

용접 빅데이터 환경에서 상관분석 및 회귀분석을 이용한 작업 패턴 분석 모형에 관한 연구

정세훈* · 심춘보**

A Study on a Working Pattern Analysis Prototype using Correlation Analysis and Linear Regression Analysis in Welding BigData Environment

Se-Hoon Jung* · Chun-Bo Sim**

요 약

최근 빅데이터(Big Data)를 이용한 정보 제공 서비스가 확대되고 빅데이터 처리 기술 역시 IT 업체의 중요한 이슈로 학문적인 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 R 프로그래밍을 기반으로 용접의 빅데이터 분석 및 추출을 통하여 용접사의 숙련된 패턴을 분석하고 분석된 결과를 비 숙련공에게 제공함으로써 용접 품질 및 용접 시간 단축 등의 용접 작업에 적용되는 비용을 절감하고자 한다. 용접은 숙련공이 되기 위하여 오랜 시간을 투자해야 하는 문제점이 있다. 이러한 단점을 해결하고자 숙련공들의 용접 패턴 분석을 위하여 다량의 패턴 변수에 R의 연관 규칙 알고리즘과 회귀분석 방식을 적용한다. 상위 N개의 규칙을 분석한 후 분석된 규칙의 변수에 따른 숙련자의 패턴을 분석한다. 본 논문에서는 분석된 용접 패턴 분석을 통해 실험 결과를 분석하여 전력소비량과 와이어 소모 길이에 대한 패턴 구조를 확인하였다.

ABSTRACT

Recently, information providing service using Big Data is being expanded. Big Data processing technology is actively being academic research to an important issue in the IT industry. In this paper, we analyze a skilled pattern of welder through Big Data analysis or extraction of welding based on R programming. We are going to reduce cost on welding work including weld quality, weld operation time by providing analyzed results non-skilled welder. Welding has a problem that should be invested long time to be a skilled welder. For solving these issues, we apply connection rules algorithms and regression method to much pattern variable for welding pattern analysis of skilled welder. We analyze a pattern of skilled welder according to variable of analyzed rules by analyzing top N rules. In this paper, we confirmed the pattern structure of power consumption rate and wire consumption length through experimental results of analyzed welding pattern analysis.

키워드

Bigdata, Correlation Analysis, Linearr Regression Anaysis, Welding Data
빅데이터, 상관분석, 회귀분석, 용접 데이터

* 순천대학교 멀티미디어공학과 박사수료(iam1710@hanmail.net)

** 교신저자(corresponding author) : 순천대학교 광양관원SW융합연구소(cbsim@sunchon.ac.kr)

접수일자 : 2014. 08. 05

심사(수정)일자 : 2014. 09. 25

게재 확정일자 : 2014. 10. 17

1. 서 론

일반적으로 용접은 전기와 같은 고에너지원을 이용하여 알크를 발생시키고 모재 및 용가재를 용융시켜 접합하는 공정으로 조선소, 자동차, 기계 산업 등 부품, 소재의 품질 및 생산성을 좌우하는 생산기반산업에 매우 중요한 공정의 하나로 널리 활용되고 있다 [1]. 특히 현재 다양하게 개발되고 있는 조선현장의 용접생산성 관리 및 에너지관리가 가능한 디지털 용접기 통합시스템은 최적의 용접환경을 제공하기 위한 고차원적인 데이터 분석이 필요로 하고 있는 실정이다. 용접 공정요소의 다양하고 광범위한 용접데이터를 데이터화하여 전력 소모 절감, 용접 안전 관리등 다양한 시너지효과를 기대하고 있는 실정이다[2-4].

이러한 다양한 용접 데이터의 분석을 위해서는 빅데이터 처리 기술과 같은 대규모 데이터를 분석할 수 있는 관련 기술이 필요한 실정이다. R은 이러한 대규모 데이터 분석을 위해 최적화된 오픈소스 프로그래밍 언어이다. Google, Facebook, Amazone.com과 같은 국제적인 IT 전문 기업에서도 분석엔진을 R로 채택하고 있는 실정이다[5-6]. R은 다양한 패키지를 제공함으로써 싱글 코어 또는 멀티 코어기반의 데이터 분석이 용이하며, 빠른 시간에 통계 분석이 가능한 장점을 가지고 있다. 특히 변수간의 상관관계를 수치적으로 분석하여 데이터간의 패턴 분석 및 예측이 가능한 기능을 제공하고 있다[8-10].

이에 본 논문에서는 빅데이터 분석 도구인 R을 이용하여 기존 방식인 관리자의 주관적인 판단에 따른 용접 작업의 진행 방식을 다량의 용접 데이터를 기반으로 용접 데이터간의 회귀 분석을 통하여 최적의 작업 조건과 용접 처리 방식을 제안하고자 한다. 용접 속련공과 비 속련공간의 용접 패턴 및 작업 시간, 작업 환경의 차이를 분석하여 비 속련공의 문제점 및 최적의 작업 조건을 제시함으로써 보다 빠른 용접업무 능률을 높이고자 한다. 본 연구에서 제안하는 분석 모형은 1차적으로 기존 용접 데이터를 활용하여 Apriori 알고리즘 기반의 Arules 패키지를 적용한다. 연관규칙 생성을 통해 여러 변수 중 특정 3가지 변수를 기반으로 트랜잭션이 추출되며, 추출된 트랜잭션의 변수를 통하여 변수간 상관관계를 통한 데이터 패턴 분석을 진행한다. 패턴 결과와 기본조건 비교 평가를

위하여 기초조건으로는 용접 속련공은 용접 패턴이 다양하고 시간에 따른 작업 환경이 일정하며, 비 속련공은 시간에 따른 작업 환경이 불규칙하며 용접 패턴이 단순하다는 조건을 기반으로 데이터 모형을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 제시하며, 3장에서는 용접 빅데이터 분석을 위한 R기반의 분석 모형 설계를 제시한다. 4장에서는 제안된 분석 모형의 결과와 성능평가를 실시하며, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방안을 제시한다.

II. 관련 연구

본 논문에서는 기존 연구에서 진행되고 있는 빅데이터 분석에 관한 방법을 크게 3가지 관련 연구로 구분하여 제안하는 데이터모형과의 비교 및 평가한다.

[5]에서는 빅데이터 분석을 위하여 Hadoop 환경에서 분산 데이터 처리를 R 패키지인 Rhive를 활용하였다. 병렬 다중회귀분석을 위해 MapReduce 프로그램을 작성하는 방법을 제시하였다. 시뮬레이션을 위해 FF 및 BigMemory 패키지와 데이터 크기에 따른 연산속도를 비교 및 측정하였고 측정 결과 FF 및 BigMemory 패키지보다 Rhive의 연산속도가 1G의 데이터 이상일 경우 빠른 것으로 제시하였다. 그러나 해당 논문에서는 병렬처리 방식에서 다중 클러스터에 대한 연산속도 비교를 측정하지 않아 데이터의 연산속도에 대한 패키지의 우선순위에 대한 신뢰도가 떨어지는 단점이 지적되었다.

[6]에서 연구된 빅데이터 측정 모형은 다차원의 대용량 공간데이터를 싱글 코어 상의 R 프로그램 하나로 분석하는 문제점을 분석하고 구조를 변경한 변환 방법을 제시하였다. 선형 회귀, 로버스트 회귀, 랜덤포레스트, 변화도 부스팅, 일반화 가법 모형 등의 다양한 통계 모형을 적절시켜 최적 조절모수를 찾고 각 모형의 예측력을 측정 및 제시하였다.

[7]의 연구에서는 R을 활용하여 산업지식재산권에 대한 검색에 관한 모델을 제시하였다. 또한 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 유사특허끼리의 클러스터링을 통한 후보군 도출과 그 후보군에서 키워드를 추출하도록 하였다. 또한 연관 단어 추출을 통한 복합 명사

생성 과정을 거치도록 하였다. 제안된 모델을 통해 성능평가를 제시하여 위치기반이라는 키워드를 기반으로 약 7분 동안 6만건의 특허 데이터중 관련 키워드를 기반으로 약 200여개의 데이터를 추출하는 결과를 제시하였다.

III. 용접 빅데이터 분석을 위한 모형 설계

본 논문에서 제안하는 분석 모형은 용접과 관련된 특정 변수 데이터를 기반으로 설계를 진행한다. 용접의 숙련공과 비숙련공 차이를 상관 분석 및 회귀 분석 통하여 용접 빅데이터 분석 기반의 최적의 용접 작업 환경을 제공하는 목표를 설정하고 있다. 이를 위해 용접 빅데이터는 상관 분석을 통해 선별된 특정 변수를 구분한다. 또한 각 변수에 연관 규칙을 적용하고 규칙에 따른 용접 빅데이터를 세분화하며, 구분된 데이터 셋을 기준으로 회귀 분석을 실시하여 시간에 따른 최적의 데이터 범위를 구분한다. 이를 통해 비숙련공의 문제점 분석 및 작업 시간을 예측하여 보완된 작업 환경에 각 변수를 적용한다. 그림 1은 분석 모형 설계 흐름도이다.

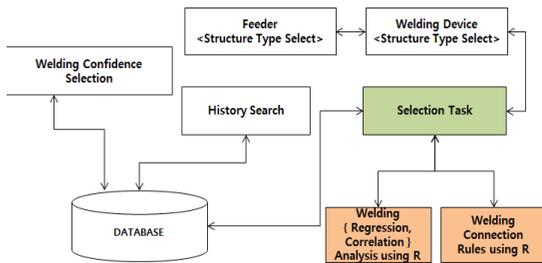


그림 1. 제안하는 분석 모형 설계 구조도
Fig. 1 Design structure of proposed analysis prototype

그림 2는 용접 데이터 분석 모형의 흐름도는 나타내고 있다. 기존 DBMS에 저장된 용접 데이터 셋을 기반으로 각 속성들의 값을 상관 분석을 진행하여 패턴 분석을 위한 최적의 후보 속성 데이터를 추출한다. 추출된 각 후보 속성들은 발생빈도에 따른 연관 규칙을 생성한다. 빈발항목 생성 집합과 트랜잭션 데이터, 지지도를 통하여 각 후보 속성들중 최종 속성들을 추출한다. 추출된 최종 속성들은 회귀 분석을 통해 설명

변수에 따른 반응 변수의 데이터 변화값을 확인하여 숙련공의 패턴을 추출하게 된다. 추출된 패턴은 비 숙련공의 용접 패턴과 비교를 진행하였다.

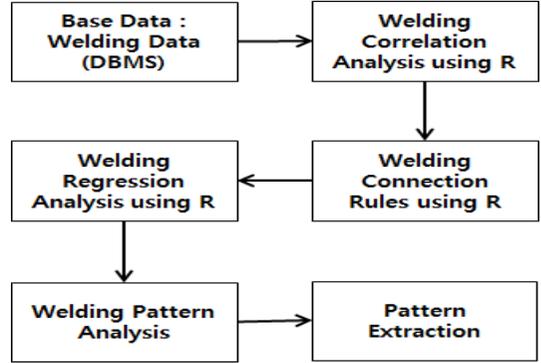


그림 2. 제안하는 용접 데이터 패턴 분석 흐름도
Fig. 2 Flow chart of proposed welding data pattern analysis

3.1. 용접 데이터 상관 분석

용접 데이터베이스에 저장된 각 속성간의 유사성을 추출하여 연관 규칙을 적용하기 위해 각 속성간의 상관 분석을 설계한다. 특정 변수와 다른 변수간의 데이터가 함께 증가하면 연관 규칙 성립을 위한 상관관계가 성립되며, 변수간의 데이터가 함께 증가하지 않으면 연관 규칙 성립을 위한 상관관계가 성립되지 않음을 표현할 수 있다. 변수간의 데이터가 상관성이 높을 때의 상관계수는 1 혹은 -1에 가까우며, 상관성이 낮을 때는 상관계수가 0에 가까워진다. 본 논문에서 제안하는 용접 데이터 상관분석을 위한 변수는 소비전력량(CON_WATT), 가스 소모량(CON_CO2), 와이어 소모 길이(CON_WIRE), 작업 시작 시간(WELD_START_WELD_OP_TIME), 용접 작업 시간(WELD_OP_TIME), 전압(VOLTAGE), 전류(ELE_CURRENT), 작업장(WORKPLACE), 시간별 누적 소비전력량(HOUR_SUM_WATT), 시간별 누적 CO2 가스 소모량(HOUR_SUM_CON_CO2), 시간별 누적 와이어 소모 길이(HOUR_SUM_CON_WIRE), 시간별 CO2 배출량(HOUR_CO2), 일별 평균 용접 가동시간(DAY_AVG_WELD_OP)등 총 13가지 변수를 활용하였다. 그림 3은 용접 변수 데이터를 기반으로 변수간의 상관 분석을 위한 데이터 비교 분석표의 일부분이

다. 상관 분석을 통해 변수가 평균 변수 데이터 P-VALUE의 0.500와 유의수준을 갖는 각 변수들을 확인하여 변수 평균의 상관 데이터가 유사한 소비전력량(CON_WATT), 가스 소모량(CON_CO2), 와이어 소모 길이(CON_WIRE), 작업 시작 시간(WELD_START_WELD_OP_TIME)의 변수가 유사함을 확인하였다. 특히 와이어 소모 길이는 소비전력량과의 상관 분석에서는 0.274, 가스 소모량과의 상관 분석에서는 0.643, 작업시간과의 상관 분석에서는 0.999로 추출되어 다른 변수와의 상관 분석 데이터가 상당한 유의수준을 갖는 것으로 데이터 추출되었다. 작업장(WORKPLACE)는 데이터 타입이 Numeric 아닌 Char형으로 상관 분석이 되지 않아 N/A로 추출되었다.

	CON_WATT	CON_CO2	CON_WIRE	WELD_OP_TIME	VOLTAGE	ELE_CURRENT	WORKPLACE
CON_WATT	1.0000000	0.34390410	0.27494498	0.273861536	0.115136741	0.9962137	NA
CON_CO2	0.3439041	1.0000000	0.64386003	0.644073858	0.017999845	0.3466675	NA
CON_WIRE	0.2749450	0.64386003	1.0000000	0.999988035	0.009505320	0.2777463	NA
WELD_OP_TIME	0.2738615	0.64407386	0.99998804	1.000000000	0.008948519	0.2767203	NA
VOLTAGE	0.1151367	0.01799895	0.00950532	0.008948519	1.000000000	0.0327664	NA
ELE_CURRENT	0.9962137	0.34666749	0.27774629	0.276720292	0.032766399	1.0000000	NA
WORKPLACE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
hour_sum_watt	1.0000000	0.34390410	0.27494498	0.273861536	0.115136741	0.9962137	NA
hour_sum_con_co2	0.3439041	1.0000000	0.64386003	0.644073858	0.017999845	0.3466675	NA
hour_sum_con_wire	0.2749450	0.64386003	1.0000000	0.999988035	0.009505320	0.2777463	NA
hour_co2	1.0000000	0.34389960	0.27494501	0.273861562	0.115123467	0.9962148	NA
day_avg_weld_op	0.2738615	0.64407386	0.99998804	1.000000000	0.008948519	0.2767203	NA

그림 3. 용접 변수 데이터의 상관 분석
Fig. 3 Correlation analysis of welding variable data

3.2. 특정 용접 데이터 변수 연관 규칙

데이터마이닝 기법 중 연관규칙은 항목집합들로 구성된 기존 데이터베이스에서 요구되는 항목들의 동시 출현 성향에 대한 연관성을 표현하는 기법이다. 본 연구에서는 숙련공과 비 숙련공의 용접 패턴 분석을 위하여 각각의 변수를 용접 사용시간, 소비전력량, 가스 소모량, 와이어 소모 길이를 정하여 데이터들에 대한 발생 빈도를 기반으로 각 데이터 간의 연관관계를 밝히기 위한 방법을 제시한다. 이를 위하여 Apriori 알고리즘을 활용하며, R 프로그램에서는 Arules 패키지를 활용한다. Apriori 알고리즘은 항목들의 집합인 트랜잭션으로부터 연관 규칙을 마이닝한다. 연관 규칙은 두 단계를 통하여 구성되며, 첫 번째 단계는 최소의 지지도(Minimum Support) 이상의 발생 지지도를 가지는 도합을 찾아 빈발 항목을 구성한다. 모든 빈발

항목 집합(A:)에 대해서 빈발 항목 집합의 모든 공집합이 아닌 부분집합들을 찾는다. 각각의 부분집합(B)에 대하여 지지도(A)에 대한 지지도(B)의 비율이 적어도 최소 신뢰도(Minimum Confidence)이상이면 $B \rightarrow (A-B)$ 의 형태 규칙이 성립된다. Apriori 알고리즘에서 서브 집합의 생성은 Apriori-gen을 활용하여 새로운 서브 집합을 생성함으로써 서브 항목의 수를 줄일 수 있다. 이를 활용하면 연관 규칙을 찾는 비용이 감소되는 장점이 있다[7].

본 논문에서는 각각의 변수에 대한 연관성 규칙은 용접 사용시간을 기준으로 소비전력량, 가스 소모량, 와이어 소모 길이를 변수로 설정하여 연관성을 확인한다. 시간 발생 빈도는 0초부터 1분까지 특정 시간 타임을 설정하였고, 각 변수에 대한 서브 항목을 구분하여 연관성을 찾도록 설계 하였다

표 1은 패턴 분석을 위한 A변수와 B변수 사이에 대한 각 변수의 트랜잭션 ID와 항목을 구분하였다.

표 1. 용접 데이터 transaction 분류
Table 1. Sort of welding data transaction

Transaction ID	Items
1	WELD_OP_TIME, CON_WATT, CON_CO2, CON_WIRE
2	WELD_OP_TIME, CON_WATT, CON_CO2
3	WELD_OP_TIME, CON_WATT, CON_WIRE
4	WELD_OP_TIME, CON_CO2, CON_WIRE
5	WELD_OP_TIME, CON_WATT
6	WELD_OP_TIME, CON_CO2
7	WELD_OP_TIME, CON_WIRE

시간에 따른 소비전력량->와이어 소모 길이가 발생하는 조건 중 지지도는 43%이며, 조건부 확률인 신뢰도는 50%가 됨을 알 수 있다. 이를 기반으로 연관 규칙을 찾기 위한 신뢰도 및 지지도의 식은 식 (1)과 같다.

$$Conf. = \frac{\text{Transaction Number containing of } (A \cup B)}{\text{Transaction Number containing of } B} \quad (1)$$

그림 4는 최종 input 데이터에 대한 연관 규칙 생성을 진행하는 빈발항목 집합 생성 알고리즘이다. 항목 집합과 트랜잭션 데이터, 지지도도를 통하여 output으로 용접 패턴 연관규칙을 생성한다.

```

Input :
I
D
s
Output :
L
Apriori algorithm :
k = 0;
L = 0;
C1 = I;
repeat
k = k + 1;
Lk = 0;
for each Ii ∈ Ck do
ci = 0;
for each tj ∈ D do
for each Ii ∈ Ck do
if Ii ∈ tj then
ci = ci + 1;
for each Ii ∈ Ck do
if ci ≥ (s × |D|) do
Lk = Lk ∪ Ii;
L = L ∪ Lk;
Ck+1 = Apriori-Gen(Lk)
until Ck+1 = 0;
    
```

그림 4. 연관 규칙을 위한 빈발 항목 생성 알고리즘
Fig. 4 Frequent items creation algorithm for connection rules

그림 5는 빈발 항목 생성 알고리즘을 통해 적용된 85만건의 용접 데이터를 기반으로 숙련공의 용접 패턴 분석을 위하여 Arules 패키지를 활용하였다.

가스 소모량, 와이어 소모 길이, 소비전력량의 변수에 대한 트랜잭션 351건을 추출하였고, 추출된 트랜잭션을 기반으로 변수 패턴 분석을 위하여 회귀분석에 활용한다.

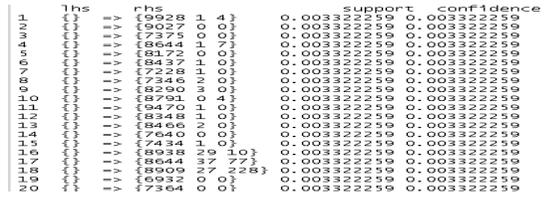


그림 5. Arules 패키지를 통한 빈발 항목 분류(숙련공)

Fig. 5 Frequent items sort through arules package(specialist)

3.3. 패턴 분석을 위한 용접 데이터 회귀 분석

연관 규칙을 통해 추출된 데이터 셋을 기반으로 숙련공과 비 숙련공의 용접 사용시간에 따른 각 변수(소비전력량, 가스 소모량, 와이어 소모 길이)의 회귀 분석을 진행하여 용접 숙련공의 패턴을 분석한다. 회귀 분석단계는 비 숙련공과의 차이를 분석하는 단계이다. 이를 위해 R 프로그램의 MASS 패키지를 활용한다. MASS 패키지의 lm() 함수를 통해 각 변수끼리의 상관관계를 분석하고 숙련공일수록 발생할 수 있는 다양한 패턴 및 오차 범위를 측정한다. 소비전력량이 설명변수의 역할을 수행하며, 가스 소모량, 와이어 소모 길이가 반응변수의 결과를 추출한다. 결과 분석은 설명변수에 따른 반응변수의 회귀분석 반응이 낮을수록 변수간 데이터의 패턴 연관성이 높도록 설계하였다. 그림 6~그림 7은 소비전력량에 따른 각 변수들의 회귀 분석 결과이다. 시간에 따른 소비전력량의 변화도를 반응변수로 나타내고 있다. 특정 시간당 소비전력량은 일정 수준으로 나타내지만 그림 6과 같이 비 숙련공의 와이어 소모 길이는 2.214의 변화는 그림 7의 숙련공의 와이어 소모 길이는 0.167에 비해 연관성이 낮은 부분을 확인할 수 있었다.

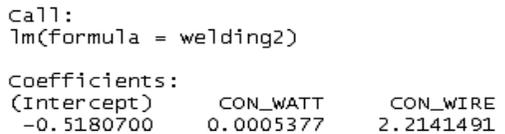


그림 6. 소비전력량에 따른 와이어 소모 길이 데이터 회귀분석(비 숙련공)

Fig. 6 Regression analysis of CON_WIRE data follow CON_WATT(non-specialist)

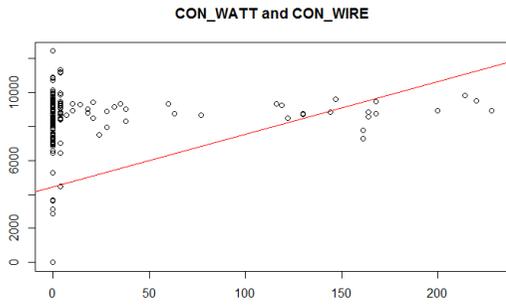


그림 11. 전력소비량과 와이어 소모 길이 관계
Fig. 11 Power consumption rate and wire consumption length relationship

그림 12는 기존 데이터베이스에 저장된 데이터 일부분을 추출하여 데이터마이닝기법을 통해 숙련공과 비 숙련공의 시간에 따른 소비전력량의 변화를 나타내고 있다. 특히 숙련공은 10.0V 이하의 다양한 패턴 구간을 활용하는 부분을 확인할 수 있지만 비 숙련공은 10.0V ~ 15.0V 사이의 높은 소비전력을 사용하는 작업 패턴을 보이고 있다. 낮은 소비전력을 통해 다양한 패턴을 사용하는 숙련공의 데이터 분포는 그림 9와 그림 11과 같이 5.0V ~ 10.0V 사이에 용접 패턴이 분포되어 있다.

859 BLOCK-30T Skilled Welder(Lee) Working Pattern (2014-04-18 A.M 8 ~ A.M 10)

	0-1 Sec.	1 Sec.	2 Sec.	3 Sec.	4 Sec.	5 Sec.	6 Sec.	7-10 Sec.	10-15 Sec.	15-20 Sec.	20-30 Sec.	30-60 Sec.	1 Min.
1 -19.5V	14	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 -25.5V	83	55	22	2	6	1	2	1	4	1	2	4	0
3 28.5V	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T11 BLOCK-30T Non Skilled Welder(Lee) Working Pattern (2014-04-19 A.M 8 ~ A.M 10)

	0-1 Sec.	1 Sec.	2 Sec.	3 Sec.	4 Sec.	5 Sec.	6 Sec.	7-10 Sec.	10-15 Sec.	15-20 Sec.	20-30 Sec.	30-60 Sec.	1 Min.
1 -19.5V	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 -25.5V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 28.5V	121	17	0	1	0	1	1	0	1	1	1	3	2

그림 12. 숙련공과 비 숙련공과의 소비전력량 비교(데이터마이닝)

Fig. 12 Compare with CON_WATT of specialist or non-specialist(DataMining)

본 연구에서는 빅데이터 분석을 위하여 R을 이용한 용접 패턴 비교 분석 모형을 제안하였다. 모형의 흐름도는 기존의 용접 데이터 셋을 기반으로 상관분석 및 연관규칙을 위한 Arules 패키지를 활용하였고, 추출된 규칙을 통해 각 데이터 셋을 구분하여 회귀분석을 진행하였다. 분석 결과 전력소비량과 가스 소모량에 따른 패턴이 숙련공일수록 시간에 따른 패턴의 편차가 심하게 발생하였다. 실험 데이터 셋은 약 85만건의 데이터를 활용하였고 상관 분석 및 연관 규칙을 추출하기 위한 비용은 약 15분이었다. 또한 회귀분석을 통하여 전력소모량과 와이어 소모 길이에 따른 데이터 관계가 숙련공과 비 숙련공과의 차이를 많이 발생시켰으며, 이를 기반으로 비 숙련공의 교육 패턴 자료로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

향후 연구로는 본 연구에서 분석할 데이터 셋을 싱글코어로 진행하여 추출비용이 상대적으로 많이 발생이 되어 멀티코어 또는 다중 클러스터 방식을 이용한 데이터 모형을 실험할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 한국정보통신산업진흥원에서 지원하는 2012~2013년 광양지역SW융합지원사업의 사업수행으로 인한 결과물이며, 아울러 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연공동기술개발사업 (No. C0124761), (No. C0150609)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다. 본 논문은 2014년도 한국전지통신학회 봄철 종합학술대회 우수논문을 확장한 논문입니다.

References

- [1] W. Jeong, "A Study on the Optimization of Welding Precess for Guaranteeing the Weld Quality in Tandem GMA Welding," Ph.D's Thesis, Mokpo National University, 2014.
- [2] G. Kim, Y. Jeong, and J. Choi, "A study on multi-functional welder remote control system using smart phone," J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science, vol. 9, no. 3, 2014, pp. 351-357.

V. 결론 및 향후연구

- [3] J. Kim, J. Choi, and Y. Jeong, "A Study on control mode of hybrid multi-function welder," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 8, no. 3, 2013, pp. 439-445.
- [4] E. Kim, "Fabrication of shoes for analyzing human gait pattern using strain sensors," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 8, no. 9, 2013, pp. 1407-1412.
- [5] Y. Ko and J. Kim, "Analysis of big data using Rhipe," *J. of Korean Data and Information Science Society*, vol. 24, no. 5, 2013, pp. 975-987.
- [6] E. Lee, "Bigdata analysis with R : Multi-dimensional data handling and visualization," Master's Thesis, *Ewha Womans University*, 2014.
- [7] J. Zhang, J. Jang, S. Kim, H. Lee, and C. Lee, "A study on the efficient patent search process using big data analysis tool R," *J. of the Korea safety management & science*, vol. 15, no. 4, 2013, pp. 289-294.
- [8] B. Lee, J. Lim, J. Yoo, B. Lee, J. Lim, and J. Yoo, "Utilization of Social Media Analysis using Big Data," *J. of Korea Contents Association*, vol. 13, no. 2, 2013, pp. 211-219.
- [9] S. Kim, H. Shin, and S. Son, "A Study on Large-Scale Traffic Information Modeling using R," *Conf. of the KIISE Korea Computer*, Jeju, Korea, vol. 2013, no. 11, Nov. 2013, pp. 1-2.
- [10] M. Cho and Y. Jeon "Simulation Modeling of Profit Optimization and Output Analysis using R," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 9, no. 8, 2014, pp. 883-888.

저자 소개

정세훈(Se-Hoon Jung)



2010년 2월 순천대학교 멀티미디어공학과 졸업(공학사)

2012년 2월 순천대학교 대학원 멀티미디어공학과 졸업(공학석사)

2014년 8월 순천대학교 대학원 멀티미디어공학과 박사수료

※ 관심분야 : 객체지향 모델링, 상황인식, 빅데이터 처리

심춘보(Chun-Bo Sim)



1996년 2월 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1998년 2월 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2003년 2월 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2005년~현재 순천대학교 정보통신공학부 부교수

※ 관심분야 : 멀티미디어 DB, 객체지향 모델링, 유비쿼터스 컴퓨팅