

## 「フットニクインテリジェンスの様相」開催報告

世話人 山本裕紹（宇都宮大学）

昨今、ビッグデータの活用、AI、ディープラーニングなどのソフトウェア技術が新聞紙面を賑わしている現状に対して、光・フォトニクスの貢献は通信やストレージなどのバックボーンだけであろうか？実世界と情報システムの界面において、光・フォトニクスの果たす役割が大きい。このような状況を背景に、本シンポジウムは、「3. 光・フォトニクス」分科企画シンポジウムとして、9月15日に開催された。

冒頭では、イントロダクトリートークとして、時々刻々と変化する実世界情報の取得が変革をもたらす可能性について世話人が述べた。たとえば、ディスプレイ分野においてビデオレートは人間の要求充足ラインを満たす程度である。このような低フレームレートの外界情報に基づいてロボットの制御や自動運転を設計することは、不確実な現実世界を予測する処理が増える。ビデオレートを遙かに超える高速画像処理技術と高速処理・制御技術が可能になれば、予測すら不要になりえる。

まず、時間軸上の極限技術として、「時間極限イメージング」について栗辻安浩博士（京都工芸繊維大学）により光パルスの伝搬を記録再生する、Light-in-flight ホログラフィー技術についての招待講演が行われた。超短パルスレーザーを用いて、時刻に応じてホログラム記録材料上で異なる位置に干渉縞が記録されることにより、光が伝搬する様子が記録される。ガラス内を伝搬する光の屈折、回折格子を透過時の光の伝搬、分散プリズムでの屈折と反射の様子などがストップモーションムービーのように観察された。最近では、高速カメラを用いた Digital Light-in-flight ホログラフィーが実現されている。光通信、レーザー微細加工、レーザーナノサージェリーにおいて、光の伝搬を可視化することで性能向上に応用できる可能性が示された。

つぎに、「高速性がもたらす実世界把握・提示の新展開」と題して渡辺義浩博士（東京大学）により、センシングとディスプレイの間を人間の目をはるかに超えるカメラでつなぐことで可能になる情報システムの実証例についての招待講演がなされた。高速カメラを用いることで、高速な現象を認識できることとタスク時間を短縮できることが情報システムの設計概念を根幹から変革する。実証例として、超並列画像処理アーキテクチャと高速画像計測、高速3次元計測とその情報再構築、超高速書籍電子化技術(書籍の3次元運動を完全に把握することでページをめくるだけでスキャンが可能になる技術。高速自動ページめくり技術も開発し、1分間に250ページ(文庫本の平均ページ数)を取得する技術)、その他、高速ビジョンとユーザーインタフェース、高速ディスプレイについて紹介がなされた。

山口雅浩博士（東京工業大学）の招待講演「ハイパースペクトル画像による空間・波長融合パーセプション」では、物体の物理的な特徴をより正確に取得することが新たな展開につ

ながるといふ方向が提案された。計測技術としての分光イメージングを、そのまま、実世界における一般の物体認識に使うことは難しい。時空間分解能の制約を克服する方法として、高解像度RGB画像と低解像度スペクトルデータによる複合解像度型分光イメージングの設計思想が述べられた。さらに、ケーススタディとして、ハイパースペクトル画像を用いた海上における人間検出の実現が紹介された。スペクトル情報を取得することで、1画素程度の大きさでも人間を検出できるようになる。その他、単一ハイパースペクトル画像からの蛍光・反射成分分離とアンミキシングや病理染色標本の分光画像に対するデジタル染色技術について紹介がなされた。

続いて、「ピクセル偏光カメラのキャリブレーションとその応用」と題して大谷幸利博士（宇都宮大学）から、ピクセル偏光カメラを用いた高速複屈折計測、ストークス・パラメータ計測、分光ストークス・パラメータと複屈折計測についての招待講演がなされた。分光ストークス・パラメータの測定においては、位相子の波長依存性をパラメータとして導入する。ピクセル偏光カメラのキャリブレーションにおいては、各偏光子アレイのエッジによる散乱でクロストークを生じることと消光比の違いが課題となるため、未知数の中に消光比の違いを表すパラメータを入れることなど、実用上の工夫が紹介された。

シンポジウムの終盤は、物理構造を巧みに用いた知能実現についての招待講演が2件なされた。成瀬誠博士（情報通信研究機構）による招待講演「光物質系の複雑ダイナミクスを用いた物理的強化学習」においては、自然界の構造を活用するナチュラルインテリジェンスの概念が解説された。強化学習や多本腕バンディット問題と呼ばれる問題に対して、光物質系の揺らぎと非局所性を用いるアプローチが紹介された。圏論の枠組みを使うことで複雑な意思決定問題の様相を理解して、半導体のナノワイヤーやレーザーカオスなどの物理系に置き換えることで超高速強化学習が可能になる。また、齋木敏治博士（慶応義塾大学）による招待講演「ナノ光学・流体力学を基盤としたコンピューティング機能の物理実装」は、Implementation of natural intelligence を主題として、機能発現の必要条件を見抜き、それを現実の物理系に実装して実際に動かしながら理解を深化させる取り組みについて招待講演がなされた。とくに、ナノ光学と流体力学は、多様性と複雑性を内在しているため、機能化に適している。カルコゲナイドの相変化材料を利用した情報処理、さらに、流体を用いた相互作用の導入について解説がなされた。Implementation of swarm intelligence（アリの経路探索のような知性）のために、ブラウン運動する金ナノ粒子をエージェント、相変化材料（結晶化）をフェロモンに相当する形での実装が紹介された。アモルファス相の上をポリスチレンビーズが移動する様子はまるでアリの動きのようであり、今後の展開が期待される。

現在脚光を浴びているビッグデータ・人工知能・ディープラーニングといった分野では、質は低くとも自然に集まる大量のデータを用いることで知識を獲得している。光・フォトンクスによる高速画像技術や分光・偏光イメージングにより、実世界の物理情報をより正確に取得できれば、インテリジェンスの新たな展開につながることを期待される。