

5.2 実用化の見通しについて

5.2.1 本プロジェクトにおける 実用化の考え方

本プロジェクトにとっての実用化の基本的考え方

第1ステップ

- ・実用的な**知能モジュールの多数の蓄積**
 - ・**十分な性能・機能、再利用性**を有するモジュールとして検査済であること
- ・モジュール開発を実現する**設計環境の開発**
 - ・**開発環境と試験環境**を作ること

第2ステップ

知能モジュールおよびモジュール構成法の**提供**

- ・提供のための仕組み(**蓄積・提供環境**)を作ること。
- ・カタログやマニュアルなどのドキュメントを整備し、提供すること。

第3ステップ

広く**普及**させること

- ・本プロジェクトの終了後も幅広い分野で成果が活用されること

知能ロボット開発のための知能ソフトウェアモジュール群

— 知能ロボットプラットフォーム とモジュールの実現提供公開 —

蓄積

- ・開発した知能化モジュールの全検査を実施(再利用コンソ)
- ・RTコンポーネントビルダ、RTシステムエディタ、RTShellなどの開発

提供

- ・知能モジュールの蓄積・提供の仕組みとして、「再利用Webシステム」をH21年11月に開設
- ・一部の知能化モジュールについてドキュメントを作成

普及

- ・産業用ロボット分野への知能モジュールの販売
- ・組込機器へのRTミドルウェアの開発とその実応用展開
- ・安全認証RTMの販売開始(5月8日(株)セックより発売開始)



汎用的なセンサ向けのRTコンポーネント(例)

本プロジェクトにとっての実用化1(正攻法) ～知能モジュールの継続的普及～



知能ロボット開発のための知能ソフトウェアモジュール群

— 知能ロボットプラットフォーム RobOSSAの実現 —

- ・次世代ロボットを、実現するためのソフトウェアスイート

蓄積

- RTミドルウェア OpenRTM-aist
- ロボット知能ソフトウェアプラットフォーム OpenRTP-aist
- 知能ソフトウェアモジュール群 OpenRTC-aist

提供

市販ロボットを使って次世代ロボットの研究開発を容易に実現可能とする←Open Sourceのプロジェクト後の維持

普及

実社会で役立つロボット搭載による普及



作業ロボット例



移動ロボット例



対話ロボット例

公開HP



ROBOSSA
<http://robossa.org>

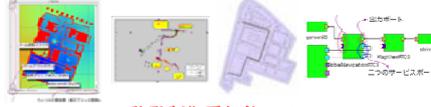
OpenRTC-aistで公開している知能モジュール

作業知能モジュール	
対象物認識	6
作業計画	2
ロボット操作	2
システム例	2
移動知能モジュール	
センシング	2
自己位置同定	4
経路計画・追従	4
走行系	3
操作IF	2
システム例	1
コミュニケーション知能モジュール	
音響入出力・処理	14
音声認識・合成	3
対話制御	2
その他	1
システム例	3

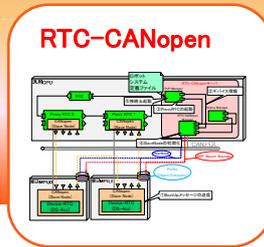
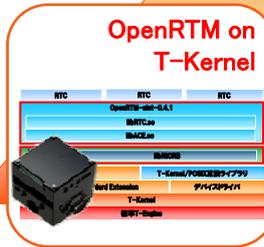
本プロジェクトにとっての実用化2(産業基盤ニーズへの切り込み) ~組み込みRTM,安全認証RTMの実現~

- **組み込みシステムの実現**
 - ・ミドルウェアとしての機能拡張
 - ・産業機器互換のRTCのフレームワーク
 - ・ T-Kernel(TRON準拠OS)やCANopen 対応デバイス・ソフトウェア等
- **安全モジュールの実現**
 - 世界初の安全コンセプトをもったロボット用ミドルウェア
 - ・様々なネットワークプロトコルに対応可能
 - ・OpenRTM-aistと連携する機能

RTミドルウェア対応組込プラットフォーム



移動制御系知能RTC



組込プラットフォーム群による成果の普及

既存規格, 国際標準規格に準拠

- ・ RTC コンポーネント規格(OMG) (ミドルウェアとしての機能拡張が国際標準として進行中(今月中旬予定))
- ・ CANopen 産業機器規格(CiA) (産業機器互換のRTCのフレームワークの国際標準化がなされた)

再利用の加速

- ・ コンポーネント化
- ・ 責任境界の明確化
- ・ 強みの発揮
- ・ 既開発品の導入容易化
- ・ 一般産業市場への展開

既存ソフトウェアとの互換性重視

- ・ OpenRTM-aist
- ・ T-Kernel(TRON準拠OS)

持続的進化

- ・ オープンソースにより常に進化
- ・ 標準規格により維持発展

接続容易化

- ・ マルチプラットフォーム対応
- ・ ハードからソフトモジュールまでシームレスに接続

オープンソース

- ・ EPL, etc

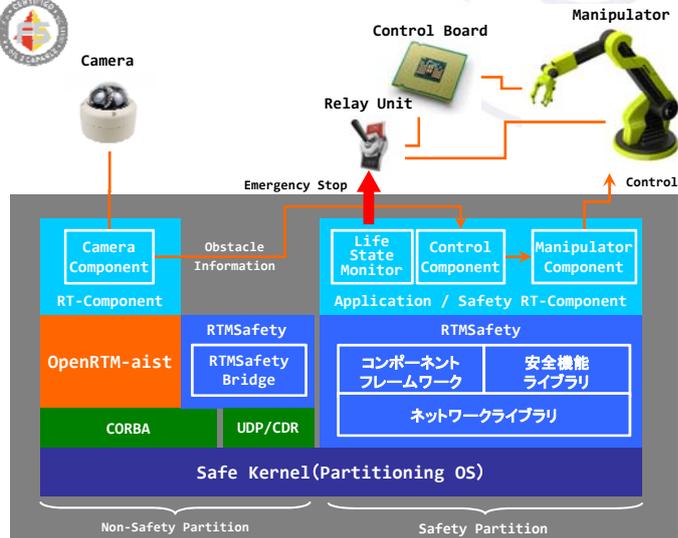
研究開発の成果 —安全認証取得RTMの開発—

IEC61508機能安全規格に準拠した安全認証取得RTミドルウェア

「RTMSafety」



- ◆世界初の安全コンセプトをもったロボット用ミドルウェアとして製品化
- ◆IEC61508 SIL3 Capableの製品認証を取得
- ◆ロボット用コンポーネント(RTC)とCPU負荷を均一化するフレームワークを提供
- ◆RTCの生存状況を監視する機能(Safety Function Library)を装備
- ◆GIOP / CDR準拠の軽量通信プロトコルを実装し、様々なネットワークプロトコルに対応可能(Network Protocol)
- ◆OpenRTM-aistと連携する機能を搭載(RTM Safety Bridge)



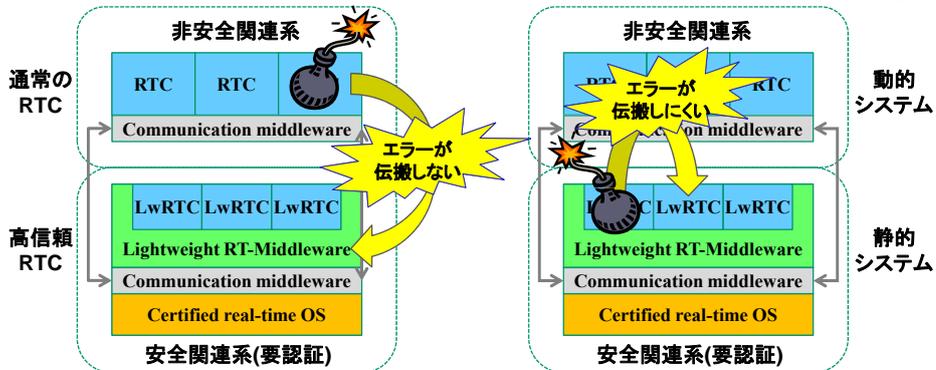
RTMSafetyの構成とメリット

非安全関連系が安全関連系に影響を及ぼさない

- 非安全関連系が認証不要になる

安全関連系のコンポーネント間の影響が最小限

- コンポーネント変更時の認証負担を減らす





本プロジェクトにとっての実用化3(国際レベルの知恵の結集)
～国際連携の実現～

●国際連携

広く普及させること

・本プロジェクトの終了後も幅広い分野で成果が活用されること



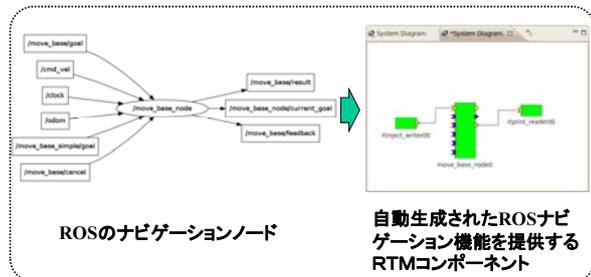
RTMとROSの連携



- ・アプリケーション
- ・知能モジュール
- ・ライブラリ
- ・シミュレータ
- ・通信ライブラリ
- ・デバイスドライバ
- ・開発ツール

研究・事業化
RTM知能化の
ターゲット領域

ツール
ROSの得意とする
領域

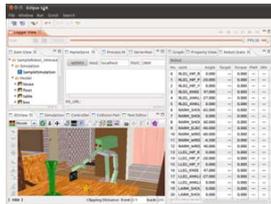




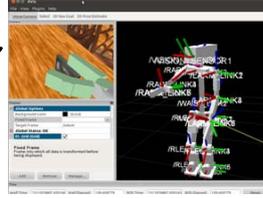
RTM,ROS相互運用

OpenRTM による
シミュレーション環境

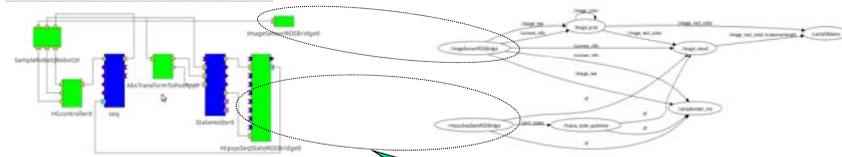
ROSを使った視覚処理,
センサービューワ



- RTM環境
- 物理シミュレーション (干渉計算, モデルローダ)
 - ロボットモデル
 - コントローラ
 - シーケンサ
 - センサーホルダー



- ROS環境
- センサービューワ
 - 画像処理



OpenRTM のコンポーネント表示

ROSのノード表示

相互運用プログラムは
OpenRTM,ROSの双方
のツールへ表示される



知能化コンポーネントの継続・発展環境

128個の異なる環境での動作検証の様子
青丸: 成功, 赤丸: 失敗
横軸: 異なるUbuntuのバージョン+異なるCPUタイプ32/64bit
縦軸: 異なるOpenRTMのバージョン(1.0.0/1.1.0) + 8種類のパッケージ

バージョン	パッケージ	lucid-amd64	lucid-i386	maverick-amd64	maverick-i386	natty-amd64	natty-i386	oneiric-amd64	oneiric-i386
1.0.0	openrtm	●	●	●	●	●	●	●	●
	openhrp3	●	●	●	●	●	●	●	●
	hrpsys	●	●	●	●	●	●	●	●
	hrpsys_ros_bridge	●	●	●	●	●	●	●	●
1.1.0	openvr	●	●	●	●	●	●	●	●
	choreonoid	●	●	●	●	●	●	●	●
	mrobot_ros_bridge	●	●	●	●	●	●	●	●
	hiroux_ros_bridge	●	●	●	●	●	●	●	●



本プロジェクトにとっての実用化4(社会実装)
～実用化、販売、国民的ニーズへの対応～

第3ステップ

広く普及させること

・本プロジェクトの終了後も幅広い分野で成果が活用されること

非公開部分(詳細は後程説明)



まとめ ●実用化の基本的考え方(蓄積, 提供, 普及)

- 本プロジェクトにおける実用化1(正攻法)
～知能モジュールの実現、提供、普及～
- 本プロジェクトにおける実用化2(産業基盤ニーズへの切り込み)
～組み込みRTM,安全認証RTMの実現～
- 本プロジェクトにおける実用化3(国際レベルの知恵の結集)
～国際連携の実現～
- 本プロジェクトにおける実用化4(社会実装)
～実用化、販売、国民的ニーズへの対応～

ロボット・新機械イノベーションプログラム
「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」
RTミドルウェア対応組込みプラットフォーム群の開発

学校法人芝浦工業大学
学校法人千葉工業大学
NECソフト株式会社
2012/6/22

目次: 実施計画概要

目標:

搭乗型移動知能ロボットの構築を簡便にする
RTミドルウェア対応組込みモジュール群の開発

□RTC-CANOpen:

- ・RTCとCANOpenデバイスとのシームレスな連携を実現するフレームワーク
- ・国際標準規格として策定・発行
- ・マルチプラットフォームに対応した実装(サーバ、クライアント)・開発支援ツール

□CANOpen対応デバイス・ソフトウェア群

- ・CANOpen対応モータコアユニット
- ・OSS版汎用CANバスGUIモニター: fCAN-View
- ・OSS版CANOpen対応組込ボード用ファームウェア: f-palette CANOpen

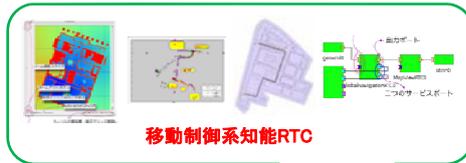
□OpenRTM on T-Kernel

- ・組込みリアルタイムOS(T-Kernel(TRON))におけるオープンソースRTミドルウェア互換環境
- ・複数のオープンソースサンプルRTコンポーネント

目標・成果内容・達成度

項目	目標	成果内容	達成度
RTC-CANopen	Non-OS, Native/バスのサポート	Non-OS, Native/バスを実現可能 でかつ標準化されている CANopen を基本にフレームワークを開発。	◎
	OpenRTM-aistとの互換性確保、PnP化	RTC-CANopen Server, Proxy RTC の実装により既存RTコンポーネントとシームレスに接続可能。PnPは PnP Manager 実装により対応。	◎
	国際標準規格対応	CIAにおいて 国際標準規格(DSP318, DSP460) として策定発行完了。	◎
	開発支援ツール	RTMの開発支援ツールと互換性を保ったプラットフォーム上に、 RTC-CANopen Builder, RTC-CANopen System Editor を実装。	◎
	マルチプラットフォーム対応・オープンソースソフトウェア(OSS)化	オープンソース版CANopenライブラリを利用することで Windows, Linux に対応し、フレームワーク実装も オープンソースソフトウェア として実現。	◎
	オープンソースRTC-CANopenクライアント	組込マイコン3種類 (H8SX, SH2, ARM)に対応したクライアントファームウェアを オープンソース で公開。	◎
	移動知能ロボットへの適用	小型リファレンスロボットに適用し再利用センター、ROS連携実験に供与。つくばチャレンジ機体等に適用。 市販CANopenデバイスを用いて簡便に実装 できることを確認。	◎
CANopen対応デバイス・ソフトウェア	CANopenに対応したモータコアユニット	CANopen DS301, DS401 に準拠し 絶対角度センサ搭載 により初期動作の必要のないモータコアユニットを実現。 従来比40%出力向上 したインバータ基板を搭乗型移動ロボットに搭載し動作を確認。	◎
	オープンソース版CANopenモータコアユニット用開発支援ソフトウェア	CANopenを含む汎用CANバス通信 をモニタリングできるGUIロガー FCAN-View を オープンソース で公開。	◎
	オープンソース版CANopen対応組込みMPUファームウェア(IO機能)	市販の多機能組込みボードt-palette (TiDSP採用)に CANopen対応ファームウェア を実装。 オープンソース で公開。	◎
OpenRTM on T-Kernel	軽量CORBA実装	産総研開発オープンソースRORB をT-Kernelに移植・実装。 多数のバグレポート、パッチ	◎
	OpenRTM-aist 1.0のT-Kernelへの移植	高い互換性とメンテナンス性を実現 。T-Kernel専用実行コンテキストを追加して リアルタイム性を改善 。オープンソース公開。	◎
	複数のプラットフォームに対応	MIPS, ARM コアCPUを採用した T-Engine標準プラットフォーム に対応。	◎
	OSS版サンプルRTCの実装	産総研OSS測域センサRTCを移植し、 オープンソース で公開。センサ情報をUSBではなく RTM標準プロトコル(Ethernet and CORBA) で 取得可能	◎

RTミドルウェア対応組込プラットフォーム：実装概要



T-Kernel対応
環境位置インフラセンサ
(ucode)モジュール



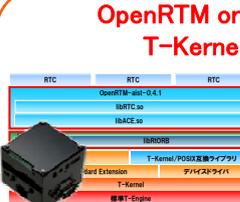
RTC-CANopen
適用beego



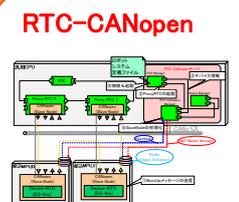
モータコアユニット適用
搭乗型ロボット



OpenRTM on T-Kernel



RTC-CANopen



CANopen 対応
デバイス・ソフトウェア



組込プラットフォーム群開発基本方針

既存規格, 国際標準規格に準拠

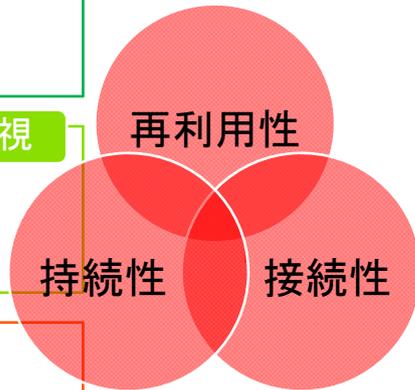
- RTC
- CANopen

既存ソフトウェアとの互換性重視

- OpenRTM-aist
- T-Kernel(TRON準拠OS)

オープンソース

- EPL, etc



RTミドルウェア対応組込プラットフォーム群開発

RTコンポーネント規格フレームワーク

PCLレイヤモジュール群

組込レイヤモジュール群

シームレスな連携
知能ロボット簡便に構築可能

RTミドルウェア対応組込プラットフォーム群

ネイティブバス対応
RTC-CANopen
(芝浦工業大学)

CANopen対応デバイス・
ソフトウェア群
(千葉工業大学)

OpenRTM on T-Kernel
(NECソフト)

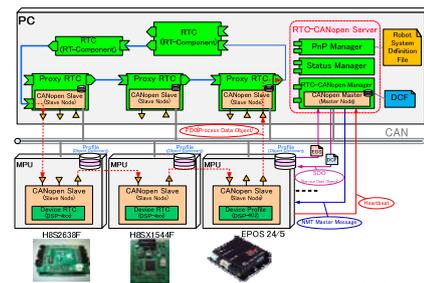
Non-OS, ネイティブバス対応RTミドルウェア 環境 RTC-CANopen

標準規格を拡張, 国際標準規格化完了
既存標準規格製品そのまま利用可能

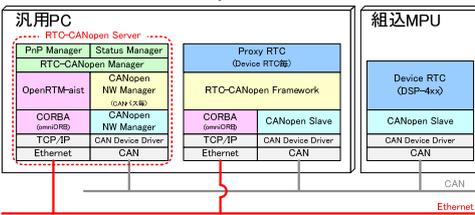
ロボット技術の商用普及・再利用を加速する
組込みモジュールプラットフォーム

芝浦工業大学

RTC-CANopen概要



RTC-CANopenシステム構成



RTC-CANopenソフトウェア構成

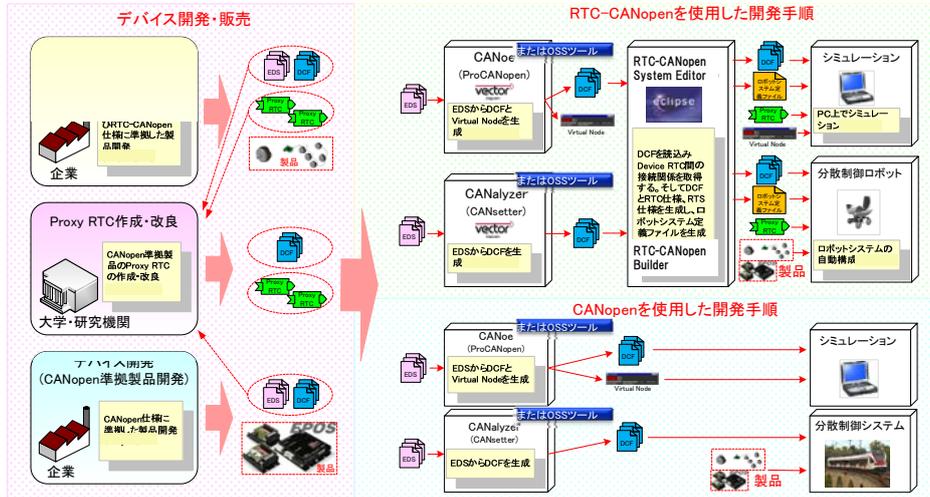
システム概要

CANなどネイティブバスを介して接続される各種デバイスと汎用PC上のRTCを相互に連携可能。RTC-CANopenは、"Device RTC", "Proxy RTC", "RTC-CANopen Server"から構成される

特徴

- **軽量性** ... 組込み向けRT-Middlewareとして軽量の仕様
- **ロバスト性** ... 全体を監視する仕組みを配置することによりシステムのロバスト性を向上
- **リアルタイム性** ... CANの特徴を活かし、高速で信頼性の高いコンポーネント間通信を実現
- **柔軟性** ... コンポーネントのPnP機能など、システムの構成を柔軟に変更可能なシステム
- **再利用性の向上** ... CANopenを使用することによってデバイスの再利用性が向上
- **マルチプラットフォーム** ... Windows, Linuxに対応(動作検証:Windows XP SP3, Ubuntu 9.10)

RTC-CANopenを用いたロボット開発手順



RTC-CANopen標準化

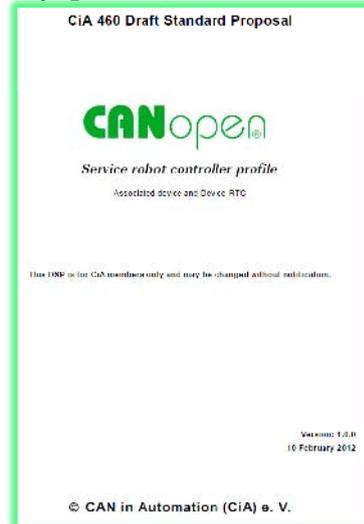
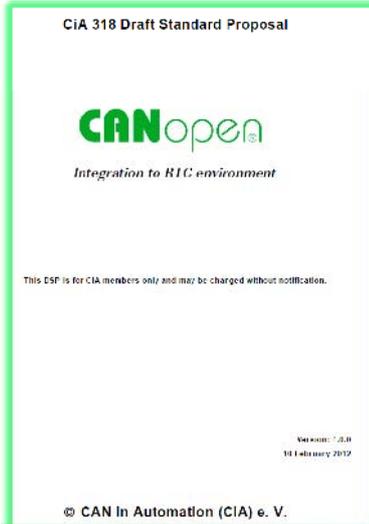
- ✓ 既存のCANopen準拠デバイスをRTMフレームワークで利用可能 (既製品を容易に利用)
- ✓ CANopen準拠である為、ロボット以外にも幅広く利用可能 (企業の参入を促進)

➡ **ロボット部品の大幅な種類増と低価格供給が期待**

- CANopenの標準化団体であるCiA(CAN in Automation)とRTC-CANopenの規格化に関して調整を開始(2008~)
 - CAN Newsletter にRTC-CANopen及び、 RT-Middleware紹介記事掲載(2010.6)
 - CiAより、Service Robot のCANopenプロファイル策定のため、CFE(Call for Expert)発出 (2010.7.14)
 - CiAキックオフミーティング実施 (2010.11.15)
 - サービスロボットSIG発足(2011.3.5) 議長 水川 真(芝浦工大)
 - **国際標準化**
 - CiAからの提案により、仕様を以下の2つに分割
修正版WDを作成(2011.11.04/11.18)
 - CiA318:Implementation guideline - Mapping of RTC to CANopen
 - CiA460:Service robot controller profile - NMT master application and CANopen device proxies
- CiAから、規格としてDSP(Draft Standard Proposal)発行(2012. 2.10)**

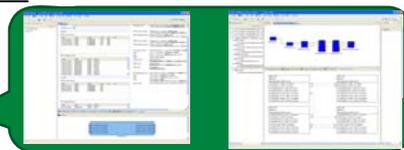


CiA標準規格として発行 2012年2月10日



開発成果

- RTC-CANopenの国際標準規格化
 - DSP318, DSP460
- 開発ソフトウェア
 - 設定ツール(Eclipseプラグイン)
 - RTC-CANopen Builder
 - RTC-CANopen System Editor
 - サーバー
 - Windows版: オープンソース公開 / 商用ライブラリ
 - Linux版: オープンソース公開
 - クライアント(Device)
 - すべてオープンソース公開
 - H8SX
 - SH2
 - ARM



対応インターフェース

Device: CANcardXL
Driver: GCPDriver

Windows

Device: IXXAT
USB-to-CAN compact
Driver: CANFestival



Device: PCAN-PCカード
Driver: Socket CAN

H8SX1544F



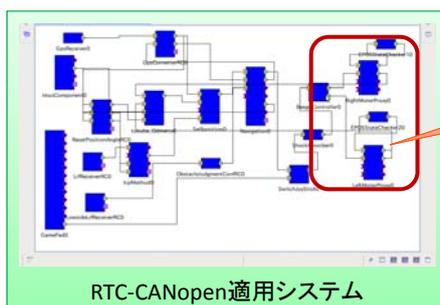
RTC-CANopenの利用状況

- RTC-CANopenの提供
 - セグウェイジャパン株式会社
 - 京都大学
 - 大阪大学
 - 東京大学
 - 名古屋工業大学
- 2010年、2011年つくばチャレンジ機体への適用
- 小型リファレンスロボット(Beego改)
 - 再利用センターへの提供
 - 室内運搬サービスデモ(再利用センターと共同)
 - ROS連携実験(東京大学)
- RTC-CANopenリファレンスマニュアルの公開

—企業からの問い合わせ3社

RTC-CANopenの利用実績

～2010年つくばチャレンジ～



知能化PJで開発したRTC群
及びRTC-CANopen

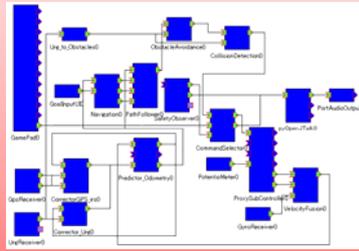


つくばチャレンジ用自律移動ロボット

- Maxon製EPOSを使用(既存CANopen製品の利用)
- 差動二輪型の移動機構
- 既存RTCを利用
- 汎用Proxyを利用

モジュールの利用実績 ~FourXへの適用~

- Chasswheel社FourX



システム構成

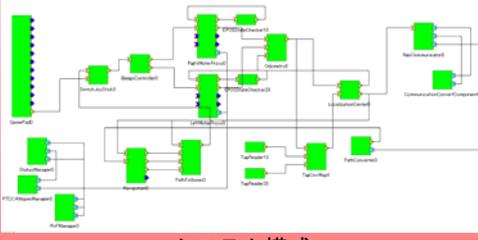
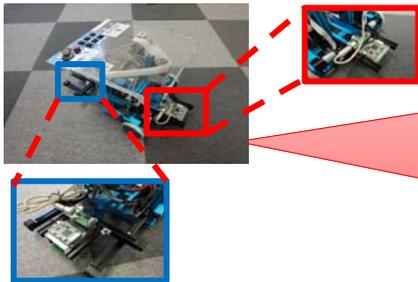
同コンソの東北大のモジュールを利用し、自律移動の動作を確認

再利用RTC

- CorrectorGps
- Navigation
- PathFollower
- Urg_to_Obstacles
- ObstacleAvoidance
- CollisionDetection
- Predictor_Odometry

モジュールの利用実績 ~サービスロボットへの適用~

- テクノクラフト社Beego改



システム構成

既存のRTCを利用し、移動ロボットを用いてサービスを行った

再利用RTC

- PathFollower
- Navigation

試験用ロボットbeego

- RFIDタグリーダーを利用
- Maxon製EPOSIIに置換(既存CANOpen製品を利用)
- 差動二輪型の移動機構

サービスシナリオ

- ①ユーザーは「手紙を持ってくる」サービス実行する
- ②移動ロボットはポストまで移動
- ③ポストが手紙をロボットへ渡す
- ④ロボットはユーザーの位置まで移動

CANopen対応デバイス・ソフトウェア群

標準規格CANopen採用

RTC-CANopen適用によりRTコンポーネント化可能

- ・CANopen対応モータコアユニット
- ・OSS版汎用CANバスGUIモニター: FCAN-View
- ・OSS版CANopen対応組込ボード用ファームウェア:
f-palette CANopen

商用性・再利用性が高い組込みモジュール

千葉工業大学, ピューズ

モータコアユニット



実用化技術ベース

次世代ロボット共通基盤開発PJ開発
市販のモータドライブ技術を応用

ユニット一体型

ギア・モータ・絶対角度センサ

標準規格CANopen採用

- ・複数ユニットをネットワーク化可能
- ・RTC-CANopen適用によりRTC化可能

簡便構築

搭乗型移動ロボット



CANopen対応モータコアユニット・内蔵モータドライバ



モータコアユニット仕様		
サイズ	φ70 x L 80 [mm](名刺大)	
重量	1132 [g]	
トルク	連続	15 [Nm] (Target)
	ピーク	30 [Nm] (Target)
速度	60 [rpm] (@ 60V)	
ネットワークIF	CAN bus CANopen	

モータ軸
エンコーダ

波動歯車減速機
ブラシレスモータ

ギア軸
絶対角エンコーダ

モータドライバ



CANopen
対応CAN-IF

モータドライバ FTMD 1 axis仕様

サイズ	75x55x24[mm] (名刺半分)	
電流	連続	7[Arms] 従来比40%UP
	ピーク	10[Arms] 従来比42%UP
電圧	10~60 [V] 従来比25%UP	

モータコアユニット：CANopen対応機能

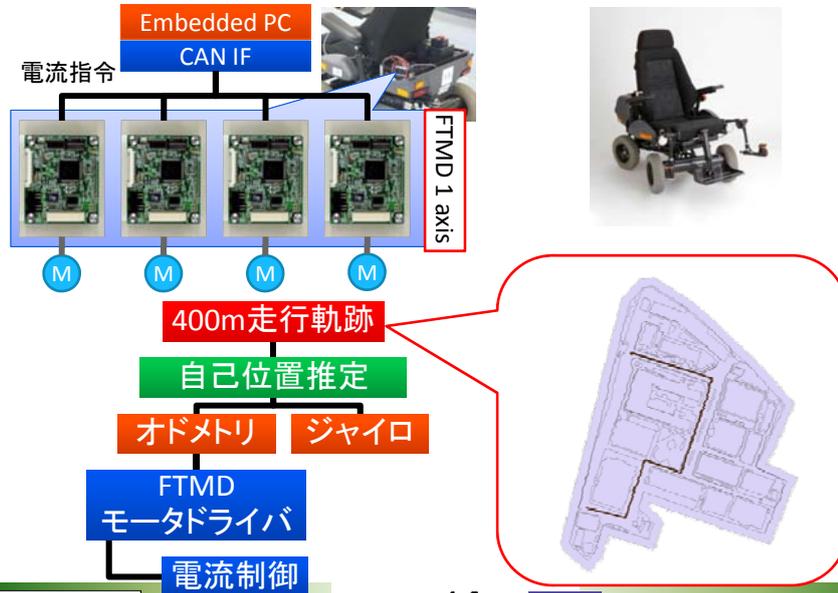
コミュニケーションプロファイル

- 標準規格DS301準拠
- プロセスデータオブジェクトPDO (PDOマッピング)
- サービスデータオブジェクトSDO
- 同期Sync
- Heart Beat

デバイスプロファイル

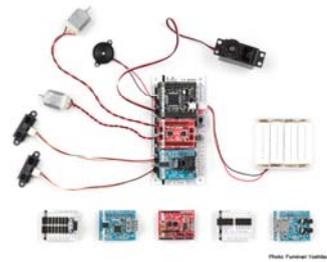
- I/Oデバイスプロファイル(標準プロファイルDS401)準拠
- モータ制御プロファイル
 - 電流モード
 - 速度モード
 - 角度モード

モータコアユニット: 搭乗型ロボットFourXへの適用



OSS版CANopen対応クライアント: f-palette CANopen

- CANopen基本機能実装
 - DS301標準準拠
 - SDO、NMT、BOOTUP、PDO
- オープンソース公開済み
 - DS401(汎用IOプロファイル)用サンプルプログラム
 - ドキュメント
 - <http://code.google.com/p/f-palette-canopen/>



OSS版汎用CANバスGUIモニター: FCAN-View

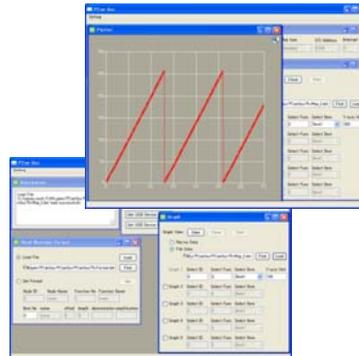
GUIにより簡便に利用可能

- モータコアユニットを簡単セットアップ
- CANopenプロトコル準拠データ可視化

オープンソース

- オープンソースライブラリを用いて開発
- CANopenデバイスに利用可能

- リリースバージョン作成完了
 - 全ての機能実装済み
 - ドキュメントも公開
- Google codeにて公開済み
<http://code.google.com/p/fcan-view/>



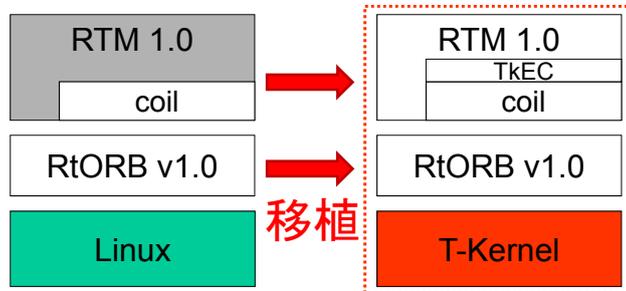
OpenRTM on T-Kernel

組込リアルタイムOS(T-Kernel(TRON))における
RTミドルウェア互換環境
既存組込環境にRTミドルウェア技術導入
知能モジュール組み込みソリューション

ロボット技術の商用普及・再利用を加速する
組込みモジュールプラットフォーム

NECソフト株式会社

OpenRTM on T-Kernel T-Kernel版RTミドルウェア



- PCベースのOpenRTM-aistをT-Kernelへ移植
 - 高い互換性とメンテナンス性
 - T-Kernel向け実行コンテキスト(EC)を追加しリアルタイム性を改善
- 公開
- オープンソースとして公開中
 - <http://sourceforge.jp/projects/rtm-t-kernel/>

OpenRTM on T-Kernelの対応プラットフォーム

T-Engine標準プラットフォームを採用

- 入手性: OK
- メンテナンス性: OK



MIPSコア: Teacube

- 52x52x45mm
- USBx2, Serialx2, CompatFlash, LAN, VGA, etc



ARMコア: Teamacaron

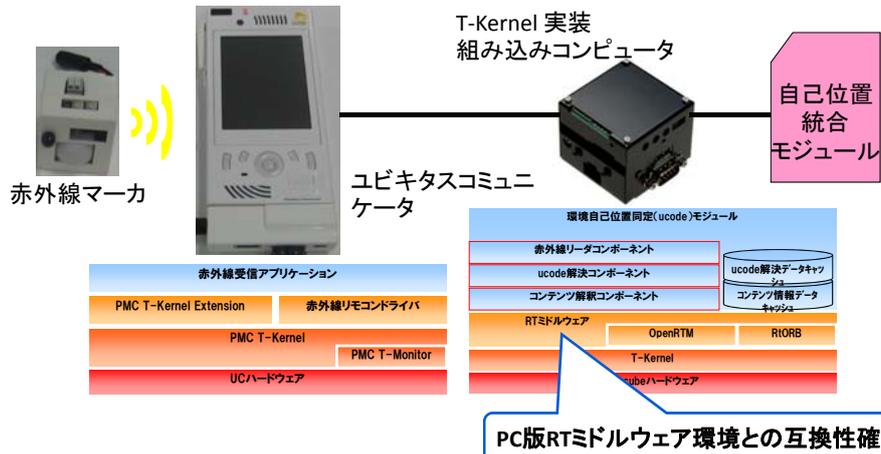
- 大幅な小型化とパフォーマンスアップを実現可能
- ARM11コア
- 50x50x16mm
- VGA, LAN, USB, microSD, Serialx2



OpenRTM on T-Kernel実装例1

ucode RTC ver.1

T-Kernel版環境自己位置同定(ucode)モジュール実装。



OpenRTM on T-Kernelの実装例2

- OSS測域センサRTC(産総研RTC:HokuyoAist)を移植
- センサ情報をUSBではなくRTM標準プロトコル(Ethernet and CORBA)で取得可能
- 測域センサURGのRTC、ビューワRTCをオープンソースベースで実装し評価を実施。サンプル事例として公開済み。
 - 成果は国際ロボット展に展示
- 公開
 - ドキュメントを含めオープンソースで公開済み
<http://sourceforge.jp/projects/rtm-t-kernel/>



すべてのソフトウェア成果をオープンソースライセンスで公開

モジュール名	概要	特記事項	提供方法	公開済みサイト	提供元
DFITコンポーネント	路面画像を用いて自己位置推定を行う	移動SWG共通IF	OSS/EPL	水川研ホームページ www.hri.ee.shibaura-it.ac.jp/download.html	芝浦工大
GPS NAVIコンポーネント	GPSから受信したデータをもとに、ロボットのナビゲーションのために必要な処理を行うRTC	移動SWG共通IF	OSS/EPL		
WiiRemote Components	Wiiリモコン用のRTC	移動SWG共通IF	OSS/EPL		
Beegoモジュール群	小型移動ロボットBeegoを操作するためのモジュール群 (RTC:CANopen用)	移動SWG共通IF 標準規格提案	OSS/EPL		
RTC-CANopenミドルウェア群	RTCコンポーネントをCANopen上で動作させるためのミドルウェア群 (OSS版、商用ライブラリ版、ツール群含む)	国際標準規格として提案・発行される	OSS/EPL 商用版/バイナリ	code.google.com/p/rtc-for-intelligent-mobile-robot/	千葉工大
リアルタイム実行コンテキスト	Posixライブラリと標準Linuxリアルタイム機能を利用したリアルタイム対応実行コンテキスト	メインラインへの取り込み済み	OSS/GPL		
ゲームパッドRTC	市販ゲームパッド用のRTC	移動SWG共通IF	OSS/EPL		
全方位移動搭載型ロボット制御コンポーネント	全方位移動搭載型ロボットを制御するためのコンポーネント	移動SWG共通IF	OSS/EPL		
移動知能モジュール群	移動ロボット用知能モジュール群をオープンソース		OSS/EPL	code.google.com/p/fcan-view/	芝浦工大
FCAN-View	CANopen対応モータユニットの使用を容易にするGUI計測ロガー	CANopenを含む様々なCAN通信に対応	OSS Apache License V2.0		
f-palette CANopen	多機能組込ボードのCANopen対応。ボードのDIO、AIを利用可能	汎用IOプロファイルに対応	OSS/LGPL		
大経路計画モジュール	環境GIS研究所が実装したRgisOperatorの経路探索サービスを使って経路計画するコンポーネント	他コンRTICを再利用	OSS Apache License V2.0	sourceforge.jp/projects/rm-t-kernel	NECソフト
ucodeモジュール	ucode環境インフラとのインタフェースが可能となり、ucodeに紐付けられた位置情報を検知可能	既存インフラ (ucode環境) との連携	OSS Apache License V2.0		
測域センサRTC	センサ情報をUSBではなくRTM標準プロトコル (Ethernet and CORBA) で取得可能	OSS測域センサRTC (産総研 RTC.HokuyoAist) を移植	OSS EPL		
OpenRTM on T-Kernel	T-Kernel (TRON) が動作する組み込みプラットフォームで OpenRTM を動作させることができるようになる	既存組み込みソフト資産 (TRON) の再利用と拡張	デュアルライセンス (EPL+個別契約)		

実用化の見込み: RTC-CANopen (芝浦工大)

- CiA (CANopen標準化団体) における世界展開

- Service Robot SIG
- DSP318, DSP460
RTC-CANopenの国際標準規格化に基づく
コンポーネントベース応用システム開発の加速



- 既存デバイスへの適用事例開発・公開

(開発実施: 芝浦工大)

- Maxon社 (スイス) EPOSモータドライバへの適用・実装
- THK社 (日本) 次世代ロボット向けエンドエフェクタ構成要素 SEED (Smart End Effector Devices) -MSへの適用・実装
- 市販Linux, Windows CAN インタフェース対応

EPQS2 P



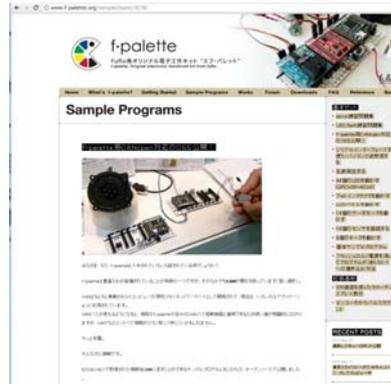
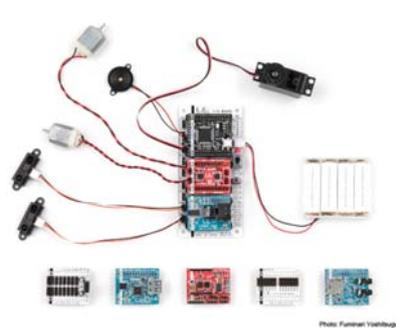
- 対応機種: CANopen (CANopen 2.0B) / DSP318 / DSP460
- 対応環境: 産業用PC / 産業用PLC / 産業用ロボット
- 対応OS: Windows / Linux / RTLinux
- CANopenネットワーク構成として構築

<p>Linux</p> <p>Device: PCAN-PCカード Driver: Socket CAN</p>	<p>Windows</p> <p>Device: IXXAT USB-to-CAN compact Driver: CANFestival</p> <p>Device: CANcardXL Driver: GCPDriver</p>
--	--

オープンソース対応

実用化の見込み: CANopen対応デバイス・ツール群(千葉工大)

千葉工大発ベンチャー・フューロワークス(株)にて
CANopen対応多機能マイコンボードf-palette販売

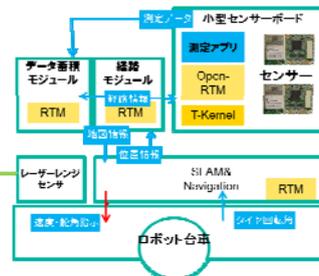


www.f-palette.org

実用化の見込み: OpenRTM on T-Kernel (NECソフト)

- 先端計測分析機器のソフトウェアプラットフォーム
 - ✓ 有償/無償(OSS)、さまざまなバリエーションをそろえていく方針とのことで、Teamacaron(ARM)向けの実行環境としてOpenRTM on T-Kernelを採用検討中
→RTOS対応について、情報提供、技術協力開始

- 自動計測機器用ロボット
 - ✓ セグウェイロボットPF上にOpenRTM on T-Kernelを搭載した小型センサーボードを搭載した自動計測機器を検討中



組込プラットフォーム群による成果の普及

既存規格, 国際標準規格に準拠

- RTC コンポーネント規格(OMG)
- (ロボットサービス機能拡張の国際標準化が進行中(今月中旬予定))
- CANopen 産業機器規格(CIA)
- (産業機器のRTC互換化フレームワークの国際標準化がなされた)

再利用の加速

- コンポーネント化
- 責任境界の明確化
- 強みの発揮
- 既開発品の導入容易化
- 一般産業市場への展開

既存ソフトウェアとの互換性重視

- OpenRTM-aist
- T-Kernel(TRON準拠OS)

持続的進化

- オープンソースにより常に進化
- 標準規格により維持発展

接続容易化

- マルチプラットフォーム対応
- ハードからソフトモジュールまでシームレスに接続

オープンソース

- EPL, etc

経済産業省
ロボット・新機械イノベーションプログラム
「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」
事後評価分科会資料

プロジェクトの詳細説明資料(公開)
5.2 実用化の見通しについて
5.2.3 安全認証取得RTMの開発について

株式会社セック
独立行政法人産業技術総合研究所
2012年6月22日

- I. 安全認証取得RTMの開発
 1. 実施計画(研究)の概要
 2. 研究開発の成果
 3. 成果普及の見通し
- II. 知能モジュールのドキュメント整備
 1. 実施計画(研究)の概要
 2. 研究開発の成果
 3. 成果普及の見通し

【実施計画】

- 実世界で人とともに活動するロボットシステムを実現するためには、システムを構成する要素や部品の故障リスクを低減するための安全機能が必要不可欠である。
- 次世代知能ロボットシステムの安全装置等の知能モジュールを実現するためには、機能安全規格に準じた開発プロセスを想定し、その開発プロセスに沿って知能モジュールを開発する必要がある。
- そこで、IEC61508等の**機能安全規格に基づいた開発プロセス**を構築、支援するための**ツール群の開発**と**機能安全規格に準じたRTミドルウェアの開発**を行う。

- **機能安全に対応した高信頼なRTミドルウェアの必要性**
 - 生活支援分野のサービスロボットや次世代産業用ロボットなどにおける機能安全の必要性
 - IEC61508、ISO26262、ISO13482など国際標準規格への対応
 - 機能安全対応のためのコストダウン、安全モジュールの再利用による開発効率の向上
 - 商用で利用できる高品質なRTミドルウェアへのニーズ



- 高信頼性RTミドルウェアを開発し、**IEC61508 SIL3 Capableの認証を取得した**

I. 2. 研究開発の成果 -安全認証取得RTMの開発-

公開

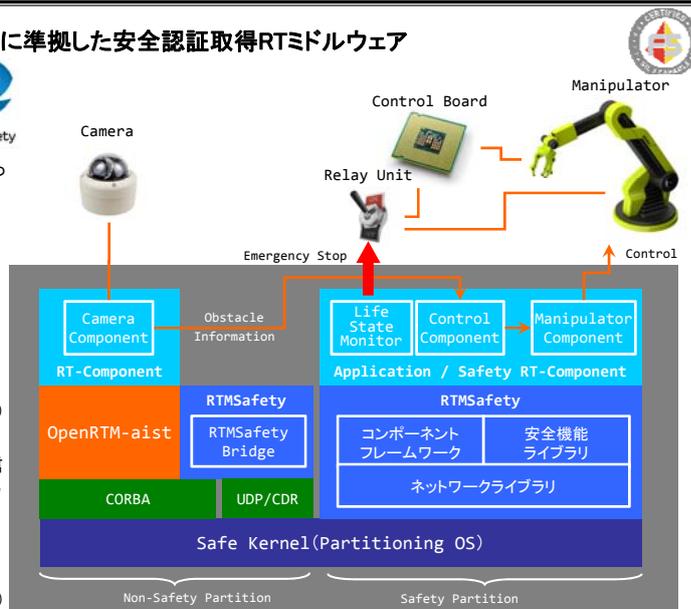
研究課題	最終目標(平成23年度末)	達成内容	達成度
高信頼RTミドルウェアの開発	機能安全規格IEC61508に基づいた開発プロセスを想定し、その 開発プロセスを構築、支援するためのツール群 を開発する。	•IEC61508の開発プロセスに準拠した モデルベースの開発プロセス を策定。	◎
	機能安全規格を取得済みのOS上に IEC61508準拠のRTミドルウェアを実装 する。	•Linux、μITRON、 QNX (IEC61508準拠) の3つのOS上で動作する 軽量・高信頼なRTミドルウェア を開発。 • VxWorks (IEC61508準拠) への移植性を評価。 •IEC61508 SIL3 Capableの認証を取得し、 RTMSafetyとして製品化	◎

I. 2. 研究開発の成果 -安全認証取得RTMの開発-

公開

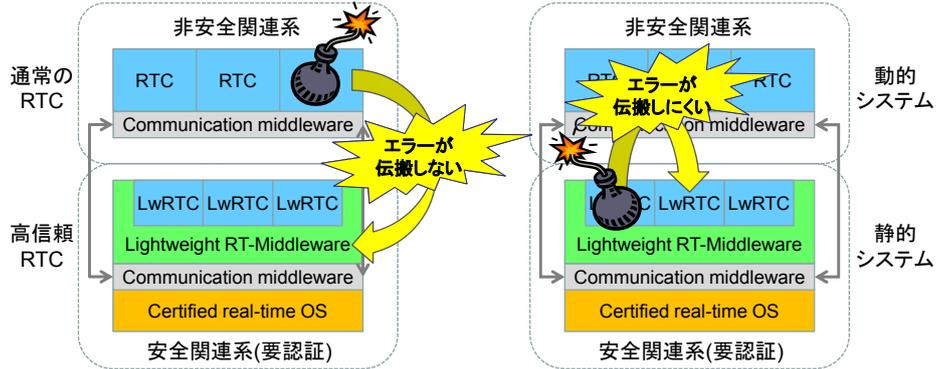
IEC61508機能安全規格に準拠した安全認証取得RTミドルウェア
「RTMSafety」

- ◆**世界初の安全コンセプト**をもったロボット用ミドルウェアとして**製品化**
- ◆**IEC61508 SIL3 Capableの製品認証**を取得
- ◆ロボット用コンポーネント(RTC)とCPU負荷を均一化するフレームワークを提供
- ◆RTCの生存状況を監視する機能(Safety Function Library)を装備
- ◆GIOP / CDR準拠の軽量通信プロトコルを実装し、様々なネットワークプロトコルに対応可能(Network Protocol)
- ◆OpenRTM-aistと連携する機能を搭載(RTM Safety Bridge)



RTMSafetyの構成とメリット

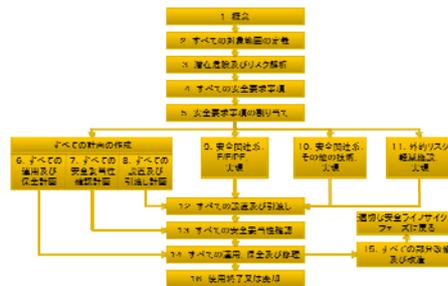
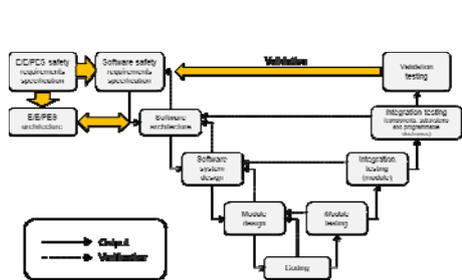
- | | |
|--|---|
| 非安全関連系が安全関連系に影響を及ぼさない
・非安全関連系が認証不要になる | 安全関連系のコンポーネント間の影響が最小限
・コンポーネント変更時の認証負担を減らす |
|--|---|



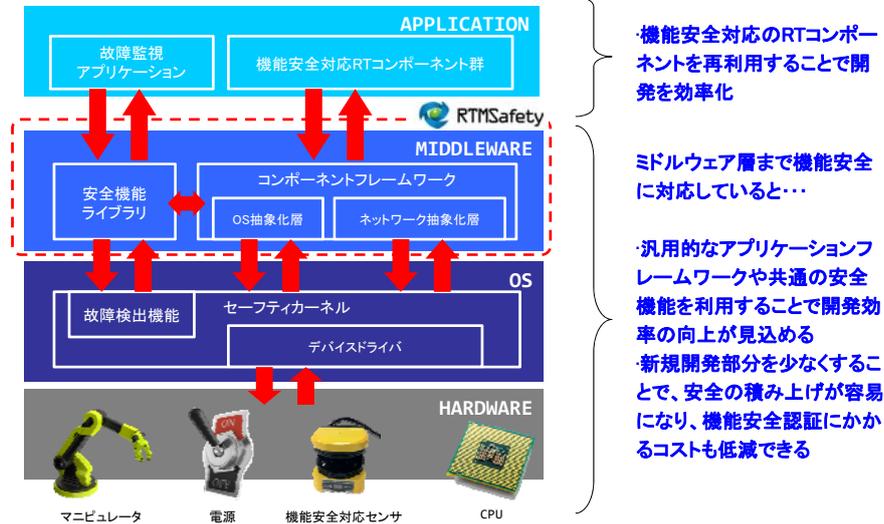
機能安全対応のロボットシステムを開発するための開発プロセス

V字モデル開発

全安全ライフサイクル



機能安全対応のロボットシステムの開発の効率化とコストダウンに貢献



- 機能安全対応のRTコンポーネントを再利用することで開発を効率化
- ミドルウェア層まで機能安全に対応していると...
- 汎用的なアプリケーションフレームワークや共通の安全機能を利用することで開発効率の向上が見込める
- 新規開発部分を少なくすることで、安全の積み上げが容易になり、機能安全認証にかかるコストも低減できる

- 安全認証取得RTM「RTMSafety」
 - 第三者認証機関exidaより、IEC61508 SIL3 Capableの認証取得
 - 日本のソフトウェア会社でIEC61508認証取得は2例目
 - 2012年5月8日より、製品販売を開始
 - 自律車両、次世代産業用ロボットへの適用
 - IEC61508はISO26262など他の安全規格の上位規格であり、**ロボット分野以外への適用も視野**
 - ESEC2012「ディペンダブル・ソフトウェアDAY」(キャッツブース)にて「安全性と生産性を両立させるミドルウェア」として「RTMSafety」を紹介



【実施計画】

- 本プロジェクト内で開発されたオープンソースの知能モジュール群について、その再利用を促進するために、開発者とRTC再利用技術研究センター等の検証機関で共同してドキュメント作成を行うためのシステムを構築し、**知能モジュールおよび知能モジュールを組み合わせたRTシステムの構築に関するドキュメントを整備**する。このドキュメント形式、内容については、再利用WGの決定に従う。

• 中間評価において以下のようなコメント

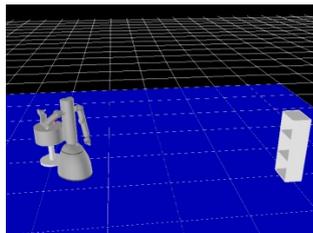
- 仕様書の書式統一だけでなく、ソフトウェア品質作り込み基準、プログラミング作法、モジュール入出力仕様の考え方などの統一を図ることで、利用者が混乱することなく容易に利用可能で、かつ信頼性を担保したソフトウェアモジュールの実現を目指して頂きたい。
- 利用者の拡大に向けた施策（マニュアル作成、プラットフォームの使い勝手と信頼性の向上、情報開示の拡大、啓蒙、サポート）に力点を移していくことも必要であろう。



- 知能モジュール群やそれらを組み合わせたロボットシステムの**マニュアル**、再利用性確保のための**ガイドライン**の必要性
- 利用者の拡大、普及促進に向けた初心者向け**パンフレット**や**チュートリアル**の必要性

研究課題	最終目標(平成23年度末)	達成内容	達成度
ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの検証	RTC再利用技術研究センターに登録されている本プロジェクトで開発されたオープンソースの知能モジュールおよび、知能モジュールを組み合わせる構築したRTシステムについて、機能や使用方法などを記述したドキュメントを作成する。対象とする知能モジュールおよび、ドキュメントの形式、内容、ライセンスなどについては、再利用WGの検討結果に従うものとする。	仕様書や開発の統一基準の作成および、利用者の拡大に向けた方策として、パンフレットの作成・配布やチュートリアル、知能モジュール群およびロボットシステムのマニュアル、知能モジュールの共通インターフェース仕様書の整備を実施。	◎

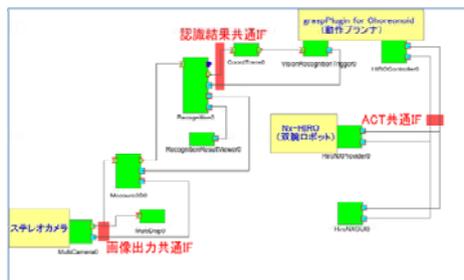
- パンフレット
 - 国際ロボット展で2000部を一般配布
- チュートリアル
 - 安川電機コンソの統合検証デモのシミュレーション
 - 移動/作業/コミュニケーションのモジュールを統合
 - 市販の2足歩行ロボットへのRTミドルウェア適用
 - 2足歩行、画像認識、音声処理のモジュールを統合



- 知能ロボットシステムのマニュアル
 - 自律移動システム、双腕ヒューマノイド作業システム、音声対話システム、統合システム(チュートリアル)などの**8種類ロボットシステム**の利用手順をマニュアル化
- 知能モジュール群のマニュアル
 - 移動知能、作業知能、コミュニケーション知能の**9つのモジュール群(74モジュール)**の仕様、利用手順をマニュアル化
- モジュール共通インタフェース(I/F)仕様書
 - 移動共通I/F、作業共通I/F、コミュニケーションI/F、カメラ画像共通I/F、作業用画像認識共通I/F、双腕ロボット共通I/Fの**6つの共通インタフェース仕様**を策定

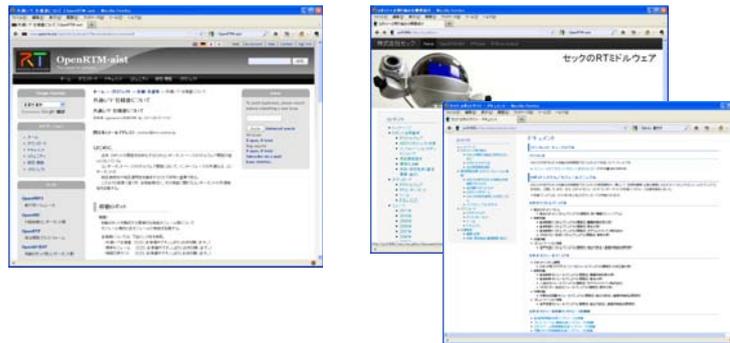


モジュール共通I/Fを策定したことで
モジュールの**再利用性が向上**



頭部ステレオカメラを用いた双腕ロボットによるマニピュレーション作業 (産総研)

- ・ 作成したパンフレット、チュートリアル、マニュアル、共通インタフェース仕様書は、OpenRTM-aistサイト、各機関やセックの公開サイトで**一般公開**
- ・ 各ドキュメントのライセンスはクリエイティブ・コモンズ「表示 2.1 ライセンス」で配布するため、**再利用が可能** 



- ・ 安全認証取得RTMの開発
 - 機能安全対応ロボットの開発のための**モデルベース開発プロセス**を策定
 - **IEC61508 SIL3 Capable**の認証を取得した高信頼性RTミドルウェア「RTMSafety」を開発し、製品販売を開始
 - ⇒品質保証された初のRTミドルウェアとして、**実用システムにRTミドルウェアが適用可能に**
 - ⇒機能安全対応のロボットシステムの開発効率向上、コスト削減に寄与
- ・ 知能モジュールのドキュメント整備
 - 知能モジュールのドキュメント整備として、以下の**ドキュメントを作成し、公開**
 - パンフレット
 - チュートリアル
 - 知能ロボットシステムのマニュアル
 - 知能モジュール群のマニュアル
 - モジュール共通インタフェース仕様書
 - ⇒**知能モジュールの利用促進やロボットシステムの開発の裾野拡大に貢献**