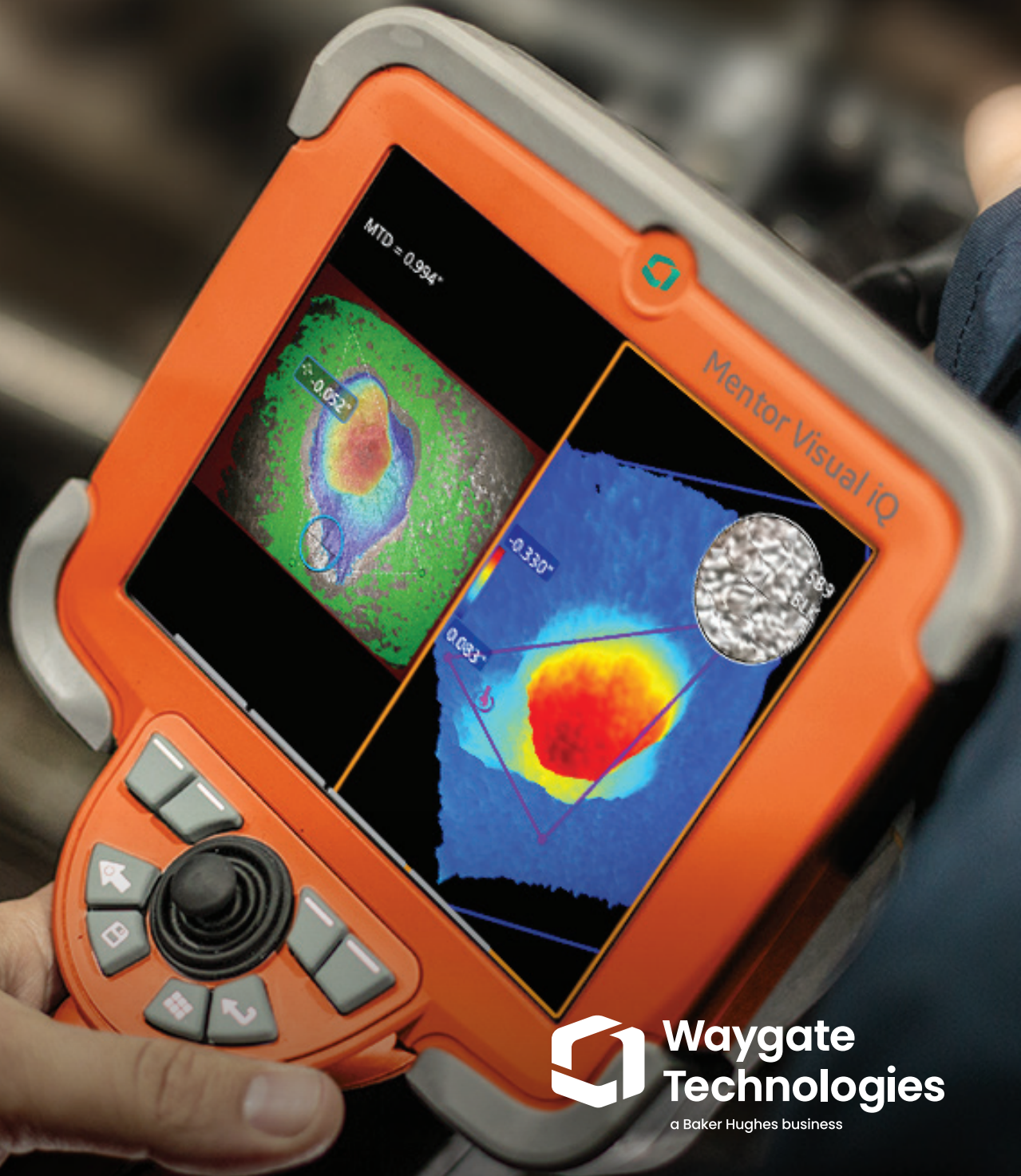


표면 지표 측정

표면 지표 측정 정밀도 및
정확도를 위한 원격 육안 검사
비파괴 평가 방법의 사용



**Waygate
Technologies**

a Baker Hughes business

비디오 내시경은 원격 육안 검사(RVI) 비파괴 평가(NDE) 방법을 사용함으로써 고급 측정 요구사항을 충족시킬 수 있습니다. 본 백서는 측정 정밀도와 정확도에 대하여 다음을 포함한 많은 질문에 답변을 제공해 줄 것입니다.

- Waygate Technologies Real3D™ Stereo 및 Real3D™ Phase 측정을 통한 최적의 조건에서 예측할 수 있는 최소한의 오류는 무엇입니까?
- Real3D Stereo 또는 Real3D Phase 구조광 중 어느 것이 더 양호합니까?
- Real3D로 고객님사용자의 특정 표면을 측정할 수 있습니까?
- 얼마나 작은 지표를 얼마나 정밀하고 정확하게 측정할 수 있습니까?
- MTD란 무엇이며 정확도에 어떤 영향을 줍니까?
- 다양한 광학 장치 팁 어댑터 옵션 간의 “측정 성능”은 다릅니까?
- 다채로운 측정 유형이 측정 불확실성에 어떤 영향을 미칩니까?

이 주제에 대한 상세 정보는 Waygate Technologies의 [Real3D™ 측정 설명서]를 참조하십시오.

본 문서의 목적은 비디오 내시경을 통해 고급 측정 기술을 더욱 잘 이해하고 원격 육안 검사(RVI) 비파괴검사법을 사용하여 다양한 표면 지표 측정을 고려하고 있는 품목, 자산, 관심 영역에 대한 위의 질문에 대한 답변을 얻는 데 도움을 제공하는 것입니다.

측정 유형 및 모범 사례에 대한 자세한 참조 자료는 [Real3D 측정 설명서]를 참조하십시오.

올바른 의사 결정

비행 안전 또는 서비스 적합성/지속적인 운영에 관한 결정을 내릴 때는 지표의 크기, 면적 또는 깊이, 누락된 재료의 양 또는 블레이드 팁 이격을 정확하게 결정해야 할 수 있습니다. Waygate Technologies의 Real3D 측정 기술은 최상의 결정을 내리는 데 도움이 되는 필수적인 고품질 데이터를 제공합니다.

다른 비디오 내시경에서 사용할 수 없는 타의 추종을 불허하는 Waygate의 Mentor Visual iQ VideoProbe™는, 120만 화소 이미지 생성과 전체 지점 표면화 클라우드를 통해 특히 출원된 3D 구조광 측정 기능을 제공합니다.

신뢰할 수 있고 정확하며 정밀한 Mentor Visual iQ는 심각한 문제로 발전하기 전에 구성 요소의 결함을 찾아냄으로써 상당한 시간과 수백만 달러를 절약할 수 있습니다. 또한 구성요소 등급 저하에 대한 상세한 카탈로그를 생성함으로써 후속 구성요소 설계 고려사항에 영향을 줄 수 있습니다.

참고로 Flame Mentor Visual iQ VideoProbe에서는 다음 여덟 가지 유형의 측정을 사용할 수 있습니다.

- 길이
- 다중 세그먼트
- 점에서 선으로
- 깊이 프로파일
- 깊이
- 면적 깊이 프로파일

Waygate Technologies의 VideoProbe는 Shadow, 기존 Stereo, Real3D Stereo 및 Real3D Phase를 포함한 다양한 측정 기술을 지원할 수 있습니다. 이들 기술 중 하나를 선택하는 경우와, 다른 공급업체에서 제공하는 기술을 선택하는 경우 모두 달성 가능한 정밀도와 정확성에 관한 질문에 대한 정답은 단 하나입니다. **경우에 따라 다르다는 점입니다!**

속지 사항

많은 응용 프로그램 의존 요인이 Stereo, Real3D Stereo 및 Real3D Phase 측정의 정확도에 영향을 줍니다. 해당 요인에는 다음이 포함됩니다.

• 측정 데이터 실행 가능성

- 3DPM(Real3D 위상 측정)은 표면에 투영된 구조광 프린지 패턴을 사용하여 복수의 XYZ 포인트를 생성합니다. 그 후 측정할 표면의 점을 나타내는 완전한 표면화 지점 클라우드를 생성하는 알고리즘에서 처리됩니다. 백색광 이미지는 초점이 맞지 않을 수 있으며 여전히 실행 가능한 XYZ 데이터 세트가 생성될 수 있습니다.

- Stereo 및 Real3D Stereo 측정은 3D 좌표계를 사용하여 입체 이미지의 픽셀을 일치시키는 원리에 따라 작동합니다. 두 이미지 모두에서 커서 위치는 매우 중요합니다. 의미 있는 결과를 얻으려면 둘 모두 동일한 픽셀 위에 있어야 합니다. 따라서 두 측정 유형 중 하나에 의해 분석할 이미지는 초점이 선명해야 합니다.

• 팁에서 대상까지의 거리

현재의 모든 3D 측정 내시경 시스템은 삼각 측량을 활용합니다. 팁에서 대상까지의 거리가 증가하면 계산된 3D 표면 지점의 정확도가 줄어듭니다. 따라서 표면에 가까운 내시경 팁에 의해 이루어진 측정은 일반적으로 멀리서 이루어진 측정보다 더 정확합니다.

이것은 특히 모든 깊이 유형의 측정에 해당됩니다. Real3D 측정 기술은 측정 팁 어댑터에서 측정에서 가장 먼 커서 위치의 보이는 표면까지의 거리를 나타내는 최대 대상 거리(MTD) 값을 제공하고, MTD가 해당 측정 유형 및 사이즈에 대해 과도할 때 사용자에게 알립니다.

• 입사각

프로브 팁과 대상 형상 사이의 각도 관계는 결과 측정 계산에 큰 영향을 미칠 수 있습니다. 이 각도가 약 60도를 초과하는 상황을 피하도록 하십시오. 가능한 경우에는 프로브 또는 대상 구성요소를 다시 조정하십시오. 상황이 두 가지 가능성을 모두 방해하는 경우, 전방 또는 측면 옵션과 같은 대체 측정 팁의 사용을 권장합니다.

• 표면 조건

반짝이는 표면은 종종 시스템이 3D 표면 좌표를 정확하게 결정하기 어렵게 하는 눈부심 및/또는 어두운 이미지의 원인이 됩니다. 질감이 거의 없는 매끄러운 표면은 3D 표면 데이터를 결정하는 표면 세부 정보를 구별하는 데 활용하는 스테레오 시스템에 있어 문제가 될 수 있습니다. 기름지거나 투명하거나 반투명한 표면도 문제가 될 수 있습니다.

• 고려사항

반짝이는 터빈 압축기 블레이드 및 막 또는 고순도 배관과 같은 광택이 있는 표면은, 다른 부품/영역의 거울 이미지를 반사하거나 투영된 패턴이 서로 다른 표면 사이에서 반사되게 하여 시스템이 정확한 3D 표면 지점을 결정하기 어렵게 만듭니다.

• 화면 비율

시스템은 구조광 패턴이나 일반 조명으로는 좁고 깊은 형상의 바닥을 표시하고 조명하지 못할 수 있으므로, 이러한 형상의 아랫래 부분에 대해서는 정확한 3D 데이터를 결정할 수 없습니다.

측정을 수행해야 하는 RVI 검사자는 적절한 교육을 통해 다음 방법을 배울 수 있습니다.

- 주어진 애플리케이션에 가장 적합한 측정 기술, 광학 장치 팁 어댑터 및 측정 유형을 선택하십시오.
- 측정 결과를 계산하는 데 사용되는 시스템에서 생성되는 3D 표면 데이터의 충실도를 최대화하도록 프로브 팁을 배치합니다.
- 원하는 치수를 얻으려면 이미지 내 지표의 정확한 위치에 커서를 놓습니다.
- Real3D Stereo 또는 Real3D Phase를 사용할 때는 3D 표면 마스크와 전체 표면 3D 포인트 클라우드 보기를 활용하여 3D 데이터 품질과 커서 배치의 정확성을 평가합니다.

상기 요소와 검사자 기술 수준의 가변성을 감안할 때, 조직이 주어진 표면 유형 및/또는 예상 지표 유형에 대해 예상 정밀도와 정확도를 설정하는 가장 좋은 방법은 실제 검사 요구사항을 나타내는 부분에 대한 게이지 반복성 및 재현성(R&R) 연구를 수행하는 것입니다.

R&R 연구를 수행하는 검사관은 실제 측정을 수행하는 사람들과 유사한 기술 수준을 가져야 합니다. American Quality Society(AQS)에 해당 프로세스에 대한 설명을 참고하십시오. [웹사이트](#).

정확성 및 정밀도에 대하여

Real3D™ 측정 설명서]는 타사에서 수행한 연구를 통해 개발된 정확도 곡선을 포함한 Real3D 측정 기술에 대한 자세한 정보를 제공합니다. 해당 정보는 이상적인 조건에서 잘 훈련된 검사자가 사용하는 경우에 있어서의 기술 능력을 나타냅니다.

Mentor Visual IQ는 밀리미터 단위로 0.01mm(0.0004") 또는 인치 단위로 0.001"(0.0254mm)의 정밀도로 측정 결과를 표시합니다. 표시되는 모든 숫자는 매우 작은 팁에서 대상까지의 거리에서 이루어지는 작은 측정에서 중요할 수 있지만, 가장 오른쪽 숫자는 더 큰 거리에서 이루어지는 측정에서는 의미가 없을 수 있습니다.

밀리미터 단위로 측정하면 보다 정확한 값을 얻을 수 있다는 점을 기억해 주십시오.

- 0.0100 mm = 0.0004"
- 0.0254 mm = 0.0010"

Mentor Visual IQ는 밀리미터(x.xxmm)로 소수점 두 자리와 인치(x.xxx")로 소수점 세 자리를 표시합니다.

주어진 표면 유형 및/또는 예상 지표 유형에 대해 예측되는 정밀도와 정확도를 설정하는 가장 좋은 방법은 실제 검사 요구 사항을 나타내는 부품에 대해 게이지 R&R 연구를 수행하는 것입니다.

이상적인 조건 하에서, 여러 지표 유형 및 크기와 주어진 MTD에서 예상되는 측정 정확도 간의 관계는 [Real3D™ 측정 설명서]의 측정 데이터 정확도 섹션에 명시되어 있습니다.

비교적 낮은 MTD가 바람직하지만, 높거나 낮은 MTD는 캡처된 측정 데이터의 실행 가능성을 보장하지 않습니다. MTD는 분석 프로세스를 위한 추가 정보를 제공하는 데이터 포인트입니다.

예를 들어, [Real3D™ 측정 설명서]에서 볼 수 있는 타사의 게이지 R&R 연구의 그림1과 2를 참조하십시오.



측정을 위한 최소 형상 크기로 0.125mm(0.005")를 고려할 것을 권장합니다.

이상적인 조건 하에서, 이러한 작은 형상을 측정할 때 고려해야 할 일반적인 지침은 Real3D Phase 및 Real3D Stereo 측정이 일반적으로 길이 및 깊이 유형 측정 모두에서 +/- 0.05mm(+/- 0.002") 오차 범위 이상으로 오류를 찾아낼 수 있다는 것입니다.

주의: 이것은 시도된 모든 측정에서 이러한 결과를 얻을 수 있다는 것을 나타내거나 암시하지 않습니다. 게이지 R&R 연구는 VideoProbe를 사용하여 주어진 측정 요구사항에 대한 예상 결과를 결정합니다.

이상적인 조건은 아래에 명시된 측정 기술에 따라 다릅니다.

Real3D Phase 측정의 이상적인 조건

- 교육을 이수하고 자격을 갖춘 RVI 기술자에 의한 측정
- 청결하고 보정된 광학 장치 팁 어댑터(OTA) 및 카메라 렌즈
- 초점이 약간 맞지 않는 경우라고 해도 카메라가 지표에서 매우 가까이 위치함
- 카메라가 표면으로부터 수직이 아닌 입사각으로 위치함
- 무광택, 무반사 표면 마감에 대해 측정
- 구조광의 반사 및 그림자 최소화 또는 제거
- 주변광이 없음
- 시스템은 구조광 패턴이나 일반 조명으로 좁고 깊은 피치의 아랫 부분을 표시하고 조명하지 못하므로, 그러한 형상의 아랫 부분에 대해서는 정확한 3D 데이터를 결정할 수 없습니다.

Real3D Stereo 및 Stereo 측정의 이상적인 조건:

- 교육을 이수하고 자격을 갖춘 RVI 기술자에 의한 측정
- 청결하고 보정된 OTA 및 카메라 렌즈
- 카메라가 지표에 매우 가깝고 초점이 선명함
- 형상이 풍부하고 단조롭지 않은 표면에서 측정
- 지표에 눈부심 없음
- 지표 주변의 픽셀 패턴 차별화

비교적 낮은 MTD가 바람직하지만, 높거나 낮은 MTD는 캡처된 측정 데이터의 실행 가능성을 보장하지 않습니다. MTD는 분석 프로세스를 위한 추가 정보를 제공하는 데이터 포인트입니다.

예를 들어, [Real3D™ 측정 설명서]에서 볼 수 있는 타사의 게이지 R&R 연구의 그림1과 2를 참조하십시오.

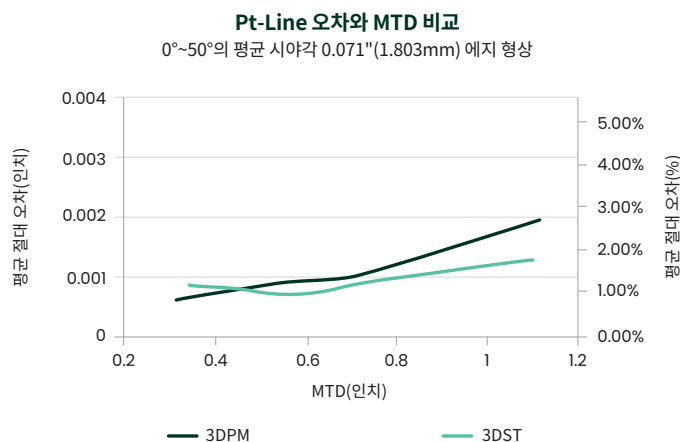


그림1

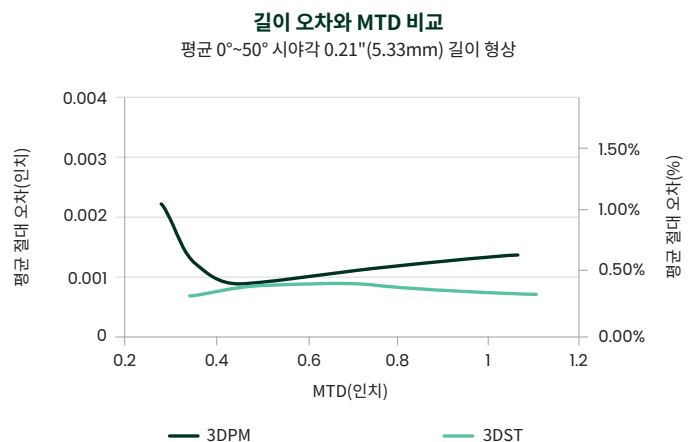


그림2

그림1에서 MTD가 낮을수록 3DPM에 대한 평균 절대 오차가 낮아진 것에 주목하십시오. 그러나 그림2에서 더 낮은 MTD는 3DPM에 대해 더 낮은 평균 절대 오차를 나타내지 않았습니다.

또한 MTD가 증가하면 길이 또는 면적 유형보다 깊이 측정 유형에 훨씬 더 큰 영향을 미칩니다. 이것은 팁에서 대상까지의 거리가 증가할수록(더 큰 MTD) 주어진 픽셀의 Z값을 계산하기가 더 어려워지기 때문입니다. 주된 이유: 이미지의 픽셀은 주어진 Z(MTD)값과 이미지 픽셀의 실제 크기에 따라 X 및 Y값이 다릅니다.

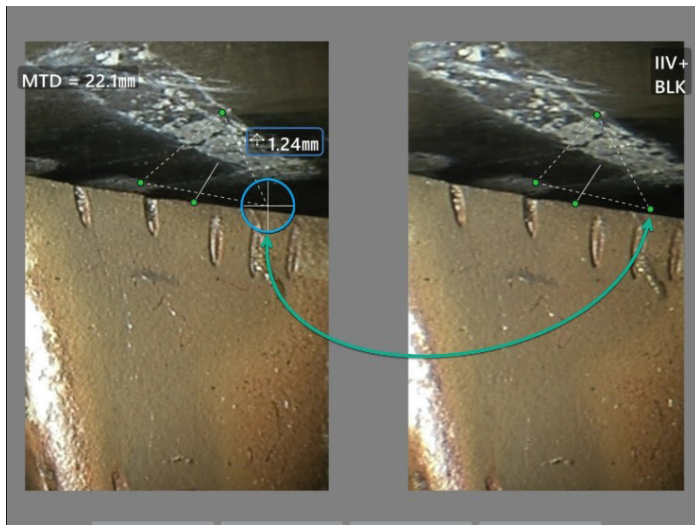
또한 지표 측정 값의 정밀도와 정확도는 여러 변수의 영향을 받으며 그 중 하나는 MTD입니다. 다른 하나는 표면을 해석하고 원하는 평면으로 기울어진 측정값을 갖지 않는 것입니다.

이것이 완전한 표면화 3D 지점 클라우드의 가치가 Real3D 측정에서 경이적인 분석 도구가 되는 경우입니다. 예를 들어 아래 이미지1과 2를 참조하십시오.

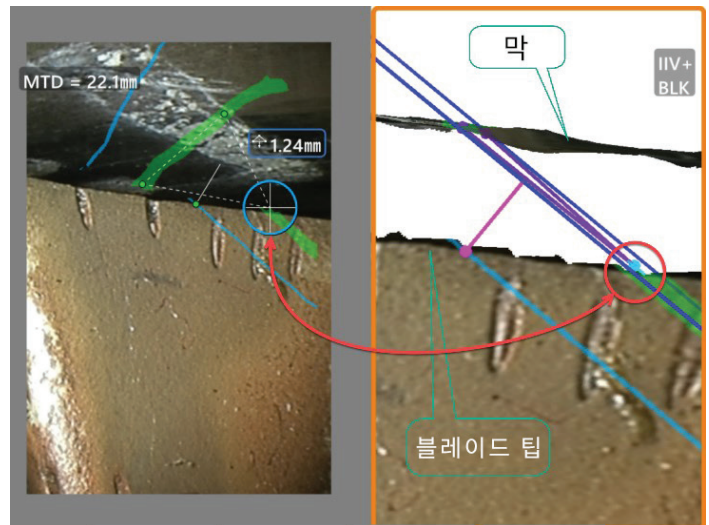
이미지1은 기존 스테레오 측정의 일반적인 보기입니다. 이 경우, 블레이드 팁 간극(막에 대한 제트 엔진의 터빈 블레이드 간극)이 측정됩니다. 길이 측정을 사용하여 세 개의 선택된 지점은 막에 수학적 참조 평면을 설정합니다. 블레이드 팁에서 막의 깊이 평면까지의 거리(간격)는 1.24mm(0.049")로 표시됩니다.

목표는 왼쪽 이미지 상의 커서를 위치시키는 것이며, 프로세서는 오른쪽 이미지의 동일한 픽셀과 정확히 일치해야 합니다.

자격을 갖춘 많은 기술자들이 이 이미지를 표시하고 양호한 기술을 입증하고 있다고 말했습니다.



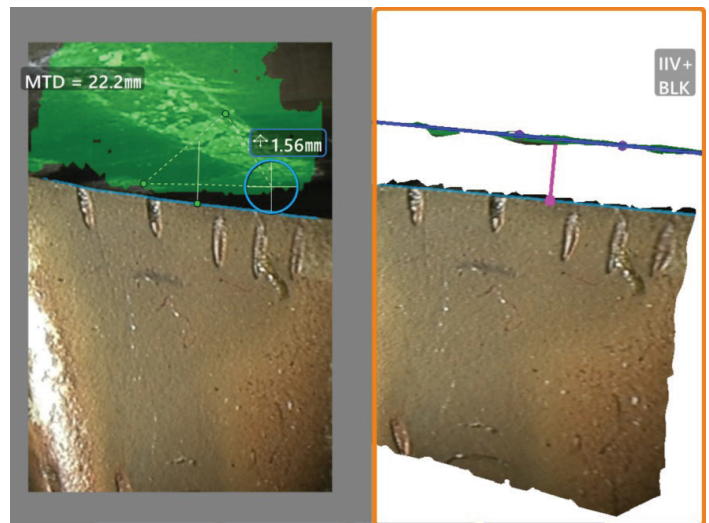
이미지1



이미지2

이미지2는 이미지의 오른쪽 절반 부분에 있는 Real3D Stereo 측정의 완전 표면화 지점 클라우드를 사용하여 이 동일한 이미지를 묘사하고 있습니다. 명확하게, 커서 위치에 따라 이 측정은 매우 정확하면서 동시에 매우 잘못되었습니다! 깊이 참조 평면 커서 중 하나는 다른 두 커서와 함께 막이 아니라 블레이드 위에 있습니다. 그 결과 측정 평면이 막으로 기울어져 총 오류가 발생합니다. 이 경우 100만 달러 이상의 엔진 제거 및 교체 비용, 또는 그보다 나쁜 상황이 발생할 수 있습니다.

이미지3에서 잘못된 커서가 이동하면, 백색광 이미지 또는 포인트 클라우드에서 그리고 블레이드에서 막으로, 깊이 참조 평면의 세 커서 모두 막 위에 있습니다. 또한 막이 이제 참조 평면(포인트 클라우드 데이터 주변의 파란색 사각형 프레임)과 정렬되고 깊이 커서(갈색)가 블레이드 팁 위에 있으며 이제 깊이 평면 및 막에 대해 수직이 됩니다. 결과는 이제 1.56mm로 0.32mm(0.013")의 상당한 차이가 있습니다. 또한 깊이 평면에 매우 가까운 막 위의 모든 픽셀이 이제 녹색으로 마스크됩니다.



이미지3

요약

많은 요소가 각 응용 분야에서 측정의 정밀도와 정확도에 영향을 줄 수 있습니다. 교육은 신뢰할 수 있는 측정의 수행에 있어 중요합니다. 이상적인 조건 하에서 시스템 기능을 반영하는 지침 및 정확도 곡선을 제공할 수 있지만, 이러한 지침/곡선은 사이트의 다른 조건 하에서 달성 가능한 정확도를 나타내지 않을 수 있습니다.

따라서 교육을 받고 자격을 갖춘 검사자/기술자가 중요한 응용 분야에 대한 게이지 R&R 연구를 수행할 것을 권장합니다.

Real3D Stereo 측정 및 구조광을 사용한 Real3D Phase 측정 기능을 갖춘 Mentor Visual IQ 06.1mm 시스템은 게이지 R&R 프로세스를 사용하여 제 3자에 의해 평가되었습니다. 그 결과는 [Real3D™ 측정 설명서]에 명시되어 있습니다.

Stereo 및 Phase 구조광 모두에서 Real3D 측정은 전세계적으로 항공우주, 발전, 석유화학 및 일반 제조 분야의 수백 가지 응용 분야에서

탁월한 정밀도와 정확도를 갖는 것으로 입증되었습니다.

06.1mm 또는 08.4mm Mentor Visual IQ VideoProbe와 120만 화소 고화질(HD) 카메라를 선택하면 측정 결과의 정확도가 향상됩니다. 일부 응용 분야에서는 이를 통해 검사자가 측정 이미지의 지표에 커서를 더욱 정확하게 배치할 수 있습니다.

SD(표준 해상도) 카메라와 HD(고해상도) 카메라는 측정 기술과 유형이 동일하기 때문에 정확도는 거의 동일할 것으로 예상됩니다.

마지막으로, VideoProbe를 사용한 Real3D 측정 또는 모든 측정 비디오 내시경을 포함하여 비파괴 검사 또는 테스트 방법을 수행하는 교육을 이수하고 자격을 갖춘 검사자의 중요성을 간과해서는 안 될 것입니다.

교육을 이수하고 자격을 갖춘 RVI 검사자는 주어진 지표의 유형에 대해 주어진 표면에서 가능한 최상의 결과를 얻을 수 있어야 합니다.