

문서명	수행계획서	작성일	2018.03.14
작성자	Hidden Layer	지도교수	이충목

[캡스톤 디자인 프로젝트]

(주) 포스-벽진
자동화 설비 개선

팀 Hidden Layer	
학번	이름
201302455	이승진(PM)
201300061	강인선
201302032	오익준
201502574	이정하

목 차

1. 프로젝트 요약문	3
2. 제안 발표 이후 진행 방향	4
2.1 제안 발표 지적 사항에 대한 수정 및 보완 내용	4
2.2 중간발표 산출물	5
2.3 최종적으로 평가를 받고자 하는 내용	5
3. 기업 소개	6
3.1 기업소개 및 개요	6
4. 기업 현황 및 분석	8
4.1 공정 흐름도	8
4.1 AS-IS	10
5. 프로젝트 소개	12
5.1 프로젝트 주제 및 필요성	12
5.2 기대효과	14
5.3 TO-BE Process	16
6. 프로젝트 구현 방안	17
6.1 데이터 수집	17
6.2 구현 방안	17
6.3 User Interface	18
6.4 개발환경	18
7. 프로젝트 수행 계획	19
7.1 업무 분담	19
7.2 향후 일정	19
8. 프로젝트 어려움 및 대처방안	20
9. 참고자료	21
10. 별첨	22

1. 프로젝트 요약문

프로젝트 주제	(주) 포스-벽진 자동화 설비 개선
프로젝트 배경	<ul style="list-style-type: none">- 자동화 설비를 도입한 (주) 포스-벽진- 무인환경에서 금형 파손 시 대처 시스템 부재- 실시간으로 금형 파손을 인식할 수 있는 시스템이 요구됨- 금형 재고가 많아지면서 요구되는 관리시스템
프로젝트 목표	<ul style="list-style-type: none">- 무인환경에서 금형 파손 시 작업자에게 알림을 보내는 시스템 구현- 금형 파손 데이터를 기록하여 차후 예측할 수 있도록 금형 재고 관리 프로그램 및 PUSH 알림 App 구축
프로젝트 내용	<ul style="list-style-type: none">- 데이터 수집<ul style="list-style-type: none">• 야간 작업시간 또는 무인시간동안 마이크를 통해 Punching Sound 녹음• AWS IoT Analytics 이용해 데이터 전처리- Deep Learning<ul style="list-style-type: none">• 금형 녹음 데이터를 통해 Training• 학습된 모델을 통해 test- 적외선 센서<ul style="list-style-type: none">• 적외선 장애물 감지 센서를 통해 scrap 인식.- 금형 재고관리 프로그램<ul style="list-style-type: none">• 금형의 각 재고들 사용기간들을 저장하고 알맞은 금형을 추천해주는 시스템 구축- 시스템 구현<ul style="list-style-type: none">• 금형 재고 관리 프로그램 & Error Alarm App 구축
프로젝트 최종결과물의 활용계획	<ul style="list-style-type: none">- 2학기 이공계 학술제 출품- 교외 대한산업공학회 공모전 출마- (주)포스-벽진 사에 시스템 개선 및 App 구축

2. 제안 발표 이후 진행 방향

2.1 제안 발표 지적 사항에 대한 수정 및 보완 내용

	지적 사항	수정 및 보완
1	비정상 데이터가 축적되지 않은 상황에서 이상을 찾아내기는 현실적으로 어려움.	Unsupervised learning에 관한 기법과 논문을 좀 더 찾아보고 우선 정상 데이터로 training 적용.
2	False alarm에 대한 고려가 필요함.	적외선 센서와 음향 인식을 함께 구현하여 정확도를 높이고, false alarm에 대비할 방법을 고려.
3	음향 시스템에 올인하지 말고 다른 소 주제들을 찾아 범위를 확장하는 것을 고려할 것.	Error가 발생한 후 조치를 하는 방법과 함께 금형을 관리하고 불량을 예방하는 시스템을 추가적으로 하여 <i>forehand & backhand</i> 모두 다를 수 있는 프로그램 구축.
4	금형 수명주기 관리방안, 예방정비 방안을 고려할 것. (사전에 예방하는 계획 필요)	금형 재고관리 프로그램을 구축.
5	졸업프로젝트로써 일의 범위가 너무 작음	금형 재고관리 프로그램과 적외선 센서도 함께 구축한다면 각 팀원 간 해야할 일의 범위가 작지는 않을 거라 예상됨.
6	이와 관련된 기존 타 연구에 대한 검토 필요	관련 논문을 더 찾아보고 음향 인식의 unsupervised learning 기법이 얼마나 더 정확도가 있는지 검토.
7	품질 문제를 해결하기 위해 다양한 단계에서 수행할 수 있는 방법을 고려.	금형의 품질(사용기간)에 따라 일별 또는 업무별로 금형을 추천해주는 시스템도 추가.
8	현장 데이터 수집 노력 필요	3/15부터 지속적으로 정상 데이터 녹음.
9	생산관리 모듈에서 단순 조회 기능 이외에 알고리즘 적용 개발에 대한 부분도 고려할 것,	생산관리프로그램 구축과 자동화 설비 개선은 흐름에 맞지 않는다고 생각하여 자동화 설비 개선 부분의 범위를 확장함.

2.2 중간발표 산출물

2.2.1 실시간 음향 데이터 수집 및 처리

- 금형 음향 데이터 분석
- 정상 금형 음향 training

2.2.2 적외선 센서 알고리즘 구축

2.2.3 음향 인식기와 적외선 센서 설치

2.2.4 maintenance 시스템 Database & UI 구축

- Database 구축 및 작년 금형 사용량 데이터 입력
- Database 시스템 App과 연동

2.3 최종적으로 평가를 받고자 하는 주요 내용

2.3.1 음향 인식과 적외선 센서에 대한 정확도

- 실시간으로 데이터 분석이 가능한가?
- 음향 인식과 적외선 센서가 서로 상호보완적인가?
- 실제 결과가 기대효과에 부응하였는가?

2.3.2 Maintenance 에 대한 실용성

- 작업자 측면에서 번거롭지 않게 시스템이 구현되었는가?
- 금형 추천 알고리즘이 논리적인가?

2.3.3 False Alarm 에 대한 대처

- 적절한 false alarm 대처를 반영하였는가?

3. 기업 소개

3.1 기업 소개 및 개요

3.1.1 기업 개요

기업명	(주) 포스-벽진
기업 형태	중소기업
소재지	경기도 이천시 신둔면 원적로 419-56
설립 연도	1990.11
사업 분야	통신용 금속 케비넷 RACK / 통신장비 제조 등 기타 구조용 금속제품 제조업체 (중점종 중량 생산)
종업원 수	23 명
연 매출액	72 억원 (2018.01 기준)
자본금	10 억원 (2017.09 기준)
주요 거래처	통신사 (LG / KT / SK), 삼성 등

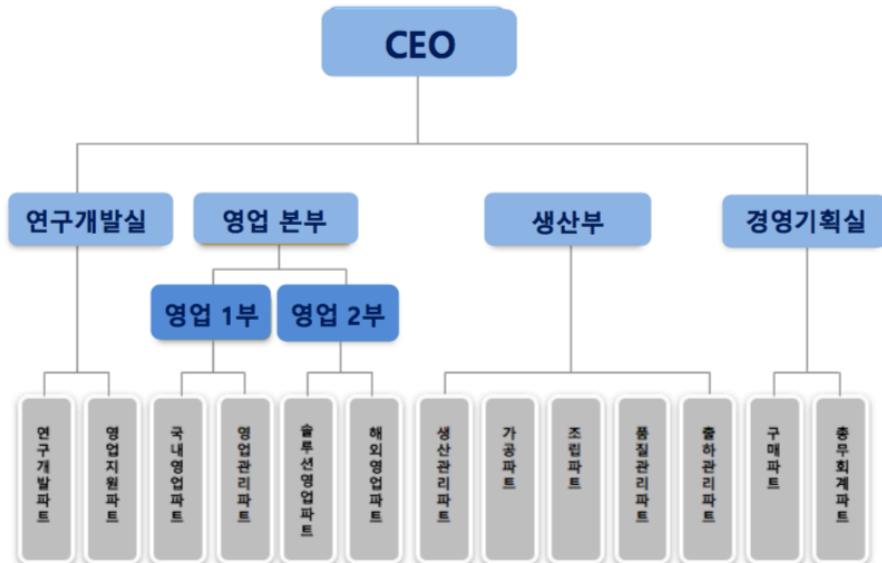
<Table 1. 기업 개요>

3.1.2 주요 제품



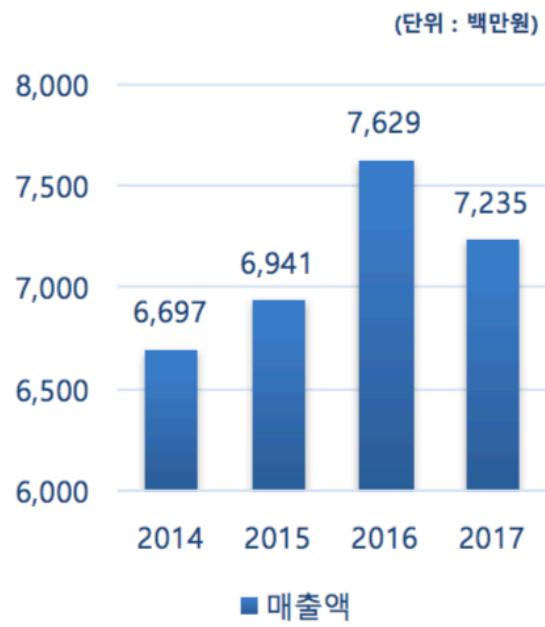
<Figure 1. RACK>

3.1.3 조직도



<Figure 2. 조직도>

3.1.4 매출현황



<Figure 3. 최근 4년간 매출 현황>

4. 기업 현황 및 분석

4.1 공정 흐름도



<Figure 4. 공장 도면>

공정 순서	사 진	내 용
1	-	<p><고객 주문> 고객이 영업부와 함께 RACK 을 설계하고 주문을 한다.</p>
2		<p><원자재(철판) 입고> 포스코 & 현대제철에서 규격에 맞는 철판을 입고한다.</p>
3	-	<p><입고 검사> 맞는 철판이 입고 되었는지, 불량은 없는지 확인하는 절차를 진행한다.</p>
4		<p><Punching 공정> 구멍을 뚫는 Punching 공정을 설계도면에 따라 진행한다.</p>
5		<p><절곡 공정> Punching 공정이 완료된 철판은 절곡 공정 라인에 들어가게 된다.</p>
6		<p><용접> 절곡이 완료된 철판들은 용접공정을 통해 기본 부품으로 완성된다.</p>
7	-	<p><공정 검사> 모든 공정들이 불량없이 진행되었는지 검사</p>
8		<p><도색 (외주)> 가공 공정이 완료된 제품은 외주로 보내 도색 과정을 거친다.</p>
9		<p><조립> 도색이 완료된 부품은 설계도면에 맞게 부품을 조립하여 완제품을 만든다.</p>
10		<p><포장> 완제품은 비닐로 포장한다.</p>
11	-	<p><보관 및 출하> 출하돼야 할 제품들은 박스 포장을 한 뒤, 완제품 재고에 보관한다.</p>

<Table 2. 공정 순서도>

4.2 AS-IS

4.2.1 기계 가공 라인 문제점

1) 반자동 Punching Machine

- 원자재 투입 및 배출을 수동으로 한다.
- 무인 환경에서는 생산을 할 수 없다.

2) 자동 Punching Machine

- 무인 환경에서 금형이 깨지게 되면 다량의 불량품 (Punching 이 되지 않은 철판)이 발생한다.
- 불량에 대한 기록을 보유하지 않고 있다.
- 기계 error 발생 횟수 : 2.5 days / 15days
- 현재 불량률과 손실이 가장 큰 공정이다.

3) 절곡 Machine

- 작업량에 비해 인력이 부족한 상황
- 무게가 많이 나가는 철판을 절곡하는 과정에서 생산효율성이 떨어지는 상황이 발생한다.

4.2.2 부품/반제품 라인 문제점

- 부품 재고관리가 전산화 되어 있지 않고 있다.

4.2.3 조립 라인 문제점

- 제품의 부피가 크기때문에 제품을 포장할 때 많은 시간이 소요된다.
(1 개 RACK 을 1 명이 포장할 때, 15 분 소요)
- 제품의 무거운 하중으로 인해, 조립 과정에 많은 노동력이 요구된다.

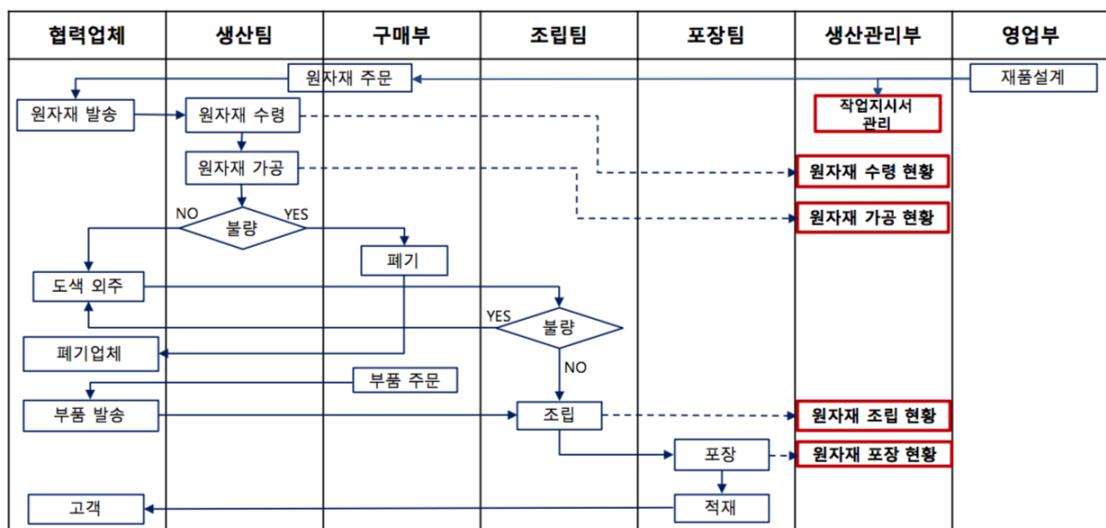
4.2.4 완제품 라인 문제점

- 부피가 큰 완제품에 비해 창고의 크기가 협소하다.
(ex- 고객에서 제품의 출하를 미뤄, 막대한 재고유지비용이 발생하고 있다.)

4.2.5 생산 관리자 문제점

- 긴급 주문, 주문 변경, 생산 차질 등의 변화에 대응이 어렵다.
- 불량데이터를 보유 하고 있지 않다.(관리자의 직관에 의지하고 있다.)
- 가공 현장과 생산 관리자 간에 정보공유가 원활하지 않다.

4.2.6 Total 공정 AS-IS Process



<Figure 5. AS-IS Process>

5. 프로젝트 소개

5.1 프로젝트 주제 및 필요성

5.1.1 프로젝트 주제

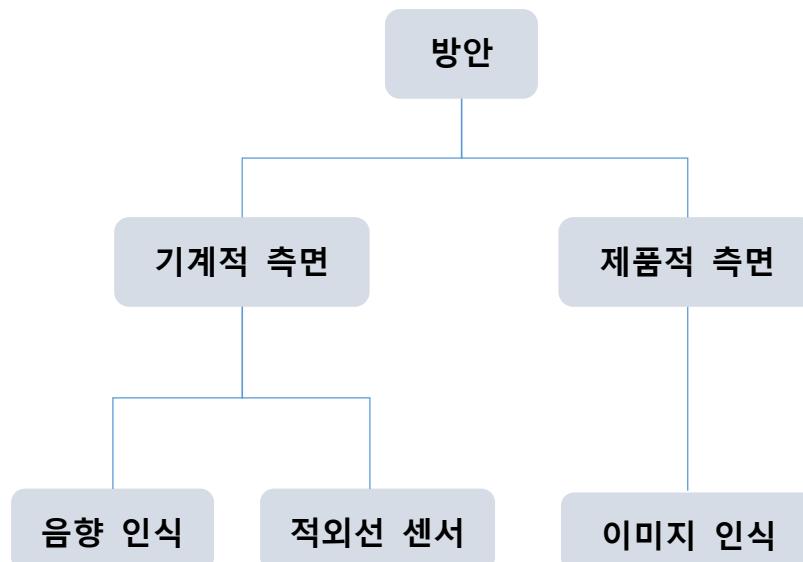
- 자동화 설비 개선

1) Error 발생 전 예방 (Maintenance) 시스템 구축

9 개의 금형 재고를 각각 5 개씩 유지하여 각 금형들의 사용기간을 프로그램에 저장한 뒤, Punching 공정을 시작할 때 생산 시간에 따른 금형을 추천해 주는 시스템을 구축하겠다.

1) Error 발생 후 처리 (Handle) 시스템 구축

금형 파손 시 즉시 알림



Punching 음향을 인식하는 Deep Learning 알고리즘 구축을 하여 만약 금형이 파손되어 비정상 음향 데이터가 발생하면 즉시 작업자에게 PUSH 알림을 보내는 시스템을 구축할 것이다.

캐나다 인공지능 회사인 Element AI 의 직원에게 자문한 결과, 음향 인식 이외에 적외선 센서 & 이미지 인식 등의 다른 여러 방안이 있다는 점을 알게 되었다. Hanwha S&C 의 직원에게 자문한 결과, 음향 인식과 적외선 센서는 실현이 가능하지만, 이미지 인식은 이 시스템에 맞지 않고 제한되는 요소들이 많기 때문에 어려울 것이라고 예상이 된다.

따라서, 최종적으로 음향 인식 & 적외선 센서를 통합하여 정확도를 높이는 방안으로 알림시스템을 구축할 것이다.

5.1.2 프로젝트 필요성

현재 야간 생산량 = 15days / month

평균 불량 횟수 = 2.5 days / month

금형의 종류 = 총 9 개

금형의 비용 = 1,030,000 (\) (9 개의 금형의 총합)

상태에서 예방 관련하여 모든 금형을 교체하는 것을 고려했을 때, 나오는 경우의 수와 각 대안의 비교는 다음과 같다.

경우의 수	비용	비교 분석
A. 1 일에 한번씩 금형 교체	고정비(1545 만원) + 금형재고비용 (악성 재고)	예리가 나올 확률이 없지만, 막대한 재고 비용과 복잡한 재고관리가 요구된다.
B. 3 일에 한번씩 금형 교체	고정비(515 만원) + 금형재고비용(악성 재고)	A 의 대안보다는 비용이 적지만 여전히 높은 재고 비용과 복잡한 재고관리가 요구된다.
C. 5 일에 한번씩 금형 교체	고정비(309 만원) + 금형재고비용(악성 재고)	회사에서 해본 결과 재고관리와 재고비용적인 측면에서 부담을 느껴서 중단하였다.
D. 15 일에 한번씩 금형 교체	고정비(103 만원) + 금형재고비용(악성 재고)	한달 오류 횟수를 충족하지 않은 경우이므로 고려하지 않는다.
E. 금형 교체 X , error 후 알림	1,171,500 원의 비용이 발생	금형의 재고관리나 재고 비용의 필요성이 없기 때문에 가장 합리적인 대안이다.

<Table 3. 대안 비교 분석 표>

C 대안을 포스 회사가 직접 적용 해 보았지만, 재고관리와 재고비용적인 측면에서
부담을 느꼈다. 따라서 금형 재고를 관리하는 프로그램이 필요하며, 더 나아가 차후
Error 상황을 대처하기 위한 알림 시스템이 필요하다.

5.2 기대 효과

5.2.1 Maintenance 시스템 기대효과

- 금형 재고 관리를 쉽게 할 수 있다.
 - > 구축 된 알고리즘이 자동으로 사용시간을 계산해 줌으로써, 45 개의 금형 관리가 용이해진다.
- 금형 교체 주기를 예측할 수 있다.
 - > 데이터가 대량으로 축적되면 최종적으로 교체 주기까지 예측 가능하다.
- 교체 주기 예측을 통해 편침 불량률을 줄일 수 있다.

평균야간업무	야간 업무시간	평균철판무게	평균철판가격	불량률	편침공정시간	불량품 폐기
15days/month	8 hours	42kg/EA	31,200₩/EA	7%	7min/EA	200₩/kg

Maintenance 비용 절감 효과

Case : 알림 발생 후, 1 시간 뒤 작업자가 조치를 취하는 경우

- 불량수 : 21 EA / month
- 야간 잔업 비용(-) : 15,000(₩) / hour
- 철판 손해 비용(-) : 21(EA) x 31,200(₩) = 655,200(₩)
- 폐기처리 비용(+) : 21 (EA) x 42(kg) x 200(₩) = 176,400(₩)
- 주간 생산 손해 비용(-) : 655,200(₩)
- $(-655,200(₩) \times 2) + 176,400(₩)$
- $-(15,000(₩) \times 2.5(\text{times})) = -1,171,500(₩)$

결론 : 금형의 교체주기를 예측함으로써 불량품 생산에 따른 비용을 절감할 수 있다.

한달 1,171,500 원의 비용 절감.

<Table 4. Maintenance 비용 절감 효과>

5.2.2 Handle 시스템 기대효과

- 손실 비용 계산

평균야간업무	야간 업무시간	평균철판무게	평균철판가격	불량률	편창공정시간	불량품 폐기
15days/month	8 hours	42kg/EA	31,200₩/EA	7%	7min/EA	200₩/kg

알림 도입 전	알림 도입 후
<ul style="list-style-type: none"> - 불량 수 : 85 EA / month - 철판 손해 비용(-) : $85(\text{EA}) \times 31,200(\text{₩})$ $= 2,652,000(\text{₩})$ - 폐기 처리 비용(+) : $85(\text{EA}) \times 42(\text{kg}) \times 200(\text{₩}) = 714,000(\text{₩})$ - 주간 생산손해비용(-) : $85(\text{EA}) \times 31,200(\text{₩})$ $= 2,652,000(\text{₩})$ <p>$\Rightarrow \{-2,652,000(\text{₩}) \times 2\} + 714,000(\text{₩})$ $= -4,590,000(\text{₩})$</p>	<p>Case : 알림 발생 후, 1 시간 뒤 작업자가 조치를 취하는 경우</p> <ul style="list-style-type: none"> - 불량 수 : 21 EA / month - 야간 임업 비용(-) : 15,000(₩) / hour - 철판 손해 비용(-) : $21(\text{EA}) \times 31,200(\text{₩})$ $= 655,200(\text{₩})$ - 폐기처리 비용(+) : $21 (\text{EA}) \times 42(\text{kg}) \times 200(\text{₩}) = 176,400(\text{₩})$ - 주간 생산 손해 비용(-) : 655,200(₩) <p>$\rightarrow (-655,200(\text{₩}) \times 2) + 176,400(\text{₩})$ $- (15,000(\text{₩}) \times 2.5(\text{times})) = -1,171,500(\text{₩})$</p> <p>+ False alarm에 대한 비용</p>

<Table 5. 손실비용 계산>

- > 손실 비용 (3,418,500 원 / month) 감소
- 설비 가동 속도가 기존 야간에는 75%로 설정해 놓았는데, 100% 속도를 유지 가능함으로써 생산량이 증가하게 된다.
- 야간 작업 시간이 증가됨에 따라 야간 기계 가동률이 증가하게 된다.
- 야간 시간 가동률 증가로 인한 주간 유휴 상태의 직원이 발생하게 되고 그 직원을 절곡 공정에 지원함으로써 절곡에 대한 문제점을 개선할 수 있다.
- 주간 근무시간 중 소음이 감소할 수 있다.

5.3 TO-BE Process

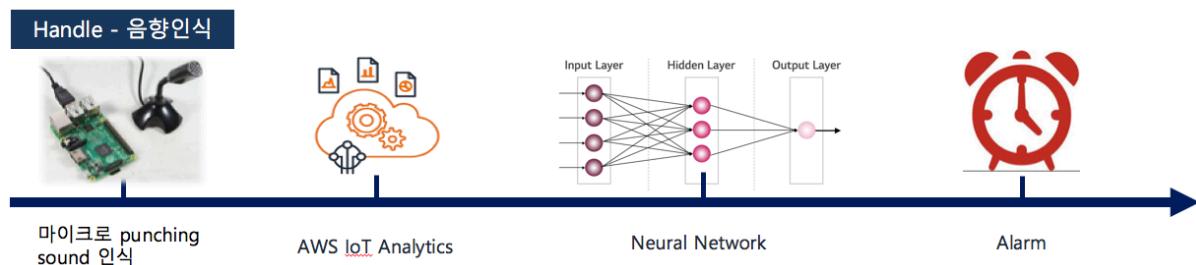
5.3.1 Maintenance System



앱 실행 후, 생산할 판의 양과 판의 종류 및 사용할 금형을 선택한다. 미리 구축되어 있는 알고리즘을 통해 각 금형의 사용 시간이 계산된다. 이후 다음으로 사용할 금형이 무엇인지 추천해준다. 이러한 데이터들이 대량으로 축적이 되면, 최종적으로 금형의 교체 주기까지 예측이 가능하다.

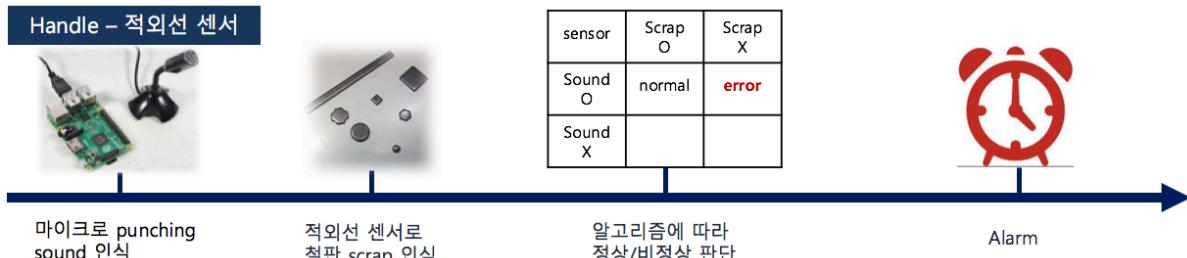
5.3.2 Handle System

1) 음향 인식



마이크로 소리를 인식하면, 라즈베리파이를 통해 AWS IoT Analytics라는 음향 데이터 처리 툴로 전처리가 된다. 전처리 된 데이터는 미리 학습된 Neural Network를 통해 정상 소리인지, 비정상 소리인지 판별이 된다. 비정상이라고 판별되면, 즉시 관리자에게 알림 문자를 보낸다.

2) 적외선 센서



펀칭 시 기계 밑으로 떨어지는 철 조각인 scrap을 적외선 센서로 인식한다. 펀칭 소리가 났을 때 스크랩이 떨어지면 정상, 떨어지지 않으면 비정상이라고 판단한다. 비정상이라고 판단되면, 마찬가지로 즉시 관리자에게 알림 문자를 보낸다.

6. 프로젝트 구현 방안

6.1 데이터 수집

마이크를 통해 소리 데이터를 인식하면 라즈베리파이를 통해서 local 영역으로 저장이 된다. 후에 원격으로 작업용 컴퓨터로 옮긴다. 현재는 2분 단위로 소리 데이터를 수집하고 있다.

6.2 구현 방안

6.2.1 Maintenance

아이패드 앱 구현

- 세부내용

금형의 사용량을 결정하는 식

= 각 설계도에서의 금형 사용량(punching 횟수) * 철판 생산량 = X
한 종류의 금형 : X1~X5 (총 5 개)

- 이 중, 가장 작은 X 값을 가진 금형을 추천한다.

6.2.2 Handle

1) 음향 인식

수집된 데이터가 aws IoT 를 통해서 전처리 과정을 거친 다음, 데이터 베이스에 저장이 된다. 저장이 된 데이터들은 2 가지 방법의 특징값 추출 과정을 거치게 된다. 첫 번째 방법은 Mel-Frequency Cepstral Coefficients(MFCC)기법이다.

이 방법은 짧은 구간에 불규칙하게 분포하고 있는 스펙트럼의 밀도를 표현해내는 방법으로써 해당 음향의 특성을 가지고 있다.

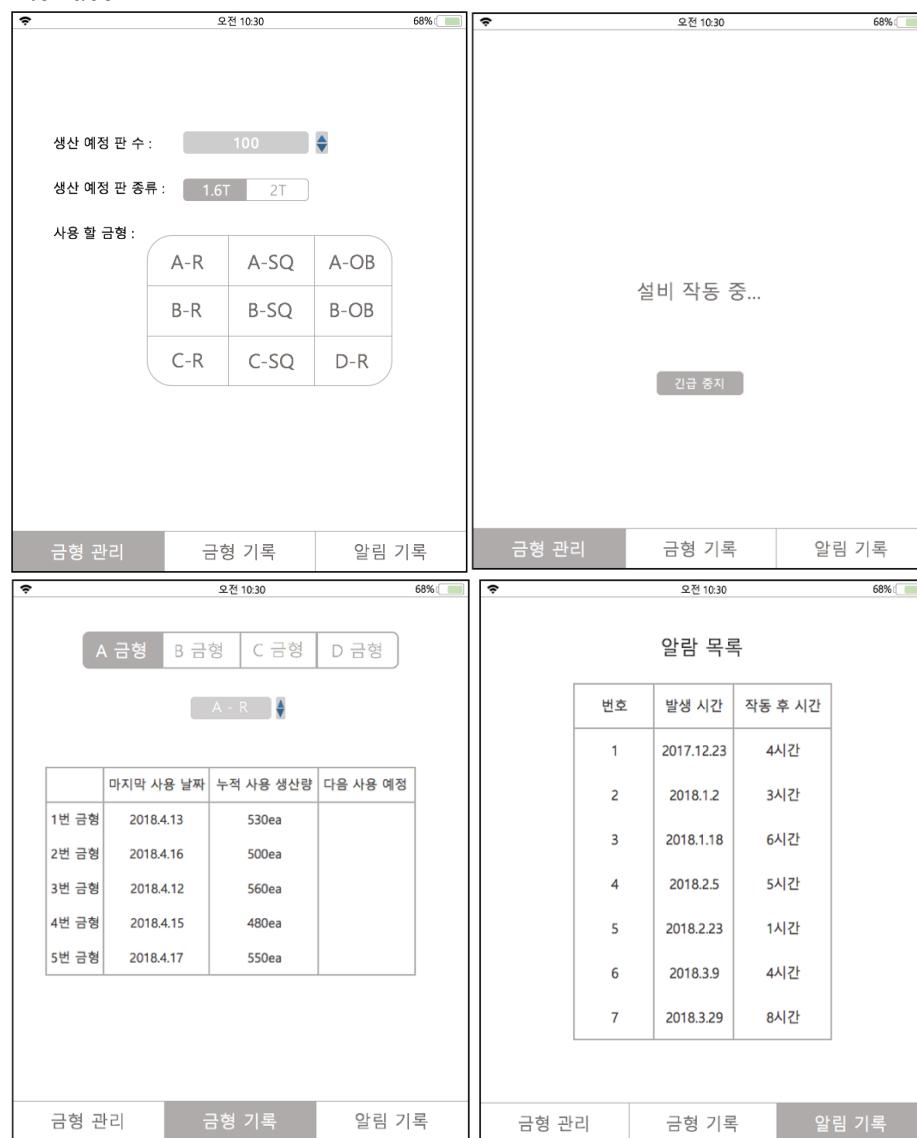
두번째 방법은 Spectrogram 이다. 이 방법은 시간 축과 주파수 축의 변화에 따라 나타나는 진폭의 차이를 농도와 색상의 차이로 나타낸다.

특징값 추출을 통해 수치화 된 소리 데이터는 Neural Network 로 input 이 된다. 각각의 다른 가중치를 가진 node 들을 지나가게 되면서 각 특징에 따른 output 이 나타나게 된다. 이렇게 학습된 network 는 실시간으로 받아들인 소리를 정상과 비정상으로 판단한다.

2) 적외선 센서

적외선 장애물 감지 센서와 아두이노 보드를 사용하여 떨어지는 철판 scrap 을 인식하면 1 의 출력값을 내보내고 철판 scrap 이 없어서 인식하지 못하면 0 의 출력값을 내보내어 punching 소리가 났을 때 센서 출력값이 1 이면 정상, 0 이면 비정상으로 판단하여 비정상일 때 알림을 보낸다.

6.3 User Interface



<Figure 6. 예상 UI>

6.4 개발환경

Server 관리	AWS IoT
Deep learning	Tensorflow
Programming language	Python 2.7 & 3.5
Data 수집	Raspberry Pi
적외선 센서	Arduino
App 개발	Swift 4.0

<Table 6. 개발환경>

7. 프로젝트 수행 계획

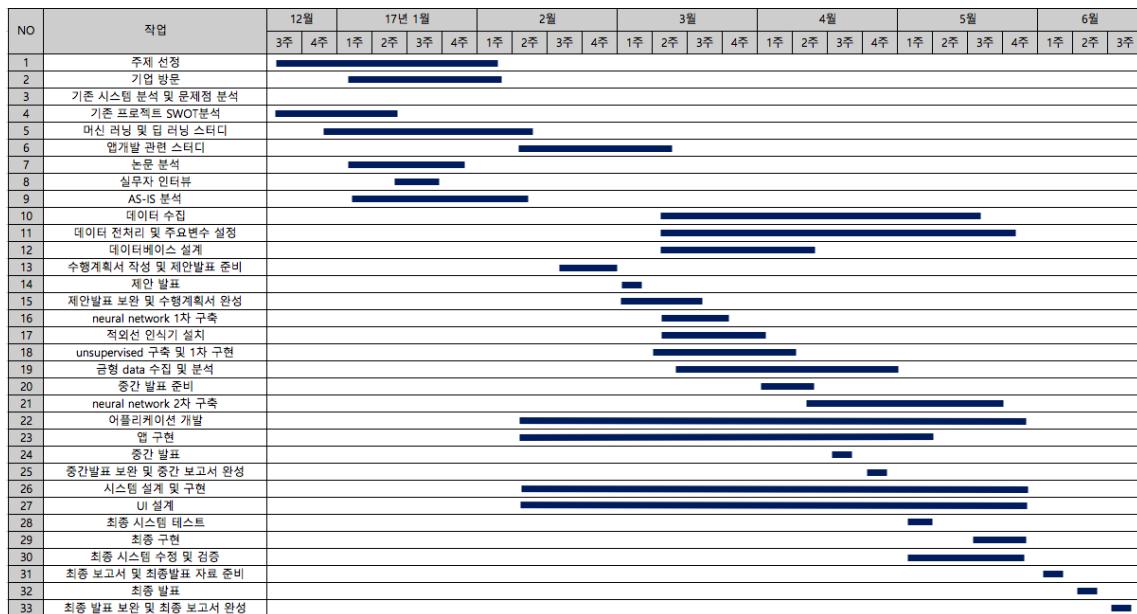
7.1 업무 분담

이승진(PM)	강인선	오익준	이정하
- 프로젝트 일정관리	- Raspberry Pi	- 회의록 작성	- PPT 제작
- Deep Learning	- AWS	- Maintenance	- 문서 관리
- Data 수집	- Deep Learning	System 구축 App 구축	적외선센서(Arduino) Maintenance System 구축

<Table 7. 업무 분담표>

7.2 향후 일정

7.2.1 간트 차트



<Figure 7. 간트 차트>

7.2.2 회의 일정

회의 내용	회의 시간	회의 장소
팀 회의	매주 월, 수, 금 8PM~	공학관 502호
지도 교수님 면담	매주 화요일 12:30PM~1:20PM	공학관 530호

<Table 8. 회의일정>

7.2.3 중간 및 최종 산출물

- 1) 중간 산출물
 - 적외선 센서 설치
 - 실시간 데이터 수집 장치 설치
 - 정상 데이터로 unsupervised learning 기법을 이용해서 network 학습 모델 구축
 - 데이터 분석 완료
 - Maintenance 알고리즘 구축
- 2) 최종 산출물
 - 실시간 데이터 처리 및 실시간 소리데이터 판단
 - False alarm에 대한 대처방안 구축
 - 적외선 센서와 음향 인식 연동
 - 금형 재고관리 프로그램 구축

8. 프로젝트 어려움 및 대처 방안

	프로젝트 어려움	대처방안
1	False Alarm에 대한 대처	알람이 울렸을 때 실제 불량이 발생했는지 확인할 수 있는 방법을 고려.
2	음향 데이터 noise 처리 (noise : scarp 떨어지는 소리, 작업 알람 소리 ...)	Noise를 IOT analytics를 이용하여 자동으로 노이즈와 구간을 자르는 기법을 스터디.
3	Unsupervised deep learning	Generative Adversarial Nets(GAN)을 이용한 학습 사례를 연구. 정상데이터의 공통점 분석.
4	Error 판단 정확도가 낮을 경우	Network의 가중치를 변경하면서 가장 높은 정확도를 보이는 경우를 적용. 적외선이나 이미지 처리 등 다른 방법을 함께 사용하여 서로 보완.
5	적외선 센서를 인식하는데 거리가 다소 멀기 때문에 인식이 될 수 있는지의 어려움,	거리가 멀어 인식이 안될 경우, 적외선 센서가 아닌 영상 처리나 이미지 처리의 방법을 고려.

<Table 9. 프로젝트 어려움 및 대처방안>

9. 참고자료

- 도시 환경에서의 환경음향 분류를 위한 Convolutional Neural Network 에 관한 연구 A Study of the Convolutional Neural Network Structure for Urban Sound Classification 이윤진, 장준혁 2017 년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, 2017.6, 957-958
- 라즈베리파이 쿡북, 사이먼 몽크, 박경욱, 백운혁, 유시형 한빛 미디어 (2015)
- 모두의 라즈베리파이 with Python, 이시이 모루나, 에사키 노리히데, 길벗 (2016)
- 소스관리 예제로 쉽게 배우는 MySQL 5.X, 정진용, Global book (2012)
- 음악신호 머신러닝 초심자를 위한 가이드, <http://keunwoochoi.blogspot.kr>
- 자바 웹 개발 워크북, 엄진영, FREELEC (2010)
- 적외선 거리 측정 센서를 이용한 보행자 수 측정 People counting using infrared distance measurement sensor 가기환, 이광국, 윤자영, 김재준, 김회율대한전자공학회 2008 년 하계종합학술대회, 2008.6, 819-820
- 적외선 센서 기반의 사람/차량 탐지 적용 알고리즘 An Adaptive Person/Vehicle Detection Algorithm for PIR Sensor 김영만식별저자, 박장호, 김이형, 박홍재 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터 제 15 권 제 8 호, 2009.8, 577-581
- 파이썬 라이브러리를 활용한 머신러닝, 안드레아스 밀러, 세라 가이도 한빛 아카데미 (2017)
- 프로젝트로 배우는 자바 웹 프로그래밍, 황희정, 한빛 아카데미 (2014)
- Introduction to Speech Processing | Ricardo Gutierrez-Osuna | CSE@TAMU
- Machine Learning Engineer and Chief Unicorn Scientist. Global Shaper at World Economic Forum. English, French,
- German, Arabic, and Japanese speaker. @phidaouss, <https://medium.com/@phidaouss> Firdaouss Doukkali
- Non-sequential automatic classification of anuran sounds for the estimation of climate-change indicatorsAuthor
- AmaliaLuquea,Javier Romero-Lemos , Alejandro Carrascob,Julio Barbanchob
- Stanford University CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition spring 2017
- Unsupervised classification of heart sound recordings2013 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference Tsai, Wei-Ho
- Unsupervised classification of respiratory sound signal into snore/no-snore classes2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Azarbarzin, Ali

10. 별첨

10.1 포스 벽진



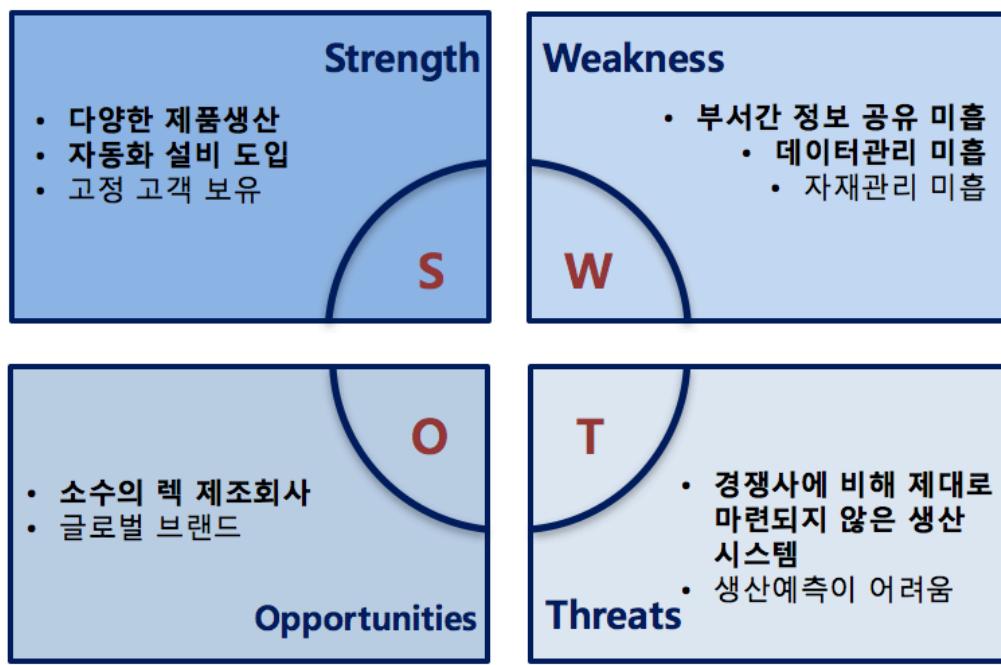
- 안전 재고 : 80EA
- 도색 공정 후 생산 LT : 20min
(조립-포장)
- 조립 공정 LT : 15min
- 긴급 주문 횟수 : 10times / month
- 거래처의 납기 기한 :
 - 표준 제품 (4days)
 - 설계 필요 제품 (7days)
 - 비표준 제품 및 외주진행 제품 (10days)
- 월 평균 판매량 : 700EA
- 일 평균 생산대수 : 30EA
- 일 평균 생산 금액 : 3,000,000(₩)
(RACK 제조비용 평균 : \100,000 / EA)

<Figure 7. 회사 조감도>



<Figure 8. 기계 종류>

10.2 SWOT 분석



<Figure 9. SWOT 분석>

10.3 금형 종류



<Figure 10. 금형>

- A 가 가장 작은 금형이며, D 로 갈수록 금형의 크기가 커짐
- 금형의 모양 종류는 3 가지. 선 , 원 , 정사각형 모양이 있다.
- C,D 는 크기가 커서 금형이 깨지게 되면 철판을 들어올려서 기계가 멈춤
- A,B 는 기계가 멈추지 않고 계속 작동됨

평균 근무 일수.: 22 days / 1month

평균 야간 일수 : 15 days / 1month

평균 에러 횟수 : 2.5 times / 1month

금형 재고 : 2~3 개 안전 재고 보유

10.5 철판 종류

	1T	1.2T	1.6T	2T
용도	통풍구	문	바닥	기둥
설비 종류	반자동 머신		자동 머신	
가격(₩)	23,000	26,000	31,000	36,400
무게(kg)	29.8	32.5	37.3	46.7

<Table 10. 철판 종류 표>

10.6 금형 종류

금형가격 (단위: 원)	A	B	C	D
round	87,000	107,000	93,000	140,000
sq	165,000	190,000	150,000	
ob	42,000	50,000		

<Table 11. 금형 종류 표>