

アドバンストな環境認識センサとその処理方法

日 時：2012年09月25日（火）09:30～17:25

会 場：東京大学 本郷キャンパス 工学部2号館 233号室

参加者数：50名

オーガナイザ：大槻真嗣（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）

<概要>

ロボットの行動を決定するためには、周囲環境を定量的に認識することが重要です。近年、赤外光を利用した二次元測域センサやマルチレンズのカメラシステムなど、機械特有の優れた機能を利用したアドバンストな環境認識センサの開発が進められています。これらのセンサは、ロボットによる環境認識の確度を高めるだけでなく、人には感じることでできない情報を定量化することで様々な応用先を提供してくれます。

本セミナーでは、赤外線による環境認識、画像による力や加速度の計測、コンピュータビジョンによる環境認識等、レーザーによる環境認識等の最新的话题を7名の講師の先生方から詳しく解説していただきました。



講演会場の風景

第1話 サーマグラフィカメラによる赤外線センサ計測とその応用

日本アビオニクス株式会社 村上 正肥様



赤外センサを利用したサーモグラフィカメラの動作原理と応用について詳しく解説していただきました。また、精度よく温度計測を行うための手法と注意点を教示していただき、さらに、赤外線センサを利用した最新技術動向や赤外線センサ計測の応用例である赤外機器システム事例について紹介していただきました。

第2話 対象物の温度を知るための遠赤外線センサのハードウェア

東京大学 高畑 智之先生



遠赤外線を計測する各種センサデバイスとして、焦電センサ、マイクロボロメータ、サーモパイル等の原理を紹介していただいた。物体はその温度に応じたスペクトルの電磁波を放射しており、例えば、常温に近い物質であれば波長 $10\mu\text{m}$ 付近の遠赤外線を計測することで、対象物の温度を知ることができることを解説していただいた。さらに、近年の研究、特に遠赤外線センサを小型・軽量化する研究について解説していただいた。

第3話 モアレ縞を用いた微小変位可視化メカニズムと画像処理を用いた計測システム

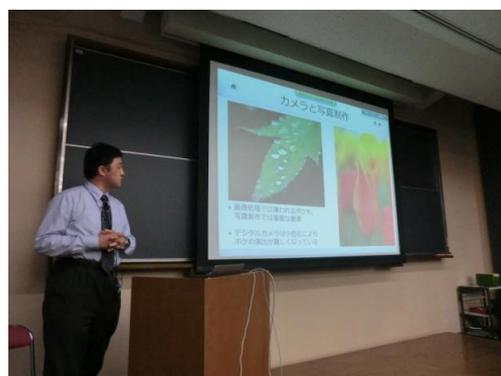
広島大学 高木 健先生



力、圧力、加速度などの物理量は微小な変位より計測されることが多いため、この変位を直接人間が目視できれば様々な分野に応用できる、そのような発想の源について説明いただいた。具体的に、モアレ縞を応用し変位を視覚的に拡大表示することで、電気的な要素を用いることなく、縞模様や文字にて変位を提示できるメカニズムについて解説いただいた。応用例として、ロボットグリッパや手術器具の把持力の提示、橋や建物などの構造物の健全性の検査を目的とした振動加速度の可視化、また構造物のひずみを検査するための高精度な計測例等を解説していただいた。

第4話 コンピュータショナルフォトグラフィ技術に基づく距離計測法の新展開

広島市立大学 日浦 慎作先生



最近話題を集めているコンピュータショナルフォトグラフィについて解説していただいた。これは光学系と処理方法の工夫によりカメラに新たな機能や性能を付与するための技術であり、その用途の1つとして画像からのぼけの除去を挙げていただいた。またその反対に、主要被写体の前後の物体の像をぼかす、ぼけ生成も可能であるが、これらの過程でシーンの奥行き情報が必要であり、距離推定に関する新たな取り組みがなされる素地となっている旨もご紹介いただいた。コンピュータショナルフォトグラフィ技術とそれによる距離計測を、ステレオ画像認識など従来の距離計測法と対比しながら解説していただいた。LYTRO社製のライトフィールドカメラを用いたぼけ除去についても例証いただいた。

第5話 ロバストな環境認識を実現する測域センサの機能

北陽電機株式会社 森 利宏様



測域センサを我々が暮らす実空間で使用したときの問題点とその対策方法について説明していただいた。また、屋外での使用を想定した IP67 の構造とマルチエコー機能がある測域センサや最新の IP69 の Tough URG などをご紹介いただいた。また、屋外でロボットを安定して稼働させるための測域センサに求められる機能性能、例えば太陽光より強い光、霧、雨等の存在する自然環境下での距離認識において、高いロバスト性を有することを詳説いただいた。さらに、測域センサの実機を用いたデモを通して、マルチエコー機能の有効性を実証していただいた。

第6話 レーザスキャナを利用した移動ロボットのための三次元環境計測

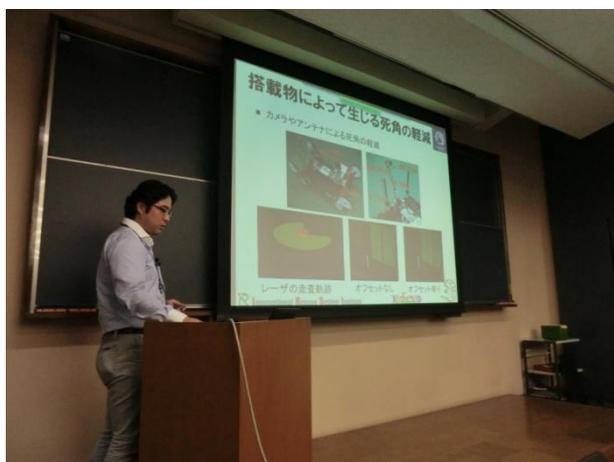
千葉工業大学 吉田 智章先生



測域センサを用いた三次元計測について、その方式およびデータ処理方法について解説していただいた。整った環境では水平に設置したレーザスキャナだけで十分な情報が得られるが、屋外など雑然とした環境では不十分なことが多い旨実例を通して説明していただいた。また、その解決策として、測域センサを様々な方向へ回転させることで、垂直方向にも広がりのある視野を持たせる方法について詳説いただいた。さらに、実例として講演者らの開発したロボット、Quince および Papyrus での三次元環境計測について紹介していただいた。

第7話 移動ロボットによる三次元計測と特徴量を用いた空間の分類

東北大学 大野 和則先生



測域センサを用いた空間の三次元点群の計測とつなぎ合わせて地図を構築する方法，計測した三次元点群を対象ごとに分類する方法について基礎的な部分から応用まで説明していただいた．また，測域センサを搭載した不整地走行ロボットを用いた地下鉄や倒壊した建物の三次元計測，得られた三次元点群の特徴量を用いて瓦礫や細い構造物などに点群を分類する研究等についても合わせて紹介していただいた．さらに，メッシュ状の物体や霧の認識についても実験結果等と合わせて詳説していただいた．

上記のように本セミナーでは，周囲環境を定量的に認識するセンサシステムからハードウェア，ソフトウェア，様々な側面から講師の方々にご解説いただいた．いずれも人間の感覚を超えた，機械特有の優れた機能を利用したアドバンスな環境認識センサであり，これらを利用したロボットシステムの開発が今後期待される．特に火山地帯や他の惑星など，人間が行くことのできない自然環境において，人間の感覚以上の機能・性能を持った環境認識センサを有するロボットが人間の役割を果たすことを期待している．

2012年10月2日

文責 大槻真嗣 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)



RSJ

第72回 ロボット工学セミナー

アドバンストな環境認識センサとその処理方法

日時：2012年09月25日（火）09:30～17:25

会場：東京大学 本郷キャンパス 工学部2号館 233号室（東京都文京区本郷7-3-1）

アクセス：http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_04_03_j.html

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/map01_02_j.html

「東大前駅」（南北線）徒歩5分、「本郷三丁目駅」（丸ノ内線、大江戸線）徒歩10分、「根津駅」（千代田線）徒歩10分

定員：70名（定員になり次第締め切ります）

参加費：当学会及び協賛学会の正会員／8,400円、会員外／12,600円、学生（会員、非会員を問わず）／4,200円、

当学会賛助会員 招待券ご利用／無料、優待券ご利用／4,200円、左記サービス券なし／12,600円

・賛助会員の皆様へ：上記の招待券（2枚／口）及び優待券（10枚／口）は、年頭に各賛助会員学会窓口様宛に配布させて頂いておりますので有効にご活用ください。

・課税について：当学会及び協賛学会の正会員、学生（会員、非会員を問わず）の場合の参加費は不課税、それ以外の場合の参加費は税込となりますのでご通知おき下さい。

口上：ロボットの行動を決定するためには、周囲環境を定量的に認識することが重要です。近年、赤外光を利用した二次元測域センサやマルチレンズのカメラシステムなど、機械特有の優れた機能を利用したアドバンストな環境認識センサの開発が進められています。これらのセンサは、ロボットによる環境認識の精度を高めるだけでなく、人には感じることのできない情報を定量化することで様々な応用先を提供してくれます。本セミナーでは、最新の環境認識センサのハードウェアとデータの処理方法について講師の先生方から解説していただきます。

オーガナイザー：大槻 真嗣（宇宙航空研究開発機構）

13:30-14:30 第4話 コンピュータショナルフォトグラフィ技術に基づく距離計測法の新展開



広島市立大学 日浦 慎作

コンピュータショナルフォトグラフィは、光学系の工夫によりカメラに新たな機能や性能を付与するための技術であり、その用途の一つとして画像からのぼけの除去が挙げられる。またその反対に、主要被写体の前後の物体の像をぼかす、ぼけ生成も可能であるが、これらの過程でシーンの奥行き情報が必要であり、距離推定に関する新たな取り組みがなされる素地となっている。また、ぼけ除去技術は画像計測における被写界深度の問題を解決しうることから、ステレオ法などの従来の距離計測法との融合的な研究も行われている。本講演ではコンピュータショナルフォトグラフィ技術とそれによる距離計測を、従来の距離計測法と対比しながら解説する。

WEBサイト：<http://www.rsj.or.jp/seminar> よりご確認ください。

講演内容：

09:30-09:35 <開会挨拶・講師紹介>

09:35-10:25 **第1話** サーモグラフィカメラによる赤外線センサ計測とその応用



日本アビオニクス株式会社 村上 正肥

赤外センサを利用したサーモグラフィカメラの動作原理と応用について解説し、また、精度よく温度計測を行うための手法と注意点を示す。さらに、赤外線センサを利用した最新技術動向や赤外線センサ計測の応用例である赤外機器システム事例について紹介する。

10:25-11:15 **第2話** 対象物の温度を知るための遠赤外線センサのハードウェア



東京大学 高畑 智之

物体はその温度に応じたスペクトルの電磁波を放射しており、常温に近い物質であれば波長10 μm 付近の遠赤外線を計測することで、対象物の温度を知ることができる。ロボットが周囲の温度をもとに人や温度の高い物を認識することで、ロボットの機能をより高めることが期待できる。しかしながら、そのためにはロボットに搭載可能なセンサが必要となる。本講演では、遠赤外線を計測する各種方法を概観し、さらに近年の研究、特に遠赤外線センサを小型・軽量化する研究について解説する。

11:15-12:15 **第3話** モアレ縞を用いた微小変位可視化メカニズムと画像処理を用いた計測システム



広島大学 高木 健

力、圧力、加速度などの物理量は微小な変位より計測されることが多い。この変位を直接人間が目視できれば様々な分野に応用できると考え、モアレ縞を応用し変位を視覚的に拡大表示することで、電気的な要素を用いることなく、縞模様や文字にて変位を提示できるメカニズムを開発した。応用例としてロボットグリッパや手術器具の把持力を提示できることを紹介する。また、このメカニズムを撮影し画像処理すれば詳細な値を遠隔かつ無線にて取得することも紹介する。応用例として、建造物の健全性の検査を目的とし、振動の加速度を可視化するものと、ひずみを検査するための高精度なものを紹介する。

12:15-13:30 <休憩（昼食）>

14:30-15:20 **第5話** ロバストな環境認識を実現する測域センサの機能



北陽電機株式会社 森 利宏

測域センサを我々が暮らす実空間で使用したときの問題点とその対策方法について説明する。昨年発売したEther-Topは屋外での使用を想定したIP67の構造とマルチエコー機能がある。しかし、その機能がロバストな環境認識を保障したわけではなく、測域センサからのデータの処理がロボットの環境認識能力に求められる。屋外でロボットを安定して稼働させるための測域センサに求められる機能性能について説明する。

15:20-15:40 <休憩>

15:40-16:30 **第6話** レーザスキャナを利用した移動ロボットのための三次元環境計測



千葉工業大学 吉田 智章

整った環境では水平に設置したレーザスキャナだけで十分な情報が得られるが、屋外など雑然とした環境では不十分なことが多い。そのため垂直方向にも広がりのある視野を持つ、三次元計測が必要となる。本講演ではレーザスキャナを用いた三次元計測について、その方式およびデータ処理方法について解説する。また、実例として講演者らの開発したロボット、QuinceおよびPapyrusでの三次元環境計測について紹介する。

16:30-17:20 **第7話** 移動ロボットによる三次元計測と特徴量を用いた空間の分類



東北大学 大野 和則

従来から不整地を走行するクローラロボットを用いて地下鉄や倒壊した建物の三次元計測や得られた三次元点群の特徴量を用いて瓦礫や細い構造物などに点群を分類する研究が行われている。本講演では、レーザ距離計を用いた空間の三次元点群の計測とつなぎ合わせて地図を構築する方法、計測した三次元点群を対象ごとに分類する方法について基礎的な部分から応用まで説明する。また、小型レーザ距離計が切り開く新たな応用について概要を説明する。

17:20-17:25 <閉会挨拶>