

내 손으로 만드는 오토마타

창호초등학교 교사 이수열

1. 오토마타란?

자동기계 (自動機械) 또는 오토머튼(영어: automaton, 복수형은 영어: automata (오토머터))은 스스로 작동하는 기계이다. 이 낱말은 종종 로봇, 특히 인간의 지속적인 조종이 없어도 스스로 움직이는 자동 로봇을 뜻하는 말로 쓰인다. 현대 산업에서는 자동 제어 기계(영어: automation)를 뜻하기도 한다.

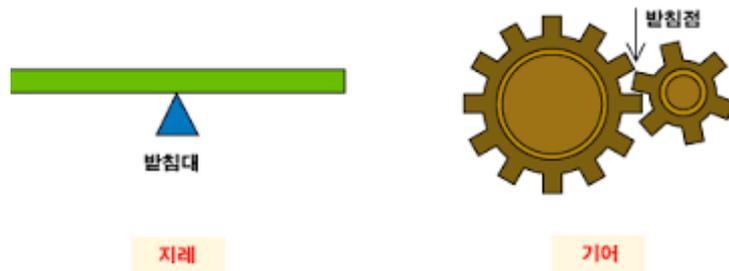
영어 Automaton은 그리스어: αὐτόματον을 라틴어화한 것으로 “스스로의 뜻대로 움직이는”이란 뜻을 가지고 있다. 자동기계로 불리는 기계들은 전기 에너지를 사용하지 않고 오직 기계 장치만으로 이루어져 있으며 사람이나 동물이 관여하지 않아도 스스로 움직이는 것을 뜻하는 경우가 많았다. 이런 의미의 자동 기계는 뼈꾸기 시계를 대표적인 예로 들 수 있다. 시간마다 뼈꾸기가 시계 밖으로 나와 소리를 내는 장치를 지닌 뼈꾸기 시계는 태엽 장치를 동력으로 작동되었다.

2. 오토마타에 적용되는 수학적 이론

1) 톱니바퀴와 지레의 원리

도르래와 지레 다음으로 오래된 기계로 바퀴에 톱니가 달린 것이 맞물려 돌아가며 회전력을 전달하는 기능을 한다. 처음에는 단순히 나무바퀴에 작은 나무를 둥글게 둘러 박은 것에 불과했지만 가공기술이 발전하면서 바퀴 자체를 톱니 모양으로 가공하게 되었고 금속 가공기술이 발전하여 황동으로 만들게 되었고 이윽고 강철로, 이어 플라스틱으로 만드는 데까지 이르게 되었다.

톱니바퀴에는 근본적으로 지레의 원리가 포함되어 있다. 인류가 만든 기계 부품 중 가장 정밀하고 효과적으로 힘을 전달할 수 있는 부품이므로 시계와 같은 정밀 기계에 대량으로 사용되었고 맞물리는 두 톱니의 반지름 크기 차에 따라 그 힘의 크기를 바꾸는 성질 또한 있어 변속 기관이라는 것이 만들어질 수 있게 했다.

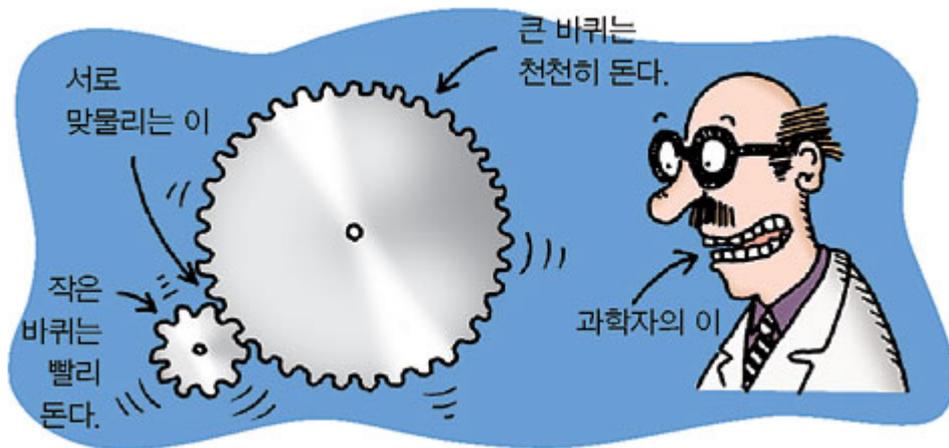


2) 톱니 수에 따른 톱니바퀴의 회전 수

두 톱니바퀴가 서로 맞물려 돌아갈 때 톱니바퀴의 톱니 수에 따라 톱니바퀴의 회전수가 달라지는 것을 알 수 있다. 이때 톱니의 수와 톱니바퀴의 회전수의 상관관계는 어떻게 될까?

톱니의 개수가 각각 A, B일 때 톱니의 비는 A : B일 것이다. 두 톱니바퀴가 회전을 시작하여 처음으로 다시 같은 톱니에서 맞물릴 때 돌아간 톱니의 수는 A와 B의 최소공배수이다. 그리고 톱니바퀴의 회전 수는 A, B의 최소공배수에서 각 톱니의 개수를 나눈다. 이것을 공식으로 나타내면 아래와 같다.

- ① 톱니 개수의 비 = A : B
- ② 돌아간 톱니의 개수 = A, B의 최소공배수
- ③ 톱니바퀴의 회전 수 = (A, B의 최소공배수) ÷ (톱니의 개수)



3. 오토마타를 만들며 힘의 전달과 작동원리 파악하기

가. 체험활동

- 1) 자신이 원하는 오토마타를 살펴보고 고른다.
- 2) 오토마타의 작동원리를 파악해 본다.
- 3) 오토마타의 제작 설명서를 참고하여 오토마타를 만들어 본다.
- 4) 제작한 오토마타가 잘 작동되는지 확인해 보고, 오토마타에 적용된 작동원리를 다른 구조물에 활용할 수 있는지 생각해 본다.



나. 활동내용

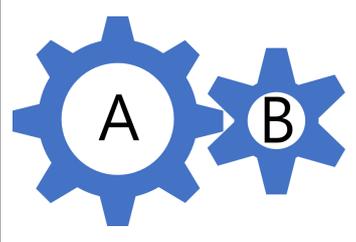
1) 초등학교 적용

- 힘의 전달과 작동원리를 파악하여 사용설명서 만들어 보기
- 기어의 회전방향이 가지는 규칙성을 파악하여 문제 풀어보기

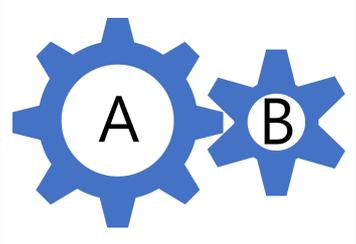
2) 중등학교 적용

- 비와 비례식 : 톱니바퀴의 톱니수와 톱니바퀴의 회전수의 상관관계를 알아본다.

3) 그림과 같이 두 톱니바퀴가 맞물려 돌아가고 있습니다. 톱니바퀴 A가 3번도는 동안 톱니바퀴 B는 4번을 돕니다. 톱니바퀴A가 12번 도는 동안 톱니바퀴 B는 몇 번 돌게 되는지 알아보시다.

	<p>톱니바퀴의 톱니 수의 비 = A : B = □ : □</p> <p>톱니바퀴 회전 수의 비 = 3 : 4 = 12 : □</p>
---	---

4) 그림과 같이 두 톱니바퀴가 맞물려 돌아가고 있습니다. 제일 처음 맞물린 톱니가 다시 만나기 위해 톱니 A는 몇 바퀴 회전해야 하는지 알아보시다.

	<p>톱니바퀴 수의 최소공배수 = LCM(A, B)</p> <p>다시 만날 때까지의 톱니 A의 회전수 = LCM(A, B) ÷ (톱니바퀴 A의 톱니 수)</p>
--	---

4. 기대 효과

가. 힘의 전달 과정을 파악하여 기계의 구조와 원리를 파악할 수 있다.

나. 지레의 원리와 비례·반비례의 수학적 원리가 실생활에서 어떻게 적용되는지 알 수 있다.

다. 기계 구조에 대한 관심을 가지고 자신이 가진 흥미와 적성을 발견할 수 있다.

[참고 문헌 및 사이트]

1. 위키백과 - 톱니바퀴, 오토마타

내 손으로 만드는 오토마타

1 오토마타란?

자동기계 (自動機械) 또는 오토머튼(영어: automaton, 복수형은 영어: automata (오토머터))은 스스로 작동하는 기계이다. 이 낱말은 종종 로봇, 특히 인간의 지속적인 조종이 없어도 스스로 움직이는 자동 로봇을 뜻하는 말로 쓰인다. 현대 산업에서는 자동 제어 기계(영어: automation)를 뜻하기도 한다.

오토마타의 예



기어 변속기



브라키오 사우르스

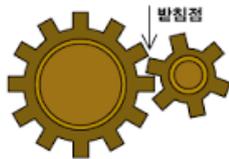
2 오토마타에 적용된 수학원리

① 지레의 원리

힘점, 받침점, 작용점이 서로 어느 위치에 있느냐에 따라 적은 힘으로도 무거운 물체를 들 수 있게 하거나, 작은 거리의 움직임을 긴 거리의 움직임으로 변환할 수 있는 지레의 원리가 오토마타에 적용되어있는 톱니바퀴 속에서 찾을 수 있다.



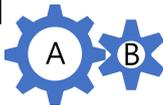
지레



기어

② 비와 비례

톱니바퀴의 톱니 수와 회전 수 사이에는 비와 비례의 원리가 숨겨져 있다.



① 톱니 개수의 비 = A : B

② 돌아간 톱니의 개수 = A, B의 최소공배수

③ 톱니바퀴의 회전 수 = (A, B의 최소공배수) ÷ (톱니의 개수)

3 준비물

* 오토마타 제작 키트, 드라이버, 건전지

4 체험 과정

◆ 제작 과정

- 1) 자신이 원하는 오토마타를 살펴보고 고른다.
- 2) 오토마타의 작동원리를 파악해 본다.
- 3) 오토마타의 제작 설명서를 참고하여 오토마타를 만들어 본다.
- 4) 제작한 오토마타가 잘 작동되는지 확인해 보고, 오토마타에 적용된 작동원리를 다른 구조물에 활용할 수 있는지 생각해본다.



엘리베이터



회전 관람차



풍선 자동차

◆ 수학교과 연계 문제해결

- * 초등학교 : 힘의 전달과정을 파악하고 사용설명서 만들어 보기
- * 중학교 : 톱니바퀴의 톱니 수와 회전수의 원리를 파악하여 아래 문제를 풀어보기

※ 그림과 같이 두 톱니바퀴가 맞물려 돌아가고 있습니다. 톱니바퀴 A가 3번 도는 동안 톱니바퀴 B는 4번을 돕니다. 톱니바퀴 A가 12번 도는 동안 톱니바퀴 B는 몇 번 돌게 되는지 알아보시다.

	톱니바퀴의 톱니 수의 비 = A : B = □ : □
	톱니바퀴 회전 수의 비 = 3 : 4 = 12 : □