

[研究報告]

電話回線を利用したTCP/IP接続による画像解析システムの開発

藤澤 充*¹、南幅留男*²、高橋正宏*³
岩手県工業試験場 機械金属部

Development of Image Analysis System Using Public Telephone Line by TCP/IP Protocol

FUJISAWA Mitsuru, MINAMIHABA Tomeo, TAKAHASHI Masahiro

基本的には、LUNA (オムロン製)、NEWS (ソニー製)、SUN (サンマイクロ製) との三者間ワークステーションで異機種間SLIP (シリアルパケット) 接続に成功した。但し、機種によるSLIPの物理的な違いが原因と考えられるパケットエラー発生による約1/2の実効速度の低下がみられた。512×512バイトのデータに画像解析可能な限界の3% JPEG圧縮をかけて、9600ビット/秒の速度で転送すると30秒前後で済むことがわかった。

キーワード：ワークステーション 異機種接続 SLIP JPEG パケットエラー

1. 緒言

ここ数年、UNIXワークステーション (以下WSと略す) の低廉化が進み、パソコンからWSに乗り換える企業や個人ユーザが次第に増えてきている。それによって、WSとそのプロトコル (通信規約) であるTCP/IP¹⁾ (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) が普及し、公衆回線を使ってWS相互の接続やLAN (ローカルエリアネットワーク) 間接続²⁾ を行うことも必要になってきている。

現状では、ISDN³⁾ (サービス統合デジタル通信網) ボードやルータと呼ばれるネットワーク接続装置を介してLAN間接続を行う方法があるが、ハード及びソフト的にも使用できる製品の種類は少なく、しかもかなり高価であり、同機種のWS間に限定される場合が多い。

そこで、異機種間接続 (マルチベンダ) によるネットワークが最重視され、国際標準が整備されるまでの間、事実上の標準としてTCP/IPが注目されている。

従って、このTCP/IPを採用し、SLIP (Serial Line Internet Protocol) とモデムを使用する、できるだけ費用のかからない方法で、工業試験場の高度なシステムやデータベースをネットワークを介して離れた場所か

ら利用する可能性を検討することにした。

まずはその手始めとして、昨年度に実施した画像処理の研究を高速画像処理装置を使って継続してできるような遠隔画像解析システムの開発を試みたので報告する。

2. 実験方法

2-1 システム開発の考え方

図1に、本システム構成図を示す。なるべく経費をかけないようにするために、既存のWSと安価なモデム以外の特別な装置が不要なRS232Cケーブル接続のSLIP (シリアルのパケットモジュール) を利用することにし、企業で所有するLUNA (オムロン製) と同じ機種のWSが工業試験場にはないため、これまで実績のない異機種間のSLIP接続に挑戦することにした。

また、工業試験場の高速画像処理装置を構成するSUN⁴⁾ やHP720は画像処理専用に使われ、NEWS⁵⁾ (ソニー製) が自由に使える状態にあったので、オーソドックスでLUNAと相性が良さそうなNEWSをネットワークのゲートウェイマシンとして選択した。但し、NEWSは旧型のため、シリアルポートは9600

コンピュータネットワークの構築に関する研究 (第5報)

*¹ 岩手県工業技術センター 電子機械部

*² 岩手県工業技術センター 電子機械部

*³ 太陽電機株式会社 事業統括部SCR課

盛岡市飯岡新田3-35-2

盛岡市飯岡新田3-35-2

花巻市二枚橋3-172

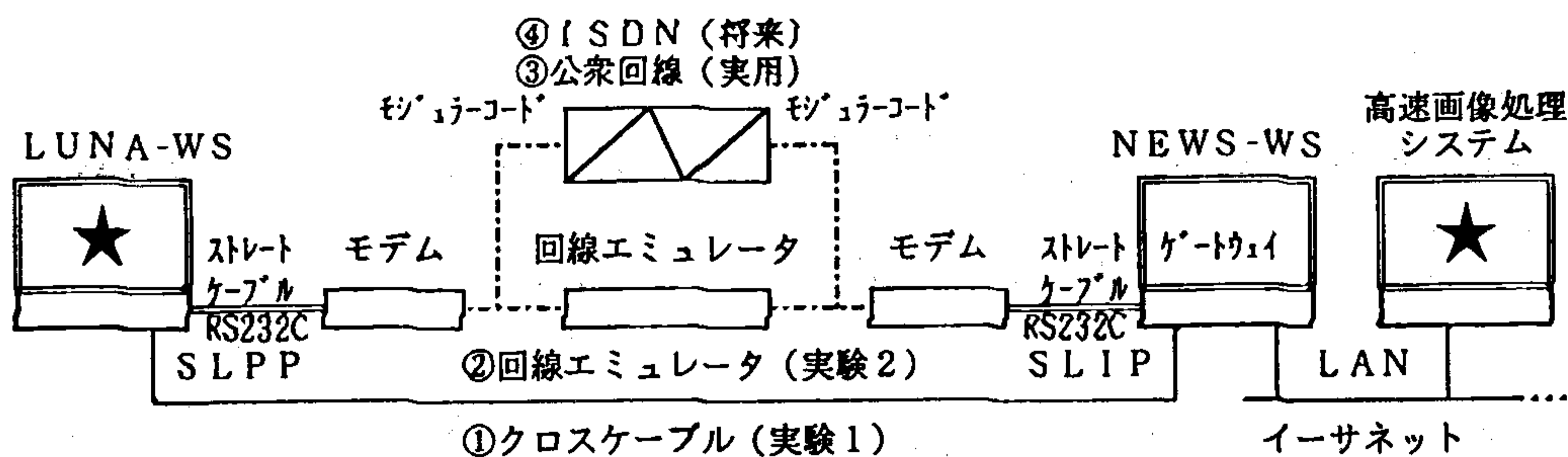


図1 全体システム構成図

ビット/秒の速度限界がある。

通信媒体としては、高速性と経済性を考慮するとISDN (NTTのINSネット64) が理想ではあるが、企業サイドではISDNが未導入であることから、まずはリスク回避に電話回線及び高速モデムで接続することとし、データ量やアクセス頻度の増加に応じて、将来高速なISDNに切り換える計画にした。

従って、今回は異機種間SLIP接続の可否を検討し、実用上9600ビット/秒の転送速度で遠隔画像解析を実現するために、JPEG (カラー静止画像データ圧縮方式の国際標準規格) による画像データの圧縮率の限界や全体の所要時間を求め、その際に発生する種々の問題点の洗い出しとその解決を試みた。

2-2 実施項目

(a) 画像圧縮及び表示のためのシェアソフトウェア『xv』のインストール

xvのインストールは、ソースプログラムからWSの機種に合わせてMakefileと呼ばれる作業指示ファイルを編集し、UNIXのmakeコマンドによってコンパイルして実行プログラムを生成する。しかし、LUNAはSystem V系をベースにBSD系の機能を取り入れた特殊なOSを採用しているため、なかなかうまく行かなかった。

そこで、オムロンに問い合わせたところ、うまい具合に実行形式プログラムを入手できたので、それを利用することにした。

高速画像処理装置 (SUNとHP720) には以前にxvをインストール済みであった。

(b) TOSPIX-xvデータ変換プログラムの作成
両システムのデータ形式を解析し、ヘッダの追加やデータ配列の並べ換えを行うCプログラムを作成した。この変換プログラムとxvを組み合わせることで、難しいソフト開発をすることなく、異機種間でも共通して容易に画像圧縮及び表示が可能になった。

図2に、TOSPIXデータからxvのJPEG圧縮データまでの画像データ形式の流れを示す。

(c) 通信ソフトウェアSLIPの設定及び起動

LUNAとNEWSにはSLIPがOSに標準添付されているので、UNIXファイルの/etc/hosts、/etc/networks、/etc/passwd等をイーサネットの場合と同様に共通に設定し、RS232Cケーブルで接続すればよい。

今回は、LUNAとNEWS間だけでなく、SUNも含めて3通りの接続可否を検討した。各種WSによって、SLIPの名称 (LUNAではSLPP) や起動方法、ダイアル機能等が異なる。

表1に、LUNA、NEWS、SUNのSLIP起動・停止方法を示す。これらの起動状態はUNIXのnetstatコマンドにより確認できる。

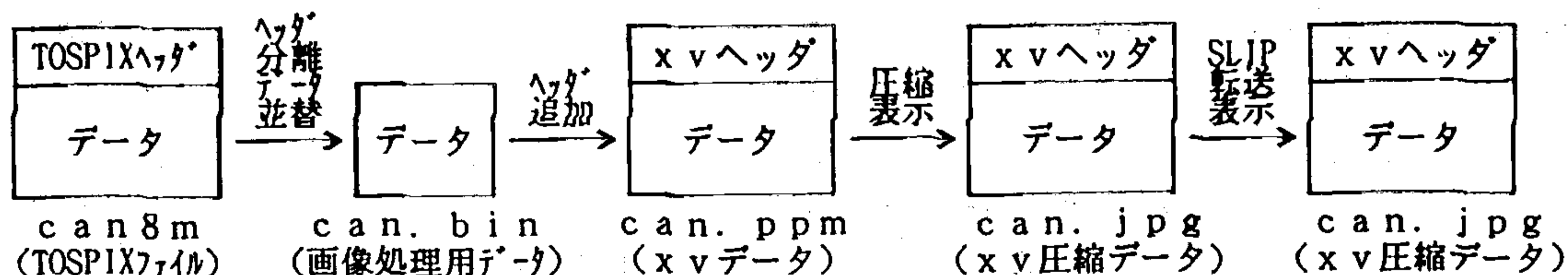


図2 画像データ形式の流れ

表1 SLIPの設定方法

	起 動	停 止
LUNA OS Ver1.5	# sladd tty00 自ホスト名 相手ホスト名 ｽﾄ-ﾄ	# sldel sl0
NEWS OS Ver3.2	# slattach /dev/tty00 ｽﾄ-ﾄ # ifconfig sl0 自ホスト名 相手ホスト名 up	# ifconfig sl0 down # ps ax grep slattach # kill 7^0tZNo
SUN OS Ver4.11	# (stty ｽﾄ-ﾄ;/usr/etc/sliplogin 相手ホスト名) < /dev/ttya > /dev/ttya &	# ifconfig slip0 down # ps ax grep sliplogin # kill 7^0tZNo

※ 但し、SUNについては、PDS (Public Domain Software)のSLIPを利用した場合である。

(d) クロスケーブルによる直接接続実験

(図1①参照)

SLIP接続確認のための段階的な第一歩であり、UNIXのpingコマンドにより接続可否の判定を行った。そして、これがうまくいけば、モデム接続実験に移ることにした。

(e) 高機能 (高速) モデムの設定

(MD144XT10V:オムロン製)

最初に、2400ビット/秒の低速モデム (COMSTAR:NEC製) で工場出荷値の状態で行って接続を確認した。次に、最高速度14.4Kビット/秒でMNP10やV.42/42bisを搭載した高機能モデムでも初期化を行った状態で接続可能なことを確認した。

(f) 回線エミュレータ (TLE-101:アスキー製)

を使用したモデム接続実験 (図1②参照)

回線エミュレータを使用すると、電話回線使用料が発生しないので、開発経費を安く抑えることができる。そこでデータ量を変化させて実験を繰り返し、たくさんのデータを取ることができた。

図3に、実験に使用した画像データの一例として、①原画像と②処理画像を示す。これらに対してJPEG圧縮をかけてファイル転送を行った。



図3-① 原画像

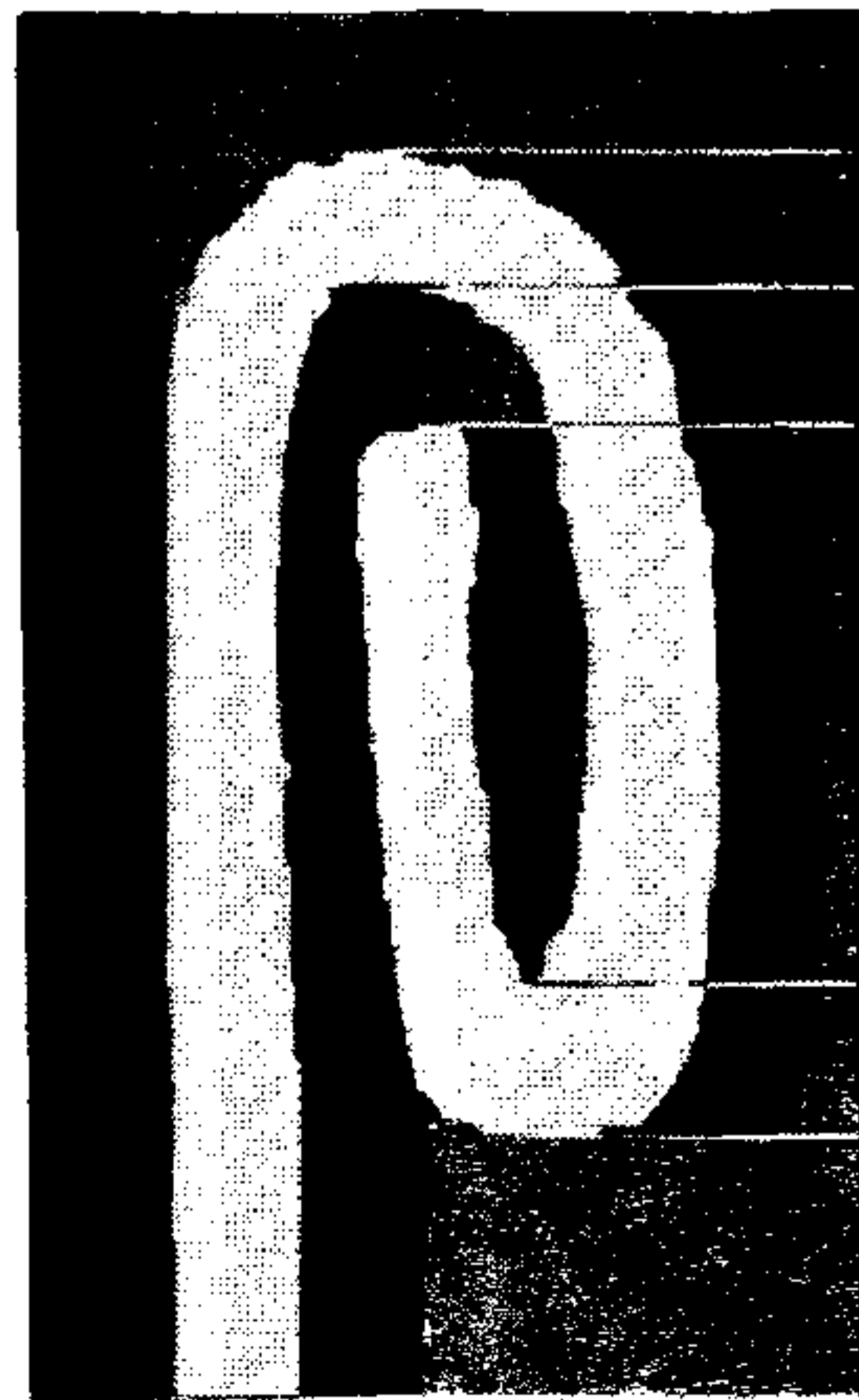


図3-② 処理画像

3. 実験結果

基本的には、LUNA (オムロン製)、NEWS (ソニー製)、SUN (サンマイクロ製) との3種のWS間で、どの組み合わせでも異機種間SLIP接続に成功した。表2に、LUNAとNEWS間で9600ビット/秒の速度でデータ転送した時のデータ量に対する平均の転送所要時間やパケット数、実効速度等を示す。

4. 考 察

- (1) WSの機種によるSLIPの物理的な違いが原因と考えられるパケットエラー発生による実効速度の低下がみられ、速度は平均で約半分弱の4500~4800ビット/秒となっている。
- (2) 今回対象とする画像データに対して画像解析可能なJPEGによる圧縮率は、約3%が限界であった。
- (3) SLIPの直接接続とモデム接続を比較すると、全てにおいてモデム接続の方が転送時間のバラツキが少なく、平均転送所要時間も若干少ない傾向にあった。これは、モデムのハンドシェイク機能による優れた結果と考えられる。
- (4) データ量と転送所要時間はおよそ比例関係にあるが、0バイトのデータを送る場合にも諸手続きのために一定時間 (約2~3秒) を要した。従って、データ量が0バイトに近づくにつれて見かけの転送速度は急激に低下する。
- (5) 希に、原因不明のタイムアウトエラーが発生し、データが送られないことがあった。

その結果、512x512バイトのデータに画像解析可能な限界の3% JPEG圧縮をかけて、現状の速度で転送すると約15~30秒位で済んだ。

これにより、検査対象物を工業試験場に送るか一度持ち込んで画像入力を済ましておけば、何度も遠くから足を運ぶことなく、以前に開発した効果的なフィルタや二値化等の標準的な画像処理プログラム的高速演算処理をわずかな時間と経費で実行できるようになった。

従って、わざわざ高価な投資をしてイーサネットによるネットワーク接続をしなくても、既存のWSと安価な

表2 データ量に対する転送所用時間、パケット数、実効速度 (平均値/10回)

	9600bps直結の場合				9600bpsモデム接続の場合			
データ量(バイト)	0	7443	11631	14589	0	7443	11631	14589
転送時間(秒)	1.4	19.5	34.6	39.1	1.4	16.5	24.5	31.5
入力パケット数	8.2	37.2	61.1	70.9	8.2	32.0	45.0	55.1
入力エラーパケット数	6.8	35.3	58.5	68.2	6.8	29.1	42.3	52.2
総入力パケット数	15.0	72.5	119.6	139.1	15.0	61.1	87.3	107.3
入力効率(%)	54.7	51.4	51.3	51.0	54.7	52.6	51.6	51.5
出力パケット数	11.2	43.4	66.9	78.2	11.2	37.9	51.5	64.2
実効速度(ビット/秒)	0	3816.9	3361.6	3731.2	0	4510.9	4747.4	4631.4
JPEG指定圧縮率(%)	-	10	30	50	-	10	30	50
JPEG実質圧縮率(%)	-	2.8	4.4	5.6	-	2.8	4.4	5.6

※ ここで実効速度とは、1バイトを8ビットに前後の2ビットを加えた10ビットとして計算した速度である。

モデム及びJPEG圧縮技術を使って、電話回線を利用したSLIP接続による遠隔画像解析が実用上可能であることが確認できた。

当面はパケットエラーやタイムアウトエラーの解析と実際の公衆回線を用いたモデム接続実験が急務である。

今後の課題としては、UNIXシェルによる自動接続/切断機能の追加、HP等の他のWSとの異機種間SLIP接続の可否検討、高速性・経済性・多重性を満たすISDNや標準プロトコルPPP(Point-to-Point Protocol)への対応等が挙げられる。

尚、本研究では、日本自転車振興協会の補助金により設置された高速画像処理装置(1991年)などの設備や、(財)岩手県高度技術振興協会の補助金により設置されたINSネット64回線を利用した。

本研究を進める際に、御指導をいただいた岩手大学工学部情報工学科の方々に厚く御礼申し上げます。

5. 要 約

検査工程の自動化のためのコンピュータ・ネットワークを利用した研究開発支援の一実施例として、平成4年度に実施した『複雑な画像の境界抽出法の確立』(自動化のための画像処理に関する研究)の研究を企業に居ながらにして実施できるようにするために、工業試験場の高速画像処理装置TOSPIX-i及び高速演算処理用コンピュータHP720の遠隔利用が可能な広域コンピュータ・ネットワーク環境を構築した。

その結果、機種によるSLIPの物理的な違いが原因と考えられるパケットエラー発生による約1/2の実効速度の低下がみられたが、基本的にはLUNA(オムロン製)、NEWS(ソニー製)、SUN(サンマイクロ製)との3種のWS間で、どの組み合わせでも異機種間SLIP接続に成功し、512×512バイトのデータに画像解析可能な限界の3%JPEG圧縮をかけて、9600ビット/

秒の速度で転送すると30秒前後で済むことがわかった。

6. 文 献

- (1) D.Comer: "TCP/IPによるネットワーク構築"、共立出版、1990
- (2) 安達淳、大山敬三: "電話回線を利用したTCP/IP接続(コンピュータ&ネットワークLAN)"、オーム社、1991.12~1992.2
- (3) 藤澤充、南幅留男: "コンピュータ・ネットワークの構築に関する研究(高速伝送システムの開発)"、岩工試研、No.35、P105~110、1993
- (4) 下山智明、城谷洋司: "SUNシステム管理"、アスキー出版局、1991
- (5) 石田秋也、松前祐司、武居昌宏: "NEWS-O/Sシステムワークブック"、アスキー出版局、1988