

1. Project name: Diet and Nutrition Planning

2. Student names: นายนิตินันท์ ชัยวงศ์โรจน์ 59070501046

นางสาวพนัชนิกร ธนธรรมปพน 59070501053

3. Project description and scope

Diet and Nutrition Planning เป็นการจัดการวางแผนการรับประทานอาหารต่อวัน ซึ่งในแต่ละวันจะต้องมีอาหารที่ไม่ซ้ำกัน โดยจะต้องประกอบไปด้วยอาหาร 4 ประเภท ได้แก่ Beverages, Main dishes, Fruits และ Snacks ซึ่งอาหารที่เลือกจะต้องให้สารอาหารที่ครบถ้วน ได้แก่ fat, carbohydrate, protein และ sugar โดยจะต้องมีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในการวางแผนมื้ออาหาร

Table 1: Food requirement per day

Type of food	No. of requirement per day (m)
Beverages (16)	2
Main dishes (32)	3
Fruits (16)	1
Snacks (16)	1

Table 2: Bound values of the 4 nutrients by user (user will enter their personal information and program will calculate nutrients requirement for them as the form of lower bound and upper bound)

Nutrients	Bound
Fat (g)	LB(F)
Carbohydrate (g)	LB(Car)
Protein (g)	LB(P)
Sugar (mg)	UB(S)

4. Model formulation with notation description

Objective:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad ; \text{ Minimize Cost}$$

โดยที่ n คือ จำนวนอาหารทั้งหมด

c คือ ค่าใช้จ่ายของอาหาร i

Decision Variable:

$$x_i = \{0, 1\}$$

โดยที่ x คือ ตัวแปรที่ใช้บอกว่าอาหาร i ได้รับเลือก (1) หรือไม่ถูกเลือก (0)

Constraints:

$$\sum_{i=1}^4 \text{type of food}(x_i) = m$$

$$\text{LB}(F) \leq \sum_{i=1}^n F_i(x_i)$$

$$\text{LB}(\text{Car}) \leq \sum_{i=1}^n \text{Car}_i(x_i)$$

$$\text{LB}(P) \leq \sum_{i=1}^n P_i(x_i)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i(x_i) \leq \text{UB}(S)$$

โดยที่ m คือ จำนวนของประเภทอาหารที่ต้องการต่อวัน

$F = \text{Fat}$

$F_i = \text{Fat ของอาหาร } i$

$\text{Car} = \text{Carbohydrate}$

$\text{Car}_i = \text{Carbohydrate ของอาหาร } i$

$P = \text{Protein}$

$P_i = \text{Protein ของอาหาร } i$

$S = \text{Sugar}$

$S_i = \text{Sugar ของอาหาร } i$

$\text{LB}()$ คือ Lower Bound ของสารอาหารแต่ละชนิดที่ต้องการต่อวัน

(ชนิดขึ้นอยู่กับชื่อภายในวงเล็บ)

$\text{UB}()$ คือ Upper Bound ของสารอาหารแต่ละชนิดที่ต้องการต่อวัน

(ชนิดขึ้นอยู่กับชื่อภายในวงเล็บ)

5. Input data

User Input

ผู้ใช้งานต้องป้อนข้อมูลเพศ (ชาย/หญิง), อายุ (ปี), น้ำหนัก (กิโลกรัม), ความสูง (เซนติเมตร), พฤติกรรมการใช้ชีวิต (sedentary, lightly active, moderately, very active, extra active)

ในส่วนที่ใช้ Genetic Algorithm จะต้องทำการใส่ค่า Number of Generation, Population size, Crossover rate และ Mutation rate เพื่อใช้ในการ Parameter Tuning

Data Input

โปรแกรมจะทำการเลือกอาหาร โดยเลือกอาหารจาก dataset ของอาหารทั้ง 4 ประเภท ประกอบไปด้วย Beverages, Main dishes, Fruits และ Snacks ซึ่งไฟล์ของอาหารแต่ละประเภทจะมีค่าโภชนาการของอาหารต่างๆ อยู่

Beverages มีทั้งหมด 16 ชนิด

1	0000,Almond milk ,39,1.5,1.5,3,0,516,0,20,0
2	0001,QISHI GREEN TEA,99,25.08,0,0,22.04,0,0,25,0
3	0010,NESTLE MILO ACTIV-GO,136,22,3.4,3.8,14.2,120,0,12,0
4	0011,UHT chocolate ,174.28,23.32,8.97,5.13,24,279.37,0,12,0
5	0100,UHT low-fat,131.12,12.08,10.54,4.37,0,339.37,0,12,0
6	0101,FROZEN HOT CHOCOLATE ,570,76,10,24,51,0,0,30,10
7	0110,STRAWBERRY BANANA SMOOTHIE,280,70,1,0,77,0,5,30,10
8	0111,MANGO ORANGE KEY LIME SMOOTHIE,340,85,2,0,78,0,2,30,10
9	1000,Coca Cola,45,12,0,0,12,0,0,13,0
10	1001,Strawberry Shake,500,80,12,15,71,390,0,30,10
11	1010,Minute Maid Orange Juice,150,36,2,0,32,25,0,18,0
12	1011,Carrot Juice canned,95,22,2.2,0.4,9.2,56.7,1.9,20,0
13	1100,Vanilla Soy milk,100,11,6,3,10,0,0,20,0
14	1101,Chocolate Whole Milk,208,25.9,7.9,8.5,23.9,280,2,15,0
15	1110,Caffe Mocha No-Fat milk,170,32,8,0.5,29,250,2,80,15
16	1111,Grape Soda,102,26.5,0,0,26.5,7.1,0,15,0

Main dishes มีทั้งหมด 32 ชนิด

1	00000,Summer fish stew,325,26,34,7,8,0,7,160,31
2	00001,Roasted Garlic and Herb Half Chicken ,600,4,71,33,2,32,0,344,70
3	00010,Rotisserie Chicken - Quarter White Skinless ,210,1,40,5,1,6.02,0,220,40
4	00011,Rotisserie Chicken Pot Pie,750,64,28,42,10,6.3,3,196,42
5	00100,Chicken Noodle Soup ,240,20,16,9,3,7.4,2,138,25
6	00101,BONELESS WINGS ,680,52,39,35,2,0,4,321,30
7	00110,Thyme Pork Chops with Roasted Cauliflower,296,11,32,14,4,0,4,214,30
8	00111,Grilled Pork Chop,540,25,47,29,5,0,2,164,75
9	01000,Garlic-Rosemary Roast Beef with Horseradish Sauce,359,2,40,20,1,74,0,295,60
10	01001,Grilled Steak and Peppers,284,17,27,11,8,54,2,199,35
11	01010,Noodles chinese chow mein,237,25.9,3.8,13.8,0.1,9,1.8,60,5
12	01011,Cereals oats regular and quick and instant,166,31.8,5.9,3.6,0.6,21.1,4,189,0
13	01100,Pasta corn ,176,39.1,3.7,1,0,1.4,6.7,155,12
14	01101,Rice brown long-grain ,216,44.8,5,1.8,0.7,19.5,3.5,220,30
15	01110,Rice white long-grain,194,41.2,4.6,0.6,0.2,30,1.4,260,30
16	01111,Spaghetti ,221,43.2,8.1,1.3,0.8,9.8,2.5,53,12
17	10000,Spelt,246,51.3,10.7,1.6,0,19.4,7.6,190,40
18	10001,Cereal CRISPY BROWN RICE ,124,27.5,2.3,1.1,2.9,9,2.3,140,0
19	10010,Cereals MALT-O-MEAL chocolate,617,132,17.5,2.2,40.3,609,7.1,130,0
20	10011,Cereals QUAKER Baked Apple,153,30.9,3.2,1.8,14,224,2.9,350,0
21	10100,McDonald Cheeseburger,300,33,15,12,7,100,2,89,0
22	10101,Pizza Hut Pepperoni Pizza 1 piece,300,33,12,13,1,0,3,259,0
23	10110,Chinook Salmon smoked,132,0,20.7,4.9,0,12.4,0,390,30
24	10111,Tilapia cooked with dry heat,145,0,29.5,3,0,15.8,0,40,0
25	11000,Bacon and Fried Egg,136,0.5,9.2,10.4,0.4,0,0,240,20
26	11001,Omelet,171,0.6,9.8,14.2,0,0,0,30,10
27	11010,Scrambled Eggs,123,1.1,7,10,1,0,0,40,10
28	11011,Alessi Garlic Breadsticks,120,24,4,1.5,1,0,2,38,0
29	11100,Ham Patties grilled,386,1.9,15,34.9,0,10.2,0,200,40
30	11101,Spicy Pork Sausage Patties,200,1,7,19,0,0,0,148,45
31	11110,Regular Ham Canned,100,0.5,9,7,0.5,0,0,421,0
32	11111,Breaded Chicken and Salad Sandwich,482,54.5,16.1,21.5,3.3,80,3.2,80,30

Fruits มีทั้งหมด 16 ชนิด

1	0000,apple,52,14,0.3,0.2,10,0,2.4,20,0
2	0001,banana,89,23,1.1,0.3,12,0,2.6,6,0
3	0010,blackberries,43,10,1.4,0.5,4.9,0,5,40,0
4	0011,cherries,50,12,1,0.3,8,0,1.6,30,0
5	0100,cranberries,47,12,1,1,4,0,4,30,0
6	0101,grapes,64,17,0.6,0.4,16,0,0.9,40,0
7	0110,kiwi,61,15,1.1,0.5,9,0,3,50,2
8	0111,orange,47,12,0.9,0.1,9,0,2.4,20,1
9	1000,watermelon,30,8,0.6,0.2,6,0,0.4,50,5
10	1001,pineapple,50,13,0.5,0.1,10,0,1.4,32,7
11	1010,Apricots,17,3.9,0.5,0.1,3.2,0.4,0.7,272,5
12	1011,Durian,357,65.8,3.6,13,0,14.6,9.2,120,10
13	1100,Jackfruit,142,36.3,2.2,0.5,0,51.3,2.4,40,10
14	1101,Pears canned in juice,77,19.8,0.5,0.1,14.8,13.8,2.4,77,3
15	1110,Plums canned in water,102,27.5,1,0.1,25.1,17.4,2.2,80,3
16	1111,Grapefruit canned in juice,92,22.9,1.7,0.2,21.9,37.4,1,40,3

Snacks มีทั้งหมด 16 ชนิด

```

1 0000,Blueberry Muffins,148,19,5,6,15,69,2,103,50
2 0001,Easy Pumpkin Spice Bagels,182,33,9,2,2,153,4,241,35
3 0010,Double-Chocolate Pumpkin Bread,195,27,4,8,15,43,1,125,70
4 0011,Chocolate Brownie,340,53,5,14,39,1.74,3,40,30
5 0100,Chocolate Cake - Slice,570,66,5,33,46,5.6,3,29,45
6 0101,Nature Valley OAT N HONEY,190,29,4,0.5,12,0,0,20,0
7 0110,Chocolate Chunk Cookie,370,53,4,18,32,1.7,2,40,60
8 0111,Popcorn,375,74,11,4.3,0.9,0,13,120,0
9 1000,Vanilla Ice Cream,137,16,2.3,7,14,5.28,0.5,69,0
10 1001,Pudding,170,28,4.5,4.5,17,21.3,1.1,69,0
11 1010,Fruit Cake,139,26.5,1.2,3.9,12.8,14.2,1.6,40,0
12 1011,Buttermilk Waffle,104,15.6,2.5,3.5,1.6,106,0.8,60,50
13 1100,Chocolate Chip Waffle,102,15.7,2,3.5,4.6,125,0.5,60,50
14 1101,Cheese Flavor Potato Chips,141,16.4,2.4,7.7,0,20.4,1.5,20,0
15 1110,Salted Plain Potato Chips,155,14.1,1.9,10.6,1.2,6.8,1.2,20,0
16 1111,Oat Bran Muffin,178,31.9,4.6,4.9,5.4,41.6,3,50,30

```

ภาพของ Dataset โดยมีรายละเอียดของข้อมูลประกอบไปด้วย 11 columns ได้แก่ Encoding Bits, Name, Calories, Carbohydrates, Protein, Fat, Sugar, Calcium, Fiber, Cost, Cooking time

6. Problem size

จาก Dataset ที่มีจะทำการคัดเลือกชนิดอาหารให้ดังนี้ Beverages 16 ชนิด, Main dishes 32 ชนิด, Fruits 16 ชนิด และ Snacks 16 ชนิด

Table 1: Food requirement per day

Type of food	No. of requirement per day (m)
Beverages (16)	2
Main dishes (32)	3
Fruits (16)	1
Snacks (16)	1

ซึ่งแต่ละประเภทของอาหารจะมีการเลือกแตกต่างกันไป จาก Table1 ทำให้เกิด possible solution ดังนี้

Beverages จะมีความเป็นไปได้ทั้งหมด $C_{16,2} = \binom{16}{2} = 120$ แบบ

Main dishes จะมีความเป็นไปได้ทั้งหมด $C_{32,3} = \binom{32}{3} = 4,960$ แบบ

Fruits จะมีความเป็นไปได้ทั้งหมด $C_{16,1} = \binom{16}{1} = 16$ แบบ

Snacks จะมีความเป็นไปได้ทั้งหมด $C_{16,1} = \binom{16}{1} = 16$ แบบ

ดังนั้น ความเป็นไปได้ของเมนูอาหารที่กินได้แต่ละวัน คือ

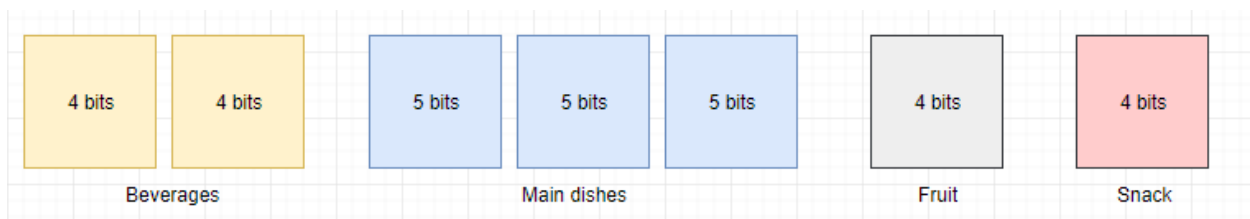
$$120 \times 4,960 \times 16 \times 16 = 152,371,200 \text{ แบบ}$$

7. Algorithm and parameter setting

Algorithm ที่ใช้ในการจัดตารางแผนการรับประทานอาหารต่อวัน คือ Genetic Algorithm โดยมี parameter setting ดังนี้

Fitness:	$\text{Min } \sum_{i=1}^n c_i x_i$
Encoding:	Use 4 bits: Beverages, Fruits and Snacks Use 5 bits: Main dishes
Population size:	120
Selection:	Tournament Selection with tournament size 10
Generations:	1000
Crossover:	Uniform Crossover with rate 90%
Mutation:	rate 10%
Elitism	5

Encoding Chromosome



Binary encoding เกิดจากจำนวนของ beverage มีทั้งหมด 16 อย่าง ทำให้มีจำนวน possible solution เท่ากับ 16 ซึ่งสามารถ encode ได้เป็น 4 bits เช่นเดียวกันกับ Fruit และ Snack ในส่วนของ Main dishes จะมีจำนวนอาหารทั้งหมด 32 อย่าง ทำให้มีจำนวน possible solution เท่ากับ 32 ซึ่งสามารถ encode ได้เป็น 5 bits ดังนั้น Chromosome จึงสามารถ encoding เป็น bit string ได้ทั้งหมด 31 บิต

Termination

Genetic algorithm จะ terminate เมื่อถึง generation สุดท้าย โดยใน generation สุดท้ายจะได้เซตของอาหารที่มี cost น้อยที่สุด และตรงตามเงื่อนไขใน constraints

8. Experimental results: Quality of the solutions and computation time

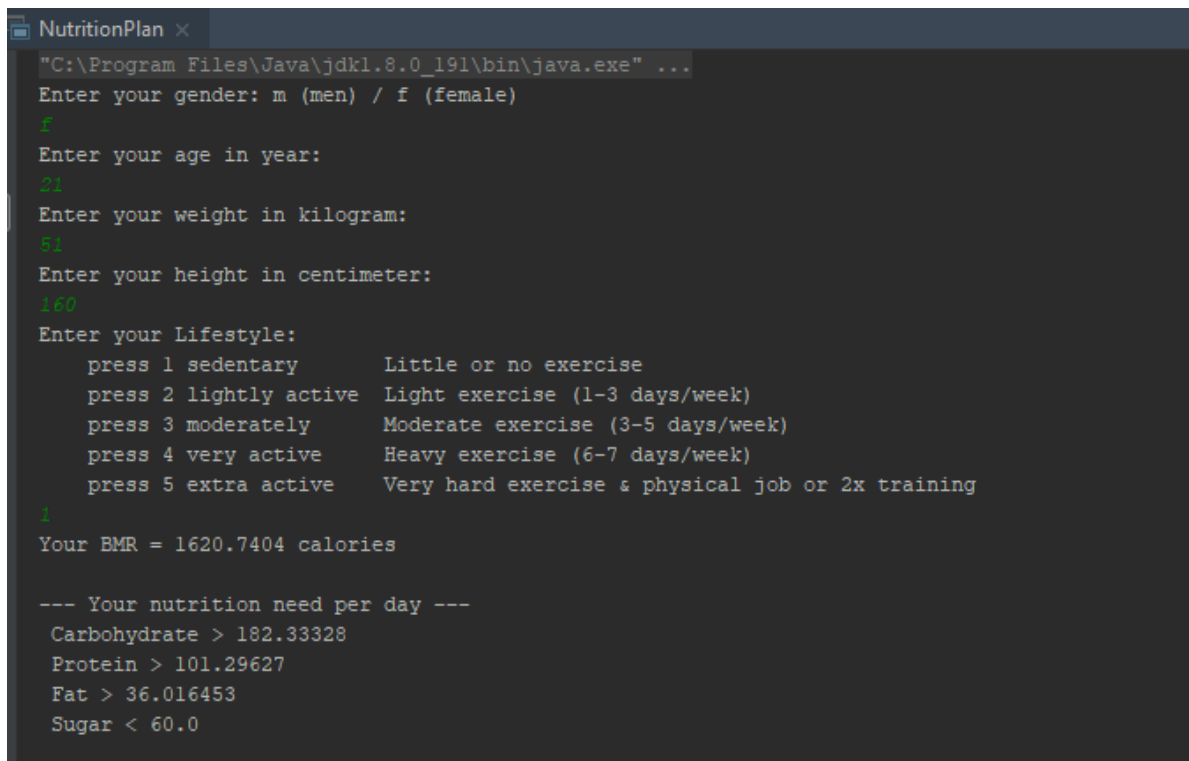
Verification

สามารถทำได้โดยการตรวจสอบ all possible solution ว่า solution ที่ได้รับเลือกนั้นดีที่สุดแล้ว โดยใช้วิธีการ Brute force แต่เนื่องจาก food data มีจำนวนมาก ทำให้มี possible solution มากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ทั้งหมด จึงต้องทำการลด food data ให้มีจำนวน possible solution น้อยลง โดยลดประเภทของอาหารเหลืออย่างละ 8 อัน และนำไปใช้ในโปรแกรม จากนั้นจึงเปรียบเทียบผลที่ได้จากโปรแกรมกับ solution ที่ดีที่สุดของ Brute Force กับ Genetic Algorithm โดยมีรายละเอียดการเลือกอาหารดังนี้

Experiment 1:

- Beverages 8 types choose 2 of them
- Main dishes 8 types choose 3 of them
- Fruits 8 types choose 1 of them
- Snacks 8 types choose 1 of them

Input from user



```
"C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_191\bin\java.exe" ...
Enter your gender: m (men) / f (female)
m
Enter your age in year:
21
Enter your weight in kilogram:
61
Enter your height in centimeter:
160
Enter your Lifestyle:
  press 1 sedentary      Little or no exercise
  press 2 lightly active  Light exercise (1-3 days/week)
  press 3 moderately     Moderate exercise (3-5 days/week)
  press 4 very active     Heavy exercise (6-7 days/week)
  press 5 extra active    Very hard exercise & physical job or 2x training
1
Your BMR = 1620.7404 calories

--- Your nutrition need per day ---
Carbohydrate > 182.33328
Protein > 101.29627
Fat > 36.016453
Sugar < 60.0
```


Result from Brute Force Algorithm

```
--- Brute Force Algorithm ---  
  
Minimum is 548.0  
2 Beverages: NESTLE MILO ACTIV-GO, UHT low-fat  
3 Main Dishes: Rotisserie Chicken Pot Pie, Chicken Noodle Soup , Grilled Pork Chop  
1 Fruit: banana  
1 Snack: Nature Valley OAT N HONEY
```

Result from Genetic Algorithm

```
--- Genetic Algorithm ---  
  
Number of Generation:  
500  
Population size:  
50  
Crossover rate:  
0.9  
Mutation rate:  
0.2  
Processing....
```

Input parameter setting

Compute for 5 times to find average with the same parameter setting:

```
Solution found!  
Total cost:  
548.0  
--- Foods ---  
UHT low-fat 12.0  
NESTLE MILO ACTIV-GO 12.0  
Chicken Noodle Soup 138.0  
Rotisserie Chicken Pot Pie 196.0  
Grilled Pork Chop 164.0  
banana 6.0  
Nature Valley OAT N HONEY 20.0  
Total cost 548.0  
  
--- Your Nutrition ---  
Total calories: 2076.12  
Carbohydrate: 195.08  
Protein: 110.04  
Fat: 88.97  
Sugar: 56.2
```

ครั้งที่ 1

```

Solution found!
Total cost:
548.0
--- Foods ---
NESTLE MILO ACTIV-GO 12.0
UHT low-fat 12.0
Grilled Pork Chop 164.0
Chicken Noodle Soup 138.0
Rotisserie Chicken Pot Pie 196.0
banana 6.0
Nature Valley OAT N HONEY 20.0
Total cost 548.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 2076.12
Carbohydrate: 195.08
Protein: 110.04
Fat: 88.97
Sugar: 56.2

```

ครั้งที่ 2

```

Solution found!
Total cost:
548.0
--- Foods ---
UHT low-fat 12.0
NESTLE MILO ACTIV-GO 12.0
Rotisserie Chicken Pot Pie 196.0
Chicken Noodle Soup 138.0
Grilled Pork Chop 164.0
banana 6.0
Nature Valley OAT N HONEY 20.0
Total cost 548.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 2076.12
Carbohydrate: 195.08
Protein: 110.04
Fat: 88.97
Sugar: 56.2

```

ครั้งที่ 3

```

Solution found!
Total cost:
548.0
--- Foods ---
NESTLE MILO ACTIV-GO 12.0
UHT low-fat 12.0
Chicken Noodle Soup 138.0
Grilled Pork Chop 164.0
Rotisserie Chicken Pot Pie 196.0
banana 6.0
Nature Valley OAT N HONEY 20.0
Total cost 548.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 2076.12
Carbohydrate: 195.08
Protein: 110.04
Fat: 88.97
Sugar: 56.2

```

ครั้งที่ 4

```

Solution found!
Total cost:
548.0
--- Foods ---
UHT low-fat 12.0
NESTLE MILO ACTIV-GO 12.0
Grilled Pork Chop 164.0
Rotisserie Chicken Pot Pie 196.0
Chicken Noodle Soup 138.0
banana 6.0
Nature Valley OAT N HONEY 20.0
Total cost 548.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 2076.12
Carbohydrate: 195.08
Protein: 110.04
Fat: 88.97
Sugar: 56.2

```

ครั้งที่ 5

Average result obtained from using genetic algorithm for 5 times

$$= (548 + 548 + 548 + 548 + 548) / 5$$

$$= 548 \text{ baht}$$

Brute Force result = 548.0 baht

$$\text{Percent of difference} = (0 * 100) / 548 = 0\%$$

Experiment 2:

- Beverages 16 types choose 2 of them
- Main dishes 32 types choose 3 of them
- Fruits 16 types choose 1 of them
- Snacks 16 types choose 1 of them

Input from user

```
NutritionPlan x
"C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_191\bin\java.exe" ...
Enter your gender: m (men) / f (female)
f
Enter your age in year:
21
Enter your weight in kilogram:
51
Enter your height in centimeter:
160
Enter your Lifestyle:
  press 1 sedentary      Little or no exercise
  press 2 lightly active  Light exercise (1-3 days/week)
  press 3 moderately     Moderate exercise (3-5 days/week)
  press 4 very active     Heavy exercise (6-7 days/week)
  press 5 extra active    Very hard exercise & physical job or 2x training
1
Your BMR = 1620.7404 calories

--- Your nutrition need per day ---
Carbohydrate > 182.33328
Protein > 101.29627
Fat > 36.016453
Sugar < 60.0
```

Result from Brute Force Algorithm

```
152371190
152371191
152371192
152371193
152371194
152371195
152371196
152371197
152371198
152371199
Minimum is 344.0
2 Beverages: UHT low-fat FROZEN HOT CHOCOLATE
3 Main Dishes: Grilled Pork Chop Tilapia cooked with dry heat Alessi Garlic Breadsticks
1 Fruit: Jackfruit
1 Snack: Cheese Flavor Potato Chips
```

หลังจากทำการรันครบ 152,371,200 รอบ (เริ่มนับรอบที่ 0) จะทำให้ได้จำนวนเงินที่น้อยที่สุด 344 บาท

Result from Genetic Algorithm

```
--- Genetic Algorithm ---

Number of Generation:
1000
Population size:
120
Crossover rate:
0.9
Mutation rate:
0.2
Processing....
```

Input parameter setting

Compute for 5 times to find average with the same parameter setting:

```
Solution found!
Total cost:
344.0
--- Foods ---
FROZEN HOT CHOCOLATE 30.0
UHT low-fat 12.0
Alessi Garlic Breadsticks 38.0
Tilapia cooked with dry heat 40.0
Grilled Pork Chop 164.0
Jackfruit 40.0
Cheese Flavor Potato Chips 20.0
Total cost 344.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 1789.12
Carbohydrate: 189.78
Protein: 105.64
Fat: 70.07
Sugar: 57.0
```

ครั้งที่ 1

```
Solution found!
Total cost:
344.0
--- Foods ---
FROZEN HOT CHOCOLATE 30.0
UHT low-fat 12.0
Tilapia cooked with dry heat 40.0
Grilled Pork Chop 164.0
Alessi Garlic Breadsticks 38.0
Jackfruit 40.0
Salted Plain Potato Chips 20.0
Total cost 344.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 1803.12
Carbohydrate: 187.48001
Protein: 105.14
Fat: 72.97
Sugar: 58.2
```

ครั้งที่ 2

```
Total cost:
379.0
--- Foods ---
UHT chocolate 12.0
Coca Cola 13.0
Alessi Garlic Breadsticks 38.0
Rotisserie Chicken Pot Pie 196.0
Scrambled Eggs 40.0
grapes 40.0
Chocolate Chunk Cookie 40.0
Total cost 379.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 1646.28
Carbohydrate: 194.42
Protein: 52.57
Fat: 77.03
Sugar: 96.0
```

ครั้งที่ 3

```
Solution found!
Total cost:
370.0
--- Foods ---
Minute Maid Orange Juice 18.0
UHT low-fat 12.0
Tilapia cooked with dry heat 40.0
Breaded Chicken and Salad Sandwich 80.0
Grilled Pork Chop 164.0
banana 6.0
Oat Bran Muffin 50.0
Total cost 370.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 1715.12
Carbohydrate: 182.48
Protein: 110.84
Fat: 63.07
Sugar: 57.7
```

ครั้งที่ 4

```

Solution found!
Total cost:
344.0
--- Foods ---
FROZEN HOT CHOCOLATE 30.0
UHT low-fat 12.0
Grilled Pork Chop 164.0
Tilapia cooked with dry heat 40.0
Alessi Garlic Breadsticks 38.0
Jackfruit 40.0
Cheese Flavor Potato Chips 20.0
Total cost 344.0

--- Your Nutrition ---
Total calories: 1789.12
Carbohydrate: 189.78
Protein: 105.64
Fat: 70.07
Sugar: 57.0

```

ครั้งที่ 5

Average result obtained from using genetic algorithm for 5 times

$$= (344 + 344 + 379 + 370 + 344) / 5$$

$$= 356.2 \text{ baht}$$

Brute Force result = 344.0 baht

Percent of difference = $((356.2 - 344) * 100) / 344 = 3.547\%$

9. Result discussion

จากผลการรันโปรแกรม สามารถนำมาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ระหว่าง Brute Force และ Genetic Algorithm ได้ดังตาราง

Items	Difference between Brute Force and GA result (%)
8 items (x4)	0
16 items (x3) and 32 items (x1)	3.547%

จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากตาราง จะเห็นว่ายิ่งข้อมูลมีขนาดใหญ่ Genetic Algorithm ก็ จะคลาดเคลื่อนตามไปด้วย นั่นหมายความว่า Genetic Algorithm จะไม่สามารถหารันดี Optimal solution ได้

Parameter Setting

1. **Number of generation** จะส่งผลต่อการรัน Genetic Algorithm ซึ่งจะทำให้มีโอกาสที่จะ solution ที่ดีที่สุดเพิ่มเติม โดยในโปรแกรมมีค่า Generation เท่ากับ 1000
2. **Population size** จะส่งผลต่อ computation time ยิ่งมีขนาดของ population size ที่ใหญ่ computation time ก็จะใช้เวลานานตามไปด้วย แต่การที่ population size มาก จะส่งผลต่อการเจอ best solution ได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งในโปรแกรมมีค่า Population size เท่ากับ 120
3. **Crossover Rate** ในโปรแกรมมีค่า Crossover Rate เท่ากับ 90% โดยจะทำให้เกิดการค่า offspring ของ parent ได้มากขึ้น
4. **Mutation Rate** ในโปรแกรมมีค่า Mutation Rate เท่ากับ 10% โดยจะทำให้เกิดการกลับบิตจาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 0 ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ parent ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะได้ solution ใหม่ๆ
5. **Elitism** จะเป็นตัวที่เก็บ best solution ของ generation นั้นๆ เพื่อไม่ให้พลาดโอกาสการเสีย solution ที่ดีที่สุดไป โดยในโปรแกรมจะมีการเก็บ solution ที่ดีที่สุดไว้ 5 ตัว

10. Reference

Food Dataset:

<https://www.cariboucoffee.com/menu-nutrition>

<http://m.nutritionix.com/boston-market/menu/premium>

<https://www.calorieking.com/foods/>

<https://www.applebees.com/en/menu>

Planning a Nutritious and Healthy Menu For Malaysian School:

<https://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2015.1239.1244>

Genetic Algorithm implement with JAVA:

<http://www.theprojectspot.com/tutorial-post/creating-a-genetic-algorithm-for-beginners/3>