

잠수복 패턴 자동 설계 및 CO₂레이저 절단을 위한 통합 시스템 개발

윤세봉*, 강병수(경남대학교 대학원 기계공학과), 강재관 (경남대학교 기계자동화공학부)
김여숙(창원대학교 의류학과)

Integrated Automation System of Pattern Design and CO₂ Laser Cutting for Diving Suits

S. B. Yoon, B. S. Kang, J.K. Kang (Mechanical Engineering Department, Kyungnam University),
Y. S. Kim(Clothing Textile Department, Changwon University)

ABSTRACT

In this paper, an integrated automation system of pattern design and CO₂ laser cutting for diving suits is presented. Pattern design includes grading which creates a full-size range from a base pattern. Tool path for laser cutting from the patterns is generated in G-code format. CO₂ Laser cutting machine is developed to help cut the patterns with accuracy and speed. Aluminum profiles, ball screws, and stepping motors are engaged into the machine as frame structure, transfer unit, and driving devices respectively. The developed system is tested in dry suit cutting, convincing it can be readily introduced in diving suits manufacturing with respect to cost and efficiency.

Key Words: Diving suit(잠수복), CO₂ laser cutting(CO₂ 레이저 절단), Pattern design (패턴 설계), CAD/CAM

1. 서론

최근 주 5 일제 근무와 국민의 소득증대로 해양 스포츠를 즐기는 인구가 점점 증가하고 있다. 잠수복은 모든 해양스포츠에 사용되는 주요한 품목이나 국내 잠수복 제작은 영세한 중소기업에서 기존의 설계된 패턴(pattern)을 재단사의 경험에 의해 치수를 조정하고 수작업으로 원단을 절단하는 등 노동 집약적인 생산방식을 따르고 있다. 이에 따라 패턴 치수 불량이 빈번히 발생하고 패턴 설계사에 대한 의존도가 너무 높아 급격히 저부가가치 산업으로 전락하고 있다.

CAD 시스템의 발전과 함께 어패럴 설계 자동화에 대한 연구는 많은 연구들이 수행되어 왔다.^{1,2} 그러나 연구의 대부분은 일반 의류를 대상으로 하고 있으며 상용 설계 자동화 시스템의 경우 신체 치수 변화를 고려하는 그레이딩(grading)과 원단 상에 패턴의 최적 배치(nesting) 등을 지원하지만 잠수복과 같은 중소기업에서 사용하기에는 비용 부담이 매우 크다. 패턴 자동 절단 시스템의 경우에도 상용 기계의 경우 일반 의류의 대량 생산을 위한 고가형으로 다품종 소량 주문 생산 방식의 잠수복 생산에는 적합하지 않다.

이에 따라 본 논문에서는 다양한 잠수복 중 고급품인 드라이슈트(dry suit)를 대상으로 의류 패턴 설계 원리³를 이용하여 잠수복 패턴 설계를 자동화할 수 있는 방법을 개발하고 CO₂ 레이저 가공을 이용하여 설계된 패턴을 자동으로 절단할 수 있는 통합시스템을 개발한다. 개발된 시스템은 크게 잠수복 패턴 설계를 중심으로 하는 소프트웨어 파트와 원단의 절단을 담당하는 하드웨어 파트로 구분되며 소프트웨어는 드로잉을 담당하는 CAD 부분과 공구(TOOL)의 경로를 생성하는 CAM 부분, 그리고 절단기 동작을 제어하는 제어 모듈부분으로 하드웨어 파트는 알루미늄 프로파일을 이용한 프레임부, 볼스크류를 이용한 이송기구부, 스텝핑 모터를 사용한 구동부, 30W급 CO₂ 레이저 발생장치 등으로 구성된다.

2. 잠수복 패턴 자동 설계

2.1 잠수복 패턴 원형의 종류 및 형태

Dry suit 잠수복 패턴은 Fig. 1 과 같이 5 가지로 구성되는데 이를 패턴 원형이라 한다. 잠수복은 앞몸판, 뒤몸판, 팔, 종아리, 허벅지의 패턴 원형을 각각 2 개씩 만들어 전체 패턴형상을 제작한다.

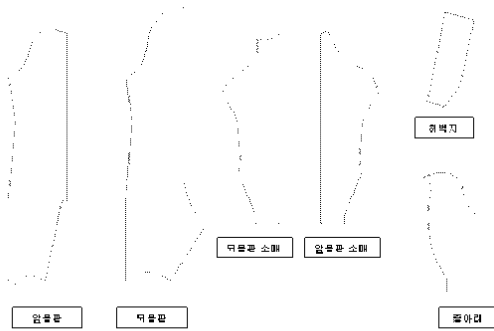
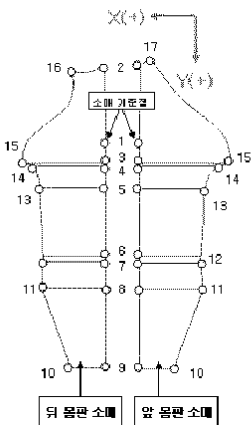


Fig. 1 Patterns of dry suits

패턴의 원형을 설계하기 위해서는 Table 1 의 22 가지의 신체 치수가 필요하다. 측정된 신체 치수를 기준으로 5 가지 각 패턴의 원형을 생성하게 되는데 각 패턴은 원점을 기준으로 패턴 설계 원리에 따라 구성 치수가 정의된다. Fig. 2 에 패턴의 한 예로서 잠수복 소매와 세부치수를 계산하는 표가 나타나 있다.

Table 1 Items of body dimensions

번호	측정 부위	번호	측정 부위
1	신장	12	팔 굽 둘레
2	목둘레	13	팔뚝둘레
3	등 길이	14	손목둘레
4	가슴둘레	15	안쪽기장
5	배 둘레	16	허벅지위 둘레
6	허프 둘레	17	허벅지둘레
7	어깨 폭	18	무릎아래둘레
8	소매길이	19	무릎아래둘레
9	어깨둘레	20	종아리둘레
10	팔뚝 근육	21	발목둘레
11	팔 근육	22	팔 총길이



번호	좌표 값
1	소매 기준점
2	(목둘레 / 6) + 1
3	점 4 라도: 20도 거리: 2
4	점 5 라도: 20도 거리: 8
5	점 6 라도: 20도 거리: 15
6	점 8 라도: 20도 거리: 소매길이 + 2
7	점 6 라도: 200도 거리: 2.5
8	점 7 라도: 200도 거리: 2
9	점 2 라도: 200도 거리: 소매길이
10	점 9 라도: 280도 거리: 소매길이 + 2
11	점 9 라도: 280도 거리: 팔뚝 + 2 + 1
12	점 7 라도: 280도 거리: 팔뚝 + 2 + 1
13	점 5 라도: 280도 거리: 팔 + 2
14	점 4 라도: 280도 거리: 팔뚝 + 2 + 0.5
15	점 3 라도: 280도 거리: 어깨 + 2 + 6
16	뒀 몸판 1*2
17	앞 몸판 1*2

Fig. 2 Example of pattern dimension – sleeve

2.2 잠수복 원형 패턴의 전개도

5 가지의 패턴의 전개도가 Fig. 3 에 나타나 있다. 앞몸판 1 쌍과 뒤몸판 1 쌍을 봉합하여 몸통을 구성하고, 앞몸판 소매와 뒤몸판 소매를 각 1 쌍씩을 봉합하여 소매를 만든 후 몸통과 봉합한다. 그리고 앞몸판에 허벅지와 종아리를 봉합하여 최종적으로 잠수복이 완성된다.

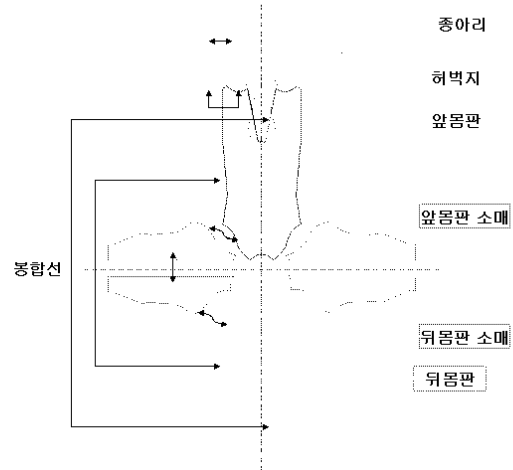


Fig. 3 Development figure of a dry suit

2.3 패턴 절단을 위한 NC 코드 생성

패턴 설계 자동화는 AutoCAD 상에서 내장언어인 Visual LISP 을 이용하여 구현되었다. 개인의 신체치수 및 취향을 잠수복에 반영하기 위해 신체치수 및 취향에 따른 디자인 치수를 입력하도록 하고 각 패턴의 기준점으로부터 5 개의 패턴 생성식에 적용하여 자동으로 패턴 설계가 되도록 하였다.

설계된 패턴 정보는 AutoCAD 의 파일포맷인 DXF 화일로 저장된다. DXF 파일은 ASCII 파일로 되어 있으며 각 요소에 대한 정보를 일정한 규칙으로 표현한다. 즉 직선은 시작점과 끝점, 원과 호는 중심점, 시작과 끝각의 정보를 가지고 있다. 본 연구에서는 G-code 를 입력으로 동작되는 레이저 절단 장치와의 인터페이스를 위하여 DXF 파일을 G-code 로 변환한다. 이 때 패턴을 구성하는 entity 들 중 스플라인 곡선은 일정한 개수의 Line 으로 보간하여 G01 형태의 NC code 로 표현한다. Fig. 4 에 패턴을 구성하는 스플라인 곡선이 일정 개수 등분되어 직선으로 보간된 모습이 나타나 있다.

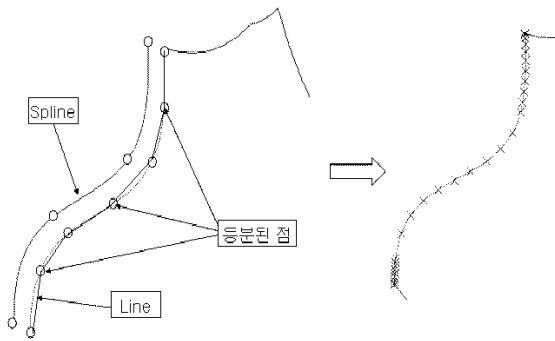


Fig. 4 Line interpolation of a spline curve

3. CO₂ 레이저 절단장치

레이저를 이용한 절단은 레이저 빔을 렌즈나 미러를 이용하여 물체 표면에 초점을 형성 국부적인 가열로 대상을 녹이면서 가공하는 것으로서 고속 절단이 가능하고 절단면이 우수한 특징을 가진다.⁴ 따라서 대량 생산의 의류 패턴의 절단에 레이저를 이용한 절단을 활발하게 활용되고 있다.⁵⁻⁸

절단용으로 사용되는 레이저는 연속 발진과 펄스 기능을 갖는 CO₂ 레이저 또는 Nd:YAG 레이저가 많이 사용되나 고정밀도를 요구하지 않는 경우에는 가격이 상대적으로 저렴한 CO₂ 레이저가 많이 사용된다.

3.1 CO₂ 레이저 절단기

본 연구에서 개발한 CO₂ 레이저 절단기는 Fig. 5 과 같이 X,Y 2 축 동시 제어를 할 수 있는 구동장치에 레이저 발생기로부터 생성되는 레이저 빔을 Z 축의 말단에 집중되도록 하여 잠수복 원단을 절단한다.

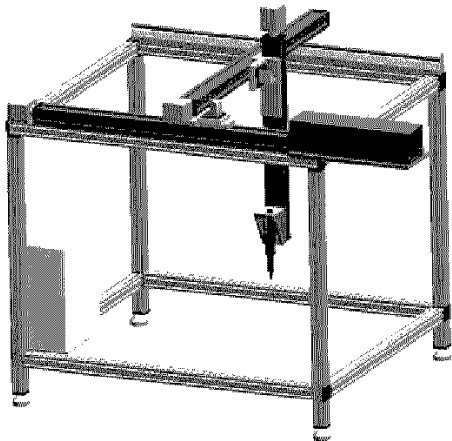


Fig. 5 Laser cutting machine

3.2 레이저 빔 굴절장치

진직성을 갖는 레이저 빔을 원단 상의 x,y 위치에 집중시키기 위해서는 x, y 축을 따라 레이저빔을 굴절시키는 반사경 미러(mirror)를 부착하여야 한다. Fig. 6 는 각 축에 장착된 반사경의 모습이다. 특히 미러 하단에는 레이저 빔과 반사경의 중심을 정밀하게 맞추기 위하여 위치를 수동으로 조절할 수 있는 치구를 부착한다.

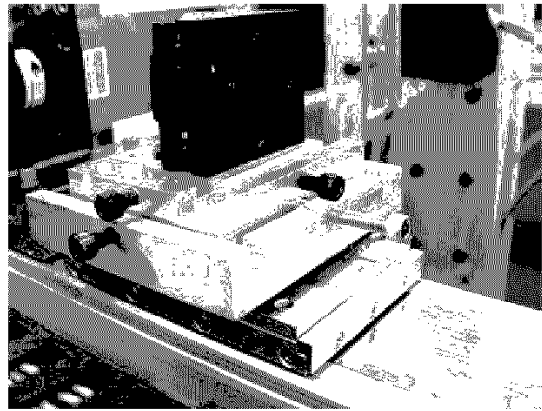


Fig. 6 Beam reflection mirror

3.3 Air 토출 장치

레이저 절단은 레이저 빔을 소재 표면에 초점을 형성하여 국부적으로 가열하여 용융 또는 증발 현상을 유도하고 가스제트로 이를 불어내어 절단을 수행한다. 따라서 본 연구에서도 Fig. 7 과 같은 에어 토출장치를 장착하였다. 컴퓨터에서 공급되는 에어를 레귤레이터를 통하여 솔레노이드 밸브의 작동에 따라 소재에 토출하도록 하였다.



Fig. 7 Air blowing device

3.3 레이저 동작 제어

레이저 절단 장치의 동작제어는 x,y 축 모터 드라이버와 MMC(Multi Motion Controller)를 통하여 수행된다. 패턴 설계 프로그램의 출력인 G-code 형태의 공구경로를 입력 받아 레이저 노즐의 x,y 위치를 제어한다. Fig. 8 에 CO₂ 레이저를 이용하여 잠수복 패턴의 절단 실험을 한 모습이 나타나 있다.

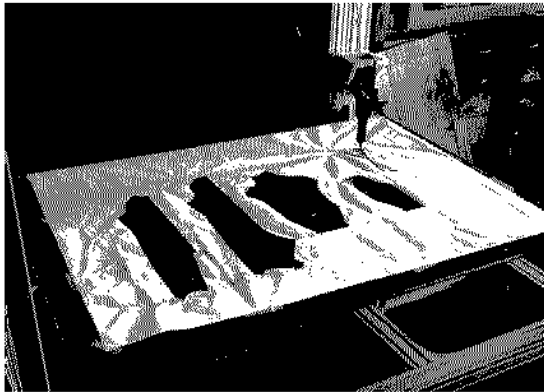


Fig. 8 Laser cutting experiment

4. 결론

본 연구에서는 잠수복 패턴 자동 설계 방법과 설계된 패턴을 CO₂ 레이저를 이용하여 절단할 수 있는 통합된 자동화 시스템 개발에 관하여 논하였다. 특히 본 연구는 현재 국내에서 수작업으로 생산되고 있는 잠수복 생산업체의 자동화 도입을 목적으로 전용화되고 가격 경쟁력이 있는 시스템을 구축하는데 초점을 맞추었다. 개발된 자동 패턴 설계 모듈은 AutoCAD 상에 구현함으로써 호환성 및 확장성이 뛰어나게 하였다. 또한 레이저 가공에 필요한 공구 경로 정보를 G-code 로 표현하여 타 시스템과의 호환성을 높게 하였다.

개발된 CO₂ 레이저 절단장치는 G-code 를 입력으로 동작하도록 하였으며 알미늄 프로파일을 이용한 프레임 제작, 볼스크류, 스텝핑 모터 등을 사용하여 중소기업에서 쉽게 도입할 수 있는 저가격대의 절단 장치가 구성되도록 하였다. 본 연구는 향후 원단 상에 최적 패턴 배치 문제 등을 보완할 것이 요구된다.

참고문헌

1. 김민균, "재단공정 자동화를 위한 의복재단용 CAD system 의 개발", 석사학위 논문, 서울대학교 1991.

2. 김 성민, "삼차원 어패럴 카드 시스템 개발에 관한 연구", 서울대학교, 석사학위 논문, 1998.
3. 조영아, "어패럴 CAD", 교학연구사, 서울, 1996.
4. G. Chryssolouris, "Laser Machining-Theory and Practice", Springer-Verlag, 1991.
5. 김상현, 정경렬, "PC 를 이용한 철판 자동절단시스템 개발", 한국정밀공학회지, 제 13 권, 제 1 호, pp. 29-37, 1996.
6. 박영조, "NC 가스절단기 설계 및 제작기술 개발", 상공부, 대성안전교육사, 1988.
7. 임상현, "초고속 이송방식 레이저 절단기 개발 및 성능 평가에 관한 연구", 석사학위논문, 창원대학교, 2002.
8. 한유희, 이제훈, 박정호, 김정오, 강범식 "고정밀 CO₂-레이저 절단기 개발", 한국레이저가공학회, Vol. 2, No.1, pp. 5-8, 1999.