

システム開発入門 第一回レポート

2022531033 関川謙人
d2531033@kitakyu-u.ac.jp

2022 年 11 月 25 日

1 目的

1.1

Labview において論理演算、四則演算、フロー制御を実験方式で学習する意義。それは、実際に開発現場において回路を組み込む際に、適切なシミュレーションを行う必要があることだと考える。例えば回路を組む際、ショートが発生するような回路であった場合に、実際に回路を組んでしまった場合であればもはや取り返しがつかないが、事前に labview で検証できる知識があれば、そういった事故を防げる。

1.2

論理回路の練習問題の中から一つ、(4)、NAND で (1) (3) の問題で実現した内容を表す問題について。前提条件として、NAND は以下の状況下で以下の反応を示す。

A	B	NAND
T	T	F
F	T	T
T	F	T
F	F	T

(4)-(1) について確認する。この回路では、(1) で再現した内容であるボタンを両方 ON にしたときにのみライトがつくといった回路であるが、(1) においては AND を用いてこの回路を再現したため、NAND で AND を表現する問題と読み替えることができる。このとき、二つのボタンをそれぞれボタン A, ボタン B とすると、 $AND = A \cap B$ と表せ、また $NAND = \overline{(A \cap B)}$ である。即ち NAND を否定する回路を作る必要がある。このとき

$$A \cap B = \overline{\overline{A \cap B}} \quad (1.2)$$

となるように回路を組む必要がある。(4)-(2) において、この回路は数学的には、このように表せる

$$\overline{A \cap B} = \overline{\overline{A \cap B}}$$

(4)-(3) においては、(3) で再現した内容を数学的に表すと、

$$\overline{A \cap B} \cap A \cup B$$

と表せるが、この時 or を表す $A \cup B$ を NAND を用いて表す必要がある。このとき、or は数学的に、

$$A \cup B = \overline{\overline{A \cup B}}$$

これらを組み合わせると、

$$(\overline{A \cap B}) \cap (\overline{\overline{A \cup B}})$$

と数学的には表せる。電気回路練習問題の中から、(1) の問題を抜粋して解説する。E1,E2,R1,R2,R3 の値を提示したときに I1,I2,I3 を表示する問題であるが、

この時、E1 と E2 で以下の配列を作る。

$$Y = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

また、抵抗値を使って、以下の配列を作る。

$$A = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 & R_3 \\ R_3 & R_2 + R_3 \end{pmatrix}$$

また、この時、 $Y=AX$ であり、X の配列が I_1, I_2 を表す配列となるが、このとき方程式の形は、

$$\begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 & R_3 \\ R_3 & R_2 + R_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

また、X 行列を詳細に表すと、

$$X = \begin{pmatrix} I_1 = \frac{(R_2 + R_3 E_1) - R_3 E_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \\ I_2 = \frac{(R_1 + R_3 E_2) - R_3 E_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \end{pmatrix}$$

となる。

また、

$$I_3 = I_1 + I_2$$

である。

この場合、この回路は電圧と抵抗からなる配列の方程式を解き、その時の電流の値を解とする。

この時、 $AX=Y$ のうち X は電流、Y は電圧、A は抵抗に対応しており、ベクトルの式を用いて比較的効率的に計算できることを示している。また、この式はオウムの法則に対応している。

判定反復問題においては、BMI を表示するツールを作成した。このとき 体重/身長² で BMI が求められるので、この時求めた BMI の値を x としたとき、

$x < 18.5$ のとき、「underweight」、

$18.5 \leq x < 25$ のとき、「normal range」

$25 \leq x < 30$ のとき、「pre-obese」

$30 < x$ のとき、「obese」と表示するプログラムとなる。

これを再現すればよい。

2 実験方法

(4)-(1) のブロックダイアグラムは以下の画像の通りである。

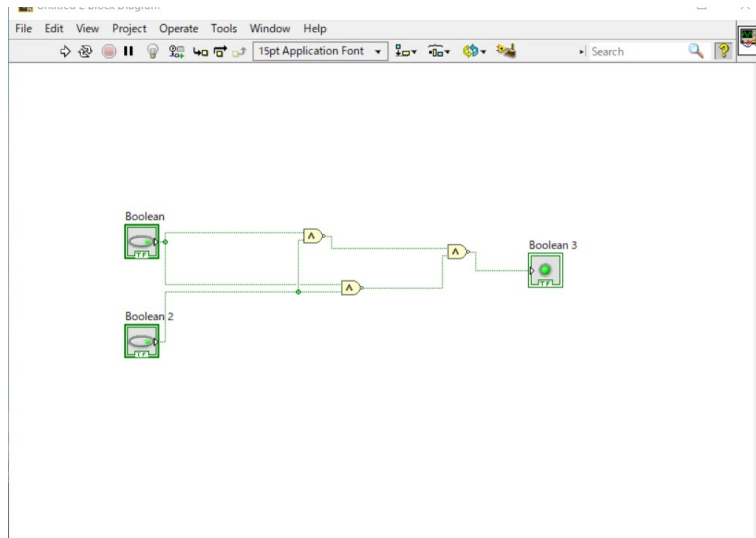


図 1 (4)-(1)

A,B を各 NAND に一つずつ接続、そのうえで各 NAND の出力結果を一つの NAND に接続すれば、NAND を用いて AND を再現することができ、(1) を NAND を用いて表せる。

同様に、(4)-(2) について、

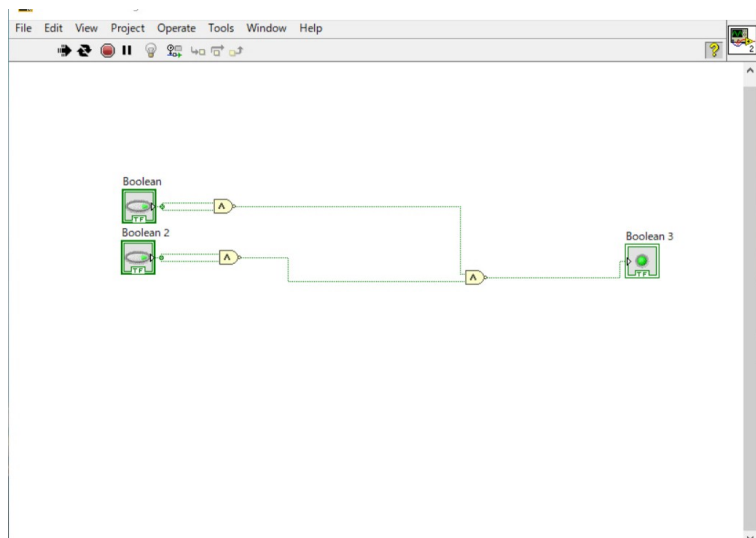


図 2 (4)-(2)

(4)-(2) において、先ほど作った (4)-(1) の問題の否定を再現する必要があるが、この時表 (1.2) より、NAND には同じ要素を提示されたとき、両方 False だった場合は True を、True だった場合は False を返す性質をもつ。この性質を利用して、各ボタンから二つの導線を NAND につなぎ、そのうえで (1) で再現したように、各 NAND の返す要素を一つの NAND につなぐことで、(2) を NAND を用いて再現できる

同様に、(4)-(3) について、

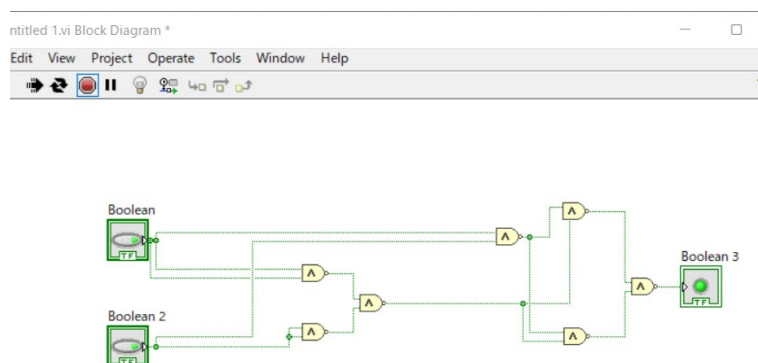


図3 (4)-(3)

二つの導線を NAND につなぎ、またその出力結果をそれぞれ NAND に接続して or を表す。これを α とする。またもう片方はそれぞれの NAND にそのまま接続する。これを β とする。また NAND で and を再現する。これを γ とする。 α 、 β の出力結果をそれぞれ γ に接続するとそれが (4)-(3) の回答となる。

電気回路練習問題において、(1) については、以下の画像の通り。

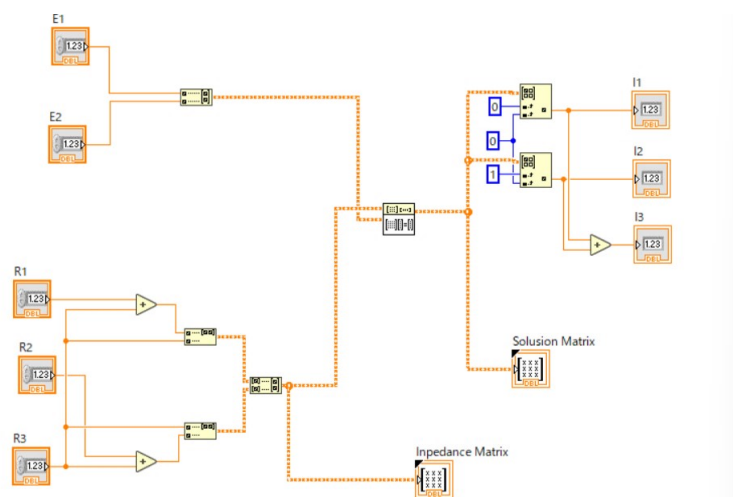


図4 電気回路練習問題 (1)

線形代数学を扱う回路となっているが、E1 と E2 を Build matrix コンテキストを使用して縦のベクトルとして扱えるようにし、R1+R3,R3、また、R2,R3 でそれぞれ横ベクトルを構築したうえ

でそれらを縦二列に合わせ、正方形ベクトルを構成する。そのうえで Solve Linear Equations コンテキストを利用する。このコンテキストは $Y=AX$ の式にユーザーが Y の行列と A の行列を代入し、その結果をもとに X を解として出力するものである。出力された解のうち一列目が $I1$ 、二列目が $I2$ である。この結果の行列から数値を抽出するコンテキストである Get Matrix Element コンテキストを利用し、 $I1$ 、 $I2$ をそれぞれ抽出して $I1, I2$ として表示、また $I3$ は $I1+I2$ であるので、 $I1, I2$ を足し算コンテキストに接続するだけである。※ [1] を模倣

判定処理問題の練習問題には、(3) に取り組んだ。

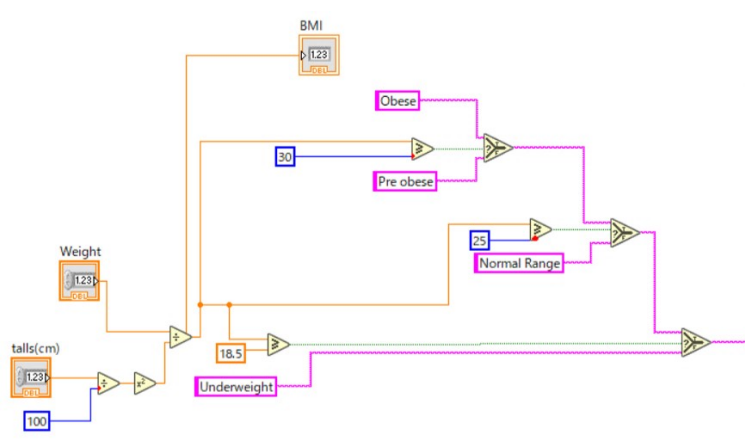


図 5 判定処理練習問題 (3)

BMI の求め方は先ほど説明したが、今度は判定について説明する。select コンテキストの活用によって、case structure を使用することで生じるプログラムの複雑化を防ぐことができた。select の仕組みは、真ん中に判定結果を入力し、True だった場合は、True につながった挙動を、False だった場合は False につながった挙動をするようになっている。このとき、さかのぼって Normal Range の条件を満たした場合、次の判定へ、満たさなかった場合は Underweight と表示するといった具合に判定を重ね、肥満度を表示する仕組みにしている。また、BMI を求めやすいよう、cm で入力させる仕組みにしている。

3 実験結果

(4)-(1) について、ボタンを両方オンにしたとき、ライトは点灯した。また、片方オフにするなどの動作を試したが、ライトは点灯しなかった。

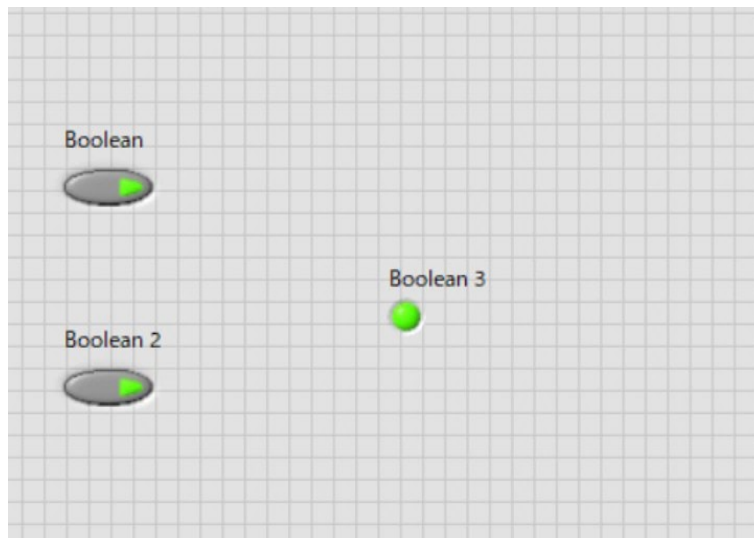


図6 (4)-(1) フロントパネル

(4)-2 について、ボタンを両方オフにしたときのみライトが消灯し、ほかの動作も試したが、ライトは点灯した。

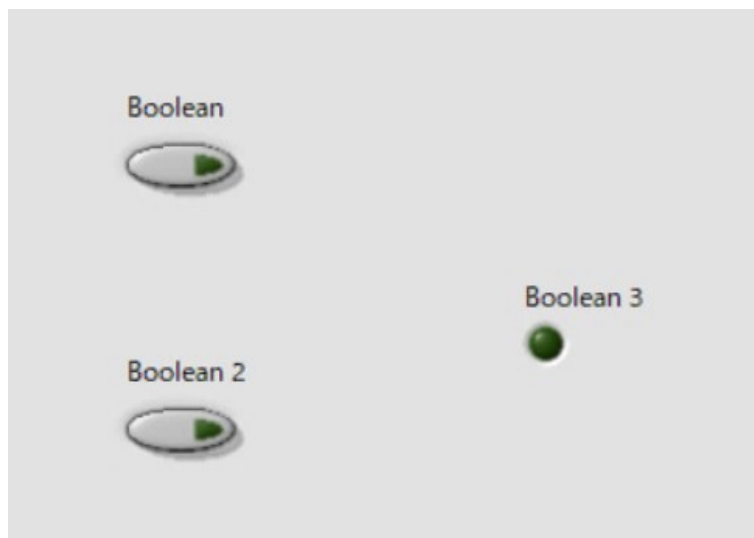


図7 (4)-(2) フロントパネル

(4)-(3) について、ボタンを片方オンにしたときのみライトは点灯し、ほかの両方オン、両方オフも試したが、ライトは消灯した。



図8 (4)-(3) フロントパネル

電気回路練習問題の(1)においては、抵抗値としてそれぞれ3,4,4を、電圧としてそれぞれ10,8を与えたところ、電流はそれぞれ1.2,0.4,1.6 この時、解行列

$$X = \begin{pmatrix} 1.2 \\ 0.4 \end{pmatrix},$$

抵抗行列は

$$Y = \begin{pmatrix} 7 & 4 \\ 4 & 8 \end{pmatrix}$$

を返した。

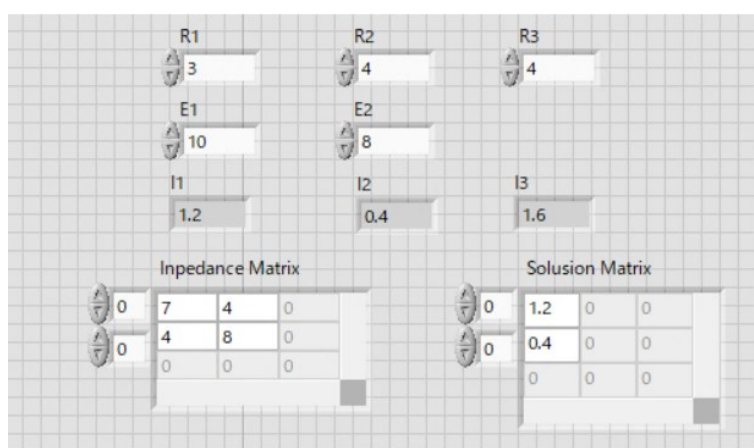


図9 電気回路 フロントパネル

判定処理練習問題の (3) については、私の身長体重である 161cm,56kg の値を入力してみたところ、BMI は 21.06、肥満度は Normal Range の値を返した。



図 10 判定練習問題 (1) フロントパネル

4 考察

(4) は全般的に NAND で表現するといった問題だが、最初は何のこともさっぱりわからず、適当に試行錯誤していたが、TA から数学的な観点のアドバイスをもらい、数学的に NAND を表したうえでどうすればいいか、また各要素を NAND で表現する必要があるといった発想にいたることができたことが、NAND での表現を成功させる工夫につながったと考えている。電気回路練習問題の (1) は模倣したので、特段の工夫はできていない。が、試行錯誤の段階では、四則演算を複雑に組み上げて直接求めようと考えていた。判定処理練習問題の (3) においては、case structure ではなく judge コンテキストを使用したこと、cm 入力に対応させたことが工夫だが、judge コンテキストの発見がプログラムの整理につながり、エラーを防ぐことにつながったことは大きい。

5 感想

実験途中での発見もあるが、レポートの作成までを実験とするならば、実はこの授業での回路の理解は、このレポートをまとめている途中での発見もかなり多い。例えば or の NAND 再現は実験途中はわからなかったことだが、まとめている時に数学的視点からの判定処理の理解が進み、各判定回路の再現を情報数学の知識を活用してできるようになり、情報数学の理解も進めることができた。また電気回路の問題では、途中にある様々なコンテキストの仕組みに気づき、なんとなく模倣して再現した labview での行列の計算がなんとオウムの法則に則っているということを知り、線形

代数学の活用によって効率的な計算ができるというに気づき、計算回路の仕組みまで理解できた。おそらく私が最初に知った線形代数学の物理への活用である。また、判定練習問題の jadge も教えてもらって発見したことである。実験途中、case structure で雑多な回路を組まなくていいと知ったときは感動を覚えた。これはついでなのだが、 \LaTeX でこのレポートを書ききったことに対する喜びもまたかなり大きい。

6 参考文献

参考文献

[1] VI 参考画像,

https://kitaq-my.sharepoint.com/personal/hayami-t_kitakyu-u_ac_jp/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fhayami%2Dt%5Fkitakyu%2Du%5Fac%5Fjp%2F

[2] 講義資料 1,

<https://moodle.kitakyu-u.ac.jp/mod/resource/view.php?id=354156>