

生活を楽しむロボット

- 役に立つロボットの出現はいつ? -

坂上義秋
株式会社本田技術研究所

今日、様々なロボットが出現している。人の生活が楽になるような機能や能力は備わっているか？ ASIMO は環境認識，人認識，音声認識，ネットワーク接続機能により環境と人にインタラクションする最初の人間型自律2足歩行ロボットである。しかし，その機能と能力では，まだ人の生活は楽になるといえない。人の生活レベルとロボットの機能，能力レベルが適合していないのが現状である。役立つロボットの出現はまだ遠い。役に立つロボットが必要とする機能は何か，それを実現する技術は何かを再考察し，ホンダの取り組みを紹介する。

Human Life Support Robot: When real useful robot will be appeared?

Many robots have presented now. Are there any function and capability of robot to support well the human life? ASIMO is autonomous humanoid bipedal walk robot to interact with environment and human by environment recognition, face recognition, human motion recognition, voice recognition and network connection. But, the present function and capability of almost robot are not enough support the human life. Therefore, it is necessary take more time to be useful robot. Which function and technology are necessary to be useful? We reconsider such function and technology reference current ASIMO function.

1. まえがき

自律ロボットは，長い時間を掛けて研究が続けられてきている。日本におけるロボットの研究開発は，歴史的には欧米より短いにも関わらず，生産技術やシステム技術を多くの産業で洗練させてきたこともあり，特に企業が作るロボットの完成度はかなり高かつ稼働率も高い。自動車や家電のように信頼性も向上している。

ところが，ソフトウェアの面では実社会で実用になるレベルに到っていないのが現状である。それは企業が開発したロボットに限らない。ある程度の限られた環境条件の下でしか機能しない。特に，人を含む外界の状況を把握して自律して行動するロボットに必須の視覚センサとそれに基づく画像処理，画像認識および，ロボットとの対話やコマンドを与えるための音声認識は，光や反響など環境に大きく影響を受け，人が容易にできない。人共存ロボットを実現し，人の生活を楽しむための要件は何か，必要な機能について，現在研究の主たる人共存ロボットの機能，必要技術について再整理し，どのようなアプローチで開発を進めて行くべきか，再考する。

2. 人共存ロボット

ASIMO[1]は，企業にて受付，製品案内，博物館では展示案内など実際の環境下で稼働している。自律移動や人との適切な応答ができるように，頭部にカメラおよびマイクを搭載し，周辺のマップを構成する。人のように動

く物体を捕捉し，追跡する。人の顔を識別，人の姿勢，動作を理解して自ら行動する。音声認識によって簡単なコマンドを理解し行動する。更にネットワークとつながり各種情報の検索に基づいたサービスを実施することができる。(図1)。

AIBO[2]は，マーケットとして唯一成功した人共存ロボットである。エンターテイメントに徹しているため，人からの依頼を受けて作業をすることはないが，多様な行動を自発的に組み立て実行するアーキテクチャを特徴とする。



図1 指示されたところへ移動する ASIMO

PaPeRo[3]は、人との生活を前提として、ロボットそのものが人に対するインタフェースとしてどうあるべきかを大学、研究機関と共同研究を行うテストベッドとなっている。工学に限らず、人文、社会学の観点からも広くデータを収集している。Robovie[4]は、人とロボットの双方コミュニケーションを研究することを主眼としている。連続した行動の関係を示すルールを実装して人とのインタラクションの様子を記録解析し自然なコミュニケーションを実現した。Wakamaru[5]は、低価格での販売を目標とした一般家庭の日常使用を前提として開発された。個人識別、ネットワーク接続機能により個人のケアを実施する。手はマニピュレータの機能はなく、身振り表現に使われる。番竜[6]は、携帯電話による遠隔操作や人感センサ、臭覚センサによって反応し、留守番などに使用することを目的としている。HRP-2[7]は、働くことを前提とした人型ロボットであり、基盤技術研究のプラットフォームとして位置づけられている。人と共同でパネルを運搬したり、狭い場所を潜り抜けるなど、全身協調制御等のテーマが主題となっている。この他に、ifbot[8]、MARON-1[9]、ApliAlpha[10]などがあり、対話などのインタラクションの機能、PHSによる遠隔操作、ホームネットワークとの接続による情報家電的機能を備える。このほか様々なロボットが研究機関や大学では研究されている。

3. ASIMO

ASIMOは、一般的な屋内環境でのナビゲーションと人とのインタラクションを実施し、様々なセンサデータを統合して自律的な振る舞いをする。外界情報を取るためのステレオカメラとフレームグラバ、ステレオマイクフォンを頭部額両側に配置し、音源定位を行う。画像処理・認識処理、音声認識・発話処理、外部システム通信、行動計画と歩行や動作の制御、其々の処理用にコンピュータを搭載している。画像処理はデータ量が多いため、制御用コンピュータとはデータバスを分離して構成している。外部システムとしてナビゲーションや特定のタスクの設定や目的地を設定するためのグラフィカルユーザインタフェースを備えた地図情報管理システムも開発した。環境にある壁などの固定物やテーブル、椅子などの属性を管理し、それらの属性に応じたタスクの実施が可能となっている。また、個人情報のデータベースを外部システムに置き、個人に関する名前や所属、趣味などの情報を保持するとともにロボットによって撮像し記録した顔認識用画像を保持する。ロボット内では、異なる速度の処理が非同期または、同期して実施される。そのために、歩行制御のような高速な通信が要求されるプロセ

ス間では、メッセージボードによる通信が行われ、画像処理結果を用いる比較的低速な通信を行うプロセスや全体的な経路生成などを実施するプロセス、外部システムとの通信ではTCP/IPプロトコルを用いている。行動計画のシステムは、分散エージェントベースのシステムアーキテクチャを採用した。外界の変化に即応するプロセスと画像や音のデータを適宜処理し、判断しながらタスクを計画するプロセスがお互いの状態を通知し合いながら処理を制御する。

3.1 カメラシステムおよび画像取得

ステレオは、通常のSADを採用。2つのカメラは、レンズのひずみ、ロボットのシールドのひずみを含めて補正する。カメラは、多関節ロボットの頭部に設置されることから、撮像された画像を正しく3次元再構成するには、ロボットの関節角を考慮しなければならない。関節角に基づく画像の補正が行われないロボットは、カメラ位置固定を前提とするために、ロボットの歩行や作業中の姿勢自身に制約を受けることになり、視覚を固定するか、環境を限定せざるを得ない。この問題を解決するために画像と同期してロボットの全関節角を取り込むフレームグラバを開発した。(図2)

これにより任意の姿勢で撮像した画像を補正し、環境に対して正しく自己の位置を把握することができる。また、撮像された画像を用いるビジョンシステムは、人などの移動体や周辺の固定物体を検出し、人の姿勢認識、顔認識や周辺マップ作成等を行い、行動計画に反映される。画像処理、認識処理のソフトウェア構成を図3に示す。



図2 ロボット姿勢角同期フレームグラバ

3.2 障害物検知

多くの自律型移動ロボットは一般の環境において画像、ソナー、赤外線センサ、レンジファインダー等を用いて自律移動する。ASIMOは、画像処理に基づくロボット周辺マップ(ローカルマップ)を持つことにより障害物の位置を連続的に追跡する。また、近距離にある物体との衝突を避けるために、周囲を8分割した領域に物体の

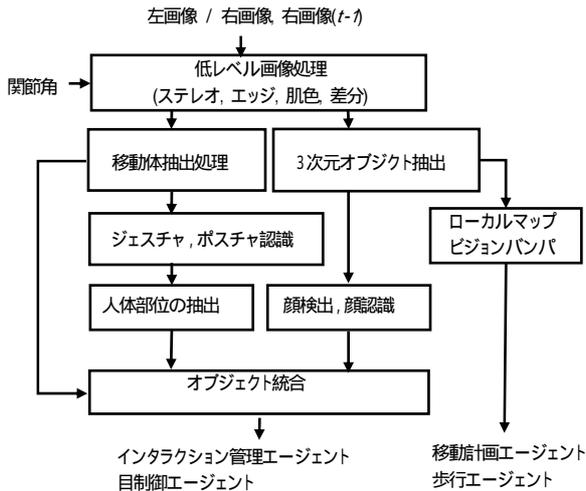


図3 画像処理・認識ソフトウェア構成

有無を判定しその状態から行動を決定する．領域の形状は，ロボットの進行方向に敏感となるような感度レンジを設定する．また，自己の移動に伴い視界から外れて行った固定障害物も周辺マップ内で管理され位置が更新され，移動の際に視野外にある障害物との衝突を回避する（図4）．

3.3 人、ジェスチャ・ポスチャ認識

人と共存するロボットは，インタラクションの機能が重要である．例えば，荷物を運んだり，カートを押したり，飲み物やツールを持ってくるなどのサービスのタスクにおいて人との関わりが必須となる．その為には，ロボットは，人のタスクに対する高次要求を低レベルのセンサを用いて理解する必要がある．最も基本的な機能として人そのものを検知し，誰であるかを識別しなければならない．ロボットに搭載した移動体抽出アルゴリズムは，オプティカルフローとエッジを用いるスネーク法によって，移動体の輪郭を検出し，視野内にある複数の人を分離して抽出し，位置関係を考慮して連続的にトラッキングする．輪郭の上部を頭と仮定し，固有空間法に基づく顔認識アルゴリズムによって個人を識別する．その結果を図5に示す．10人程度を98%以上の識別率で認識する．

人とのインタラクションにおいて音声認識は離れた位置での人の声を識別することは，ほとんど不可能である．また，様々な音がする一般環境下では，認識性能は極端に低下する．更に，ロボットが歩行することでモータ音が入り，音声認識はさらに困難となる．

そこで，離れた位置からロボットに指示を与える一つの方法として，ジェスチャやポスチャを用いることが有効である．画像内での頭の位置から手の位置を推定し，

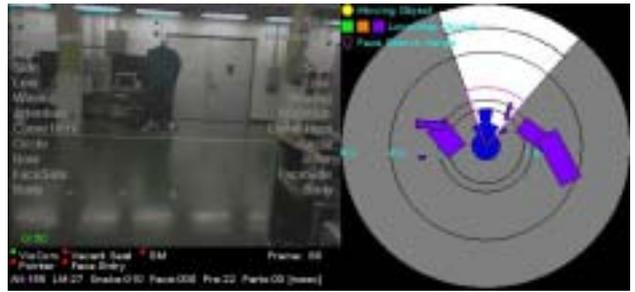


図4 ロボットカメラからの映像(左)とトップビュー(右):ローカルマップ;白色領域;視野灰色領域;視野外,四角形オブジェクト;障害物(過ぎ去った物体),青色領域;ビジョンパンバ検知パターン

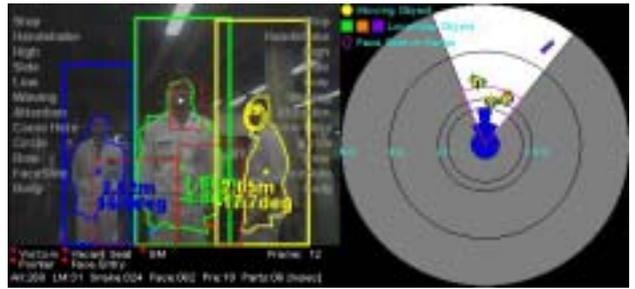


図5 複数人の検出;2重楕円は個人識別された結果を示す.各人までの相対角および距離の表示

複数画像フレーム内の手の位置をベイズ法による統計的評価を行って21種類のジェスチャ、ポスチャの種類を識別する．手を高く上げることによりASIMOを呼び寄せ，連続的に人をトラッキングして追従して距離を保ちながら歩行することができる．また，手を体の前へ出したことを停止コマンドとすることで追従を止めさせることができる．(図6)

これにより，ロボットを任意の場所へ連れて行くことができ，そこでの新たなサービスの実施など柔軟な運用ができる．ロボットの機能として，画像等から再構成した環境地図に基づく移動は重要であるが，人に追従する機能によってロボットの活用の場は広げることができる．

更に3次元でのポスチャ認識は，ステレオの情報から，頭・手先ベクトル，腕ベクトルを主成分分析法によって求め，床面を指し示した位置を推定する．(図7)推定された位置への移動する様子を図8に示す．

6人の被験者にロボットから1.5mはなれた地点で9箇所の床面のポイントを3回指示した．その結果，誤差は平均28cm，標準偏差20cmであり，比較的安定して推定できる．(図9)

この機能も追従と同様にロボットを任意の場所に立たせるものである．より細かい指示が可能となり，「少し右」，「ちょっと前」，「20cm前」などの音声による指示と併用すれば，ロボットを使う際に更に利便性が向上する．また，ある物体を指し示すことによって，物体を発見するために探索領域を絞り込むことが可能である．



図6 ポスチャを認識して追従開始, 移動体抽出による追従, 停止のポスチャを認識して停止. 左; 俯瞰図, 右; 画像処理結果.



図8 指示された床面位置へ移動. 左; 俯瞰図, 右; 画像処理結果.

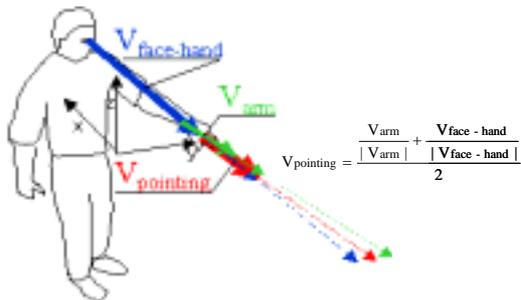


図7 指示位置推定

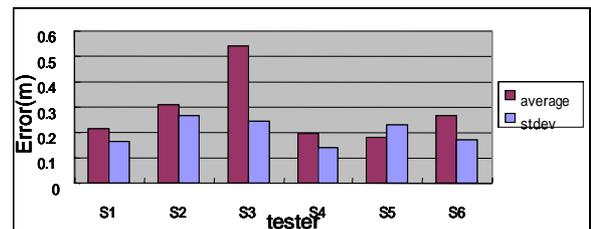


図9 指示位置推定結果

3.4 音声システムおよび音源定位

音声認識と発話処理は、商用の認識エンジンとTTSを用いている。ロボット特有の動作時のノイズや内部から伝達するノイズに対して、それらを含めた音響モデルを作成している。1m離れたところからの発話に対して、登録学習済みのコマンドを認識できる。

音源定位は、音信号の形状を判断し、音声・非音声の判定を行うとともに、音圧差と音到達時間差に基づく音源方向を180°の範囲を5°精度で検出する。

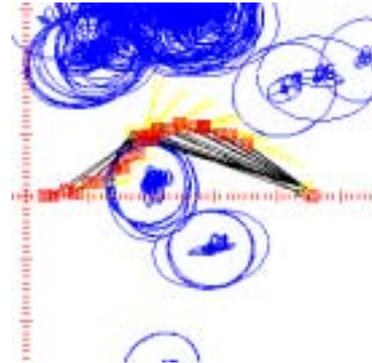


図10 障害物回避経路生成 楕円; 障害物位置, 2重四角; 生成経路

3.5 ナビゲーション

環境地図を管理するツールを開発した。GUIでコースの設定や途中のサブゴールでのタスクの設定を可能とし、ASIMOは、そのコースに沿って移動する。与えられたサブゴールまでの相対角度を計算し、それに基づいて進行方向を決定する。障害物回避は、画像処理による物体の大きさや位置は光の影響を受け常時安定しないため、障害物の存在を確率分布として表現し、ゴールへの吸引力と障害物からの反力を用いたポテンシャル法によって衝突回避経路を生成する。(図10)ローカルマップの更新は物体の数に依存するが、約200ms~300ms毎に更新される。

ビジョンバンパは検知パターンに基づいて、予め学習したセンサ・行動空間マップ(図11)から移動方向を選択し、障害物までの距離に応じて歩幅を決定し、突然現れた人などの移動体の接近に対して、衝突を回避する。ビジョンバンパは、約100ms毎に更新される。

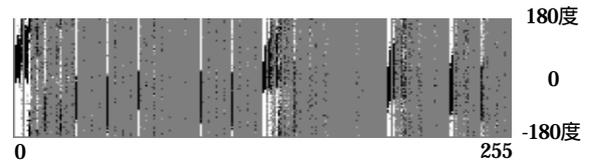


図11 センサ・行動空間マップ 横軸; ビジョンバンパ検知パターン, 縦軸; 旋回方向 黒; 旋回不可方位, 白; 旋回可能方位, 灰; 未経験パターン

あるいは、人が指示するコマンドデータを扱い、その結果を他モジュールへ伝える独立性の高い構成として、モジュール間でのネゴシエーションにより実施権を決定する。例えば、ナビゲーションにおけるコースに沿った移動とポテンシャル法による経路生成は、熟考的機能モジュールとして、ビジョンバンパは反応的機能モジュールとして構成している。個々のモジュールをエージェントと呼んでいる。ロボット内のエージェントの一覧を表1に示す。

3.6 ソフトウェアアーキテクチャ

自律ロボットのナビゲーションやインタラクションのための行動アーキテクチャはいくつかのモデルが提案されている。行動ベースのアーキテクチャ[11]は、小さな単位の行動どうしをネットワークで結合し、行動の状態遷移を制御し、複数のロボットの群制御を含めて異なる種類の行動を円滑に実施することができるようになっている。ASIMOは、行動計画モジュールを階層的に配置しそれらを統括するモジュールの無い構造となっている。(図12)

すなわち、個々のモジュールが同期または、非同期にセンサデータを処理するとともに優先順位の高いタスクが実施されるように設計した。尚、優先順位が完全に固定化されると環境の変化に対応できなくなるので、モジュールの構成は、早い応答性が要求される行動モジュールの反応的な機能グループと遅くても良い行動モジュールの熟考的機能グループに分け、これら行動モジュール自身が自律的に画像や音の低レベルデータを処理し、

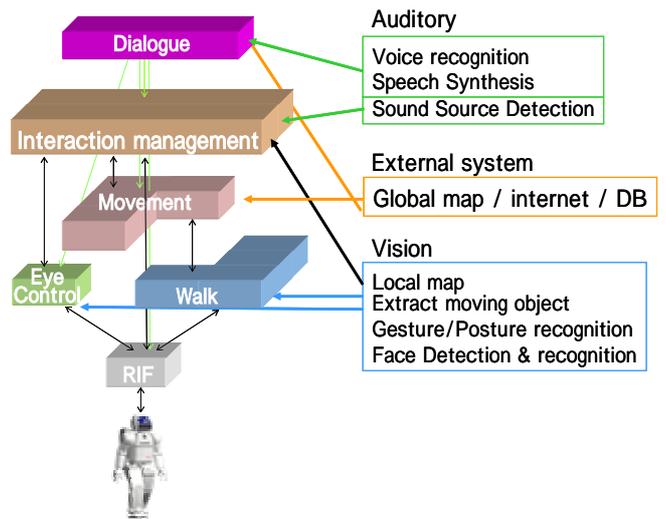


図12 階層的行動計画モジュールと各種入力

1) 熟考のエージェント

移動計画エージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ グローバルマップ経路データの中間目標地点への相対方位フィードバック歩行. ・ 障害物回避(ポテンシャル法). ・ 位置依存タスク(画像処理など)の起動. ・ 指示位置への移動
インタラクションマネージエージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ タスクシナリオの変更 ・ タスクに応じた応答対話の選択 ・ ポスチャ, ジェスチャ認識, 音声認識結果に基づく ・ アクションや行動の起動
対話エージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音声認識結果に基づく発話文の切り替え ・ 発話と身振りの切り替え ・ 外部システム(インターネット)からの発話文検索

2) 反応的エージェント

歩行計画エージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周辺障害物に対する歩行(停止, 迂回方向決定) ・ 人追従
視線制御エージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ 移動物体注視 ・ 音源位置注視 ・ 特定位置注視 ・ 見直し, うなずき
音源定位エージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音発生位置検出 ・ 音声・非音声の判別
ロボット制御インターフェースエージェント	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一歩歩行指令値発行 ・ 首動作指令値発行 ・ 腕, 上半身動作指令値発行 ・ 現ロボット状態通知

表1 行動計画エージェント

3. 6ロボット機能

以上述べた視覚機能, 聴覚機能および, 外部システムとネットワークによる結合によって, ロボットの総合的な機能を実現した. 主な機能を表2に示す.

ナビゲーション機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザ設定による任意経路上の移動. ・ 移動中の人などの移動体との衝突回避. ・ 静的な障害物間の自律経路生成と移動.
インタラクション機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人の接近, 遠ざかりに対する自動挨拶. ・ バイバイなどの人のジェスチャ・ポスチャに対する応答. ・ 人の顔を見て発話する. ・ 呼んだ人に注目する. ・ 個人の顔を記憶して, 再会時に識別して挨拶する.
視覚・移動統合機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予め登録した場所への来客の誘導案内. ・ 空席を発見して, 直近へ接近(来客案内). ・ 人が座っている場所付近への接近(ニュース通知など). ・ 離れた所から呼ばれて, 手を上げて呼ばれたことを識別して, 人に追従し, 手を前に出すことを一時停止と判断し, 移動停止する. ・ 人が指差した床位置への移動. 障害物などが存在する移動可能領域外を指示されたときの移動の中止.
ネットワーク機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天気予報, ニュース, トピックスの問い合わせに対する返答. もしくは, 予め設定した経路を移動してお知らせ. ・ 来客を個人端末や個人電話へ通知する ・ ネットワークに参加しているロボットの状態管理と遠隔からのモニタリング. ・ ネットワークに参加しているロボットに個人端末よりアクセスして, 遠隔の情報を得る

表2 ロボットの総合機能

4. 生活を楽にするための技術

ロボットが人と共存し生活の様々な場面で人の活動を支援できるようになれば, 例えば高齢になり自己の機能,

能力の低下を補うのに役立つかもしれない. また, ロボットにある作業を指示し, その間に人は自己の時間を有効に使うことができるかもしれない. このようにロボットの利用は人の生活にとって有益なものとなることが期待できる.

しかし, ロボットが人と共存するには多くの課題を解決しなければならない.

以下に人共存のためのロボットの要件を列挙した.

- 1) 安全を確保する.
- 2) 作業に適した身体(ハードウェア)と能力を備える.
- 3) 使用にあたって複雑な操作がいらない.
- 4) 人を理解する.(行動, 状況を踏まえて人の意図が分かる. 円滑なコミュニケーション.)
- 5) ロボット自身の状態をモニタできる.

さらに, この各要件を満たすための主要技術を表3に示す.

安全の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機構軽量化 ・ 高機能材料(外皮センサ) ・ シームレス関節機構 ・ 柔軟な歩行制御 ・ 高速な応答(制御コンピュータ) ・ 環境認識(画像処理, 認識) ・ 自己理解(故障検知, 干渉)
身体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高自由度ハンド ・ 目的指向ハンド ・ 視覚センサ ・ 音源定位センサ ・ 感圧センサ(外皮) ・ 力覚センサ ・ 長寿命電源 ・ 全身協調アルゴリズム
操作	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音声認識 ・ ジェスチャ, ポスチャ理解
人理解	<ul style="list-style-type: none"> ・ 言語理解 ・ 行動理解
システム	<ul style="list-style-type: none"> ・ システムパッケージング ・ ロボット管理サーバ ・ 遠隔ロボット状態モニタリング ・ ネットワーク経由アクセス

表3 ロボット技術

これらの技術の中でも比較的重要な項目について現状の技術レベルとロボットへの適用について述べる. 人共存において安全の確保は必須である. ロボットは, 脚式や車輪型などは, 移動機構に関わらず重心位置と移動速度によっては転倒の可能性がないわけではない. 個々の技術はある機能を実現し, ある程度の性能を達成しているものもあるが, 限定条件下での結果を導きだしたものである. ロボットは統合された機能とそれを実現できるハードウェアが相互に関連しあって性能を発揮する必要があり, 安全でかつ, トータルシステムとしての稼働時間の長さ, 高い環境ロバスト性が人共存において重要である.

長い歴史を持つ画像処理, 認識技術は, 特に視覚情報処理の結果として, 障害物回避などのナビゲーションや

人を発見して接近し積極的なインタラクションへ導くなど、ロボット行動の受動、能動の両面において重要な役割を持つ。ところが、画像処理は、外界の光の影響を受け能力の限界は低いところに位置する。

自律移動に関して環境認識は、一般の環境において十分に機能するものは自動車に採用されている車線維持システム[12]であり、人共存を目的とする自律移動ロボットにおいて常時稼働、長時間稼働を実現したものは出現していないのが現状である。比較的長い時間の稼働を実現したものは、人が居ないか居てもロボットに道を譲っているかである。これは時間的に変化する状況や移動する人などに十分対応できるセンサとアルゴリズムが開発されていないからである。外界情報の変化の量に対してカメラの受光許容量が足りない。また、その後の画素処理能力も圧倒的に不足している。ダイナミックレンジの広いカメラ[13]や高速ビジョンチップ[14]が開発されているが、これらが統合された機能カメラが今後ロボットにおいては有効なものとなるだろう。また、アーキテクチャの面では、周辺視などを用いた注視機構により、全画素走査処理をしない選択的処理が必要である。

個人認識においては、固有顔やSVMなどの手法が提案されている。製品となっているものも多いが、登録人数の制限や照明を一定にするなどの制約が多い。近年は顔の向きや経年変化への対応したものもある。[15] ASIMO のシステムは社内のロッカールームに設置、出入管理と連携して約2年間の連続稼働評価を行ったが、識別率は人の立ち位置に依存した。その後改良を加え、ASIMO にアルゴリズムを搭載した。しかし、ASIMO の置かれる場所は、壁面が総ガラスでほぼ半野外の環境下で使用される場合もあり、明るさの変化ごとにパラメータの変更を行うことで対応した。すなわちロボットは移動するが故に認識対象に対する光の条件が変化してしまう。その上で個人を識別できることが要求される。個人認証としての顔認識商品をロボットに搭載して実用になるものはほとんどない現状にある。

人の姿勢の認識は、ロボットへの意思の伝達手段として音声認識とともに重要な役割を持つ。実時間で移動する人を追跡し、その姿勢を推定する技術は、セキュリティ分野で需要が高い。ビルなどに設置したカメラから歩行者を切り出し連続的に追跡する。[16] 背景差分、時間差分を用い人のモデルを確率的に定義し、連続性を評価し個人をトラッキングする。また、近年では、ビデオストリームからの人の動きを抽出したり、多視点カメラからの3次元再構成問題として人の姿勢を復元したり、動作の補間をするシステムが提案されている[17]。これらの技術は、基本的にカメラが固定である。移動するロボ

ットからの人の姿勢認識は動く自己姿勢からの推定処理となり、固定カメラの手法はそのまま適用できない。

一方、ロボットの運動面では、転倒防備として、しりもちによる衝撃軽減を図る試みも行われている。[18] しかし、転倒の方向は極端に制限され、つまづきや急に押された場合など、現実に人共存環境で起こる全ての場合に対応できない。飛び起きも実現されている。[19] 多自由度の人間型ロボットにおいてこれらは、高速な制御と機械設計が必要とされる。玩具的な軽量ロボットであれば転倒の際の衝撃は少ないため、その後の復帰は可能である。しかし、人社会の中で何らかの活動支援を前提とするロボットは適正なサイズが要求され、軽量化技術は必然としてもこれらの運動能力の着実な進化は、人社会に馴染む安全な身体、機構の開発とともに今後の成果が期待できる。

その他に、人の支援では情報技術とロボット技術の連携がある。現在は、簡単な操作でロボットを扱えるようになっていない。そこで、ネットワークを利用したロボットサービスの実現も検討されているが、それと並行してロボットの状態をモニタする仕組みは、ロボットが人の活動を支援している間、サービスを実施している間に機能することで故障等による未然の事故防止、支援やサービスの中断を起こさないように予防的な対処が可能となる。

また、ロボットがネットワークに接続することによって移動し、かつ作業可能な情報端末としてのロボットの用途が考えられる。ASIMO においてもインターネットを経由して遠隔の人と ASIMO がつながる機能を搭載している。任意の場所にいる ASIMO に個人端末からアクセスし、その場の情報を動画像、音、文字情報により伝達するシステムである。WEB カメラなどの製品が普及してきている。それらは、固定遠隔カメラとして監視目的で利用されている。ロボットに搭載されたセンサ情報を遠隔に送信することで、移動しながら、ある目的地まで移動してその場の状況をより詳しく知ることが可能であり、留守宅の見回り、イベントの様子、人が入れない場所の状況の確認などが容易に実現に可能となり、固定カメラとは異なる移動ロボット特有の用途として今後様々な場面で利用されるだろう。同様の機能で、環境画像の再構成のツールとしてのロボット用途も考えられる。

5.まとめ

視覚処理と聴覚処理機能を用いた自律的機能を統合して ASIMO に搭載した。ASIMO は、簡単なタスクを実施できる。従来に比べより自然な応答性を示し、人とロ

ボットの親和性が向上した。視覚処理は、人などの移動体を同時に複数検出し、個人を識別、人の姿勢や仕草を識別してそれに応じた行動を行う。聴覚処理は、人の声と人以外の音を区別し、音源位置を判別する。それによって、呼んだ人を見たり、異常音への注視をする。また、マイクロフォンを人に対して向けるために音声認識の性能が向上した。地図管理システムやインターネットとの結合によって、ロボットを実環境下での定型的業務タスクとしての案内誘導や情報通知を行うことができる。遠隔のネットワークに参加したロボットの状態を管理するサーバを構築し、かつ個人端末からのアクセスを可能とし遠隔の様子を動画、音、文字の情報として得ることができる。

視覚情報処理を中心とした環境認識、人認識の技術は自律性向上に重要な役割をする。情報技術の利用もロボットの応用領域を広げる。しかし、技術は現実の環境変動に対応できていない。対環境ロバストな視覚センサと視覚情報処理が望まれる。音声処理においても同様である。センシング技術、ハードウェア、制御を含めた個々の研究成果を統合し、実環境での機能、性能評価とそのフィードバックがロボットを人と共存させるには不可欠である。

市場にあるペットロボット等を除く人の活動支援を目的とするロボットは使用する際にシステムの立ち上げ、運用の面でまだ多くの人手を要しているのが現状である。本当に人にとって役に立つロボットの出現は、センシング、ロボットの身体、システムが統合され、人がロボットを扱うのに負担がなくなったときであると考えられる。それまでは、周辺技術を整え、個々の技術を進化させ使用制限を緩めてゆくことになる。

近い将来、ロボット自身が状況を判断し、適切な行動を行える自律的知能と人・環境に対して安全な身体を持ったとき、ロボットは様々な場面で人を支援し、人は時間を有意義に使うことができるようになる。結果的に人の生活が楽になると考える。

References

- (1) Y. Sakagami, R. Watanabe, C. Aoyama, S. Matsunaga, N. Higaki, and K. Fujimura, "The intelligent ASIMO: System overview and integration," (IROS2002), pp.2478-2483,2002
- (2) SONY AIBO, PC Watch. 1999.7
<http://www.watchimpress.co.jp/pc/docs/article/990511/sony.htm>
- (3) 藤田善弘, "NEC におけるパーソナルロボットの開発", 日本ロボット学会誌, Vol.20, No.7, pp.676-679, 2002
- (4) H. Ishiguro, T. Ono, M. Imai and T. Kanda, "Development of an interactive humanoid robot "Robovie" An interdisciplinary research approach between cognitive science and robotics", Proc. Int. Symposium Robotics Research, 2001
- (5) 三菱重工, Wakamaru,
<http://www.sdia.or.jp/mhikobe/products/etc/robot.html>
- (6) テムザック, 番竜, <http://www.banryu.jp/>
- (7) 五十榎隆勝, "ヒューマノイドロボットプラットフォーム HRP-2 の事業化", 日本ロボット学会誌, Vol.22, No.1, pp.15-17, 2004
- (8) ビジネスデザイン研究所, ifbot
<http://www.business-design.co.jp/product/001/index.html>
- (9) 富士通, MARON-1, <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2003/03/13.html>, 2003
- (10) 東芝, ApliAlpha, iTmedia LifeStyle
<http://www.itmedia.co.jp/broadband/0304/05/lp01.html.2003>
- (11) Arkin, R.C., Behavior-based Robotics, MIT press, 1998.
- (12) 峯田憲一, 鶴浦清純, 池田哲夫, "レーンキープアシストシステムにおける白線認識システムの開発", Honda Technical Review, Vol.12, No.1, pp.101-108, 2000
- (13) ホンダエンジニアリング, HNDC-300,
http://www.honda.co.jp/news/2000/c000808a_1.html, 2000
- (14) 鏡慎吾, 小室孝, 石井抱, 石川正俊, "超並列ビジョンチップシステムを用いた高速ロボットビジョン", ロボティクス・メカトロニクス講演会, 1A1-50-070, 2000
- (15) 福井和弘, 山口修, "顔画像を用いた個人認証技術", 東芝レビュー, Vol.56, No.7., 2001,
- (16) T. Zhao and R. Nevatia, "Tracking Multiple Humans in Crowded Environment", IEEE, Comp. Soc. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2004), July., 2004
- (17) G. K. M. Cheung, S. Baker, J. Hogins and T. Kanade, "Markerless Human Motion Transfer", Proceedings of the 2nd International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission, September, 2004.
- (18) 金弘文男, 金子健二, 藤原清司, ほか, "ヒューマノイドの転倒回復機能の実現", 日本ロボット学会誌, Vol.22, No.1, pp.37-45, 2004
- (19) K. Terada, Y. Ohmura and Y. Kuniyoshi, "Analysis and Control of Whole Body Dynamic Humanoid Motion -- Towards Experiments on a Roll-and-Rise Motion" Proc. of 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2003), October, 2003