

個性化時代における家具の加飾技術に関する研究(第2報)

宮川和幸・工藤正志・中島 俊

Studies on Decoration Technology of Modern Furniture
in the Individualization (Part II)

Wako MIYAGAWA, Masashi KUDO and Toshi NAKAJIMA

要 約

昨年度の成果をもとに、加工データの中間ファイルからNCルータ用の制御言語で記述された加工データの変換方法について検討し、高速化・多機能化を図った結果、加工可能面積を大きくすることが可能になった。また、切削面の評価方法・切削の最適条件の評価法について検討した。

1. はじめに

近年、製造業を取り巻く環境は急激に変化してきている。人材不足、労働時間の短縮化、個人消費の落ち込み等県内中小企業にとって厳しい局面をむかえている。これらに対応すべく、昨年度は2次元のスケッチ画から画像処理によって2.5次元の加工情報を生成し、加工するシステムを開発した。これに続いて本年は加工データの変換部の改良を行い、データ変換時間の短縮化、加工対象領域の拡大を図ることとした。併せて、実際に加工する際に存在する種々の条件について検討することとした。

2. システムの概要

本システムを稼動させるのに必要なファイルは表1のとおりである。今回使用したMS-DOSのバージョンは3.3Cであるが、2.0以上であれば動作可能な設計になっている。

パソコンはPC-9801シリーズ(NEC)及びその互換機であれば動作するが、作業ファイルは約1.8Mbyte程度と非常に大きくなるので、作業領域を確保するためハードディスク等の大容量補助記憶装置が必要となる。(これについては後述する)

なお、開発に用いた言葉はN₈₀BASIC, Turbo CおよびTurbo Pascalである。

表1 ファイル一覧

ファイル名	byte	備 考
IO. SYS	65,536	MS-DOS Ver3.3C を使用
MSDOS. SYS	29,696	
COMMAND. COM	24,931	
CONFIG. SYS	328	
AUTOEXEC. BAT	1,427	
RSDRV. SYS	7,352	RS-232C用ドライバ
PRINT. SYS	5,855	プリンタ用ドライバ
MOUSE. SYS	4,395	マウス用ドライバ
HYPERDRV. SYS	705	フレームバッファ用 ドライバ
G.CHANGE. EXE	4,000	Gコード変換プログラム
AUTO_G2. EXE	2,864	短縮化プログラム
SHORTER. EXE	2,672	短縮化プログラム
R. EXE	67,824	形状編集・CAM部
MKAR. EXE	43,856	高さ設定部
MONOIMG2. EXE	21,726	画像読み込み部
N88BASIC. LIB	189,952	BASICライブラリ
PC98EGC. BGI	13,003	グラフィックライブラリ

3. システムの構築

イメージスキャナから読み込まれた濃淡を持つ

スケッチ画はmkar.exeを実行することによって高さ情報を対話的に設定して、2.5次元の形状データを生成する。この2.5次元データは、*.mskと*.rcdの2種類の拡張子を持つファイルとして保存することができる。拡張子mskのファイルはマスク情報に関するものであり、拡張子rcdのファイルは高さ情報に関するデータが記述されている。この2つのデータをもとにr.exeで形状の変更、切削条件の設定及び切削を行う。

切削は3軸加工で行う。まず定義された高さに対して加工情報を生成する。加工対象物をX、Y方向に移動させ、それにともない、高さ情報に合わせて、Z軸を移動させる。これを繰り返すことにより、浮き彫り加工を施すことができる。従って、この加工は全て直線補間によって生成される。

r.exeで「切削」コマンドを選択するとカレントドライブに自動的にcammm3.datという中間ファイルが生成される。このファイルには直接Gコードが書き込まれるのではなく、256×256画素がそれぞれ次の画素に移動する際に必要となる情報が全て書き込まれる。従って、ファイルも非常に大きくなり、約1.6M程度になる。cammm3.datに書き込まれるデータはCAMM-3（ローランド製、小型のNC彫刻機）の制御コードに準拠した形式で書かれている。

```
^PA;
^PU0, 0;
Z0, 0, -240;
Z39, 0, -240;
Z78, 0, -240;
Z117, 0, -240;
Z156, 0, -240;
Z196, 0, -240;
Z235, 0, -240;
Z274, 0, -240;
Z313, 0, -240;
Z352, 0, -240;
Z392, 0, -240;
Z431, 0, -240;
```

図1 cammm3.datの内容

図1に示したとおりr.exeから生成される加工データは、各画素を直線補間したものである。しかも、NCルータの制御用Gコードとは異なる形式である。よって、Gコードに変換しなければならない。今回の加工は3軸制御（2軸制御付加1軸）であるので、必要になる主要なGコードは

・直線補間 : G01
 ・早送り : G00

の2種類である。これに対応するCAMM-3コマンドは

・3軸同時送り（直線補間） : Z
 ・絶対座標の設定・工具の移動 : ^PA
 ・ツールアップにて移動 : ^PU

の3種類を使用している。従って、図1の例では

```
G90G01X0. Y0.
G01X0. Y0. Z-240.
G01X39. Y0. Z-240.
G01X78. Y0. Z-240.
G01X117. Y0. Z-240.
G01X156. Y0. Z-240.
G01X196. Y0. Z-240.
G01X235. Y0. Z-240.
G01X274. Y0. Z-240.
G01X313. Y0. Z-240.
G01X352. Y0. Z-240.
G01X392. Y0. Z-240.
G01X431. Y0. Z-240.
```

と変換しなければならない。こうして変換していくことによって加工のサブプログラムといえる部分ができあがる。サブプログラムが完成した後、加工原点の設定、送り速度の設定、主軸回転数の設定等種々の設定を行うがこれらは樹種・素材の方向・各家具メーカーのノウハウが密接に関係しているので変換終了後エディタ等で設定することとした。加工用コードの具体的な変換手順は以下のとおりである。

- ① cammm3.datをオープンする。
- ② X、Y、Z方向にそれぞれ何倍するか入力する（X、Yは整数倍、Zは実数倍）。
- ③ cammm3.datから1行読み込む。
- ④ 最初の1文字がZの場合、X座標、Y座標、Z座標を読み込み、②で得た倍率で実数倍する。

ここで得られた数値を

G01X *****Y*****Z*****

の*****部分に代入し、ファイルに書き込む。

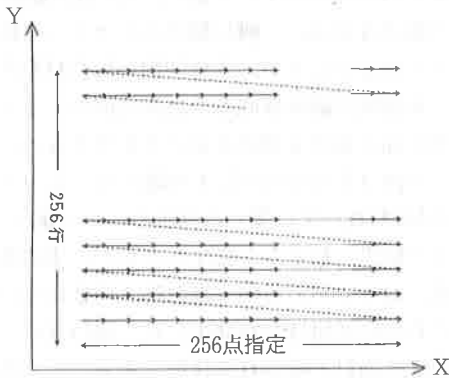
- ⑤ 最初の3文字が^PUで、かつこの行が4文字以上ある場合、X座標、Y座標を読み込み、②で得た倍率で実数倍する。ここで得られた数値とあらかじめ設定しておいたZ方向のオフセット高さを

G00X *****Y*****Z*****

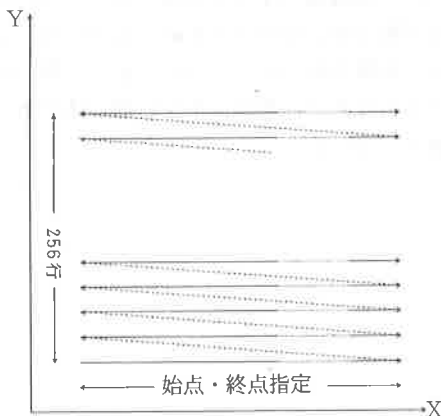
の*****部分に代入し、ファイルに書き込む。

- ⑥ ④、⑤の操作を繰り返す、!0を読み込んだ場合ファイルをクローズして終了する。

①～⑥の操作によって生成されるファイルはcamm_3.datよりも大きくなり、約1.7M程度になる。



短縮前形状定義(例)



短縮後形状定義(例)

図2 Gコードによる形状定義

以上の操作によってNCルータ用のGコードが生成される。しかし、ここで変換されたGコードは図2のように形状を定義している。Gコードは直線切削を行う場合、始点・終点の指定を行えばよく図2のような形状の定義方法はデータを膨大なものにしてしまう。そこで、以上の操作で得られたデータの短縮を行った。

図2では便宜的に平面に近い形状としたが、実際は、Z座標が等しい範囲でのみ短縮操作を行っている。従って、加工形状によってはデータの短縮効果あまり見られないものも存在する。

拡大・縮小機能についてはX、Y軸は整数倍、Z座標に限って実数倍とした。理論的には定義されている形状を各軸方向にスカラー倍すればよいのだが、r.exeで切削範囲を指定するとき、同時に使用工具径も入力する。刃物の径はφ1、φ2、φ3、……と通常整数になっている。従って、X、Y方向を実数倍すると、使用すべき刃物の径が存在しない場合がある。このような事態を防止するため、データ変換時にメッセージを出力するようにした。あるいは、使用に習熟した後は、データ変換時の拡大・縮小を考慮して、あらかじめ実際には存在しない径を入力しておくのも一つの手法である。以上の短縮化の操作をauto_g2.exe、shorter.exeで行った。

図3はスキャナ読み込みからGコード生成までのデータの流れの例である。



図3 データの流れ

図3にも示したとおり、中間に生成されるファイルのサイズは1.8Mbyte近くにもなる。従って、これらのファイルはフロッピーディスクには収まりきらない。さらにデータ変換時はファイルアクセスを頻繁に繰り返すことから、仮にデータがフロッピーディスクに収まったとしてもデータ変換に長時間を要することになる。これらを考慮すると、2. システムの概要で触れたとおりハードディスク等の大容量補助記憶装置が必要となる。

図3のデータ中、camm_3.dat, g_codel.datおよびg_code2.datは操作者にとっては直接必要なファイルではない。そこでマンマシンインターフェイスの面からも、バッチファイルを作成して、メニュー形式の対話的な操作を可能にした。



写真1 切削加工例

4. 切削の評価法

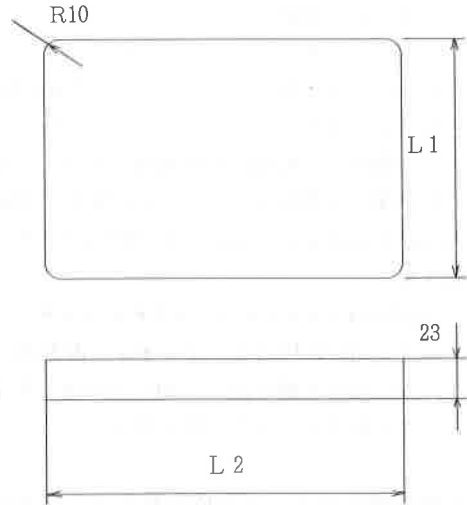
木材の被削性は、一般的には以下の4項目から判定することができる。

- ・ 切削抵抗
- ・ 加工精度
- ・ 切削面の形状
- ・ 刃物の寿命

つまり、各項目の値が良好であればその場合の切削条件は適切であるといえる。今回は切削抵抗以外の項目について検討した。

加工した形状は図4のとおりである。

今回の加工にはカバ材（広葉樹、含水率11.5%、比重0.70）を用いた。加工精度については、各試料ごとにL1, L2をそれぞれ数点測定し、寸法誤差を求めた。なお、使用した刃物はφ14、回転数は10,000rpmである。



L1 = 122, L2 = 182 (単位mm)

図4 加工形状

図4の形状を加工した後に、加工面を観察した。加工面の評価は、一般に触感のもととなる面あらさから判定されるが、木材切削の場合材質的なむら、不規則な繊維構成等の影響で面あらさだけでは加工面の良否を判定することができない。よって、今回は生産現場で最も問題となるような欠点（部材の割れ、欠け等）の発生について調べた。

その結果、最も多く発生したのが、木口面から繊維に対して平行方向へ進む際、円弧の部分にケバ立ち状の逆目ぼれが発生した。逆目ぼれとは一般的には逆目と呼ばれる状態である。ごく微少なササクレ状の逆目ぼれが発生し、ササクレが大きくなり繊維をむしり取るような欠落を示すものもあった。欠落部の深さはほぼ一定しており0.5mm程度であるが、幅は3~6mm、長さは11~14mm程度で、繊維方向に沿っていた。また、加工面で繊維と平行な面には非常に小さい綿毛状のケバ立ちが発生していた。

表2 L1, L2 測定結果

試料1

	L 1
1	121.66
2	121.57
3	121.51
4	121.49
5	121.55
6	121.61
7	121.59
8	121.64
9	121.76

	L 2
1	182.07
2	182.00
3	182.02
4	182.02
5	182.00
6	182.00

試料2

	L 1
1	121.72
2	121.65
3	121.56
4	121.62
5	121.63
6	121.62
7	121.67
8	121.64
9	121.64

	L 2
1	181.85
2	181.89
3	181.79
4	181.79
5	181.77
6	181.74

試料3

	L 1
1	121.83
2	121.69
3	121.68
4	121.77
5	121.69
6	121.73
7	121.70
8	121.75
9	121.74

	L 2
1	181.76
2	181.74
3	181.73
4	181.71
5	181.70
6	181.74

刃物寿命に関しては、約500m切削したところで刃物の直径を測定した。その結果14.00mmを示した。

寸法精度に関して、刃物は摩耗していない状態と考えた場合、加工データのとおりに切削するはずである。従ってL1=122mm, L2=182mmを示す

はずである。しかし、前述のような結果となった原因としては、NCルータの軸のズレ、またはNCルータの回転時に工具にビビリが発生している、といったことが考えられる。

加工時におけるコーナー部の欠損は、切り込み量が大きいき、外側の不要部分が繊維方向に沿って割れを生じることがある。その際、欠落が発生しやすいのではないかと考えられる。対策としては切り込み量を大きくしない、といったことが考えられるが、材料・木目等の影響を受けやすいので定量的に値を設定することは難しい。実際の加工を行う際は、欠落が発生しやすい方向の切削は避けた方がよいと思われる。

5. まとめ

彫刻システムの機能の改善を行い、拡大縮小機能を追加した。X, Y座標をスカラー倍しているため、加工面のあらさも拡大されてしまう。しかし、本システムの加工品がそのまま製品になるわけではなく、下加工として用いる方向で考えていることから加工面積が大きくなったというのは非常に意味のあることだと思われる。

また、木材の被削性については切削抵抗を測定し得ず、その他のデータも不十分な面が多い。来年度以降も切削性についての実験・検討を重ねていく予定である。

文 献

- 1) ハイパーフレーム⊕ユーザーズマニュアル, デジタルアーツ
- 2) 平井信二: 木材加工, 実数出版
- 3) 枝松信之, 森 稔: 製材と木材, 森北出版 (1963)