

Standard Collar Plate 자동가공장비 개발 Development of 2R or 3-Pass Grinding Machine for Standard Collar Plate

*김은태¹, #이동훈², 김호경³, 김은영⁴

*E. T. Kim¹, #D.H. Lee(jjangdh74@onestx.com)², H. K. Kim³, E. Y. Kim⁴

¹(주) STX 조선해양 / STX Offshore & Shipbuilding

Key words : PSPC, SSP, Water Ballast Tank, Grinding, Standard Collar Plate, Motion

1. 서론

PSPC (Performance Standard for Protective Coatings) 적용 대상 선박은 500GT 이상의 모든 New Ship 의 Water Ballast Tanks 와 선장이 150M 이상 Bulk Carrier 의 Double-Side Skin Space 이다.

Water Ballast Tanks 내부에 들어가는 Standard Collar Plate 의 Edge Preparation 규정을 만족시키기 위한 Edge grinding 작업이 작업자에 의해 수동으로 진행되고 있다. 현재는 1Pass 에 의한 작업이 수행되고 있으나 새롭게 적용되는 PSPC 규정에 의해서 2R or 3Pass 로 Grinding 을 실시해야 한다.. 작업환경이 열악하고 작업강도가 높으며 작업자의 근골격계 질환 발생이 높은 이유로 인해 작업자의 작업 기피 현상이 심각한 수준이다. 또한 작업 기준의 변동으로 인한 작업 불량률이 예상되며 작업량에 대한 예측이 어려운 상황이다.

그림 1 은 Standard Collar Plate 및 Bracket 의 여러 가지 형태를 보여주고 있다.

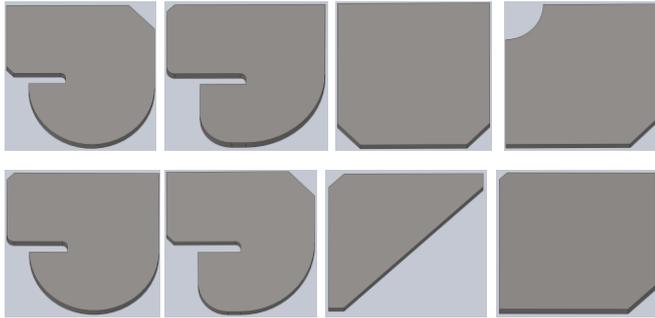


Fig. 1 Standard Collar Plate 형상

Standard Collar Plate 는 “절단 → 선별 (호선별, 블록별) → 에지 가공 → 가공부위 프라이머 코팅 → 적치”의 과정을 거쳐서 작업 준비를 완료 하게 된다. 여기서 절단되는 부재의 두께는 약 8~25mm 정도이며 가스 절단을 통한 변형과 절단 장비의 가공오차, 절단장비 정반의 노후화로 인한 가공오차가 많이 발생하고 있는 상황이다. 근본적으로 부재의 도면으로 에지를 2R or 3C 가공을 하기에는 어려움이 많이 따른다.

따라서 본 연구에서는 선박 Water Ballast Tank 내부의 Standard Collar Plate Edge Preparation 규정을 만족하는 에지밀링장비를 개발하고 Standard Collar Plate 의 형상을 인식하고 Edge Point 와 가공정보를 추출하는 머신 비전 알고리즘을 개발하여 작업 표준확보와 작업의 성능을 개선하고자 한다.

2. 기구부 개발

본 장비의 주요 메커니즘은 Collar Plate 를 양면 가공하기 위한 기구부와 Collar Plate 의 형상을 인식하고 좌표를 추출 하기 위한 비전 파트로 나눌 수 있다. 기구부는 고속스핀들 및 Collar Plate 를 최적으로 가공 하기 위한 툴, 메인 바디와 구동을 담당하는 모터로 구성되어 있다. 작업 가능한 Collar Plate 최대 크기는 400mm * 500mm(가로 X 세로) 이다. 또한 비전은 Auto Focus 기능을 위한 높이

측정 모듈과, 상.하로 움직일 수 있는 Servo Actuator 로 구성되어 있다.

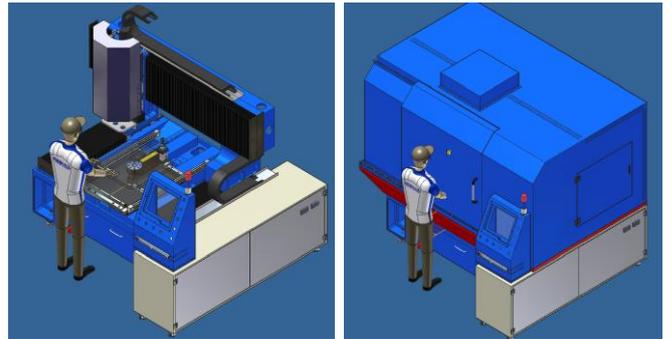


Fig. 2 Collar Plate 가공장비 기구부 형상

3. 머신 비전을 이용한 좌표추출 알고리즘

3.1 장비 운용 Flow Chart

머신 비전을 이용하여 다양한 형태와 복잡한 형상의 Collar Plate 에서 좌표를 추출하여 Edge 를 가공하는 방법은 그림 3 과 같다.

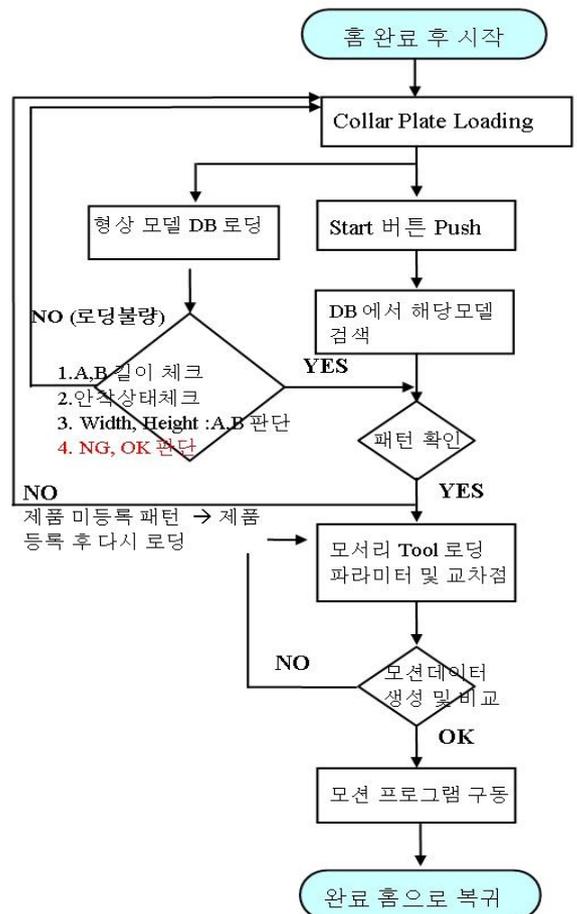
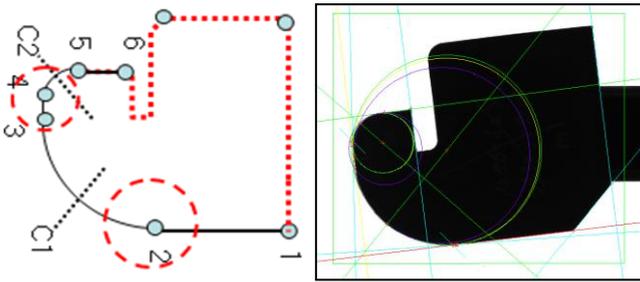


Fig. 3 System Flow Chart

3.2 머신 비전을 이용한 좌표 추출 알고리즘

Vision Camera 를 이용한 좌표 추출은 비전의 Line Tool 과 Circle Tool, 교차점 찾기를 통해 좌표를 구할 수 있다.



가공구간(양면) / (도장면) —————
 비가공구간 (용접면) ···········

Fig. 4 가공 Point 및 비전 검사 이미지

그림 4 에서 Collar Plate 의 가공 좌표는 비 용접구간의 좌표를 추출한다. 그림과 같이 6 개의 가공 좌표를 직선과 직선이 만나는 경우, 직선과 원이 만나는 경우를 판단하여 최적의 가공 좌표를 찾아낸다. 아래 Table1 은 Vision 이미지를 처리하는 Process 를 보여주고 있다.

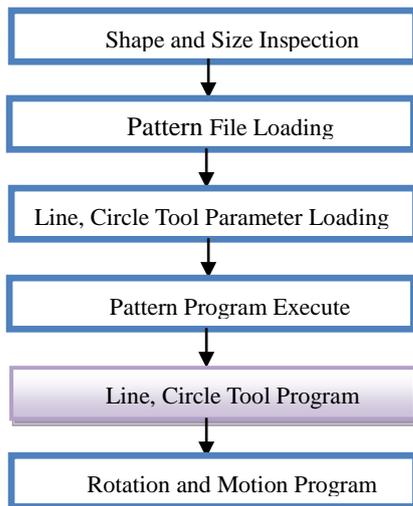


Table. 1 Vision 이미지 처리 Process

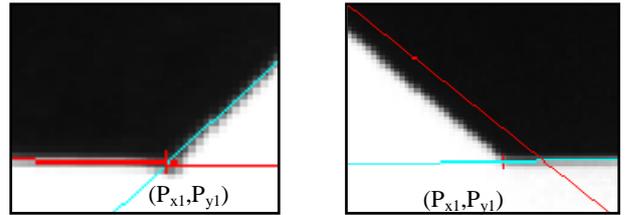
Line Tool 의 최적 좌표는 그림 5 와 같이 (P_{x1}, P_{y1}) 에서 부터 (P_{x50}, P_{y50}) 까지 50 개의 좌표로부터 Linear 한 라인 정보를 가져와 최적 라인을 형성하여 라인과 라인이 교차하는 점에서 가공좌표를 추출한다. 여기에서 라인과 라인이 만나서 좌표를 만들지만 그 포인터가 가공물의 정확한 예지 포인터가 아닐 경우 예지 포인터 좌표를 찾기 위한 보정이 다시 들어간다.

| ID | 사용될 | 거리 | X | Y |
|----|------|-------------|---------|---------|
| 34 | True | 0.0472278 | 311.139 | 193.852 |
| 35 | True | 0.05043 | 311.123 | 194.733 |
| 36 | True | 0.0267302 | 311.08 | 195.613 |
| 37 | True | 0.00960617 | 311.043 | 196.493 |
| 38 | True | 0.00363696 | 311.018 | 197.373 |
| 39 | True | 0.00170705 | 310.996 | 198.253 |
| 40 | True | 0.0123865 | 310.987 | 199.133 |
| 41 | True | 1.000950035 | 310.957 | 200.013 |

Fig. 5 Line Tool 및 각 Segment Point 에서의 좌표

그림 6 은 Line Tool 의 각 Segment 정보로부터 라인과 라인이 만나는 선을 생성했을 때 a)그 좌표가 가공물의 예지 포인터일 경우와 b)예지 포인터를 벗을 났을 때의 경우

를 보여 주고 있다.



a) (P_{x1}, P_{y1}) 에서 라인틀 이 서로 만날 때
 b) (P_{x1}, P_{y1}) 에서 라인틀과 라인틀이 만나지 않을 때

Fig. 6 Line Tool 이미지

다음은 Circle Tool 과 Line Tool 이 만나는 경우이다. 이 경우 직선과 원이 만날 때 각 Segment Point 정보로부터 a)Circle Tool 과 Line Tool 이 교차되지 않는 경우, b) 한 점에서 만날 경우, c) 두 점에서 만날 경우의 3 가지 상태를 판단하여 최적의 좌표를 구하는 알고리즘을 사용한다. 또한 원의 크기에 따라 원을 2 개 또는 3 개로 균등 분할하여 가공의 정도를 더욱 높이는 알고리즘을 개발 하였다.

그림 7 은 Circle Tool 과 Line Tool 이 만나서 가공좌표를 만들어내는 이미지 이다.

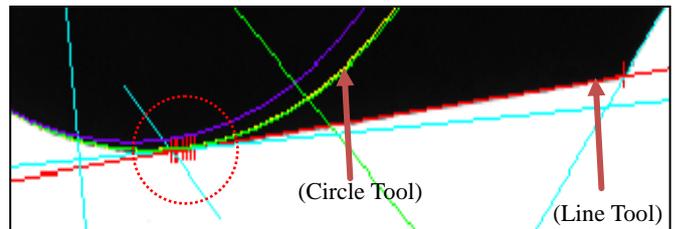


Fig. 7 Circle Tool & Line Tool 이미지

4. 결론

선박에 적용되는 PSPC (Performance Standard for Protective Coatings) 규정에 맞도록 Standard Collar Plate 의 모서리를 양면 자동 가공 하는 장비를 개발 하였다. 가공 품질 향상을 위해 틀 형상 및 기구부의 구조를 최적 설계 하였으며 머신 Vision 을 이용하여 복잡하고 다양한 형상의 Collar Plate 로부터 가공 좌표를 추출하는 알고리즘을 새롭게 개발하였다. 본 연구를 바탕으로 향후 3D Vision 을 적용하여 보다 정밀한 형상인식과 Loading, Unloading 을 자동으로 할 수 있는 장비를 개발하여 가공품질 향상, 자동화 기술 확보, 작업자의 근 골격계 질환을 예방 할 수 있다.

참고문헌

1. Lee, Seung-hyun , 2000, "Study on NURBUS Interpolator using Open -NC", Yeungnam University, pp.13~21
2. Paul K.Wright, 1995. "Principles of Open - Architecture Manufacturing" J.of Manufacturing Systems, Vol14, No.03
3. Park, Soo-jung, 2006, " A Study on the automatic NC data generation by reference process plan", Yeungman University, PP.8 ~ 15
4. 정연찬, 1996, "금형가공용 통합 CAM 시스템을 위한 가공데이터의 모의 가공과 검증에 관한 연구", 박사학위 논문, 한국과학기술원