

産業用イーサネットと商用イーサネット



2020年4月2日 / 一般

フルーク・ネットワークス “ケーブリング・クロニル” ブログより転載・翻訳

<https://jp.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/industrial-ethernet-vs-commercial>

はじめに

イーサネットは、ローカル・エリアまたはワイド・エリア・ネットワーク内のデバイス間でデータを伝送するための事実上の物理層通信プロトコルであることは誰もが知っています。下位互換性、信頼性、および比較的低コストを維持しながら、より高いレベルのパフォーマンスを提供するために長年にわたって進化してきました。そのため、広く人々によって利用されています。

最近、皆様は「商用イーサネット」および「産業用イーサネット」という言葉用いた文脈の中でイーサネットが使用されるのを聞いたことがあるかもしれません。どちらもイーサネットと見なされており、MAC アドレスを介して通信機器との間で情報を送受信するためにフレームを利用しているものですが、情報の送受信方法やネットワーク・トポロジー構成から、コンポーネントやテストの考慮事項まで、まったく同じではありません。

2つの主な違いを見てみましょう。

時間とリアルタイム性(時間確定性)

標準的な商用イーサネットは、CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection: 搬送波感知多重アクセス/衝突検出) を使用しているため、本質的にリアルタイム対応ではありません。これにより、ネットワークと宛先アドレスを検出(CSMA: 搬送波感知多重アクセス) し、機器が別の機器と同時に情報を送信しようとしたことを認識 (CD: 衝突検出) できるようになります。衝突が検出されると、送信が停止し、送信が可能になったときに再度送信されます。つまり、特定の packets が宛先に到着するまでにかかる時間を決定することはできません。つまり、「時間確定性」をもった通信ではありません。

衝突検出は企業情報を効果的に送信するのに最適である一方で、潜在的に数百ミリ秒にもなるわずかな遅延が発生します。これは、一般の企業ネットワーク環境で私たちが実際に気づいたり気にかけたりすることではありません。しかし、産業環境における自動化および制御システムは、必要な場所と時間に正確に到着する情報に依存しているため、わずかな遅延でも受け入れられません。そのため、産業環境での機器レベルでの通信は、時間に敏感な伝送とリアルタイム性を提供する Profibus や Modbus などのプロトコルに長い間依存してきました。

ありがたいことに、IEEE 802.1 Time-Sensitive Networking (TSN) タスク・グループは、時間同期を使用した新しい優先順位付けメカニズムとアルゴリズムでこの問題に対処することができました。これにより、データ・リンク層でタイム・クリティカルな情報を送信するための一連の時間決定論的 (deterministic) かつリアルタイムなイーサネット標準が実現しました。これは、最もタイム・センシティブなモーション・コントロール・アプリケーションにも理想的です。一言で言えば、TSN はイーサネットに産業グレードの要件をもたらすものです。

トポロジーの潜在的なバリエーション

商用イーサネット・ネットワークはほとんどの場合スター・トポロジーで構成されますが、産業用イーサネットには多くの場合、さまざまなアプリケーションに適合するようにスター・トポロジー、リング・トポロジー、およびバス・トポロジーの組み合わせが含まれています。産業用アプリケーションではマルチ・ドロップまたはマルチ・セグメントと呼ばれるバス・トポロジーは、複数のノードが共通のリンクを共有する必要がある場合に一般的です。そのため、新しい 10BASE-T1L シングル・ペア・イーサネットでは、最大 10 個のインライン・コネクタを使用できます。

さらに、階層型スター・トポロジーは商用イーサネットに理想的ですが、産業用イーサネットにはさらに優れた冗長性が求められ、障害ポイントが一つでもないことが求められます。この目的のために、産業用イーサネットは、障害時の待機システムへの切り替えを行うゼロ・フェイル・オーバー機能を介して、生産体制時のダウンタイムを最小限に抑えるハイブリッド・スター・リング・トポロジーを採用しています。IEC 62439-3 で定義されている高可用性シームレス冗長性 (HSR) などの新しいプロトコルは、受信ノードが最初に到着したパケットを受け入れ、そして 2 番目を無視するように、各パケットを同時に両方向に送信することにより、環状構造でリカバリ時間のゼロ化を実現するように設計されています。

より優れたコンポーネント保護

[以前のブログ](#)で強調したように、産業用イーサネットに使用されるコネクタは、より厳しい機械的要因、侵入の可能性、極端な温度、化学物質、および電磁干渉に耐える必要があるという点でも異なります。したがって、市販のイーサネット RJ-45 コネクタと比較して、はるかに耐久性があり、恒常的な振動に対処するように設計されている M12 および M8 ロック・スレッド・コネクタが使用されることがよくあります。ケーブルも過酷な環境に耐えられる必要があります。そのため、ケーブルは、より高い引張強度と耐薬品性、および柔軟性のためのより多くのストランド数 (撚線数) を備えたジャケット材料を備えています。また、コネクタとケーブルの両方は、より厳しい M.I.C.E に適合する必要があります。ここで示す M は機械的 (屈曲、振動)、I は侵入 (湿気)、C は気候 (温度)、E は電磁 (ノイズ) を意味するパラメータで、産業用ネットワークのコンポーネントを分類するために使用されます。MICE 規格は、EtherNet/IP、ProfiNET、EtherCAT、Modbus-TCP などを含むすべての産業用イーサネット・プロトコルに適用されます。

異なるのはケーブルとコネクタだけではありません。イーサネット・スイッチ自体も、より広い温度範囲、衝撃、振動などに耐える必要があります。多くの場合、DIN レール取り付け具を使用して工業用鋼製エンクロージャに収容されます。また、優れた信頼性と冗長性も必要です。商用グレードのイーサネット・スイッチには通常、単一の電源がありますが、産業用イーサネット・スイッチにはほとんどの場合、電源は二重化されています。

独自のテストとトラブルシューティング

産業用イーサネットの問題の半分以上はケーブル接続に起因する可能性があります。そして、より過酷な産業環境がその問題に関与することとなり、試験やトラブルシューティング時にその要因として探るべきものも変えることが求められます。たとえば、産業用イーサネット・ケーブルでは、屈曲、振動、腐食、温度変化によって導通問題が発生する可能性があります。導通テストでは接続がオープン（解放）であることがわかりますが、開放までには至っていない不完全な接続状態を見つけるには、個々の導体の抵抗を測定する必要があります。これは、フルーク・ネットワークスの DSX シリーズ・ケーブルアナライザーで DC 抵抗の不均衡を試験することで実現できます。このテスターは、ペアの各導体間の抵抗の違いを調べます。仮にその違いが大き過ぎる場合は、接続不良を示している可能性があります。

電磁干渉（EMI）（M.I.C.E の「E」）も、産業用イーサネット・パケットに損傷を与える可能性があります。ケーブルが EMI の影響を受けやすいかどうかを判断するために、DSX ケーブルアナライザー は、TIA と ISO の M.I.C.E 規格の両方で規定されている横方向変換損失（TCL）と等レベル横方向変換伝達損失（ELTCTL）を試験します。試験時には、M.I.C.E 規格に対するリミットを環境の「E」レベル、すなわち、商用オフィス環境用では E1、強力な EMI 発生源に近い環境では E3、E1 ゾーン と E3 ゾーンの間のカテゴリー配線には E2 というようにテスター上で選択ができます。

もちろん、試験するときは、テスターに適切なインターフェースが装着され、試験の設定が正しく行われていることも確認する必要があります。産業分野の導入では、クロスコネク（相互接続）を用いないインターコネク（直接接続）によるポイント・ツー・ポイントの配線構成で両端が M12 タイプのコネクタが終端されたケーブルがよく見られます。これは、基本的に長いパッチコードによる配線になります。従来のチャンネル・テストでは両端のプラグ性能が試験結果に含まれていないため、ISO/IEC は 11801-3 規格にエンド・ツー・エンド（E2E）テスト規格を追加しました。この試験は、DSX シリーズ・ケーブルアナライザーで利用可能な DSX M12D または M12X アダプターを使用して実行できます。これらのポイント・ツー・ポイント・リンクの中には、一方の端が M12 タイプのコネクタに、もう一方の端が RJ45 タイプのプラグに終端されているものに見られます。このような場合、フィールドで終端された RJ45 プラグ性能を確認するため、一方の端に M12 アダプター、もう一方の端に RJ45 プラグ用のパッチコード・アダプターを DSX ケーブルアナライザーに装着して試験する必要があります。

産業用イーサネットについてもっと詳しくお知りになりたい方は[ここをクリック](#)してください。

フルーク・ネットワークスについて

フルーク・ネットワークスは、優れた認証/トラブルシューティング/インストレーション・ツールを提供する世界大手企業です。当社の製品は、重要なネットワーク・ケーブル配線インフラを設置・保守する技術者を対象にしています。弊社は、信頼性と比類ない能力において高い評価をいただいております。最先端のデータ・センターの設置から災害時の電話サービスの復旧作業に至るまで、すべての作業を効率的に行います。

DSX-8000 CableAnalyzer™ - メタル配線認証手順のステップの時間短縮を加速化します



[DSX-8000 CableAnalyzer](#) は、最も厳しい測定精度要件である TIA の精度レベル 2G に適合する一方、比類のないスピードで Cat 8 および Class I/II のメタル認証試験を効率化します。ProjX 管理システムは、作業の確実な実施を実現し、試験のセットアップからシステムの検収までの作業進捗状況の把握を容易にしてくれます。Versiv プラットフォームは、光ファイバー試験 (OLTS と OTDR の両方) もサポートします。このプラットフォームは、将来の規格改定へのサポートに備え、容易にアップグレードが可能です。近端漏話、反射およびシールド不良を含む不良原因のグラフィカルな表示を行う Taptive (タップティブ) インターフェースにより不良原因のより素早いトラブルシューティングができます。また LinkWare PC 管理ソフトウェアを使用し、試験結果の解析と専門的なテストレポートの作成が可能です。

CertiFiber® Pro - 光ファイバー認証試験プロセスのすべての段階の作業効率を上げ、加速化します

[CertiFiber® Pro](#) は、2 波長、2 本の光ファイバー認証の効率を改善し、試験をわずか 3 秒で実施できます。Taptive (タップティブ) インターフェースにより、セットアップの簡素化、間違いの排除、さらにトラブルシューティングのスピードアップが図れます。基準値設定の自動ガイダンス機能により、確実な基準値設定が可能になり、負の損失結果発生もなくなります。OptiFiber Pro モジュールと組み合わせて、Tier 1 (基本) / Tier 2 (拡張) 試験とレポート作成のすべてを行えます。便利な 4 波長モジュールによって、シングルモードとマルチモードの両方に対応できるばかりでなく、マルチモードの EF 適合性能もサポートします。



OptiFiber® Pro OTDR - データ・センター/企業向け光パルス試験器



[OptiFiber® Pro OTDR](#) は、業界初の企業/データ・センターの課題解決向けに一からデザインされた光パルス試験器です。シンプルでこれまでにない効率性、さらにキャンパス、データ・センターおよびストレージ・ネットワークのトラブルシューティングに正に必要な機能群を組み合わせたツールで、現場の技術者を、専門知識を備えた光ファイバー専門技術者に変えてしまいます。すなわち、業界唯一のスマートホン・タイプのユーザー・インターフェースを備えることで光ファイバー試験を新たな高みに導きました。そして、DataCenter OTDR コンフィギュレーションにより、データ・センター試験における不確実性やエラーが排除されます。その極めて短いデッドゾーンにより仮想化データ・センターにおける光ファイバー・パッチコード試験も可能にします。

FI-7000 FiberInspector™ Pro - 光ファイバー・コネクタ一端を 2 秒で自動合否判定

[FI-7000 FiberInspector™ Pro](#) は、汚れ、へこみ、小片、および傷による問題箇所をグラフィカルに表示します。業界標準規格の IEC 61300-3-35 に基づき判定できるため、端面検査における主観的な判断を削除することができます。



Versiv 製品選択ガイド

選択ガイドへのリンク

フルーク・ネットワークス
株式会社 テクトロニクス&フルーク フルーク社

〒108-6106
東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 6F
TEL 03-4577-3972 FAX 03-6714-3118
Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>
©2022 Fluke Networks Inc. All rights reserved.
Printed in Japan 11/2022 7003731B