

産業用カメラ「LuFact」シリーズの開発

笹井義史, 大河内潤, 中野雅弘, 吉岡玄史, 金丸謙介, 本 佳弥, 近藤俊介

Development of Industrial Camera “LuFact” Series

Yoshifumi SASAI, Jun OKOCHI, Masahiro NAKANO, Genshi YOSHIOKA,
Kensuke KANAMARU, Yoshiya MOTO and Shunsuke KONDO

「LuFact (ルファクト)」は、ニコンが長年コンシューマー向けカメラ製品で培ってきた信頼性の高い技術を搭載した産業用カメラである。2022年7月にGigE Visionに対応したA1000-G、USB3 Visionに対応したA1000-Uと高感度200万画素のモノクロカメラ AH020-MR、800万画素のモノクロカメラ AH080-MRの2種類のカメラヘッドを発売した。また、2023年3月にGigE Vision、および、AI処理が可能な処理ユニットA2000-Gと800万画素のカラーカメラ AH080-CR、500万画素のグローバルシャッター方式のモノクロカメラ AH050-MG、CH050-MGの3種類のカメラヘッドを開発した。ここでは、LuFactシリーズの開発要素について説明する。

“LuFact” is an industrial camera equipped with highly reliable technology that Nikon has cultivated over several years under its consumer camera product category.

In July 2022, A1000-G, A1000-U, and two types of camera heads, AH020-MR and AH080-MR, were released. In March 2023, we developed the A2000-G and three types of camera heads: AH080-CR, AH050-MG, and CH050-MG.

This section describes the development elements of the LuFact series.

Key words 産業用カメラ, GigE ビジョン, EtherNet/IP, 高信頼性, エッジコンピューティング
industrial camera, GigE Vision, EtherNet/IP, high reliability, edge computing

1 はじめに

「LuFact (ルファクト)」は、ニコンが長年コンシューマー向けカメラ製品で培ってきた信頼性の高い技術を搭載した産業用カメラである。2022年7月にA1000-G/A1000-Uと2種類のSマウントカメラヘッドAH020-MR、AH080-MRを発売、2023年3月にAI処理ユニットA2000-Gと2種類のSマウントカメラヘッドAH080-CR、AH050-MG、および、1種類のCマウントカメラヘッドCH050-MGを開発した (Fig. 1)。

ここでは、LuFactシリーズの開発要素について解説する。



Fig. 1 LuFact シリーズ

2 小型・分離設計

イメージセンサーを実装するカメラヘッドと画像処理ICを実装する画像処理ユニットに分離し、カメラヘッドの超小型化を実現した。Sマウントモデルのカメラヘッドでマウント面視20mm×20mmのサイズながら、基板レイアウト、部品配置を最適化することで1/1.8型800万画素のイメージセンサーまで対応している (Fig. 2)。小型化により既設の装置や生産ラインへの設置自由度も向上する。

また、カメラヘッドとユニット間のケーブル長は、長距離伝送に適したエンベデッドクロック方式の差動信号、配



Fig. 2 カメラヘッド (Sマウント)

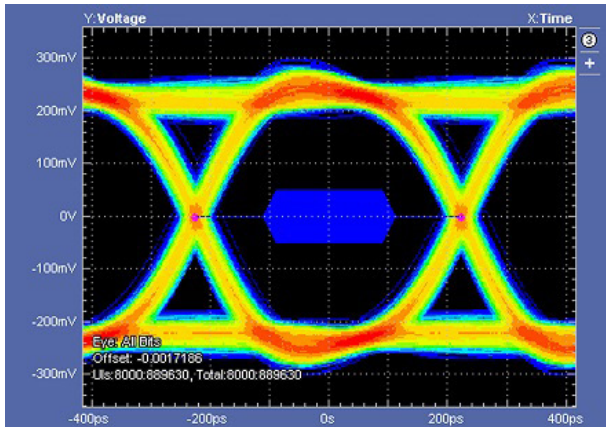


Fig. 3 差動信号アイパターン (ケーブル長: 10 m)

線パターンの最適化、および、減衰した信号を補償するイコライジング機能を利用し、10 mまで延ばすことができる (Fig. 3)。

熱源となる画像処理ユニットとカメラヘッドを分離することで、カメラヘッドの温度上昇が大幅に低減する。温度上昇によるカメラの動作停止を抑制するだけでなく、温度の影響を避けたい装置への取り付けも可能となる。

3 サポートする通信規格

LuFact では複数の通信規格に対応し、顧客の使用環境、目的に応じて使い分けることが可能である。

現在、A2000-Gがサポートする通信規格は 1. GigE ビジョン規格、2. RTSP/RTP ストリーミング規格、3. EtherNet/IP 規格に対応している。ここではそれぞれの規格と A2000-G における用途について説明する。

3.1. GigE ビジョン規格

GigE ビジョン規格は米国の自動化エコシステムの業界団体である、AAA (Association for Advancing Automation) が標準化した画像転送の規格である。主に産業用デジタルカメラおよびその対向 (PC 上で動作するアプリケーションソフトウェアなど) への適用を目的としている。通信プロトコルの下位層に Gigabit Ethernet を用い低コストの標準ケーブルやネットワーク機器の使用と、長距離、高速の画像転送を可能にした。標準化に準拠した製品は相互接続が可能、世界中の企業から数百の規格準拠製品が提供されている。

GigE ビジョン規格は、デバイス検出、制御プロトコル (GVCP)、画像転送プロトコル (GVSP) およびフォーマットの 3 部で構成されている (Fig. 4)。また、ソフトウェアインタフェース規格に GenICam, SFNC を採用している。

A2000-G では GigE 規格対応アプリケーションソフトウェアが工場出荷時に自動起動するように設定されている。また、PC で動作する LuFact Utility アプリケーションソフトウェアの提供も行い、ユーザーは A2000-G 購入後すぐに

アプリケーション層	GVCP GigE Vision Control Protocol	GVSP GigE Vision Streaming Protocol
トランスポート層	UDPポート番号	
ネットワーク層	IPアドレス	
リンク層	MACアドレス	

Fig. 4 GigE Vision

GigE 規格カメラとして動作することができる。

3.2. RTSP/RTP ストリーミング規格

RTSP は Real Time Streaming Protocol の略であり、IETF において RFC2326 として標準化されたストリーミング制御プロトコルである。RTP はリアルタイムトランスポートプロトコルの略であり、IETF において RFC3550 として標準化、音声や動画などのデータストリームをリアルタイムに配送するデータ通信プロトコルである。ストリーミング下層には UDP を用いる (Fig. 5)。

RTP は RTCP とともに使用され、RTP の主な役割はジッタの補償、データ欠落の検出となっている。

A2000-G では LuFact Streaming アプリケーションソフトウェアが RTSP/RTP プロトコルを使用している。RTSP については、必須メソッド (DESCRIBE, OPTIONS, PLAY, SETUP, TEARDOWN) のみ TCP/IP 上に実装している (画像に関する設定は別方法で実装)。RTP に関しては、音声なし、画像は MPEG/AVC (H. 264) 符号化フォーマットを適用したのち、転送する仕様となっている。

アプリケーション層	RTCP	RTP
トランスポート層	TCPポート番号	UDPポート番号
ネットワーク層	IPアドレス	
リンク層	MACアドレス	

Fig. 5 RTSP/RTP

3.3. EtherNet/IP 規格

EtherNet/IP は産業用ネットワーク規格の 1 つで、標準 Ethernet をベースにすることでインターネットおよびエンタープライズ接続と、産業用自動化アプリケーションを同時に提供する規格である。アプリケーション層は CIP (Common Industrial Protocol) を使用し、下層に TCP, UDP を使用する (Fig. 6)。CIP は制御レベル、情報レベル通信に適用する EtherNet/IP の他に、センサーやアクチュエーターレベルの通信に適用する CompoNet、デバイスレベル通信に適用する DeviceNet、および、それら通信のセキュリティや時刻同期、多軸モーション制御などで構成される。アプリケーションソフトウェアは CIP ネットワークで統合されたシステム全体を管理するように作成することも

可能である。米国に本部を置く非営利団体である ODVA (Open DeviceNet Vendors Association) が EtherNet/IP を含む CIP の規格管理、認証を行う。

定期的な通信であるインプリシット通信と、イベントなど任意のタイミングで通信できるエクスプリシット通信の大きく2種類の通信をサポートする。他の産業用ネットワークと比較してTCP/UDP/IPとの親和性が高いのが特徴である。

A2000-G では、この EtherNet/IP 通信規格を採用、PLC (Programmable Logic Controller) との通信に EtherNet/IP を使用している。

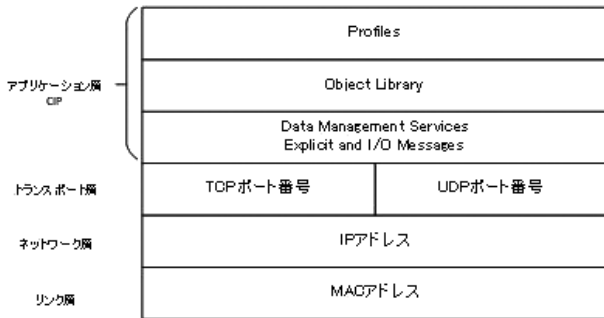


Fig. 6 EtherNet/IP

4 暗所性能

カメラヘッド AH020-MR には、有効画素数213万画素、裏面照射型モノクロ高感度イメージセンサーを搭載した。照明装置が設置できない環境においても少ない光を電気信号に変換することができる。ゲインによるノイズ増幅を抑えながら照明装置を設置することなく明瞭な画像の取得が可能である (Fig. 7)。



Fig. 7 AH020-MR 暗所性能

5 高信頼性

産業用カメラは、24 h、365日の連続動作が求められる。安定動作に必要な要素の1つとして、温度がある。ユニットは高負荷な画像処理に耐えられるように熱シミュレーションを繰り返し、ヒートシンク形状、冷却ファンのサイズを決定した (Fig. 8)。最大負荷時でも過熱保護 (サーマルシャットダウン) による動作停止を起こすことなく安定動作を実現した。

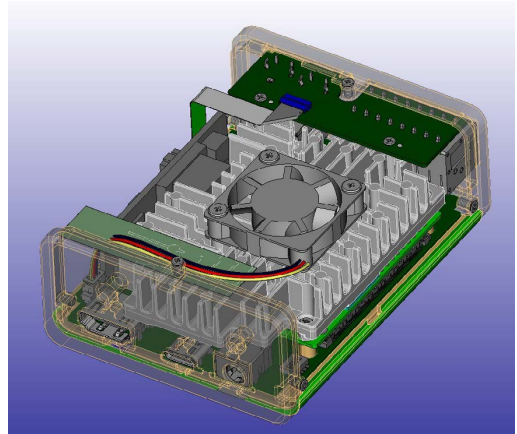


Fig. 8 高信頼性

6 エッジコンピューティング

LuFact A2000-G は、AI が可能な CPU を実装している。画像データを PC、サーバーなどに転送することなく部品欠品などの検査が可能である (Fig. 9)。

バーコードリーダーでシリアルナンバーを読み取り、検



Fig. 9 部品欠品検査

査データとの紐づけ、不良発生時には、PLC、あるいは、積層信号灯を点灯させ、異常を通知させることができる。

7 まとめ

LuFact シリーズは、従来の産業用カメラとしての用途に

とどまらず、エッジコンピューティングによる検査が可能である。ニコンの持つ画像解析技術とAIを組み合わせ、スマートファクトリーの実現に貢献したいと考えている。

最後に、LuFact の開発に尽力いただいた多くの方に深く感謝する。

笹井義史 Yoshifumi SASAI
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit

大河内潤 Jun OKOCHI
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit

中野雅弘 Masahiro NAKANO
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit

吉岡玄史 Genshi YOSHIOKA
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit

金丸謙介 Kensuke KANAMARU
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit

本 佳弥 Yoshiya MOTO
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit

近藤俊介 Shunsuke KONDO
デジタルソリューションズ事業部 第二開発・技術部
2nd Development Department
Digital Solutions Business Unit