

인공지능, 생물학을 활용한 오토의 단점 보완 및 상용화 가능성 탐구.

김인중*, 이유진**, 박승준***

* 충남삼성고등학교, scholar@byquincy.com

** 충남삼성고등학교, kissthesun88@gmail.com

*** 충남삼성고등학교, wadle2063@gmail.com

요약

오토는 생분해성 물질인 알긴산 칼슘 막으로 물을 둘러싸 저장하는 일종의 물병이다. 오토는 플라스틱 물병을 대체할 것으로 예상되었으며, 상용화되며 환경에 긍정적 영향을 미칠 것으로 예상되었다. 그러나 몇몇 치명적 단점이 상용화에 걸림돌이 되어 일부 행사에서만 사용됐을 뿐 아직 대중화되었다고 말하기에는 어려움이 있다.

이에 본 연구에서는 오토가 일반적인 물병으로 활용되기 어려운 이유를 다양한 실험을 통해 구체적이며, 명확하게 규명할 것이다. 또한 실험을 통해 얻은 결과를 머신러닝 기법을 통한 분석으로 보완 방법을 도출할 것이다. 마지막으로 위 결과들을 통해 결과적으로 오토가 상용화될 수 있는 과학적 보완 방법에 대해 제안하고자 한다.

키워드 : 오토, 인공지능, 생물학, 친환경, 선형회귀

I. 서론

1947년 플라스틱 병이 시판되기 시작한 후 플라스틱은 비교적 값이 싸고, 그 종류가 다양하여 용도에 따라 다양한 산업 분야에 용이하게 이용되고 있다. 그러나 우리에게 편리함을 불러다 준 플라스틱은 환경에 악영향을 미치는 주요 원인이다.

지난 2015년 전 세계에서 배출된 플라스틱 쓰레기는 약 3억 8100만t이며, 이중 약 880만t이 바다에 버려졌다¹. 이러한 추세로는 2030년경 연간 5300만t에 달하는 쓰레기가 바다로 유입될 것이다¹.

대부분의 플라스틱은 미생물이 분해할 수 없는 화학구조를 갖고 있어 자연적으로 썩기까지 걸리는 시간이 매우 길며³, 특히 바다로 버려진 플라스틱 조각들은 더 작은 입자들로 분해되어 흔히 미세플라스틱이라고 불리는 크기가 5mm이하인 플라스틱이 된다². 이는 해양생물의 먹이사슬을 거쳐 우리가 섭취하게 될 수 있어 큰 문제가 되고 있다.

이러한 플라스틱의 환경 파괴 측면을 고려한 해결방안 중 영국왕립예술학교 학생들이 디자인한 오후는 먹을 수 있는 물병⁵으로 가장 많이 발생하는 플라스틱 중 78.1%를 차지하는 식품 포장재⁴ 중 하나인 페트병을 대체할 방안으로 제시되었다. 이는 해초류 추출물로 만든 물 캡슐로, 그 오후 자체를 먹을 수 있도록 만들어 페트병과 같은 쓰레기를 만들지 않는다⁵.

이러한 단점에도 불구하고 위 물병은 현재 상용화되지 못하였다. 그 이유로는 여러 가지가 있으나, 오후가 먹을 수 있도록 만들어져 쉽게 터지므로 휴대하기 불편하다는 점을 무시할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 오후 제작에 사용되는 알긴산 나트륨의 농도 및 반응 시간을 변인으로 하여 캡슐이 터지는 힘의 크기를 측정할 것이다. 또한 도출해 낸 실험 결과를 기반으로, 인공지능을 통해 일반화시켜 강도 및 저작에 있어 가장 최적의 오후를 찾으며, 플라스틱 사용을 줄이기 위한 오후의 상용화에 기여할 것이다.

II. 이론적 배경

선형 회귀⁶

선형 회귀는 종속 변수와, 독립 변수의 선형 상관 관계를 모델링 하는 회귀 분석의 기법의 일종이다. 그 중 설명 변수가 한개일 경우 단순 선형 회귀, 둘 이상일 경우 다중 선형 회귀(이하 다중 회귀)라고 하며 본 연구에서는 둘 다 활용한다.

다항 회귀⁶

본 연구에서는 표면적에 비례하는 강도의 특성에 따라, 다중 회귀 중 2차 회귀를 많이 사용한다.

다항 회귀는 잘못 사용할 경우 결과가 학습 데이터에만 최적화되어 일반화되지 못하는 과적합 문제가 나타날 수 있다. 그러나 본 연구에서는 표면적에 비례한다는 명확한 근거를 기반으로 2차 회귀를 결정하였으므로 해당사항이 없다.

III. 연구 방법

알긴산 나트륨과 젯산 칼슘의 무게를 4가지로 분리한 후, 혼합해 실험을 수행하였다.

알긴산 나트륨 농도(g/250mL)	반응 시간(초)			
	13.75g	7.5g	4.25g	0.25g
10초		o		o
15초	o			
20초	o	o	o	
80초	o	o	o	
640초	o	o		
1800초	o	o	o	

*: 공백은 실험했으나 결과가 도출되지 않음.

Table1. 실험 명세

알긴산 나트륨의 농도와 반응 시간을 조작 변인으로, 젯산칼슘의 농도를 통제 변인으로 설정한 후, 24개의 오호를 제작하여 아래에 따라 실험을 진행하여 데이터를 수집하였다.

자력교반기 위에 있는 비커에 absolute ethanol 20ml, 알긴산 나트륨을 Table1.만큼 넣은 후, 물 250ml를 첨가해 제작하였다. 후에 물 2000ml에 각각 젯산 칼슘을 기준 농도만큼 넣어 용해시켰다.

용해된 젯산칼슘 수용액 에 알긴산 나트륨을 30ml씩 10초씩 담구어 오호가 형성되도록 했다. 10초 동안 막이 형성된 오호는 직후 젯산 칼슘 수용액에 앞서 만든 4개의 오호를 Table.1 만큼의 시간씩 각각 담귀주었다. Table.1의 경우 시간 격차를 점차 증가하게 해 정밀 예측과 추세 파악이 되도록 유도하였다.

오호 막의 강도는 터질 때 오호를 누르는 힘의 세기와 비례한다고 가정하였다. 강도가 강할수록 터지는데 필요한 힘이 커지기 때문이다.

압력은 단위 면적은 단위 면적당 가해지는 힘을 나타낸다. 이에 면적을 $A[m^2]$, 가해지는 힘을 $F[N]$ 라고 하면 압력 p 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$p = \frac{F}{A} [N/m^2] \dots \text{Equation1.}$$

단위면적 A의 경우 본 실험에서 일정하게 유지하였다. 따라서 압력 계산을 위해서는 F를 측정해야 함을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 전자저울을 사용해 터질 당시의 힘을 gf로 찾아내었다. 이때, 1초에 60번 영상을 촬영하여 터지는 지점의 전자저울 표시값을 하였다. 또한, 이를 시각화하고 머신러닝 등의 방법으로 분석해 도, 강도, 시간 각각의 상관관계를 규명하고 예측 가능하게 하고자 했다.

IV. 연구 결과

1. 데이터 도출

알긴산 나트륨 농도(g/250mL)	반응 시간(초)			
	13.75g	7.5g	4.25g	0.25g
10초	-	29.22	30.94	-
15초	128.90	-	-	-
20초	37.67	34.43	65.40	-
80초	89.15	106.30	74.19	-
640초	462.25	221.30	-	-
1800초	211.81	605.80	640.17	-

*: 데이터 없음

Table2. 실험 결과(결과 단위: gf)

실험 결과는 Table2.와 같다.

여기서 알긴산 나트륨 0.25g/250mL로 제작한 오호는 형태 유지가 불가능하여 데이터를 도출해 내지 못하였다.

2. 데이터 분석

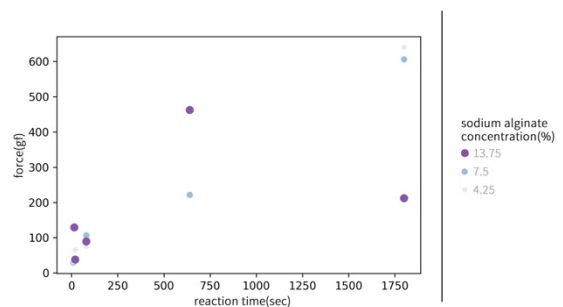


Fig1. 실험 결과의 시각화

표를 2차원 평면에 시각화하면 다음과 같다.

2-1. 데이터 필터링

본 연구에서는 실험 결과를 표준화하기 위해 반복 실험을 계획하였지만, 시간 관계상 수행하지 못하였다. 또한 전자저울의 오작동과 인간이 오호를 누르는 특성상 발생하는 오차에 의해 이상값이 존재할 것을 추정할 수 있다. 이에 값을 필터링한 후, 결과를 도출하기로 하였다.

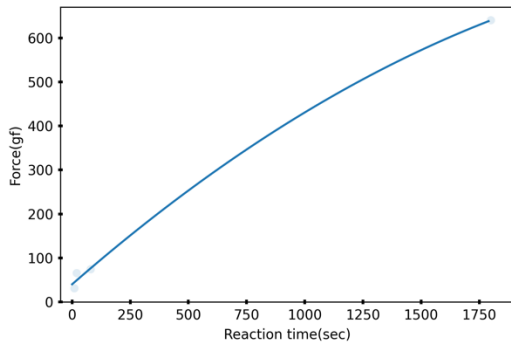


Fig2. 알긴산 나트륨 4.25g/250mL 데이터

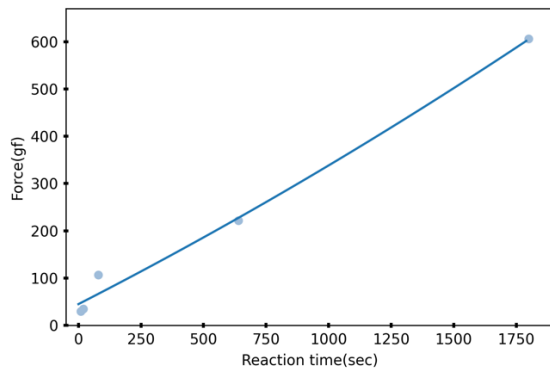


Fig3. 알긴산 나트륨 7.5g/250mL 데이터

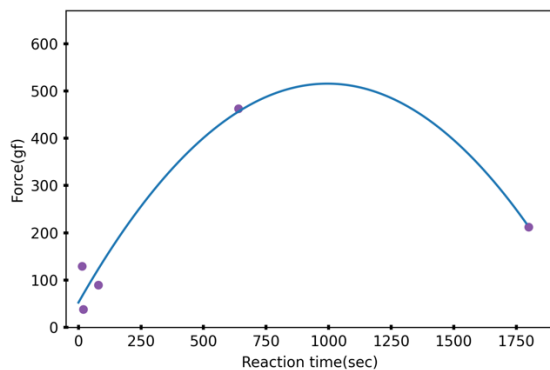


Fig4. 알긴산 나트륨 13.75g/250mL 데이터

강도는 오호의 두께에 비례하며, 두께는 젖산 칼슘 수용액과 오호가 닿는 표면적에 비례한다고 추정하였으므로, 표면적의 차수와 같은 2차 회귀를 통해 표현하였다.

Fig2. ~ Fig4. 중 13.75% 농도의 경우 나머지 두께 및 전체적인 추세와는 달리, 제일 높은 반응 시간에서 강도가 하락한다. 이에 13.75%의 가장 마지막 데이터는 제외하였다.

7.5% 농도 데이터의 경우 보기에 2차 회귀를 하였지만 1차 회귀의 형태로 나타나 640초 반응 시킨 데이터를 삭제해야 옳으나, 4.25% 농도를 기준으로 봤을 때 13.75%와 7.5% 농도의 데이터를 평균내는 것이 적절하다 판단해 유지하였다.

2-2. 상관관계 분석

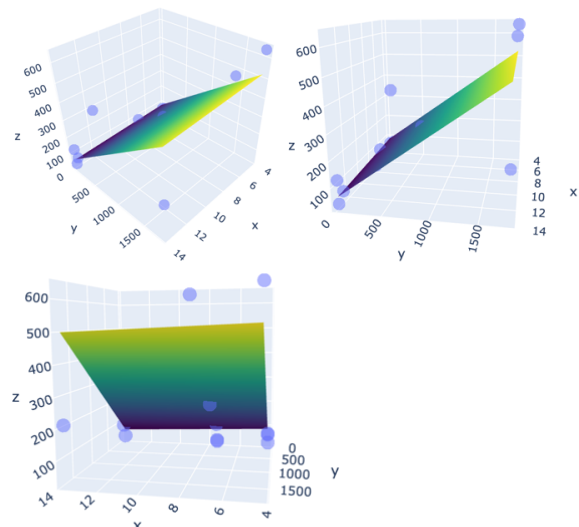


Fig5. 다양한 각도에서 바라본 실험 데이터 다중회귀 결과(x: 농도, y: 반응시간, z: 강도)

위는 필터링 결과를 바탕으로 다중 회귀를 수행한 것이다. 위 회귀 결과를 통해 강도(z)는 농도(x)와 상관관계가 미약하며, 반응시간(y)과 상관관계가 강함을 알 수 있다.

2-3. 분석 결과

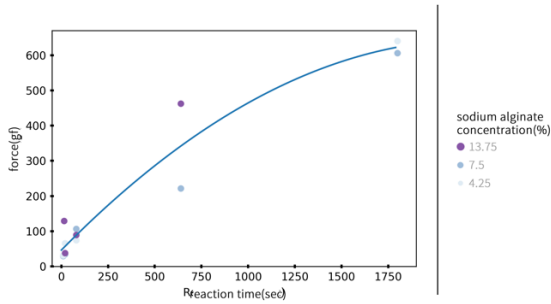


Fig6. 실험 결과 2차 회귀

2-1의 과정을 통해 필터링한 데이터로 2차 회귀를 수행하면 다음과 같은 추세를 파악할 수 있다. 이에 오토의 강도는 반응 시간과 밀접함을 알 수 있다.

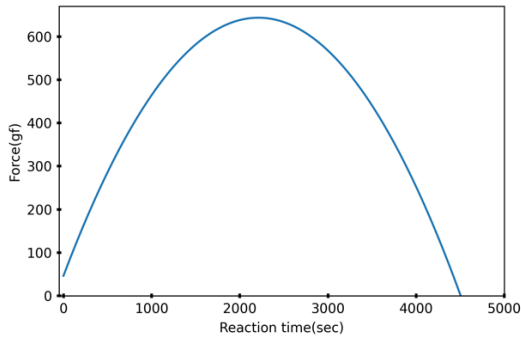


Fig7. 필터링된 실험 결과를 2차 회귀한 함수의, $y \geq 0$ 인 부분까지 확장한 그래프

추가로 위 2차 회귀를 통해 도출해낸 2차 함수를 $y \geq 0$ 인 모든 지점에서 표시하면 다음과 같은 개형이 되는데, 함수의 꼭짓점 부분이 어떤 의미를 가질지에 대해서는 추가 조사가 필요하나 가능성이 높은 몇 가지를 정리해보자면 다음과 같다.

- 가) 오토의 내부가 전부 고체로 변한 경우.
- 나) 내부는 액체이나 이미 젖산 칼슘과 알긴산 나트륨이 반응하여 더이상 반응하지 않는 경우.
- 다) 위 데이터에 오류가 있어 회귀가 잘못되었을 경우.

결과적으로 본 부분은 수집한 데이터를 바탕으로 알긴산 나트륨의 농도, 오토의 강도, 반응 시간 세 개의 상관관계를 그래프로 나타내었다.

그래프의 x축과 y축을 통해 알긴산 나트륨과 젖산 칼슘의 반응 시간이 강도에 주는 영향을 확인할 수 있는데, 대체적으로 양의 상관관계를 갖는 것을 보아 반응 시간은 오토의 강도에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

또한 그래프의 y축과 농도별 알긴산 나트륨을 표현하는 점의 크기 및 색상에 뚜렷한 관계가 없어 보이므로, 오토의 강도는 알긴산 나트륨의 농도와 비례하지 않는다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 오토의 강도가 알긴산 나트륨과 젖산칼슘의 반응 시간에 비례하며 알긴산 나트륨의 농도에는 영향을 받지 않는다는 결론을 도출하였다.

V. 결론

본 연구는 인공지능, 생물학의 관점에서 오토의 단점과 보완 방법을 제안하였다. 실험과 분석을 통해 알긴산 나트륨과 젖산 칼슘의 농도는 강도와 상관관계는 밝힐 수 없었으며 알긴산 나트륨과 젖산 칼슘의 반응 시간과 상관관계가 있다는 것을 밝힐 수 있었다

본 연구를 통해서 오토의 상용화를 촉진 할 수 있으며 플라스틱과 에너지의 사용을 줄일 것이며 자원의 낭비를 최소화하여 지구온난화의 감소에 기여 할 수 있다. 또한, 적정 강도로 개선된 오토의 보급은 물 유통에 있어서 새로운 혁신이 될 것이다.

REFERENCES

1. NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE, et al. Reckoning with the US Role in Global Ocean Plastic Waste. 2021.
2. HAWKES, C. M., et al. Decay time and light yield measurements for plastic scintillating fibers. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1990, 292.2: 329-336.
3. 류지현; 조충연. 미세플라스틱 현황과 인체에 미치는 영향. 공업화학전망, 2019, 22.2: 1-12.
4. 염정훈; 정다운. 2021 년 플라스틱 집콕조사: 일회용의 민낯. 그린피스 보고서, 2021.
5. Tuan C. Nguyen. Here's A Water Bottle You Can Actually Eat. Smithsonian MAGAZINE, 2014.
6. MONTGOMERY, Douglas C.; PECK, Elizabeth A.; VINING, G. Geoffrey. Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons, 2021.