

Optimization Model for Biogas Power Plant Feedstock Mixture Considering Feedstock and Transportation Costs Using a Differential Evolution Algorithm

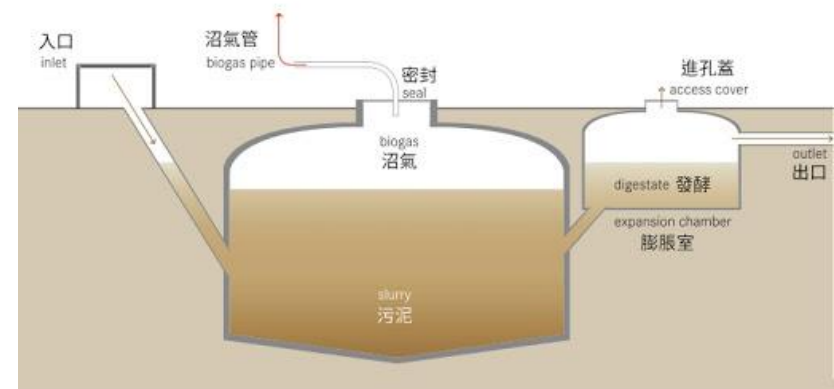
指導老師：林聖泉
報告者 林秉科
時間 20200617

目錄

- 前言
- 模型建立
- 優化方法
- 結果與討論

前言

- 本文提出了一種利用 **差分進化算法 (DEA)** 針對原料和運輸成本優化沼氣發電廠原料混合物的模型。 提出了數學模型和優化問題，並將提出的模型引入了沼氣發電廠中不同原料組合的最佳混合物，並告知每種原料的最大運輸距離。
- 在案例研究中，建議的模型適用於克羅地亞和匈牙利沼氣發電廠的五種最常用原料。 該研究是針對沼氣發電廠不是農場主而是第三方擁有的情況進行的。 針對每種情況執行優化程序，其 **甲烷生產成本在1M Webiogas發電廠中的成本不超過0.75 EUR / m³**。 結果顯示了每種原料所需的年用量和最大運輸距離。



模型建立

目標函式 產生體積1 m³的甲烷所需的最小花費

$$\text{花費}(C_{\text{methane}}) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{購買原物料的成本}(c_i m_i) + \text{原物料的運輸成本}(c_{ti} V_i d_i)}{\text{生產的甲烷的總體積}(V_{\text{methane}})}$$

Table 3. Input data for the model of different feedstocks.

Type of the Feedstock	Biogas Yield of the Feedstock (m ³ /t of Input)— v_i	Share of Methane in Biogas— x_i	Specific Density (t/m ³)— ρ_i	Cost of the Feedstock (EUR/t)— c_i	Cost of the Feedstock Transport (EUR/m ³)— c_{ti}
cow's manure	50.07	60.0%	0.6	3.00	$0.0094 \cdot d^1 + 2.4$
cow's slurry	28.08	60.0%	1.0	2.00	$0.0214 \cdot d + 3.0$
pig's slurry	30.08	65.0%	1.0	1.20	$0.0187 \cdot d + 2.8$
millet silage	153.12	54.0%	0.7	17.00	$0.04 \cdot d + 3.5$
corn silage	204.75	55.0%	0.75	34.00	$0.04 \cdot d + 3.5$

模型建立

- 根據論文中的Table 3 提供的參數
得到目標函式模型

	m_i	d_i
牛的糞便	m1	d1
牛的淤漿	m2	d2
豬的淤漿	m3	d3
小米青貯	m4	d4
玉米青貯	m5	d5

各原物料的花費成本
各原物料的總和

購買成本

運輸成本

$$\begin{aligned}
 &3m_1 + (0.0094 d_1 + 2.4) m_1 / 0.6 \\
 &2m_2 + (0.0214 d_2 + 3.0) m_2 / 1.0 \\
 &1.2m_3 + (0.0187 d_3 + 2.8) m_3 / 1.0 \\
 &17m_4 + (0.04 d_4 + 3.5) m_4 / 0.7 \\
 &34m_5 + (0.04 d_5 + 3.5) m_5 / 0.75
 \end{aligned}$$

$$50.07 * 0.6 * m_1$$

$$28.08 * 1.0 * m_2$$

$$30.08 * 1.0 * m_3$$

$$153.12 * 0.7 * m_4$$

$$204.75 * 0.75 * m_5$$

模型建立

限制式

1. 原物料的使用量 $m_i < 20000, i \in (1, 5)$
2. 運輸距離 $d_i < 100, i \in (1, 5)$
3. 單種原物料的使用量在全部原物料所佔的比重 $0.1 < d_i < 0.5, i \in (1, 5)$
4. 原物料的固體比重 $\frac{0.25 * m_1 + 0.08 * m_2 + 0.07 * m_3 + 0.294 * m_4 + 0.35 * m_5}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5} < 0.2$
5. 花費 $0.21 < C_{methane} < 0.75$

Table 2. Input data for the calculation of biogas yield [43,46–52].

Type of the Feedstock	Dry Matter (%)—A	Organic Matter (% of Dry Matter)—B	Specific Biogas Yield from Organic Matter (m ³ /t)—C	Biogas Yield of the Feedstock (m ³ /t of Input)—A/100 x B/100 x C
cow's manure	25.0	78.0	260	50.07
cow's slurry	8.0	78.0	450	28.08
pig's slurry	7.0	80.0	550	30.08
millet silage	29.4	93.0	560	153.12
corn silage	35.0	90.0	650	204.75

優化方法

- 該論文使用 Differential Evolution Algorithm (DEA) 來進行優化
- 本次報告使用老師所提供的GA演算法來進行實作

目標式dct

```
fungoal[:,0]=3*x[:,0]+(0.0094*x[:,5]+2.4)*x[:,0]/0.6\  
            +2*x[:,1]+(0.0214*x[:,6]+3.0)*x[:,1]/1.0\  
            +1.2*x[:,2]+(0.01874*x[:,7]+2.8)*x[:,2]/1.0\  
            +17*x[:,3]+(0.04*x[:,8]+3.5)*x[:,8]/0.7\  
            +34*x[:,4]+(0.04*x[:,9]+3.5)*x[:,9]/0.75  
  
fungoal2[:,0]=50.07*0.6*x[:,0]+28.08*0.6*x[:,1]+30.08*0.65*x[:,2]\  
            +153.12*0.54*x[:,3]+204.75*0.55*x[:,4]  
  
fungoal3[:,0]=fungoal[:,0]/fungoal2[:,0]  
  
return fungoal3[:,0]
```

$$\begin{aligned} & 3m_1 + (0.0094 d_1 + 2.4) m_1 / 0.6 \\ & 2m_2 + (0.0214 d_2 + 3.0) m_2 / 1.0 \\ & 1.2m_3 + (0.0187 d_3 + 2.8)m_3 / 1.0 \\ & 17m_1 + (0.04 d_1 + 3.5) m_4 / 0.7 \\ & 34m_1 + (0.04 d_1 + 3.5) m_5 / 0.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 50.07 * 0.6 * m_1 \\ & 28.08 * 1.0 * m_2 \\ & 30.08 * 1.0 * m_3 \\ & 153.12 * 0.7 * m_4 \\ & 204.75 * 0.75 * m_5 \end{aligned}$$

優化方法

設計變數邊界條件

1. 原物料的使用量
2. 運輸距離

```
xbound = np.array([[0,20000],[0,20000],[0,20000],[0,20000],[0,20000],\
                   [0,100],[0,100],[0,100],[0,100],[0,100]])
```

原物料的使用量上限和下限

運輸距離上線和下限

限制式

1. 在全部原物料中，單種原物料所佔的百分比
2. 原物料總和中的固體佔的百分比

```
fungoalb[:,0]=0.1-x[:,0]
fungoalb[:,1]=0.1-x[:,1]
fungoalb[:,2]=0.1-x[:,2]
fungoalb[:,3]=0.1-x[:,3]
fungoalb[:,4]=0.1-x[:,4]
```

```
fungoalb[:,5]=x[:,0]-0.5
fungoalb[:,6]=x[:,1]-0.5
fungoalb[:,7]=x[:,2]-0.5
fungoalb[:,8]=x[:,3]-0.5
fungoalb[:,9]=x[:,4]-0.5
```

3. 花費

```
fungoalb[:,10]=((0.25*x[:,0]+0.08*x[:,1]+0.07*x[:,2]+0.294*x[:,3]+0.35*x[:,4])\
                /(x[:,0]+x[:,1]+x[:,2]+x[:,3]+x[:,4]))-0.2
```

```
fungoalb[:,11]=0.21-fct(x)
fungoalb[:,12]=fct(x)-0.75
```


優化方法

適合度計算

該函數得到的數值越大，代表適合度越好

$$1000 - (fct * 1000 + \text{違反限制條件} * 100)$$

計算得到的生產甲烷最小花費

運行次數設計

1. 基因序同時產生100組
2. 繁衍後代:1000代
3. 迴圈運行次數:1000次

結果與討論

Type of the Feedstock	Amounts (t/a)	Maximum Distance (km)	Objective Function Value = Cost of Methane (EUR/m ³)	Possible Solutions
cow's manure	12,137	4.7	0.235	Solution 1
cow's slurry	2500	14.9		
pig's slurry	19,186	21.5		
millet silage	17,245	1.4		
corn silage	20	24.0		
cow's manure	13,266	41.0	0.235	Solution 2
cow's slurry	1397	45.5		
pig's slurry	17,722	0.7		
millet silage	17,299	6.6		
corn silage	117	37.8		

	第一次	第二次	第三次
m1	360.63	48.31	520.68
m2	28.15	630.25	26.34
m3	88.29	138.80	681.75
m4	690.29	599.61	458.54
m5	198.34	97.75	107.73
d1	19.32	64.82	72.85
d2	89.97	22.00	12.72
d3	67.21	52.93	53.56
d4	15.41	96.79	20.49
d5	52.66	38.49	98.87
優化的花費	0.24	0.26	0.26

Thank you