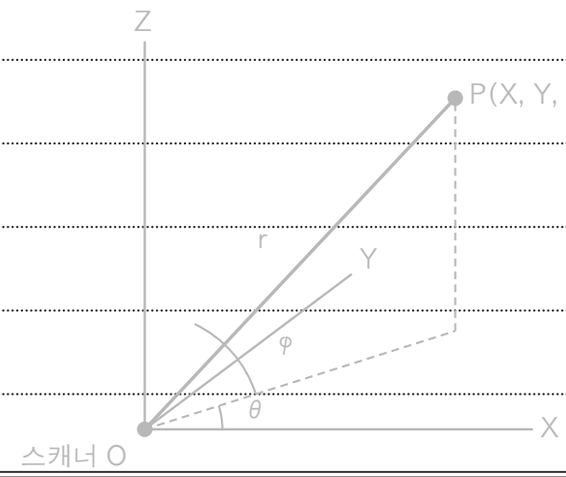
번호			지상라이다(LiDAR) 측량원리와 해석방법, 활용분야
1			기출문제: 2026년 제140회 측량및지형공간정보기술사,
			제4교시 2번 / 하루 한 문제 24일차
			학습 분야: LiDAR·원격탐사 (학습용 분류)
			세부 유형: 지상 레이저 스캐닝 / 연계: 지상측량·BIM
			논술형 권장 25분·약 3쪽
			Ⅰ. 개요
			· 지상 고정점 스캐너가 레이저로 거리·수평각·수직각 측정
			→ 주변의 3차원 점군(point cloud) 취득
			· 무타깃 공간 극좌표법, 면 단위 고밀도 자료
			· 여러 위치 점군을 정합·좌표 부여 후 해석
			Ⅱ. 측량원리
			1) 거리 측정
			· 펄스(ToF): $r = c \cdot \Delta t / 2$ → 장거리, 상대적 저속
			· 위상차: $r = (\lambda / 2)(N + \Delta\varphi / 2\pi)$ → 고속, 거리 제한
			2) 극좌표 → 3차원 좌표 (스캐너 중심)
			
			r: 경사거리
			θ : 수평각(X축 기준)
			φ : 수직각(수평면 기준)
			점선: 수평 투영
			레이저 → 표면 → 수신

번호

· $X = r \cdot \cos\varphi \cdot \cos\theta$, $Y = r \cdot \cos\varphi \cdot \sin\theta$, $Z = r \cdot \sin\varphi$

· 점 간격 $s \approx r \cdot \Delta\alpha$ (rad) → 멀수록 점 밀도 저하

· 가상 예: $\Delta t = 133.4$ ns → $r \approx 20.00$ m

$r = 20$ m, $\theta = 30^\circ$, $\varphi = 10^\circ$ → (17.057, 9.848, 3.473) m

3) 부가 정보: 반사강도(진폭·반사율), RGB 색상

Ⅲ. 해석방법

· 계획 → 스캔 → 전처리 → 정합·좌표 부여

→ 품질 검증 → 모델링·분석

1) 작업 계획: 기준점·스캔 위치·중복도·해상도

음영부 최소화

2) 전처리: 노이즈·이동 물체·혼합 픽셀 제거

3) 정합: 6자유도(이동 3·회전 3) 결정

구분	타깃 정합	ICP 정합	기하 원형 기반
대응 요소	구·평면 표지 중심	겹침부 점	평면·원통 등
장점	TS로 좌표 연결 쉬움	표지 불필요	반복 계산 의존 적음
주의	표지 배치·입사각	초기값·오정합	형상 부족 시 곤란

4) 좌표 부여: TS·GNSS 관측 타깃 좌표로 측량좌표계 연결

5) 품질 검증: 정합 잔차 + 겹침부 단면 + 독립 검사점

6) 모델링·분석: 단면 추출, 점군-설계 비교,

메시·BIM 모델, 시계열 변위 분석

번호

Ⅳ. 활용분야

분야	해석 내용
터널	설계 단면 대비 내공 변위·여굴·미굴
건설·BIM	시공 오차 확인, 준공(as-built) 모델
구조물·사면	시기별 점군 비교로 변형 감시
문화재·실내	현황 기록, 도면·3차원 모델
공간정보	3차원 건물·시설물 자료 구축

Ⅴ. 유의사항

· 입사각·반사율·거리 → 정확도·점 밀도 변화

(검고 매끈한 면, 비스듬한 면 주의)

· ICP는 항상 해를 산출하나 정해 보장 못 함

→ 잔차만으로 판단 금지, 독립 검사점·단면 검증

· 정합 오차 누적 방지: 기준점 배치·망 구성 사전 검토

· 모서리 혼합 픽셀, 사람·차량 등 이동 물체 제거

Ⅵ. 결론

· 지상라이다 성과 품질 = 측정 원리 이해

+ 정합·좌표 부여의 검증

· 목적(단면·변위·BIM)에 맞는 해상도·위치 계획 필요

※ 학습용 예시, 공식 채점기준 아님. 수치는 가상.