

Seminar Paper

Hệ thống hỗ trợ quyết định

Lựa chọn nguồn cung ứng và quản lý tồn kho trong doanh nghiệp vừa và nhỏ

Môn: Hệ hỗ trợ quyết định - IS254.011

Giảng viên: ThS. Nguyễn Hồ Duy Trí

Nhóm 19

DANH SÁCH THÀNH VIÊN

20521609

Nguyễn Hoàng Minh

20521698

Nguyễn Lê Trọng Nhân

20521614

Tạ Nhật Minh

20520192

Nguyễn Thị Thảo Hồng

20521252

Lê Hoàng Duyên

NỘI DUNG CHÍNH BÁO CÁO

01

TỔNG QUAN

02

PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

03

HỆ THỐNG HỖ
TRỢ QUYẾT ĐỊNH

04

THỰC NGHIỆM

05

TỔNG KẾT



01

TỔNG QUAN

1. Tổng quan

- Bài báo tập trung vào việc phát triển hệ thống hỗ trợ quyết định lựa chọn nguồn cung ứng và quản lý tồn kho ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ.
- Khai thác cả dữ liệu quan sát và dữ liệu thực nghiệm.
- So sánh với các kỹ thuật học máy (Machine Learning) khác đã được tiến hành để xác thực hiệu suất của hệ thống.
- Chứng minh hiệu quả và tính khả thi của phương pháp được đề xuất.



02

PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

2. Phát biểu bài toán

Đặt vấn đề:

- Các doanh nghiệp thường tìm nhà cung ứng theo độ tin cậy.
- Các sản phẩm đầu vào, số lượng tồn kho sản phẩm hay bị thiếu sót hoặc dư thừa.

Nhằm giải quyết:

- Tối ưu hóa việc lựa chọn nguồn cung ứng.
- Giúp đưa ra quyết định tốt hơn.
- Cải thiện hiệu suất.

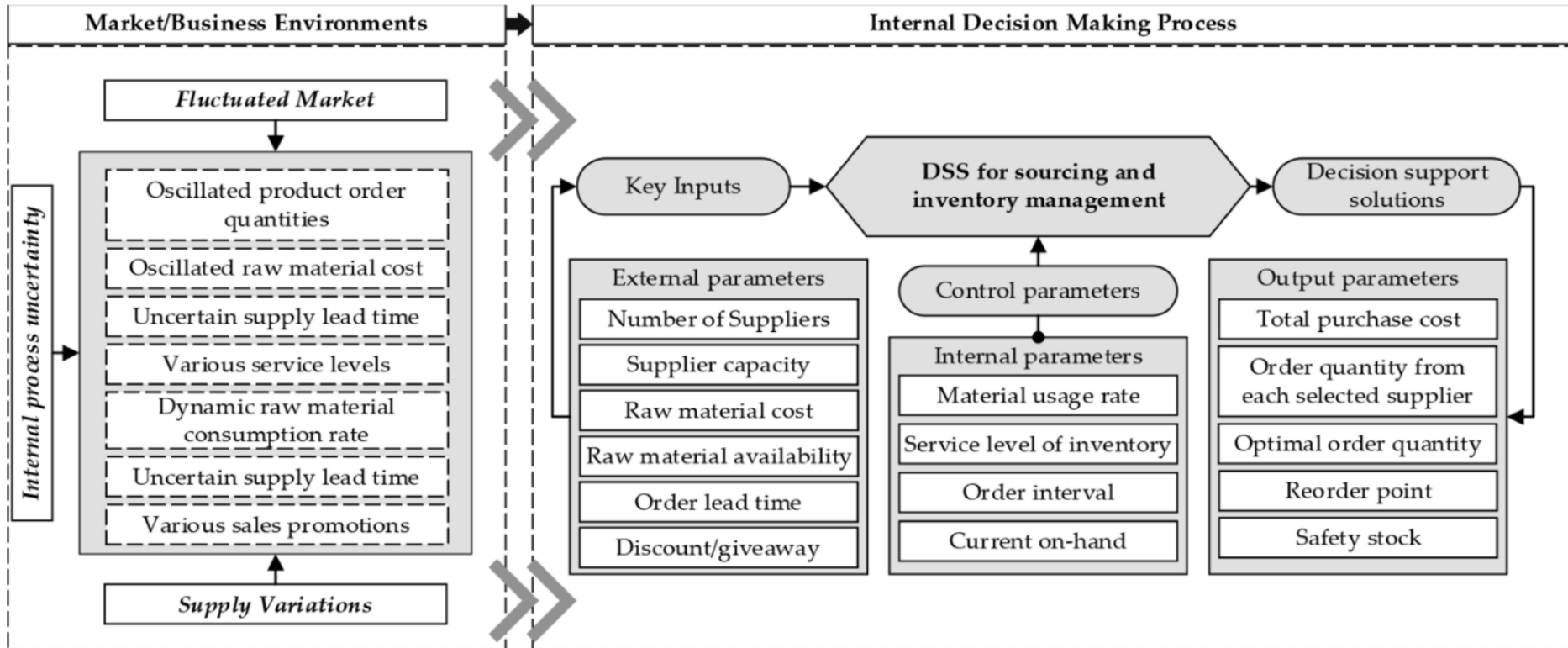




03

HỆ THỐNG HỖ TRỢ QUYẾT ĐỊNH

3.1. Nguyên tắc thiết kế DSS



3.2. Phạm vi đặc điểm của bài toán

Đặc điểm:

- Đặc điểm sản xuất tùy thuộc vào đơn đặt hàng của khách hàng và mùa: Sản xuất để lưu trữ (MTS), Sản xuất theo đơn đặt hàng (MTO)

Các yếu tố ảnh hưởng:

- **SMEs có ngân sách có hạn:** Cost of raw materials, availability of raw materials, discount percentages, minimum order quantities.
- **FOI Strategy:** Consumption rate of the materials, Safety stock, Current on-hand, Order intervals, Lead times.
- **Theo mô hình quản lý hàng tồn kho:** Nhu cầu thay đổi (variable demands), Chiết khấu theo số lượng (quantity discounts)

3.3. Kiến trúc DSS đề xuất

Giả thuyết về mô hình:

- Các nhà cung cấp luôn có đủ nguyên liệu thô để cung cấp.
- Các tham số được cố định với giá trị không đổi: *chi phí đơn vị của nguyên liệu thô, lượng nguyên liệu thô hiện có, tỷ lệ chiết khấu, thời gian thực hiện thực tế,...* Thông số này có thể thay đổi thủ công từ người đưa ra quyết định.
- Khoảng thời gian đặt hàng tối đa cho nguyên liệu thô được đặt tối đa là 10 ngày (*ngăn chặn tình trạng tồn kho quá mức và duy trì hiệu suất tồn kho cao*).
- Chi phí lưu giữ hàng tồn kho và hư hỏng không được tính đến trong mô hình này.

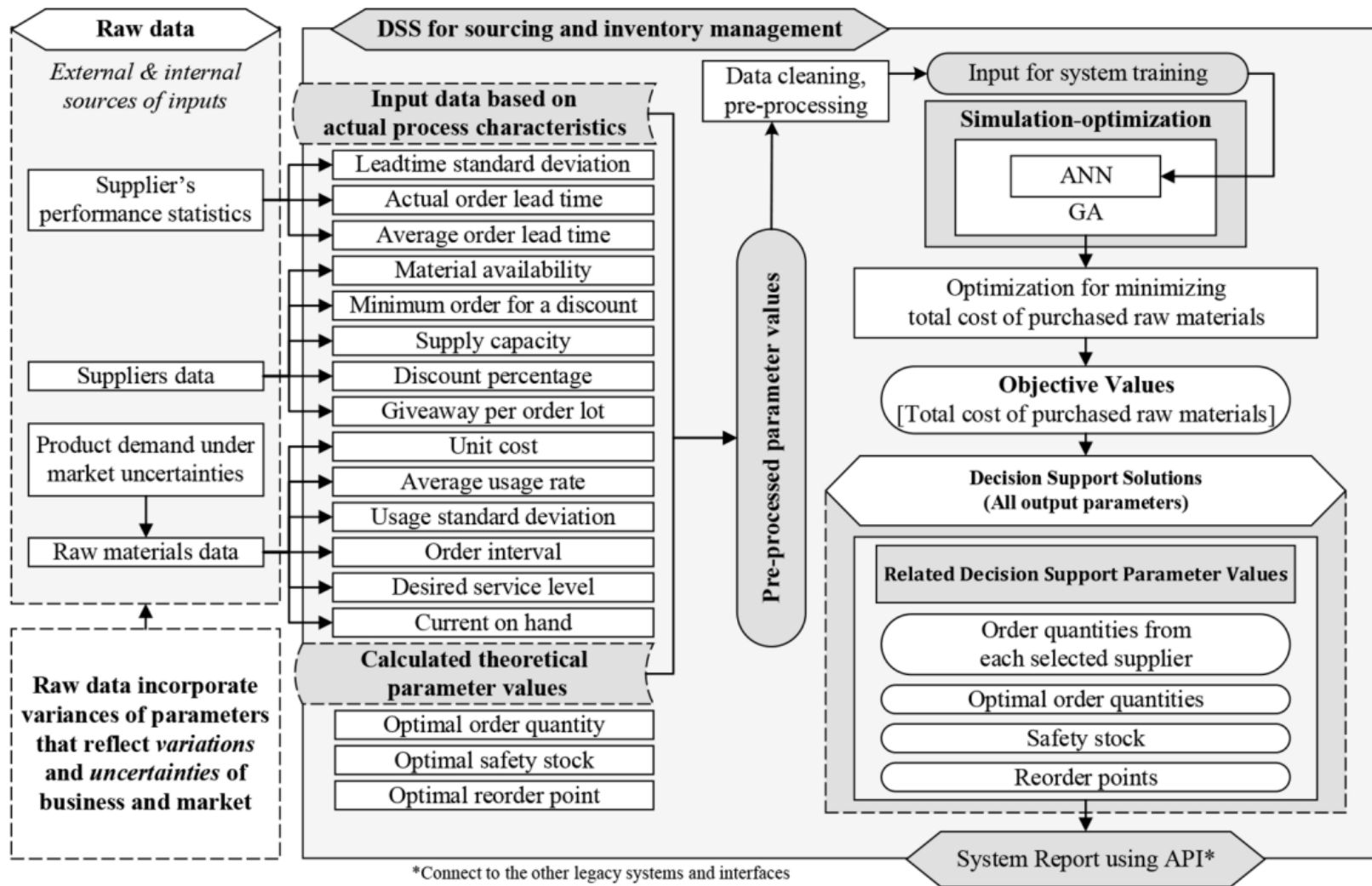
3.3. Kiến trúc DSS đề xuất

Dữ liệu đầu vào:

- Dữ liệu đầu vào dựa trên đặc điểm của quy trình thực tế (input data based on actual process characteristics).
- Giá trị tham số lý thuyết được tính toán (calculated theoretical parameter values).

Dữ liệu đầu ra:

- Total cost of purchased raw materials.
- Order quantities from each selected supplier.
- Optimal order quantities.
- Safety stock.
- Reorder points.



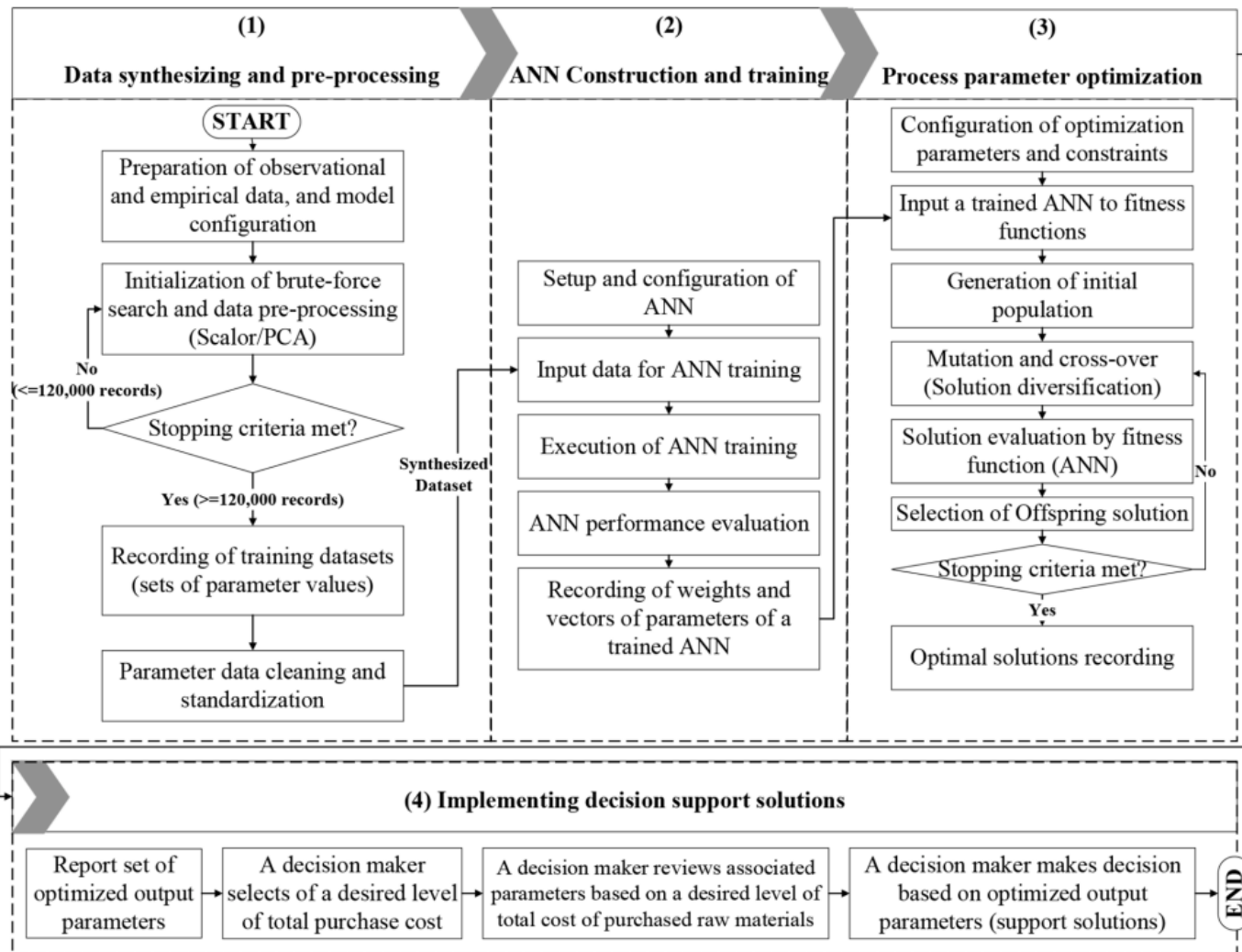
3.4. Xây dựng mô hình

Gồm 4 bước:

- Synthesizing a training dataset (tổng hợp tập dữ liệu huấn luyện).
- ANN construction and training (xây dựng và huấn luyện ANN).
- Process parameter optimization (tối ưu hóa tham số trong quy trình).
- Solution implementation (Triển khai giải pháp).

Dữ liệu nghiên cứu:

- Dữ liệu quan sát (*bao gồm thông tin hàng ngày về hoạt động và ghi chú giao dịch*).
- Dữ liệu kinh nghiệm (*dựa trên kinh nghiệm và kiến thức của nhân viên lãnh nghề*).



3.4. Xây dựng mô hình

Tổng hợp và tiền xử lý dữ liệu:

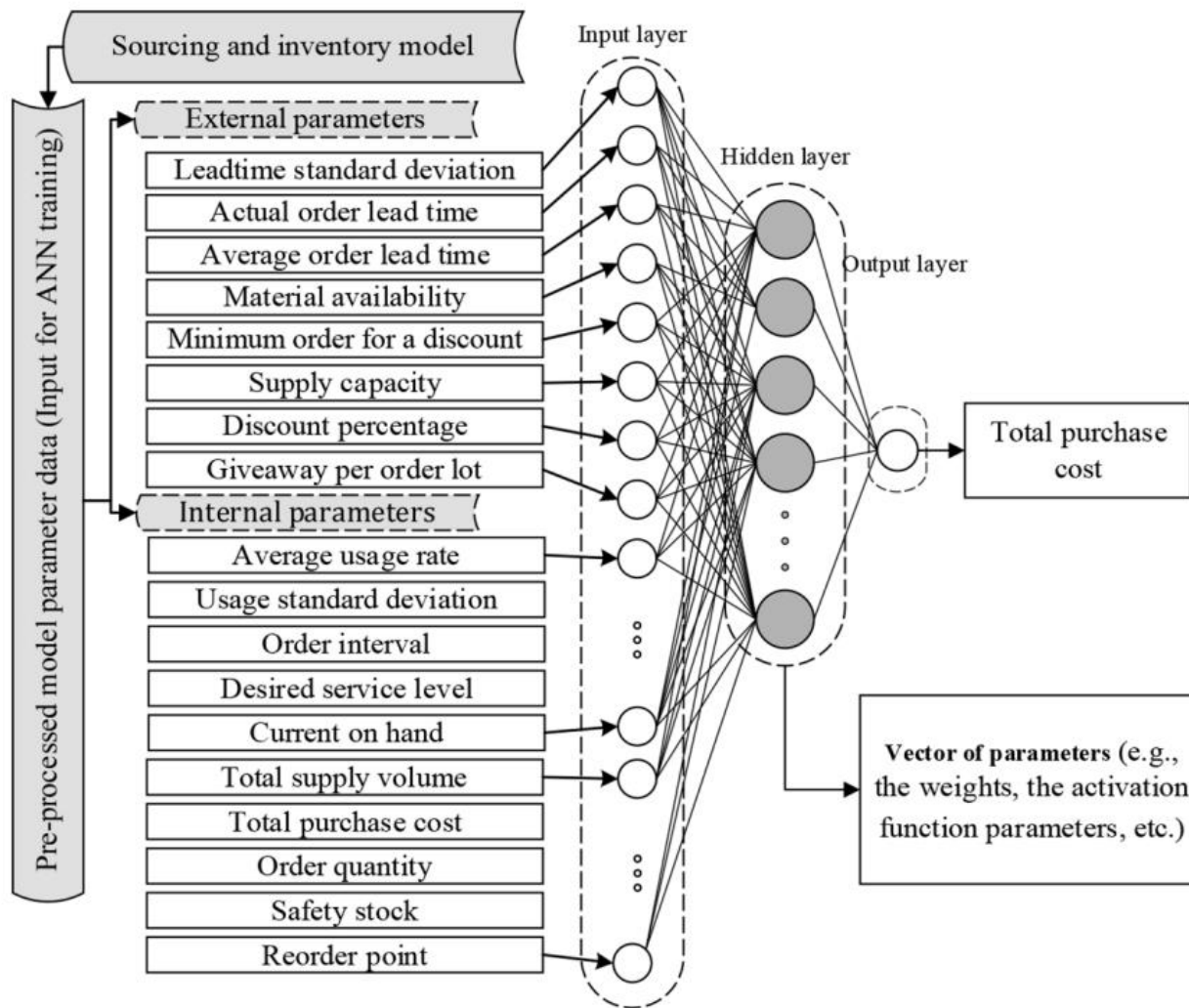
- Sử dụng thuật toán brute-force để tìm kiếm tất cả các giá trị tham số có thể (*được tính toán trong phần biểu diễn bài toán*) trong một phạm vi xác định trước.
- Thuật toán tiền xử lý từ Scikit-learn trong Python được sử dụng để điều chỉnh (hoặc lọc) dữ liệu.
- Sử dụng Standard Scaler để chuẩn hóa dữ liệu và giảm số chiều sau quá trình thu thập dữ liệu.

3.4. Xây dựng mô hình

Xây dựng và huấn luyện ANN:

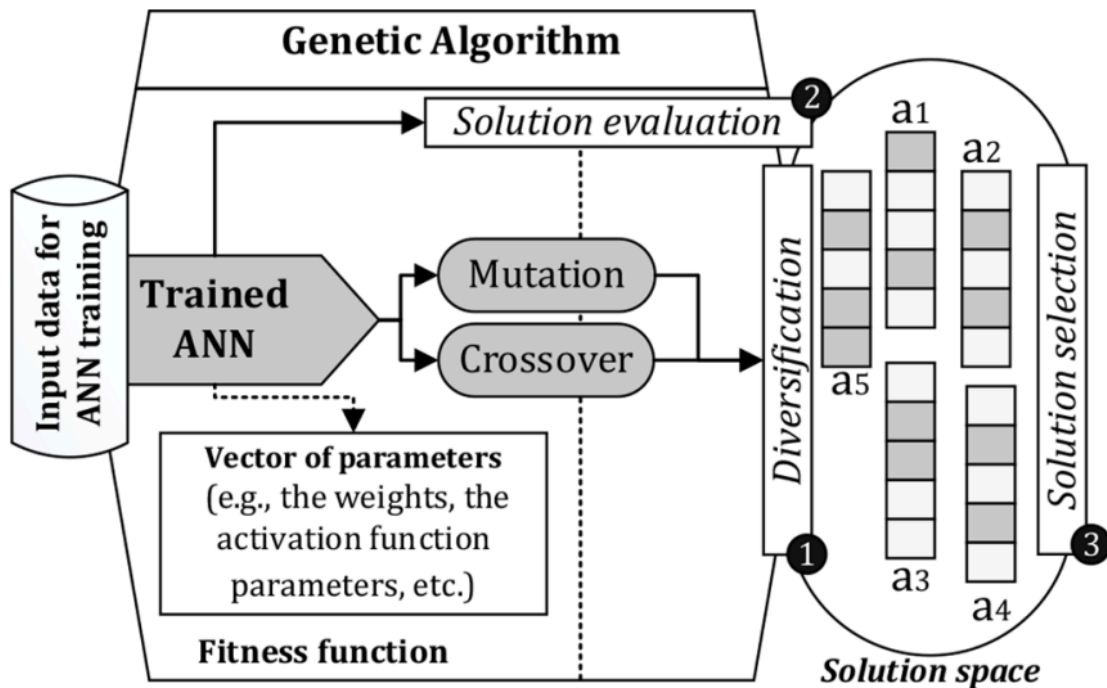
- Cấu hình của ANN: `model_mlp = MLPRegressor (activation = “tanh”, “relu”, hidden_layer_sizes = [50, 150, (100,100)], learning_rate = [adaptive, constant]”, max_iter = 50, 100, 150, 200).`

Type of ANN	ANN Architecture	Training Algorithm	Data Partitioning	Performance Evaluations
Supervised learning ANN	MLP	BP	Varied (13%, 25%, 50%)	MAE, MSE, R^2



3.4. Xây dựng mô hình

Sự tương tác của GA và ANN:



3.4. Xây dựng mô hình

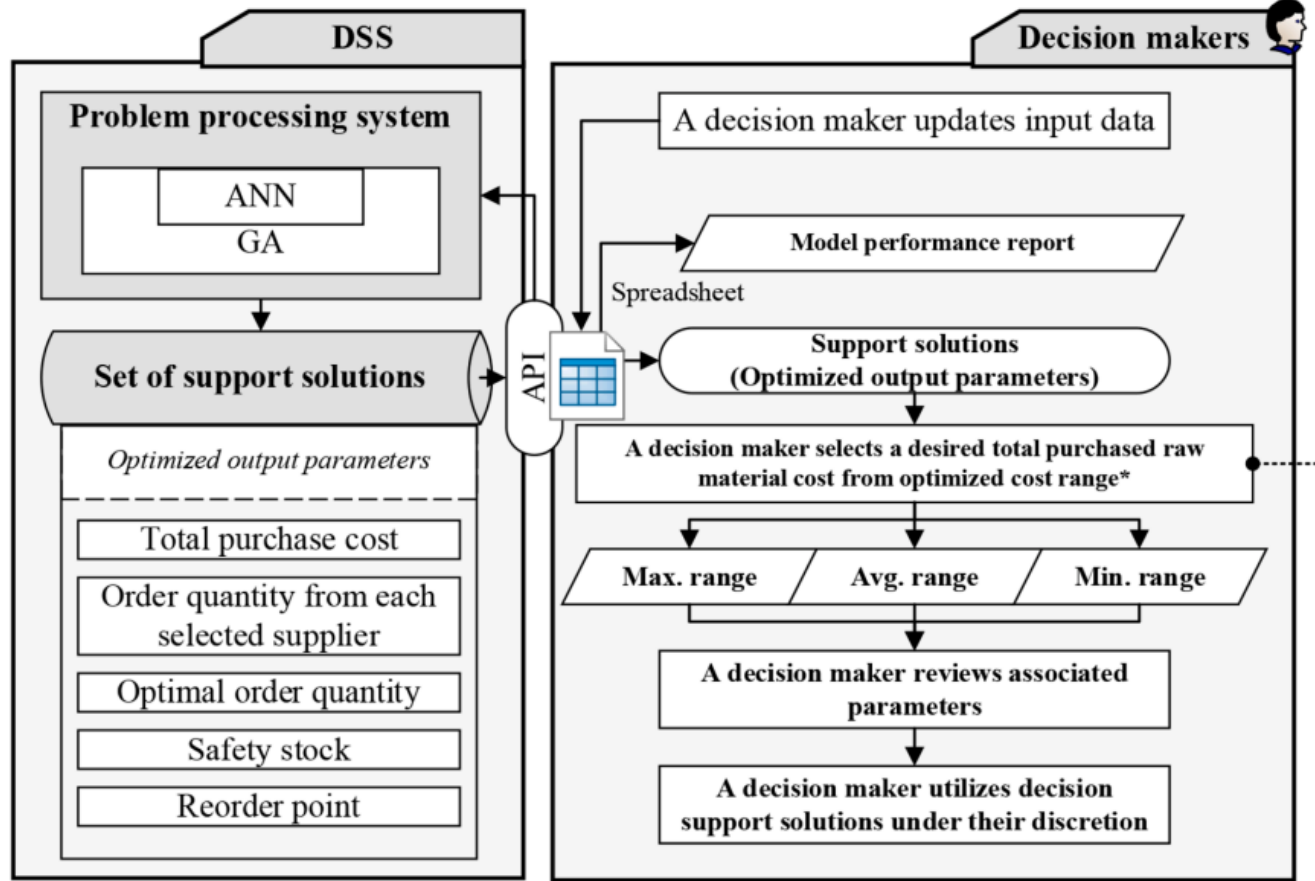
Tối ưu hóa tham số:

- Sử dụng MLPRegressor của thư viện Scikit-learn.
- Sử dụng the distributed evolutionary algorithm in Python (DEAP) framework.
- Thuật toán grid search sử dụng để xác định các tham số tối ưu cho ANN và GA.
- Các giải pháp được đa dạng hóa thông qua Đột biến (mutation) và Lai chéo (Crossover).
- ANN sẽ đánh giá giải pháp bằng cách ước lượng các giá trị phù hợp nhất.

3.4. Xây dựng mô hình

Triển khai hệ thống:

- Người ra quyết định có thể xem danh sách các giải pháp tối ưu.
- Người ra quyết định có thể cấu hình lại một số thông số thành các giá trị cụ thể như mong muốn.
- Người ra quyết định có thể cập nhật dữ liệu đầu vào bằng bảng tính.
- Hệ thống có thể đọc tất cả dữ liệu đầu vào trực tiếp từ tệp.
- Người ra quyết định cũng có thể xem xét các giải pháp hỗ trợ quyết định từ bảng tính do hệ thống tạo ra.



*The choices of decision support solutions are simplified by providing three total levels of total purchased raw material cost. This should promote the effectiveness of decision making, and mitigating the effects of market and operational uncertainties.



04

THỰC
NGHIỆM

4.1. Thu thập dữ liệu

- Thực hiện thử nghiệm tại một công ty bánh ngọt ở Thái Lan dữ liệu được tổng hợp dưới dạng tệp CSV với 170 cột và tổng cộng 17572 dòng.
- Thử nghiệm trên nhóm sản phẩm 'cake roll'. Gồm 5 thành phần quan trọng: bột bánh, lòng trắng trứng, lòng đỏ trứng, đường, dầu thực vật.

Raw material	Min. daily usage rate	Average daily usage rate	Max. daily usage rate	Usage standard deviation
Flour	100	253	458	132
Vegetable oil	95	185	324	124
Egg white	122	301	493	142
Yolk	112	212	464	136
Sugar	120	235	389	130

Raw material	Order Interval	Min. order lead time	Avg. order lead time	Max. order lead time	Lead time standard deviation
Flour	7	2	3	5	2
Vegetable oil	4	3	5	7	2
Egg white	3	1	2	3	1
Yolk	3	1	3	4	1
Sugar	5	2	3	5	2

4.2. Tổng hợp dữ liệu và huấn luyện mô hình

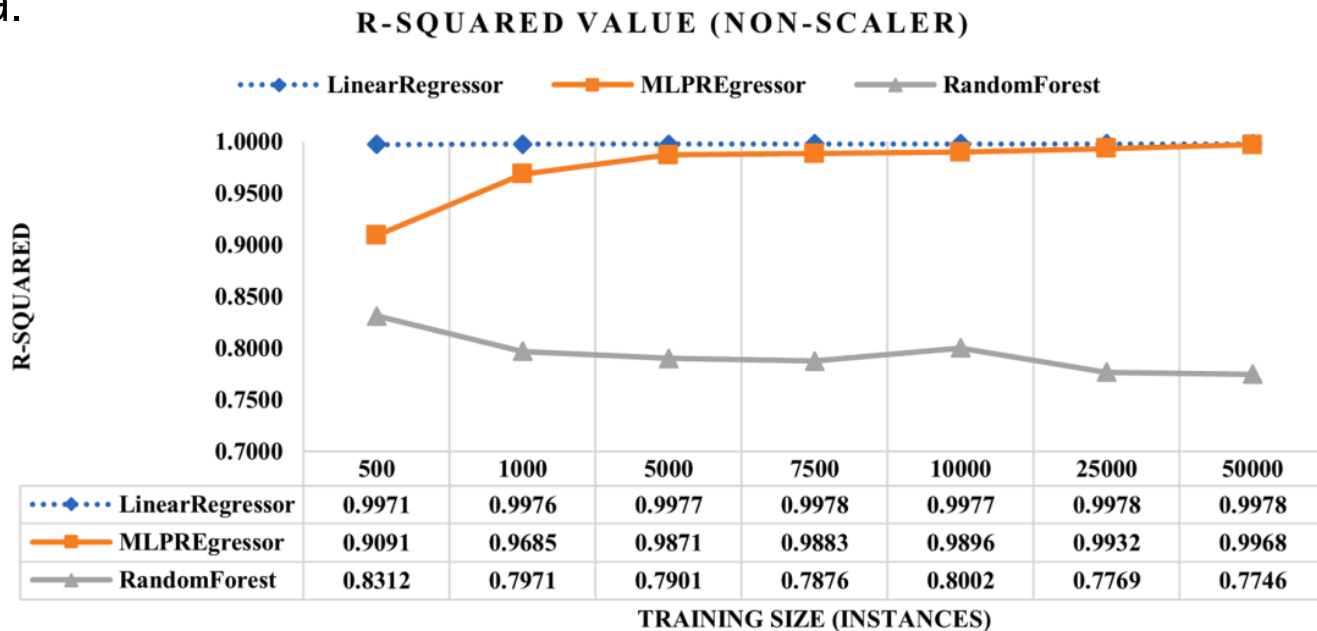
- Thực hiện đánh giá hiệu suất dự đoán của ANN và 2 mô hình thuật toán Linear Regression và Random Forest bằng các chỉ số MAE, MSE và R2 trên các tỷ lệ dữ liệu huấn luyện khác nhau.

MSE Values						
Training Size	LinearRegression		MLPRegressor		RandomForest	
	Non-Scaler	Scaler	Non-Scaler	Scaler	Non-Scaler	Scaler
500	8.96E+07	2.92E-03	2.77E+09	3.30E-02	5.14E+09	1.69E-01
1000	7.55E+07	2.53E-03	9.85E+08	2.57E-02	6.34E+09	2.13E-01
5000	7.19E+07	2.18E-03	4.00E+08	7.69E-03	6.51E+09	1.98E-01
7500	6.88E+07	2.22E-03	3.66E+08	4.39E-03	6.67E+09	2.15E-01
10000	7.12E+07	2.27E-03	3.23E+08	2.83E-03	6.19E+09	1.98E-01
25000	6.89E+07	2.19E-03	2.16E+08	7.70E-04	7.04E+09	2.24E-01
50000	6.99E+07	2.26E-03	1.03E+08	3.01E-04	7.20E+09	2.33E-01

MAE Values						
Training Size	LinearRegression		MLPRegressor		RandomForest	
	Non-Scaler	Scaler	Non-Scaler	Scaler	Non-Scaler	Scaler
500	7.31E+03	4.17E-02	3.67E+04	1.42E-01	5.74E+04	3.28E-01
1000	6.38E+03	3.69E-02	2.26E+04	1.24E-01	6.02E+04	3.49E-01
5000	6.24E+03	3.44E-02	1.55E+04	6.88E-02	6.19E+04	3.41E-01
7500	6.13E+03	3.48E-02	1.47E+04	5.08E-02	6.21E+04	3.53E-01
10000	6.21E+03	3.51E-02	1.38E+04	4.07E-02	6.13E+04	3.47E-01
25000	6.14E+03	3.47E-02	1.13E+04	2.05E-02	6.39E+04	3.61E-01
50000	6.17E+03	3.51E-02	7.70E+03	1.20E-02	6.43E+04	3.65E-01

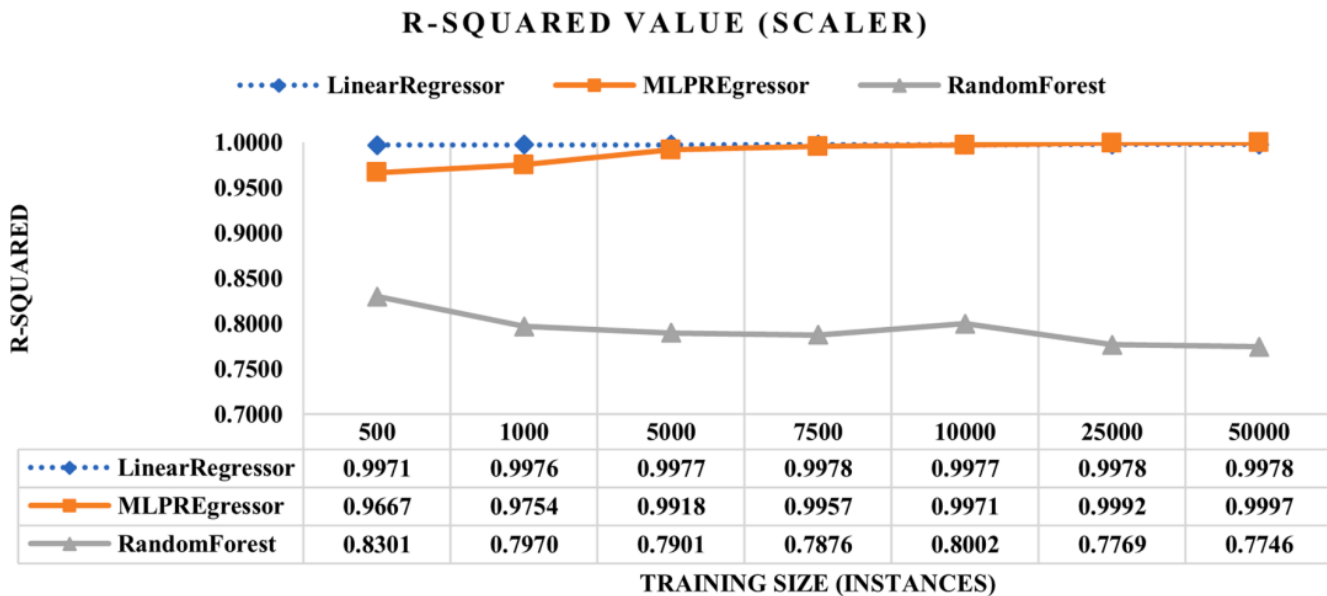
4.2. Tổng hợp dữ liệu và huấn luyện mô hình

Thực hiện đánh giá hiệu suất qua độ đo R^2 trên tập dữ liệu không được chuẩn hóa.



4.2. Tổng hợp dữ liệu và huấn luyện mô hình

Thực hiện đánh giá hiệu suất qua độ đo R^2 trên tập dữ liệu được chuẩn hóa.



4.3. Tối ưu hóa tham số

- Triển khai thống kê trên tập dữ liệu huấn luyện.

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Objective values	17572	0	9758.6	36.7	4867.8	149.4	5882.8	10273.1	13453.9	21759.6

Thử nghiệm hiệu suất tối ưu hóa dựa trên phân bố giá trị mục tiêu:

- Thử nghiệm với Q1 value, median value và maximum value.
- Tối ưu theo 3 mức giá khác nhau để xác định trường hợp tốt nhất.

4.3. Tối ưu hóa tham số

Hàm mục tiêu:

$$\operatorname{argmax}_{x_{ij}, U_i^R, \dots, \theta_i} = Y^{\text{target}} - Y^{\text{recall}}, Y^{\text{target}} > Y^{\text{recall}}$$

- Hàm mục tiêu so sánh tổng chi phí hiện tại (Y^{target}) và tổng chi phí tối ưu.
- Y^{recall} được tối ưu trong quá trình huấn luyện ANN và GA.

Tỉ lệ lai chéo và đột biến

- Tỉ lệ lai chéo và đột biến khoảng 10%, 30% và 50% quần thể
- Crossover sử dụng two-point crossover, mutation sử dụng Bit Flip.

4.3. Tối ưu hóa tham số

Các thông số cấu hình cho thuật toán GA

Target objectives	$[Y_{\min}^{\text{target}} = C_{Q_1}^{RTotal} = 5,883] [Y_{\text{avg}}^{\text{target}} = C_{\text{average}}^{RTotal} = 9,759] [Y_{\max}^{\text{target}} = C_{\max}^{RTotal} = 21,760]$
Crossover percentage	10%, 30%, 50%
Mutation percentage	10%, 30%, 50%
Max rounds of evolution	10, 30, 50
Initial population	10, 50, 100

- Tổng cộng 17.572 giải pháp khả thi được tạo ra bởi 3 mô hình ML. Mô hình đề xuất giải pháp tối nhất cho việc mua nguyên vật liệu theo 3 mức chi phí: Min, Avg và Max

4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

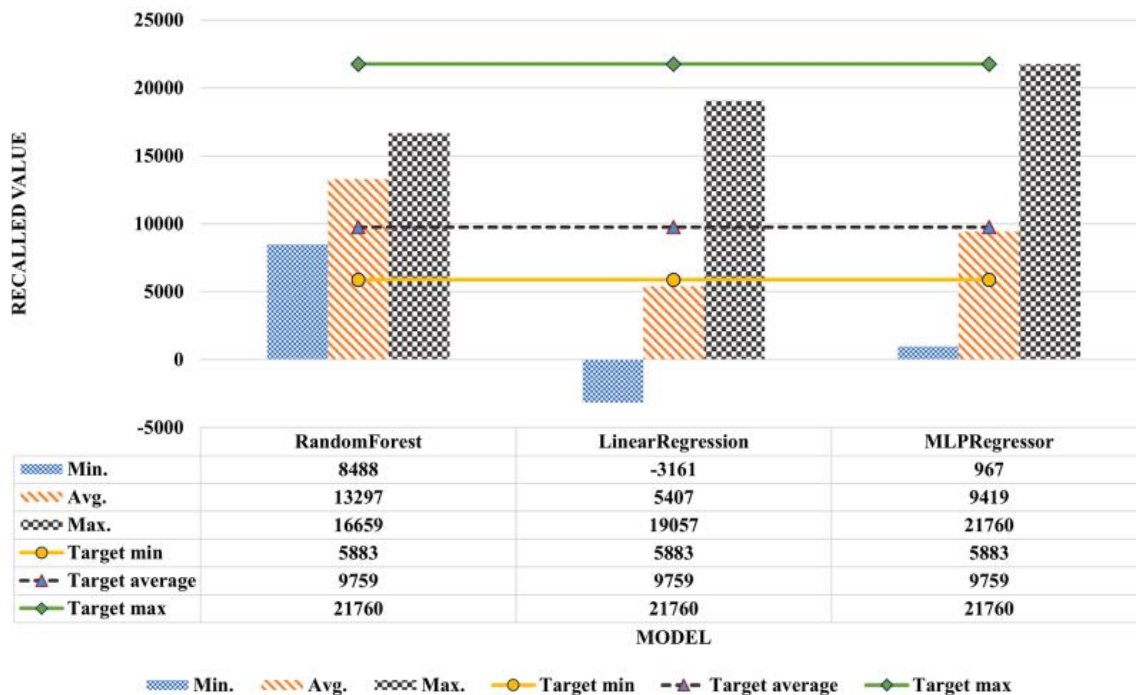
Kết quả phân tích mức độ tương quan :

- Các tham số quan trọng: số lượng dữ liệu huấn luyện (size), số lượng quần thể khởi tạo (initial_pop), số vòng đời lai tạo (max_iter), xác suất lai chéo (p_crossover), xác suất đột biến (p_mutation) .

	size	initial_pop	p_crossover	p_mutation	max_iter	best_recall	best_objective
size	1.000						
initial_pop	0.000	1.000					
p_crossover	0.000	0.000	1.000				
p_mutation	0.000	0.000	0.000	1.000			
max_round	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000		
best_recall	0.047	-0.316	-0.073	-0.180	-0.415	1.000	
best_objective	-0.032	0.214	0.386	0.122	0.281	-0.697	1.000

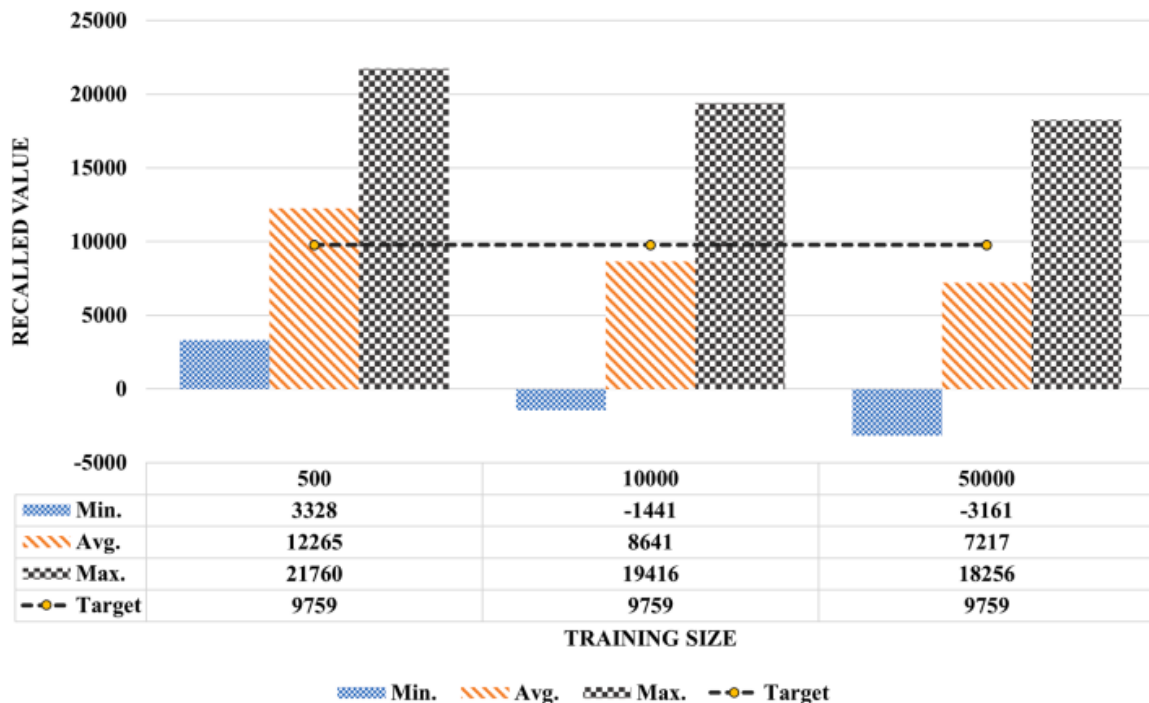
4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Kết quả phân tích hiệu suất của 3 mô hình



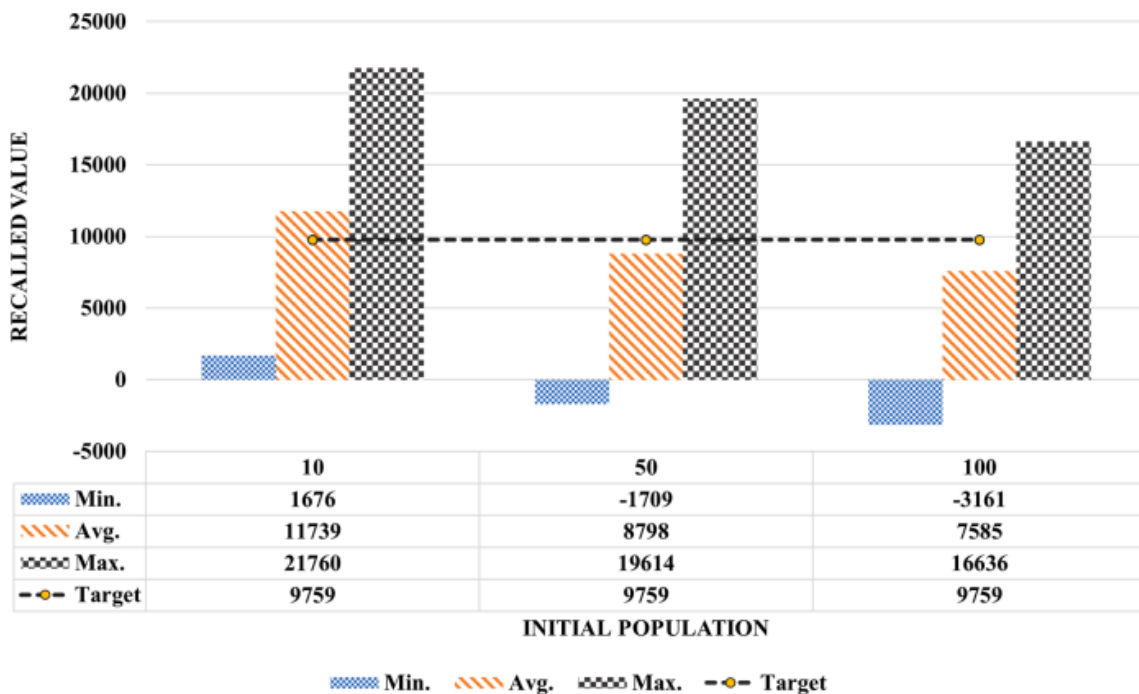
4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Ảnh hưởng của kích thước tập dữ liệu train đến hiệu suất thu hồi giải pháp



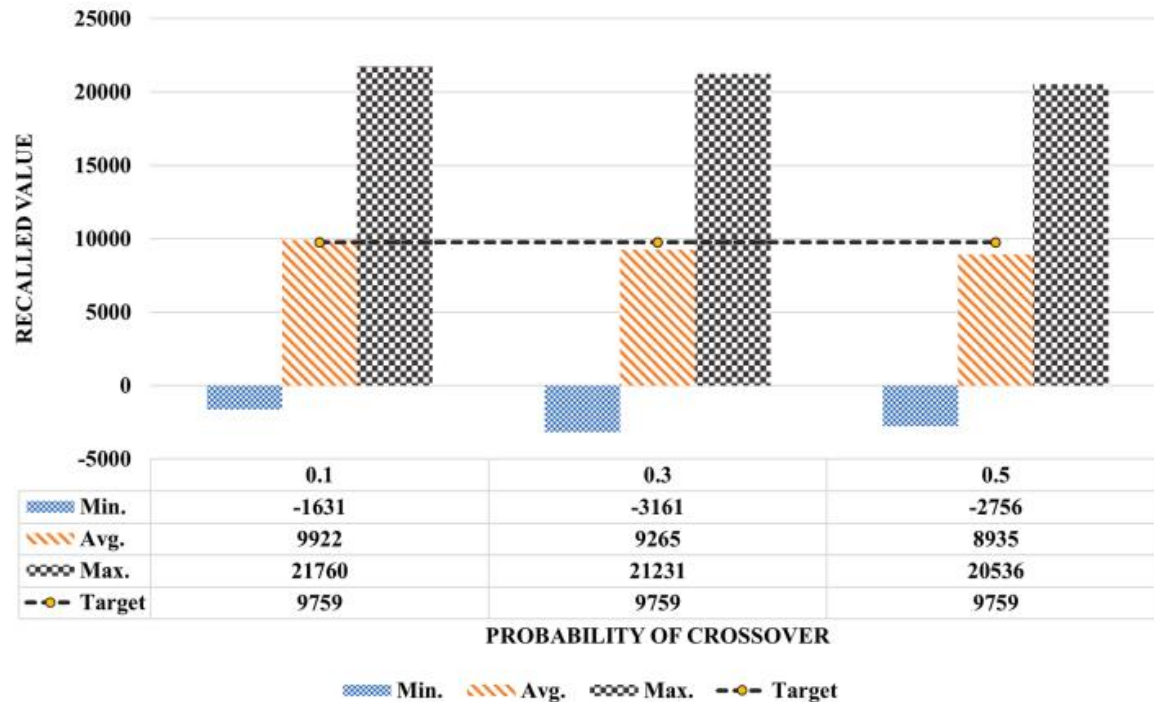
4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Ảnh hưởng của số lượng quần thể ban đầu đến hiệu suất thu hồi giải pháp



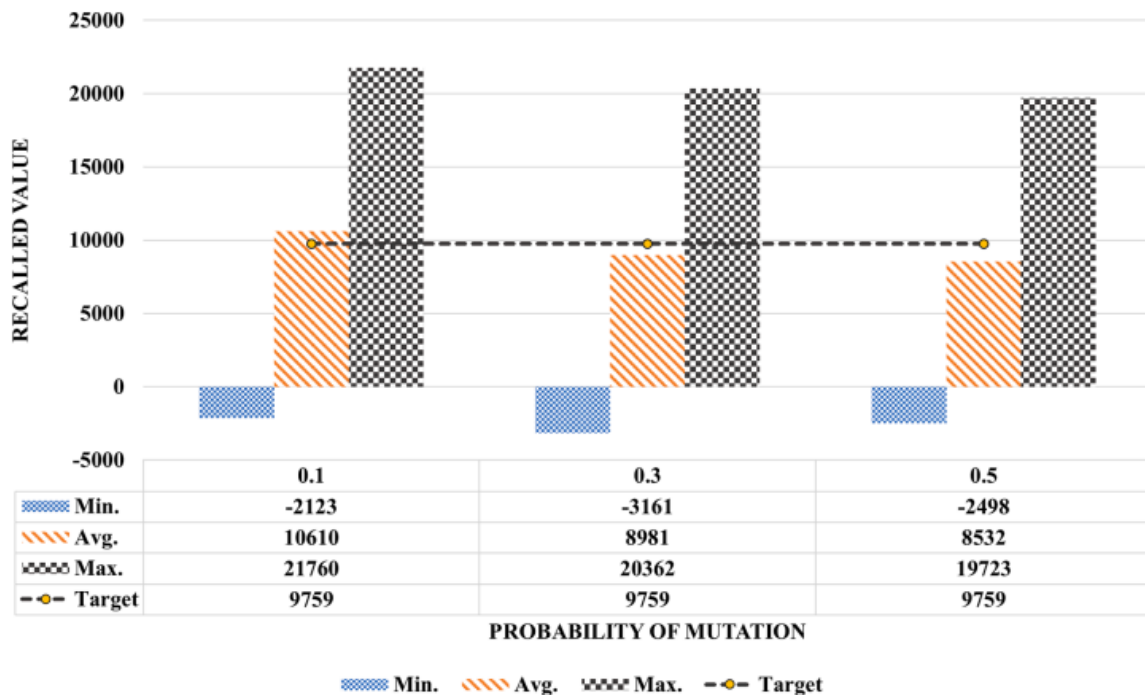
4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Ảnh hưởng của xác suất lai chéo đến hiệu suất thu hồi giải pháp



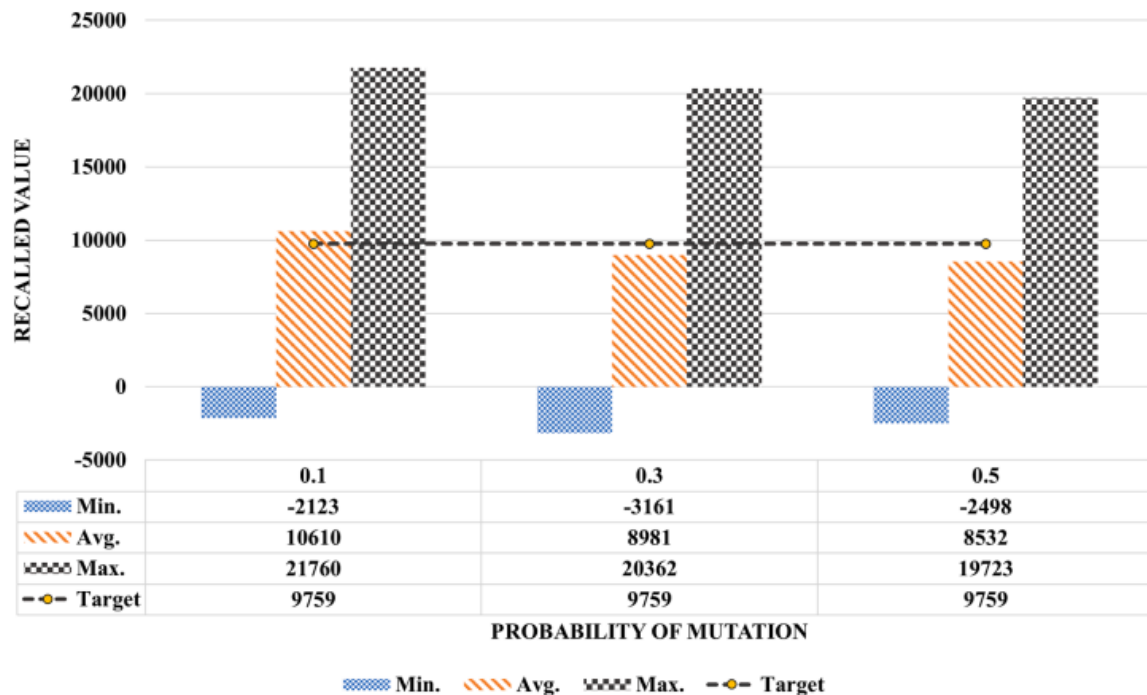
4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Ảnh hưởng của xác suất đột biến đến hiệu suất thu hồi giải pháp



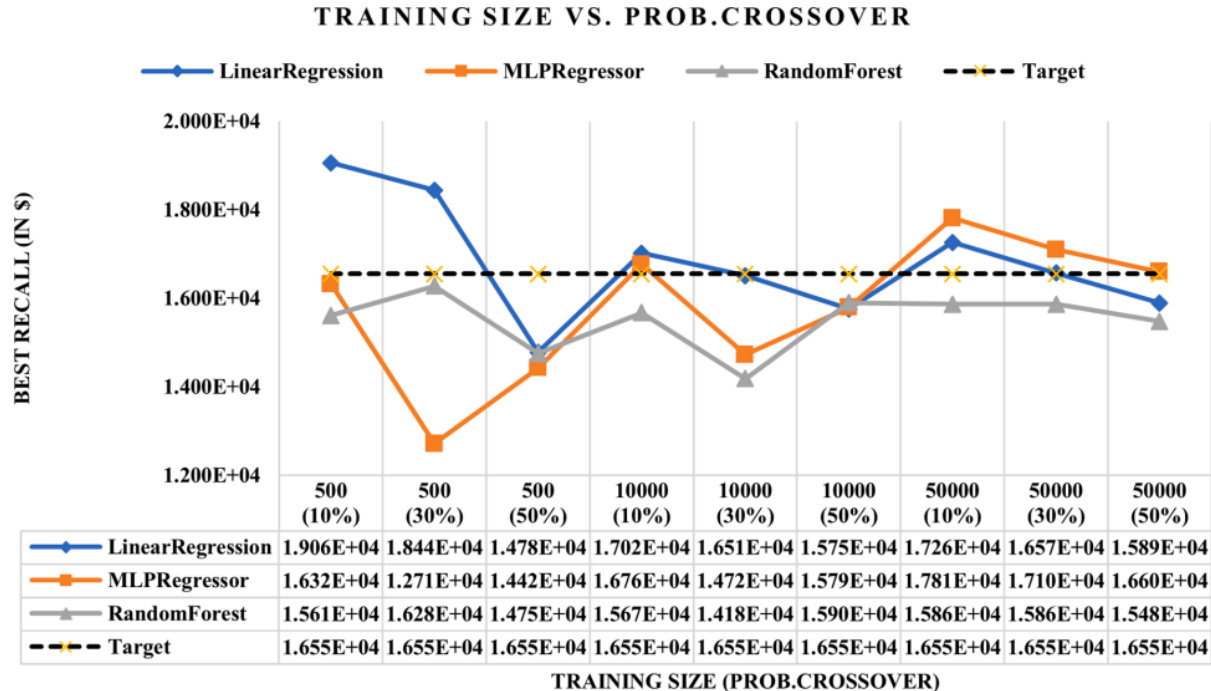
4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Ảnh hưởng của số lần lặp tối đa đến hiệu suất thu hồi giải pháp



4.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các tham số

Ảnh hưởng tỉ lệ dữ liệu train và xác suất chéo đến hiệu suất thu hồi giải pháp



4.5. Kết quả

- Kết quả thu được các giá trị mục tiêu thu hồi tối ưu của tổng chi phí nguyên liệu thô đã mua tối thiểu
- Dựa trên giá trị chi phí tối ưu do DSS đề xuất, người ra quyết định có thể chọn mức tổng chi phí nguyên liệu thô mua dựa trên ngân sách.

Comparison of total costs based on three targets.

	Total cost of purchased raw materials			On-hand inventory cost		
	Before	After	%Changes	Before	After	%Changes
Total minimum cost	\$12,099	\$6,887	-43.07%	\$4,096	\$1,579	-61.45%
Total average cost	\$21,676	\$10,488	-51.61%	\$5,351	\$2,449	-54.23%
Total maximum cost	\$60,358	\$13,986	-76.83%	\$7,254	\$3,314	-54.31%
Total standard deviation	\$10,107	\$1,934	-80.86%	\$764	\$414	-45.81%

4.5. Kết quả

- Các giá trị tham số được khuyến nghị dựa trên dữ liệu đầu vào do người ra quyết định cung cấp.
- Cập nhật dữ liệu đầu vào mỗi ngày.
- Người ra quyết định có thể sử dụng DSS để kiểm tra kế hoạch mua nguyên vật liệu.

4.5. Kết quả

- Trên thực tế, các nhà quản lý có thể điều chỉnh các con số theo ý mình.

Suggested parameter values.

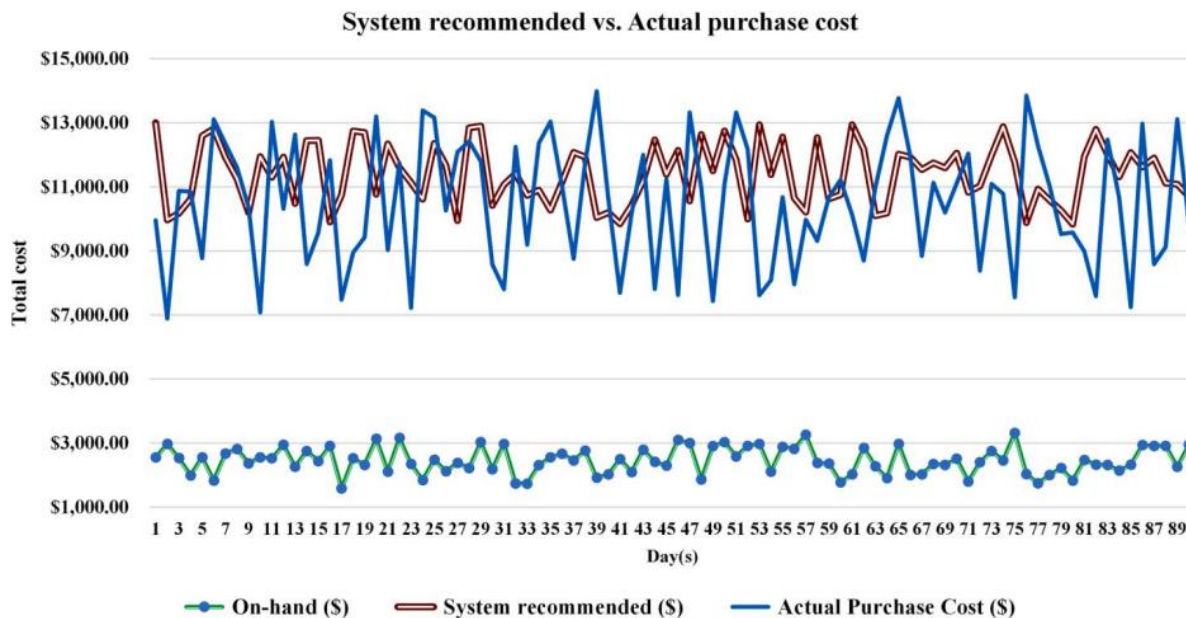
Input data		Material#1	Material#2	Material#3	Material#4	Material#5
Target budget	\$10,000					
Avg. daily usage	Unit(s)	162	128	167	130	180
Usage standard deviation	Unit(s)	50	35	50	25	20
Supply availability	Supplier 1	✓	✓	✓	N/A	✓
	Supplier 2	✓	N/A	✓	✓	✓
	Supplier 3	✓	✓	✓	✓	✓
Unit cost	Supplier 1	50	35	120	45	30
	Supplier 2	55	37	121	43	28
	Supplier 3	52	36	119	44	29
%Discount	Supplier 1	0.00	14.00	0.00	10.00	4.00
	Supplier 2	0.00	15.00	12.00	0.00	5.00
	Supplier 3	10.00	0.00	18.00	8.00	4.50
Minimum order to get discount	Supplier 1	500	500	500	100	800
	Supplier 2	500	700	500	100	500
	Supplier 3	400	400	500	100	1000
Avg. Lead time	Day(s)	2	3	3	2	2
Planned Order interval	Day(s)	6	3	4	3	2
Current On-hand	Unit(s)	36	234	98	87	154

Output - Decision Support Solution

		Material#1	Material#2	Material#3	Material#4	Material#5
Recalled Optimized Cost	\$9943.62					
Optimal order quantity		1755	2722	2092	1413	717
Order quantity	Supplier 1	712	1669	21	0	372
	Supplier 2	10	0	422	169	1210
	Supplier 3	118	357	995	401	1041
Safety stock	Unit(s)	715	1450	446	244	137
Reorder point	Unit(s)	1244	402	581	921	1737

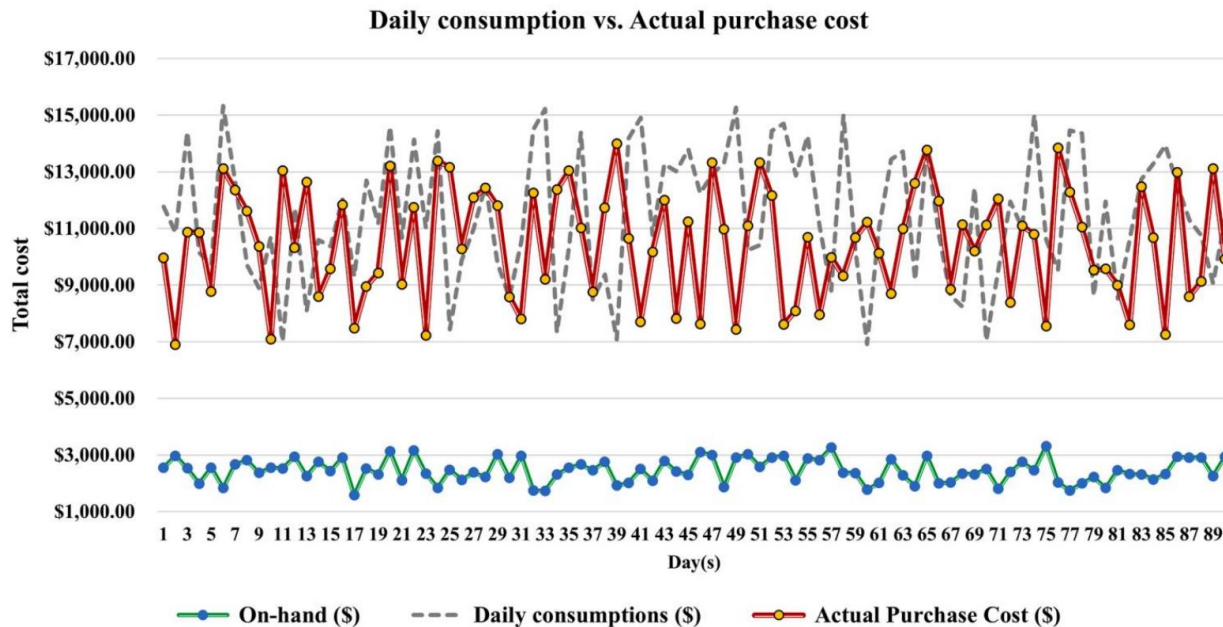
4.5. Kết quả

- Sử dụng các giải pháp được đề xuất, so sánh chi phí được đề xuất của hệ thống và chi phí mua nguyên liệu thô thực tế



4.5. Kết quả

- Thể hiện mức tiêu thụ nguyên liệu thô hàng ngày so với chi phí mua nguyên liệu thô thực tế

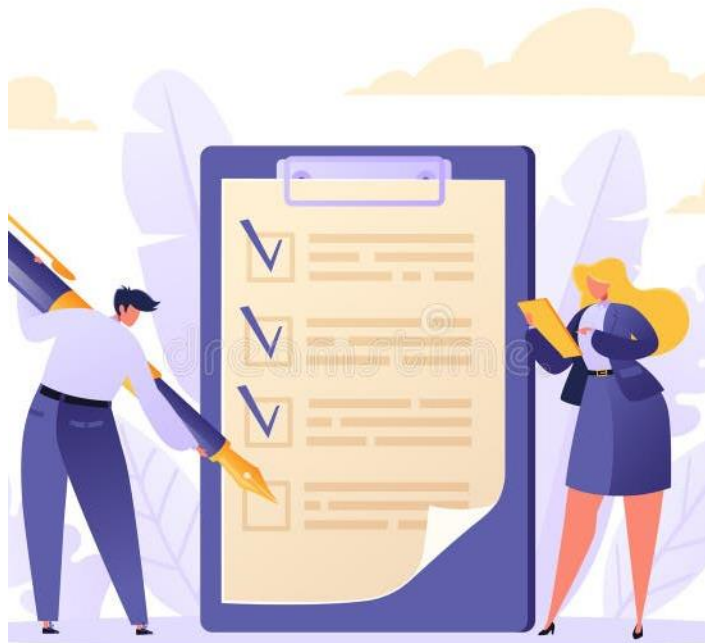


4.5. Kết quả

- Sự chênh lệch giữa chi phí thực tế của việc mua nguyên liệu thô và chi phí được khuyến nghị bởi hệ thống cho thấy lợi ích tiềm năng của việc sử dụng giải pháp DSS.

Summary of cost performance.

	On-hand inventory cost	Raw material consumed cost	System- recommended cost	Actual material purchased cost
Min. cost / day	\$1,579	\$6,910	\$9,833	\$6,887
Average cost/ day	2,449	\$11,452	\$11,409	\$10,488
Max. cost/day	\$3,314	\$15,320	\$13,004	\$13,986
Accumulated cost (3- month)	\$220,366	\$1,030,647	\$1,026,831	\$943,928



05

TỔNG KẾT

5.1. Kết quả

- Giúp lựa chọn nhà cung cấp dựa trên dữ liệu hiện có.
- Tính toán và tối ưu hóa số lượng nguyên vật liệu được đặt hàng tại mỗi nhà cung cấp.
- Người quản lý có thể xem xét tổng chi phí cho mỗi đơn hàng trước khi mua nguyên vật liệu.
- Tính toán mức tồn kho an toàn dựa trên các điều kiện nhất định.



5.2. Đánh giá

Ưu điểm:

- Đã đưa ra được hệ thống hỗ trợ đáp ứng việc khai thác dữ liệu quan sát và dữ liệu thực nghiệm.
- Thúc đẩy việc áp dụng và khởi xướng trí tuệ nhân tạo trong doanh nghiệp.
- Kết quả triển khai của bài báo thực hiện dựa trên một trường hợp công ty thực tế, đảm bảo tính thực tiễn và ứng dụng của đề tài.

Hạn chế:

- Dữ liệu thực nghiệm của bài báo chỉ mới xét trong một công ty về bánh kẹo, chưa mở rộng sang dữ liệu của những lĩnh vực khác.
- Chưa tối ưu được các tham số đầu vào để cải thiện hiệu suất của hệ thống hỗ trợ.



**CẢM ƠN THẦY
VÀ CÁC BẠN ĐÃ
LẮNG NGHE!!!**