

## エンベデッドシステムスペシャリストの回答と問題提起

IPA の解答に対し、こんな回答も有るんじゃないと、斜めから見てみました。

エンベデッドシステムスペシャリスト 平成 24 年度春試験の問題と解答例は、下記サイトに有りますので、参照しながら読んでください。

[http://www.jitec.jp/1\\_04hanni\\_sukiru/mondai\\_kaitou\\_2012h24.html](http://www.jitec.jp/1_04hanni_sukiru/mondai_kaitou_2012h24.html)

文中、『解答』は、IPA の発表した正解を意味し、『回答』は、私が設問に対して答えた事を意味して、使い分けています。

### 第 1 章. 問 1 の解法と注意点

#### 問 1 3 次元複写機に関する問題です。

題材について
<p>この 3 次元複写機は、倣い加工装置に相当するもので、モデラーが木工や粘土 (クレー) で作成した造形物を、NC プログラムを作成する事無く、複製する装置です。</p> <p>出題された装置は、一方向からの切削ですが、実際の倣い加工機は、精度を高めるため、切削面に刃物が垂直に当たるように前後の傾斜角から法線ベクトルを求めています。この時、刃物の向きが変わるため、衝突を避けるための干渉チェックが必要となります。</p> <p>切削点の座標データの取り込みは、本出題の非接触型とスタイラス (針又はローラ) 等を用いた接触型が有ります。</p> <p>スタイラスの場合は、造形物の表面をなぞりながら切削を行います。</p> <p>本出題では、座標データを取り込んでからの切削となります。</p> <p>3 次元計測ユニットは、3D スキャナまたは 3D デジタイザで検索すると、多数の市販品が出て来ますので、参考にして下さい。</p> <p><b>新規性があるとは言い難い装置です。</b></p>
<h4>3 次元計測ユニット</h4> <p>高さ <math>H</math> の位置から、被複写物までの距離 <math>R</math> とスキャンした角度 <math>\alpha</math> を計測します。</p>
<h4>3 次元造形ユニット</h4> <p>エンドミルの高さ <math>H</math> を一軸固定として複写物素材を回転して、回転角 <math>\theta</math> の位置の切削深さ <math>D</math> まで進み、1 周すると高さ <math>H</math> を進めて、加工します。</p>

## 制御装置

3次元計測ユニットからの角度座標値を、直交座標上の断面図データに変換し、3次元造形ユニットに渡します。

## 設問 1

(1) 制御装置のメモリ容量を求める質問です。

解法
単純に要素の分解能を掛け合わせれば求まります。 $\theta = 12$ ビット $\theta$ の分解能 $h = 13$ ビット                      縦スキャン分解能 $R = 2$ バイト                      距離のバイト数 データ量 = $\theta \times h = 2^{12} \times 2^{13} = 2^{25} = 2^5 \times 2^{20} = 32\text{M}$ 点 データバイト数 = データ量 $\times R = 32\text{M} \times 2 = 64\text{M}$ バイト 上式で $2^{20}$ は 1M です。
注意点
「答えは小数点以下第 1 位を切り上げて、整数で求めよ。」と有りますが、結果は $2^6$ なので、小数点は生じません。 午後 I でも、小数点の扱いの問題が出ています。 数字の 1 は、小数点以下が四捨五入されているのか、切り捨てられているのか、正確に 1 なのか、これら総てを含んだ、小数点以下の精度不明の値です。 1.0 は、小数点以下 1 桁までの精度が保証された値です。 但し、小数点以下 2 桁以降の保証はされていません。 小数点以下の意味は、精度を問う場合には必要な条件ですが、回路図上では、精度記号を記入しますので、端数の無い数値は、精度位まで 0 を書かない場合があります。 小数点以下の有効桁数と精度は意味的には異なるものですが、 精度が 1% の抵抗器は、 $1.00\text{k}\Omega$ と表記しないで、精度記号 F を使って $1\text{kF}$ と書きます。 桁数を見るより直観的です。ちなみに、F=1%、G=2%、J=5%、K=10% です。 しかし、IPA は求めていますので、必ず指定小数点以下の記述を行って下さい。

(2) 3次元造形ユニットのメモリ容量を求める質問です。

解法と注意点
a) 3次元計測ユニットの測定データは、縦スキャンを行ってから回転しています。 b) 制御装置では、直交座標に変換し、H軸基準の加工データ(D, $\theta$ )を作成します。 c) 3次元造形ユニットは、1回転してから縦方向に動きます。 この事から、3次元造形ユニットは、3次元計測ユニットが全計測を完了しないと加工が行えません。

IPA の解答を見てみましょう。

「加工に必要な全データを保持できるメモリ容量を有すること」となっています。

**非常に曖昧な表現です。**

「加工に必要な全データ」とは何かです。

- a) 被複写物の直交変換した全座標値
- b) 1 周分の座標値
- c) 切削するポイントの 1 座標値

のどれにも該当します。

**a) の場合**

制御装置のメモリは、1 スキャン分のメモリだけで足り、 $\theta$  軸基準で(H, D)データを送る事になります。但し、3 次元造形ユニットは、全直交座標を持つ必要があります。メモリの場所が変わっただけです。装置全体のメモリ量に変化はありませんので、何のために、3 次元造形ユニットにメモリを持たせるのか疑問です。

設問は、H 軸基準で加工データ(D,  $\theta$ )を作成しますので、 $\theta$  軸を基準にするこの考えは該当しません。

**b) の場合**

1 周分の座標値を制御装置から得るには、3 次元計測ユニットを H の分解能数分回転させ、H の刻みの毎に 1 周分の座標値を制御装置から 3 次元造形ユニットに送ります。

すなわち、1 周測定したら 3 次元造形ユニットに送り、次の H 位置でまた 1 周測定して送る事を繰り返します。

制御装置は、不要な H のデータは捨てて、送信する H 位置の 1 周分のデータだけ保持すれば良い事になります。3 次元造形ユニットも同様に 1 周分のデータだけのメモリ容量で十分です。

この考えは、H 軸基準で加工データ(D,  $\theta$ )を送る事になり、設問の内容に合います。

**c) の場合**

b)と同様ですが、1 周分のデータを待たずに、1 データ毎に送ります。

制御装置と 3 次元造形ユニットは、1 座標値だけのメモリとなります。

当然 H の分解能分 3 次元計測ユニットを回転させる必要があります。

動きはインチング動作（寸動動作）となります。

この考えは、H 軸基準で加工データ(D,  $\theta$ )を送る事になり、設問の内容に合います。

**他者(ES を持つ他の IT ストラテジスト)の意見**

IPA の解答は、「加工に必要な全データを保持できるメモリ容量を有すること」であるが、レベル 4 としての解答としては、当たり前過ぎる前提条件を解答として良いものだろうか？

さらに受信したデータの状態では加工は不可能である。

レベル 4 ならば、「受信したデータを加工用データ順に整列する機能を有すること」まで解答を求めても良いのではないだろうか？

### (3) 計測理論についての質問です。

解法と注意点	
<p>a と b は、距離計からの直交座標系での距離(D)と高さ(h)を求める、三角関数の問題です。</p> <p>高さは、距離計の設置高さとは加算して、加工位置の H となります。</p>	
欄 a	斜辺分の底辺が $\cos$ ですので、 $D = R \cos \alpha$ で求められます。
欄 b	斜辺分の高さが $\sin$ ですので、 $h = R \sin \alpha$ で求められます。
欄 c	「計測できなくなり」のエラー内容が不明ですが、多分レーザの反射光が無く成ったために、距離計のレンジをオーバーしたと思われる。すなわち被複写物が「無い」事となります。
欄 d	<p>縦スキャンの範囲に入るように距離計の高さを調整することで測定可能となります。設問では、<math>\alpha 2</math> を超えたとありますので、「上方に移動させる」が回答となります。</p> <p>IPA は、「垂直方向」としてしています。<math>\alpha 2</math> を超えた場合の対策としてどうするかを問うていますので、垂直方向では下方も含むことになり、正しく有りません。この解答を許すなら、小数点の精度も黙認すべきです。</p>
欄 e	<p><b>国語の問題になります。</b></p> <p>IPA は、「複数の高さ」を解答としています。</p> <p>しかし文脈的には、「この対策としては、距離計を <b>垂直方向</b> に動かして、<b>移動点の高さ</b> から計測する事が考えられる。」がしっくりきます。</p> <p>「この対策としては、距離計を <b>垂直方向</b> に動かして、<b>複数の高さ</b> から計測する事が考えられる。」では、「<math>\alpha 2</math> を超える・・・」の課題と結び難くなります。</p> <p>設問の「この対策としては、・・・」を「このような場合の対策として、・・・」に変更して、<b>複数の高さ</b> を <b>任意の高さ</b> にすれば、意味が通ります。</p>
その他	
<p><b>出題と関係が有りませんが、ここで疑問があります。</b></p> <p><math>\alpha</math> が見下ろした角度又は見上げた角度の場合、袋状になった形状の中を覗く事になり、測定する事が出来ます。また、袋の外も測定できますので、1つの H 位置に 2つの D 位置が存在してしまいます。この 3次元造形ユニットでは、このような切削が行えません。また、レーザの影になる形状部分の座標値は測定不可能です。</p> <p>この装置での切削は、こけしのような形状物だけが対象となります。</p>	

## 設問 2

(1) モニタのメモリ容量を求める質問です。

解法
単純に画面の分解能と 1 ピクセル当たりのバイト数を掛け合わせれば求まります。 画面のピクセル数 = $2^{12} \times 2^{12} = 2^{24} = 2^4 \times 2^{20} = 16\text{M}$ ピクセル 画面のバイト数 = 画面のピクセル数 $\times$ 1 バイト = 16M バイト 上式で $2^{20}$ は 1M バイト、 $2^{12}$ は画面の分解能 4096 で、 1 はピクセル当たりのバイト数です。

(2) 異常時対策の質問です。

解法																		
MCU がリセットされると、エンドミルは 0 点に復帰しますので、 中断時の位置に移動するための位置情報が求められています。 位置決めに必要な座標値は、H、 $\theta$ と D ですので、中断時の H、 $\theta$ と D を保存すれば よい事になります。IPA もそのような解答例としています。 しかし、1 周分の加工データを持っているので、 $\theta$ をインデックスとして 加工データ配列から D を取り出せば、保存の必要がありません。																		
<div style="text-align: center;"><p>1 周分の加工データ</p><table border="1"><tbody><tr><td>中断時の H の値</td><td>D<sub>0</sub> の値</td></tr><tr><td></td><td>D<sub>1</sub> の値</td></tr><tr><td></td><td>D<sub>2</sub> の値</td></tr><tr><td></td><td>D<sub>3</sub> の値</td></tr><tr><td></td><td style="text-align: center;">.</td></tr><tr><td></td><td>D<sub><math>\theta</math></sub> の値</td></tr><tr><td></td><td style="text-align: center;">.</td></tr><tr><td></td><td>D<sub>4094</sub> の値</td></tr><tr><td></td><td>D<sub>4096</sub> の値</td></tr></tbody></table><p style="text-align: right;">⇩</p></div>	中断時の H の値	D <sub>0</sub> の値		D <sub>1</sub> の値		D <sub>2</sub> の値		D <sub>3</sub> の値		.		D <sub><math>\theta</math></sub> の値		.		D <sub>4094</sub> の値		D <sub>4096</sub> の値
中断時の H の値	D <sub>0</sub> の値																	
	D <sub>1</sub> の値																	
	D <sub>2</sub> の値																	
	D <sub>3</sub> の値																	
	.																	
	D <sub><math>\theta</math></sub> の値																	
	.																	
	D <sub>4094</sub> の値																	
	D <sub>4096</sub> の値																	
その D は中断時の D では無いので、間違いだと思われそうですが、D 軸の構造を考えてみると、エンドミルは、0 点から D 点に向かって一定スピードで切削を行うようになって																		

います。中断点の D 位置に移動するのも、加工データ配列の D 点に切削を進める場合も、中断点の D 位置に到達する時間は同じです。  
 D 軸に早送り機能があれば中断時の D 位置は意味が有りますが、早送りの無い構造では、D の中断点を保存するのは冗長です。  
 よってこの設問の解答は H と  $\theta$  の 2 つしか有りません。

### 設問 3

(1) 駆動パルス演算回路に付いての質問です。

解法と注意点	
ブロックダイアグラムから駆動方法を推測します。	
欄 f	データのバッファリングの素子を聞いていますので、FIFO になります。
欄 g	「前回の駆動パルス数演算に使用されたパルス数」ですので、前回データレジスタになります。
欄 h	「符号と絶対値とに分けて格納する」ですので、出力データレジスタになります。
欄 i	「D 軸モータの駆動方向」ですので、方向は符号になります。
欄 j	0 の検出信号で起動される回路は、出力データレジスタからたどって行くと、シフトクロック生成回路に入ります。 2 個の j 欄が有りますが、シフトクロック部分が同じだけで、異なるものです。 前者はシフトクロック生成回路のシフトクロック部分で、 後者はシフトクロック生成回路を駆動するためのシフトクロックそのものです。 <b>異なるものを、同じ解答として求める、紛らわしい質問です。</b>
欄 k	$\theta$ 軸を駆動するための信号ですので、 $\theta$ 軸駆動パルスとなります。 ここでも、2 個の k 欄が有りますが、これは両者とも同じものです。

(2) バッファリングアルゴリズムに付いての質問です。

解法と注意点
a) MCU への割込みに 2 ミリ秒待たされる事が有る。 b) FIFO のシフトクロックは、最短で 1 ミリ秒おきに出力される。 c) FIFO のデータを切らさないように制御する。  1 ミリ秒間隔で FIFO からデータが無くなるので、2 ミリ秒の割込み待ち時間分のデータを用意すればいい事になります。

1 ミリ秒間隔で 2 ミリ秒だと 2 個のデータで良さそうですが、MCU の割込み処理時間を考慮すると、処理中に EMPTY フラグが上がってしまう可能性があるため、3 個のデータが必要となります。

### (3) エンドミルの駆動方法に付いての質問です。

#### 解法と注意点

- (a) 「D 方向の切り込み速度を小さくする・・・」とありますので、減算クロックの周波数を変更できる機能が適切となります。  
IPA の解答は、「複写物素材の種類によって減算クロックの周波数を変更できるようにする回路」となっています。  
設問では、「複写物素材の種類によって、エンドミルの・・・」と書かれていますので、IPA の解答の書き出しの「複写物素材の種類によって」は冗長です。
- (b) A 部を見ると、出力データレジスタの値が 0 です。出力データレジスタは、前回と今回の D 位置の差が入りますので、この値が 0 の場合は、同値である事になります。IPA の解答のように、「エンドミルの付き出し量は不変で、 $\theta$  方向に切削している状況」となります。

#### ここで注意する問題があります。

3 次元造形ユニットの最大径 400mm で、円周は  $\pi \times 400\text{mm} = 1256\text{mm} = 1.256\text{m}$  となります。 $\theta$  軸駆動パルス毎に  $1256\text{mm} / 4096 = 0.3\text{mm}$  移動します。

式中の 4096 は  $\theta$  の分解能の 12 ビット値です。

$\theta$  軸駆動パルスは 1 ミリ秒 (設問 3-(1)-k) ですので、0.3mm を 1 ミリ秒で切削する能力が必要です。これは、1 秒間で  $0.3\text{mm} \times 1000 = 300\text{mm} = 30\text{cm}$  を切削する事になります。式中の 1000 はミリ秒から秒への変換定数です。

エンドミルはドリルと違い、腹でも切削出来ますが、D の深い場合は、エンドミルが折れる危険性があります。 $\theta$  も D の深さにより回転速度を小さくする機能が必要です。D の深さを 20mm にして D に変化の無い場合は、2cm の厚さを 1 秒間で 30cm 切削する事になり、金属の切削は不可能です。

#### もう一つ問題があります。

最大径の円周上の分解能は、前述のように 0.3mm ですが、〔3 次元複写機の構成及び機能〕の部分で説明されている、「最大 400mm の複写物を、0.1mm の分解能で複写できることを目指すことにした。」に反しています。

## 第 2 章. 受験者 T の試験を受けた感想

平成 24 年度春期・エンベデッドシステムスペシャリスト試験 (ES)  
を受験して

ST を含む過去に受けた他の高度情報区分も同じなのですが、以下の理由によって、その区分に関する深い知識・技能を前提とした「国語の試験」という印象を持ちました。

- ・ 出題者の意図をうまく「汲み取って」回答しなければならない。
- ・ 設問の指定事項に従わない答えを書いてはいけない。(読み落とし厳禁!)
- ・ 設問数が少ないので、ちょっとした文章ミスが命取りになる。

また、今回の ES で感じた点としては、

- ・ 通常の設計ではあり得ないような構成の設問もある。
- ・ 正答として扱ってくれる「振れ幅」が小さい。