

선박블록의 정도관리를 위한 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘에 대한 연구

이호철*, 이동명^o

A Study on the Pattern Matching Algorithm of 3D Coordinates for Quality Control in Ship Blocks

Ho Cheol Lee*, Dong Myung Lee^o

요 약

일반적으로 선박공정에서 작업자는 완성된 블록을 레이저 계측장비를 이용하여 제작된 선박블록의 3차원 좌표를 측정한다. 그런데 제작된 선박블록의 좌표측정은 수작업으로 이루어졌으므로 이에 의한 측정된 좌표는 설계단계에서 작성된 도면의 설계좌표와 편차가 발생한다. 이로 인해 작업자는 육안으로 직접 선박블록의 측정좌표와 설계좌표의 일치정도를 확인해야 하며, 이는 선박블록의 정도관리에 대한 인적 및 시간적 비용을 크게 증가시킨다. 본 논문에서는 선박공정의 선박블록의 정도관리에 있어서 이러한 단점을 해결할 수 있는 자동화된 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 제안하고, 제안한 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘의 성능은 자체적으로 개발한 3차원 좌표 시뮬레이션 프로그램에 의해 분석하였다. 단일 및 다수 선박블록의 측정좌표 데이터에 대한 좌표매칭율은 거리오차 허용범위가 20~25cm에서 약 90.2%가 됨을 확인하였다.

Key words : Quality Control, Ship Building, Ship Blocks, Pattern Matching, 3D Coordinates

ABSTRACT

In general, the three-dimensional(3D) coordinates of the manufactured ship blocks are measured using the laser measuring equipment by ship engineers. But, many deflections between the measured coordinates in manufactured step and the designed coordinates in the design step are occurred because of the measuring process of ship blocks manually. Thus, the ship engineer should conform the consistency between the measured coordinates and the designed coordinates step by step, and it largely causes the loss of manpower and time. In this paper, the automated pattern matching algorithm of 3D coordinates for quality control in ship blocks is suggested in order to solve this problem, and the performance of the algorithm is analyzed using the 3D coordinates simulation software developed by our research laboratory. The coordinates matching rate of the measured coordinates in the single/multi ship block(s) is about 90.2% under the tolerated distance error range is 20~25cm.

I. 서 론

일반적으로 선박은 일반 건축물 보다 규모가 훨씬

큰 크고 공정과정에서 복잡하며, 수많은 부재와 기재를 조립하여 하나의 움직일 수 있는 제품을 만드는 과정을 거친다. 선박의 구조와 의장품 배치가

※ 이 논문은 2012년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

◆ 주저자 : 동명대학교 컴퓨터미디어공학과 모바일기술연구실, calmtot@tu.ac.kr, 준회원

○ 교신저자 : 동명대학교 컴퓨터공학과, dmlee@tu.ac.kr, 중신회원

논문번호 : KICS2012-03-145, 접수일자 : 2012년 3월 28일, 최종논문접수일자 : 2012년 10월 9일

결정되면 현장작업용 도면을 작성하는 생산설계 단계로 들어간다. 선박 한척은 300개 내외로 잘게 잘라 40t정도의 무게가 되는 블록 단위로 만든 다음 도크 안에서 탑재, 조립해 완성된다. 작업자가 먼저 완성된 블록을 레이저 계측장비를 이용하여 3차원 좌표측정을 한 후, 이것을 측정된 좌표 형상을 정도 관리 솔루션에 입력하여 설계한 3차원 형상과 비교 및 검증을 거친다^[2]. 이 과정에서 정확한 검증이 이루어지지 않는다면 블록 탑재과정에서 선박전체의 용접결합이 유발 될 수 있으며, 이는 곧 작업시간의 지연과 막대한 비용의 손실로 이어진다.

측정된 좌표는 수작업으로 이루어졌으므로 생산설계단계에서 작성된 도면의 설계좌표와 편차가 발생한다. 설계좌표와 측정좌표 간에 발생한 편차가 발생하는데, 탑재블록 수치의 정확도는 단순한 수치적 대조법으로 검증하는 것은 불가능하다. 따라서 작업자는 육안으로 직접 선박블록의 측정좌표와 설계좌표의 정확도를 확인 할 수 밖에 없으며 이는 정도 관리비용을 증가시키는 큰 요인이 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 편차가 존재하는 설계좌표와 측정좌표간의 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 제시하고, 이에 대한 성능을 평가하고자 한다.

II. 관련 연구

현재까지 신경망회로 알고리즘을 이용하거나 다양한 패턴인식 기법을 이용해 영상을 분석하는 알고리즘에 대한 연구는 많은 발전이 되어왔다^[3]. 특히 영상분석에 있어서 역전파 신경망(Back Propagation Neural Network : BPNN)기법이 주로 사용되어 왔는데, 이 기법은 특징변수를 추출하고 가중치 및 임계값에 관한 해를 반복적으로 구하는 방식으로 서로 유사한 특징을 가진 영상을 매칭시키는 방식이다^[4]. 또한 영상의 밝기 변화에 강인한 알고리즘으로 알려져 있는 밀도 등급 모폴로지 패턴매칭 알고리즘은 일본 토목연구소에서 개발되어 주로 강교도장관리 등에 이용되어왔다^[5]. 이러한 방식들의 특징은 주로 영상의 색상정보를 이진화하고 특징점을 추출하여 패턴매칭을 한다는 점이다. 패턴인식이나 좌표매칭 등의 방식들은 주로 카메라 영상의 판별에 이용되어왔다.

또한 본 논문에서 해결하고자 하는 좌표군 매칭에 대한 해법에는 Shin-Hsu, Fang-Hsuan이 제안한 패턴매칭 기법과 허프변환(Hough Transform)이 사

용되기도 한다. 이 방법은 그림 1에서 보는 바와 같이 2차원 평면상의 두 점군을 매칭시키는 방법이다.

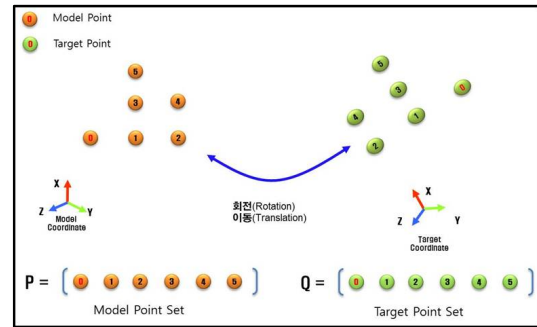


그림 1. 모델 점 군과 타겟 점 군
Fig. 1. Pattern Matching Scheme using Model and Target Coordinates.

모델 패턴 점 군이 m 개의 특징점으로 구성되어 있는 경우에 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ 와 같이 모델 점군을 생성하며 타겟 패턴 점군의 경우에도 $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ 로 표현된다. 각각의 점은 좌표 $(x, y)^T$ 로 표현이 가능하다. 즉, $Q = \{(x_p, y_p) | i = 1, \dots, n\}$ 로 표현이 가능하다. 모델 패턴 점 군 P 에 있는 점 p_i 에 대응하는 타겟 패턴 점 군 Q 에 있는 점 q_i 를 찾는 것은 변환행렬(transformation matrix) $G(t_x, t_y, s, \theta)$ 의 변수 t_x, t_y, s, θ 를 찾는 것이라 할 수 있다. 여기서 t_x, t_y 는 방향의 이동(translation)을 나타내며 s 는 스케일(scaling factor), θ 는 회전각(rotation angle)을 나타낸다. 즉 모델 패턴의 점 $p = (x_p, y_p)^T$ 와 타겟 패턴의 점 $q = (x_q, y_q)^T$ 간에는 식(1)과 같은 관계가 있다^[6].

$$Q = G_r(P) \Rightarrow \begin{pmatrix} x_q \\ y_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} s \cos \theta & -s \sin \theta \\ s \sin \theta & -s \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_p \\ y_p \end{pmatrix} \quad (1)$$

III. 문제점 분석 및 해결방안

측정된 실제 선박블록의 좌표를 도면상의 설계블록좌표와 비교하면 건조된 실제 선박블록과 설계블록의 오차를 계산 할 수 있다. 따라서 이러한 오차 결과를 판단하여 건조된 선박블록의 완성여부를 판별한다. 그러나 이 경우 가장 중요한 문제점은 3차원 좌표 상에서 작업자가 측정된 실제 선박블록의

좌표와 도면상의 설계좌표는 좌표축이 일치하지 않는다는 점이다. 왜냐하면 작업자가 선박블록을 측정하는 위치에 따라 측정좌표의 좌표축이 틀려지기 때문이다.

이러한 문제점이 상존하고 있음에도 불구하고 현재 3차원 공간상의 좌표에서 특징변수를 추출하여 미세한 오차가 있는 다른 3차원 좌표에 패턴매칭을 시키는 알고리즘에 대한 연구는 찾아보기 어렵다.

상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 측정블록의 좌표들을 설계블록의 좌표에 일치시켜 각 좌표간의 오차거리를 검증할 수 있는 방법을 고안해야만 한다. 즉, 측정모델의 모든 좌표를 설계모델의 모든 좌표에 매칭시키고, 측정블록의 3차원 좌표축을 설계블록의 좌표축에 일치하도록 회전시키는 것이다. 본 논문에서는 이러한 기본 아이디어를 적용해 선박블록의 정도관리를 위한 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 제시하고자 한다. 제시한 알고리즘은 실제 작업현장에서 사용이 가능하다⁷⁾.

IV. 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘 제안

4.1. 제안 알고리즘의 설계개념

4.1.1. 각 좌표를 연결한 조합순열의 단일 선분 도출

먼저 다수의 좌표 점군으로 이루어진 두 모델에서 두개의 점을 연결하면 하나의 선분이 도출되는데, 선분이 도출되는 경우의 수를 조합순열을 통해 구한다. 이렇게 구해진 선분들의 조합은 그림 2와 같이 9개의 좌표들로 구성되어 있을 경우,

${}^9C_2 = \frac{9!}{(9-2)!2!} = 36$ 의 조합 순열식을 통해 36개의 선분을 도출할 수 있다. 이 때 선분의 수를 조합순열을 이용해 구하는 이유는 제안하는 알고리즘에서 필요로 하는 변수가 선분의 시작과 끝 위치에 관계없이 선분의 길이만을 필요로 하기 때문이다.

4.1.2. 최장길이의 선분을 이용한 3점 선별

이러한 36개의 선분들 중에 최장길이를 가진 선분 순서로 2개를 선택해 측정블록에서 그림 3과 같이 3개의 매칭점 M_a, M_b, M_c 를 구하고, 역시 설계블록에서 최장길이를 가진 선분 순서로 2개를 선택해 매칭점 P_a, P_b, P_c 를 구한다. 즉 2개의 좌표를 연결한 선분 중에 가장 길이가 긴 선분 $\overline{M_a M_b}$ 를 이용해 블록의 전체적인 형태를 매칭시키고 다음으

로 긴 선분 $\overline{M_b M_c}$ 를 이용해 블록의 앞뒷면을 대칭시킨다. 이는 선박블록을 동전에 비유했을 때 먼저 동전의 원둘레를 일치시킨 다음, 앞뒷면을 일치하도록 뒤집는 과정이라 할 수 있다.

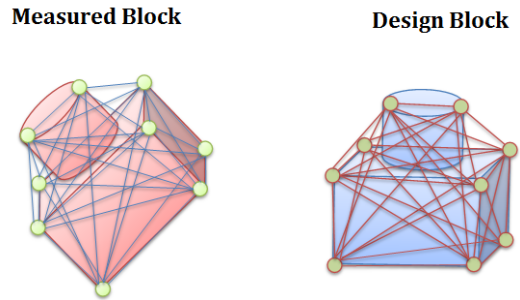


그림 2. 각 좌표를 연결한 선분의 조합순열
Fig. 2. Combinations of a Segment of a Line Connecting each Coordinates.

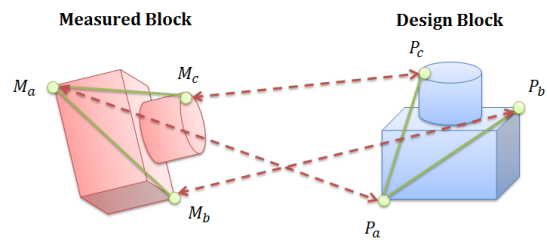


그림 3. 블록 매칭을 위한 3점 선별
Fig. 3. 3-Coordinates Selection for Block Matching.

4.1.3. 측정블록 좌표의 3축 회전

블록의 매칭을 위한 3점이 선별 되었으므로 그림 4와 같이 측정블록에서 M_a 를 원점으로 정하고 설계블록의 원점 P_a 로 측정블록의 모든 좌표를 이동시킨다. 그런 뒤 원점을 기준으로 M_b 는 P_b 로, M_c 는 P_c 로 대칭시켜 측정블록의 모든 좌표들의 3축을 변환시켜 설계블록의 좌표들과 일치시킨다.

4.2. 제안 알고리즘의 세부설계

제안하는 3차원 패턴 매칭 알고리즘의 처리과정은 그림 5와 같다. 먼저 블록매칭을 위해 측정블록과 설계블록의 모든 좌표를 알고리즘에 입력한다. (①②) 그리고 연산과정에서 수십미터에 이르는 선박블록의 치수가 cm로 표현되므로 일반적인 32bit 실수형 연산을 수행할 경우, 연산과정에서 오버플로우 에러가 발생할 가능성이 있다. 따라서 오버플로우 에러를 방지하기 위해 각 블록의 스케일을 축소하는 작업을 거친다.

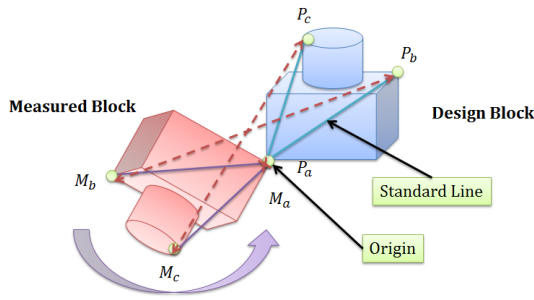


그림 4. 측정블록의 좌표 회전
Fig. 4. Coordinates Rotation of Measured Block.

예를 들어 모델의 전체 전장이 10m 일 경우 1m 가 되도록 축소하면서 모델의 형태를 원본과 동일 하게 유지하여야 하는데, 이를 위해서 모델의 모든 좌표 중에 임의로 기준점 하나를 선정한 다음 나머지 좌표들과 선정된 기준점을 연결하여 각각의 선분을 구성한다. 스케일을 축소하기 위해서는 이렇게 구성된 모든 선분들의 길이를 축소시키고, 기준점을 제외한 나머지 점들의 좌표를 줄어든 선분의 길이 만큼 이동시킨다.(3)

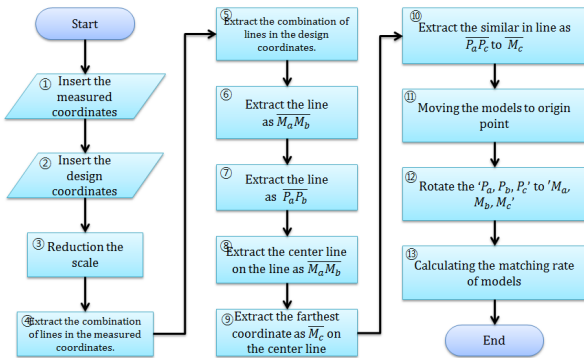


그림 5. 3점 선별을 위해 적용한 3차원 패턴 매칭 알고리즘의 처리과정
Fig. 5. Procedures of the 3D Pattern Matching Algorithm for Selection of 3 Coordinates.

그 다음, 최장길이를 가진 2개의 선분을 각 블록 좌표들에서 추출하기 위해 이동된 측정모델과 설계 모델에서 조합순열로 이루어진 모든 경우의 선분길이를 도출한다.(45) 예를 들어 10개의 좌표를 가진 모델이라고 할 경우, 두 점을 이은 선분의 개수는 $C(10, 2) = \frac{10!}{2!(10-2)!} = 45$ 가지가 된다. 이렇게 모든 경우의 선분집합을 구하는 이유는 가장 멀리 떨어진 관계에 있는 두 개의 좌표를 찾기 위함이다.

모든 경우의 선분들을 구한 뒤, 측정블록에서 가장 긴 선분인 $\overline{M_aM_b}$ 와 설계모델에서 가장 긴 선분인 $\overline{P_aP_b}$ 를 추출한다.(67) 최장길이를 가진 2개의 선분 중에 가장 긴 선분을 측정블록과 설계블록에서 각각 추출하였으므로, 두 번째 선분을 구한다. 두 번째 선분은 단순히 그 다음으로 긴 선분을 선택할 수는 없다. 왜냐하면 첫 번째 선분을 이루고 있는 좌표 M_a, M_b 에 인접한 어떤 좌표가 있을 경우, 그 좌표를 기준으로 다음으로 긴 길이를 가지는 선분이 형성될 가능성이 높기 때문이다.

너무 인접한 두 선분으로 그림 4와 같은 두 축을 구성할 경우, 측정블록의 좌표회전 및 변환에 오류가 발생할 가능성이 크다. 따라서 두 번째 축을 구성할 선분 $\overline{M_aM_c}$ 를 구하기 위해 $\overline{M_aM_b}$ 에서 선분상의 가운데 점을 구하고(8) 가운데 점에서 가장 먼 거리에 있는 좌표 M_c 를 추출한다.(9) 이렇게 하면 첫 번째 선분에서 가장 큰 내각을 형성하는 두 번째 선분을 도출할 수 있다. $\overline{P_aP_b}$ 에서도 역시 가운데 점을 구하여 가장 먼 거리에 있는 P_a 를 구한다.

그 다음, 측정블록에서 구해진 좌표 M_c 를 첫 번째 선분 $\overline{M_aM_b}$ 의 좌표 M_a 에 연결하여 $\overline{M_aM_c}$ 를 구하고, 역시 설계블록에서 구해진 좌표 P_a 를 첫 번째 선분 $\overline{P_aP_b}$ 의 좌표 P_a 에 연결하여 $\overline{P_aP_c}$ 를 도출한다.(10) 그러면 최종적으로 그림 4와 같이 각 모델 당 2개의 선분이 도출된다.

측정모델에서 도출된 2개의 'V'자 형태 선분을 설계모델에서 도출된 2개의 'V'자 선분에 일치시키면, 나머지 좌표들도 동일한 좌표축 회전에 따라 서로 일치하게 된다. 단, 두 모델의 좌표회전을 위해서는 V자 선분의 꼭지점이 서로 동일한 좌표에 접해있어야 하므로 기준점 M_a 와 P_a 를 원점(0,0,0)으로 이동시킨다.(11)

이렇게 함으로써 측정블록의 매칭좌표인 M_a, M_b, M_c 와 설계블록의 매칭좌표 P_a, P_b, P_c 가 구해지고, 도출된 3점 좌표를 $M_a \rightarrow P_a, M_b \rightarrow P_b, M_c \rightarrow P_c$ 순으로 매칭시켜 측정모델의 좌표계를 변환시킨다.(12) 마지막으로 변환된 두 모델간의 오차 허용범위 내에 있는 모든 좌표들을 검사하여 건조된 선박의 측정좌표 매칭률을 계산한다.(13)

V. 제안하는 알고리즘의 성능분석

5.1. 단일 선박블록의 측정좌표 데이터에 대한 좌표매칭률 평가

제안한 패턴매칭 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 샘플 데이터를 이용하였다. 샘플 데이터의 왼쪽에 있는 측정좌표 값은 선박 건조과정에서 레이저 계측기를 이용해 측정된 실제 선박의 후미의 블록 데이터이며, 오른쪽 설계좌표는 선박 설계 솔루션인 소프트웨어에서 제작된 설계도면의 좌표이다.

각 좌표는 측정좌표가 총 70개, 설계좌표가 114개인데, 측정좌표 총 70개를 설계좌표 114개에 각각 대응시켜 거리오차 허용범위(TDER: Tolerated Distance Error Range)에 따른 좌표 매칭률을 평가한다.

이와같은 평가에 있어서 가시성을 높이기 위하여 측정좌표와 설계좌표를 입력받아 메모리 버퍼에 저장한 뒤, 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 이용해 측정좌표를 설계좌표에 매칭시켜 좌표들의 위치를 3차원 형상으로 화면에 표시 할 수 있는 3차원 시뮬레이션 소프트웨어도 개발하였다. 또한 매칭된 결과가 정확한지 판단 할 수 있도록 3차원 좌표축을 기준으로 총 6방향으로 모델의 회전이 가능한 기능과 좌표의 정밀한 매칭형상을 확인하기 위한 확대 및 축소기능을 개발하였다. 성능평가를 위해 샘플 측정좌표를 시뮬레이션 프로그램에 입력하면 70개의 측정좌표가 그림 6과 같이 3차원 공간에 배치된다.

설계좌표를 소프트웨어에 입력하면 총 114개의 좌표가 그림 7과 같은 형상으로 나타난다. 이렇게 입력된 좌표 데이터를 바탕으로 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 수행하게 되는데, 입력 변수로 거리오차 허용범위 값이 필요하다. 이러한 값이 필요한 이유는 선박블록 건조과정에서 실제 블록구조물이 설계도면상의 치수와 100% 완벽하게 일치할 수 없으며, 작업자가 레이저 계측기를 이용해 선박블록의 해당 좌표를 계측하면서 미세한 오차가 필연적으로 발생하기 때문이다.

성능평가 실험에서는 실제 측정된 측정좌표와 선박 도면에서 도출된 설계좌표를 바탕으로 최적의 거리오차 허용범위를 찾기 위해, 거리오차 허용범위를 임의로 각각 1cm, 5cm, 10cm, 15cm, 20cm, 25cm, 5,000cm로 설정하였다.

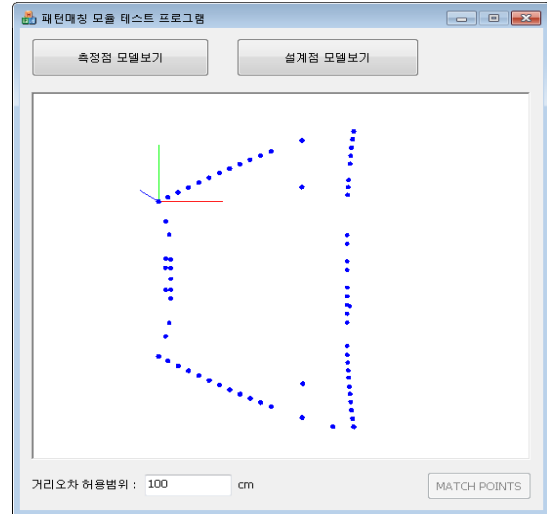


그림 6. 측정좌표의 3차원 형상
Fig. 6. 3D Configuration of Measured Coordinates.

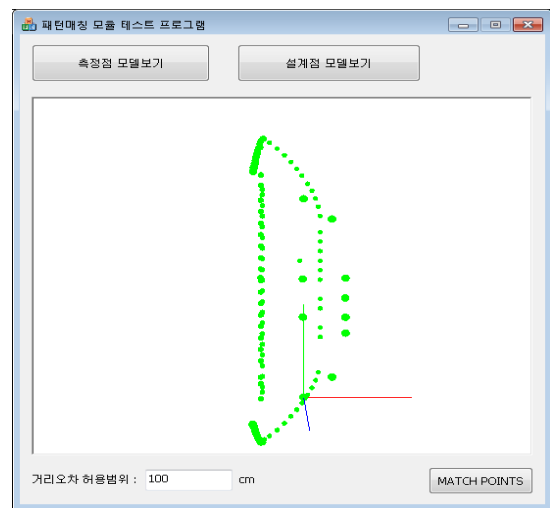


그림 7. 설계좌표의 3차원 형상
Fig. 7. 3D Configuration of Designed Coordinates.

그러나 거리오차 허용범위가 1cm로 설정되었을 경우, 극단적으로 낮은 허용범위로 인해 좌표의 패턴매칭 알고리즘 적용 자체가 불가능하였다. 즉, 매칭률은 0%로 나타났다.

또한 그림 8의 그래프에서 좌표 매칭률은 거리오차 허용범위가 5cm에서 48.57%로 낮은 비율로 나타나다가 거리오차 허용범위가 10cm에서 78.57%, 15cm에서 82.86%, 20cm에서 92.86%로 높아짐을 알 수 있다.

그림 8에서 알 수 있듯이 거리오차 허용범위가 10cm까지 매칭률이 급격히 상승하다가 거리오차 허용범위가 15cm에서 완만해지고 20cm 이후부터 최고점에 이르러 변하지 않는다는 사실을 알 수 있다.

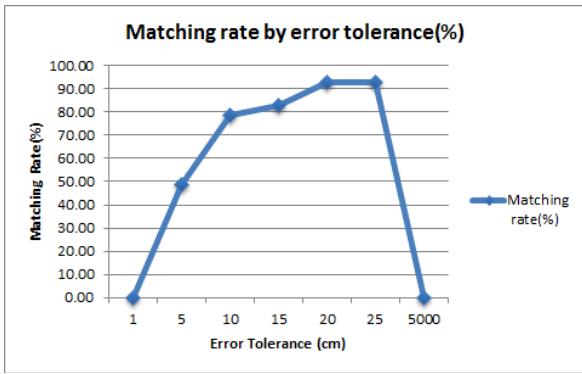


그림 8. TDER에 따른 좌표 매칭률의 변화
Fig. 8. Coordinates Matching Rate by the TDER.

여기서 특이한 점은 거리오차 허용범위가 5cm(그림 9) 일 때와 거리오차 허용범위가 20cm일 때의 3차원 좌표 형상이 일치하지만 거리오차 허용범위가 5cm일 때 매칭률이 48.57%를 나타내고 거리오차 허용범위가 20cm일 때 92.86%로 매칭률이 다르다는 점이다. 이러한 결과가 발생하는 이유는 거리오차 허용범위 5cm가 20cm 보다 허용범위가 낮으므로 두 블록의 좌표가 일치했다 하더라도 좌표의 패턴매칭이 실패한 것으로 판단되기 때문이다.

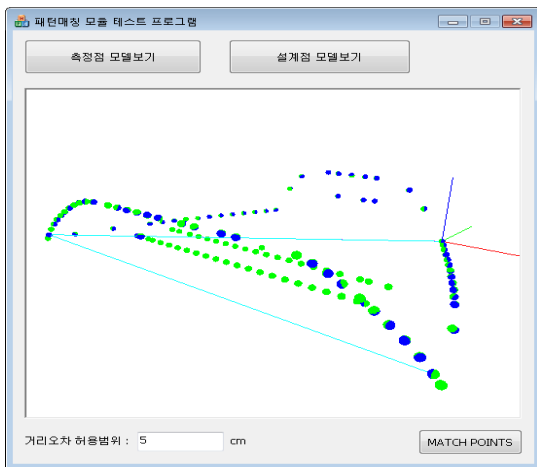


그림 9. 거리오차 허용범위가 5cm 일 때의 좌표의 매칭 성능
Fig. 9. Matching Performance of Coordinates(TDER = 5cm).

마지막으로 주의해야 할 점은 거리오차 허용범위가 극단적으로 큰 5,000cm 인 경우이다. 그림 10을 보면 측정블록과 설계블록의 외곽선은 일치하지만 매칭형상의 위아래가 바뀌어버린다. 즉, 거리오차 허용범위가 너무 작으면 좌표의 패턴매칭이 불가능하며, 극단적으로 크다면 그림 10과 같이 매칭형상이 뒤집혀 버리게 된다. 사실상 거리오차 허용범위

가 5,000cm 이라면 건조된 선박블록을 불량으로 보아야 한다.

따라서 이 실험 결과에 의해 거리오차 허용범위가 25cm 부터는 20cm와 같은 매칭률을 나타내므로 20cm 이후의 거리오차 허용범위에 대한 실험은 무의미하다고 할 수 있다. 그러므로 최적의 거리오차 허용범위는 20cm라고 판단된다.

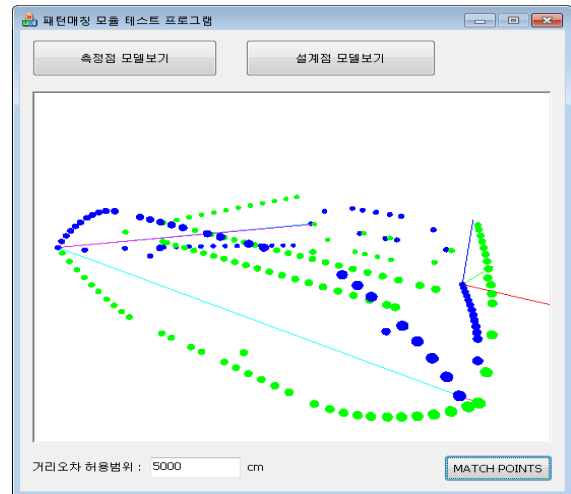


그림 10. 거리오차 허용범위가 5,000cm 일 때의 좌표의 매칭 성능
Fig. 10. Matching Performance of Coordinates(TDER = 5,000cm).

5.2. 다수 선박블록의 측정좌표 데이터에 대한 좌표매칭률 비교

그림 11의 그래프에서 각 선은 1~10번 선박모델의 매칭률을 나타낸다. 10개의 모델은 모두 약간의 차이는 있지만 전체적으로 각 거리오차 허용범위에 대해 동일한 분포형상을 보이고 있다. 즉, 레이저 측정장비로 측정된 측정좌표와 설계도면상의 설계좌표간의 거리오차 허용범위가 1일 때는 10개의 실험 모델 모두 매칭률 0%를 나타낸다. 이것은 레이저 측정장비가 아무리 정교하다고 할지라도 측정자의 수작업으로 측정이 이루어지므로 반드시 미세한 측정오차가 발생할 수 밖에 없기 때문이다.

또한 거리오차 허용범위를 5,000cm로 정의하여 매칭률을 평가하였을 때, 역시 너무 큰 오차 허용범위로 인해 의미없는 매칭률이 도출된다. 따라서 그림 11에서 보는 바와 같이, 약 20~25cm의 거리오차 허용범위를 설정하였을 때 약 90.2%의 매칭율을 나타냈으며, 가장 정확하게 측정모델의 좌표와 설계모델의 좌표 패턴매칭을 수행할 수 있음을 알 수 있다.

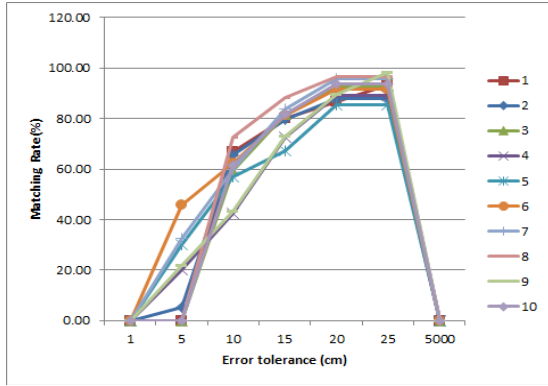


그림 11. 거리오차 허용범위에 따른 선박블록의 좌표 매칭률

Fig. 11. Coordinates Matching Rate in Ship Blocks by the TDER.

VI. 결 론

본 논문에서는 선박 블록건조공정 시 요구되는 정도관리 작업과정에서 작업자가 측정된 선박블록의 측정좌표들을 설계도구에서 작성된 도면의 3차원 설계좌표에 지능적으로 매칭 할 수 있도록 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 제시하였다.

설계한 패턴매칭 알고리즘을 평가하기 위해 3차원 시뮬레이션 프로그램을 제작하였고, 현장에서 제공받은 선박 후미의 샘플 데이터를 이용해 제안 알고리즘의 성능을 평가하고 정확성을 검증하였다.

마지막으로 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 실제 선박 정도관리 솔루션에 적용한 결과, 모든 선박 블록 좌표의 패턴매칭에 성공하였으므로 주요 목적인 선박블록의 3차원 좌표의 패턴매칭 자동화가 이루어진 것이다. 따라서 선박블록의 정도관리를 위한 3차원 좌표의 패턴매칭 알고리즘을 정도관리 솔루션에 적용한다면 공정시간을 크게 단축시켜 비용절감을 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Sang-Tae. Nam, *SHIPBUILDING YEAR BOOK*(2011), Retrieved July, 19, 2011(<http://www.koshipa.or.kr/>)
- [2] SAMIN, *News letter No. 2*, August, 2010 (<http://www.samini.com/>)
- [3] Chang Hyun Kim, "Adaption of Neural Network Algorithm for Pattern Recognition of Weld Flaws," *The Korea Contents Association*, Vol. 7, No. 1, pp. 65-72, Jan.

2007.

- [4] P. N. Suganthan, "Pattern Recognition by Graph Matching using the Potts MFT Neural Networks," *Coordinates Recognition*, vol. 28, Issue 7, pp. 997-1009, Jul. 1995.
- [5] Jong Min Lee, "Computer-aided Maintenance Management System for Coating Condition of Steel Bridge using Pattern Recognition Techniques," *Korean Society of Civil Engineers*, vol. 27, no. 2A, pp. 209-215, Mar. 2007.
- [6] Min Tae Kang, "Point Pattern Matching based Global Localization using Ceiling Vision," in *Proc. KIEE Int. Conf. Commun. 2011*, pp. 20-22, Korea, Jul. 2011.
- [7] Ho Cheol Lee, Moo Kyung Jung, Dong Myung Lee, "The 3D Pattern Matching Algorithm for Quality Control of The Block Design Coordinates in Ship Construction Processes," in *Proc. KICS Int. Conf. Commun. 2012*, pp. 285-286, Yongpyong Resort, Korea, Feb. 2012.

이 호 철 (Ho Cheol Lee)



2009년 8월 동명대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
2011년 8월 동명대학교 컴퓨터미디어공학과(석사)
2011년 8월~현재 동명대학교 컴퓨터미디어공학과 박사과정

<관심분야> USN, RTLS, 분산처리시스템

이 동 명 (Dong Myung Lee)



1982년 2월 숭실대학교 전자계산학과(학사)
1990년 8월 숭실대학교 전산공학과(석사)
1997년 8월 숭실대학교 전자계산학과(박사)
1982년 3월~2000년 2월 한국전자통신연구원 책임연구원

2000년 3월~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> 이동통신시스템, 센서네트워크