

LXI測定器によるテスト・システムの最適化 スループットの向上、コスト削減

Application Note



1970年初頭のGPIBに始まり、80年代、90年代のFireWireやVXIから現在のPXIに至るまで、測定器制御バスが時代と共に進化するにつれ、データ転送速度も約1 Mビット/sから400 Mビット/sを超える値へと高速化しましたが、特別のインターフェース・カードをPCに追加しないと、バスを使用することができません。同じ時期に、イーサネット（LANとも呼ばれます。）の速度が3 Mビット/sから10ギガビット/sに増加し、イーサネットはほとんどの最新PCであたり前の存在となりました（図1）。現在、LAN規格は、LXI（LAN eXtensions for Instrumentation）と呼ばれる新しい測定器のベースになっています。

LANは元々、測定器の制御用ではなく、大型パケットの高速データ転送用に開発されました。各データ伝送には、関連するオーバーヘッド（遅延）が存在します。測定器の制御では短いバーストのデータが一般的なので、遅延の問題により、LAN経由のデータ転送の方がGPIB経由のデータ転送より時間がかかる可能性があります。このため、LAN制御は低コストで使いやすいが、スループットが重要な

アプリケーションでは、遅延の問題が重要な問題とにならないよう注意する必要があります。このアプリケーション・ノートでは、LANを使用して測定システムを制御する場合に遅延をできるだけ抑える方法について説明します。また、コスト削減や統合のしやすさの点でLXIが優れた方法である理由についても説明します。

Agilent LXI準拠製品のサンプル



Agilent Technologies

プログラミングの注意事項

コマンドを測定器に送信する際に、プログラムからハードウェアにコマンドを送信する方法として以下の2つがあります。

- ドライバ。測定器を制御するための関数を提供するソフトウェアです。LabVIEW™、Basic、C++®など、さまざまなプログラミング環境で使用できます。PXIなどのレジスタ・ベースの測定器用のドライバは、測定器のセットアップと測定器からのデータの読み取りに必要な実際のレジスタ・データを作成します。
- SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) を使用したダイレクトI/O。 GPIB測定器ではほぼ例外なく使用されている業界標準のASCIIコマンド言語です。VXI-11仕様を経由してLANやUSBでも使用できます。簡単なローレベル読取り/書込みコマンドを使用して、さまざまな言語から多くのインタフェースに送信できます。

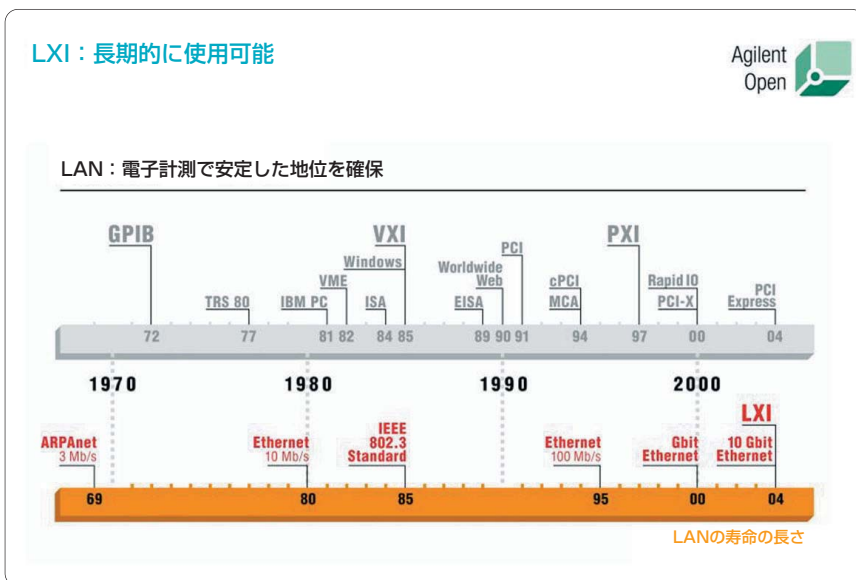


図1. その他のバスは流行したり廃れたりしますが、LANは常に使用されています

SCPIベースの測定器を制御するためにドライバを作成することもできます。こうしたドライバは、実際には最終結果としてSCPIを生成するので、SCPIを直接送信するプログラムよりも速度が遅くなります。これは、SCPIコマンドの送信の前にコマンドを解析する時間が必要になるからです。ただし、ドライバがステータス情報をトラッキングし続ける（すなわち、変更された情報だけを測定器に送信する）場合や、コマンドを効率的に連結する場合は、ドライバは、手動で作成したSCPIよりも高速です。残念ながら、ドライバが効率的

にコード化されているかどうかを事前に知る方法はありません。次に説明するように、単一文字列として送信できるコマンドが分離した文字列として送信されると、大きなバス遅延が実行時間に加わる可能性があります。

すべてのPXIデバイスとほとんどのVXIデバイスは、ASCIIベースではなくレジスタ・ベースです。このため、カード・ベンダが提供する開発環境用のドライバを使用する必要があります。このドライバは、特定のインタフェース（LAN、USB、GPIB、RS-232、FireWire、MXI-4など）でのデータの送受信を処理するインタフェース・ドライバ（通常、I/Oライブラリの一部として供給）と通信を行います。リモートPCを介してPXIを使用している場合は、インタフェース・ドライバは、専用インタフェース・カード経由でNI社独自のMXIインタフェースを通して通信を行います。専用インタフェース・カードは、最初にPCにインストールしておく必要があります。GPIBインタフェースも通常、専用のカードが必要です。カードは複数のベンダから入手可能で、PCに差し込む必要があります。LANインタフェースは反対に、ほとんどのPCに標準装備されています。必要なのは低価格のケーブルだけです。

測定器ドライバを使用する場合は、ドライバ作成者が必要な機能を正しく効率的に実装していることを信じるしかありません。レジスタ・ベースのデバイスの場合は、ドライバ作成者が、測定器の機能を100%実装する必要があります。これが、測定器を制御する唯一の方法だからです。SCPIベースのデバイスを使用する場合は、ドライバが測定器機能をすべて実装していないこともよくあります。これは、測定器自体が、SCPIコマンドで100%の機能にアクセス可能だからです。ドライバ作成者が、「SCPIパススルー」モードを実装する場合があります。このモードを使用すると、ドライバで実装されていないコマンドを直接送信することができます。VISAやVISA-COMを使用してSCPIコマンドを測定器に直接送信することもできます。この場合は、測定器固有のドライバのダウンロード、インストール、学習に時間を費やす必要はありません。ただし、SCPIコマンドについて学習する必要があります。これは悪いことではありません。ベンダ供給のソフトウェア・ドライバに欠陥が見つかることがあるからです。測定器を制御するSCPIコマンドを理解すると、AgilentのT&M ToolkitやNI Spyで提供されるI/Oモニタをオンにして、

ドライバが送信するSCPIメッセージをモニタできるので、デバッグがはるかに容易になります。SCPIを使用するドライバでバグを見つけた場合は、ベンダからのアップデートを待つあいだに、自分でコード化して対処できます。レジスタ・ベースのドライバでバグを見つけた場合は、修正を待つか、その特定機能を使用しないようにするかの選択肢しかありません。

レジスタ・ベースの測定器のドライバに必要なものは、非常に高速のバックプレーンを介してバイナリ・データを送信することだけです。測定器による構文解析（デコード）は不要です。SCPIはASCIIベースの言語なので、通常、インタフェースへの文字列の送信にかかる時間が長くなり、測定器内部での構文解析が必要です。こうしたASCII伝送を処理するための合計時間は、最新の測定器プロセッサと高速LANを使用すると1 msのオーダーですが、この時間は現実的にはコマンド長とは独立しています。実際、100BaseTイーサネット・インタフェースでは、LAN経由で1バイトを送信する時間も100バイトを送信する時間も約1 msです。

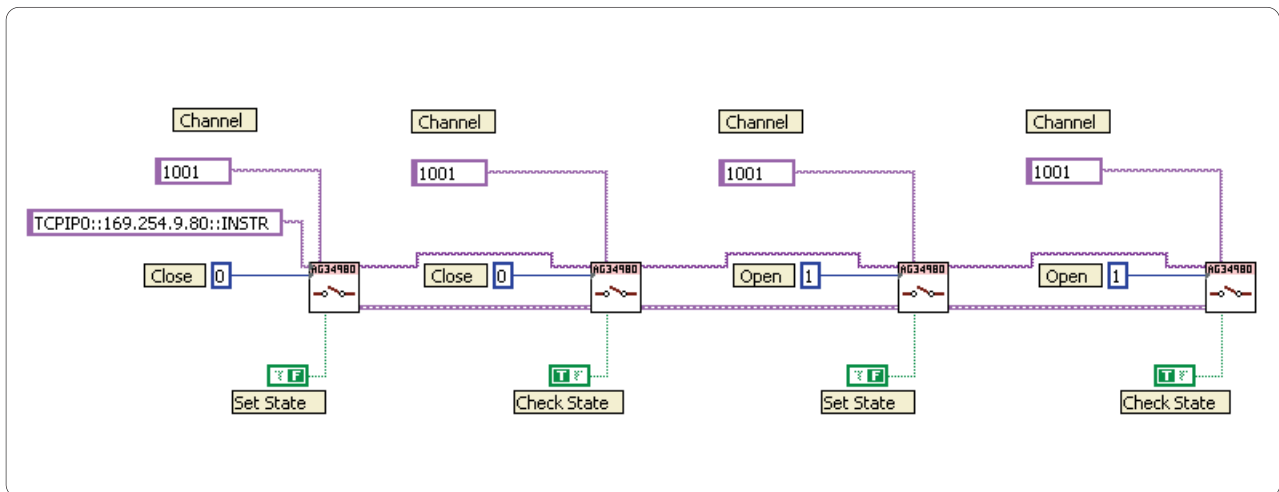
遅延の問題を回避する方法

LabVIEWドライバを使用してリレーを閉じ、リレーが閉じたことを確認し、リレーを開き、リレーが開いたことを確認する場合は、4個のコマンドを測定器に送信し、2個の応答を測定器から受け取ります。代表的なPXIリード・リレー・スイッチ・カードを使用する場合は、このタス

クの終了に約3.7 msかかります。L4433A LXIリード・リレー・マトリクスをLabVIEWでプログラムし、最適化しない場合、8 ms以上かかります。

LANトラフィックを2つのパケットに最適化するSCPIコマンドを作成することができます。これにより約4.6 ms

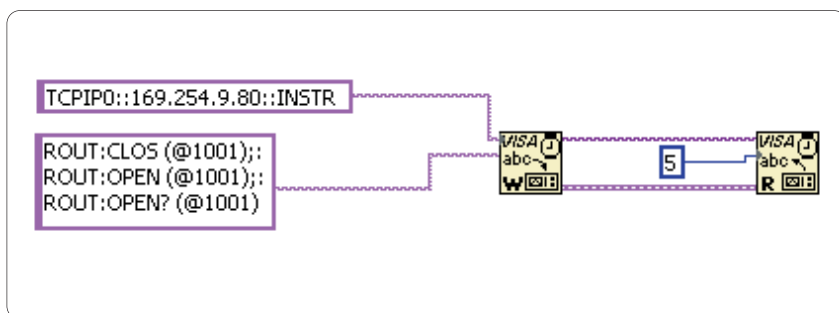
短縮されるので、L4433A LXIリード・リレー・マトリクスは、PXIとほぼ同じ時間（3.9 ms）でリレーを切り替えられます。最適化なしでLabVIEWで実装した場合のリレーの切り替えを考えてみましょう。



このLabVIEWプログラムは、以下のSCPIコードを送信します。

ROUT:CLOS (@1001)	1.4 ms	(ステートをセット)
ROUT:CLOS? (@1001)	1.3 ms	(ステートを確認)
Read 1	1.5 ms	
ROUT:OPEN (@1001)	1.6 ms	(ステートをセット)
ROUT:OPEN? (@1001)	1.0 ms	(ステートを確認)
Read 1	1.5 ms	
Total:	8.3 ms	(6個のLANパケット)

連結されたSCPIコマンドを慎重に使用すると、このシーケンスを大幅に簡略化できます。ただし、L4433A用のLabVIEWドライバを使用する代わりに、VISAコールを使用します。



このLabVIEWプログラムは、以下のコードを発行します。

ROUT:CLOS (@1001);:ROUT:OPEN (@1001);:ROUT:OPEN? (@1001)	1.4 ms
Read "1"	2.5 ms
Total:	3.9 ms (2個のLAN/パケット)

Visual Basicなどのテキスト言語から、VISAやVISA-COMステートメントを使用して、こうしたコマンドを直接出力することができます。例えば、.NET環境でAgilentのT&M Toolkitを使用する場合の代表的なステートメントを以下に示します。

```
myAgilentL4433A.WriteLine ("ROUT:CLOS (@1001);:ROUT:OPEN (@1001);:ROUT:OPEN? (@1001)")
s = myAgilentL4433A.Read()
```

測定器はCLOSが実行されるまでOPENを実行しないので、CLOSとOPENのあいだにROUT:CLOS? (@1001)を実行する必要はありません。それでもこれを追加した場合は、Readは“1,1”を返します。実行時間への影響はありません。これからわかるように、測定器の微妙な差を理解すると、最大限のスループットを引き出すことができます。測定器用のSCPIコマンドの学習に時間をかけると、測定器がどのように機能するかを、ドライバを使用する場合よりも良く理解できます。

アプリケーションで実行速度が重要でない場合は、ドライバを推奨します。ドライバは決められた機能を提供し、特にVisual Studio.NET®ツールを使用すると、比較的速い実行速度が得られます。LXI測定器の場合は、SCPIコマンドもドライバも使用できますが、レジスタ・ベースのカードケージの場合は、ドライバの使用が必須です。



Agilent L4433A 128チャンネル・クロスポイント・リード・マトリクス \$2350

LANケーブル：～\$5 USD

インストール時間：<1分

その他の注意事項

測定システムを選択する際に注意しなければならない要素は、速度だけではなく、コストとテスト・システムへの統合のしやすさがあります。図3と4に、これらの問題を示します。

NI PXI 8スロット・ケージ：

4スロット（～\$1000）から

18スロット（～\$4500）

（写真には、4個のSCXIスロットを備えたPXI-1010モデルが示されています。新バージョンはPXI-1050です。～\$2800）

1スロット当たりのオーバヘッド：

～\$275

PCおよびPXIケージ用のMXI-4ケーブルとI/Oカード：

～\$1500

PXI-2530 128チャンネル・クロスポイント・リード・マトリクス：

～\$1700

インストール時間：～10分

（PCのリポートが必要です）

2006年2月の時点で、NI社のWebサイトに表示されていたUSドル価格です

図3. LANケーブルが接続されたAgilent L4433Aのリア・パネル。この低価格のケーブルを、多くのPCやネットワークに直接接続します。I/Oカードをインストールする必要はありません。



図4. NI MXI-3インタフェースを搭載したNI PXI/SCXIカードケージ。PXIカードケージを使用する場合は、通常、コントローラ・カードをインストールしたPCが必要です。

LXI測定器には、PXIと比べて以下の利点があります。

- 未使用スロットのオーバーヘッドがなく、必要なときに必要なものだけを購入可能
- 電子計測業界のトップ企業からのマルチベンダ・サポート (www.lxistandard.orgを参照)
- 専用のコンピュータ・インタフェースが不要
- インストールが簡単で、PCのリブートが不要
- 優れた浮遊磁界からのシールド
- 各ボックスに独立したAC電源から電力を供給。測定器に対して電源を最適化できます。バックプレーンの電力不足が発生しません。
- 必要なLXIモジュールの数に応じて、ラック・スペースを最大でEIAユニット3個分減少可能 (1 U対4 U)。必要な数が6個を超える場合は、Agilent 34980Aスイッチ/計測ユニット (LXI class C準拠) に6.5桁DMMを内蔵すれば、3 U分のラック・スペースで最大8モジュールを搭載できます。

まとめ

プログラムの実行時間が重要な場合は、どのようなコードを測定器に送信するかを考え、LANのオーバーヘッドを小さくするためにできるだけ多くのSCPI文字列を連結します。ドライバは、通常、この作業を人間ほど効率的に行わないので、最高のスループットが必要な場合は、SCPI、VISA、VISA-COMを使用し、直接測定器を制御することを検討してください。

コストが重要な場合は、LXIソリューションには、メインフレームと専用のPCインタフェースが必要ないので、PXIよりも低コストです。当初は予算内の測定器だけを購入し、後からニーズの変化や予算変更に合わせて拡張することもできます。

ラック・スペースが最優先される場合は、LXIモジュールは、1つのEIAユニット、1モジュール当たりハーフ・ラック幅しか使用しないので、PXIケージと同じスペースでこうしたモジュールを最大8個使用できます。したがって、測定器をより柔軟にラックに配置できます。Agilent 34980Aなどのその他のLXIに準拠した測定器を使用すると、LXIモジュールの数が6個を超えたときにラック・スペースとコストを節約できます。

測定器の設置場所が重要な場合は、LXIはLANインタフェースで希望の場所に測定器を配置できます。PCやメインフレームは必要ありません。

Agilentの関連カタログ

Brochure

5989-2042JAJP

アジレント・テスト・システム・ソリューションのご紹介

Application Note

5989-1412JA

システム開発者ガイド：テスト・システムでのLANの使用：基礎

サポート、サービス、およびアシスタンス

アジレント・テクノロジーが、サービスおよびサポートにおいてお約束できることは明確です。リスクを最小限に抑え、さまざまな問題の解決を図りながら、お客様の利益を最大限に高めることにあります。アジレント・テクノロジーは、お客様が納得できる計測機能の提供、お客様のニーズに応じたサポート体制の確立に努めています。アジレント・テクノロジーの多種多様なサポート・リソースとサービスを利用すれば、用途に合ったアジレント・テクノロジーの製品を選択し、製品を十分に活用することができます。アジレント・テクノロジーのすべての測定器およびシステムには、グローバル保証が付いています。アジレント・テクノロジーのサポート政策全体を貫く2つの理念が、「アジレント・テクノロジーのプロミス」と「お客様のアドバンテージ」です。

アジレント・テクノロジーのプロミス

お客様が新たに製品の購入をお考えの時、アジレント・テクノロジーの経験豊富なテスト・エンジニアが現実的な性能や実用的な製品の推奨を含む製品情報をお届けします。お客様がアジレント・テクノロジーの製品をお使いになる時、アジレント・テクノロジーは製品が約束どおりの性能を発揮することを保証します。それらは以下のようなことです。

- 機器が正しく動作するか動作確認を行います。
- 機器操作のサポートを行います。
- データシートに載っている基本的な測定に係わるアシストを提供します。
- セルフヘルプ・ツールの提供。
- 世界中のアジレント・テクノロジー・サービス・センタでサービスが受けられるグローバル保証。

お客様のアドバンテージ

お客様は、アジレント・テクノロジーが提供する多様な専門的テストおよび測定サービスを利用することができます。こうしたサービスは、お客様それぞれの技術的ニーズおよびビジネス・ニーズに応じて購入することが可能です。お客様は、設計、システム統合、プロジェクト管理、その他の専門的なサービスのほか、校正、追加料金によるアップグレード、保証期間終了後の修理、オンサイトの教育およびトレーニングなどのサービスを購入することにより、問題を効率良く解決して、市場のきびしい競争に勝ち抜くことができます。世界各地の経験豊富なアジレント・テクノロジーのエンジニアが、お客様の生産性の向上、設備投資の回収率の最大化、製品の測定精度の維持をお手伝いします。

アジレント・テクノロジー株式会社

本社〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-19:00 (土・日・祭日を除く)

FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。

TEL ■■■ 0120-421-345
(042-656-7832)

FAX ■■■ 0120-421-678
(042-656-7840)

Email contact_japan@agilent.com

電子計測ホームページ
www.agilent.co.jp

- 記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2007

アジレント・テクノロジー株式会社



電子計測UPDATE

www.agilent.co.jp/find/emailupdates-japan

Agilentからの最新情報を記載した電子メールを無料でお送りします。



Agilent Direct

www.agilent.co.jp/find/agilentdirect

測定器ソリューションを迅速に選択して、使用できます。



Agilent Open

www.agilent.co.jp/find/open

Agilentは、テスト・システムの接続とプログラミングのプロセスを簡素化することにより、電子製品の設計、検証、製造に携わるエンジニアを支援します。Agilentの広範囲のシステム対応測定器、オープン・インダストリー・ソフトウェア、PC標準I/O、ワールドワイドのサポートは、テスト・システムの開発を加速します。



Agilent Technologies

January 29, 2007
5989-4886JAJP
0000-00DEP