초거대 AI 데이터 품질지표 기준서

1. 검증 대상

- 영역 : 산업·제조
- 과제명 : 12. 단계적 사고 기반 농작업 로봇 데이터
- 데이터명 : 16. 단계적 사고 기반 농작업 로봇 데이터

2. 품질지표 기준서 작성자

- 수행기업(기관) : ㈜유클리드소프트 (조하랑 선임연구원)
- TTA 과제담당자 : 황지현 전임연구원

비 고 : 한국지능정보사회진흥원(NIA) 초거대 AI 데이터 구축 사업의 한국정보통신기술협회(TTA) 품질검증에 관련된 제반사항은 본 기준서에 기재된 내용에 따른다. 본 기준서 내용은 사전 또는 최종 품질검증 착수 전까지 한국정보통신기술협회(TTA)와 데이터 구축 수행기관 간 협의를 통해 수정 및 변경이 가능하다.

문서 관리 이력

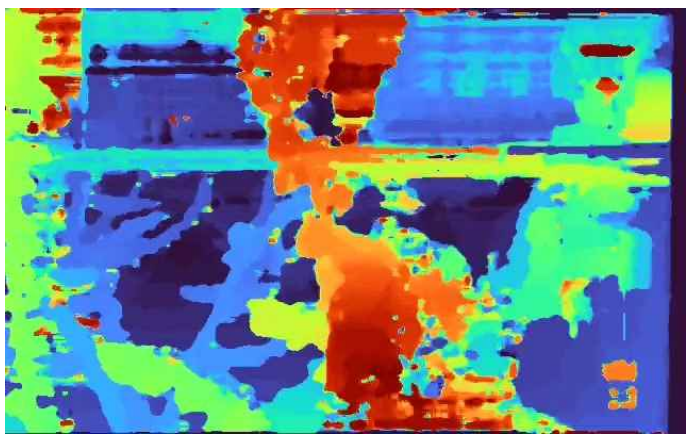
버전	승인일자	변경 내용
v0.1	2025.07.30	초안 작성

※ 버전 부여 정책

- 사전검증: v0.1 ~ v1.0

- 최종검증: v1.1 ~ v2.0

1. 초거대 AI 데이터 명세서

구분	내용
데이터명	12. 단계적 사고 기반 농작업 로봇 데이터
구축목적	실제 농업 환경에서 로봇이 스스로 판단하고 작업하는 데 필요한 '단계적 사고(CoT) 기반 농작업 로봇 데이터' 구축
모델 임무 유형	이미지 내 작물 인식 및 작업 상태 추론 기반 행동계획(Visual Chain-of Thought)
어노테이션 유형	질의응답, 바운딩박스, CoT
데이터 구성	• 원천데이터 ① (JPEG 포맷) - RGB, Depth 이미지 각각 30,000건(총 60,000건) (폴더별 파일 수량 기준) • 원천데이터 ② (CSV 포맷) - 센서데이터 30,000건 (폴더별 파일 수량 기준) • 라벨링 데이터 (JSON 포맷) - 단계적 사고과정을 포함하는 질의응답(질문-단계적 사고-답변) 라벨링 데이터 30,000건 (폴더별 파일 수량 기준)
데이터 예시	● **원천데이터 ①** (JPEG 포맷) - 편의를 고려하여 데이터 예시에는 Bbox를 이미지 상에 표시함. 원천데이터에는 Bbox 표기 없음.  <RGB 이미지>  <Depth 이미지>

● 원천데이터 ② (CSV 포맷)

- 가로로 작성된 데이터를 품질지표기준서상 읽기 편의를 고려하여 세로로 행/열을 바꾸어 작성함

Frame	206
Elapsed_Time_In_Milliseconds	6866.667
Time	00:00:06:867
temperature	21.5
humidity	55
wind_speed	0.7
light_intensity	72000
finger_pressure	0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
R_Hand_Position_Y	0
R_Hand_Position_Z	0
R_Thumb_CMC_Position_X	-3.51991
R_Thumb_CMC_Position_Y	0.050068
R_Thumb_CMC_Position_Z	3.621712
R_Thumb_MCP_Position_X	-3.03943
R_Thumb_MCP_Position_Y	-3.46539
R_Thumb_MCP_Position_Z	6.790985
R_Thumb_DIP_Position_X	-2.429
R_Thumb_DIP_Position_Y	-6.40075
R_Thumb_DIP_Position_Z	9.5629
R_Thumb_TIP_Position_X	-1.89715
R_Thumb_TIP_Position_Y	-8.61221
R_Thumb_TIP_Position_Z	11.70256
R_Index_CMC_Position_X	-2.37021
R_Index_CMC_Position_Y	0
R_Index_CMC_Position_Z	3.621712
R_Index_MCP_Position_X	-2.37021
R_Index_MCP_Position_Y	0.05009
R_Index_MCP_Position_Z	11.17456
R_Index_PIP_Position_X	-2.44413
R_Index_PIP_Position_Y	-4.39788
R_Index_PIP_Position_Z	13.63108
R_Index_DIP_Position_X	-2.482
R_Index_DIP_Position_Y	-6.864
R_Index_DIP_Position_Z	14.74303
R_Index_TIP_Position_X	-2.51013
R_Index_TIP_Position_Y	-8.89531
R_Index_TIP_Position_Z	15.463
R_Middle_CMC_Position_X	-0.8953
R_Middle_CMC_Position_Y	-0.03505
R_Middle_CMC_Position_Z	3.621712
R_Middle_MCP_Position_X	-0.10112
R_Middle_MCP_Position_Y	0.01504
R_Middle_MCP_Position_Z	11.13133
R_Middle_PIP_Position_X	0.848398
R_Middle_PIP_Position_Y	-0.3266
R_Middle_PIP_Position_Z	16.67333
R_Middle_DIP_Position_X	1.358745
R_Middle_DIP_Position_Y	-0.75527
R_Middle_DIP_Position_Z	19.65468
R_Middle_TIP_Position_X	1.770907
R_Middle_TIP_Position_Y	-1.31108
R_Middle_TIP_Position_Z	22.07051
R_Ring_CMC_Position_X	0.443679
R_Ring_CMC_Position_Y	-7.80E-05

R_Ring_CMC_Position_Z	3.621712
R_Ring_MCP_Position_X	1.958848
R_Ring_MCP_Position_Y	0.050012
R_Ring_MCP_Position_Z	10.3956
R_Ring_PIP_Position_X	2.976356
R_Ring_PIP_Position_Y	-0.06026
R_Ring_PIP_Position_Z	15.27218
R_Ring_DIP_Position_X	3.546751
R_Ring_DIP_Position_Y	-0.28411
R_Ring_DIP_Position_Z	18.0015
R_Ring_TIP_Position_X	4.062275
R_Ring_TIP_Position_Y	-0.65938
R_Ring_TIP_Position_Z	20.46355
R_Pinky_CMC_Position_X	1.743431
R_Pinky_CMC_Position_Y	-0.00017
R_Pinky_CMC_Position_Z	3.621712
R_Pinky_MCP_Position_X	3.958467
R_Pinky_MCP_Position_Y	0.049919
R_Pinky_MCP_Position_Z	9.102249
R_Pinky_PIP_Position_X	5.05302
R_Pinky_PIP_Position_Y	-0.00135
R_Pinky_PIP_Position_Z	12.91514
R_Pinky_DIP_Position_X	5.606776
R_Pinky_DIP_Position_Y	-0.23975
R_Pinky_DIP_Position_Z	14.85578
R_Pinky_TIP_Position_X	6.213335
R_Pinky_TIP_Position_Y	-0.77047
R_Pinky_TIP_Position_Z	17.01577
R_Hand_Rotation_X	0
R_Hand_Rotation_Y	0
R_Hand_Rotation_Z	0
R_Thumb_CMC_Rotation_X	-20.8069
R_Thumb_CMC_Rotation_Y	-44.5496
R_Thumb_CMC_Rotation_Z	126.2262
R_Thumb_MCP_Rotation_X	-17.7128
R_Thumb_MCP_Rotation_Y	-44.5497
R_Thumb_MCP_Rotation_Z	126.2262
R_Thumb_DIP_Rotation_X	-16.6979
R_Thumb_DIP_Rotation_Y	-44.3282
R_Thumb_DIP_Rotation_Z	126.7562
R_Thumb_TIP_Rotation_X	-16.6979
R_Thumb_TIP_Rotation_Y	-44.3282
R_Thumb_TIP_Rotation_Z	126.7562
R_Index_CMC_Rotation_X	-0.37998
R_Index_CMC_Rotation_Y	0
R_Index_CMC_Rotation_Z	0
R_Index_MCP_Rotation_X	61.09233
R_Index_MCP_Rotation_Y	-0.00376
R_Index_MCP_Rotation_Z	-0.95009
R_Index_PIP_Rotation_X	65.73084
R_Index_PIP_Rotation_Y	-0.64694
R_Index_PIP_Rotation_Z	-0.58803
R_Index_DIP_Rotation_X	70.47775
R_Index_DIP_Rotation_Y	-1.5727
R_Index_DIP_Rotation_Z	-0.23595
R_Index_TIP_Rotation_X	70.47973
R_Index_TIP_Rotation_Y	-1.35362
R_Index_TIP_Rotation_Z	-0.31366

R_Middle_CMC_Rotation_X	-0.38005
R_Middle_CMC_Rotation_Y	6.036885
R_Middle_CMC_Rotation_Z	0
R_Middle_MCP_Rotation_X	3.53166
R_Middle_MCP_Rotation_Y	9.702589
R_Middle_MCP_Rotation_Z	0.323807
R_Middle_PIP_Rotation_X	7.787044
R_Middle_PIP_Rotation_Y	9.938271
R_Middle_PIP_Rotation_Z	-1.63645
R_Middle_DIP_Rotation_X	12.2059
R_Middle_DIP_Rotation_Y	10.39791
R_Middle_DIP_Rotation_Z	-3.28096
R_Middle_TIP_Rotation_X	12.24487
R_Middle_TIP_Rotation_Y	10.35179
R_Middle_TIP_Rotation_Z	-3.0646
R_Ring_CMC_Rotation_X	-0.41345
R_Ring_CMC_Rotation_Y	12.60826
R_Ring_CMC_Rotation_Z	0
R_Ring_MCP_Rotation_X	0.974395
R_Ring_MCP_Rotation_Y	11.8133
R_Ring_MCP_Rotation_Z	-1.43619
R_Ring_PIP_Rotation_X	3.882516
R_Ring_PIP_Rotation_Y	12.05221
R_Ring_PIP_Rotation_Z	-3.42131
R_Ring_DIP_Rotation_X	6.920254
R_Ring_DIP_Rotation_Y	12.79621
R_Ring_DIP_Rotation_Z	-7.33015
R_Ring_TIP_Rotation_X	6.981111
R_Ring_TIP_Rotation_Y	12.7635
R_Ring_TIP_Rotation_Z	-7.05504
R_Pinky_CMC_Rotation_X	-0.4855
R_Pinky_CMC_Rotation_Y	22.00679
R_Pinky_CMC_Rotation_Z	0
R_Pinky_MCP_Rotation_X	0.451714
R_Pinky_MCP_Rotation_Y	16.02746
R_Pinky_MCP_Rotation_Z	-1.04609
R_Pinky_PIP_Rotation_X	5.970006
R_Pinky_PIP_Rotation_Y	16.22233
R_Pinky_PIP_Rotation_Z	-2.76991
R_Pinky_DIP_Rotation_X	11.4177
R_Pinky_DIP_Rotation_Y	17.09511
R_Pinky_DIP_Rotation_Z	-6.69499
R_Pinky_TIP_Rotation_X	11.50307
R_Pinky_TIP_Rotation_Y	17.03874
R_Pinky_TIP_Rotation_Z	-6.40411
R_Hand_Velocity_X	0
R_Hand_Velocity_Y	0
R_Hand_Velocity_Z	0
R_Thumb_CMC_Velocity_X	399.507
R_Thumb_CMC_Velocity_Y	111.9269
R_Thumb_CMC_Velocity_Z	-9.54764
R_Thumb_MCP_Velocity_X	641.2946
R_Thumb_MCP_Velocity_Y	236.0052
R_Thumb_MCP_Velocity_Z	-230.869
R_Thumb_DIP_Velocity_X	837.0001
R_Thumb_DIP_Velocity_Y	343.256
R_Thumb_DIP_Velocity_Z	-435.876
R_Thumb_TIP_Velocity_X	982.7361

R_Thumb_TIP_Velocity_Y	425.5567
R_Thumb_TIP_Velocity_Z	-597.771
R_Index_CMC_Velocity_X	331.2985
R_Index_CMC_Velocity_Y	111.4736
R_Index_CMC_Velocity_Z	-78.5045
R_Index_MCP_Velocity_X	720.9136
R_Index_MCP_Velocity_Y	339.8173
R_Index_MCP_Velocity_Z	-538.771
R_Index_PIP_Velocity_X	987.3432
R_Index_PIP_Velocity_Y	451.815
R_Index_PIP_Velocity_Z	-680.734
R_Index_DIP_Velocity_X	1121.924
R_Index_DIP_Velocity_Y	506.2644
R_Index_DIP_Velocity_Z	-744.319
R_Index_TIP_Velocity_X	1222.446
R_Index_TIP_Velocity_Y	545.1093
R_Index_TIP_Velocity_Z	-784.881
R_Middle_CMC_Velocity_X	242.9128
R_Middle_CMC_Velocity_Y	110.6526
R_Middle_CMC_Velocity_Z	-166.976
R_Middle_MCP_Velocity_X	582.1256
R_Middle_MCP_Velocity_Y	337.0901
R_Middle_MCP_Velocity_Z	-672.252
R_Middle_PIP_Velocity_X	821.993
R_Middle_PIP_Velocity_Y	507.034
R_Middle_PIP_Velocity_Z	-1066.84
R_Middle_DIP_Velocity_X	958.4771
R_Middle_DIP_Velocity_Y	600.4672
R_Middle_DIP_Velocity_Z	-1279
R_Middle_TIP_Velocity_X	1075.471
R_Middle_TIP_Velocity_Y	677.8902
R_Middle_TIP_Velocity_Z	-1450.77
R_Ring_CMC_Velocity_X	160.6494
R_Ring_CMC_Velocity_Y	109.3588
R_Ring_CMC_Velocity_Z	-247.315
R_Ring_MCP_Velocity_X	418.0363
R_Ring_MCP_Velocity_Y	312.9709
R_Ring_MCP_Velocity_Z	-751.011
R_Ring_PIP_Velocity_X	612.4313
R_Ring_PIP_Velocity_Y	460.4907
R_Ring_PIP_Velocity_Z	-1109.24
R_Ring_DIP_Velocity_X	726.0852
R_Ring_DIP_Velocity_Y	544.3853
R_Ring_DIP_Velocity_Z	-1309.74
R_Ring_TIP_Velocity_X	833.7989
R_Ring_TIP_Velocity_Y	621.4867
R_Ring_TIP_Velocity_Z	-1490.63
R_Pinky_CMC_Velocity_X	81.82729
R_Pinky_CMC_Velocity_Y	108.3824
R_Pinky_CMC_Velocity_Z	-325.289
R_Pinky_MCP_Velocity_X	229.7922
R_Pinky_MCP_Velocity_Y	272.2963
R_Pinky_MCP_Velocity_Z	-792.158
R_Pinky_PIP_Velocity_X	362.4283
R_Pinky_PIP_Velocity_Y	387.1332
R_Pinky_PIP_Velocity_Z	-1090.16
R_Pinky_DIP_Velocity_X	436.5666
R_Pinky_DIP_Velocity_Y	447.3274

R_Pinky_DIP_Velocity_Z	-1241.58
R_Pinky_TIP_Velocity_X	527.7131
R_Pinky_TIP_Velocity_Y	516.5115
R_Pinky_TIP_Velocity_Z	-1409.45
R_Hand_Acceleration_X	0
R_Hand_Acceleration_Y	0
R_Hand_Acceleration_Z	0
R_Thumb_CMC_Acceleration_X	44.37446
R_Thumb_CMC_Acceleration_Y	-87.7633
R_Thumb_CMC_Acceleration_Z	8.723884
R_Thumb_MCP_Acceleration_X	-16.2191
R_Thumb_MCP_Acceleration_Y	-105.429
R_Thumb_MCP_Acceleration_Z	-21.2116
R_Thumb_DIP_Acceleration_X	-68.1896
R_Thumb_DIP_Acceleration_Y	-117.053
R_Thumb_DIP_Acceleration_Z	-45.9852
R_Thumb_TIP_Acceleration_X	-107.763
R_Thumb_TIP_Acceleration_Y	-124.726
R_Thumb_TIP_Acceleration_Z	-64.5618
R_Index_CMC_Acceleration_X	33.99467
R_Index_CMC_Acceleration_Y	-66.5517
R_Index_CMC_Acceleration_Z	7.476567
R_Index_MCP_Acceleration_X	61.98405
R_Index_MCP_Acceleration_Y	-113.093
R_Index_MCP_Acceleration_Z	23.11134
R_Index_PIP_Acceleration_X	108.9821
R_Index_PIP_Acceleration_Y	-168.36
R_Index_PIP_Acceleration_Z	-308.464
R_Index_DIP_Acceleration_X	140.1729
R_Index_DIP_Acceleration_Y	-188.953
R_Index_DIP_Acceleration_Z	-501.901
R_Index_TIP_Acceleration_X	170.2309
R_Index_TIP_Acceleration_Y	-197.253
R_Index_TIP_Acceleration_Z	-668.223
R_Middle_CMC_Acceleration_X	20.87116
R_Middle_CMC_Acceleration_Y	-39.2232
R_Middle_CMC_Acceleration_Z	6.470919
R_Middle_MCP_Acceleration_X	41.75949
R_Middle_MCP_Acceleration_Y	-70.7073
R_Middle_MCP_Acceleration_Z	21.86107
R_Middle_PIP_Acceleration_X	51.45264
R_Middle_PIP_Acceleration_Y	-89.2782
R_Middle_PIP_Acceleration_Z	19.11735
R_Middle_DIP_Acceleration_X	54.81148
R_Middle_DIP_Acceleration_Y	-105.812
R_Middle_DIP_Acceleration_Z	11.87897
R_Middle_TIP_Acceleration_X	55.74989
R_Middle_TIP_Acceleration_Y	-124.117
R_Middle_TIP_Acceleration_Z	0.509262
R_Ring_CMC_Acceleration_X	9.387015
R_Ring_CMC_Acceleration_Y	-14.1499
R_Ring_CMC_Acceleration_Z	6.916523
R_Ring_MCP_Acceleration_X	21.2717
R_Ring_MCP_Acceleration_Y	-27.6532
R_Ring_MCP_Acceleration_Z	20.74528
R_Ring_PIP_Acceleration_X	9.910583
R_Ring_PIP_Acceleration_Y	-47.7877
R_Ring_PIP_Acceleration_Z	20.28465

R_Ring_DIP_Acceleration_X	1.982689
R_Ring_DIP_Acceleration_Y	-59.9985
R_Ring_DIP_Acceleration_Z	17.16041
R_Ring_TIP_Acceleration_X	-6.86646
R_Ring_TIP_Acceleration_Y	-72.0177
R_Ring_TIP_Acceleration_Z	11.27815
R_Pinky_CMC_Acceleration_X	-1.98126
R_Pinky_CMC_Acceleration_Y	10.05506
R_Pinky_CMC_Acceleration_Z	6.6576
R_Pinky_MCP_Acceleration_X	-0.95415
R_Pinky_MCP_Acceleration_Y	17.58957
R_Pinky_MCP_Acceleration_Z	17.8442
R_Pinky_PIP_Acceleration_X	-14.4968
R_Pinky_PIP_Acceleration_Y	-15.5926
R_Pinky_PIP_Acceleration_Z	30.45845
R_Pinky_DIP_Acceleration_X	-24.2643
R_Pinky_DIP_Acceleration_Y	-41.1701
R_Pinky_DIP_Acceleration_Z	31.14509
R_Pinky_TIP_Acceleration_X	-39.5679
R_Pinky_TIP_Acceleration_Y	-78.6924
R_Pinky_TIP_Acceleration_Z	23.27156
R_Pinch_ThumbToIndex	3.82058
R_Pinch_ThumbToMiddle	13.20059
R_Pinch_ThumbToRing	13.24829
R_Pinch_ThumbToPinky	12.47009
R_Thumb_CMC_Spread	47.96456
R_Thumb_CMC_Flex	-3.62074
R_Thumb_PIP_Flex	3.094084
R_Thumb_DIP_Flex	1.38621
R_Index_MCP_Spread	0
R_Index_MCP_Flex	61.089
R_Index_PIP_Flex	4.640132
R_Index_DIP_Flex	4.753574
R_Middle_MCP_Spread	-9.70245
R_Middle_MCP_Flex	3.527588
R_Middle_PIP_Flex	4.589152
R_Middle_DIP_Flex	4.710687
R_Ring_MCP_Spread	-11.8176
R_Ring_MCP_Flex	1.29528
R_Ring_PIP_Flex	3.320305
R_Ring_DIP_Flex	3.88746
R_Pinky_MCP_Spread	-16.0305
R_Pinky_MCP_Flex	0.770502
R_Pinky_PIP_Flex	5.997276
R_Pinky_DIP_Flex	6.575754
R_Thumb_CMC_Spread_AngularVelocity	7.882919
R_Thumb_CMC_Flex_AngularVelocity	-6.67688
R_Thumb_PIP_Flex_AngularVelocity	0.003791
R_Thumb_DIP_Flex_AngularVelocity	-0.00847
R_Index_MCP_Spread_AngularVelocity	0
R_Index_MCP_Flex_AngularVelocity	-23.9179
R_Index_PIP_Flex_AngularVelocity	-1.75738
R_Index_DIP_Flex_AngularVelocity	-1.57565
R_Middle_MCP_Spread_AngularVelocity	-1.06236
R_Middle_MCP_Flex_AngularVelocity	0.006666
R_Middle_PIP_Flex_AngularVelocity	-0.00258
R_Middle_DIP_Flex_AngularVelocity	0
R_Ring_MCP_Spread_AngularVelocity	-2.72862

R_Ring_MCP_Flex_AngularVelocity	3.752703
R_Ring_PIP_Flex_AngularVelocity	0
R_Ring_DIP_Flex_AngularVelocity	-0.00303
R_Pinky_MCP_Spread_AngularVelocity	-0.20554
R_Pinky_MCP_Flex_AngularVelocity	3.66516
R_Pinky_PIP_Flex_AngularVelocity	0.001945
R_Pinky_DIP_Flex_AngularVelocity	-0.00177
R_Thumb_CMC_Spread_AngularAcceleration	-359.486
R_Thumb_CMC_Flex_AngularAcceleration	297.8977
R_Thumb_PIP_Flex_AngularAcceleration	0.227451
R_Thumb_DIP_Flex_AngularAcceleration	-1.01624
R_Index_MCP_Spread_AngularAcceleration	-71.2164
R_Index_MCP_Flex_AngularAcceleration	1688.008
R_Index_PIP_Flex_AngularAcceleration	105.5734
R_Index_DIP_Flex_AngularAcceleration	95.33728
R_Middle_MCP_Spread_AngularAcceleration	-72.654
R_Middle_MCP_Flex_AngularAcceleration	0.399971
R_Middle_PIP_Flex_AngularAcceleration	105.2267
R_Middle_DIP_Flex_AngularAcceleration	94.94761
R_Ring_MCP_Spread_AngularAcceleration	149.7574
R_Ring_MCP_Flex_AngularAcceleration	107.5973
R_Ring_PIP_Flex_AngularAcceleration	0
R_Ring_DIP_Flex_AngularAcceleration	-0.36392
R_Pinky_MCP_Spread_AngularAcceleration	353.1417
R_Pinky_MCP_Flex_AngularAcceleration	474.3458
R_Pinky_PIP_Flex_AngularAcceleration	211.2482
R_Pinky_DIP_Flex_AngularAcceleration	189.2704
L_Hand_Position_Y	0
L_Hand_Position_Z	0
L_Thumb_CMC_Position_X	-3.51991
L_Thumb_CMC_Position_Y	0.050068
L_Thumb_CMC_Position_Z	3.621712
L_Thumb_MCP_Position_X	-3.03943
L_Thumb_MCP_Position_Y	-3.46539
L_Thumb_MCP_Position_Z	6.790985
L_Thumb_DIP_Position_X	-2.429
L_Thumb_DIP_Position_Y	-6.40075
L_Thumb_DIP_Position_Z	9.5629
L_Thumb_TIP_Position_X	-1.89715
L_Thumb_TIP_Position_Y	-8.61221
L_Thumb_TIP_Position_Z	11.70256
L_Index_CMC_Position_X	-2.37021
L_Index_CMC_Position_Y	0
L_Index_CMC_Position_Z	3.621712
L_Index_MCP_Position_X	-2.37021
L_Index_MCP_Position_Y	0.05009
L_Index_MCP_Position_Z	11.17456
L_Index_PIP_Position_X	-2.44413
L_Index_PIP_Position_Y	-4.39788
L_Index_PIP_Position_Z	13.63108
L_Index_DIP_Position_X	-2.482
L_Index_DIP_Position_Y	-6.864
L_Index_DIP_Position_Z	14.74303
L_Index_TIP_Position_X	-2.51013
L_Index_TIP_Position_Y	-8.89531
L_Index_TIP_Position_Z	15.463
L_Middle_CMC_Position_X	-0.8953
L_Middle_CMC_Position_Y	-0.03505

L_Middle_CMC_Position_Z	3.621712
L_Middle_MCP_Position_X	-0.10112
L_Middle_MCP_Position_Y	0.01504
L_Middle_MCP_Position_Z	11.13133
L_Middle_PIP_Position_X	0.848398
L_Middle_PIP_Position_Y	-0.3266
L_Middle_PIP_Position_Z	16.67333
L_Middle_DIP_Position_X	1.358745
L_Middle_DIP_Position_Y	-0.75527
L_Middle_DIP_Position_Z	19.65468
L_Middle_TIP_Position_X	1.770907
L_Middle_TIP_Position_Y	-1.31108
L_Middle_TIP_Position_Z	22.07051
L_Ring_CMC_Position_X	0.443679
L_Ring_CMC_Position_Y	-7.80E-05
L_Ring_CMC_Position_Z	3.621712
L_Ring_MCP_Position_X	1.958848
L_Ring_MCP_Position_Y	0.050012
L_Ring_MCP_Position_Z	10.3956
L_Ring_PIP_Position_X	2.976356
L_Ring_PIP_Position_Y	-0.06026
L_Ring_PIP_Position_Z	15.27218
L_Ring_DIP_Position_X	3.546751
L_Ring_DIP_Position_Y	-0.28411
L_Ring_DIP_Position_Z	18.0015
L_Ring_TIP_Position_X	4.062275
L_Ring_TIP_Position_Y	-0.65938
L_Ring_TIP_Position_Z	20.46355
L_Pinky_CMC_Position_X	1.743431
L_Pinky_CMC_Position_Y	-0.00017
L_Pinky_CMC_Position_Z	3.621712
L_Pinky_MCP_Position_X	3.958467
L_Pinky_MCP_Position_Y	0.049919
L_Pinky_MCP_Position_Z	9.102249
L_Pinky_PIP_Position_X	5.05302
L_Pinky_PIP_Position_Y	-0.00135
L_Pinky_PIP_Position_Z	12.91514
L_Pinky_DIP_Position_X	5.606776
L_Pinky_DIP_Position_Y	-0.23975
L_Pinky_DIP_Position_Z	14.85578
L_Pinky_TIP_Position_X	6.213335
L_Pinky_TIP_Position_Y	-0.77047
L_Pinky_TIP_Position_Z	17.01577
L_Hand_Rotation_X	0
L_Hand_Rotation_Y	0
L_Hand_Rotation_Z	0
L_Thumb_CMC_Rotation_X	-20.8069
L_Thumb_CMC_Rotation_Y	-44.5496
L_Thumb_CMC_Rotation_Z	126.2262
L_Thumb_MCP_Rotation_X	-17.7128
L_Thumb_MCP_Rotation_Y	-44.5497
L_Thumb_MCP_Rotation_Z	126.2262
L_Thumb_DIP_Rotation_X	-16.6979
L_Thumb_DIP_Rotation_Y	-44.3282
L_Thumb_DIP_Rotation_Z	126.7562
L_Thumb_TIP_Rotation_X	-16.6979
L_Thumb_TIP_Rotation_Y	-44.3282
L_Thumb_TIP_Rotation_Z	126.7562

L_Index_CMC_Rotation_X	-0.37998
L_Index_CMC_Rotation_Y	0
L_Index_CMC_Rotation_Z	0
L_Index_MCP_Rotation_X	61.09233
L_Index_MCP_Rotation_Y	-0.00376
L_Index_MCP_Rotation_Z	-0.95009
L_Index_PIP_Rotation_X	65.73084
L_Index_PIP_Rotation_Y	-0.64694
L_Index_PIP_Rotation_Z	-0.58803
L_Index_DIP_Rotation_X	70.47775
L_Index_DIP_Rotation_Y	-1.5727
L_Index_DIP_Rotation_Z	-0.23595
L_Index_TIP_Rotation_X	70.47973
L_Index_TIP_Rotation_Y	-1.35362
L_Index_TIP_Rotation_Z	-0.31366
L_Middle_CMC_Rotation_X	-0.38005
L_Middle_CMC_Rotation_Y	6.036885
L_Middle_CMC_Rotation_Z	0
L_Middle_MCP_Rotation_X	3.53166
L_Middle_MCP_Rotation_Y	9.702589
L_Middle_MCP_Rotation_Z	0.323807
L_Middle_PIP_Rotation_X	7.787044
L_Middle_PIP_Rotation_Y	9.938271
L_Middle_PIP_Rotation_Z	-1.63645
L_Middle_DIP_Rotation_X	12.2059
L_Middle_DIP_Rotation_Y	10.39791
L_Middle_DIP_Rotation_Z	-3.28096
L_Middle_TIP_Rotation_X	12.24487
L_Middle_TIP_Rotation_Y	10.35179
L_Middle_TIP_Rotation_Z	-3.0646
L_Ring_CMC_Rotation_X	-0.41345
L_Ring_CMC_Rotation_Y	12.60826
L_Ring_CMC_Rotation_Z	0
L_Ring_MCP_Rotation_X	0.974395
L_Ring_MCP_Rotation_Y	11.8133
L_Ring_MCP_Rotation_Z	-1.43619
L_Ring_PIP_Rotation_X	3.882516
L_Ring_PIP_Rotation_Y	12.05221
L_Ring_PIP_Rotation_Z	-3.42131
L_Ring_DIP_Rotation_X	6.920254
L_Ring_DIP_Rotation_Y	12.79621
L_Ring_DIP_Rotation_Z	-7.33015
L_Ring_TIP_Rotation_X	6.981111
L_Ring_TIP_Rotation_Y	12.7635
L_Ring_TIP_Rotation_Z	-7.05504
L_Pinky_CMC_Rotation_X	-0.4855
L_Pinky_CMC_Rotation_Y	22.00679
L_Pinky_CMC_Rotation_Z	0
L_Pinky_MCP_Rotation_X	0.451714
L_Pinky_MCP_Rotation_Y	16.02746
L_Pinky_MCP_Rotation_Z	-1.04609
L_Pinky_PIP_Rotation_X	5.970006
L_Pinky_PIP_Rotation_Y	16.22233
L_Pinky_PIP_Rotation_Z	-2.76991
L_Pinky_DIP_Rotation_X	11.4177
L_Pinky_DIP_Rotation_Y	17.09511
L_Pinky_DIP_Rotation_Z	-6.69499
L_Pinky_TIP_Rotation_X	11.50307

L_Pinky_TIP_Rotation_Y	17.03874
L_Pinky_TIP_Rotation_Z	-6.40411
L_Hand_Velocity_X	0
L_Hand_Velocity_Y	0
L_Hand_Velocity_Z	0
L_Thumb_CMC_Velocity_X	399.507
L_Thumb_CMC_Velocity_Y	111.9269
L_Thumb_CMC_Velocity_Z	-9.54764
L_Thumb_MCP_Velocity_X	641.2946
L_Thumb_MCP_Velocity_Y	236.0052
L_Thumb_MCP_Velocity_Z	-230.869
L_Thumb_DIP_Velocity_X	837.0001
L_Thumb_DIP_Velocity_Y	343.256
L_Thumb_DIP_Velocity_Z	-435.876
L_Thumb_TIP_Velocity_X	982.7361
L_Thumb_TIP_Velocity_Y	425.5567
L_Thumb_TIP_Velocity_Z	-597.771
L_Index_CMC_Velocity_X	331.2985
L_Index_CMC_Velocity_Y	111.4736
L_Index_CMC_Velocity_Z	-78.5045
L_Index_MCP_Velocity_X	720.9136
L_Index_MCP_Velocity_Y	339.8173
L_Index_MCP_Velocity_Z	-538.771
L_Index_PIP_Velocity_X	987.3432
L_Index_PIP_Velocity_Y	451.815
L_Index_PIP_Velocity_Z	-680.734
L_Index_DIP_Velocity_X	1121.924
L_Index_DIP_Velocity_Y	506.2644
L_Index_DIP_Velocity_Z	-744.319
L_Index_TIP_Velocity_X	1222.446
L_Index_TIP_Velocity_Y	545.1093
L_Index_TIP_Velocity_Z	-784.881
L_Middle_CMC_Velocity_X	242.9128
L_Middle_CMC_Velocity_Y	110.6526
L_Middle_CMC_Velocity_Z	-166.976
L_Middle_MCP_Velocity_X	582.1256
L_Middle_MCP_Velocity_Y	337.0901
L_Middle_MCP_Velocity_Z	-672.252
L_Middle_PIP_Velocity_X	821.993
L_Middle_PIP_Velocity_Y	507.034
L_Middle_PIP_Velocity_Z	-1066.84
L_Middle_DIP_Velocity_X	958.4771
L_Middle_DIP_Velocity_Y	600.4672
L_Middle_DIP_Velocity_Z	-1279
L_Middle_TIP_Velocity_X	1075.471
L_Middle_TIP_Velocity_Y	677.8902
L_Middle_TIP_Velocity_Z	-1450.77
L_Ring_CMC_Velocity_X	160.6494
L_Ring_CMC_Velocity_Y	109.3588
L_Ring_CMC_Velocity_Z	-247.315
L_Ring_MCP_Velocity_X	418.0363
L_Ring_MCP_Velocity_Y	312.9709
L_Ring_MCP_Velocity_Z	-751.011
L_Ring_PIP_Velocity_X	612.4313
L_Ring_PIP_Velocity_Y	460.4907
L_Ring_PIP_Velocity_Z	-1109.24
L_Ring_DIP_Velocity_X	726.0852
L_Ring_DIP_Velocity_Y	544.3853

L_Ring_DIP_Velocity_Z	-1309.74
L_Ring_TIP_Velocity_X	833.7989
L_Ring_TIP_Velocity_Y	621.4867
L_Ring_TIP_Velocity_Z	-1490.63
L_Pinky_CMC_Velocity_X	81.82729
L_Pinky_CMC_Velocity_Y	108.3824
L_Pinky_CMC_Velocity_Z	-325.289
L_Pinky_MCP_Velocity_X	229.7922
L_Pinky_MCP_Velocity_Y	272.2963
L_Pinky_MCP_Velocity_Z	-792.158
L_Pinky_PIP_Velocity_X	362.4283
L_Pinky_PIP_Velocity_Y	387.1332
L_Pinky_PIP_Velocity_Z	-1090.16
L_Pinky_DIP_Velocity_X	436.5666
L_Pinky_DIP_Velocity_Y	447.3274
L_Pinky_DIP_Velocity_Z	-1241.58
L_Pinky_TIP_Velocity_X	527.7131
L_Pinky_TIP_Velocity_Y	516.5115
L_Pinky_TIP_Velocity_Z	-1409.45
L_Hand_Acceleration_X	0
L_Hand_Acceleration_Y	0
L_Hand_Acceleration_Z	0
L_Thumb_CMC_Acceleration_X	44.37446
L_Thumb_CMC_Acceleration_Y	-87.7633
L_Thumb_CMC_Acceleration_Z	8.723884
L_Thumb_MCP_Acceleration_X	-16.2191
L_Thumb_MCP_Acceleration_Y	-105.429
L_Thumb_MCP_Acceleration_Z	-21.2116
L_Thumb_DIP_Acceleration_X	-68.1896
L_Thumb_DIP_Acceleration_Y	-117.053
L_Thumb_DIP_Acceleration_Z	-45.9852
L_Thumb_TIP_Acceleration_X	-107.763
L_Thumb_TIP_Acceleration_Y	-124.726
L_Thumb_TIP_Acceleration_Z	-64.5618
L_Index_CMC_Acceleration_X	33.99467
L_Index_CMC_Acceleration_Y	-66.5517
L_Index_CMC_Acceleration_Z	7.476567
L_Index_MCP_Acceleration_X	61.98405
L_Index_MCP_Acceleration_Y	-113.093
L_Index_MCP_Acceleration_Z	23.11134
L_Index_PIP_Acceleration_X	108.9821
L_Index_PIP_Acceleration_Y	-168.36
L_Index_PIP_Acceleration_Z	-308.464
L_Index_DIP_Acceleration_X	140.1729
L_Index_DIP_Acceleration_Y	-188.953
L_Index_DIP_Acceleration_Z	-501.901
L_Index_TIP_Acceleration_X	170.2309
L_Index_TIP_Acceleration_Y	-197.253
L_Index_TIP_Acceleration_Z	-668.223
L_Middle_CMC_Acceleration_X	20.87116
L_Middle_CMC_Acceleration_Y	-39.2232
L_Middle_CMC_Acceleration_Z	6.470919
L_Middle_MCP_Acceleration_X	41.75949
L_Middle_MCP_Acceleration_Y	-70.7073
L_Middle_MCP_Acceleration_Z	21.86107
L_Middle_PIP_Acceleration_X	51.45264
L_Middle_PIP_Acceleration_Y	-89.2782
L_Middle_PIP_Acceleration_Z	19.11735

L_Middle_DIP_Acceleration_X	54.81148
L_Middle_DIP_Acceleration_Y	-105.812
L_Middle_DIP_Acceleration_Z	11.87897
L_Middle_TIP_Acceleration_X	55.74989
L_Middle_TIP_Acceleration_Y	-124.117
L_Middle_TIP_Acceleration_Z	0.509262
L_Ring_CMC_Acceleration_X	9.387015
L_Ring_CMC_Acceleration_Y	-14.1499
L_Ring_CMC_Acceleration_Z	6.916523
L_Ring_MCP_Acceleration_X	21.2717
L_Ring_MCP_Acceleration_Y	-27.6532
L_Ring_MCP_Acceleration_Z	20.74528
L_Ring_PIP_Acceleration_X	9.910583
L_Ring_PIP_Acceleration_Y	-47.7877
L_Ring_PIP_Acceleration_Z	20.28465
L_Ring_DIP_Acceleration_X	1.982689
L_Ring_DIP_Acceleration_Y	-59.9985
L_Ring_DIP_Acceleration_Z	17.16041
L_Ring_TIP_Acceleration_X	-6.86646
L_Ring_TIP_Acceleration_Y	-72.0177
L_Ring_TIP_Acceleration_Z	11.27815
L_Pinky_CMC_Acceleration_X	-1.98126
L_Pinky_CMC_Acceleration_Y	10.05506
L_Pinky_CMC_Acceleration_Z	6.6576
L_Pinky_MCP_Acceleration_X	-0.95415
L_Pinky_MCP_Acceleration_Y	17.58957
L_Pinky_MCP_Acceleration_Z	17.8442
L_Pinky_PIP_Acceleration_X	-14.4968
L_Pinky_PIP_Acceleration_Y	-15.5926
L_Pinky_PIP_Acceleration_Z	30.45845
L_Pinky_DIP_Acceleration_X	-24.2643
L_Pinky_DIP_Acceleration_Y	-41.1701
L_Pinky_DIP_Acceleration_Z	31.14509
L_Pinky_TIP_Acceleration_X	-39.5679
L_Pinky_TIP_Acceleration_Y	-78.6924
L_Pinky_TIP_Acceleration_Z	23.27156
L_Pinch_ThumbToIndex	3.82058
L_Pinch_ThumbToMiddle	13.20059
L_Pinch_ThumbToRing	13.24829
L_Pinch_ThumbToPinky	12.47009
L_Thumb_CMC_Spread	47.96456
L_Thumb_CMC_Flex	-3.62074
L_Thumb_PIP_Flex	3.094084
L_Thumb_DIP_Flex	1.38621
L_Index_MCP_Spread	0
L_Index_MCP_Flex	61.089
L_Index_PIP_Flex	4.640132
L_Index_DIP_Flex	4.753574
L_Middle_MCP_Spread	-9.70245
L_Middle_MCP_Flex	3.527588
L_Middle_PIP_Flex	4.589152
L_Middle_DIP_Flex	4.710687
L_Ring_MCP_Spread	-11.8176
L_Ring_MCP_Flex	1.29528
L_Ring_PIP_Flex	3.320305
L_Ring_DIP_Flex	3.88746
L_Pinky_MCP_Spread	-16.0305
L_Pinky_MCP_Flex	0.770502

L_Pinky_PIP_Flex	5.997276
L_Pinky_DIP_Flex	6.575754
L_Thumb_CMC_Spread_AngularVelocity	7.882919
L_Thumb_CMC_Flex_AngularVelocity	-6.67688
L_Thumb_PIP_Flex_AngularVelocity	0.003791
L_Thumb_DIP_Flex_AngularVelocity	-0.00847
L_Index_MCP_Spread_AngularVelocity	0
L_Index_MCP_Flex_AngularVelocity	-23.9179
L_Index_PIP_Flex_AngularVelocity	-1.75738
L_Index_DIP_Flex_AngularVelocity	-1.57565
L_Middle_MCP_Spread_AngularVelocity	-1.06236
L_Middle_MCP_Flex_AngularVelocity	0.006666
L_Middle_PIP_Flex_AngularVelocity	-0.00258
L_Middle_DIP_Flex_AngularVelocity	0
L_Ring_MCP_Spread_AngularVelocity	-2.72862
L_Ring_MCP_Flex_AngularVelocity	3.752703
L_Ring_PIP_Flex_AngularVelocity	0
L_Ring_DIP_Flex_AngularVelocity	-0.00303
L_Pinky_MCP_Spread_AngularVelocity	-0.20554
L_Pinky_MCP_Flex_AngularVelocity	3.66516
L_Pinky_PIP_Flex_AngularVelocity	0.001945
L_Pinky_DIP_Flex_AngularVelocity	-0.00177
L_Thumb_CMC_Spread_AngularAcceleration	-359.486
L_Thumb_CMC_Flex_AngularAcceleration	297.8977
L_Thumb_PIP_Flex_AngularAcceleration	0.227451
L_Thumb_DIP_Flex_AngularAcceleration	-1.01624
L_Index_MCP_Spread_AngularAcceleration	-71.2164
L_Index_MCP_Flex_AngularAcceleration	1688.008
L_Index_PIP_Flex_AngularAcceleration	105.5734
L_Index_DIP_Flex_AngularAcceleration	95.33728
L_Middle_MCP_Spread_AngularAcceleration	-72.654
L_Middle_MCP_Flex_AngularAcceleration	0.399971
L_Middle_PIP_Flex_AngularAcceleration	105.2267
L_Middle_DIP_Flex_AngularAcceleration	94.94761
L_Ring_MCP_Spread_AngularAcceleration	149.7574
L_Ring_MCP_Flex_AngularAcceleration	107.5973
L_Ring_PIP_Flex_AngularAcceleration	0
L_Ring_DIP_Flex_AngularAcceleration	-0.36392
L_Pinky_MCP_Spread_AngularAcceleration	353.1417
L_Pinky_MCP_Flex_AngularAcceleration	474.3458
L_Pinky_PIP_Flex_AngularAcceleration	211.2482
L_Pinky_DIP_Flex_AngularAcceleration	189.2704

[라벨링 데이터] (JSON 포맷)


```
{
  "input_data_info": {
    "timestamp": "2025-06-20T00:00:06:867",
    "RGB_image_info": {
      "image_id": "000002",
      "image_file": "flower_thinning_02.jpeg",
      "width": 1920,
      "height": 1200
    },
    "question": "현재 목표 꽃에 접근하고 있는 상태인데, 계속 진행해도
되는지 알려줘",
    "meta_data_info": {
      "task_id": "000002",
```

```
      "task_type": "적화",
      "Depth_image_info": {
        "image_id": "000002",
        "image_file": "flower_thinning_02_depth.jpeg",
        "width": 1920,
        "height": 1200
      },
      "env_sensor": {
        "temperature": 21.5,
        "humidity": 55,
        "wind_speed": 0.7,
        "light_intensity": 72000
      },
      "glove_data_L": {
        "raw_data_file": "step_02_glove.csv",
        "finger_pressure" : [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0],
        "bbox": [0.4, 0.5, 0.2, 0.2],
        "size": 15,
        "status": {
          "posture": "펼친 모양",
          "description": "손이 펼쳐진 자세로 타겟 꽃에 접근 중입니다."
        },
        "position": "우측 하단"
      },
      "glove_data_R": {
        "raw_data_file": "step_02_glove.csv",
        "finger_pressure" : [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0],
        "bbox": null,
        "size": null,
        "status": {
          "posture": null,
          "description": null
        },
        "position": null
      },
      "object_data": {
        "bbox": [0.35, 0.43, 0.1, 0.1],
        "size": 2.5,
        "type": "꽃",
        "status": "적화 대상",
        "position": "중앙 상단"
      },
      "tool_data": {
        "bbox": null,
        "size": null,
        "type": null,
        "status": null,
        "position": null
      },
      "glove_object_distance": 0.1,
      "previous_result": "적화준비 상태입니다. 주변 환경과 목표물의 상태가
매우 양호합니다. 목표인 측화를 제거하기 위해 목표 꽃 방향으로 이동시켜
주세요."
    }
  },
  "output_data_info": {
    "CoT": [
      "1단계[환경 평가]:잡기(Grasp)라는 물리적 접촉을 실행하기에 앞서,
'접근' 단계에서 확인했던 환경의 미세한 변화 가능성을 최종 점검합니다.
바람은 여전히 정밀 제어를 방해하지 않을 수준이고, 광량도 충분하여 시각
센서의 신뢰도가 확보됩니다. 특히 목표물 주변에 바람에 날리는 잎이나
움직이는 곤충과 같은 돌발 변수가 없음을 재확인합니다. 이로써, 파지 동작
중 발생할 수 있는 외부 환경 요인에 의한 실패 가능성은 극히 낮다고
판단하고, 계획된 동작을 그대로 수행하기로 결정합니다.",
      "2단계[목표 평가]: 파지할 목표인 측화(object_data) 내에서, 최종
파지 지점을 '꽃자루(과경)' 영역으로 특정합니다. 이는 꽃의 본체(꽃잎, 씨방
등)를 직접 파지할 경우 발생할 수 있는 작업 실패 및 대상 손상을 방지하고,
제거 시 힘을 효과적으로 전달하기 위한 전략이다. 따라서 시각 시스템은
```

	식별된 꽃의 영역 내에서 꽃자루에 해당하는 부분을 찾아, 그 중심점을 최종 파지 목표 좌표로 설정합니다.", "3단계[작업자 상태 평가]: 확정된 목표 지점(꽃자루)에 대한 파지 실행 가능성을 현재 엔드 이펙터(손)의 상태를 통해 검증합니다. '접근' 단계의 결과로, 손은 이미 목표물 바로 앞에서 파지를 위한 '펼친 모양'으로 대기 중입니다. 이는 큰 추가 이동 없이, 손가락을 오므리는 최소한의 동작만으로 목표 지점에 도달할 수 있음을 의미합니다. 현재의 위치와 자세는 계획된 파지 동작을 수행하기에 충돌이나 오차 발생 위험이 없는 최적의 초기 조건임을 확인합니다.", "4단계[통합 판단]: 목표(측화)와 작업손(펴짐)의 상태가 모두 적절하며, 목표물까지의 거리는 0.1로 접근 가능 범위 안에 있습니다.", "5단계[행동 결정]: 현재 위치에서 목표 측화의 바로 아래까지 손을 정밀하게 이동시켜 최종 제거 준비를 지시합니다. 목표 좌표로 약 0.1 더 접근이 필요합니다."], "result": "적화준비 상태입니다. 현재 환경 조건인 온도, 습도, 바람, 광량과 함께 꽃의 모양, 거리, 그리고 손의 모양과 거리를 종합적으로 고려할 때, 손을 목표 좌표로 0.1 이동시켜 주세요." } }

[참고 1. glove_object_distance 정의]

glove_object_distance는 기본적으로 mm단위로 작성됨.

확보된 2D 이미지(RGB, Depth)를 이용하여 특정 객체 사이의 3차원 공간상 거리를 측정하는 방법론을 정립하고 예시 데이터를 통해 그 과정을 설명.

가. 기본 데이터 정의

- 이미지 데이터

구분	파일명	해상도	역할
RGB 이미지	_R.jpeg	1920*1080	객체 위치 식별
Depth 이미지	_D.jpeg	640*400	깊이 정보 추정

- OAK-D 카메라 스펙 데이터

항목(Item)	값 (Value)	단위 (Unit)	공식 내 역할(Role in Formula)
스테레오 베이스라인	75	mm	4단계 공식에서 B에 해당. 두 카메라 렌즈 사 이의 물리적 거리
모노 카메라 초점 거리	441	pixels	4, 5단계 공식에서 f에 해당. 렌즈와 이미지 센서 사이의 거리
최대 시차	95	pixels	정규화 된 시차 값을 실제 시차 D로 변환하는 데 사용되는 기준 값.

나. glove_object_distance 측정 프로세스

단계	프로세스	설명	핵심 공식
1단계	객체 영역(Bbox) 설정	RGB 이미지에서 분석할 객체를 포함하는 경계 박스(Bbox)를 설정	$Bbox = (x, y, w, h)$ 여기서 x, y : 경계박스 좌측 상단 좌표, w, h : 너비와 높이
2단계	좌표 정렬	1단계의 Bbox 좌표를 Depth 이미지의 크기에 맞게 비례 축소	$Bbox_{depth} = Bbox * \left(\frac{W_{depth}}{W_{rgb}} \right)$

3단계	대표 시차 값 산출	(히스토그램 분석) Bbox 내 모든 픽셀의 시차 값을 분석하여 가장 빈번하게 나타나는 대표 시차 값을 찾음	$D_{norm} = Peak(Histogram(Bbox_{depth}))$
4단계	대표 깊이(Z) 계산	산축된 대표 시차 값을 이용해 객체의 대표 깊이(거리)를 계산	$Z = \frac{B * f * \left(\frac{255}{D_{\max}}\right)}{D_{norm}}$ 여기서 B : 베이스라인, f : 초점거리, $D_{\max}$: 최대시차
5단계	3D 좌표 변환	Bbox를 중심점과 대표 깊이를 결합하여 객체의 3D 공간 좌표를 생성	$X = \frac{(u_{center} - c_x) * Z}{f}$, $y = \frac{(v_{center} - c_x) * Z}{f}$, 여기서 $u(v)_{center}$: bbox 가로(세로) 중심좌표, f : 초점거리
6단계	최종 거리 계산	두 객체의 3D 좌표 간의 유클리드 거리를 계산하여 최종 결과를 도출	$Distance = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$

다. 예시 데이터를 이용한 단계별 상세 계산

- **1단계** : RGB 이미지에서 bbox좌표 식별
  - 대상 객체의 bbox좌표
    - 나뭇잎: (x:850, y:250, w:100, h:100)
    - 열매: (x:1150, y:760, w:100, h:100)
- **2단계** : Disparity이미지에bbox좌표 정렬
  - x,w좌표에 (640 / 1920), y,h좌표에 (400 / 1080) 적용
    - 나뭇잎 Bbox: (x:283, y:92, w:33, h:37)
    - 열매 Bbox: (x:383, y:281, w:33, h:37)
- **3단계** : 대표 시차 값 산출 (히스토그램 분석 상세)
  - Bbox내 모든 픽셀의 색상을 cv2.COLORMAP_JET기준으로 0~255으로 정규화 변환 후그 값들의 빈도수(히스토그램)를 분석하여 가장 많이 나타나는 값을 객체의 대표 값으로 선정
    - 나뭇잎: 최빈값이80이라고 가정
    - 열매: 최빈값이160이라고 가정
- **4단계** : 대표깊이(Z) 계산
    - 나뭇잎: Z= (75 × 441) / (80 / (255 / 95))➔ 1109.2 mm
    - 열매:Z= (75 × 441) / (160 / (255 / 95))➔ 554.6 mm
- **5단계** : 3D 공간 좌표 변환
  - Bbox의 중심점(u_center, v_center)과 4단계에서 구한 대표 깊이(Z)를 이용해 3D 공간 좌표(X, Y, Z)를 계산
  - 나뭇잎 : u_center= 299, v_center= 110, Z=1109.2
    - X = ((299 - 320) * 1109.2) / 441 = -52.8 mm
    - Y = ((110 - 200) * 1109.2) / 441 = -225.8 mm
    - 결과: (-52.8, -225.8, 1109.2)
  - 열매 : u_center= 399, v_center= 299, Z=554.6
    - X = ((399 - 320) * 554.6) / 441 = 99.4 mm
    - Y = ((299 - 200) * 554.6) / 441 = -123.5 mm

- 결과: (-52.8, -225.8, 1109.2)

▪ **6단계** : 유클리드 거리 계산

• Distance= √((99.4 - (-52.8))² + (123.5 - (-225.8))² + (554.6 - 1109.2)²)

- 최종 측정 거리: 약 675.2mm

2. 품질 지표 및 목표

각 품질특성 별 항목의 수에 따라 행을 추가해서 기입하고 붙임의 품질 지표·기준 설정 예시를 참고하여 작성

<table>
<tr><th>품질특성</th><th>항목명</th><th>측정
지표</th><th>정량 목표</th><th>지표 및 목표 설정 근거</th></tr>
<tr><td rowspan="2">다양성
(통계)</td><td>~~어미자당~~
~~바운딩 박스 분포~~</td><td>~~구성바~~</td><td>~~분포 확안~~</td><td>~~구축 완료 후 통계 확안~~</td></tr>
<tr><td>~~작업 사용 손 분포~~</td><td>~~구성바~~</td><td>~~분포 확안~~</td><td>~~구축 완료 후 통계 확안~~</td></tr>
<tr><td rowspan="6">다양성
(요건)</td><td>농작물 분포</td><td>구성비
중첩률</td><td>구성비 중첩률 50%
목표 구성비
사과 37.3%
배 24%
복숭아 18%
자두 20.7%
총계 100%</td><td>초거대AI 데이터 구축 시 정의한 분류체계(카테고리)를 기준으로 라벨링 데이터에 포함된 클래스 정보를 추출하여 통계치 산출</td></tr>
<tr><td>작업 분포</td><td>구성비
중첩률</td><td>구성비 중첩률 50%
목표 구성비
적화 8%
적과 13.3%
가지치기 20%
수확 58.7%
총계 100%</td><td>초거대AI 데이터 구축 시 정의한 분류체계(카테고리)를 기준으로 라벨링 데이터에 포함된 클래스 정보를 추출하여 통계치 산출</td></tr>
<tr><td>수확 대상 분포(배)</td><td>구성비
중첩률</td><td>구성비 중첩률 50%
목표 구성비
수확 72.2%
비수확 27.8%
총계 100%</td><td>초거대AI 데이터 구축 시 정의한 분류체계(카테고리)를 기준으로 라벨링 데이터에 포함된 클래스 정보를 추출하여 통계치 산출</td></tr>
<tr><td>데이터 1set 당
최소 토큰(어절) 수</td><td>최소
수량</td><td>데이터 1set 당
50토큰(어절) 이상</td><td>라벨링 데이터의 질의응답 및 CoT 토큰(어절) 수 산출</td></tr>
<tr><td>질문 최소
토큰(어절) 수</td><td>최소
수량</td><td>10토큰(어절) 이상</td><td>라벨링 데이터의 질문 토큰(어절) 수 산출</td></tr>
<tr><td>답변 최소
토큰(어절) 수</td><td>최소
수량</td><td>10토큰(어절) 이상</td><td>라벨링 데이터의 답변 토큰(어절) 수 산출</td></tr>
<tr><td>CoT 단계 수</td><td>최소
수량</td><td>5단계 이상</td><td>라벨링 데이터 내 CoT의 단계(Step) 산출</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구문
정확성</td><td>구조 정확성</td><td>정확도</td><td>99.5%</td><td rowspan="2">라벨링 파일 내 항목별 형식 점검</td></tr>
<tr><td>형식 정확성</td><td>정확도</td><td>99.5%</td></tr>
</table>

품질특성	항목명		측정 지표	정량 목표	지표 및 목표 설정 근거
의미 정확성	정렬성		정확도	95% 이상	이미지, csv, json 파일 내 timestamp가 일치하는지 검사. ※ 오차범위 ±0.1초 허용
	추론 적절성	질의 적정성	정확도	90% 이상	라벨링 데이터 json의 'question' 항목 검사. 질의문장이 3어절 이상이며, 정확하게 생성되었는지. 문법적 오류 없이 자연스러운 문장인지 검사.
		답변 적정성	정확도	90% 이상	라벨링 데이터 json의 'answer' 항목 검사. 이미지, 질의, CoT를 기반으로 질의에 대한 답변의 적합성 여부 판단 및 문법적 오류 없이 자연스러운 문장인지 검사.
	추론 일관성	메타데이터 적정성	정확도	90% 이상	메타데이터의 항목과 값이 이미지와 시간적으로 동일한지와 항목과 값이 정확한지.
		CoT 적정성	정확도	90% 이상	라벨링 데이터 json의 'CoT' 항목 검사. 농사로 기반 가이드라인을 토대로 CoT의 적정성 검사.
	BBOX 정확성		정확도	95% 이상	라벨링 데이터 josn의 'bbox' 좌표값 검사 및 bbox의 클래스가 적절한지 판별
유효성	학습모델 유효성		Judge LLM	62.5 이상	Mind Your Step (by Step), (https://arxiv.org/pdf/2410.21333) [참고 2. 지표 수치 근거] 참고

[참고 2. 지표 수치 근거]

가. 지표 근거

1. 단답형 질문응답 모델

- 기존 VARCO-VISION은 주로 단답형 질문 응답(VQA, Grounding, Referring) 태스크를 대상으로 학습 및 평가가 진행되었으며, 이에 따라 높은 JudgeLLM 기반 평가 성능(84.74%)을 달성한 바 있음.

2. 복합 reasoning (Chain-of-Thought) 모델

- 본 과제는 단순 응답 생성이 아닌, 다단계 사고(Chain-of-Thought Reasoning)와 최종 결과 생성을 요구함. CoT 방식은 reasoning 과정과 답변 일관성을 동시에 평가하므로 단일 응답 대비 모델의 학습 난이도 및 평가 난이도가 상승함.

나. 지표 수치 설정 근거

CoT reasoning 과제 특성과 데이터 구축 차이를 고려하여 목표 성능을 설정함.

1. Task 난이도에 따른 성능 하락 근거

- 일반 VQA 태스크 대비 Chain-of-Thought reasoning 과제는 다단계 추론 오류가 발생할 가능성이 높음.
- 특히, 최근 논문 Mind Your Step (by Step) (arXiv:2410.21333)에서는 COT를 적용할 경우 OpenAI o1-preview 모델 기준으로 최대 36.3% 하락이 발생했다고 보고함.
  "we find that a diverse collection of state-of-the-art models exhibit significant drop-offs in performance (e.g., up to 36.3% absolute accuracy for OpenAI o1-preview compared to GPT-4o) when using inference-time reasoning compared to zero-shot counterparts." (Mind Your Step, 2024)
- 따라서, 일반 QA task → CoT task로 전환 시 최대 ~36% 수준의 성능 하락이 예상됨.

2. JudgeLLM 평가 기준의 엄격성 증가

- JudgeLLM은 단순 정답 매칭이 아니라 reasoning 과정의 자연스러움, 논리 전개 타당성 등을 종합 평가함.
- CoT 결과물은 reasoning 과정이 길어지는 만큼 평가 오류 발생 가능성도 높아져, 추가적인 성능 감소를 야기할 수 있음.

3. 데이터 도메인 특수성

- 본 과제 데이터셋은 일반 도메인(Open VQA 데이터)이 아니라, 농작업 특화 및 복합 환경 데이터를 기반으로 구축됨.
- 기존 VARCO-VISION이 학습한 데이터셋 대비 난이도가 높고 일반화가 어려운 특수 도메인 데이터임.

4. 전체 데이터 양과 일반화 한계

- 학습량은 10,000건으로 제한되며, 이 중 1,000건(10%)만 추론에 사용됨.
- 소규모 데이터로 복합 reasoning을 수행해야 하므로 초기 성능 목표를 보수적으로 설정할 필요가 있음.

다. 수치 설정

1. VARCO-VISION (CoT 적용 X) 성능: 약 84.74 (JudgeLLM 기준)
2. Visual-CoT (CoT 적용 O) 성능: 55.0 (JudgeLLM 기준)
3. CoT reasoning 전환 및 데이터 특수성 고려 시 예상 성능 감소:

- 최근 논문 Mind Your Step[1]과 Language Models Don't Always Say What They Think[2]에서는 CoT 도입 시 최대 36.3% 성능 감소가 보고되었음.

- 다만, 이는 특정 모델(OpenAI o1-preview)에서 관측된 "최대 감소치"로, 모든 모델 및 과제에 일괄 적용되지는 않음.
- 본 과제는 최대 감소율보다는 합리적인 30% 감소율을 적용함.

4. VARCO-VISION은 CoT 감소율 30% 적용 : 84.74 × (1 − 0.30) ≈ 70
5. Visual-CoT는 감소율 적용 안함 : 55.0
6. 정량 목표 : 62.5 ((70+55)/2) 이상으로 설정함.

1) Ryan Liu, Jiayi Geng, Addison J. Wu1, Ilia Sucholutsky, Tania Lombrozo, Thomas L. Griffiths (2024). Mind Your Step : Chain-of-Thought can reduce performance on tasks where thinking makes human worse. (논문 초록 참고, https://arxiv.org/pdf/2410.21333)
2) Miles Turpin, Julian Michael, Ethan Perez, Samuel R. Bowman (2023). Language Models Don't Always Say What They Think : Unfaithful Explanations in Chain-of-Thought Prompting. (논문 초록 참고, https://arxiv.org/pdf/2305.04388)