

GMM図面入力装置“ADG-1010”の開発

Development of Graph Master Mini Auto Digitizing System

近年、設計業務のコンピュータ化が急速に進展してきた。特にパーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。)を利用したCADシステムの登場により、設計者一人に1台の時代となりつつある。

日立製作所では、早くからCADシステムの開発に着手し、汎(はん)用コンピュータを利用したシステムからパソコンを利用したシステムまで、用途・規模に合わせた製品を提供してきた。

しかし、CADシステムの普及に伴い、新たな問題として、既存図の保管、再利用という要求が派生してきた。

そこで、A1スキャナを利用し、既存図を読み取りCADデータに変換するシステムを開発した。

岩井浩樹* *Hiroki Iwai*
 浜田壮一** *Souichi Hamada*
 西嶋修*** *Osamu Nishijima*
 滝田東一郎**** *Tôichirô Takita*

1 はじめに

ワードプロセッサ、ファクシミリに代表されるオフィスのOA化は各企業に急速に浸透している。また、これに同期するように、設計室内にはCADシステムが年率数十パーセントの伸び率で普及している。この背景には、ハードウェア・ソフトウェアの機能、性能の向上もさることながら、データベースの蓄積がある。設計変更による原図訂正、旧図の一部を利用した新しい図面の作成などが、CADデータベースの利用によって簡単にできるためである。しかし、旧図のすべてがCADデータベースとして利用できるわけではない。CADデータの数倍の量に上る手書き図面があり、これらをCADデータとして扱うことができれば、CADシステムは現在よりも数倍有効に活用できる。また建築設備業などでは、現在でも建築設計事務所からの建築軀(く)体図をCADでトレースし、電気配線、空調設備、給排水設備の図面を作成している。そこで建築軀体図を自動的にCADデータ化することができれば、設計業務の省力化が図れる。

日立パーソナルCAD GMM(Graph Master Mini)シリー

ズ※1)(以下、GMMと略す。)(図1)では、これらのユーザーニーズにこたえて、GMM図面入力装置(ADG-1010)を開発した。GMM図面入力装置は、地図分野やプリント基板分野で培って



図1 日立パーソナルCAD “GMM-1000” 設計ブレーンをテーマとしたGMM(Graph Master Mini)-1000は、強力なカスタマイズ機能が特徴である。

※1) GMM: Graph Master Miniは、パーソナルコンピュータB16/B32シリーズを利用したCADシステムで、最新鋭機GMM-1000は、日本語MS OS/2(米国Micro Soft社の登録商標)を搭載している。

* 日立製作所 情報映像開発センタ ** 株式会社日立マイクロソフトウェアシステムズ *** 日立精工株式会社
 **** 日立コンピュータエンジニアリング株式会社

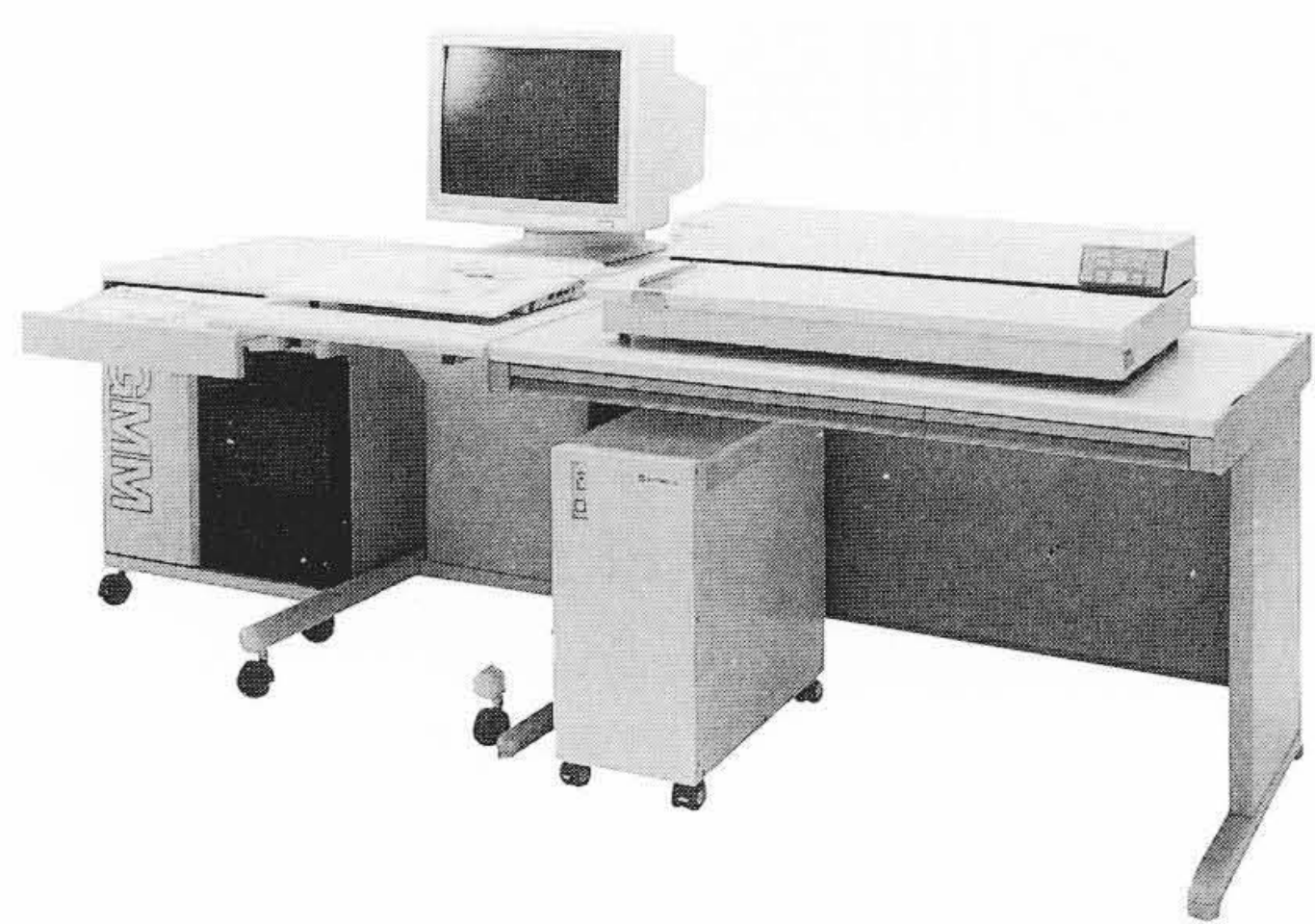


図2 GMM図面入力装置“ADG-1010” ADG-1010をGMM-1000に接続した例を示す。ADG-1010は大形スキャナを採用し、また専用の制御装置で高速処理を実現した。

きたスキャンニング技術や、ラスタ-ベクタ変換技術とGMMの対話処理技術の融合によって生まれた新しい製品である。
本稿では、このGMM図面入力装置の機能を中心に述べる。

2 開発の背景

GMM図面入力装置に対するユーザーニーズとして、以下の点があげられる。

- (1) 手書き旧図のCADデータ化およびその再利用
- (2) 建築躯体図の読み込みによる建築設備図作成の省力化
- (3) 地図、地形図の読み込みによる敷設図の作成
- (4) カタログの読み込みによる図面中への複写

また、本開発の元となったハードウェア・ソフトウェアの技術的背景として、以下の点があげられる。

- (1) 32ビットCPUによる高速処理の実現

スキャナで読み込んだラスタデータを、CADで利用できるベクタデータに変換する処理は、従来の16ビットCPUでは負担が大きすぎた。そこで、GMM図面入力装置では、32ビットCPUを採用することによって標準的なA1図面を約6分でCADデータ化することを実現した。

- (2) メモリチップの小形化・低価格化

高速処理実現のため、32ビットCPUの採用と同時に、メモリ拡張も図った。GMM図面入力装置では、制御用メモリ1Mバイト、画像処理用メモリを16Mバイトを搭載し、高速処理を実現した。また、データ保管用にユーザーにハードディスクを49Mバイト解放することにより、標準的なA1図面で約1,000枚以上の読み込みデータを保管できる。

- (3) 大形スキャナ開発技術の確立

A1スキャナをサポートし、組立図も縮小することなく400DPI※2)の高解像度で読み込めるようにした。また、ダイナミックス

※2) DPI(Dot Per Inch)：1インチ当たりの画素数を表す。

表1 GMM図面入力装置機器仕様 GMM図面入力装置はスキャナ部と制御装置部に大別される。A1サイズまでの大形スキャナと32ビットCPUの採用が大きな特徴である。

機 器 名		項 目	仕 様
スキャナ		形 式	卓上形・原稿移動式
		原 稿 種 類	上質紙・ポリエステルフィルム・青焼き紙
		原 稿 サ イ ズ	A1～B5 (Max.841×597mm)
		解 像 度	400/200DPI(切換式)
		ドロップアウトカラー	薄いグリーン、黄色
		読 み 取 り 速 度	16s/A1 6s/A4
		階 調	2値
		外 形 寸 法 (幅×奥行き×高さ)	880×638×174(mm)
		質 量	45kg
制 御 装 置	制 御 部	C P U	インテル386 TM ※3) (32ビット)
		メインメモリ容量	1Mバイト
	画 像 処 理 部	メ モ リ 容 量	16Mバイト
		ベ ク タ 化 速 度	6min/A1(標準的な軀(く)体図に対して)
	ハードディスク	容 量	ユーザー領域49Mバイト
	外 形 寸 法 (幅×奥行き×高さ)		250×560×549(mm)
	質 量		30kg

レッシュホルドの採用により、青焼き図面もそのまま読み込み可能とした。

- (4) マルチタスクOSによる並行処理の実現

GMMでの作図とGMM図面入力装置での読み込み、CADデータ化の処理の独立を実現した。このため、作図と読み込みを同時に処理することができ、トータルスループットの向上を実現した。

- (5) ラスタ-ベクタ変換技術の確立

スキャナで読み込んだラスタデータ(点の集まり)をベクタデータ(線のデータ)に変換するために、独自の心線化アルゴリズムと線追跡アルゴリズムを開発し、高速処理と高精度な再現性を実現した(図2)、(表1)。

3 システム構成と機能

GMM-1000とGMM図面入力装置の接続を例に、ハードウェア構成を図3に示す。GMM-1000とGMM図面入力装置の間の通信にはGP-IB※4)を採用し、高速転送を実現した。

また、ソフトウェアは、GMM上で動作するプログラムと制

※3) 386TMは、インテル社の商標である。
※4) GP-IB(General Purpose Interface Bus)：IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers：アメリカ電気電子学会)で規格化されたデータ伝送用の標準的なバスシステムで主に計測器を接続する場合に使用されるが、広くデジタル機器の標準インタフェースとして普及している。

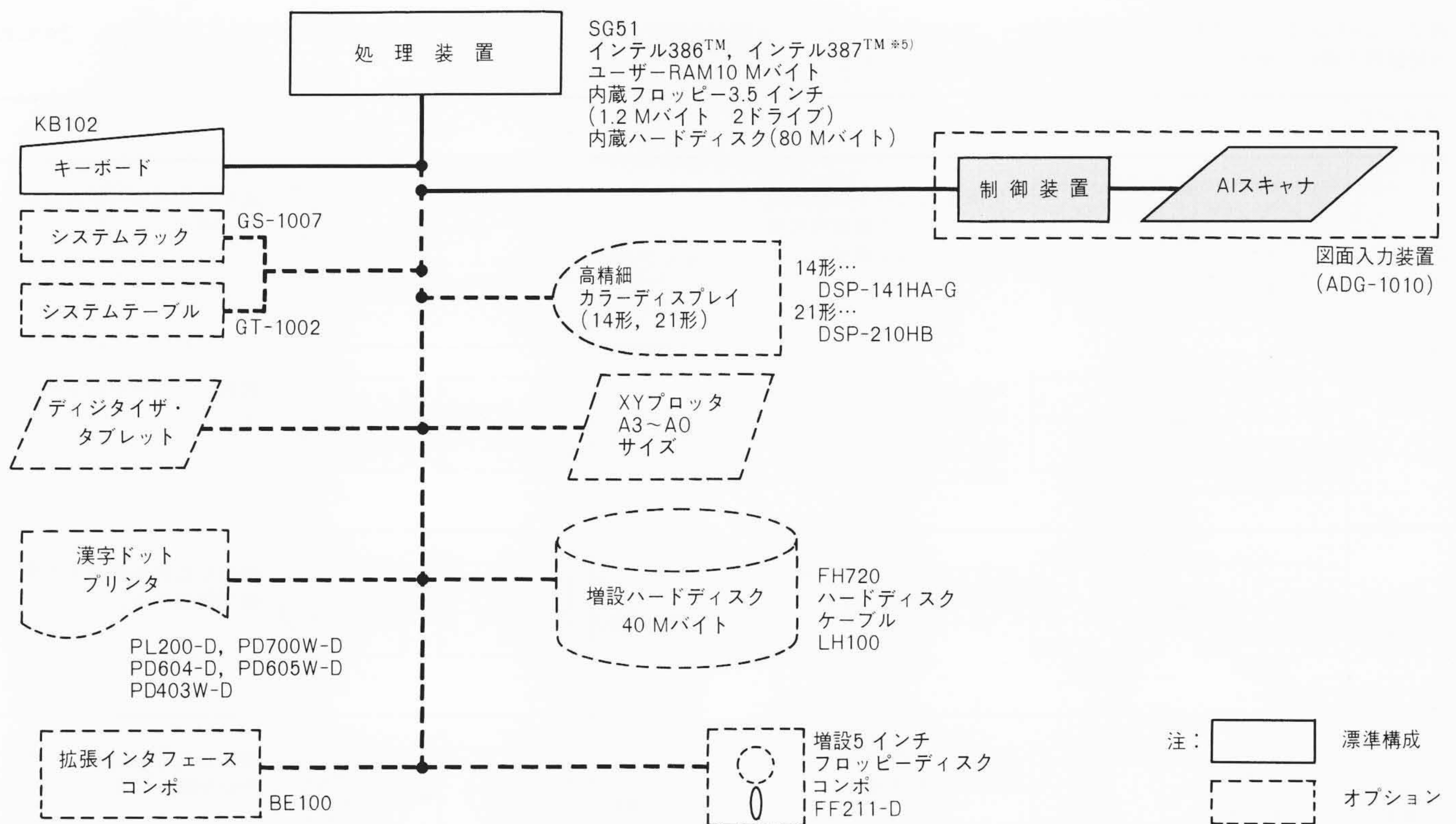


図3 GMM-1000と図面入力装置のハードウェア構成 図面入力装置は、GMM-1000の処理装置に外部入出力装置として接続される。

御装置上で動作するプログラムに大別される。ソフトウェア構成を図4に示す。同図中の①と②は、マルチタスクによって並行処理が可能である。

(1) ADGDT

制御装置で直線や円に変換されたデータをGMMに転送する機能を持つ。GP-IBの利用により、A1図面を平均4～5秒での高速転送を実現した。

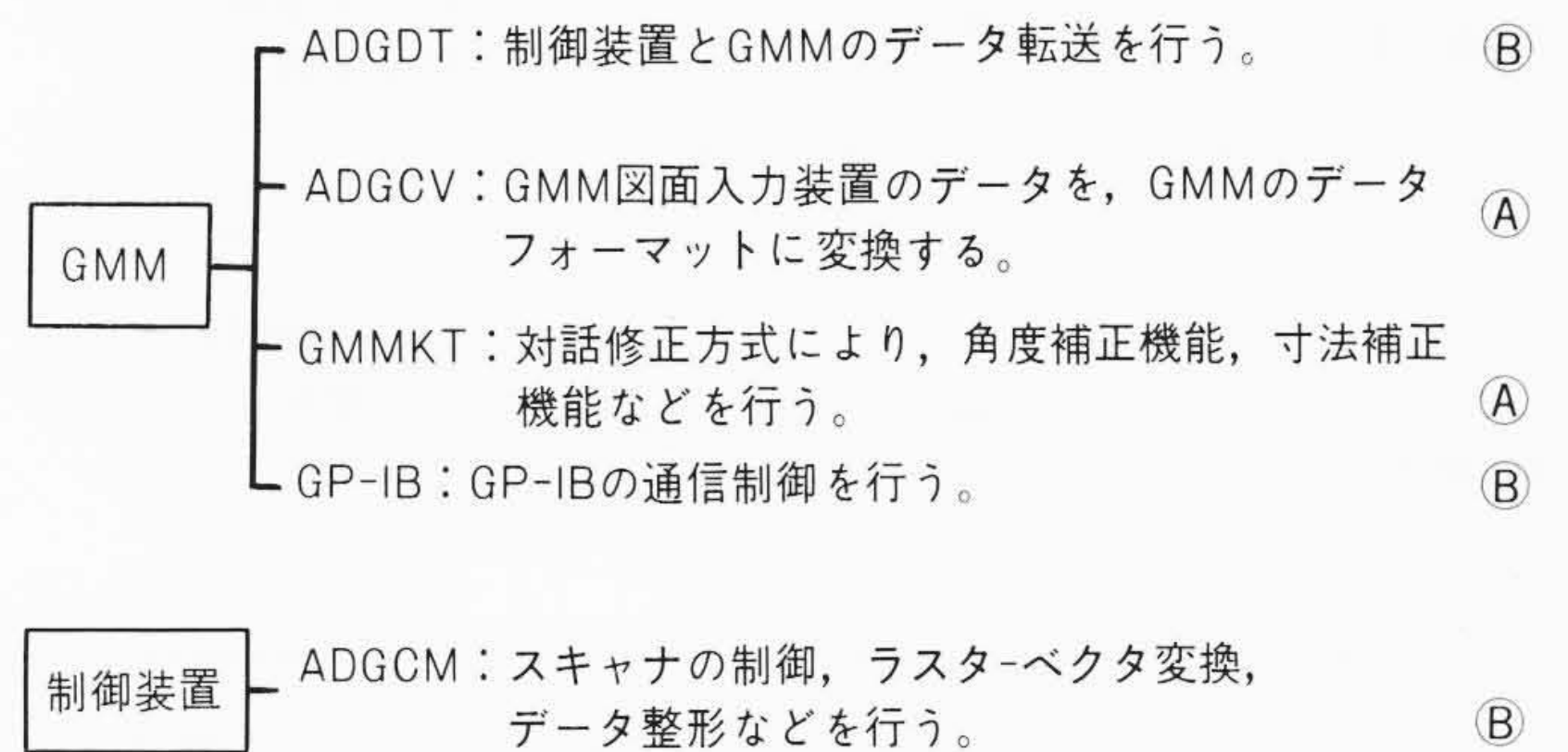
(2) GMMKT

スキャナで読み込まれたデータは、紙の収縮による寸法のずれや読み込み時の角度のずれを生じている。また、細かい部分や密な部分をうまく再現できない場合もある。そこで読み込みデータの再現性の向上はもとより、その修正が簡単に行える必要がある。本プログラムは対話形データ修正プログラムである。修正機能として、紙の収縮による寸法修正機能、読み込み時のスキューによる角度修正機能のほかに、円・円弧の認識機能、文字の上書き機能および図形の上書き機能も実現した(表2)。

(3) ADGCM

GMM図面入力装置のシステムプログラムを制御し、以下の機能を持つ。

(a) スキャナ制御



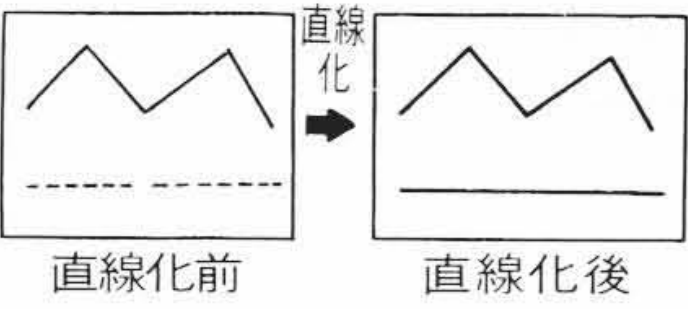
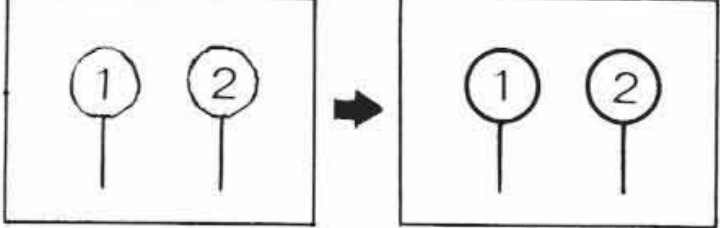
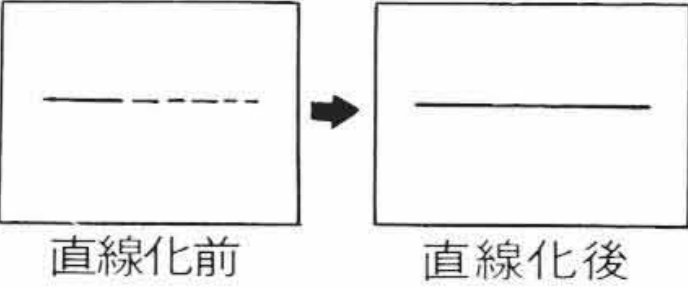
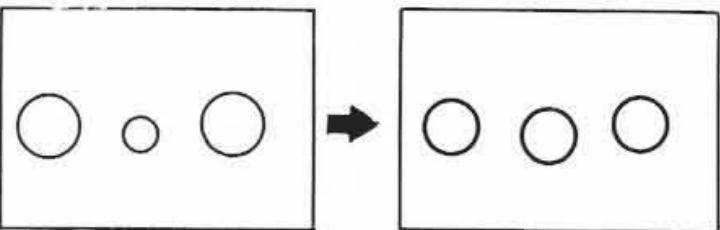
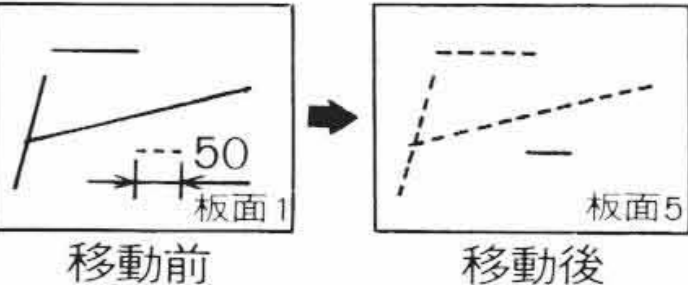
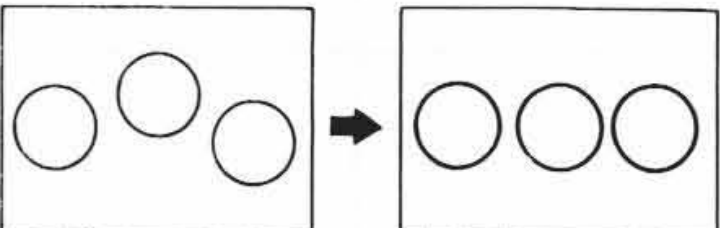
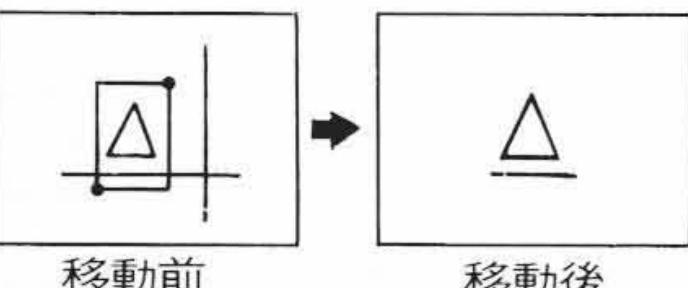
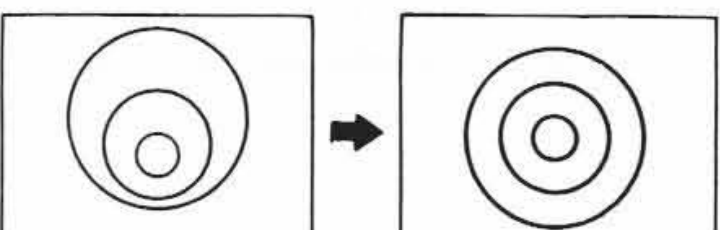
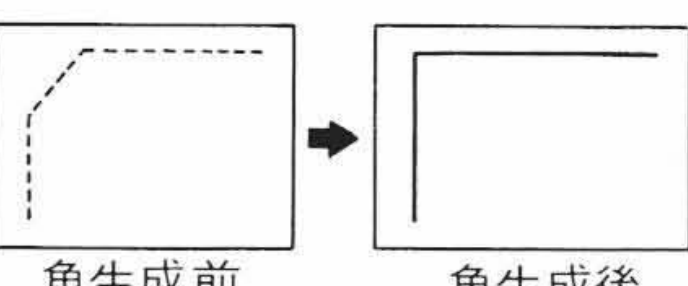
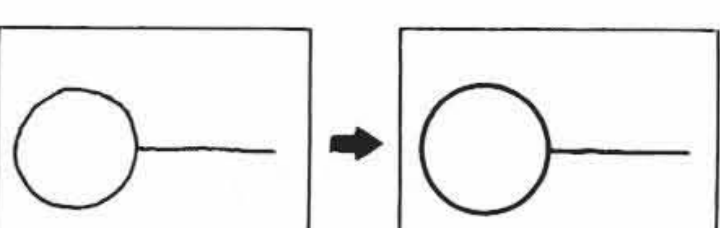
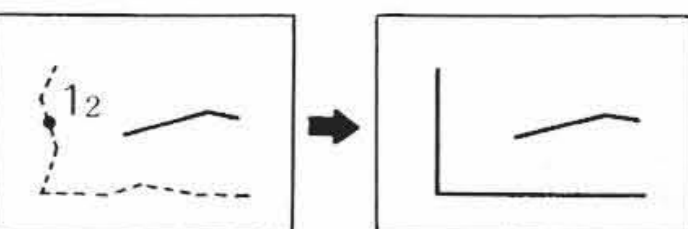
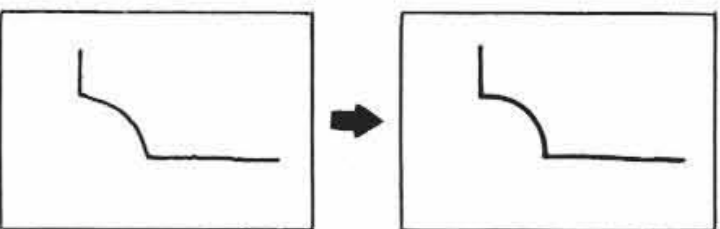
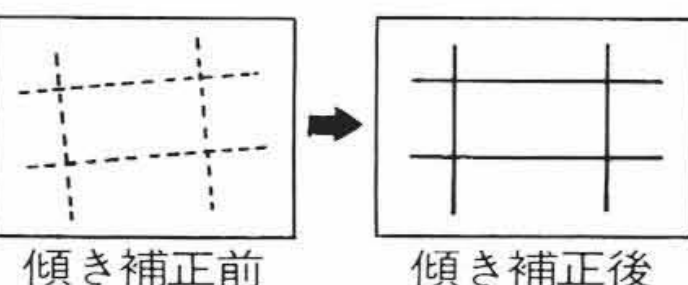
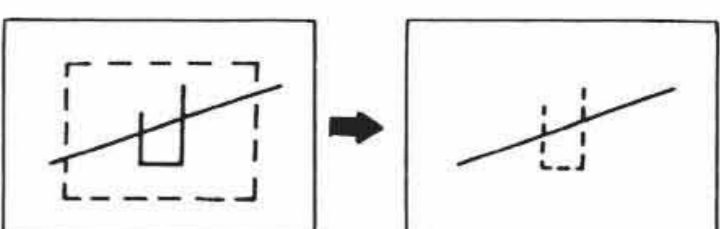
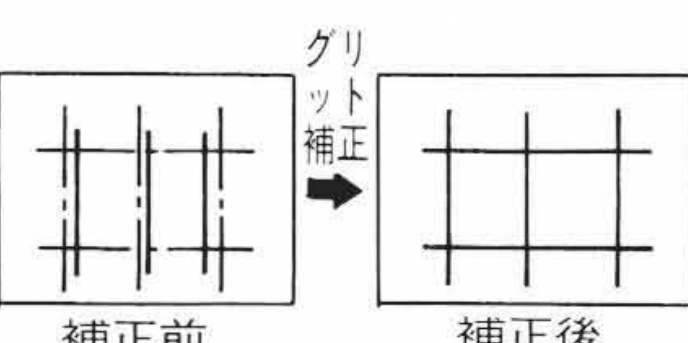
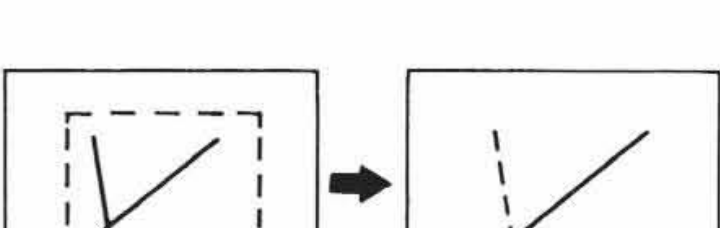
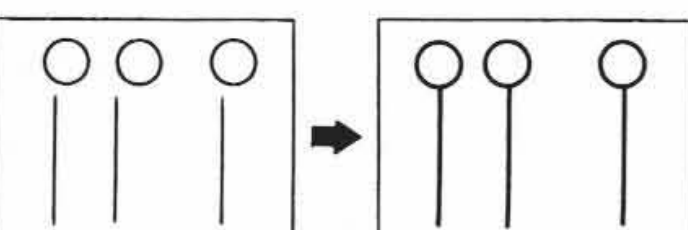
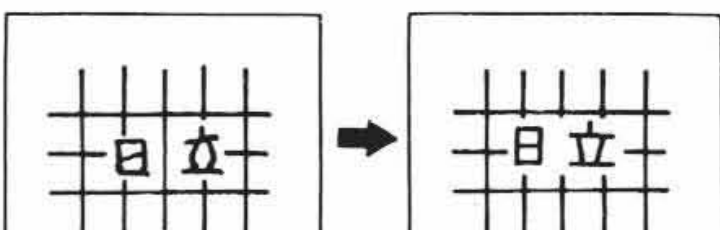
動作	図面読み込み	図形認識 (ラスタベクタ変換)	データ転送	GMM図面変換	対話形図面修正
処理装置	A1スキャナ	制御装置	GP-IB通信	GMM	GMM
時間	約16 s	2～3 min マルチタスク (GMMと並行動作可)	約3 s	約20 s	— マルチタスク (ADGと並行動作可)

図4 GMM図面入力装置ソフトウェア構成 GMMのソフトウェアは、GMM上で動作するプログラムと制御装置上で動作するプログラムとに大別され、マルチタスクが可能である。

スキャナに対する読み込み指示やデータ転送などの制御を行う。また認識機能として、線分や折線を認識する線認識以外に図面中の円、円弧を探し、自動的に円、円弧として再現する円認識機能や、強調するために塗りつぶされて

※5) 387™はインテル社の商標である。

表2 GMM図面入力装置の対話修正機能 読み込んだ図形を、人間が介入することによって、より再現性を向上させることができる。このための対話修正機能が豊富なこともGMM図面入力装置の特徴である。

コマンド名	機能	コマンド名	機能
直線化	 直線化前 直線化後 配置されている図面の全線分に対して直線化可能な線分を探し直線化する。	バルーンポップイン	 通り心のバルーンの自動認識を行う。
	 直線化前 直線化後 対角点によって指定された複数の線分に対して、指定した線分を基準とし直線化する。	半径修正	 選択した円の半径を統一する。
微小線分移動	 移動前 移動後 指定した長さ以内の線分を指定した板面へ移動する。	円整列	 選択した円を指定した整列軸で整列する。
領域板面移動	 移動前 移動後 指定領域の図形を指定した板面に移動する。	同心円化	 選択した円を指定した点に中心を統一する。
角生成	 角生成前 角生成後 角を生成したい2線分を指定し、削除する線分を指定すると角を生成する。	円生成	 指定した折れ線からシステム変数を参照し円を生成する。生成の元となった折れ線は円生成後自動的に消去する。
水平垂直化	 傾きのある線分折れ線を指定し、その線分を水平垂直化する。	円弧生成	 指定した折れ線からシステム変数を参照し、円弧を生成する。生成の元となった折れ線は円弧生成後自動的に消去する。
傾き補正	 傾き補正前 傾き補正後 縦方向の線分と、横方向の線分を選択し、これらの線分の傾きの平均だけ、図面全体を回転し傾きを補正する。	選択始終点	 指定された領域内に、始点および終点を持つ線分を選択する。
グリッド補正(寸法補正)	 補正前 補正後 図面の寸法誤差を修正する。	選択傾き	 指定された領域内にあるシステム変数で指定した傾きの範囲内にある線分を選択する。
通り心補正	 指定した円および線分を補正し、円と線分から成る図形を定義する。	文字はり込み	 指定された範囲に文字列を定義し、範囲内の図形は削除する。

いる個所を再現する塗りつぶし認識機能を実現した。

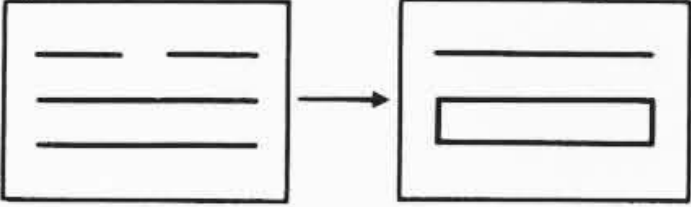
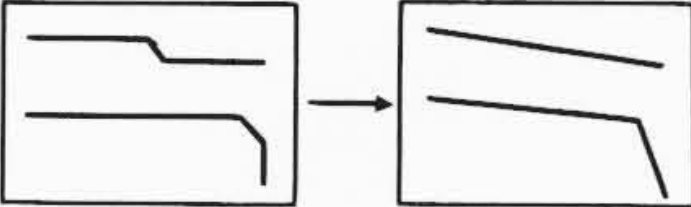
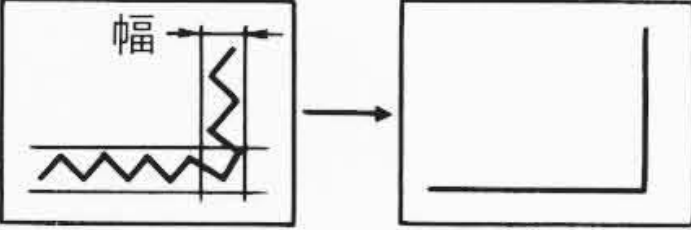
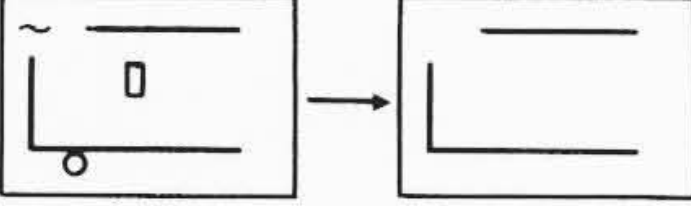
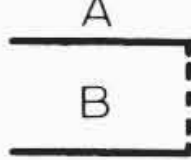
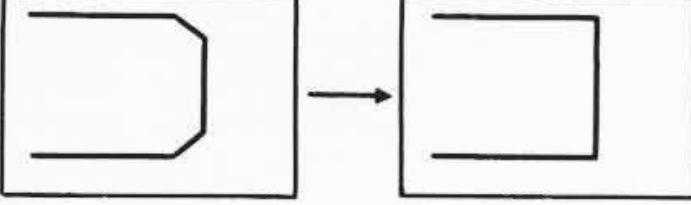
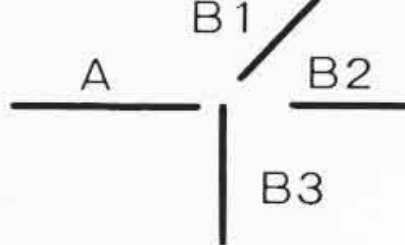
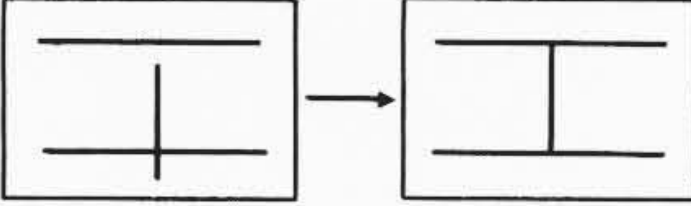
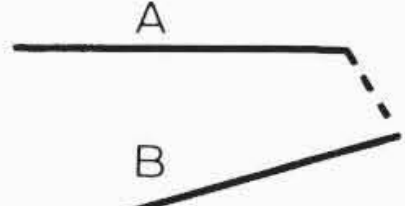
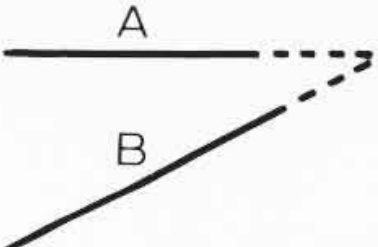
(b) システム制御

ユーザーファイルの整理機能、プログラム、データのロ

ーディング機能を持つ。ガイダンスやコマンドの日本語化により、わかりやすいオペレーションを実現した。

(c) 補完機能

表 3 GMM図面入力装置の補正機能 GMM図面入力装置では、対話形図面修正機能のほかに、自動的に図形の形状を認識し、本来の形状を再現する補正機能がある。

コマンド	機 能	コマンド	機 能
CONT (線切れの接続)	手書き図面や青焼き図面を読み込む場合、線の途切れを生ずることがある。そこで途切れ部を自動的に接続するためのコマンドである。 	SLOT (短線の消去)	折れ線を構成するベクタ要素のうち、指定の長さ以下の短い要素を間引くコマンドである。 
	接続する間隔のほかに次の禁止条件を指示することができる。 (a) 直線接続禁止  AとBの接続を禁止する。	SMOZ (不要特徴点の間引き)	読み込む図形が太線の場合や交差線が多い場合、折れ線の中の不要な特徴点（制御点）を間引きする。間引きを行うかどうかは、幅によって指定する。 
	(b) クランク接続禁止  AとBの接続を止する。	ERAS (範囲内折れ線の消去)	指定された長さ以下あるいは以上の折れ線を自動的に消去する。対象図形として閉図形、開図形、全図形を指示することができる。 
	(c) 平行線間の接続禁止  AとBの接続を禁止する。	CNER (角部の直角化)	読み込む図形が手書きであったり、太線の場合、角部がうまく再現されない場合がある。この場合、このコマンドにより、角部を自動的に直角化する。 
	(d) 複数候補があるときの接続禁止  AとB1, B2, B3の接続を禁止する。この禁止条件を指定しないと、Aと最近傍のB3が接続される。	TCNT (T字部引き込み)	ベクタ化されたデータでは、T字交差部が離れたり、突き出したりしてしまう場合がある。この場合、このコマンドにより、T字部の引き込みを行う。 
	(e) 直接接続禁止  AとBの端点どうしの接続を禁止する。		
	(f) 交点接続禁止  AとBの交点での接続を禁止する。		

読み込んだ図形を自動的に整形する機能として、表 3 に示す各種補完機能を実現した。本補完機能の有効利用により、対話修正時間の短縮化が図れる。

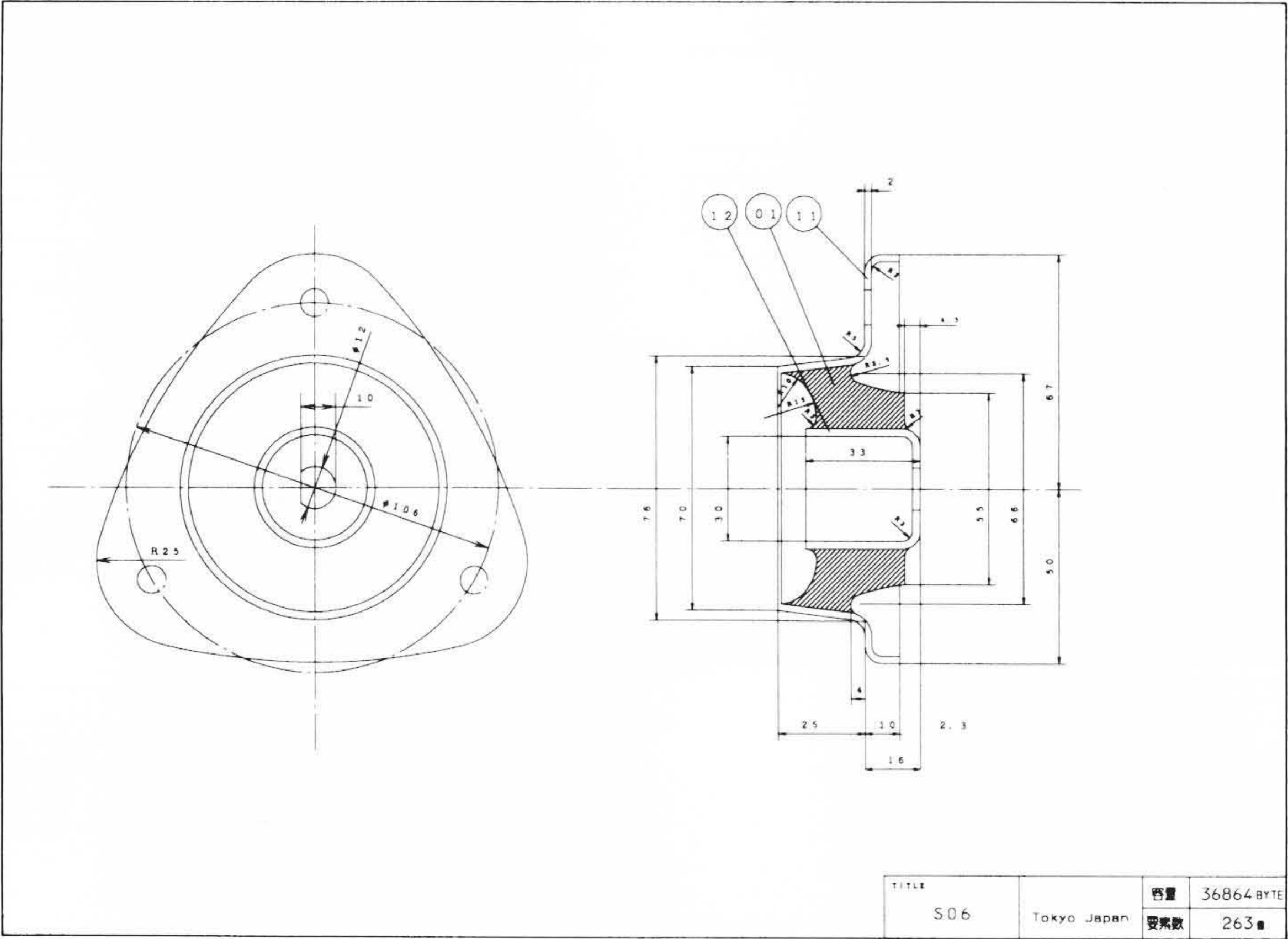
GMM図面入力装置での読み取り結果を図 5 に示す。本例では、前述の修正機能、補完機能を用いていない。修正機能、補完機能により、微小線分(一般に「ごみ」と呼ばれる。)やデータ圧縮が図れるが、元図の状態によっては、その必要がない場合もある。

4 今後の展望

GMM図面入力装置は、旧図再利用、建築躯体図の入力などの利用以外に、シーケンスのラフ図の入力や機械部分図の入力などさまざまな分野での適用が試されている。これら多種多様化するユーザーニーズに対応するには、知識データベースを利用したAI機能の搭載が必要である。現在、第 4 次エンハンス計画として、トレース機能の開発に着手している。原図がかすれていたり、逆に密であったりするために、GMM図面入力装置でうまく再現できない場合が応々にしてある。この場合、人間が介入して指示することにより、再現性を向上させることができるが、書き直してしまうのも一つの方法である。そこで、上書きイメージのトレース機能を開発している。トレース機能は、上からなぞれば下の図形が消える機能であり、線分・円弧などの基本図形以外にも自由曲線も対象とし、複写の際のトレースも計画している。

また、文字の自動認識機能やシンボルの自動認識機能も、

原図



読み込み後

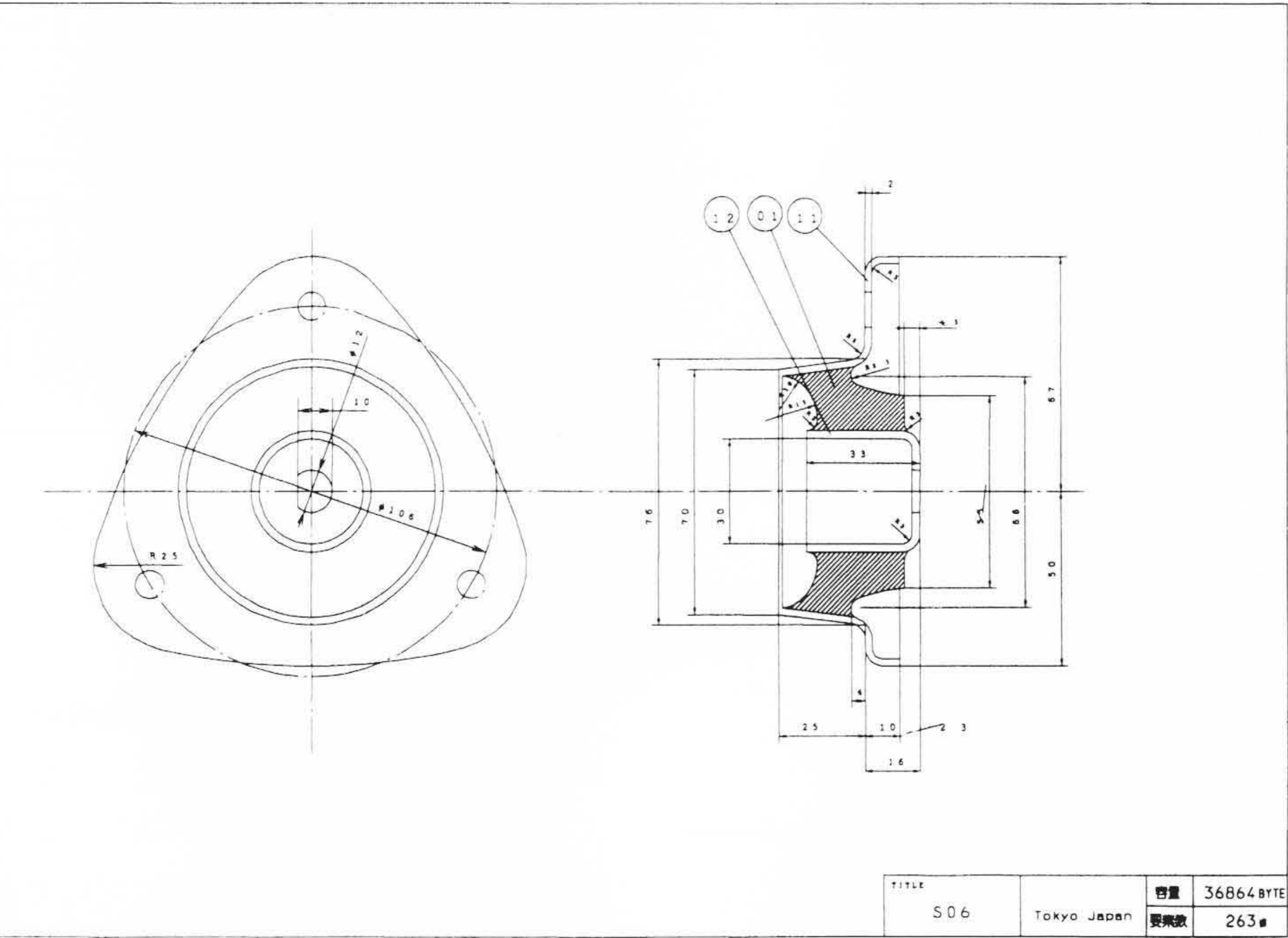


図5 GMM図面入力装置での読み取り結果
取り結果であり、優れた再現性を示している。

AI機能として取り組んでいかなければならない課題である。

5 おわりに

GMM図面入力装置は、CADの有効活用という側面からも、ますますそのニーズが高まる傾向にある。また、この傾向はハードウェアの低価格化とハンディースキャナなどの安価な

スキャナの高機能化により、いっそう拍車がかかるものと予想される。

そこで、多様化するユーザーニーズにこたえ、より再現性に優れ、かつ高機能なGMM図面入力装置の実現を図っていき