

Encoder

절대위치 신호처리

Exacttron.com

(주) 트론 연구소장 김주한 박사



목차

1)인코더 절대 위치 인식 개념

2)인코더 절대 위치 인식 방법

3)절대 위치 신호 처리

4)멀티트랙 방식

5)Nonius 방식

6)Barcode 방식

5-1. 신호 보상(Signal Conditioning)

5-2 이터 포레이셔(Interpolation)



1. 인코더 절대 위치 인식 개념



- 절대 위치 인식 : 전원 오프된 상태에서 자유롭게 움직이고 전원 온을 하였을 때 정해진 인식 범위 내에서 현재 위치를 정확하게 인식하는 것
- 회전형 인코더
 - 단회전 절대 위치(Single turn absolute) : 1회전 360도에 대하여 현재 위치 인식
 - 다회전 절대 위치(Multi turn absolute) : 함께 전원 오프 상태에서 움직인 회전을 인식하여 단회전 절대 위치와 합성함으로써 회전수+단회전 절대 위치 인식
- 선형 인코더
 - 일정 이동거리내에서 일정한 기준 위치 대비 현재 위치를 정확하게 인식
- 특징
 - 절대 위치 정보를 전송하기 위해서 시리얼 통신이 필수적임
 - 고정밀 제어를 위해서 고속 시리얼 통신이 요구됨

2. 인코더 절대 위치 인식 방법



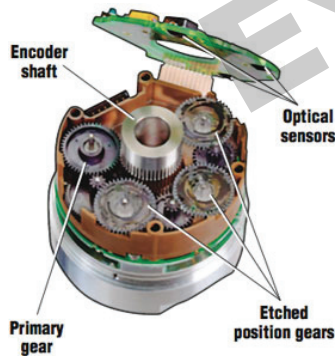
- 회전형 인코더 : **단회전** 절대 위치 인식 방법

Multi track 방식 Track 수 = 14	Sine파형 Z상 Track 수 = 3	Serial Code Track 수 = 1
Serial Code+(Analog) Track 수 = 2~3	Serial code+Image Process Track 수 = 1	Nonius Track 수 = 3

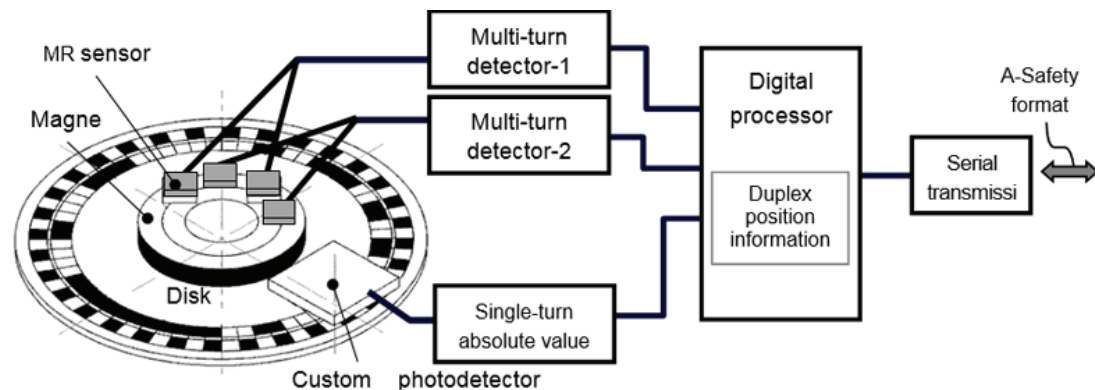
2. 인코더 절대 위치 인식 방법



- 회전형 인코더 : **다회전** 절대 위치 인식 방법
 - 다회전 절대 위치는 정전시 회전수를 인식하는 인코더임
 - 기계식 : 인코더 내부에 회전비가 다른 다수 기어를 장착하여 기어 위치를 인식함으로써 인코더 회전수를 카운트하는 방식. 주로 유럽 등에서 사용하며, 배터리 없이 반영구적으로 사용가능하나 크기가 크고 멀티턴 최대 카운트가 적음(~13bit)
 - 배터리식 : 인코더 내부에 저전력 회로부(100uA이하)와 저전력 회전수 인식부(자기식 또는 광학식)를 구성함. 정전시에 배터리 전원을 이용하여 회전수를 카운트하는 방식으로 주로 저전력 홀센서를 이용한 자기식이나 초소형 LED를 이용한 광학식이 적용됨. 소형화가 가능하며 멀티턴 최대 카운트가 큼(16bit 이상). 단 배터리를 외장 장착해야 하며 유지 보수가 필요함.



기계식

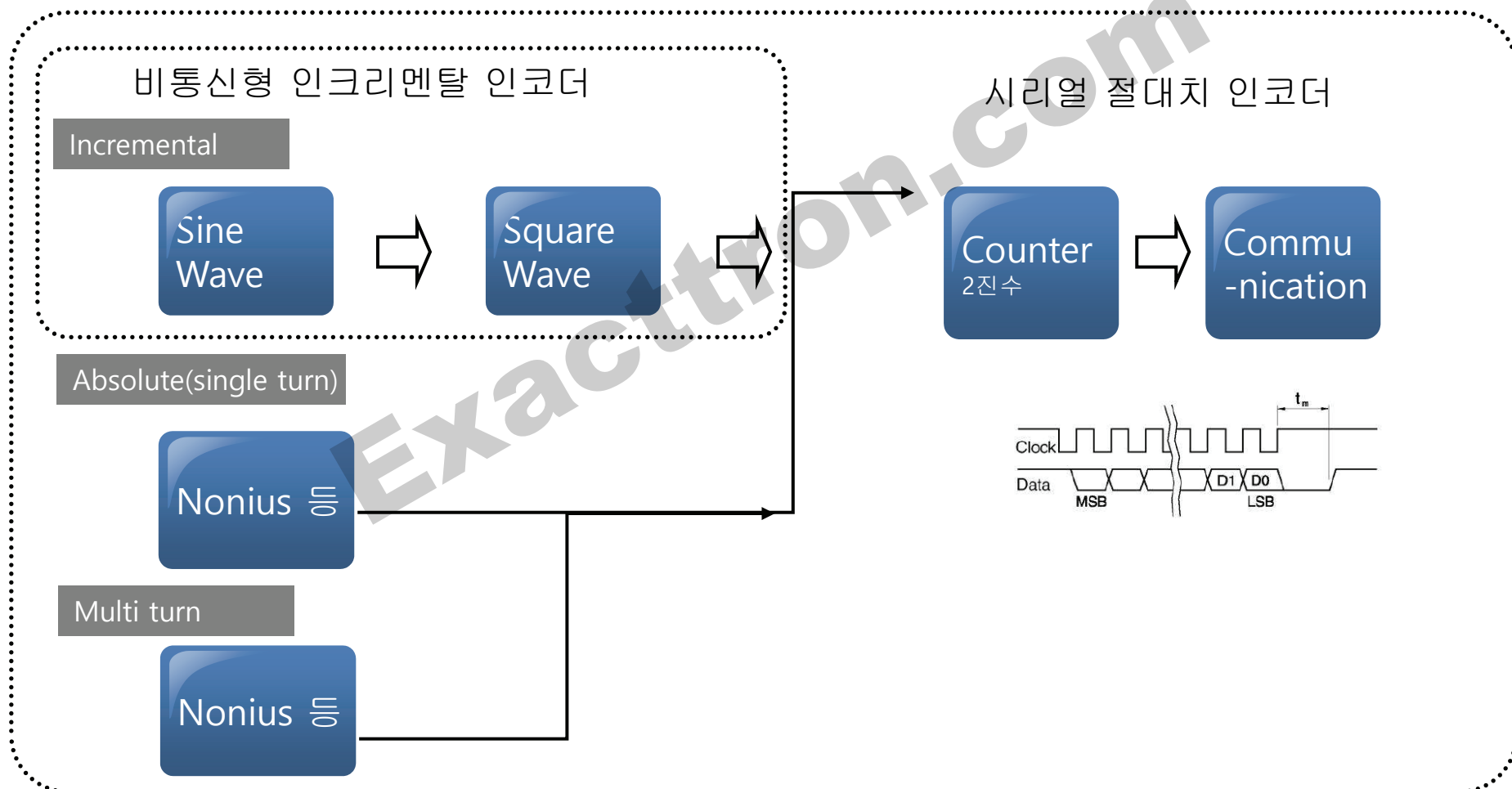


배터리식

3. 절대 위치 인코더 신호 처리



- 멀티턴 절대 위치 인코더 및 인크리멘탈 인코더 신호 처리 과정



4. 절대 위치 인식-멀티트랙



- 멀티 트랙 방식 멀티턴 절대 위치 신호 처리 과정 및 분해능
- 가장 보편적으로 오랫동안 적용한 단회전 절대 위치 인식 방법



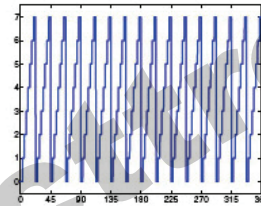
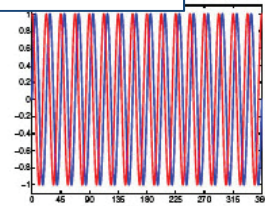
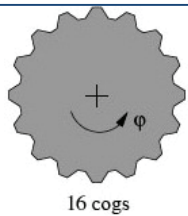
Figure 18: iC-LGC with reticle LG2R and code disc LG2S

5. 절대 위치 인식-Nonius

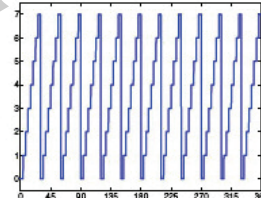
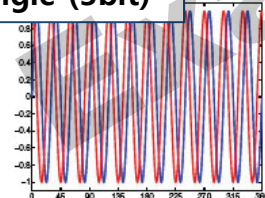


- Nonius 방식 : 버니어 캘리퍼스 원리 이용
 - 서로 다른 분해능의 2~3개 트랙 아날로그 인크리멘탈 트랙을 이용하여 절대 위치 인식
 - 소형화 가능하며 트랙간 동기화 오류를 방지할 수 있음
 - 가장 우수한 절대 위치 인식 방법 중 하나임

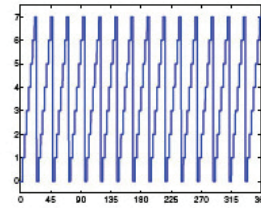
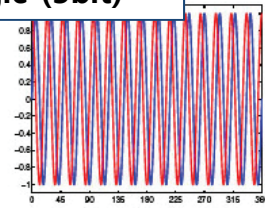
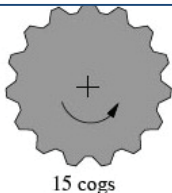
α_1 : Master Track Angle (3bit)



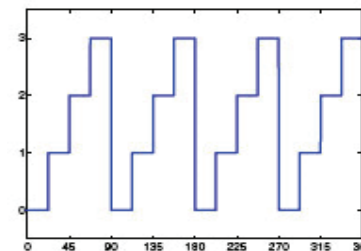
α_2 : Segment Track Angle (3bit)



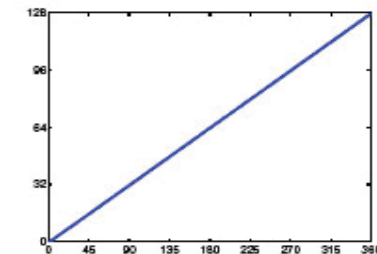
α_3 : Nonius Track Angle (3bit)



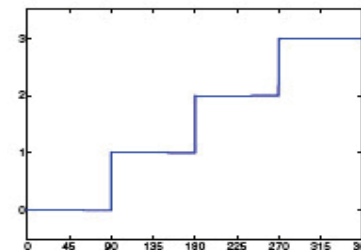
α : Final Absolute Angle Calculation



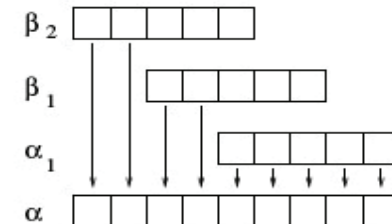
$$\beta_1 = \alpha_1 - \alpha_2$$



$$\alpha$$



$$\beta_2 = \alpha_1 - \alpha_3$$



5. Nonius(광학식) ; iC-Haus

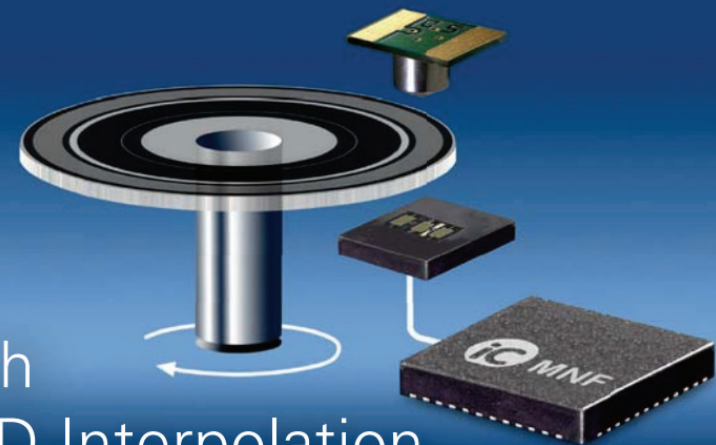


- iC-PNH(광센서)+iC-MNF(절대위치 신호 처리)+(iC-PVL, 저전력 멀티턴 인식)
- 최대 26bit급 싱글턴 광학식 절대 위치 인코더
- iC-PVL 등 IC 결합시 멀티턴 절대 위치 인코더
- BiSS 시리얼 통신 – 10MHz 고속 통신 및 Multi-Encoder 구현 가능
- 박형(20mm) 디자인 가능
- EEPROM을 이용한 사용자 데이터 저장 및 통신 기능
- PC기반 자동 튜닝 기능 내장 & ECW(SincosYzer)를 이용한 완전 자동 튜닝 기능



iC-MNF

26-bit Nonius Encoder with
3-Ch. Sampling 14-bit Sin/D Interpolation



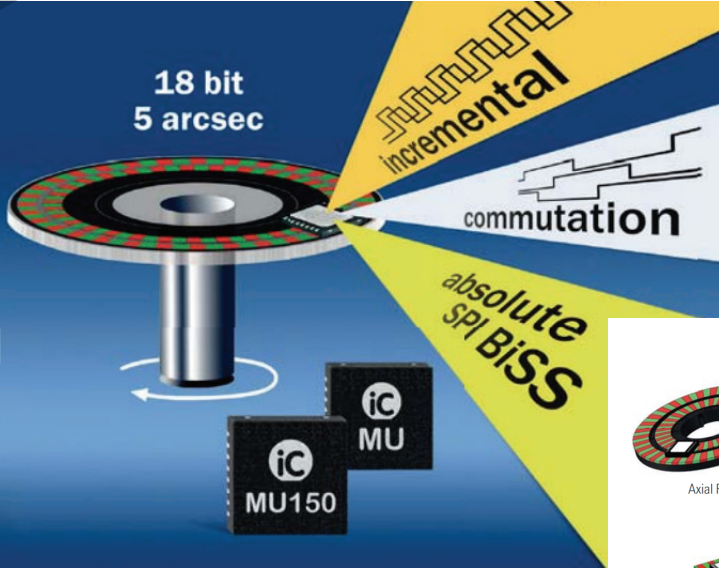
5. Nonius(자기식) ; iC-Haus



- 최대 18bit급 싱글턴 자기식 절대 위치 인코더
- iC-PVL 등 IC 결합시 멀티턴 절대 위치 인코더
- BiSS 시리얼 통신 – 10MHz 고속 통신 및 Multi-Encoder 구현 가능
- 박형(20mm이하) 디자인 가능, 쉬운 조립(큰 조립 공차 여유)
- EEPROM을 이용한 사용자 데이터 저장 및 통신 기능
- ECW(SincosYzer)를 이용한 완전 자동 튜닝 기능



iC-MU, iC-MU150
Magnetic Off-Axis
Absolute Position Encoders



18 bit
5 arcsec

incremental

commutation

absolute
SPI/BiSS

iC MU

iC MU150

Magnetic Targets

Axial Rotary

Radial Rotary

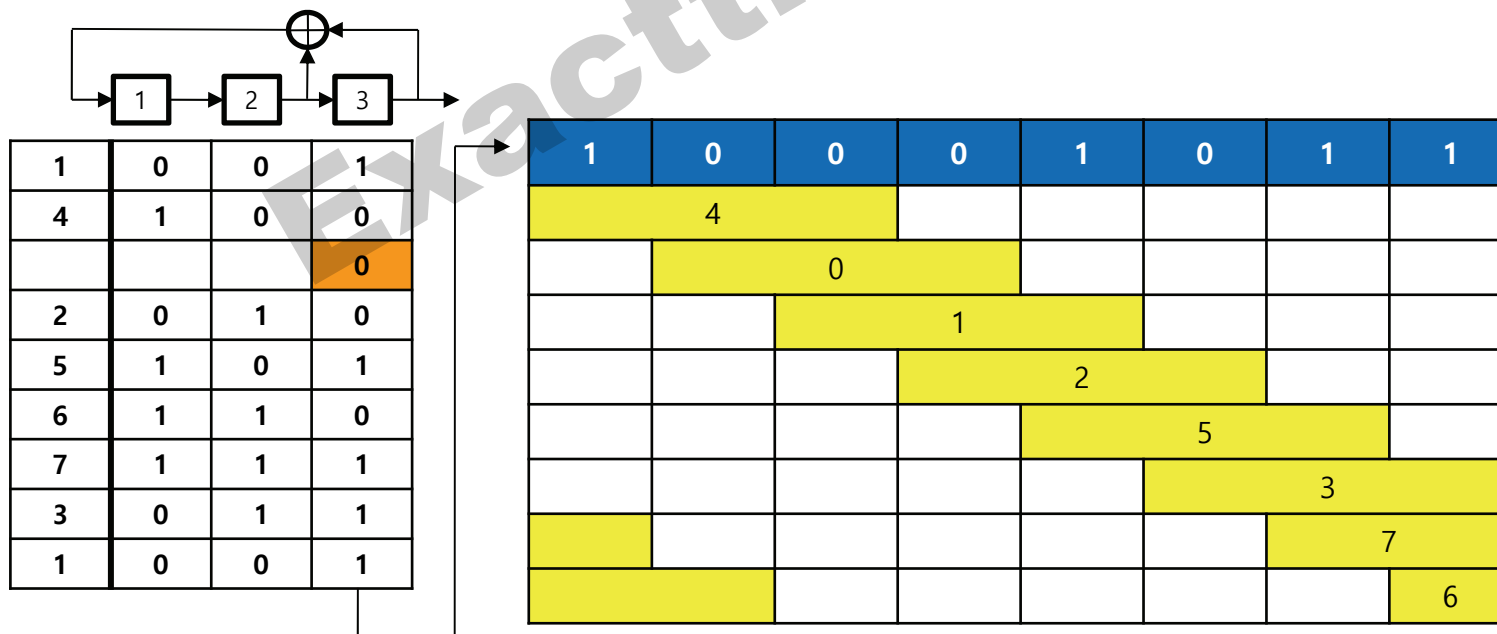
Linear

6. 절대 위치 인식-Barcode



- Barcode or Serial code등으로 일정한 패턴으로 표기된 스케일을 일렬로 배치된 센서를 이용하여 절대 위치를 인식하는 방식
- 메이커별 독자적인 코드 적용, 공개 코드로 Pseudo code가 있음
- Maximum Length Sequence (MLS) Code
 - Implemented by LFSR (Linear Feedback Shift Register) Code

2^3-1 Period : $X^3 + X^2 + 1$ 2^8-1 Period : $X^8 + X^6 + X^5 + X^4 + 1$



6. 절대 위치 인식-Barcode

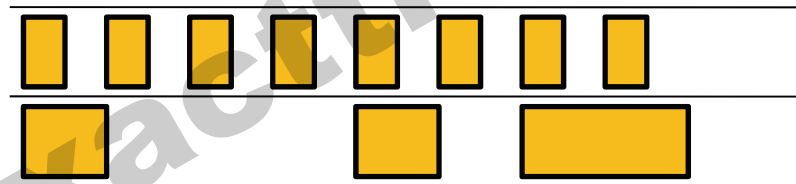


- Renishaw에서는 독자 기술을 이용하여 Barcode 1개 트랙으로 고분해능 절대 위치를 인식함 – 가장 우수한 절대 위치 인식 방법 중 하나임
- 이와 같은 코드 방식으로는 눈금 이상의 분해능 구현이 불가하여 고분해능 구현이 어렵기 때문에 바코드와 함께 인크리멘탈 트랙을 동기화하여 고분해능 절대 위치 구현이 가능함(가장 일반적인 방식)
- Dual Track : Synchronization between Incremental & Absolute Track

– High Resolution

– Incremental Track

– MLS Code Track



Example of 8 Segment



6. Barcode ; Renishaw



- Renishaw : Barcode 1개 트랙만을 이용한 고분해능 위치 인식 – Resolute

White paper

Safety first - the position determination and checking algorithms of the RESOLUTE™ true-absolute optical encoder

Method of position calculation

RESOLUTE is an optical encoder that uses a measuring scale consisting of dark lines on a bright substrate as shown in Figure 1. The fundamental scale period is 30 μm but selected lines are missed out in order to encode absolute position information.

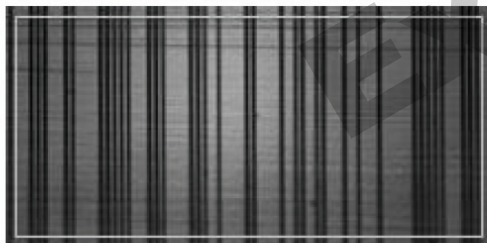


Figure 1: Image of absolute scale

Algorithm 1 calculates position by decoding a single image without using any information about previous positions. The first stage of the process is to calculate the phase of the image; this stage is similar to that performed by incremental encoders and results in an answer that is some fraction of the fundamental scale period, i.e. a value between 0 and 30 μm , with a resolution of better than 1 nm. Each image of the scale extends approximately 2 mm in the direction of measurement and the scale is designed such that in any one image there are sufficient dark lines to calculate phase accurately. This phase calculation defines the short distance accuracy, resolution and noise performance of the encoder.

The phase information is used to locate the centre of each potential line on the scale. A correlation is then performed on the image at each of these locations to ascertain whether there is a dark line present or not. This results in a 65-bit binary number corresponding to the scale pattern directly below the readhead. Only a quarter of these bits are required to define a unique position. The remaining bits provide redundant information so that the correct position can be ascertained even if some of the scale is obscured. An error detection and correction algorithm is then used to convert the bit sequence to the readhead's coarse absolute position. The full algorithm 1 position is formed by combining the coarse position (whole number of scale periods) with the phase information.

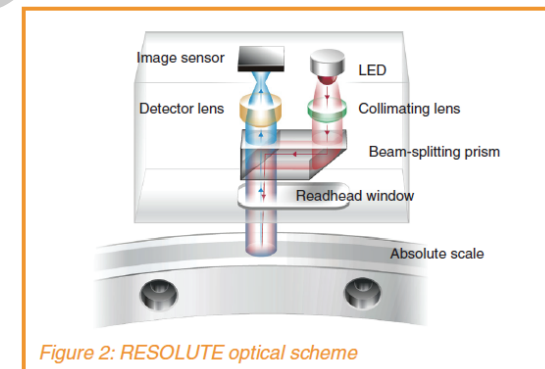


Figure 2: RESOLUTE optical scheme

Algorithm 2 calculates position by linear extrapolation from the two most recent previous position readings. To do this, it assumes that the velocity of the encoder since the previous reading is the same as that measured between the two previous positions. The error in this calculation is determined by the time between sequential readings, the accuracy of the previous readings, any timing uncertainties and the relative acceleration of the readhead and scale. For a typical system that requests position every 62.5 μs with a maximum acceleration between the readhead and scale of 100 m/s^2 (10 g), algorithm 2 will have a maximum error of $\pm 1.2 \mu\text{m}$. The readhead makes sure that there is never more than 75 μs between images by capturing extra images between requests if necessary.

*See you
next time*

Exacttronics.com

