

주제 삼각함수를 활용한 노이즈 캔슬링의 원리 탐구

주제 선정 동기는 예시로 작성했습니다. 탐구 자료를 읽고 건물 학생이 스스로 느낀 점을 추가하면 좋을 것 같습니다.

* 주제 선정 동기

'틀리지 않는 법(조던 엘렌버그)'를 읽고 수학을 단순하고 심오한 측면으로 나누어, 구조적인 측면에서의 의미와 중요성을 알게 되었다. 그 중에서도 본 책은 단순하지만 심오한 수학적 문제들을 중점적으로 다루고 있다. 이러한 문제들은 누구나 직접적으로 유익하게 관여할 수 있는 문제들로, 대수까지 나가기 전에 수학을 그만둔 사람이나 그 이상의 학문을 배운 사람 모두에게 흥미로울 것이라 생각했다. 그러던 중 이 책을 읽다가 '삼각함수를 활용한 노이즈 캔슬링의 원리'에 대한 궁금증이 생겼다. 왜냐하면 이 책에서 다루는 수학적 개념들이 실생활에서 어떻게 적용될 수 있는지 궁금해지기 시작했기 때문이다. 특히, 이 책에서 언급된 선형 회귀, 상관관계, 기대값 등의 수학적 도구들이 실제로 어떤 분야에서 노이즈 캔슬링에 활용될 수 있는지 알아보고 싶어졌다.

삼각함수는 주기성과 파형 변화를 표현하는 데 강한 장점을 지니는 함수임을 수업을 통해 알게 되었다. 이러한 삼각함수는 사인, 코사인, 탄젠트 등의 함수로 구성되어 있으며, 이러한 함수들은 정현파와 같은 신호를 분석하고 조작하는 데에 유용하게 사용된다. 또한 삼각함수는 신호를 주파수 도메인으로 변환하고 다양한 주파수 구성 요소를 추출하는 데에도 적용될 수 있다.

노이즈는 신호 처리, 통신 시스템, 음향 기술 등 다양한 분야에서 중요한 문제로 여겨진다. 노이즈는 원래 신호의 왜곡, 간섭 또는 외부 환경으로 인해 발생할 수 있으며, 신호의 품질과 성능을 저하시킬 수 있다. 이러한 이유로 노이즈를 최소화하고 제거하는 기술에 대한 연구와 탐구가 필요하다. 삼각함수를 활용한 노이즈 캔슬링은 다양한 응용 분야에서 유용할 수 있다. 예를 들어 음향 기술에서는 삼각함수를 사용하여 주변 소음을 측정하고, 원하는 음악 신호로부터 소음을 제거하여 보다 깨끗한 음향 경험을 제공할 수 있다. 또한 통신 시스템에서는 삼각함수를 사용하여 채널 간 간섭을 제거하고 신호의 품질과 전송 속도를 향상시킬 수 있다. 이러한 삼각함수의 특징에 관심을 갖고 탐구를 계획하게 되었다.

본론-1. 탐구 방법 및 과정

문헌 검토: 이 탐색은 노이즈 캔슬링 기술에 대한 기존 문헌의 포괄적인 검토로 시작된다. 여기에는 연구 논문, 기사, 교과서 및 소음 제거에 삼각 함수의 적용에 대해 논의하는 관련 간행물을 연구하는 것이 포함된다. 문헌 검토는 삼각 함수를 사용하여 노이즈 취소와 관련된 기존 방법, 알고리즘 및 이론을 이해하는 데 도움이 된다.

삼각함수 이해: 다음 단계는 사인, 코사인, 탄젠트 및 그 특성과 같은 삼각 함수에 대한 강

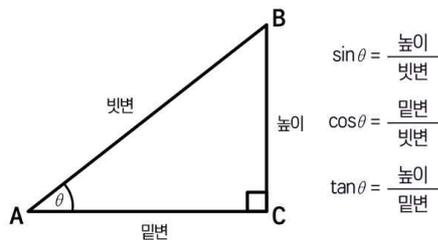
력한 이해를 기르는 것이다. 여기에는 이러한 기능의 주기적 특성, 파형 및 수학적 표현을 연구하는 것이 포함된다. 삼각 함수를 사용하여 신호를 분석하고 조작할 수 있는 방법을 이해하는 것은 노이즈 제거의 잠재력을 탐구하는 데 중요하다.

소음 특성 확인: 삼각 함수를 사용하여 노이즈를 효과적으로 제거하려면 노이즈 신호의 특성을 분석하고 식별해야 한다. 여기에는 주파수 스펙트럼, 진폭 변동 및 노이즈의 특정 패턴 또는 특성을 연구하는 작업이 포함된다. 노이즈 신호를 이해함으로써 어떤 삼각 함수 또는 함수 조합이 취소에 가장 적합한지 결정할 수 있다.

수학적 모델링: 삼각함수의 이해와 노이즈 신호의 확인된 특성을 바탕으로 다음 단계는 노이즈 제거를 위한 수학적 모델 또는 알고리즘을 개발하는 것이다. 여기에는 일반적으로 삼각 함수를 사용하여 노이즈와 원하는 신호를 표현하고 노이즈 성분을 효과적으로 제거할 수 있는 방정식 또는 변환을 공식화하는 작업이 포함된다.

본론-2. 탐구 내용

직각삼각형은 두 변이 이루고 있는 한 각이 직각(90도)인 삼각형이다. 삼각함수의 삼각비는 이 직각삼각형의 변의 비율로 찾을 수 있다. 직각을 마주 보고 있는 빗변의 길이에 대한 높이의 길이의 비가 '사인(sine)'이다. 빗변의 길이에 대한 밑변의 길이의 비는 '코사인(cosine)'이다. 밑변의 길이에 대한 높이의 길이 비를 '탄젠트(tangent)'라 한다. 직각삼각형의 크기에 상관없이, 세 각의 크기가 같으면 사인, 코사인, 탄젠트 값은 언제나 같다.



이런 삼각비를 삼각형의 내각 범위를 넘어 모든 각으로 확장시킨 개념이 삼각함수다. 삼각함수는 원과 밀접한 관련이 있다. 그래서 원의 그래프를 이용해서 삼각함수 그래프를 그릴 수 있다. 그래프에 원점인 (0, 0)이고 반지름이 1인 원을 그려보자. 원의 중점에서 원 위의 한 점을 잇고, 그 점에서 x축으로 선분을 내려보자. 그럼 직각삼각형이 만들어진다.

사인함수는 빗변의 길이에 대한 높이의 길이인데, 빗변의 길이(원의 반지름)가 1이다. 즉 높이의 길이가 곧 사인 값이 되고, 밑변의 길이가 코사인 값이 된다. 좌표 평면 위의 한 점 p(1,0)이 반시계 방향으로 원을 한 바퀴 돌았을 때, x축을 기준으로 원의 높이가 어떻게 변할까? 높이가 0에서 점점 증가하다가 1까지 커지고, 다시 점점 줄어 0이 된다. 이후 마이너스 방향으로 다시 1까지 커지다가 원래 자리로 오면 0이 된다.

원을 한 바퀴 돌면 이 값은 줄어들었다가 늘어나고, 늘어났다가 다시 줄어들 게 된다. 처음 시작점으로 돌아오면, 다시 같은 값들을 반복한다. 이처럼 사인함수의 그래프는 1회전할 때마다 특정한 파동 형태로 나타난다.

다시 말해 360도를 돌 때마다 주기가 반복되는 주기함수다. 삼각함수의 주기는 반지름이 1인 원의 원주의 길이인 2π (파이)다. 같은 방법으로 밑변의 길이 변화를 나타내면 우리가 알고 있는 코사인함수의 그래프가 나온다.

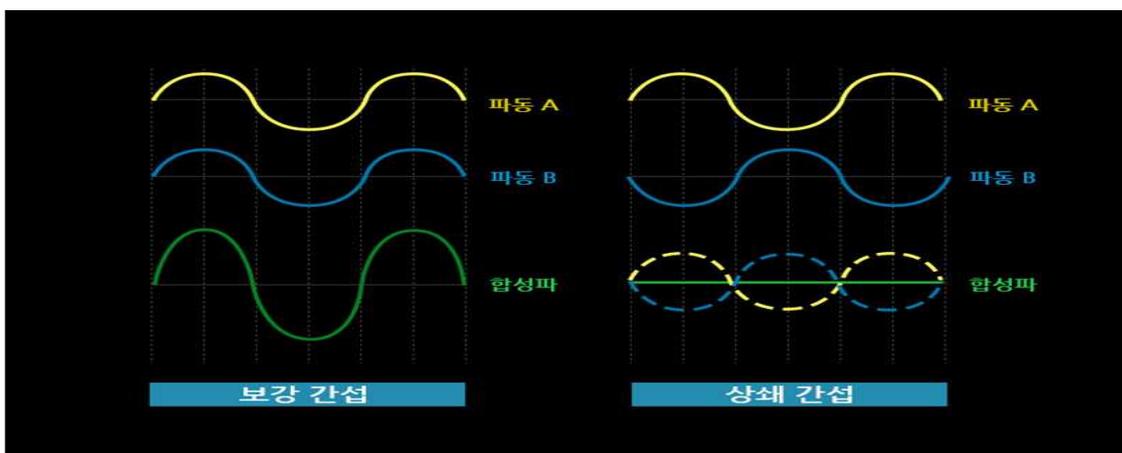
이처럼 삼각함수는 주기성을 갖고 있어, 주기성을 나타내는 다양한 현상을 설명하는데 쓰인다. 예를 들어 심전도, 태양의 흑점 개수 변화 등은 삼각함수를 결합해 설명할 수 있다. 이 외에 과학과 공학 분야에서 전자기파, 뇌파 등을 비롯한 파동을 다룰 때도 삼각함수는 매우 중요하게 쓰인다.

그러나 실제 자연 현상에서 관찰한 파동은 위에서 본 사인함수처럼 완벽하고 깔끔한 형태의 파동을 이루지는 않는다. 앞서 언급한 심전도, 뇌파 등만 생각해도 우리가 알고 있는 사인함수와는 많이 다른 모습으로 나타난다. 대부분의 현상은 삼각함수 하나만으로 설명할 수 없기 때문이다. 대개 삼각함수 여러 개를 더하거나, 곱한 다소 복잡한 형태로 결합해 표현할 수 있다.

이처럼 삼각함수를 조합해 여러 현상을 수학으로 설명한 사람은 18세기 프랑스의 수학자 조제프 푸리에다. 당시 푸리에에는 열이 시간에 따라 전도되는 과정을 수식으로 나타낸 열 방정식을 풀기 위한 방법을 고안하던 중이었다. 그는 주기성을 띠고 있는 삼각함수를 적절히 변형하면 자연 현상을 수식으로 표현해낼 수 있다는 사실을 발견했고, 삼각함수를 변형하거나 조합한 '푸리에 급수'를 만들었다. 즉 푸리에 급수는 주기가 있는 함수를 삼각함수의 급수로 바꿔 나타내는 방법으로, 복잡한 함수로 이루어진 식을 삼각함수인 사인함수와 코사인함수의 조합으로 다루기 편하게 표현할 수 있다는 데 의의가 크다. 실제로 푸리에 급수는 진동수 분석 등 관련 있는 대부분의 분야에서 유용하게 쓰이고 있다.

예를 들어 우리가 말하는 음성도 삼각함수가 포함된 수식으로 표현할 수 있다. 이는 사람의 목소리를 푸리에 급수를 이용해 나타내면 사람마다 다른 식으로 나타난다는 뜻이다. 즉 단순히 귀로 구별할 수 없는 소리를 푸리에 급수를 통해 성별은 물론 사람 고유의 목소리를 찾아낼 수 있는 셈이다. 이 외에도 삼각함수로 이뤄진 푸리에 급수는 각종 신호 처리, 통신 분야 등에서 쓰인다.

노이즈 캔슬링도 삼각함수와 같은 파동의 원리를 활용한 예로 들 수 있다. 삼성전자의 무선 이어폰 '갤럭시 버즈 라이브'는 '액티브 노이즈 캔슬링' 기능으로 화제가 됐다. 노이즈 캔슬링은 소음의 파동을 없애는 방식으로 소음을 차단하는 기술이다.



파동은 '간섭 현상'을 일으키는 특징이 있는데 두 개의 파동이 합쳐지면 더 강해지거나 약해질 수 있다. 주기와 위상이 같은 두 파동이 중첩될 때는 파동이 강해지고(보강 간섭), 주기는 같으나 위상이 정반대인 두 파동이 만나면 파동이 중첩돼 사라진다(상쇄 간섭). 노이즈 캔슬링은 이어폰에 부착된 마이크를 이용해 주변 소음을 담은 뒤 그 소음의 파동을 분

석해 정반대 파동을 일으켜 소음을 상쇄시키는 기술이다.

인공지능(AI), 드론, 로봇틱스, 자율주행차 등 4차 산업혁명 시대를 상징하는 대표적인 기술들은 이미 우리의 현실 속에 조금씩 자리 잡고 있다. 앞으로는 이쪽 분야의 발전이 더 빨라질 것으로 예측된다. 이런 기술들은 서로 융합되며 상호작용할 것이고, 이를 위해 지금보다 훨씬 더 복잡한 기술이 필요하게 될지도 모른다.

노이즈 캔슬링은 신호 처리에서 사용되는 기술로, 주어진 신호에 혼재된 잡음을 최소화하는 목적을 가지고 있다. 이를 위해 삼각함수를 활용하는 경우가 많이 있다. 삼각함수는 주기적인 특성을 가지고 있으며, 이를 이용하여 신호와 잡음을 분리하고, 잡음을 제거할 수 있다.

노이즈 캔슬링의 원리를 이해하기 위해서는 먼저 주파수 도메인과 시간 도메인의 관계에 대해 이해해야 한다. 시간 도메인은 시간에 따른 신호의 변화를 표현하고, 주파수 도메인은 신호의 주파수 성분을 표현한다. 삼각함수는 주파수 도메인에서 특히 유용하게 사용된다.

노이즈 캔슬링을 위한 일반적인 접근 방법은 주파수 도메인에서 신호와 잡음을 분리하는 것이다. 주어진 신호와 잡음이 합성된 총 신호를 $F(t)$ 라고 가정해 보자. 이 신호를 주파수 도메인으로 변환하면 $F(\omega)$ 로 나타낼 수 있다. 여기서 ω 는 주파수 변수이다.

노이즈 캔슬링은 주파수 도메인에서 $F(\omega)$ 를 분석하여 신호와 잡음을 분리하는 과정이다. 즉, $F(\omega)$ 를 다음과 같이 나타낼 수 있다: $F(\omega) = S(\omega) + N(\omega)$

여기서 $S(\omega)$ 는 신호의 주파수 성분을, $N(\omega)$ 는 잡음의 주파수 성분을 나타낸다.

노이즈 캔슬링에서 삼각함수를 활용하는 방법 중 하나는 주파수 도메인에서 신호와 잡음을 분리하기 위해 주파수 대역을 선택하는 것이다. 예를 들어, 주파수 대역에서 신호 성분이 강하게 나타날 때, 그 대역의 삼각함수 기반의 주파수 성분을 강조하고, 다른 대역의 주파수 성분을 약화시키는 필터링 작업을 수행할 수 있다.

이를 위해 주파수 도메인에서 적용되는 필터는 주파수 응답 함수라고도 알려져 있다. 이 함수는 주파수 대역별로 강도를 조정하여 신호와 잡음을 분리한다. 필터링 과정에서 삼각함수를 사용하여 주파수 대역을 조정하고, 신호를 보강하거나 잡음을 약화시키는 역할을 수행한다.

요약하면, 삼각함수를 활용한 노이즈 캔슬링은 주파수 도메인에서 주파수 대역을 선택하여 신호와 잡음을 분리하는 과정을 의미한다. 삼각함수를 이용하여 필터링을 수행함으로써 신호를 강조하고, 잡음을 최소화하는 효과를 얻을 수 있다.

결론. 알게 된 점 및 의문점

노이즈 캔슬링은 주로 신호 처리에서 사용되는 기술로, 원래 신호에 노이즈(잡음)가 섞여 있는 경우에 이를 제거하거나 감소시키는 방법이다. 삼각함수는 이러한 노이즈 캔슬링의 원리를 설명하는 데 도움이 될 수 있음을 알게 되었다.

노이즈 캔슬링은 주로 신호의 주파수 도메인에서 작동한다. 여기서 삼각함수, 특히 사인 함수와 코사인 함수는 주파수를 표현하는 데 사용된다. 신호는 일반적으로 다양한 주파수

성분을 가지고 있으며, 이러한 성분들은 사인 함수와 코사인 함수의 조합으로 나타낼 수 있다. 이를 푸리에 변환이라고 한다.

노이즈 캔슬링은 원래 신호와 노이즈가 서로 상쇄되는 특성을 이용한다. 노이즈는 원래 신호와는 다른 주파수 성분을 가지고 있다. 따라서 적절한 삼각함수를 사용하여 노이즈의 주파수 성분을 추출한 다음, 이를 이용하여 원래 신호에 포함된 동일한 주파수 성분을 취소시킬 수 있다.

이러한 원리를 활용하여 노이즈 캔슬링 기술이 개발되었다. 실제로는 복잡한 수학적 알고리즘과 디지털 신호 처리 기술이 사용되지만, 이들 알고리즘의 기반이 되는 원리 중 하나로서 삼각함수의 특성을 활용하는 것이다.

삼각함수를 활용한 노이즈 캔슬링의 원리를 이해하면서 알게 된 점은 다음과 같다:

- 주파수 도메인에서 신호와 노이즈는 서로 다른 주파수 성분을 가지고 있으며, 이를 분리하여 처리하는 것이 중요하다.
- 삼각함수를 이용하여 신호를 주파수 성분으로 분해하고, 노이즈의 주파수 성분을 추출하여 상쇄시킬 수 있다.
- 노이즈 캔슬링은 주로 디지털 신호 처리에서 사용되며, 고급 수학적 기법과 알고리즘을 활용하여 더 정확한 처리를 수행한다.
- 노이즈 캔슬링은 통신 시스템, 음향 기기, 의료 이미징 등 다양한 분야에서 활용되며, 신호의 품질을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다.
- 삼각함수와 노이즈 캔슬링의 원리를 이해하면, 신호 처리와 관련된 다양한 기술과 알고리즘을 보다 깊이 이해할 수 있다.