

기술 백서

정확성, 해상도, 반복성, 기타 등등

저자: **Dr Darran Kreit**, Technical Manager, Zettlex UK Ltd

참고 파일: [technical articles/Measurement Terminology_rev3.0](#)

서론

당신은 계측 이론을 발표한 날 대학을 떠났을지 모릅니다. 따라서 당신은 정확성, 해상도, 반복성, 기타 등등에 대해 잘 알고 있습니다. 걱정할 필요가 없습니다. 많은 기술자들도 이 기술 분야에 대해 잊었거나 실제로 전혀 이해하지 못했습니다. 계측에 적용된 용어와 매우 난해한 기술 개념은 혼란스럽습니다. 그럼에도 불구하고 사용자의 응용 분야에 적당한 측정 장비를 선택하는 것은 중요합니다. 선택을 잘 못했다면 결국 특정 변환기의 가능성에 대해 비용을 지불했을 것입니다. 반대로 선택했다면 제품 또는 제어 시스템은 중요한 성능이 결여될 수 있습니다. 이 문서는 위치 변환기에 중점을 두고 일부 용어, 응용 분야에 적절한 계측 장비를 지정하는 주요 고려사항과 일반적인 함정을 설명합니다.

정의

우선적인 정의:

- 장비의 **정확성**은 그 결과의 진실성의 척도입니다.
- 장비의 **해상도**는 측정할 수 있는 위치에서 가장 작은 증가 또는 감소의 척도입니다.
- 위치 측정 장비의 **정밀도**는 재현성의 정도입니다.
- 위치 측정 장비의 **선형성**은 측정한 실제 변위와 그에 대한 변환기 결과 사이의 차이의 척도입니다.

대부분의 기술자들은 정밀도와 정확도 사이의 차이에 대해 당황해 합니다. 우리는 과녁에 쏜 화살의 아날로그를 사용하여 정확성과 정밀도 사이 차이를 설명할 수 있습니다. 정밀도는 과녁의 중앙에 화살이 얼마나 가까운지를 설명합니다.

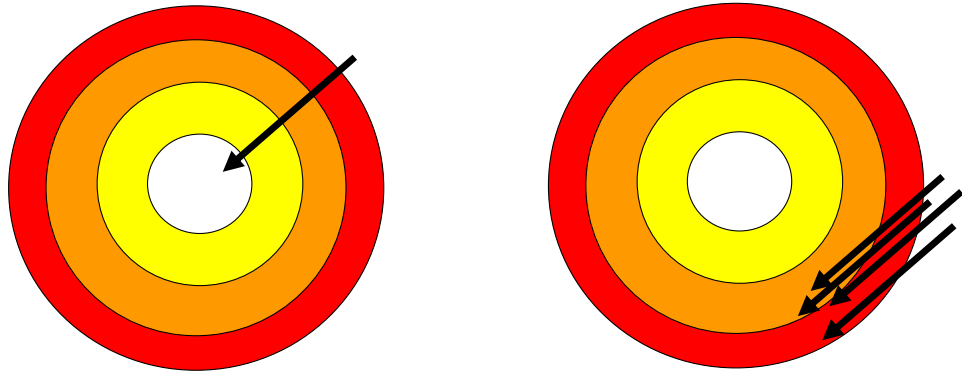


그림 1- 정확한 화살(왼쪽)과 정밀한 화살(오른쪽)

많은 화살을 쏠 경우 정밀도는 화살의 무리의 크기와 동일합니다. 모든 화살이 함께 모여 있다면 그 무리는 정밀하다고 할 수 있습니다.

완벽한 선형 측정 기기도 완벽히 정밀합니다.

요구 사항 지정

따라서 이제 매우 간단합니다. 매년 매우 정확하고 정밀한 장비를 지정하기만 하면 됩니다. 괜찮을까요? 불행히도 이러한 접근 방식에는 큰 문제가 있습니다. 첫째, 높은 정확도와 높은 정밀도를 나타내는 장비는 항상 고가입니다. 둘째, 높은 정확도와 높은 정밀도를 나타내는 장비는 설치에 주의를 요하기 때문에 진동, 열팽창/수축 등으로 인해 설치가 가능하지 않을 수 있습니다. 셋째, 높은 정확도와 높은 정밀도를 나타내는 장비 중 일부 유형은 섬세하여 뚜렷한 온도, 먼지, 습도, 응축 등 대부분의 환경 조건의 변화에 기능 이상 또는 고장을 나타냅니다.

광학 전략은 더도 말고 덜도 말고 필요한 것을 명시하는 것입니다. 산업용 유량계에서 변위 변압계를 예로 들면, 유체의 흐름 특성이 비선형일 가능성이 있기 때문에 선형성은 핵심 요건은 아닙니다. 오히려 변화가 심한 환경 조건에서 반복성과 안전성이 핵심 요건입니다.

CNC 기계 도구를 예로 들면, 정확도와 정밀도는 핵심 요건일 가능성이 있습니다. 따라서 오랜 기간 더럽고 축축한 환경에서 유지관리 없이 보관된 변위 측정 장비의 경우 고정확도(선형성), 해상도, 고반복성은 핵심 요건입니다.

좋은 팁은 특히 주장하는 정확도와 정밀도가 환경의 영향, 나이 또는 설치 허용 오차에 따라 얼마나 차이가 있는지 모든 측정 장비의 사양서에 나와 있는 세세한 항목을 항상 잘 읽는 것입니다. 또 하나의 좋은 팁은 장비의 선형성이 정확히 얼마나 차이가 있는지 확인하는 것입니다. 선형성의 변동이 단조롭거나 느리게 변화될 경우 비선형성은 몇 개의 기준점을 사용하여 쉽게 보정할 수 있습니다. 예를 들어 차이 측정 장비의 경우 보정은 몇 개의 블록 게이지를 사용하여 수행할 수 있습니다. 아래 제시한 예에서 상당히 비선형적인 변환기는 상대적으로 낮은 수의 기준점을 가지고 매우 선형적인(정밀한) 장비로 보정됩니다.

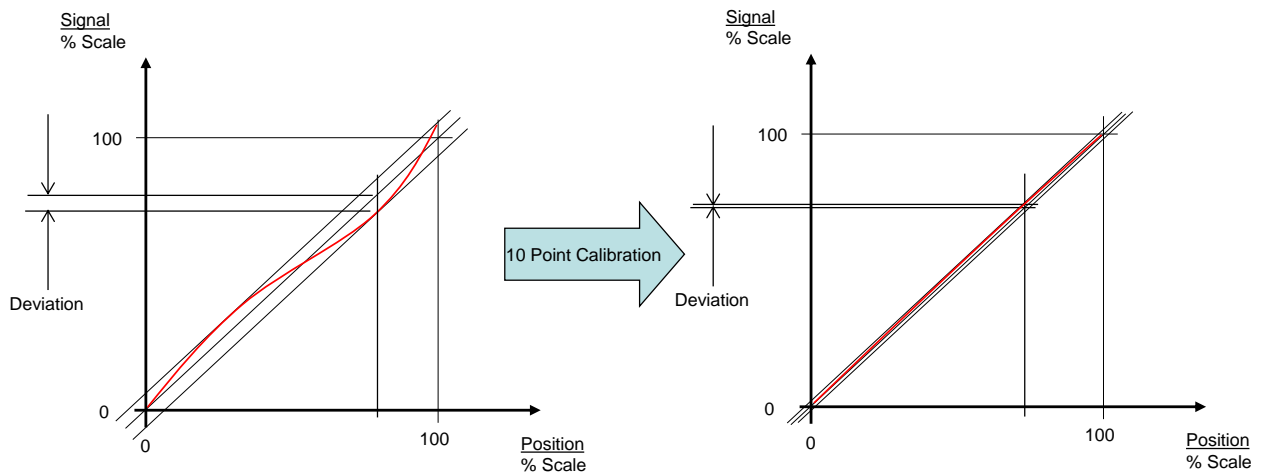


그림 2 - 비선형 센서의 느리게 변화되는 오류 보정

하지만 이 두 번째 예에서 빠르게 변하는 장치는 10 점으로 보정되며 그 선형성이 좀처럼 변하지 않습니다. 이와 같이 빠르게 변하는 측정 특성이 선형화되도록 1000 점이 넘는 지점을 선택할 수 있습니다. 이러한 과정은 블록 게이지를 사용하면 실제와 다른 경향이 나타나지만 레이저 간섭계와 같은 높은 성능의 기준 장비에 대해 순람표의 판독값과 비교하면 실제값이 될 수 있습니다.

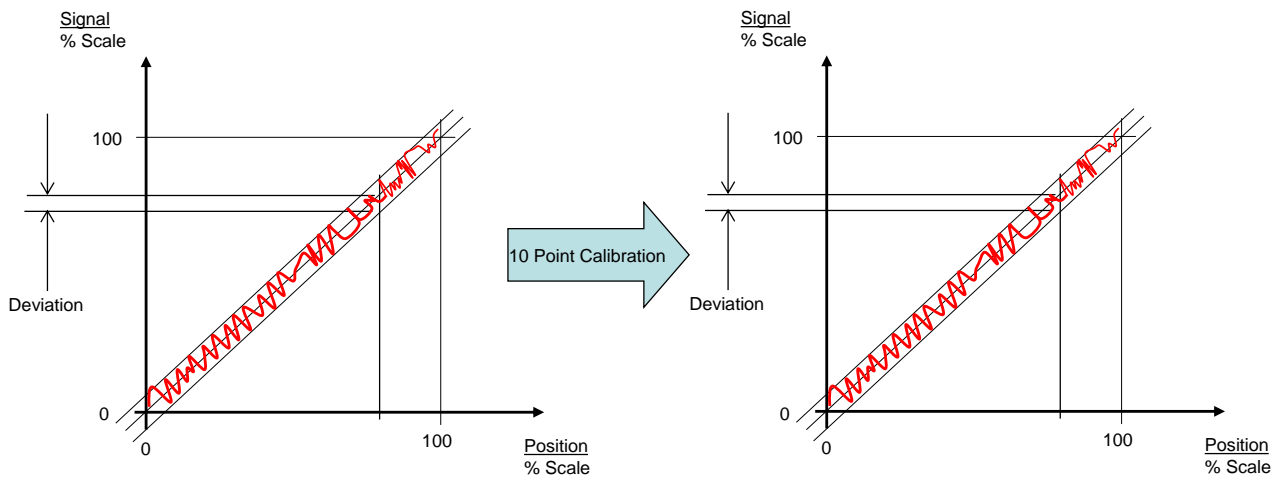


그림 3 - 비선형 센서의 빠르게 변하는 오류 보정

일반적인 함정 - 광학 엔코더

광학 엔코더는 광원을 광학 요소, 보통 유리 디스크 위에 또는 통과하여 비춤으로서 작동합니다. 빛은 차단되거나 디스크의 그레이팅을 통과하고 위치와 유사한 신호가 생성됩니다. 유리 디스크는 작은 기능으로도 제조업체에서 높은 정밀도를 주장할 수 있으니 놀랄 만합니다. 흔히 명확하지 않은 것은 이런 작은 기능이 먼지, 오물, 기름 등으로 모호해진다면 어떻게 될까하는 것입니다. 실제로 매우 적은 양의 외부 물질이 판독을 잘 못하게 할 수 있습니다. 더우기 실패에 대한 경고는 거의 나타나지 않고 단순히 장비는 완전히 작동을 멈춥니다. 이는 '재해적인 오류'로 알려져 있습니다. 잘 알려지지 않은 사실은 특히 광학 엔코더와 광학 엔코더 키트에 대한 정확도 문제입니다.

해상도가 18 bit(256k 개 점)의 해상도를 가진 1" 공칭 디스크를 사용하는 광학 장치를 생각해 봅시다. 일반적으로 이러한 장치의 정확도를 +/-10 각초라고 합시다. 하지만 큰 볼드체 활자로 되어 있어야 할 것(전혀 놀랍지 않지만)은 명시한 정확도로부터 디스크가 판독 헤드에 대해 완전히 회전하고 온도는 일정하다고 추정한다는 것입니다. 더욱 실제적인 예를 살펴보면 디스크가 0.001"(0.025mm) 중심에서 다소 벗어나 장착됩니다.

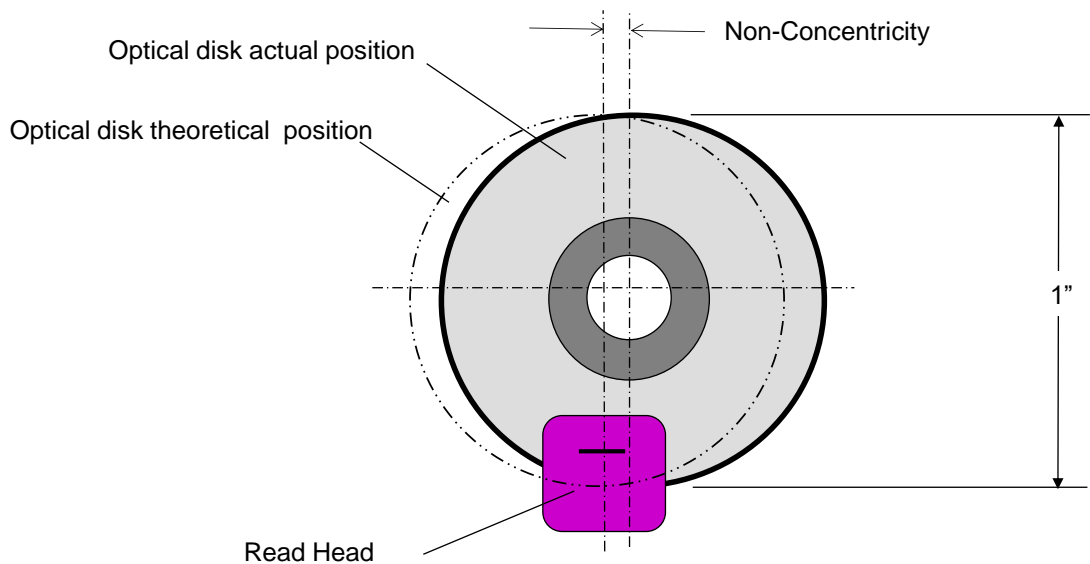


그림 4 - 편심 광학 디스크와 판독 헤드

편심성은 여러 원천에서 나오는데, 다음은 그 몇 가지 예입니다.

- 중심의 유리 디스크의 동심성
- 광학 디스크에 대해 중심의 통과 구멍의 동심성
- 광학 디스크 평면에 대해 중심의 직각성
- 판독 헤드 평면과 광학 디스크 정면의 평행성
- 중심이 설치된 샤프트의 동심성

- 주 샤프트를 지지하는 베어링과 베어링 마운트의 간격
- 베어링의 불완전한 얼라인먼트
- 샤프트의 원마도와 중심 통과 구멍의 원마도
- 위치 결정 방법(보통 그러브 나사로 중심을 반대편으로 당김)
- 샤프트의 베어링에 가하는 힘으로부터 받는 응력 또는 변형력으로 인한 변위
- 열 효과
- 등등

완벽하게 장착된 광학 디스크는 비용이 어마어마하게 높은 정교한 기술을 요구합니다. 실제로 광학 디스크는 판독 헤드가 있다고 생각되는 곳에 없기 때문에 측정 오류가 생깁니다. 장착 오류가, 예를 들어 0.001"라고 한다면, 측정 오류는 광학 궤도 반경에서 대응각 0.001"와 같습니다. 계산을 쉽게 하기 위해 이 궤도의 반경이 0.5"이라고 가정합시다. 이 값은 2 밀리라디안 또는 412 각초의 오류와 동일한 값입니다. 다시 말해서 10 각초의 사양 정확도를 가진 장치가 데이터 표보다 40 배 이상 정확도가 더 낮다는 것입니다.

광학 디스크를 0.001" 내에 정확히 위치하도록 한다면 매우 양호한 것입니다. 현실적으로 1 인치의 2,000~10,000 분의 1 범위 내에 있을 경향이 더 크기 때문에 실제 정확도는 기존에 계산한 값보다 80~400 배 더 나빠질 것입니다.

대체 접근법

리졸버 또는 IncOder 와 같은 최신형 유도 장치의 측정 원리는 완전히 다릅니다. 측정은 회전자(디스크)와 고정자(판독자) 사이의 상호 자기 유도에 기초합니다. 한 지점에서 측정한 판독값에서 위치를 계산하지 않고 고정자와 로터의 정면에서 측정이 이루어집니다. 결과적으로 장치의 한쪽에 편심성에 의해 생기는 불일치는 장치의 반대쪽에서 대립 효과로 인해 없어집니다. 해상도와 정확도의 헤드라인 수치는 광학

엔코더에 대한 수치만큼 두드러지지 않습니다. 하지만 중요한 것은 이러한 측정 성능이 다양한 비이상적인 조건에서 관리된다는 것입니다.



그림 5 - 최신형 유도 IncOder - 환경 조건에 관계없이 매우 정확함

최신형 IncOders 의 측정 성능 사례는 회전자와 고정자의 완벽한 얼라인먼트에 기초하여 언급한 것은 아니지만 현실적으로 성취 가능한 허용 오차(일반적으로 +/- 0.25mm)는 제시된 해상도, 반복 가능성 및 정확도 측면에서 설명할 수 있습니다. 또한 유도 장치에 대해 규정된 성능은 외부 물질, 습도, 수명, 베어링 마모 또는 진동으로 인한 변화가 생기지 않습니다.

Zettlex IncOder 의 다양한 유도 앵글 엔코더는 혹독한 환경에서 빠르게 신뢰 받는 위치 센서로 자리매김되었습니다. 엔코더의 종류에는 최대 해상도 17bit, 37mm 직경의 mini IncOder, 최대 해상도 19bit, 58mm 직경의 midi IncOder, 최대 해상도 22bit, 75~300mm 직경의 maxi IncOder 가 있습니다.

추가 정보/연락처

Zettlex 유도 위치 센서 기술에 대한 자세한 정보를 얻거나 위치 센서 전문가와 고객의 응용 분야에 대해 상담하려면 Zettlex 에 직접 문의하시거나 가까운 현지 Zettlex 대리점에 문의하십시오.

영국 본사

Zettlex UK Ltd
Faraday House, Barrington Road, Foxton, CB22 6SL, UK
연락처: Mark Howard
이메일: info@zettlex.com
전화: +44 1223 874444
웹: www.zettlex.com

해외

Zettlex 는 재판매사와 유통사로 이루어진 국제적 유통망을 갖추고 있습니다. 현지 대리점을 찾으려면 www.zettlex.com/company/distributors 를 방문하십시오.