために

- ・ 制御部が必要とする消費電力が最大で15W以下であること。

- ・アクチュエータ等の発熱源近傍で安定に動作すること。
- ・要素モジュールを構成した際にパワー部ピーク動作に必要な消費電力を低減すること。

(4) 耐ノイズ性

強電系と共存して安定に動作すること。

(5) 小型軽量化

ロボットに搭載可能なサイズ、質量であること。但し、パワー部を除いた要素モジュールは面積 50cm<sup>2</sup>以下、質量 150g以下であること。

(6) 付加的機能

1) 必須ではないが備えることが望ましい性能

加速度センサ、ジャイロ、力センサやレーザレーダ等のセンサからの信号を入力し、その信号を処理すること。

2) 省配線

組立工数を削減し、スペースの制約を満たし、高信頼性を実現できること。

(7) 実証ロボットでの検証

開発した RT コンポーネントとしてのモジュールを、5種類以上のロボットに搭載し、性能を検証すること。

## (別添) RTM 仕様

現時点でのRTMの実装としてはNEDOプロジェクトの成果であるOpenRTM-aistがある。これを利用すれば、開発したモジュールを容易にRTコンポーネント化することが可能である。以下に、「モジュールをRTMの仕様に基づいてRTコンポーネントとして提供する」ための仕様を示す。

(1) 開発したモジュールを以下の各項目を満たす分散オブジェクトとして扱えるようにすること。

(2) RTコンポーネントとして必須のインタフェースを持つこと。

現時点でのOpenRTM-aist-0.2.0で仕様として要求している必須インタフェースはCORBAコンポーネントであるコマンドインタフェースRTComponentと出力インタフェースstateである。

(3) RTComponentのオブジェクトリファレンスを外部に提供する方法をサポートすること。

オブジェクトリファレンスの提供方法としては、

- ・ OMG標準である COS NamingServiceを利用する
- ・ ftp、httpなどでアクセス可能なファイルに文字列化されたIORを書き込む
- ・ corbaloc URI でアクセス可能な名前を持たせる

などの方法が考えられる。

OpenRTM-aist-0.2.0の拡張仕様では、独自の手法でCOS NamingServiceを利用しているが、それに合わせることは必須ではない。

(4) 必要に応じて、他RTコンポーネントとのデータのやり取りのための入力ポート

RTCInPort及び出力ポートRTCOutPortのインタフェースを持つこと。

OpenRTM-aist-0.2.0では、RTCOutPortは種々のモードのサブスクリプションをサポートする形で定義されているが、その全てを実装する必要はない。

ここで「必要に応じて」というのは、開発したモジュールが提供する機能を凡化してとられ、一般的に必要となるデータ入出力インタフェースとしてデザインすることを要求している。

(5) 必要に応じて、ユーザが定義したIDLに基づくコマンドインタフェースを持つこと。また、そのIDL定義を提供すること。

OpenRTM-aist-0.2.0では、ユーザ定義コマンドインタフェースの取込みは完了していないが、RTComponentインタフェースを通してユーザ定義コマンドインタフェースのオブジ

ェクトリファレンスが取得可能になる予定である。

ここでも「必要に応じて」というのは、開発したモジュールが提供する機能を凡化してとらえ、一般的に必要なコマンドインタフェイスとしてデザインすることを要求している。

(6)その他、オプションなユーザ定義インタフェイスを持つことも可とする。

OpenRTM-aist-0.2.0では、オプションなユーザ定義インタフェイスの取込みは完了していないが、RTComponentインタフェイスを通してユーザ定義インタフェイスのオブジェクトリファレンスが取得可能になる予定である。

OpenRTM-aistの仕様は今後の改良によって変更が生じることがある。開発されたモジュールは可能なかぎり最新のOpenRTM-aistの仕様に従うことが望ましいが、上記の各項目を実現していれば変更への対応は比較的容易である。