

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

농업분야창의도전형융복합모델 사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004526-01

Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발

2024.02.08.

주관연구기관 / 충남대학교
공동연구기관 / (주)세종하이텍
(주)디시스

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발”(개발기간 : 2023. 04. ~ 2023. 09.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 02. 08.

주관연구기관명 : 충남대학교 산학협력단

(대표자) 김용준 (인)



공동연구기관명 : (주) 세종하이텍

(대표자) 정인기



(주) 디시스

(대표자) 서광식



주관연구책임자 : 이승현

공동연구책임자 : 최현호

서광식


국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서						보안등급									
						일반[<input checked="" type="checkbox"/> , 보안[]]									
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명		농업분야창의도전형 농복합모델									
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원		내역사업명 (해당 시 작성)		현장 문제 해결형									
공고번호		농축 2023-22호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)											
				연구개발과제번호		RS-2023-00234006									
기술분류	국가과학기술 표준분류		LB1704	40	LB0803	30	EA0599	30							
	농림식품과학기술분류		RC0401	30	PA0103	30	PA0303	30							
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문													
		영문													
연구개발과제명		국문		Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발											
		영문		Development of food service automation system using Cobotics and Big Data technologies											
주관연구개발기관		기관명		충남대학교 산학협력단		사업자등록번호		314-82-09264							
		주소		(우-34134) 대전 유성구 대학로99		법인등록번호		160171-004040							
연구책임자		성명		이승현		직위		교수							
		연락처		직장전화		휴대전화		국가연구자번호							
				전자우편											
연구개발기간		전체		2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)											
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)									
				n단계											
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원		기관부담		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금					
		연구개발비		연구개발비		지방자치단체		기타()				합계			
		현금		현금		현금		현금		현금					
총계		50,000		3,000		9,000		53,000		9,000		62,000			
1단계		1년차		50,000		3,000		9,000		53,000		9,000		62,000	
		n년차													
n단계		1년차													
		n년차													
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고			
공동연구개발기관		(주)세종하이텍		최현호		이사						공동연구 책임자			
		(주)디시스		서광식		연구소장						공동연구 책임자			
연구개발담당자 실무담당자		성명		이승현		직위		교수							
		연락처		직장전화		휴대전화		국가연구자번호							
				전자우편											


이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 2월 8일

연구책임자: 이승현 

주관연구개발기관의 장: 충남대학교 산학협력단장 (직인) 

공동연구개발기관의 장: (주)세종하이텍 정인자 

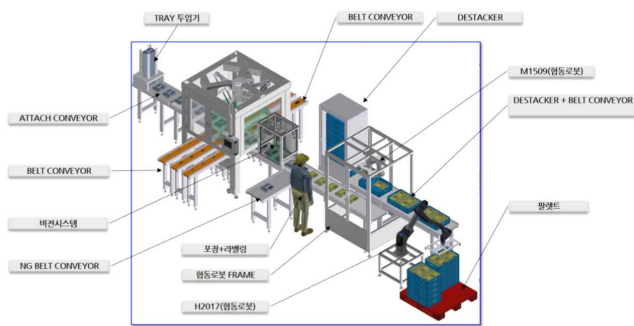
공동연구개발기관의 장: (주)디시스 서광식 

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

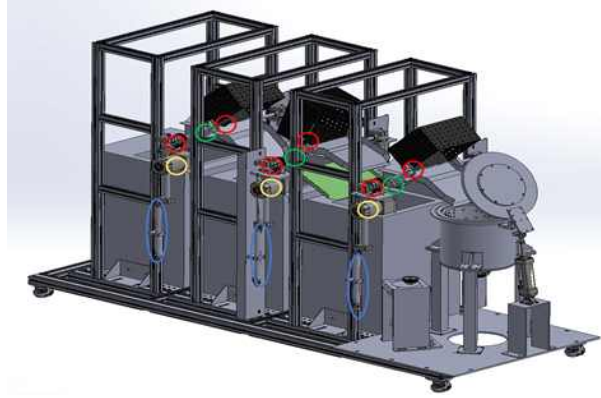
< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	농업분야창의도전형융복합모델			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)	현장 문제 해결형			연구개발과제번호		RS-2023-00234006	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB1704	40	LB0803	30	EA0599	30
	농림식품 과학기술분류	RC0401	30	PA0103	30	PA0303	30
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명	Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발						
전체 연구개발기간	2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)						
총 연구개발비	총 62,000천원 (정부지원연구개발비: 50,000천원, 기관부담연구개발비 : 12,000천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)						
연구개발단계	기초[<input checked="" type="checkbox"/>] 응용[<input type="checkbox"/>] 개발[<input type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[<input type="checkbox"/>]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(<input type="checkbox"/>) 종료시점 목표(<input type="checkbox"/>)		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<p>Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템을 개발하는 것으로, 기존에 설치되어 있는 급식 조리 설비들의 표준화를 통해 획득한 데이터를 분석하여 급식 위생관리의 자동화 기술 및 최신 정보 통신기술(CT)이 접목된 새로운 학교 급식 시스템임.</p>
	전체 내용	<p>< 1단계: 개념 연구 ></p> <p>[충남대학교: 급식량 결정 지원 시스템 개발]</p> <p>(1) 급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악 (2) 급식 공정별 위생 관리점 파악</p> <p>[(주)세종하이텍: 급식 설비 및 기구 표준화 모델 개발]</p> <p>(1) 급식 공정별 도구 및 설비 파악 (2) 식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사</p> <p>[(주)디시스: 급식 가공 로봇 표준화 모델 개발]</p> <p>(1) 공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색 (2) 단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">협업로봇 기반 자동화 시설 구축을 위한 공정 분석 예시</p> <p>< 2단계: 선행 연구 ></p> <p>[충남대학교: 급식량 결정 지원 시스템 개발]</p> <p>(1) 공정별 변수 데이터 수집 및 분석 (2) 위생 관리 자동화 시스템 설계</p> <p>[(주)세종하이텍: 급식 설비 및 기구 표준화 모델 개발]</p> <p>(1) 표준 공정 모델 설계 (2) 위생관리 자동화 시스템 구축</p>

- [(주)디시스: 급식 가공 로봇 표준화 모델 개발]
- (1) 급식 공정 품질유지 제어 모니터링 시스템 설계
- (2) 급식 공정 연계 시스템 구축



급식공정 중 튀김 공정 예시

< 3단계: 심화 연구 >

- [충남대학교: 급식량 결정 지원 시스템 개발]

- (1) 지능형 HACCP 관리 플랫폼 구축
- (2) 급식 자동화 시스템 매뉴얼 작성



빅데이터 설계, 분석 및 시각화 예시

- [(주)세종하이텍: 급식 설비 및 기구 표준화 모델 개발]

- (1) 학교 급식공정 단위 최적화
- (2) 단위 공정 사용자화

- [(주)디시스: 급식 가공 로봇 표준화 모델 개발]

- (1) 위생관리 및 급식 자동화 공정 보완
- (2) 품질관리 변수 구명 및 빅데이터 수집 모듈화

목표 급식 자동화를 위한 설비현황 조사, 협업로봇 선정, 위생 관리점 파악하는 것을 목표로 함.

1단계
(해당 시 작성)

내용

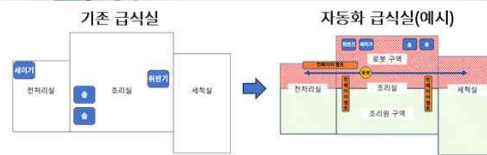
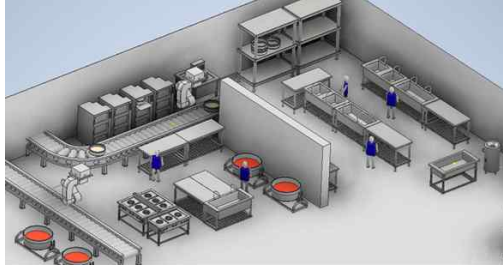
- [충남대학교: 급식량 결정 지원 시스템 개발]
 - (1) 급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악
 - 자동화 설비 현황 및 ICT, 모니터링 수준 현황 조사
 - 식수 대상에 따른 식재료 취급 규모 조사
 - 자동조리 시스템 유사특허 중복성 상세 검토 및 핵심 특허 확보 방안 마련
 - (2) 급식 공정별 위생 관리점 파악
 - 식단 검토를 통한 메뉴(한식, 중식, 양식 등)에 따른 주재료의 종류 및 조리 방법 데이터 확보 및 자동화 제한 메뉴 선정 조사
 - 급식 공정 단계별 위생 현황 조사
 - 위생 관리 범위 및 관리 방법 조사
- [(주)세종하이텍: 급식 설비 및 기구 표준화 모델 개발]
 - (1) 급식 공정별 도구 및 설비 파악
 - 기존의 조리 자동화 설비 수준 조사
 - 급식 공정에 따른 조리 도구 규격 조사
 - (2) 식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사
 - 작업 공정별 설비 유해요인 조사 및 분석
 - 식수 대상 및 인원에 따른 공정별 인력난 및 부하 가중치 분석
- [(주)디시스: 급식 가공 로봇 표준화 개발]
 - (1) 공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색
 - 급식 공정별 빅데이터 수집 시스템 설계
 - 단계별 모니터링 시스템 구상

		(2) 단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사 - 기존 자동화 시설 공정 분석 - 공정별 관리 요인에 따른 제어 변수 설정
n단계 (해당 시 작성)	목표	
	내용	

[충남대학교]

(1) 급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악

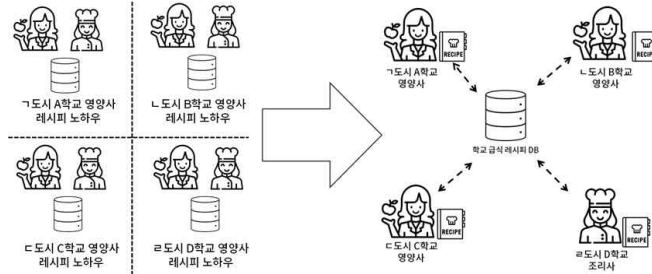
- ⇒ 푸드테크 로봇을 활용한 식당 자동화 시스템을 조사하여 관련 시장을 분석함.
- ⇒ 학교 급식의 식재료 취급 현황을 조사하여 식재료 취급 특징을 분석함.
- ⇒ 학교 급식 자동화 시스템에 관련된 특허를 조사 및 검토하여 학교 급식 자동화 시스템을 설계함.



협동로봇 기반 학교 급식 자동화 시스템

(2) 급식 공정별 위생 관리점 파악

- ⇒ 학교 급식 식단 데이터를 수집 및 분석하여 학교 급식의 특징을 파악하고, 개선점을 도출함.



학교 급식 식단 빅데이터 플랫폼 개략도

- ⇒ 대전의 학교 급식 HACCP 시스템을 조사하여 현행 시스템의 특징을 분석함.
- ⇒ 대전의 SMART HACCP 시스템의 특징 및 한계점을 분석함.

연구개발성과

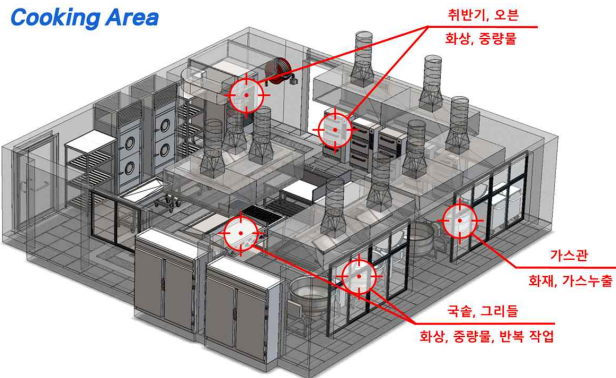
[(주)세종하이텍]

(1) 급식 공정별 도구 및 설비 파악

- ⇒ 푸드테크 로봇을 활용한 급식 시설의 자동화 시스템을 조사하여 관련 시장을 분석함.
- ⇒ 대전의 학교 급식 시설 및 설비를 조사하여 특징 및 한계점을 분석함.

(2) 식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사

- ⇒ 현재 학교 급식 시설 및 설비의 위험요인 조사 및 개선점을 도출함.



전처리 시설의 작업 위험요인

- ⇒ 학교 급식 공정에서 위험요인에 따른 고강도 작업을 조사하여 공정별 문제점을 분석함.



학교 급식 조리 공정 모습

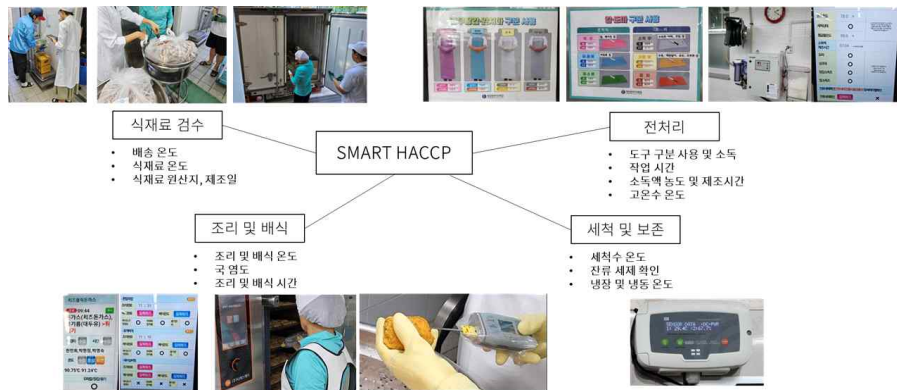
[(주)디시스]

(1) 단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사

- ⇒ 학교 급식 공정과 유사한 식품 공장의 제조공정을 조사하여 특징을 분석함.
- ⇒ 학교 급식 조리원들의 실제 작업 환경과 어려움을 조사하여 개선사항을 도출하였음.

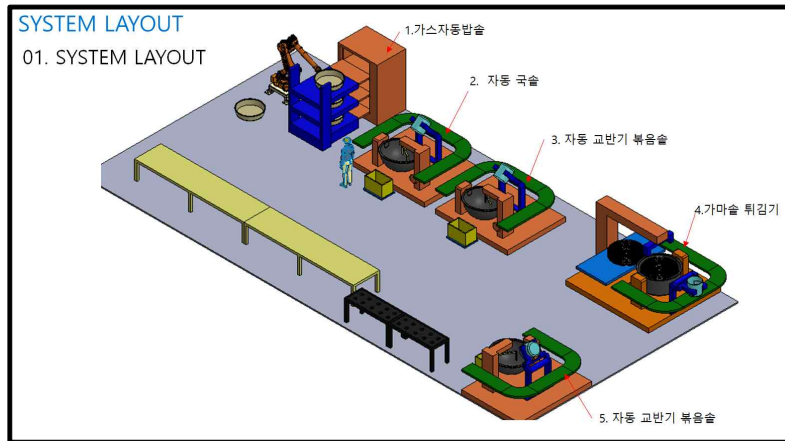
(2) 공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색

- ⇒ 학교 급식 HACCP 시스템의 한계점을 분석하여 개선점을 도출함.



학교 급식 SMART HACCP 구성

- ⇒ 학교 급식 공정 및 SMART HACCP 시스템의 자동화 방법을 설계함.



로봇을 활용한 조리실 자동화 시스템 레이아웃

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과

- 1) 연구개발성과의 활용방안
 - 본 연구를 통해 얻은 학교 급식에 관한 자료는 후속 연구에서 인력난을 해결하기 위한 협동로봇을 활용한 급식 자동화 시스템 개발에 활용할 계획임.
 - 본 연구를 통해 얻은 데이터는 다양한 외식 산업과 식품 조리 공정에 따른 적용 및 발전 프로세스의 기반자료로서 활용이 가능하며, 국내외 연구논문 발표 및 학술대회 발표를 통해 관련 분야의 기술개발의 참고 자료로 활용할 수 있음.
 - 학교 급식 현대화의 한계점을 분석하고, 개선점을 도출한 연구 결과 및 자료는 학교 급식실 현대화 사업에서 참고 자료로 활용 가능함.
- 2) 연구개발성과의 기대효과
 - 본 연구의 결과는 학교급식의 위생 및 안전성을 향상시킬 수 있으며, 향후 급식 공정 시설 및 설비 개발에 활용하여 효율성을 높일 수 있음.
 - 급식 설비 자동화로 종사자의 작업흐름이 원활해지며, 작업자의 동선이 절약되어 시간, 노동력, 식재료의 낭비를 최소화 할 수 있고, 위생관리를 효율적으로 수행할 수 있음.

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

- 해당 사항 없음

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	급식		자동화		빅데이터		협업 로봇		스마트 해썹			
영문핵심어 (5개 이내)	Food Service		Automation		Big Data		Collaborative Robot		Smart HACCP			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 1

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 7

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 53

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성) 61

5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 61

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 61

별첨 자료 (참고 문헌 등) 62

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 배경

- 상승된 인건비, 직업의 다양성 증가 등 여러 사회적 요인으로 인해 외식산업에서의 인력난 문제가 점점 심해지는 상황 속 인력난을 해소하고 외식산업의 어려움을 해결할 수 있는 푸드테크 기술 수요가 증가하고 있음.
- 최근 런치플레이션(Lunchflation, 점심(Lunch)+물가상승(Inflation))이 사회문제로 떠오르면서 단체급식에 대한 수요가 증가하고 있음. 단체급식업계도 재택에서 벗어난 직장인들에게 저렴하고 맛있으면서 행복한 점심 한끼를 제공하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있지만 급식 사업장에서는 고질적 인력난으로 인해 기본적인 위생관리 유지가 어려움.
- 급식은 전처리나 배식, 설거지 등 인력 의존도가 높으며, 구내식당, 학교 급식 혹은 병원식 등 많은 양을 준비하기 위해 많은 노동력이 필요한 만큼 운영 인원에 따라 서비스 품질의 폭이 큼. 단체급식은 철저한 위생관리와 안전 예방이 중요하지만 기피하는 일터로 취급받으면서 채용이 어려운 상황임.
- 업계에선 조리실 보조 인력 1명당 최대 40 내지 50명 정도의 식사를 보조하는 것이 적절한 수준이라고 설명하고 있지만 하루 3,000여명이 이용하는 일부 대형병원의 경우 조리실 보조 인력 1명당 80여명의 식사를 책임지고 있음. 총원되는 인력이 없어 기존 근로자의 업무 강도는 시간이 지날수록 커지고, 구인은 점점 힘들어지는 악순환이 반복되고 있음.
- 인력난 이외에도 급식 종사자들을 위한 환경개선 및 주방시스템 개혁에 대한 문제가 나타나고 있음. 현재 학교 급식조리실에서 사용되는 급식기구는 대부분 가스직화식 또는 스팀식 설비를 사용하고 있어 폐 질환, 화상, 근골격계 질환 등 산업재해 발생 위험에 대한 우려로 조리실 여건 개선에 대한 사회적 요구가 커지는 실정임(그림 1).
- 최근 사회적인 이슈가 된 조리흠(cooking oil fume)은 식자재를 기름에 굽거나 튀기는 과정에서 발생하는 1급 발암 물질이며, 이런 문제가 기인해 학교급식 조리 종사자들의 폐암 확진이 잇따랐고, 산업재해로 인정되면서 조리흠의 위험성이 주방 근무 기피에 또 다른 원인으로 작용하게 됨.



그림 1. 학교급식조리사 산업재해 뉴스

- 각 지자체에서는 종사자의 노동력 절감 및 근무여건 개선을 위해 전기식·자동화 급식기구를 비롯해 환기설비 개선을 위한 급식시설 현대화사업을 추진하고 있음. 급식은 입고, 검수, 전처리, 조리, 배식, 세정으로 총 6단계로 구성됨. 식자재가 입고되면 신선도 확인과 선별과정을 거친 후 재료를 손질하고 조리를 거쳐 음식을 제공한 후 그릇을 회수해 세척하는 단계가 순차적으로 이루어져야 함.
- 현재 조리 과정에서 튀김, 볶음, 국·탕, 밥 짓기 등 4가지 주요 공정에 대한 로봇·자동화 설비가 가속화 되고 있으며, 이와 더불어 특히 반드시 인력이 투입되어야 하는 세정 과정에 자동 잔반처리기, 풀 자동화 세척기와 같은 설비들이 도입되고 있음. 이와 같은 급식 자동화 설비의 도입은 작업 인력 및 시간을 별도로 활용할 수 있어 품질 높은 급식 서비스를 제공할 수 있으며, 근로환경과 효율적인 인력 관리가 가능해져 질 높은 고객 서비스로 이어질 수 있음.
- 한편으로는, 급식 자동화 설비들에 적용되어있는 프로그램의 품질 및 성능이나 레시피 등 모두 제각각이라며 표준화가 되어 있지 않아 오히려 학교급식 현장에 어려움을 가중시키고 있다는 지적들과 같이 식품·외식산업 분야에서 로봇 자동화 공정을 선부르게 도입하는 것에 대한 경계의 목소리가 나오고 있음.

- 표준 레시피란 학생 1인을 기준으로 필요한 재료의 양 등을 표준화한 레시피로 어느 학교든지 활용할 수 있도록 공유되고 있음. 하지만 현재의 표준 레시피는 식품 코드뿐만 아니라 식재료에 따라 사용 부위가 달라 기본 사항만 참고할 수 있는 정도에 그치고 있음. 이처럼 표준 레시피를 바로 적용하여 사용할 수 없는 이유는 급식소마다 식재료 단가, 연령, 급식인원, 대상자(남/여/어른)의 비율 등이 천차만별이기 때문임.
- 특히 급식의 경우 단독 또는 공동 조리하는 것과 같이 환경이 달라지며, 개개인이 선호하는 식단과 1인 양이 달라지기 때문에 공유되는 표준 레시피는 품목이나 조리방법 위주의 정보로만 사용되고 있음.
- 이와 더불어 아직까지 급식 자동화 시스템에 적용되는 조리 도구의 규격과 조리 방법의 디지털화 및 표준화가 이루어져 있지 않음. 이는 표준 레시피를 제공해도 유치원, 초·중·고등학교, 남/여학교, 단독/공동조리 등 서로 다른 환경에 따라 1인 양이 다르기 때문에 조리 과정 및 배식 과정에 큰 문제를 야기할 수 있음.
- 식품의 위생관리를 위해 정부에서 추진하고 있는 HACCP(위해요소중점관리기준)이 학교급식에서는 적용이 어려운 것으로 알려져 있음. 이미 운영 중인 급식 자동화시스템 중 일부는 HACCP 7개 중요관리 과정인 검수품목 검색기능 사용이 불편하거나 온도관리 측정 기능이 없고, 심한 곳은 온도체크 시 오류가 발생한 곳도 있는 것으로 나타남. 따라서 기존 설치된 자동화시스템의 성능평가 점검과 프로그램 기능 개선이 필요한 것으로 판단됨.
- 일부 학교에서는 CCP 자동화 시스템을 설치하고 있으나 대부분의 학교는 예산 부담으로 수작업으로 측정 및 기록, 관리하고 있음. 때문에 일선학교에서는 조리에 시간이 쫓기다보면 사실상 온전히 CCP 기록, 관리하는 것은 불가능하다며 어려움을 호소하고 있는 상황임.
- 바쁜 급식 조리 일과로 전체 8단계의 CCP/CP 관리를 할 때 점검은 잘 하더라도 기록이 번거로워 사후 기록을 하고 있는 것이 현 실정임. 이처럼 인력 부족과 효율적인 관리도구의 부재로 기록은 대부분 형식에 그치고 있음. 이로 인해 식중독 사고가 발생해 역학조사를 실시해도 문제 발생 시점 및 지점을 추적할 정확한 기록이 없기에 대부분 원인 불명으로 끝나는 사례가 발생하고 있음.
- HACCP 관리의 자동화 및 전산화는 정확한 식품위생 관리 및 위험 요소 자동경보로 위생사고 예방 등을 가능하게 하며, 더불어 편리한 실시간 CCP/CP 관리와 업무감축의 효과를 기대할 수 있음.
- 단체 급식 자동화 설비 및 시설을 성공적으로 도입하려면 공정을 재설계하더라도 표준화·전문화·계열화를 이뤄내는 기획이 필요하고 사전에 효율적인 운용·관리 매뉴얼과 자동화 설비운용 전문 인력을 확보해야 함.

2) 연구개발과제의 필요성

(1) 조리 공정의 표준화

- 단체급식은 특정 다수인에게 음식을 제공하는 기숙사, 학교, 병원, 사업체, 기타 사회복지시설의 급식을 지칭하는 것으로 국내 단체급식 시장은 지난 80~90년대를 지나면서 급격한 환경변화를 겪으며 내적 및 외적으로 많은 성장을 거쳐 왔음.
- 농림축산식품부에 따르면 국내 단체급식 시장규모는 2018년 기준 14조원으로 추정됨. 공공급식이 7조1000억원, 민간급식이 6조9000억원을 차지하며 공공급식은 학교(3조2000억원)와 군대(1조2000억원) 급식이 절반 이상임. 복지시설(9800억원), 유치원·어린이집(7500억원), 국공립병원(1500억원), 공공기관(800억원) 등도 적지 않은 규모로 나타나고 있음.
- 급식을 이용하는 국민도 급증하고 있는 추세임. 식품의약품안전처가 통계청 자료를 분석한 결과 2020년 기준 급식을 제공하는 어린이집·유치원·학교·군부대·사업장·사회복지시설·병원·교정시설 등 8개 대표 시설의 급식 이용 인원은 하루 평균 1700만 명에 달했으며, 이는 국민 3명 중 1명이 급식으로 끼니를 해결하고 있는 수치임.
- 전국 초, 중, 고, 특수학교 전체 11,903개교에서 100% 급식 실시되고 있으며, 급식 운영 형태로는 직영급식(11,663교, 98%), 위탁급식(240교, 2%)로 실시되고 있음. 급식 학생 수는 1일 평균 538만 명, 교당 평균 급식 학생 수는 452명으로 나타남.
- 시·도교육청에 따르면, 2021년 3월 기준 전국 초·중·고 학교급식조리실 조리실무사 1인당 평균 식수인원은 146명이며, 전국 초등학교 평균은 154.9명, 중학교 136.4명, 고등학교 125.5명, 2식 170명, 3식 144명임. 시·도교육청마다 조리실무사 배치기준이 달라 조리실무사 1명당 식수인원이

지역마다 학교급마다 제각각이어서 표준화된 배치기준이 필요한 실정임.

- 이러한 상황에서 급식조리실 종사자의 업무량, 작업환경상 위험, 작업 조건과 그에 따른 피로, 자각 작업강도, 작업부하 요인 등을 조사, 평가하고 이를 토대로 과중한 업무로 인한 질환을 예방하고 사고 위험을 낮추기 위한 방안이 필요함. 이에 따라 많은 지자체에서 조리작업 단계를 줄이고 위생·안전을 고려해 자동화 급식기구 등 능률적인 현대적 급식기수 확충을 위한 정책을 펼치고 있음.
- 급식 조리 현장은 표준화된 기준과 규격의 미실정으로 급식 조리에 적합한 자동화 시설·기술·위생관리가 부재하며, 아직까지는 설치·보급된 자동 설비만으로는 고품질의 안정적 조리가 어려운 실정임. 따라서 급식 레시피부터 조리도구의 규격 등을 표준화하고 식재료 가공부터 조리, 배식, 세정까지 이르는 급식 전 단계가 연계된 주문 시스템 구축이 필요함.
- 표준화(Standardization)란 “실제적이거나 잠재적인 문제들에 대하여 주어진 범위 내에서 최적 수준을 성취할 목적으로 공통적이고 반복적인 사용을 위한 규정을 만드는 활동” 이라고 정의됨.
- 급식 자동화 시스템을 보급 확산하기 위해서는 확산 모델이 필요함. 기초부터 고도화까지 단계적으로 구축되는 급식 자동화 시스템은 설비·시스템 또는 데이터 간의 상호 운용성 확보가 매우 중요한 분야이고 사업화 및 글로벌 시장 진출을 위해서도 표준 공정 모델 확립이 요구됨.
- 실제 급식 과정에 자동화 설비를 바로 도입하는 것은 매우 어려운 과정임. 각 급식 단계에 대한 이해 없이는 현장에 맞춤형으로 적용하기 힘들뿐더러 적용을 한다 해도 효과적으로 활용이 되지 않는 경우가 발생함. 급식 자동화 조리 설비를 설계하는 것부터 시작해, 하드웨어·네트워크를 현장에 설치해 데이터를 수집할 수 있는 환경을 구축하는 것에서부터 시작해야 함.
- 급식 조리 현장에 자동화 설비 적용의 가장 큰 어려움은 바로 기존의 수작업으로 이루어지던 조리 운영 환경과 자동화 시스템 운영 환경의 차이에서 발생함. 이는 조리 도구부터 유치원, 초·중·고등학교, 남/여학교와 같은 대상의 차이에 이르기까지, 서로 다른 환경에서 동일한 프로세스를 가진 자동화 시스템을 도입하는 것은 많은 시행착오가 생길 수밖에 없는 부분이기 때문임. 따라서 고도화된 급식 자동화 시스템의 개발을 위해서는 설계 이전부터 조리 환경 및 식수 인원 환경에 따른 데이터를 축적하여 표준화가 우선시 됨.

(2) 위생관리 자동화

- 식재료의 안전성과 품질은 학교급식의 질과 위생 및 안전성 확보에 직결되므로, 식재료 구입 시에는 규격 기준을 분명하게 제시하고 이에 따라 철저히 검수할 필요성이 있으며 따라서 HACCP의 중요성이 더욱 부각되고 있음.
- 현재 학교 급식 현장에서의 작업은 구매한 물품을 검수하는 일에서 시작하여, 소독, 조리, 배식, 세정, 정리정돈에 이르기까지 다양한 작업이 수작업으로 이루어짐. 이 과정에서 발생할 수 있는 교차오염이 식중독의 주요 원인으로 작용함. 따라서 이를 자동화 할 필요성이 부각되고, CCP를 기준으로 작업과정의 위생관리가 더욱 체계적으로 유지되어야 함.
- 단체 급식에서의 CCP는 조리 과정에서 음식물의 온도측정을 의무적으로 하는 위생관리 시스템으로 영양(교)사와 조리사(원)는 밥과 국, 주 식단 등 급식에 제공하는 음식물 중 가열되는 음식물의 온도를 측정, 기록해야 함. HACCP 기록일지는 음식 조리공정과 식재료 품질상태, 이력을 추적하는데 필요한 자료로서 식품안전성 신뢰를 증빙하는 중요한 자료임.
- 일반 식품제조/가공업에서의 HACCP에 비하여 학교급식이나 단체급식에서의 HACCP는 급식상황과 식단에 따라 품목, 생산방법과 제조기술의 변화가 다양하게 이루어짐. 이에 따라 CCP를 정확히 선정하여 다루는 것이 중요함.
- 관련 규정에 따르면 밥과 국은 57℃ 이상, 이외에 모든 가열조리 식품은 중심부가 75℃(패류는 85℃) 이상에서 1분 이상 기준을 맞추도록 하고 있으며 식기세척기 행굼수 온도는 71℃ 이상이 되어야 함.
- 일부 학교에서는 CCP 자동화 시스템을 설치하고 있으나 대부분의 학교는 예산 부담으로 수작업으로 측정 및 기록, 관리하고 있는 실정임. 일손 부족과 효율적인 관리도구의 부재로 기록은 대부분 형식으로 그치는 상황임.

- 조리사(원)들은 위생 장갑, 앞치마 등을 착용하고 몸에 물이나 기름 등이 수시로 튀기 때문에 실시간 온도 측정이 쉽지 않음. 그렇다 보니 급식제공 완료 후 기억을 더듬어 온도를 기록하거나 기준에 못 미치는 온도라도 크게 위생사고의 이상이 발생하지 않을 정도라면 측정된 온도가 아닌 기준점으로 적기도 함.
- 이러한 이유로 식중독 사고가 발생하여 역학조사가 실시되어도 문제 발생 시점 및 지점을 추적할 정확한 기록이 없어 대부분 원인 불명으로 끝나거나 급식 현장에 대한 제대로 된 보완조치를 취하지 못할 가능성이 큼.
- SMART HACCP은 IoT 기술을 활용하여 각종 기록일지 데이터를 디지털화하고, 중요관리점(CCP)과 주요공정의 모니터링을 자동화하는 등 데이터의 수집/관리/분석을 총 망라한 실시간 HACCP 종합관리시스템을 칭함(그림 2).

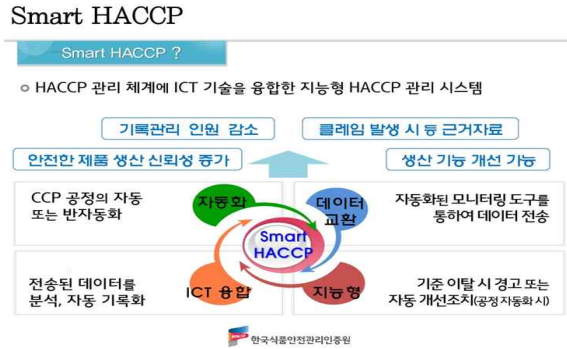


그림 2. SMART HACCP 개념

- HACCP 관리를 자동화 및 전산화함으로써 정확한 식품위생 관리, 식품위생 자동관리, 자동경보로 위생사고 예방 등을 할 수 있으며, 더불어 편리한 실시간 CCP/CP 관리와 업무감축의 효과가 나타날 수 있음.
- 이에 따라 위생관리라는 CCP 기록, 관리의 취지를 제대로 살리기 위해서는 CCP 자동화 시스템 도입에 대한 관심이 커지고 있음. CCP 자동화 시스템은 조리 온도 실시간 모니터링을 통하여 조리 시간과 중심 온도를 정확하게 맞춰 안정성 향상에 기여할 수 있음. 자동화 관리 시스템을 이용하면 조리과정을 정확하게 체크할 수 있고 급식 종사자들의 업무가 효율적으로 연동되어 불필요한 행정업무를 줄일 수 있음(그림 3).

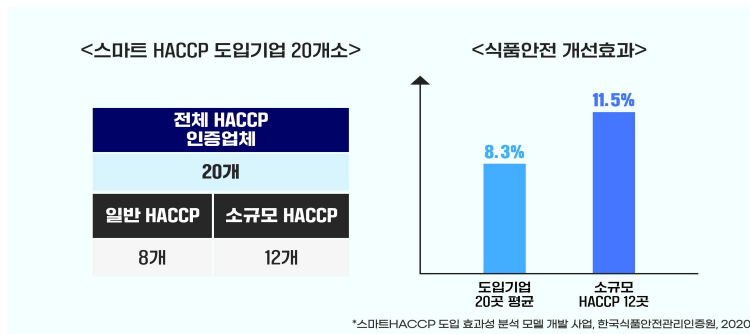


그림 3. SMART HACCP 현황 및 도입 효과

(3) 인공지능 기반 자동화 설비 고도화 기술 개발

- 과거의 산업 자동화는 인터넷을 기반으로 로봇 또는 기계가 인간의 육체노동 대체 및 사람과 사람 간의 연결성 강화를 중점으로 추진되었으며, 3차 산업혁명 시기에는 IT 기술과의 융합을 통한 자동화가 추진되면서 제조 및 산업부문의 자동화가 크게 확산되었고, 공장 자동화 기반 유연생산 시스템을 구축하면서 비약적으로 발전하였음. 4차 산업혁명 시대의 자동화는 사람-사물 간, 사물-사물 간 연결성이 극대화되어 인간의 지적능력까지 대체하고 있음.
- 조리 및 급식에 필요한 설비 및 기구는 그 처리능력, 유지관리의 용이성 및 내구성, 경제성, 안전성 등을 고려하고 사전에 장비의 신뢰성과 활용도에 대한 충분한 검증과 효율적 활용계획이 필요함. 급식 과정의 전처리부터 세정과정까지의 모든 기기들을 연계하여 관리 할 수 있는 스마트 제어

시스템의 필요성이 부각되고 있음.

- 자동화 시스템의 고도화는 기존 설비 기술에 센서, 클라우드, 빅데이터, 정밀 제어, 모바일 등 다양한 ICT기술과의 융합을 통해 구축될 수 있음. 또한, 높은 수준의 자동화 및 지능화된 인프라를 제공함으로써 생산성 향상, 에너지 절감, 안전 한 조리 환경 구현이 가능한 유연한 시스템으로 성능 향상이 가능함.
- 현재는 식재료의 구매부터 보관, 전처리, 조리, 배식, 식단관리 및 보존식 관리 등 급식 관리 전반의 업무가 인력에 의해 수행되고 있음. 따라서 기존 급식 사업장에는 현장 매니저의 자체 데이터 분석을 통해 예상 식수를 판단했으며, 근무 경력과 경험에 따라 식수 예측이 상이해 잔반이 발생하거나 품질 문제 등이 발생하기도 하였음.
- 잔반과 같은 음식물 쓰레기는 쉽게 부패하고 악취와 침출수가 발생하는 특징이 있어 처리에도 어려움이 있으며 사회적 비용도 많이 들기에 우리나라에서 식품 폐기물을 처리하는 데 연간 1조원 이상이 소요되는 것으로 조사됨.
- 단체 급식은 인력에 의존한 위생·영양관리만으로는 근본적 한계가 있어 최신 정보통신기술(ICT)와 사물인터넷(IOT)을 활용한 지능형 관리체계의 도입이 필요함. 인공지능과 사물인터넷의 도움을 받아 식재료를 안전하게 보관함과 동시에 연령별, 대상별로 영양적인 급식을 적정량 제공할 수 있음.
- 이를 위해서는 식수 예측 모델링이 요구되며, 식수 예측에 활용되는 데이터는 날씨, 공휴일 등의 외부 요인과 식단 특징 등 다양한 변수가 있음. 인공지능은 이러한 경험적 데이터를 바탕으로 예측 모델링을 수행하여 식수를 예측할 수 있음.
- 따라서 본 연구에서는 급식시설 자동화(로봇 및 급식 설비)에 기반을 둔 급식 조리 표준화, Smart HACCP과 빅데이터 기술을 결합한 급식 자동화 시스템을 개발하고자 함.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

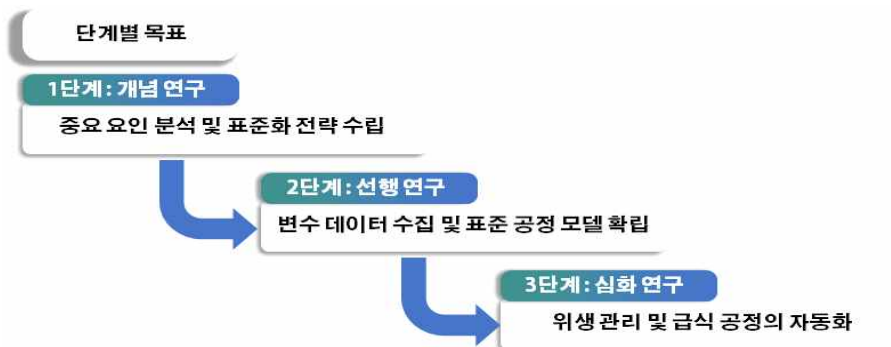
1) 연구개발과제의 최종 목표

- 본 연구의 최종 목표는 Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템을 개발 하는 것으로, 기존에 설치되어 있는 급식 조리 설비들의 표준화를 통해 획득한 데이터를 분석하여 급식 위생관리의 자동화 기술 및 최신 정보 통신기술(ICT)이 접목된 시스템을 개발 하는 것임. 이를 바탕으로 고도화된 급식 자동화 시스템의 활용으로 현재 급식 조리 현장의 환경 개선과 더불어 급식 업계의 인력난 문제를 해소하고자 함.



그림 4. Cobotics 및 Big data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발 연구목표

2) 연구개발과제의 단계별 목표



○ 세부목표:

1. 조리공정분석 및 급식데이터플랫폼 구축
2. 급식 설비의 표준화
3. 데이터 분석을 통한 급식 위생관리의 자동화 기술
4. 급식 자동화를 위한 실시간 모니터링 가능 협업 로봇 시스템 구축

3) 연구개발과제의 수행과정 및 수행내용

< 1단계: 개념 연구 >

[충남대학교: 급식량 결정 지원 시스템 개발]

(1) 급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악

- 자동화 설비 현황 및 ICT, 모니터링 수준 현황 조사

- 외식업계에 로봇을 도입하는 움직임은 전 세계적으로 나타나고 있으며, 푸드테크 로봇 시장의 꾸준한 성장이 이를 방증하고 있음. 선진국에서는 많은 푸드테크 로봇 기업들이 생겨나 외식업계에서 기본적인 주문부터 서빙 등의 서비스부터 여러 종류의 음식 조리나 음료 제조 등에 로봇을 활용하여 식당에서 인력을 최소화할 수 있도록 기존과는 다른 새로운 조리 시설을 구축하고 있음.
- 현재 국내외에서 많은 기업들이 다양한 방식과 노하우를 바탕으로 조리 시설에 자동화 시스템을 구축하고 있으며, 대부분 협동 로봇을 포함한 다관절 로봇(로봇팔)을 조리 시설에 투입하여 식재료 절단 및 튀김 요리, 면 요리 등 한식, 중식, 양식을 아우르는 다양한 음식을 조리하는 데 활용하고 있음(표 1).
- 볶음이나 구이 조리 등과 같이 사람이 주기적으로 재료를 섞거나 뒤집는 등의 작업이 필요한 공정에 대하여 자동으로 회전하거나 흔드는 조리 도구를 활용함. 또한, 식재료의 이송 및 투입, 조리된 음식의 이송 또는 서빙 등과 같은 단순 작업도 컨베이어 벨트나 로봇팔을 활용하여 인력을 대체하고 있음.
- 그러나 위의 사례의 공통점은 모두 소규모 식당에 위치한 조리 시설로써, 단일 품목에 대하여 푸드테크 로봇을 개발하여 활용하고 있음. 소규모 조리 시설에서는 조리해야하는 품목이 한정되어 있기 때문에 로봇팔이 수행하는 작업이 한정되어 있어 매우 단순하게 활용될 수 있음.

표 1. 국내외 소규모 푸드테크 로봇 현황

분류	기업명		특징
로봇팔 (협동로봇)	로보 아르테 (Robo Arte) Chicken, 한국)		클라우드 기반 운영 시스템과 AI 기반 조리 시스템을 이용하여 튀김 공정에 활용됨.
로봇팔 (협동로봇)	오리온스타 로보틱스 (Orionstar- Robotics, 중국)		생체 모방 디자인을 적용해 6축 양팔 설계를 통해 복잡한 물 붓기 등 다양한 동작을 지원함.
	미소 로보틱스 (Miso-Robotics, 미국)		AI 비전을 사용하여 음식을 자동으로 인식, 전송할 수 있게 설계됨. 디스펜서 사용으로 재료투입부터 조리까지의 과정을 자동화함.

조리 자동화 모듈 시스템	윌킨슨 베이킹 컴퍼니 (Wilkinson Baking Company)		식빵 조리 과정 전체를 자동화해 24시간 가동 가능하며, 자체적 청소기능이 포함되어있고 시간 1시간의 10개의 식빵 생산이 가능함.
	하이퍼 로보틱스 (Hyper-Robotics, 이스라엘)		완전 자동화 컨셉의 로봇 피자 레스토랑으로서, 대류 열 방식의 오븐, 컨베이어 벨트 시스템, 자동 슬라이서, 상자 포장 시스템으로 구성되어 있으며, 시간당 50개의 피자를 만들어 낼 수 있음.
	보즈린로봇 (博智林机器人, 중국)		광동식 전병인 어병, 중화요리 자동화 조리가 가능함
서빙 로봇	오리온스타 로보틱스 (Orionstar-Robotics, 중국)		동적 광고 및 맞춤형 상호작용을 통해 서빙 업무의 효율성을 높이고 비접촉식의 서비스 제공 가능 자율주행, 정밀한 내비게이션, 장애물 회피, 멀티로봇 간 협업 최대 40kg 물품 적재 가능, 한 번에 최대 4개 테이블 서비스 가능
서빙 로봇	스페이스랩 (Spacelab, 중국)		머신비전 시스템, 레이저 레이더, 심도 비전 등 환경 감시 센싱 기능을 통해 식당 환경 정보를 실시간으로 수집할 수 있음.
	★페퍼 팔러 (Pepper Parlor, 일본)		pepper - 좌석에서 손님들의 주문을 받을 뿐 아니라 사진을 찍어주는 등 다양한 상호작용을 함. servi - 주문한 메뉴들을 좌석까지 가져다주는 서비스를 제공함.

- 식수 대상에 따른 식재료 취급 규모 조사

- 대전 소재의 초, 중, 고등학교를 대상으로 학교 급식조리실의 현황을 조사하였음. 급식 인원 및 종사자에 관한 자료는 교육부에서 제공하는 초, 중, 고등학교 정보공시 급식 실시 현황(2021년 기준) 자료를 사용하였음. 대전시 교육청에서 매년 발표하는 학교 급식 기본 계획에 따르면 급식 인원별 조리원수 기준(표 2)을 두고 있으며, 21년 기준으로 급식 인원 대비 급식 종사자 수를 기준에 미달되는 학교는 초등학교 39%, 중학교 55.4%, 고등학교 44.4%였음(그림 5).
- 또한, 최근부터 학교 급식 조리원은 다른 공공기관에 비해 조리원 1인당 평균 식수인원이 매우 높은 것이 문제로 제기되어 개선의 필요성이 대두되고 있음. 대전의 경우 평균 식수인원이 100명 이상인 학교는 초등학교 150개교 중 68개교, 중학교 88개교 중 39개교, 고등학교 62개교 중에서 24개교를 차지하고 있음(그림 6).

표 2. 학교 급식 인원수별 조리원수 기준 (대전광역시)

급 별	구 분	급식인원별 조리원수								
		170명 이하	171~340명	341~510명	511~690명	691~880명	881~1,080명	1,081~1,300명	1,301~1,530명	1,531명 이상
초	급식	170명 이하	171~340명	341~510명	511~690명	691~880명	881~1,080명	1,081~1,300명	1,301~1,530명	1,531명 이상
	인원	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	조리원	2	3	4	5	6	7	8	9	10
중·고 (1식)	급식	170명 이하	171~330명	331~490명	491~670명	671~850명	851~1,000명	1,001~1,250명	1,251~1,500명	1,501명 이상
	인원	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	조리원	2	3	4	5	6	7	8	9	10
특·고 (2~3식)	급식	170명 이하	171~360명	361~540명	541~720명	721~840명	841~980명	981~1,230명	1,231~1,480명	1,481명 이상
	인원	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	조리원	3	4	5	6	7	8	9	10	11

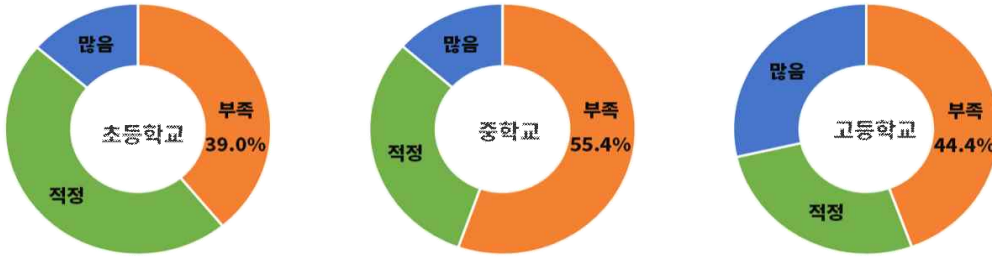


그림 5. 대전 소재 학교 조리원 배치기준 충족 현황

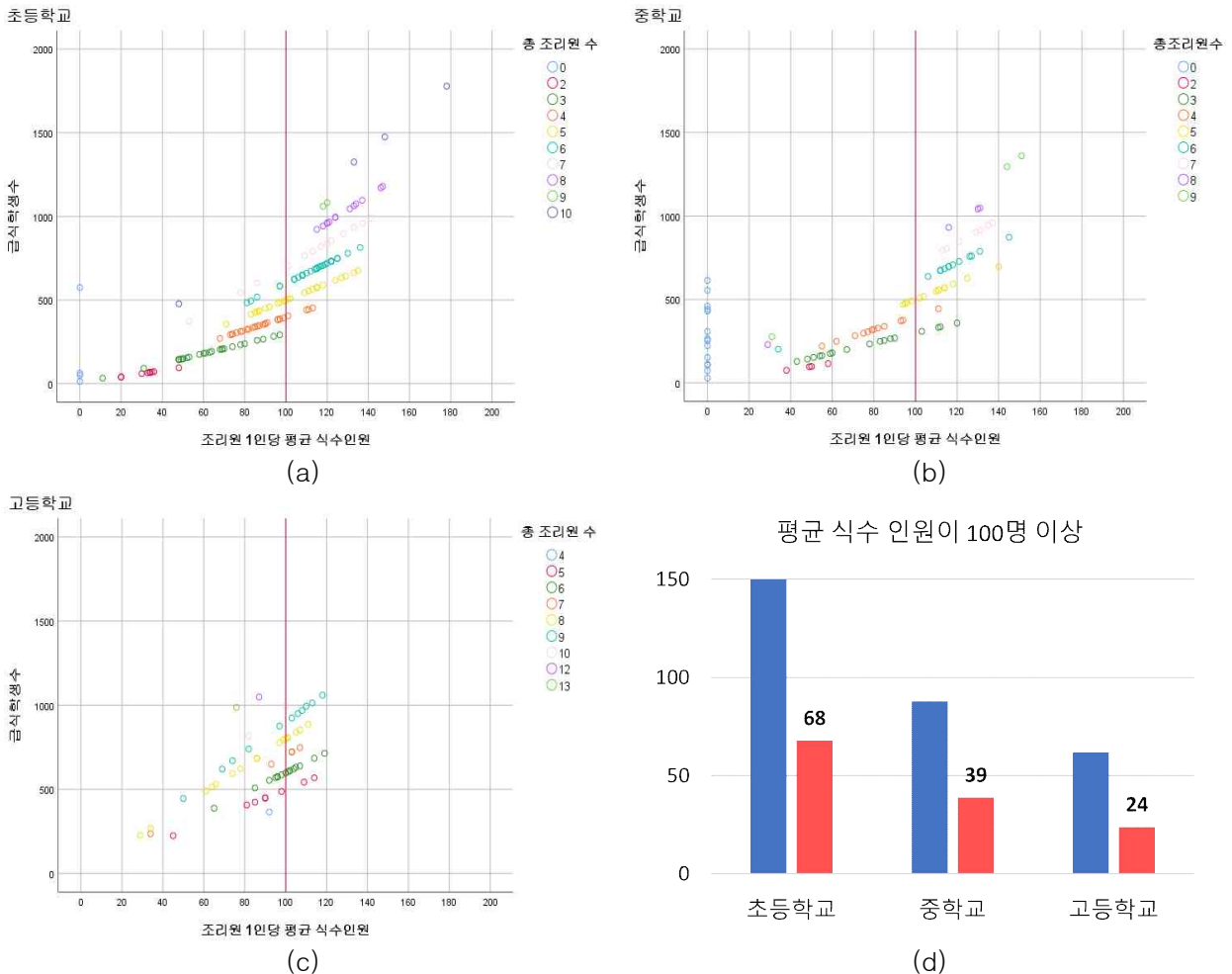


그림 6. 대전 소재 학교 급식 식수인원 대비 조리원 수 비교 (a) 초등학교, (b) 중학교, (c) 고등학교, (d) 초,중,고등학교별 조리원 1인당 식수인원이 100명 이상인 학교 수

- 매일 식단이 바뀌는 학교 급식의 특성상 식재료는 일반적으로 당일에 필요한 양만 공급받아 사용하며, 소스류 등의 공산품을 제외한 모든 식품 및 식재료는 당일에 소진하는 것을 원칙으로 하고 있음. 그렇기 때문에, 식재료 공급 및 전처리는 학교 급식조리실에서 큰 비중을 차지하고 있음. 현재 껍질 탈피기, 절단기, 무선 온도 측정기 등의 장비가 도입되어 작업의 편리성을 도모하고 있으나, 그 외에 식재료에 대한 모든 작업이 아직까지 인력에 의해 이루어지고 있어 조리원들이 큰 어려움을 겪고 있음.
- 또한, 식재료는 학교의 식단에 따라 달라지는데, 학교의 식단은 전적으로 학교의 영양사 및 조리원에 의해 결정되기 때문에, 학교마다 취급하는 식재료의 종류 및 양이 모두 상이함. 식재료는 가금류, 곡류, 김치류, 냉동수산물류, 농공류 및 육류로 총 6가지로 분류하고 취급하고 있으며, 각 식재료마다 납품업체를 다르게 하여 공급받는 방식으로 진행하고 있음.
- 학교 급식대전의 초, 중, 고등학교에서 학생 수에 따라 식재료의 취급 규모를 분석하기 위하여 초등학교, 중학교, 고등학교에서 각각 10개교씩 인원수별로 임의로 선정하여 2023년 1학기(3월~8월)의 월별 식재료 취급량을 조사하였으며, 3월 달의 식재료 취급품목을 정리하였음(표 3).
- 식재료의 종류는 초등학교 1461개, 중학교 1600개, 고등학교 2032개로 학교가 올라갈수록 사용하는 식재료의 종류가 많아졌음. 식재료 각 품목별 주요 재료에 대하여 학교별 취급품목을 비교하였을 때, 마찬가지로 고등학교에서 가장 종류를 다양하게 취급하는 것으로 나타났음.

표 3. 대전 초, 중, 고등학교 식재료 취급품목

분류		초등학교	중학교	고등학교
식재료	전체	1461	1600	2032
가금류	닭고기	37	31	52
	오리고기	12	9	10
곡류	찹쌀	10	14	14
	멥쌀	18	13	12
김치류	김치	16	18	22
냉동수산물류	만두	22	22	35
	소시지	10	11	22
농공류	감자	5	6	8
	두부	8	12	16
육류	돼지고기	56	61	72
	쇠고기	27	27	36

- 육류와 가금류는 필수 영양소를 섭취하기에 가장 좋은 식재료로서 신체 성장이 가장 활발하게 이루어져 가장 많은 에너지 및 영양소가 필요한 청소년기의 학생들에게 적합하며, 학생들이 가장 선호하는 식재료로 꼽히기 때문에 가장 많이 활용되는 식재료임. 돼지고기는 다양한 부위를 사용하여 조리 활용되고 있으며, 부위에서 용도에 따라 가공 방법을 다르게 하여 공급받고 있음(그림 7).



그림 7. 돼지고기 식재료 취급 방법

- 3월의 초등학교(1~10), 중학교(11~20), 고등학교(21~30)에 대하여 200명대(1, 2, 11, 12, 21, 22)-1,-2), 400명대(3, 4, 13, 14, 23, 24), 600명대(5, 6, 15, 16, 25, 26), 800명대(7, 8, 17, 18, 27, 28), 1,000명대 (9, 10, 19, 20, 29, 30)에 대하여 가금류 및 육류 취급량을 나타내었음(그림 8). 대체로 인원수에 따라 식재료 양이 늘어나지만 특정 학교에서 식재료가 월등하게 많은 것을 알 수 있음. 이는 영양사에 따라 식단 및 식재료의 선호도가 다르기 때문으로 판단됨.

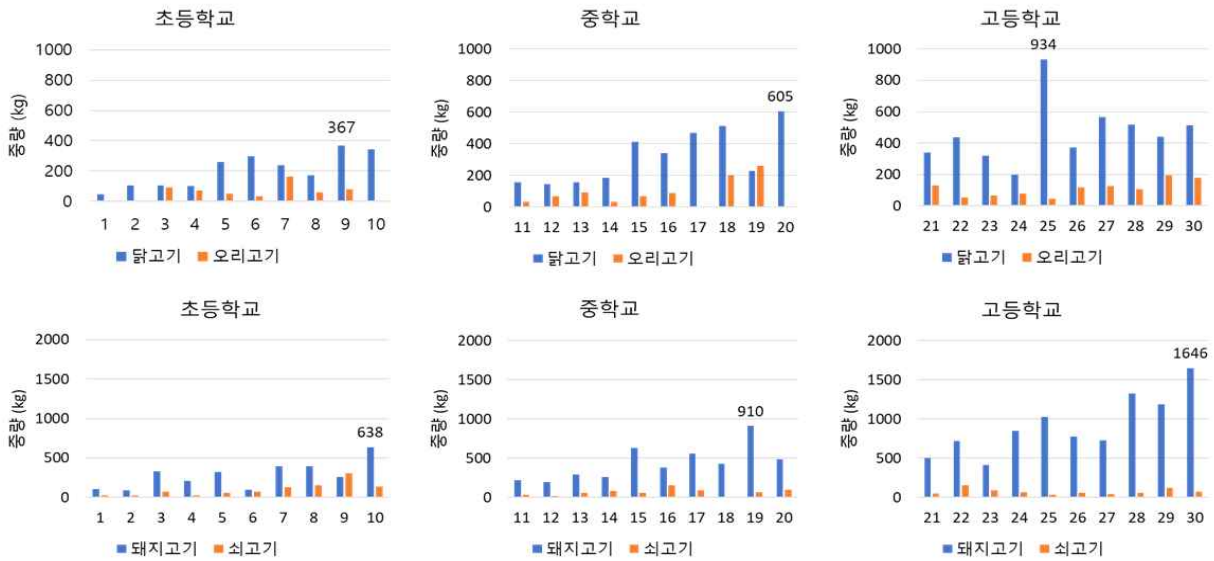


그림 8. 3월 초, 중, 고등학교 인원수별 가금류 및 육류 식재료 취급규모

- 한편, 육류 및 가금류와 더불어 주요 영양소 공급원인 수산물류의 경우 학생들이 육류에 비해 상대적으로 선호하지 않는 경향이 있음. 영양사는 이를 고려하여 식단을 구성하기 때문에 수산물을 주찬으로 구성하는 경우가 적음. 학교 급식에 사용하는 수산물 식재료는 생선류, 갑각류, 연체류 모두 다양하게 사용하고 있음. 수산물은 내장이나 뼈 등 부산물에 대한 처리가 번거롭기 때문에 대부분 전처리가 된 재료를 취급하고 있으며, 신선한 식재료를 취급하기 위하여 전처리 전 식재료의 품질 및 제조일 등이 검증된 식재료만 취급하도록 규정하고 있음.
- 학교 급식에서 수산물에 대하여 취급 규모를 분석하기 위하여 육류와 가금류와 동일한 학교 및 월에 따른 식재료 취급량을 비교하였음. 초, 중, 고등학교에서 사용되는 수산물 식재료의 종류는 모두 비슷하게 나타났음(표 4). 그 중에서 오징어는 사용되는 식단에 따라 수산물류에서 가장 다양한 형태로 공급받고 있으며, 냉장 또는 냉동, 통오징어, 몸통 또는 다리, 껍질 제거 유무, 절단 방식에 따라 나누어짐(그림 9).

표 4. 대전 초, 중, 고등학교 수산물류 식재료 취급품목

식재료 종류		초등학교	중학교	고등학교
수산물류	생선류	8	6	3
	갑각류	6	7	3
	연체류	12	10	4

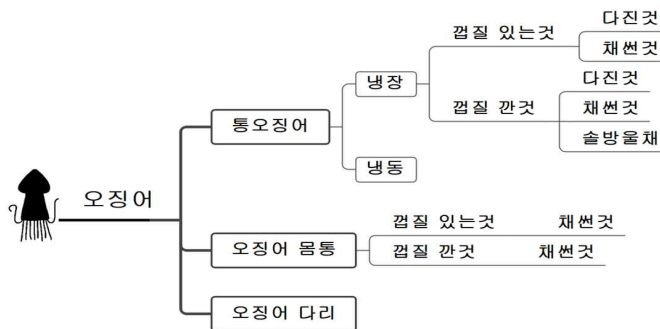


그림 9. 오징어 식재료 취급 방법

- 학교 급식에서 다양한 수산물을 취급함에도 불구하고, 가금류 및 육류의 취급량과 수산물의 취급량을 비교하였을 때 전체 총량은 1/5 수준밖에 안되는 것을 확인하였음(그림 10). 학교 급식에서 수산물 식재료는 학생뿐만 아니라 조리원들에게도 번거로운 식재료이기 때문에 영양소가 매우 풍부한 식재료임에도 불구하고 식단으로 선정되는 경향이 낮은 것으로 나타났음.

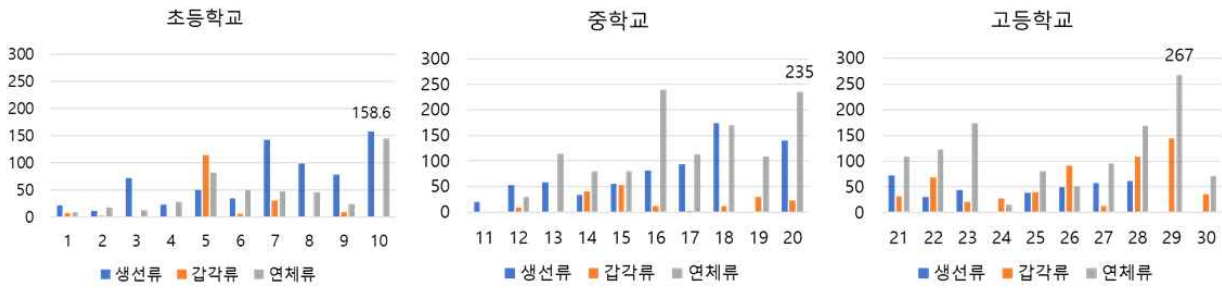


그림 10. 3월 초,중, 고등학교 인원수별 수산물류 식재료 취급규모

- 자동조리 시스템 유사특허 중복성 상세 검토 및 핵심 특허 확보 방안 마련

- 최근 10년간 로봇 분야의 특허 출원은 세계 5대 특허청(Intellectual Property 5, IP5 전체에서 지속적으로 증가하는 추세로, 우리나라를 포함한 다른 나라들 또한 로봇에 관한 특허 출원은 꾸준히 이루어지고 있음. 특히 중국은 2016년 이후 로봇 분야의 급격한 성장을 이루어 꾸준한 성장세를 이어가고 있음(그림 11). 이러한 로봇 관련 특허들 중, 푸드테크와 관련된 국내 특허는 현재까지 약 137개로 확인되었고, 푸드테크 관련 특허의 동향 또한 2016년 이후 지속적인 성장세를 보이는 걸 확인할 수 있음.
- 현재 푸드테크 로봇은 전 세계적으로 통용되는 명확한 정의 및 분류는 없으며, 산업용 로봇이 아니기에 기타 전문서비스 로봇에 해당됨. 명확한 정의는 없지만 통계청 승인 로봇산업 특수분류표에 의하면 ‘기타 제조업용 로봇(협동 로봇)’ 또는 ‘기타 전문서비스용 로봇’으로 볼 수 있음.
- 현재 국내에서는 푸드테크 로봇의 상용화와 더불어 자동 조리에 관한 특허가 꾸준히 등록되고 있으며, 그 중 키워드가 ‘조리 로봇’, ‘요리 로봇’, ‘자동 조리’, ‘자동 요리’이며, IPC 분류로 A47J(주방 장비, 커피 분쇄기, 향신료 분쇄기, 음료를 만드는 장치)에 포함되는 특허들을 조사하였음. 특허는 총 1408 건이 등록되어 있으며, 매년 등록되는 특허의 수가 꾸준히 증가하고 있음.

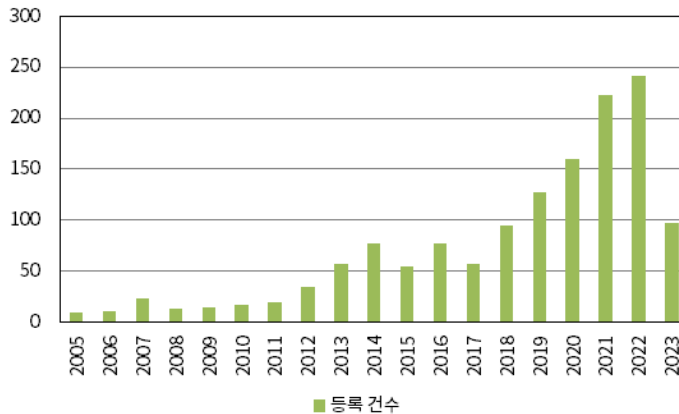
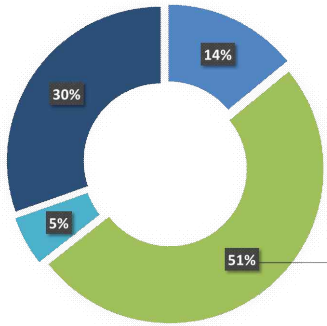


그림 11. 국내 푸드테크 로봇 관련 특허 등록 현황

- 학교 급식의 공정은 전처리-조리-배식-정리로 나눌 수 있으며, 각 공정에서 유사하게 활용될 수 있는 특허를 분류하였음. 분류된 특허는 크게 식재료 전처리의 자동화, 조리의 자동화, 세척의 자동화 등으로 구분할 수 있음.
- 각 공정별로 활용될 수 있는 특허를 분류하였을 때, 전처리 공정에서는 레시피, 식재료 선별 및 전처리, 식재료 보관 방법에 관한 특허로 나눌 수 있음. 조리 공정에서는 각 조리방법에 대하여 로봇팔을 활용하거나 조리 도구를 자동화하거나 조리 공정을 모니터링 하는 시스템 등으로 구분할 수 있음. 조리 후 공정에서는 조리된 음식을 이송하는 방법, 세척 자동화 시스템, 기타 조리 보조 장치에 관한 특허가 등록되었음(그림 12).

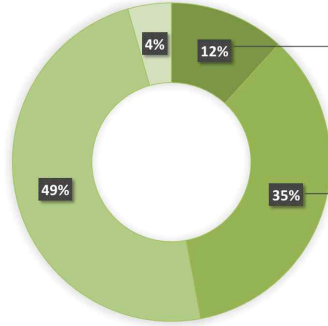
01 푸드테크 특허 동향

■ 전처리 ■ 조리과정 ■ 조리 후 공정 ■ 급식 외 분야
(이송 및 세척)



02 조리 공정 관련 세부 현황

■ 조리용 협업로봇 ■ 모듈화장비
■ 자동화 조리 장비 ■ 기타(이송, 가열 등)



협업 로봇 관련 특허

- 누들 음식 조리용 다관절 협동로봇과 이를 이용하는 누들 음식 조리 시스템 및 방법
- 로봇을 이용한 자동조리 장치 및 시스템
- 협동로봇을 이용하는 튀김장치 및 튀김방법

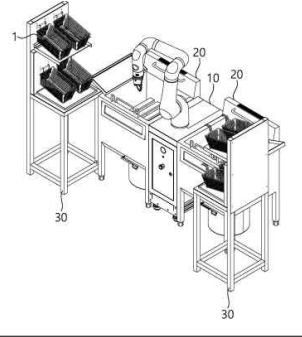
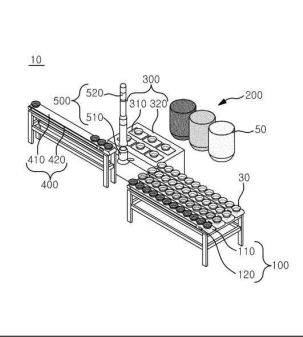
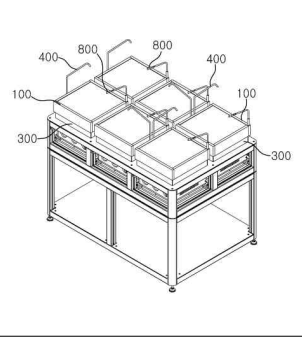
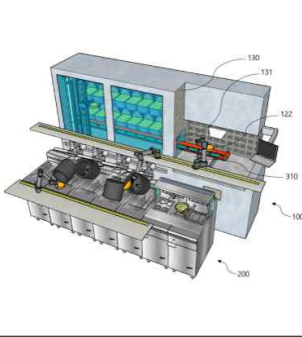
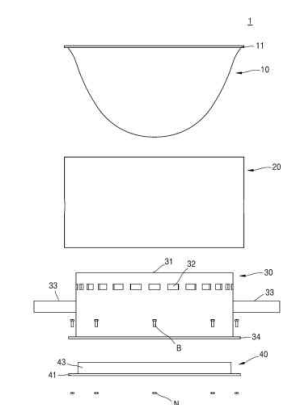
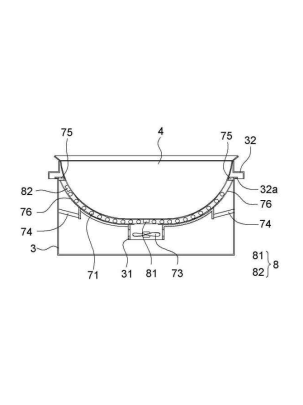
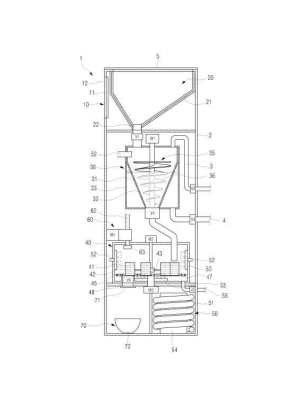
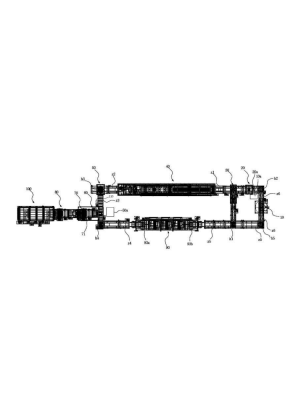
모듈화장비 관련 특허

- 센싱된 온도를 기초로 가열 동작을 제어하는 조리기기
- 센서 모듈을 포함하는 조리기기 및 그 동작 방법
- 모드에 따라서 출력을 제어하는 조리 기기 그 동작 방법

그림 12. 푸드테크 로봇 특허 세부 분류

- 조리 자동화에 관한 특허는 조리 공정에 대하여 각 공정별 세부적인 부분에 대하여 작업 자동화 시스템을 구축하는 기술에 관한 내용이 대부분이며, 이때, 로봇팔 또는 협동 로봇이나 모듈화 시스템 장비를 활용하고 있음.
- 따라서 학교 급식조리실에서 협동 로봇을 활용하여 인력 보조 시스템을 개발할 경우 로봇이 단순하게 특정 작업을 수행하도록 시스템을 구축하는 것이 아니라 목표 대상과 공정별 작업을 확대 적용하여 범용성을 높이는 것이 필요할 것으로 판단됨.
- 또한, 급식조리실에서 조리원들이 수행하는 작업을 무인 자동화하는 조리기기 모듈 시스템을 개발할 경우에도 적용되는 조리 공정을 확대하여 협동 로봇과 활용될 수 있도록 시스템을 구축함으로써 기존의 등록 특허와 중복되지 않을 것으로 사료됨.
- 조리 기기 자동화의 경우에도 일반 조리 도구를 무인 자동화 또는 모니터링 하는 시스템에 관한 특허가 등록되어 있음. 급식조리실에서 튀김, 볶음 또는 국 요리에 사용되는 대형 국솥의 경우 현재 등록 특허는 온도 모니터링 뿐만 아니라 자동 온도 제어 및 조리 등에 관한 기술들이 있음.
- 그러나 현재까지 협동 로봇과 연계된 조리 기기에 관한 특허는 전무하기 때문에 자동 조리 기기에 관한 특허를 참고하되, 협동 로봇 등과 함께 연계하여 무인 자동 조리 기기를 개발하는데 큰 문제는 없을 것으로 판단됨(표 5).

표 5. 학교 급식에 활용될 수 있는 등록 특허

로봇을 활용한 조리 자동화		조리 모듈 시스템	
			
협동로봇을 이용하는 튀김장치 및 튀김방법	로봇을 이용한 자동조리 장치 및 시스템	비접촉식 온도 센서를 이용한 스마트 인덕션 및 이를 포함한 자동 조리 제어 시스템	자동화 요리 시스템
조리 도구(국솥)		조리 도구(취반기)	
			
회전식 국솥	바닥과 중간에 온도센서가 설치된 코일형 다용도 국솥	자동 취반 및 배출 장치	자동연속 취반시스템

- 협동 로봇 기반 급식 보조 시스템(가칭)은 협동로봇과 이송 컨베이어로 구성되어 학교 급식조리실에서 조리원들의 급식 공정 중 일부에 대하여 협업이 가능하도록 설계된 시스템임. 예를 들어 무거운 조리도구 및 식재료 이송을 도울 수 있으며, 튀김 공정 등의 작업 강도가 높은 조리 공정에 대하여 협동로봇이 조리원을 대신하여 자동 조리 및 모니터링을 수행할 수 있도록 하는 시스템임.
- 이 시스템은 급식 조리실의 규모 및 설계에 따라서 시스템 구성 및 배치가 유동적으로 바뀔 수 있으며, 필요한 작업에 대하여 선택적으로 수행할 수 있도록 설계되었기 때문에 모든 급식 조리실에 적용할 수 있음. 또한, 로봇과 조리원의 구역을 구분하여 단순 로봇팔을 사용할 수 있으며, 협동 로봇을 사용하여 조리원과 로봇의 구역을 일원화할 수도 있음.

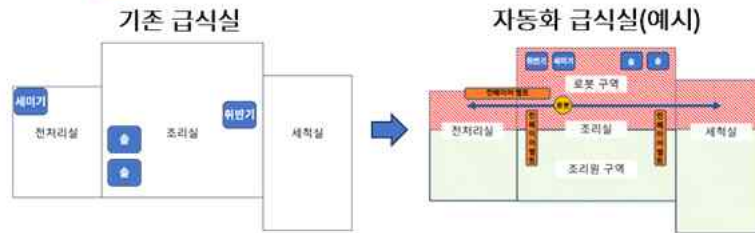
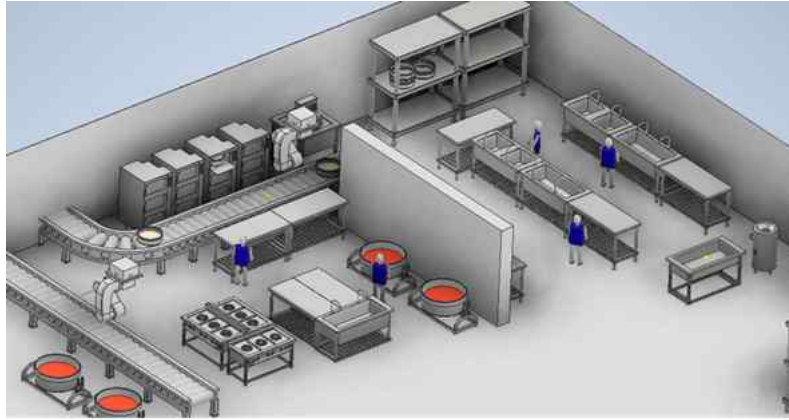


그림 13. 협동 로봇 기반 급식 보조 시스템(가칭)

표 6. 전처리 공정 관련 특허

	공개/등록 번호	제 목	특 징
1	10-2552897	고기 특성 정보 및 사용자 선호도를 반영한 조리법 결정 방법 및 장치	조리법 안내
2	10-2516026	육류 조리를 가이드하기 위한 방법 및 그 시스템	
3	10-2498602	육류 조리법 개선 방법 및 장치	
4	10-2299437	사용자 선호 레시피를 안내하는 조리 기기 및 그 동작 방법	
5	10-2363135	상담사를 위한 실시간 정보 제공 시스템 및 방법	
6	10-2302147	스마트 공장 구축을 위한 제조 데이터 표준화 방법, 장치 및 컴퓨터-판독가능 기록 매체	
7	10-2516025	고기 특성 정보를 획득하는 방법 및 장치	자동 분쇄 및 절단
8	10-0886765	지유아이 요리 검색 서비스 제공 방법 및 시스템	
9	10-2226614	분쇄 동작을 수행하는 조리기기	
10	10-2360350	원료 자동 공급장치	재료의 선별
11	10-2222315	냉장육 정량 육절기	
12	10-1951157	원재료 자동 준비 시스템 및 그 방법	보관 및 관리 보조
13	10-2109698	영상처리분석을 이용한 대상물 자동 선별, 분류 시스템 및 자동선별 분류방법	
14	10-2061439	성분들을 보존 및 계측하기 위한 시스템 및 이러한 시스템을 구현하는 보존 및 계측 방법	
15	10-2027039	영상처리분석을 이용한 대상물 자동 정렬, 공급 시스템, 및 대상물 자동 정렬, 공급 방법	보관 및 관리 보조
16	10-2479343	인공지능 기반의 식재료 추적 장치 및 방법과 이를 이용한 요리 로봇 시스템	
17	10-2399179	자동 조리 시스템에 사용되는 식재료 보관 컨테이너	
18	10-2166111	냉장고 관리서비스장치 및 그 장치의 구동방법	
19	10-2424116	개인물류 관리서비스장치 및 그 장치의 구동방법	

표 7. 조리 공정 관련 특허

공개/등록 번호	제 목	특 징
1 10-2222294	자동 튀김 조리 장치 및 이를 이용한 튀김 조리 방법	면, 튀김, 볶음밥, 탕 등 일부 분야 자동화 협업 장비
2 10-1943276	볶음밥 제조용 혼합 감시 시스템	
3 10-2462264	탕류 요리 시스템	
4 10-2161133	전자동 로테이션 취반 방법 및 이에 의해 제조된 밥	
5 10-2479343	인공지능 기반의 식재료 추적 장치 및 방법과 이를 이용한 요리 로봇 시스템	
6 10-2561985	조리 협동 로봇을 이용한 치킨 요리 조리 자동화 시스템	자동 조리 및 제어 시스템
7 10-2474283	비접촉식 온도 센서를 이용한 스마트 인덕션 및 이를 포함한 자동 조리 제어 시스템	
8 10-2500644	육류 자동 조리 장치 및 그 제어 방법	
9 10-2336696	양념 자동믹싱 장치	
10 10-2311290	커스텀 조리법을 저장하는 조리 기기 및 그 동작 방법	
11 10-2336124	연속 조리 제어 기능을 갖는 조리 기기 및 그 동작 방법	
12 10-2341238	사람간 협업을 위한 자동화 조리기기 시스템	
13 10-2060518	자동화 요리 시스템	
14 10-2468491	푸드 트럭에 설치 가능한 자동화 음식 제조 시스템	
15 10-1880865	자동으로 회전하며 요리되는 통돌이 오븐 방식의 가스오븐 조리기	
16 10-2068606	음식재료를 가공 및 자동조리구조를 갖는 요리로봇장치	
17 10-2492722	인덕션 레인지를 이용한 워 자동 구동방식의 조리시스템	
18 10-2286964	센싱된 온도를 기초로 가열 동작을 제어하는 조리기기	
19 10-2126076	패킹 교체 시기 판단 기능을 구비한 조리 기기 및 패킹 교체 시기 판단 방법	
20 10-2226617	센서 모듈을 포함하는 조리 기기 및 그 동작 방법	
21 10-2275840	모드에 따라서 출력을 제어하는 조리 기기 및 이의 동작 방법	
22 10-2347955	카메라 모듈을 포함하는 조리 기기 및 그 동작 방법	
23 10-2250652	인분 수 판정을 수행하는 조리 기기 및 이의 동작 방법	
24 10-2250651	잔여량 알림 기능을 갖는 조리 기기 및 그 동작 방법	

표 8. 조리후 공정 관련 특허

공개/등록 번호	제 목	특 징
1 10-2450946	살균 기능을 제공하는 음식물 서빙을 위한 서빙 로봇	음식 이송과 관련
2 10-2027040	대상물 픽업 공급 자동화 시스템 및 대상물 자동 픽업 공급 방법	
3 10-2416323	액체류 넘침방지 시스템 및 이를 적용한 음식물 운송기구	
4 10-2287351	자동 세척을 안내하는 조리 기기 및 그 동작 방법	자동화 세척 및 환기 시스템
5 10-2374097	자동화 식기 세척 시스템	
6 10-2541876	자동 정화 및 보정 기술을 적용한 미세먼지 측정시스템	
7 10-1439523	자동개폐형 이산화탄소 흡착필터 모듈 및 흡착제를 구비한 지능형 환기시스템	
8 10-2510091	어깨 근력지원 웨어러블 장치	기타 보조 장비
9 10-2415095	식품 미각 재현 시스템, 식품 미각 재현 데이터 변환 장치 및 식품 미각 재현 방법	

(2) 급식 공정별 위생 관리점 파악

- 식단 검토를 통한 식단(한식, 중식, 양식 등)에 따른 주재료의 종류 및 조리 방법 데이터 확보 및 자동화 제한 식단 선정 조사

- 한국교육개발원에서 발행한 학교급식 식단작성 참고자료(2018)에 의하면 학교 급식 식단의 기본 구성은 일반반상, 일품반상, 면상으로 분류되고, 기본적인 식단 구성은 주식(밥류), 국류, 주찬, 부찬, 김치 및 후식으로 이루어짐(표 9). 주식은 찰쌀밥, 현미밥 등의 일반밥류, 김치볶음밥, 카레라이스 등의 일품밥류, 잔치국수, 우동 등의 면류로 나누어질 수 있으며, 주찬은 고기, 생선, 달걀, 콩류를 사용한 반찬, 부찬은 주찬의 재료 외 채소류 등을 사용한 반찬으로 구분함. 모든 식단에서 김치가 포함됨. 또한, 과일, 빵이나 음료 등의 후식류를 제공하는 것을 권장하고 있음.
- 학교 급식에서는 식중독 예방을 위하여 생선회·젓갈·생굴 등의 가열되지 않은 동물성 식품, 곱창·간·동태알 등의 내장류, 복어·원추리 등의 자연독 함유 식품, 새싹 채소류·생해조류·포장이 되지 않은 형태로 제공되는 판두부, 판묵 등의 생산 과정에서 미생물 오염 및 증식 우려 식품을 배제하도록 하고 있음.
- 또한, 숙성되지 않은 김치류나 외부업체에서 가열조리한 동물성 식품 등과 같이 식중독 위험이 있어 주의가 요구되는 식단은 최소화하고, 식재료 전처리가 많이 필요한 비빔밥과 공정이 복잡한 튀김요리를 함께 제공하는 등의 조리시간 및 노동력이 과도하게 소요되는 식단의 중복 제공을

지양하도록 하고 있음.

- 학교 급식 식단은 교육부가 운영하는 학교 행정 시스템인 National Education Information System(NEIS)에서 제공하는 학교 급식 현황 및 급식 식단 정보 데이터를 통해 확보하였음. 각 학교별 급식 인원 및 하루 식단 정보가 제공되고 있음. 학교 급식의 식단을 검토하기 위하여 데이터를 수집하였음. 대상은 대전 소재의 학교로 한정하였으며, 2021년부터 2023년 5월까지 기간 동안의 식단을 분석하였음.

표 9 학교 급식 식단 기본 구성

구분		일반반상	일품반상	면상
주식	기본밥류	1		
	일품밥류		1	선택(제공시 1/2)
	면류			1
국류		1	1	선택
주찬(고기,생선,달걀,콩류)		1	1	≥1
부찬(채소류)		≥1	≥1	
김치		1	1	1
과일 및 후식류		선택	선택	선택

- 위에서 언급한 바와 같이, 학교 식단은 전적으로 학교 영양사 및 조리원에 의해 결정되기 때문에 학교의 급식 실무원의 식단 선호도에 의하여 다양한 급식 식단이 구성될 수 있음. 대전의 경우 대전시 교육청에서 학교급식 표준레시피를 발간하여 학교 급식의 권장 사항을 제공하고 있으나, 실제 학교 급식 식단은 기본 레시피에서 응용되어 새로운 식단이 개발되었음.
- 해당 기간 동안 대전시 고등학교 103곳의 학교 급식 식단에 대하여 빈도수를 분석하였음(별첨 4), 대전시의 고등학교에서 사용된 식단의 종류는 총 26,107가지였으며, 그 중 학교마다 동일한 식단에 대해 이름부터 사용되는 재료 및 양이 다른 경우가 존재하였음(표 10). 가장 빈도수가 많은 식단은 배추김치였으며, 19416번 사용되었음. 중복되지 않고 1번만 사용된 식단의 경우 총 11,827가지였으며, 고등학교 총 식단의 45%였음. 제육볶음 식단에 대하여 응용된 식단의 수는 34가지, 찜닭은 85가지였음.

표 10. 대전 고등학교 식단의 빈도수

식단의 빈도수	식단의 개수	제육볶음
1	11827	34가지 (제육볶음, 김치제육볶음, 중화제육볶음, 삼각제육볶음, 버섯제육볶음, 미나리제육볶음, 콩나물제육볶음 등)
2~5	8766	
6~10	2381	
11~20	1492	
21~50	951	
51~100	351	찜닭 85가지 (치즈찜닭, 로제찜닭, 김치오븐찜닭, 간장순살찜닭, 마라찜닭, 매크찜닭, 카레찜닭 등)
101~	339	
최댓값	19416	
총합계	26107	

- 대전 소재의 초등학교, 중학교, 고등학교에서 선호하는 식단에 대하여 조사하기 위하여 주재료(돼지고기, 소고기, 닭고기, 수산물)를 사용한 주찬에 대하여 빈도수를 조사하였음. 최소 10회 이상 사용된 식단에 대하여 빈도수를 분석하였음(표 11). 식재료의 경우 학교마다 매우 다양한 종류 및 양을 취급하여 사용하고 있으나, 초등학교, 중학교, 고등학교에서 가장 많이 사용되는 주찬 식단은 약간의 빈도수 순위 차이만 나타날 뿐, 식단은 거의 유사하였음.
- 소고기를 주재료로 하는 식단 요리의 다양성과 빈도수가 돼지고기보다 적기 때문에 돼지고기에 비해서 소고기의 취급량이 매우 적었던 것으로 나타났음. 초, 중, 고등학교에서 모두 소불고기 요리가 가장 많이 사용되었지만 빈도는 돼지고기에 비해 매우 적은 수준으로 나타났음.

표 11. 대전 초,중,고등학교의 육류, 가금류, 수산물류를 사용한 식단 빈도수

학년 순위	돼지고기		소고기		닭·오리고기		수산물		
	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수	
초 · 중 · 고	1	돼지갈비찜	1534	소불고기	339	찜닭	857	삼치구이	858
	2	돼지불고기	921	한우스테이크	47	닭갈비	672	고등어구이	346
	3	돈까스	899	소떡갈비	40	오리불고기	645	삼치조림	312
	4	돼지장조림	805	소갈비찜	39	닭볶음	550	고등어조림	268
	5	수육	796	한우볶음	34	닭구이	503	생선까스	172
중 · 고	1	돼지갈비찜	653	소불고기	88	닭갈비	688	삼치구이	192
	2	돈까스	527	소떡갈비	19	찜닭	488	고등어구이	120
	3	수육	533	.	.	닭볶음	310	생선까스	108
	4	돼지불고기	501	.	.	닭구이	275	고등어조림	78
	5	탕수육	493	.	.	오리불고기	210	삼치조림	52
고 · 중 · 초	1	제육볶음	1014	소불고기	119	찜닭	825	생선까스	163
	2	돼지갈비찜	925	한우볶음	18	닭볶음	627	고등어구이	138
	3	돼지불고기	548	소떡갈비	11	닭갈비	613	삼치구이	130
	4	돈육장조림	444	.	.	오리불고기	425	고등어조림	97
	5	수육	440	.	.	닭구이	361	삼치조림	44

- 각 학교별 식단에 대하여 세부적으로 분석하기 위하여 식재료 취급 현황을 조사하였던 학교 집단 (30개교, 초등학교(1~10), 중학교(11~20), 고등학교(21~30)에서 사용된 식단을 조사 및 분석 하였음(표12~14). 전체 학교의 식단에서 가장 종류가 적었던 소고기 요리의 경우 각 학교마다 소고기를 사용한 주찬 요리는 전체 학교 빈도수와 유사하게 떡갈비, 불고기, (함박)스테이크가 가장 많았음.
- 소고기와 다르게 돼지고기, 가금류 및 수산물류 요리는 학교별로 선호하는 식단에 따라 가장 많이 사용된 요리가 조금씩 다른 것을 확인하였음. 그럼에도 불구하고, 전체 학교에서 선호하는 식단이 각 학교마다 사용되는 식단과 거의 유사하였음. 또한, 같은 식단에 대하여 각 학교마다 노하우를 바탕으로 식재료를 추가하거나 다른 방식의 식재료를 사용하여 표준 식단과 차별화를 둔 식단이 사용되기도 하였음.

표 12. 대전 초등학교(1~10)의 육류, 가금류, 수산물류를 사용한 식단 빈도수

식재료 순위	돼지고기		소고기		닭·오리고기		수산물	
	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수
1								
1	탕수육	13	떡갈비	13	치킨까스	4	오징어튀처기	6
2	돼지불고기	13	쇠고기잡채	4	치킨도리아	4	오징어살채볶음	5
3	수육	10	쇠고기불고기	4	닭봉장조림	3	고등어무조림	4
2								
1	탕수육	17	떡갈비	10	닭강정	8	삼치카레구이	3
2	돼지불고기	17	햄박스테이크	4	닭봉오븐구이	6	주꾸미채볶음	3
3	돈까스	10	한우불고기	1	오리장조림	4	고등어살구이	2
3								
1	돼지불고기	23	떡갈비	15	숯불오리구이	13	삼치구이	7
2	제육볶음	14	햄박스테이크	13	오리장불고기	9	간썬새우	3
3	돼지고기수육	13	한우잡채	2	채볶음우동	7	고등어구이	2
4								
1	돼지불고기	31	떡갈비	8	춘천닭갈비	11	오징어볶음	5
2	돼지갈비찜	25	햄박스테이크	8	봉추찜닭	11	칠리새우	5
3	돈육장조림	9			치즈불닭	8	고등어무조림	4
5								
1	갈비찜	26	햄박스테이크	7	닭볶음탕	13	삼치오븐구이	8
2	돈까스	15	고사리 쇠고기볶음	5	안동찜닭	10	수제칠리새우	6
3	돼지불고기	13	쇠고기메추리 알장조림	5	춘천닭갈비	9	고등어무조림	5
6								
1	돼지고기볶음	32	떡갈비구이	13	닭볶음	21	모듬칠리새우	6
2	돼지갈비찜	17	한우불고기	11	수제치킨 오븐구이	13	오징어브로콜리 무침	6
3	돈까스	12	햄박스테이크	5	안동찜닭	8	삼치카레구이	5
7								
1	수육	6	햄박스테이크	10	오리훈제삼촌	11	삼치카레구이	6
2	LA식돼지 갈비구이	6	쇠고기메추리 알장조림	4	닭살야채철판 볶음	7	갈릭소스연 어스테이크	6
3	맛동산탕수육	5	쇠고기볶음	4	수제치킨까스	6	간고등어구이	5
8								
1	등심갈비찜	19	떡갈비	11	뼈없는닭갈비	10	가자미커틀릿	5
2	돼지갈비찜	15	한우불고기	5	치즈불닭	10	낙지볶음	4
3	돼지고기장조림	15	햄박스테이크	2	닭봉조림	9	무말랭이감 오징어무침	3
9								
1	돼지갈비조림	15	떡갈비	10	치즈불닭	10	오징어김치전	7
2	오향장육	6	참스테이크	5	닭볶음탕	8	고구마순새 우볶음	5
3	돼지갈비 김치찜	4	소고기가지 볶음	4	오리훈제& 채소소스	8	마늘쫄면새 우볶음	4
10								
1	돼지갈비찜	9	쇠고기메추리 알장조림	4	찜닭	14	브로콜리 오징어초무침	5
2	돼지안심메추리 알장조림	6	햄박스테이크	4	오리불고기	5	김치오징어 전	4
3	돼지고기 제육볶음	5	한우불고기	3	닭볶음	5	진미오징어 채볶음	4

표 13. 대전 중학교(11~20)의 육류, 가금류, 수산물류를 사용한 식단 빈도수

식재료 순위	돼지고기		소고기		닭·오리고기		수산물	
	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수
11								
1	수육	14	비베규폭찹	6	고구미등뼈볶음	11	오징어김치전	10
2	돼지갈비찜	14	쇠고기볶음 우동	5	안동찜닭	11	갈치구이	5
3	돈육두부 두루치기	11	단호박 떡갈비조림	3	오리훈제구이 소스	9	삼치무조림	5
12								
1	영양돼지 갈비찜	14			안동찜닭	14	암연수구이	17
2	팽이버섯 돈육볶음	12			뼈없는닭갈비	11	간소새우	11
3	수육	12			오리훈제구이	10	왕새우튀김	7
13								
1	오심불고기	15	수제햄반스테 이크	10	닭갈비	10	오징어오이초 무침	10
2	돈까스소스	14	떡갈비구이	8	친환경오리훈제 새송이오븐구이	10	새우튀김	6
3	등갈비비베규 오븐구이	13	쇠고기버섯잡 채	2	순살피닭	9	오징어브로콜 리초무침	3
14								
1	찹쌀탕수육	10	떡갈비두부조 림	4	고추장닭살 찰판볶음	12	오징어깍쟁이 초무침	6
2	돼지사태 김치찜	7	소고기볶음고 추장	4	오리훈제/채소 겨지무침	8	오징어도넛 초무침	4
3	돈육저장볶음	6	쇠고기가지볶 음	3	순살안동찜닭	6	완두콩수살 고등어구이	4
15								
1	제육김치볶음	8	한우떡갈비	11	오리불고기	8	생선까스/ 타르타르S	6
2	돼지갈비고추 장조림	7	고메햄반스테 이크/소스	1	안동찜닭	7	오징어브로콜 리숙회	4
3	수육	7			치즈불닭	5	고등어무조림	3
16								
1	돼지갈비찜	6	수제떡갈비	8	닭볶음탕	11	오징어초무침	8
2	수육	5	소불고기	6	안동찜닭	7	생선까스	5
3	돈육매추리알 장조림	4			닭봉오븐구이	6	오징어링튀김	3
17								
1	수육	20	떡갈비구이	3	고구미등뼈갈비	15	통살새우 커틀릿	7
2	돈육이채 불고기	9	투움바햄박 스테이크	1	차킨스테이크	11	고등어무조림	4
3	패스츨리겍 돈까스/소스	6			닭간장조림	11	고등어양념 오븐구이	3
18								
1	돈육버섯 불고기	15	떡갈비	15	오리불고기	16	고등어구이	8
2	돈육고추장 불고기	13	햄반스테이크	8	순살닭갈비	13	오징어불고기	7
3	생등심돈까스	12			오리훈제& 머스타드	12	통살새우까스	6
19								
1	수육	9	궁중떡갈비 구이	3	안동찜닭	6	오징어김치전	5
2	LA돼지갈비찜	6	떡갈비김치 볶음	2	수제순살치킨/ 소스	6	크란차생선 까스코소스	5
3	매콤돼지 갈비찜	5	쇠고기버섯 사브사브	1	매콤오리 오븐구이	5	오징어/브로콜 리/초장	4
20								
1	제육고추장 불고기	8	수제햄반스테 이크	14	순살안동찜닭	14	오징어김치전	5
2	돈육쭈꾸미 불고기	4	떡갈비	8	연잎오리훈제	6	새우볶음까스& 소스	4
3	매운돼지 갈비찜	4			오리아채불고기	6	통새우만두	4

표 14. 대전 고등학교(21~30)의 육류, 가금류, 수산물류를 사용한 식단 빈도수

식재료 순위	돼지고기		소고기		닭·오리고기		수산물	
	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수	식단명	빈도수
21								
1	돈육간장 불고기	26	언양식불고기 &콩나물파채	11	오리간장 불고기	17	오징어볶음	13
2	돼지갈비찜	22	한입떡갈비 조림	10	훈제오리/ 머스타드	14	갈치구이	11
3	돈육메추리 알장조림	19	더블치즈 스테이크	9	안동식 순살찜닭	13	고등어 무조림	9
22								
1	콩나물 불고기	46	양파떡갈비 스테이크	29	닭감자볶음	33	콩치무조림	13
2	수제통등심 돈까스	24	쇠고기 장조림	28	닭가슴살 장조림	25	삼치데리야끼 소스구이	8
3	돼지등갈비 김치찜	19	고구마함박스 테이크/소스	20	수제달달 꿀치킨	20	고등어 무조림	6
23								
1	숯불불고기	5	한우버섯 불고기	2	묵은지닭볶음	4	가자미카레 구이	6
2	통등심 돈까스	5	한입떡갈비	2	순살양념치킨	4	코다리 무조림	6
3	등갈비 김치찜	4	한우불낙새 덮밥	2	매콤닭봉구이	4	고등어 무조림	5
24								
1	갈비김치찜	16	맛밤함박스 테이크/소스	3	닭갈비	10	갈릭새우 버터구이	8
2	단호박 갈비찜	14	직화떡갈비	3	오리훈제구이 /겨자채무침	8	오징어 초무침	7
3	바베큐보쌈 구이	11	주먹떡갈비/ 소스	2	닭볶음탕	7	새우까스/ 소스	7
25								
1	돼지갈비찜	8	떡갈비	2	닭볶음탕	10	고등어양념 구이	5
2	등뼈김치찜	8	육전	2	닭갈비	6	모듬깐소 새우	4
3	참쌀탕수육	6	고메 함박& 달걀후라이	2	수제유린기	6	오징어어묵 무침	4
26								
1	매운돼지 갈비찜	14	숯불간장 불고기	9	춘천닭갈비	12	애호박 새우살볶음	9
2	제육볶음	12	수제함박스 테이크	5	오리훈제	11	깐소새우	8
3	우리밀바삭 탕수육	11	떡갈비구이	4	국물닭볶음탕	10	새우까스	6
27								
1	돈육김치찜	11	떡갈비	4	찜닭	9	오징어김치 전	9
2	매운갈비찜	11	투움바함박 스테이크	3	유린기	8	임연수카레 구이	5
3	돈육장조림	9	한입떡갈비 갈릭치즈소 스	2	닭매운조림	6	갈치무조림	4
28								
1	제육볶음	15	콘치즈함박 스테이크	3	치즈불닭	11	새우튀김	4
2	간장불고기	11	송정식떡갈 비	3	치킨무	11	오징어두루 치기	4
3	수육	10	타워함박스 테이크	3	닭갈비	10	오징어김치 전	4
29								
1	수육	9	김치치즈 함박스테이크	4	안동찜닭	9	오징어 초무침	5
2	매콤돼지 갈비찜	9	까르보함박 스테이크	3	숯불양념 오리주물럭	7	순살아귀찜	4
3	돈육간장불 고기	8	소불고기	3	허브치킨샐러 드	6	골뱅이채소 무침	3
30								
1	돈육고추장 구이	11	스테이크퀘 사디아	9	치즈불닭	8	오징어 초무침	11
2	매운돼지 갈비조림	8	새송이떡갈 비구이	5	국물닭볶음탕	6	골뱅이소면 무침	7
3	돼지갈비떡 찜	7	함박스테이 크	5	뼈없는닭갈비	6	왕새우 또띠아	6

- 현재 학교 급식 시스템에서 활용되고 있는 식단 레시피는 절대적으로 각 학교 영양사 및 조리원들에 의해 결정되고, 주로 선호하는 레시피 및 조리법에 의존하는 경향이 높기 때문에 식단 구성의 한계가 나타남. 학생들은 다양한 식단을 통해 올바른 식습관을 형성해야 하지만 한정된 레시피로 인하여 식단이 중복되고, 단순화되어 학생들이 학교 급식에 불만족을 느낄 우려가 생김. 학교에 신규 영양사가 임용된다 할지라도 참고할만한 자료는 단순히 이전 영양사가 자료를 공유해주는 방법밖에 없음.
- 현재 식품의약품안전처, 한국교육개발원, 시도 교육청 등에서 각자 전문가의 자문을 통해 표준 레시피를 발간하여 각 학교에 참조하도록 하고 있으며, 각 식품 회사에서 자사의 식재료를 기본으로 한 레시피북을 공유하고 있음. 그러나 이러한 표준 레시피는 단체 급식의 특성을 반영하지 않아 실제 적용이 어려우며, 표준 레시피마다 같은 식단에 대해 재료 및 조리법이 상이하여 경력이 낮은 영양사는 정확한 판단을 내리기 어려움. 따라서, 현재 학교 급식의 특징을 적용함과 동시에 식단의 다양성을 확보하기 위해서는 빅데이터 플랫폼을 구축하여 실제 영양사들의 레시피를 반영하고, 실무자들이 직접 관리하고, 적용할 수 있도록 하는 시스템이 필요함(그림 14).
- 특히, 빅데이터 플랫폼은 영양사 및 조리원의 식단 구성에 보조할 수 있을뿐만 아니라 현재 운용되고 있는 스마트 HACCP 시스템과 연계함으로써 실제 식단이 적합한 공정에 따라 조리되고 있는지를 식단 데이터 기반으로 하여 자동 모니터링 및 조리공정 최적화에 기여할 수 있을 것으로 판단됨.

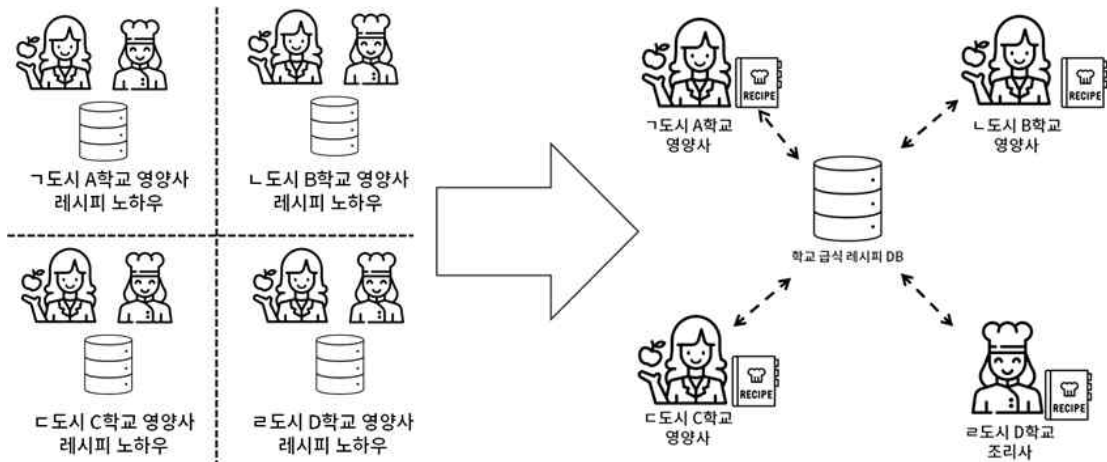


그림 14. 학교 급식 레시피 빅데이터 플랫폼 개략도

- 급식 공정 단계별 위생 현황 조사

- 학교 급식은 학생들을 대상으로 하는데, 이는 위생 관리가 매우 중요한 요소임. 대량의 식사를 제공해야 하기 때문에 다루는 식재료와 음식의 양이 상당히 많아지며, 이로 인해 위생 관리가 어려워져 식중독의 위험이 더 커짐. 식중독이 발생할 경우 학생들의 수가 많기 때문에 환자 수가 폭발적으로 증가할 수 있으므로 위생 관리가 가장 철저하게 이루어져야 함.
- 교육부에서는 학교 급식 위생 관리를 위하여 학교급식 위생관리 지침서(제 5차, 2021년)를 발간하여 학교 급식 위생 관리 방안에 대한 표준을 규정하고 있어 각 학교 급식 조리실은 지침서에 따라 시설, 설비 및 식재료뿐 만 아니라 조리원의 위생 및 안전을 관리하고 있음. 식품제조 분야에 적용되는 HACCP 시스템은 HACCP 인증을 받는 일반 식품제조 시설과 다르게 모든 학교 급식 조리실은 의무적으로 채택 및 적용됨. 또한, 일반적인 식품 공장에서 생산되는 가공식품에 적합한 7원칙 12단계에 의한 HACCP제도를 학교 급식에 적합하게 9절차로 수립되었음.
- 학교 급식은 크게 전처리, 조리, 세척 공정으로 나누어지며, 공정의 모든 작업은 효율적인 위생관리와 학교급식 HACCP시스템 운영을 위한 기준에 의거하여 이루어지게 됨. 위생 관리점은 크게 시설 및 설비, 식재료 및 조리, 개인 위생으로 분류할 수 있으며, 각 관리점에 따라 주요 요인 및 세부 방법을 정리하였음(그림 15).
- 그러나 대규모의 인원에 따른 식사를 적은 인원으로 짧은 시간에 조리 완료 및 배식을 수행해야하

기 때문에 조리원이 위생 관리를 철저하게 준수하기는 매우 까다로움. 그렇기 때문에 학교 급식 종사자들의 노력에도 불구하고 매년 학교 급식시설에서 식중독이 꾸준히 발생하고 있음. 현재 대전시에서는 이러한 위생 관리에 대한 문제점을 해결하기 위하여 최근 급식 조리실에서 활용할 수 있는 위생 관리 플랫폼을 구축 및 도입하였음(그림 16).

- 기존에는 급식 조리실에서 모든 서류는 종이로 출력되었으며, 수기 입력 방식이었음. 아날로그식 일지(식재료 검수서, CCP 일지, 위생관리 체크리스트, 식단 조리 레시피)에 영양사 및 조리원들이 일일이 내용을 작성하였음. 최근 대전 소재의 학교들에 새롭게 도입된 위생관리 시스템은 IoT 기반의 SMART HACCP 플랫폼으로써 디지털 방식을 채택하여 모든 서류 및 일지의 디지털화를 추진하고 있음.
- IoT 기반 SMART HACCP 시스템은 NEIS와 연동되어 학교 급식 조리실에서 활용되는 모든 업무를 전산화할 수 있도록 개발되었음(그림 17). 식재료 검수, 온도 모니터링, CCP 관리, 식단 레시피 DB, 재고 관리, 세척 공정 모니터링 등의 작업이 컴퓨터와 연동되어 데이터 관리가 가능함.
- 그러나 현 시스템은 아직까지 대부분의 작업이 인력에 의존하여 이루어지고 있음. 식재료 검수 시 온도 측정 작업, 조리 중 국의 온도 및 염도 측정 작업에서 온도 값은 시스템에 자동으로 입력되지만 측정은 조리원이 직접 수행해야 하며, 다른 작업들도 마찬가지로 조리원이 시스템에 직접 입력하는 방식으로 수행되고 있음.
- 특히, 조리원들의 경우 연령대가 높기 때문에 전자기기에 익숙하지 않아 디지털 시스템이 오히려 불편할 수 있으며, 짧은 작업 시간동안 CCP 및 CP를 기록하는 것이 더욱 까다로울 수 있음. 이러한 점은 조리원들이 위생관리점에 소홀할 우려로 발생할 수 있으며, 식중독의 취약점으로 작용할 수 있음.

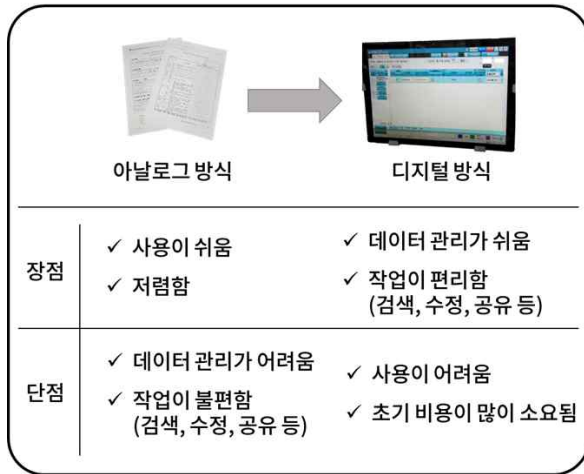
	전처리	조리	조리 후
기본 사항	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 급식소 위생 및 작업 안전을 위한 시설 환경 구축 ✓ 작업구역별 설비 및 기구 선정 확인 사항 준수 ✓ 냉·난방 및 환기 시설, 급·배수 시설 관리 철저 		
시설 및 설비	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 조리 공정 구역과 완전 분리 ✓ 식재료별 조리기구 구분 ✓ 재료 및 기구 세척 음용수 및 소독수 사용 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 전처리 공정 구역과 완전 분리 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 시설 내 모든 오염물질 제거 ✓ 식기, 조리도구 살균 ✓ 잔류 소독제 및 세제 제거 (CP2)
식재료	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 업체 위생관리 기준 ✓ 식재료 품질 규격 ✓ 식재료 검수(CCP1) ✓ 식재료 보관 온도(CP1) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 가열 조리 온도 준수(CCP2) ✓ 조리 방법별, 식재료별 온도 측정 ✓ 생 식재료 세척, 소독 및 행균 철저 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 배식시 열장 온도 및 시간 준수(CCP3) ✓ 2차 오염 방지 ✓ 검식 및 보존식 철저
조리원	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정기 건강진단 ✓ 개인 위생관리 ✓ 복장 위생관리, 식재료별 복장 구별 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CCP 기록 준수 ✓ 조리 레시피 준수 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 식품 취급시 위생 준수 ✓ 세척 및 소독 철저

그림 15. 학교 급식 HACCP 시스템 주요 요인



그림 16. 학교 급식 SMART HACCP 시스템 구성

학교 급식 SMART HACCP 시스템의 변화



SMART HACCP 시스템 실제 사용 모습



그림 17. 대전 학교 급식 HACCP의 변화 및 현재 모습

- 위생 관리 범위 및 관리 방법 조사

- 학교 급식 조리실에서는 매일 입고되는 식재료와 당일 식단에 대하여 중요관리점(Critical Control Point, CCP)를 점검함(그림 18). CCP는 HACCP 시스템에서 각 공정별로 분석한 생물학적, 화학적, 물리적 위해요소를 제거·방지 또는 안전한 수준 이하로 감소시킬 수 있는 단계·처리·공정을 뜻하며, 각 공정마다 한계기준으로 설정된 조건들에 대하여 체계적인 관리 프로세스를 구축함으로써 식중독 등의 식품 안전성을 확보 할 수 있음.

학교 급식실 CCP 점검 프로세스



그림 18. 학교 급식 CCP 점검 프로세스

- 학교 급식의 HACCP 계획에 따른 중요관리점을 위한 급식 공정은 7단계로 구분할 수 있으며, 작업 중 각 공정별 한계기준을 측정하여 기록하게 됨. 매일 변경되는 학교 식단의 특성 상 조리원도 담당 공정을 매년 교체하면서 수행하기 때문에 각 CCP 관리 담당자도 변경됨. 조리원의 편의성을 위하여 CCP 점검에서 수행되는 모든 온도 기록은 데이터가 자동으로 전송되고 있음.
- 식재료 검수 단계(CCP1)에서는 가장 먼저 매일 아침 입고되는 식재료에 대하여 품질 검사를 수행하며, 입고 당시 각 식재료마다 기준 온도 조건에 부합하는지 온도를 측정함. 이와 함께 무게 측정 및 관능 검사를 실시하여 포장 및 외형 상태를 확인함. 또한, 식품에서 가장 중요한 요소 중 하나인 원산지 및 제조일(소비기한)을 확인하여 당일 식재료가 문제없이 사용될 수 있는지 검수하게 됨(그림 19).
- 식품 취급 단계(CCP2)에서 검수가 완료된 식재료는 필요한 경우 전처리실에서 세척 및 소독 작업을 거치게 되며, 이때, 전처리실의 음용수를 염화나트륨을 사용하여 염소계 살균수를 제조하는 장치를 사용함. 또한, 식재료별로 조리 도구를 구분하기 위하여 도구별 색을 다르게 하여 사용하고 있음. 구분하는 도구는 칼, 도마, 고무장갑, 앞치마, 수세미로 칼과 도마는 식재료 종류에 따라, 고무장갑 및 앞치마는 작업 공정에 따라 구분하고 있음. 전처리 과정에서 사용되는 모든 조리 도구는 필요시 살균수 또는 고온수로 세척 및 소독을 수행하여 미생물 오염을 방지하고 있음(그림 20).
- 식품 조리 단계(CCP2)에서는 생 식재료를 사용하는 식단에 대하여 세척 및 소독된 식재료에 오염물질 또는 소독제가 완전히 제거되었는지 육안, 후각 검사 및 농도 측정기를 통해 확인함. 가열조리식품에 대하여 미생물이 사멸될 수 있는 온도 및 시간동안 조리되는지 확인하기 위하여 식품 온도를 측정함. 두께가 있는 식품에 대해 중심 온도가 75℃(패류 85℃)로 1분 이상 가열되었는지 측정하고, 작거나 얇은 식품은 표면 온도를 측정함(그림 21).



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 19. 전처리 공정 (식재료 검수) CCP: (a) 식재료 검수실(전처리실) 전경, (b) 식재료 무게 측정, (c) 식재료 온도 측정, (d) 식재료 외관 검사



(a)



(b)

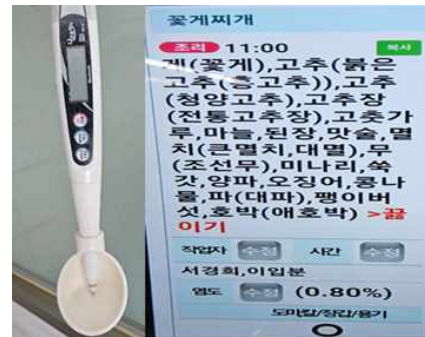


(c)

그림 20. 전처리 공정(식재료 전처리) CCP: (a) 살균수 제조기, (b) 식재료 세척 및 소독, (c) 공정별 조리도구 구별방법




(a)




(b)

그림 21. 조리 공정(식단 조리) CCP: (a) 조리 온도 측정, (b) 국 염도 측정

- 식품 배식 단계(CCP2)에서는 조리 완료된 열장 음식이 57°C 또는 2시간 이내로 배식될 수 있도록 조리 완료 및 배식 완료 시간 또는 배식 온도를 측정하고 있음. 그리고 가열 조리식품이 아니라도 파, 마늘 등의 생식재료가 포함되거나 잡채와 같이 뜨거운 음식과 식은 음식이 혼합되거나 생채소와 익힌 단백질류가 혼합된 식단에 대하여 CCP2공정관리를 적용하도록 하고 있음(그림 22).
- 학교 급식 조리실은 일반적으로 소스류 등의 공산품을 제외한 당일에 입고된 모든 신선 식재료에 대하여 당일에 모두 소진하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 냉동 및 냉장고에는 당일에 사용될 식재료를 임시적으로 보관하는 용도로 사용되고 있음. 냉장고 및 냉동고에는 온도 측정기가 설치되어 있어 실시간으로 온도를 확인할 수 있도록 하고 있으며, 조리원은 출근 후 및 퇴근 전 온도를 측정함(그림 23). 또한, 식중독 발생시 역학조사를 위하여 당일 조리된 식품들을 일정 기간 동안 보존하도록 규정하고 있기 때문에 보존식이 냉동 보관되고 있음(CP1).
- 급식 공정의 마지막인 세척 단계(CP2)에서는 식품과 접촉한 조리기구, 식판 등에 대하여 적절한 세척 및 소독 작업을 수행하도록 하고 있으며, 식판은 일반적으로 예비 세척-애벌 세척-본 세척 단계를 거치고 있으며, 대형 식기 세척기를 도입하여 활용하고 있음. 세척기에서는 고온수 및 세제를 사용하여 세척 및 소독 작업을 수행함. 조리 도구는 세제 및 염소계 소독제로 세척 및 소독 작업을 수행하고, 도구 소독 보관함에서 2차 소독 과정을 거치고 있음(그림. 24).



(a)




(b)

5°C이하(냉장) 또는 57°C 이상(열장)으로 제공하지 못하는 메뉴

분류	메뉴 예
파, 마늘 등 생식재료가 첨가된 메뉴	콩나물 무침, 도라지오이생채
뜨거운 음식과 식은 음식의 혼합 메뉴	잡채류, 비빔밥
생채소와 익힌 단백질류 나 전분질식품이 혼합된 메뉴	김밥, 유부초밥, 주먹밥, 충무김밥, 단호박샐러드, 고구마범벅, 감자샐러드

그림 22. 조리 공정(조리후 배식) CCP: (a) 조리 및 배식 시간 기록, (b) 배식 시 주의 식단



(a)



(b)

그림 23. 식재료 보관 CP1 (a) 냉장 및 냉동고 온도 측정 (b) 공산품 보관 방법



(a)



(b)

그림 24. 세척 공정 CCP: (a) 급식 조리용 식기세척기 (b) 조리도구 살균기

[(주)세종하이텍: 급식 설비 및 기구 표준화 모델 개발]


(1) 급식 공정별 도구 및 설비 파악

- 기존 조리 자동화 설비 수준 조사

- 단체 인원을 대상으로 하는 대규모 급식 시설은 소규모 조리 시설과 다르게 취급하는 식재료 및 조리 식단이 매우 다양함. 그렇기 때문에 조리원은 다양한 조리 도구를 활용하여 여러 종류의 음식을 조리하게 됨. 특히, 식수 인원이 많아질수록 조리원 1인당 감당하는 식수 인원수가 많아지기 때문에 대형 식당에서는 업무 강도가 더 높음.
- 최근에는 대규모 급식 시설에서도 조리원의 작업을 돕기 위하여 푸드 테크 로봇을 활용하여 조리 공정 일부를 자동화하고자 하는 연구 개발이 수행되고 있음(표 15). 국내 단체급식 시장을 선도하고 있는 삼성웰스토리과 아워홈 등은 현재 각 사에서 운영하고 있는 사업장에 조리로봇을 도입하여 자동화를 추진하고 있음.
- 또한, 서울시 교육청에서는 학교 급식 인력 및 환경 문제를 해결하기 위하여 한국로보틱스 및 한국프랜차이즈 산업협회와 국·탕·볶음·튀김용 로봇을 학교 급식 조리실에 최초로 도입하여 급식 조리실 자동화를 구축 중에 있음.

표 15. 국내외 대규모 푸드테크 로봇 현황

	<p>중앙에프에이(주) (육군훈련소)</p>	<p>튀김·볶음·국/탕·취반 공정 관절 로봇 사용</p>	<p>산업통상자원부, 국방부 중앙에프에이(주)의 협업으로 육군훈련소 28연대 병영식당에 시범 투입함. 튀김·볶음·국/탕·취반 작업을 보조하는 로봇을 투입함.</p>
	<p>Yikang Technology Co (민항 중고등학교 -중국)</p>	<p>완전 자동화 로봇 관절 로봇 사용</p>	<p>코로나바이러스 확산 방지를 위해 급식 조리사들을 고용하는 대신, 로봇팔을 조리공정에, 컨베이어 벨트를 배식 공정에 각각 배치하여 무인화 급식을 시행함.</p>
	<p>한국로보틱스 (서울 송곡중학교)</p>	<p>튀김·볶음·국/탕 공정 관절 로봇 사용</p>	<p>서울 지역 학교급식 조리인력의 감소로 급식 종사자 업무 부담이 가중되자, 2023년 2학기부터 조리 보조 로봇 4대 투입 예정임.</p>
	<p>로보테크 레인보우로보틱스 (삼성웰스토리)</p>	<p>국·탕·찌개 식단 조리 로봇팔 사용</p>	<p>삼성웰스토리 구내식당에서 급식 조리에 최적화된 로봇팔을 개발하여 국·탕·찌개·튀김·면·볶음 요리 등 다양한 식단에 대하여 전 공정을 자동화할 예정임.</p>

	<p>코닉오토메이션 두산로보틱스 (아워홈)</p>	<p>로봇팔, 자동화 시스템 사용</p>	<p>취반, 배식, 잔반 처리, 식기 세척 등 급식 공정에서 단순 반복 또는 고강도 작업에 대하여 로봇팔과 자동화 시스템을 도입하여 공정을 자동화함.</p>
---	-------------------------------------	------------------------------------	---

- 급식 공정에 따른 조리 도구 규격 조사

- 학교 급식 조리실은 학교급식위생관리지침에 의거하여 작업 내용에 따라 구역을 분리하여 설계하도록 권장하고 있음. 구역은 식재료 검수, 전처리, 저장이 이루어지는 일반작업구역과 음식을 조리하고, 식기를 보관하는 청결작업구역으로 나누어짐(그림 25).

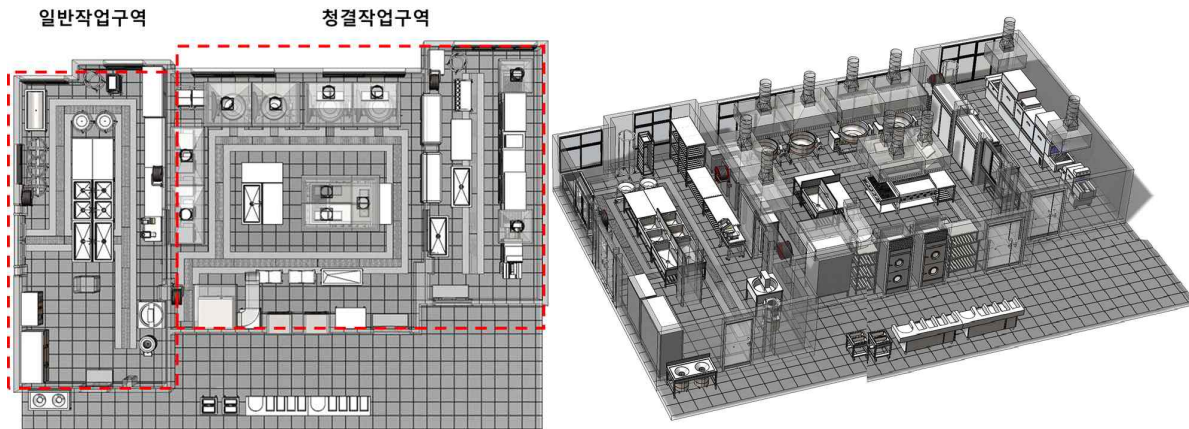


그림 25. 대전 소재 학교 급식 조리실 레이아웃

- 현재 학교 급식 조리실의 설계를 조사 및 분석하기 위하여 본 연구팀은 대전 소재의 학교 급식 조리실에 대하여 초등학교, 중학교, 고등학교 각 3개교를 방문하여 현장 조사를 수행하였음(별첨 5). 9개교의 학교의 급식 조리실은 시설의 현대화 정도가 모두 달랐으며, 최근에 현대화 개선 공사가 완료된 학교도 있었음. 그럼에도 현대화 정도와 무관하게 모두 전처리실, 조리실, 세척실로 구분하여 사용되고 있었으며, 벽과 문이 설치되어 각 구역을 분리한 완전 독립형 구조와 낮은 벽으로 공간의 구분만 할 수 있도록 한 일부 개방형 구조로 나눌 수 있었음(그림 26).
- 그러나 구역이 모두 개방되거나 두 개의 구역을 함께 사용하는 급식 조리실은 없었음. 특히, 일부 학교는 조리실을 가열 조리실 및 비가열 조리실을 구분하여 사용하는 경우도 있었음.



(a)



(b)

그림 26. 학교 급식 조리실 구조 (a) 완전 독립형 (b) 일부 개방형

표 16. 학교 급식 조리실 구조 분류

	완전 독립형	일부 개방형
초등학교(A,B,C)	3	0
중학교(D,E,F)	2	1
고등학교(G,H,I)	3	0

- 구분된 각 구역에서는 작업을 철저하게 구분할 수 있도록 구역별로 조리 기구를 사용 및 작업을 정확하게 구분하여 수행하고 있음.
- 전처리실은 식재료가 조리 구역에 들어가기 전에 식재료의 검수 및 전처리가 이루어지는 구역으로, 당일 사용할 식재료를 공급업체로부터 전처리실로 전달되어 수령한 품목의 품질, 신선도 및 수량을 검사함. 그러므로 전처리실에는 원재료를 세척, 분류, 정리할 수 있는 설비를 갖추고 있으며, 해당 공간에서 작업자는 오염 방지 및 품질 유지를 위해 완벽하게 소독된 위생 장비를 착용해야 함.
- 전반적으로 전처리실은 공정 흐름을 위생적이고 간소화하는데 중요한 역할을 함. 전처리실에 필요한 설비는 특정 요구 사항과 제공되는 식단에 따라 달라질 수 있지만, 음식 준비를 위한 전처리에서 필요한 조리 도구 및 설비는 표 17과 같음.
- 입고된 품목은 싱크대나 지정된 세척장에서 철저하게 세척되며, 현재 학교 급식 조리실에는 탈피기, 세미기, 절단기, 믹서기 등 다양한 자동화 조리기기를 사용하여 전처리 작업을 수월하게 할 수 있도록 하고 있음.
- 모든 학교의 전처리실에는 살균수 생성기가 설치되어 살균수를 사용하여 식중독을 일으킬 수 있는 박테리아, 바이러스 및 미생물을 제거함. 살균수는 식재료는 물론 식기류, 도마, 주방용품 등을 세척하는데 사용하고 있음.

표 17. 학교 급식 조리실 전처리실 조리 도구 분류

공정	작업명	도구/설비
식재료 운반 및 보관	식재료 운반	 <p style="text-align: center;">운반용 트롤리</p>
	식재료 보관	 <p style="text-align: center;">보관창고(냉장, 냉동)</p>
전처리 작업 (세척)	살균소독 및 세척	 <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> 세척장 살균수 생성기 </p>
전처리 작업 (비가열)	야채 및 채소 전처리	 <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> 야채절단기 칼 </p>

혼합 및 분쇄	 <p style="text-align: center;">믹서기</p>
감자 및 뿌리채소 껍질 탈피	 <p style="text-align: center;">감자탈피기</p>
세미	 <p style="text-align: center;">세미기</p>



- 조리실은 전처리실에서 준비된 재료를 조리 또는 가열하는 메인 구역으로, 오븐, 인덕션레인지 또는 산업용 조리 장비와 같은 설비를 갖춘 공간임. 가열 과정을 통해 원재료를 완제품 음식으로 완성시키며, 일정한 음식 품질과 안전성을 지키기 위해 온도 및 시간을 정확하게 측정해야함. 가열 조리실은 최종적으로 음식을 완성시켜 학교 급식 공정 과정에서 중추적인 역할을 담당함(표 18).
- 학교 급식은 매우 다양한 식재료와 조리 방법을 활용하고 있기 때문에, 이를 위한 다양한 가열 조리 기구가 배치되어 있으며, 대부분의 요리는 국솥을 사용하여 조리하고 있음. 대규모 취사 인원의 배식량을 충족하기 위하여 국, 튀김, 찜, 볶음 요리에 사용되는 솥은 약 300~500인분을 조리할 수 있는 크기의 대형 국솥을 사용함.
- 최근에는 굽기 및 튀기기 조리 방법에서 발생하는 유해 가스가 문제가 되어 열풍 및 스팀을 사용하는 오븐을 도입하여 다양한 요리에 활용하며, 가스레인지 및 그릴들은 인덕션으로 대체하는 추세임.
- 다른 구역과 대비하여 열을 사용한 조리 기구가 많기 때문에, 가장 많은 열과 증기가 발생하는 구역으로, 냉방 및 환기 등의 공조 시설이 가장 많이 구축되어 있음.
- 단체 급식에서 자동 세척을 위한 식기 세척기를 사용하고 있으며, 고온수 및 세제를 이용하여 식판 및 식기도구를 세척함(표 19).

표 18. 학교 급식 조리실 가열 조리실 조리 도구 분류

공정	작업명	도구/설비
	취사	 <p style="text-align: center;">취반기</p>
가열 조리	볶음	 <p style="text-align: center;">회전식 국솥 조리도구</p>
	구이 및 부침	 <p style="text-align: center;">인덕션 레인지 그리들</p>
	튀김 및 조림	 <p style="text-align: center;">튀김용 회전식국솥 컨벡션오븐</p>
가열 조리	찌개 및 국	 <p style="text-align: center;">회전식 국솥</p>

배식 및 운반	음식 운반	 운반용 대차	 보냉고
	배식	 배식대	

표 19. 학교 급식 조리실 세척 조리 도구 분류

공정	작업명	도구/설비
세척	식기류세척	 애벌세척  메인세척

(2) 식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사

- 작업 공정별 설비 유해요인 조사 및 분석

- 학교 급식 공정 및 시설은 대체로 모두 동일하였으며, 이는 정형화된 식단의 영향인 것으로 사료되었음. 노후화된 급식 시설과 현대화된 급식 시설의 큰 차이는 각 공정 구역의 독립 여부로 나타났음. 각 공정 간 독립적인 구역을 구분하여 식재료 전처리 및 조리 중 교차 오염의 위험성을 최소화할 수 있는 것으로 파악되었음.
- 학교 급식 조리실 조리원은 모두 여성 조리원으로 구성되며, 대부분 연령대가 높은 편임. 그렇기 때문에 작업 강도가 높은 급식 공정들에 대하여 취약하며, 근골격계 질환에 쉽게 노출되어 있음. 현재 학교 급식 시설에 대하여 공정별 유해요인과 대책을 조사 및 분석하였음.

1) 입고, 운반 및 보관

공정	작업	유해요인	대책
식재료 운반 및 보관	운반	노출위험 1. 넘어짐, 2. 중량물, 3. 부딪힘 사용도구/취급품 • 트롤리, 식재료	<ul style="list-style-type: none"> • 중량물 무게 및 무게중심 경고 부착 • 무거운 물품은 작업자 가슴 높이에 가벼운 물품은 상단 또는 하단 보관 • 2인 1조 작업 • 작업 전 스트레칭
	보관	노출위험 1. 중량물, 2. 높은 작업 사용도구/취급품 • 선반, 냉장고, 식재료	<ul style="list-style-type: none"> • 과도한 높이 적재 금지 • 중량물 무게 및 무게중심 경고 표지부착 • 식자재 및 식기류 등은 무릎과 어깨높이 사이 보관 • 높은 곳에 보관 시 적절한 높이의 작업 발판을 비치하고 사용

2) 전처리

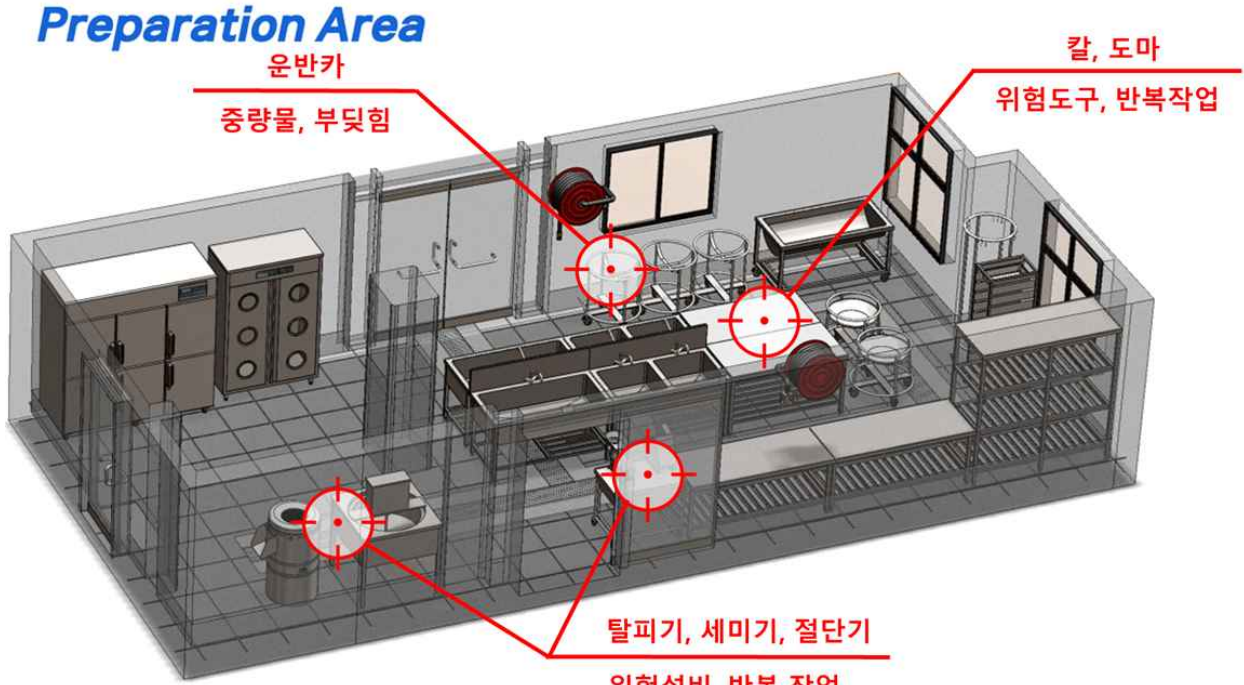


그림 27. 학교 급식 조리실 전처리실 레이아웃

공정	작업	유해요인	대책
전처리 작업	전처리 (1)	노출위험 1. 절단, 베임, 찢림, 2. 반복 작업, 3. 위험도구 사용 사용도구/취급품 • 칼, 도마, 기타 주방용품	<ul style="list-style-type: none"> • 작업 용도에 적합한 도구 사용 • 조리용 칼을 운반할 경우 칼집이나 칼꽂이에 넣어서 운반 • 조리작업 시 칼의 방향은 작업자의 몸쪽으로 향하지 않도록 주의 • 조리용 칼 용도 외 사용금지 • 안전 작업 교육 실시 • 작업 전 스트레칭 실시
	전처리 (2)	노출위험 1. 위험설비 사용, 2. 절단, 베임, 찢림, 3. 감전, 4. 반복 작업 사용도구/취급품 • 야채절단기, 분쇄기, 믹서기, 감자탈피기, 세미기	<ul style="list-style-type: none"> • 야채절단기, 분쇄기, 믹서기 등 안전한 위치에 설치 • 작업 전 투입구에 대한 점검을 실시하고, 이물질, 손상부위 등 이상 발생 시, 청소 및 수리 등 필요한 조치 후 사용 • 작업 전에 칼날의 체결상태에 대한 점검 실시 • 재료 투입 시 칼날에 손이 베이는 사고가 발생하지 않도록 누름봉 등의 작업공구 사용 • 칼날을 분해하여 이물질 제거 할 때는 반드시 전원을 차단 • 사용한 칼날은 세척하여 이물질을 완전히 제거하고 건조 시킨 상태로 보관하고, 부식 등 취약한 칼날은 즉시 신제품으로 교체 • 작업 시 장갑이나 옷자락이 말려들어 끼임 사고가 발생하지 않도록 주의

3) 조리

Cooking Area

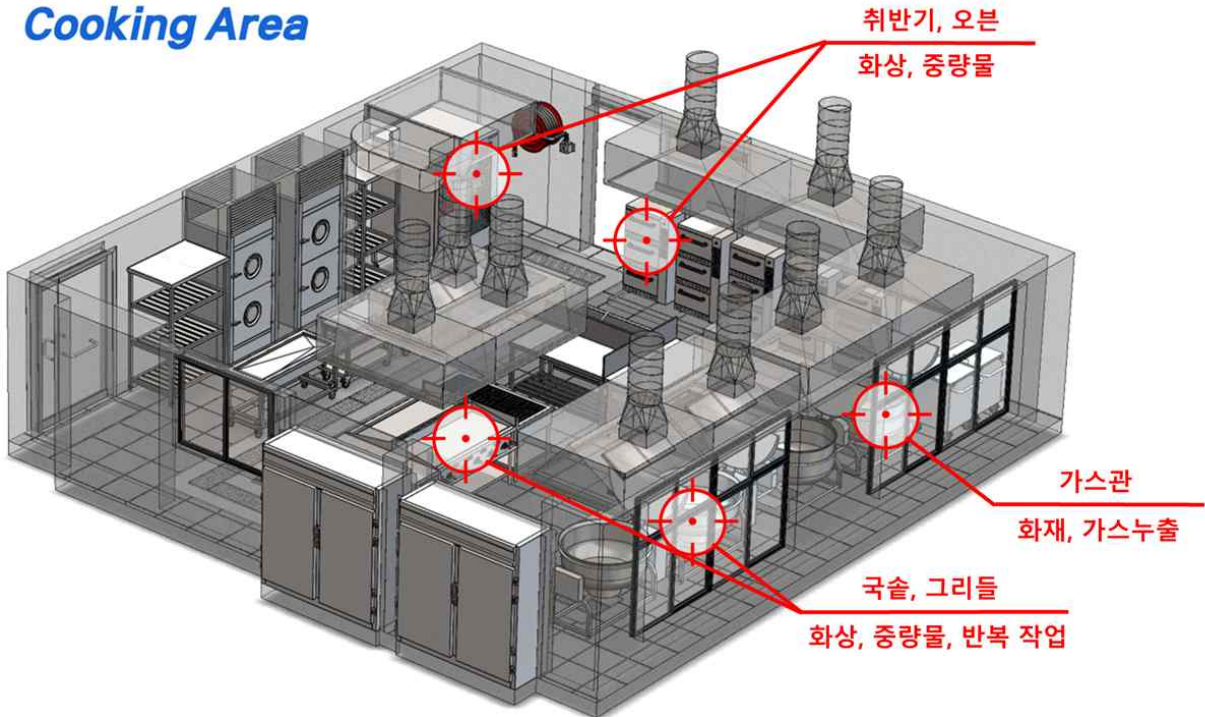


그림 28. 학교 급식 조리실 조리실 레이아웃

공정	작업	유해요인	대책
조리작업	가열조리 (1)	<p>노출위험 1. 화재, 폭발사고, 2. 가스누출 위험</p> <p>사용도구/취급품 • 가스식 조리설비, 기타 주방용품</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 급식 조리실의 가스관은 가스 누출 유·무에 대한 점검을 정기적으로 실시하고 이상 발생 시 가스관 및 밸브 교체 등 필요한 조치 • 가스관은 급식 조리실 바닥 등 지장을 주는 위치에 설치하지 말고, 벽체에 견고히 고정 • 가스레인지 등 조리시설 사용 후 즉시 밸브를 잠그고 모든 조리작업 완료 후 잠금 상태 확인
	가열조리 (2)	<p>노출위험 1. 화상, 2. 반복 작업, 3. 중량물 4. 화재, 폭발사고</p> <p>사용도구/취급품 • 취반기, 회전식 국솥, 컨벡션 오븐, 그리들, 튀김용 국솥, 기타 조리용설비</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 큰 국솥에 재료를 넣을 때, 도구를 이용 • 한꺼번에 많은 재료를 넣는 것을 금지 • 냄비, 국솥 등 권장 용량에 초과하지 않도록 함 • 솥 회전 조절핸들 고정장치(안전핀) 정상 확인 • 조리 용기를 가벼운 것으로 교체 • 조리작업 시 신체의 부담 정도를 줄여줄 수 있는 인간공학적 조리 도구를 사용 • 튀김을 위한 기름 사용하는 작업 시 보호구 착용 • 기름이 튀지 않도록 재료를 소량씩 조리 · 기름이 튀기는 것을 막아주는 보호가이드 설치 • 조리 전 · 후 스트레칭 실시

4) 배식

공정	작업	유해요인	대책
배식작업	배식	노출위험 1. 중량물, 2. 떨어짐, 3. 반복 작업 사용도구/취급품 <ul style="list-style-type: none"> 운반용 대차, 배식대, 배식도구, 주방용기, 기타주방용품 	<ul style="list-style-type: none"> 급식 조리실 내 문턱에 경사진 통로 설치(운반용 대차 통행 용이토록 함) 배식 시 작업자 동선의 바닥은 마른 상태로 유지 음식이 바닥에 떨어지면 즉시 바닥을 청소 국 솥 등 중량물 운반 시 2인 1조 작업 반복 작업 시 작업여유시간 확보

5) 세척

Wash-Up Area

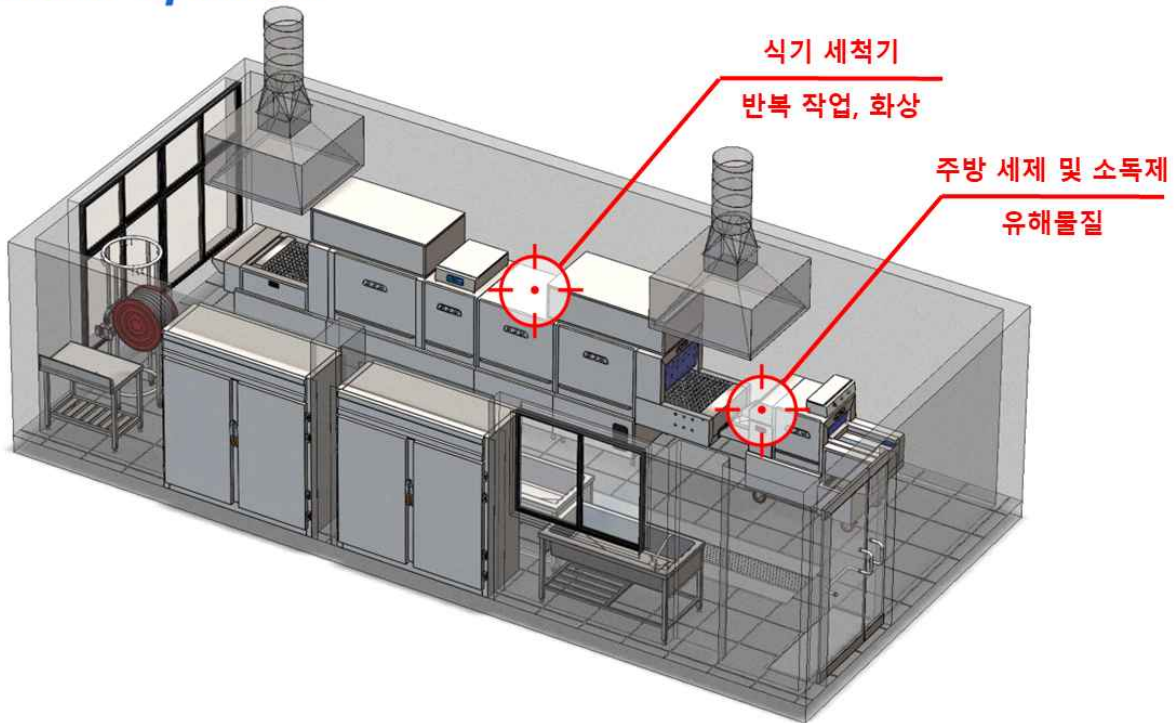


그림 29. 학교 급식 조리실 세척실 레이아웃

공정	작업	유해요인	분석
세척작업	세척	노출위험 1. 중량물, 2. 유해물질, 3. 반복작업, 4. 화상 사용도구/취급품 <ul style="list-style-type: none"> 식기세척기, 주방용 세제, 기타 세척용품 	<ul style="list-style-type: none"> 식기세척기 비상정지장치, 덮개 및 리미트 스위치 등 작동상태 확인 세척기 내부 청소시 전원차단 세척기 가동 중 도어 개방 금지 보호구 착용 안전작업수칙 및 경고표지 부착

○ 학교 급식 시설의 유해요인을 분석한 결과 다음과 같은 문제점을 도출하였으며, 이를 위한 해결책을 마련하였음.

1) 시설예산에 대한 비효율성

- 500인 이하와 1500인 이상의 급식 조리실 규모는 차이가 있으나 시설에 대한 차이는 없음. 즉 500인 이하와 1500인 이상의 시설은 80%가 동일한 것으로 조사되었고 취반기와 회전식 국솥 등 일부에 설비에 대한 차이가 있음.

2) 작업환경 및 안전에 대한 대비 미흡

- 환기, 가스배관, 전기중앙제어 등의 안전에 대한 시설기준이 미흡함. 유증기 배출 미흡과 작업시 환기를 통해서 급식 조리실내 온도제어 및 사고발생시 전기중앙제어 시설등의 환경영향 계산되어 적용되지 않음으로 인해 급식 조리실내 작업환경이 개선되지 않고 작업자의 건강에도 악영향 미침.

4) 설비품의 안전 기준 낮아

- 매일 몇 시간씩 강도 높은 작업량 안전사고가 빈번함. 해외에서는 설비에 대한 안전기준을 엄격하게 적용하고 있음. 예를 들어 작업대의 적정 높이, 모서리 라운드 처리, 이동식 설비의 안전바퀴 채택, 설비의 다리 제거, 설비의 특성에 맞는 바닥마감, 손잡이 등의 문제에 대해 최소한의 인체공학적인 설계 배려가 필요함.

5) 급식 조리실 운영 효율화 요구

- 이전과 비교해 급식 조리실 환경이 개선되었음. 하지만 환기를 통한 냉방비 절감, 설비에 대한 안전대비 강화, 설비의 효율적인 사용 등에 대한 추가적인 개선이 요구됨.

6) 급식자동화시스템의 현실적 적용 가능성

- 급식시설을 자동화하는 작업 동선 최적화, 설비의 활용성 극대화, 안전사고 및 대처 유연, 모듈화로 식수증감의 능동적 대처, 예산절감효과, 최소한의 급식인원 운영, 급식작업 환경개선, 급식 품질 높이고 관리 용이함.

- 식수 대상 및 인원에 따른 공정별 인력난 및 부하 가중치 분석

○ 조리원의 작업은 순환하여 역할을 배정하여 수행하고 있으며, 식단 구성에 따라 각 식단별로 1~2인씩 배정하여 식단의 모든 공정을 담당하고 있음. 식단은 일반적으로 식재료 전처리-조리-배식준비로 이루어지며, 식재료 구매 시 전처리 여부 및 반(완)조리식품 여부에 따라 같은 식단에 대하여 공정이 달라질 수 있음.

○ 그러나 각 식단별로 작업 수행이 완전히 독립되지 않고, 조리 시간 및 노동력이 상대적으로 많이 소요되는 식단을 제공하는 경우에는 전처리 공정-조리 공정으로 인원을 배분하여 작업이 수행되고 있음(그림 30).



그림 30. 학교 급식 작업 전경

○ 전처리 공정에서는 대체로 채소류 손질이 가장 많은 작업이 이루어졌으며, 이는 신선함을 위하여 전처리되지 않은 채소 및 과일류를 취급하기 때문임. 마늘을 제외한 대부분의 식재료가 껍질이 있는 상태에서 들어오기 때문에 탈피기 및 수작업으로 껍질을 제거해야하고, 1차 손질 후 믹서기 또는 절단기를 사용하거나 2차 손질을 해서 채소를 요리에 알맞은 크기로 가공함.

- 정해진 조리 시간을 준수하기 위하여 전처리 작업에서 소요하는 시간을 최소화할 수 있도록 다양한 조리기기를 사용하고 있으나, 투입뿐만 아니라 재료가 원활히 절단되기 위하여 사람이 직접 누르는 힘이 상당히 크기 때문에 많은 채소를 작업할 때 상당한 힘이 소요됨(그림 31).



그림 31. 학교 급식 채소류 전처리 작업 모습

- 이와 다르게 육류, 가금류 및 수산물류는 전처리 작업에 대하여 전문성을 요구하는 어려운 작업이기 때문에 신선도 및 작업 효율성을 위하여 전처리(손질 또는 가공)되고, 냉동 보관된 상태에서 식재료를 공급받음. 따라서 냉장 해동 이외 추가 작업 없이 식재료를 바로 요리에 투입할 수 있어 상대적으로 수월함(그림 32).



그림 32. 학교 급식 수산물류 모습

- 조리 공정에서는 전처리된 식재료를 솥, 가스레인지, 오븐 등을 사용하여 가열 조리 및 비가열 조리를 수행함. 국, 볶음, 찜, 튀김 등 매우 다양한 요리를 조리할 수 있어 가장 많이 활용되는 솥은 단체 음식을 위하여 대형 솥을 사용하고 있으며, 학교마다 가스, 스팀, 전기 등 다양한 솥을 사용함. 대형 솥을 사용하는 음식의 경우 1회에 조리하는 양이 매우 많고 짧은 시간에 여러 번 작업을 하므로 일반적으로 조리원 1인이 1개의 솥을 전담하게 됨(그림 33).
- 대형 솥에 수반되는 조리 도구도 그에 맞게 크기가 커지게 되며, 이 때문에 필요한 작업 강도가 매우 높아지게 되며, 솥 가열로 인한 열과 함께 발생하는 수(유)증기로 인해 솥을 이용한 조리 공정이 매우 힘들어지게 됨. 또한, 재료의 투입 및 배출은 양이 많아 무게가 상당히 크기 때문에 2인 1조로 수행할 수밖에 없음.



그림 33. 학교 급식 조리 작업 모습(튀기기, 볶기, 삶기)

- 작업 강도가 높은 구이 및 튀김 요리를 대체하기 위하여 급식 조리실에서는 열풍 및 스팀이 가능한 오븐을 도입하고 있는 추세임(그림 34). 완전 조리 제품의 해동 및 가열이 가능하고, 1회에 대용량을 조리할 수 있어 상대적으로 조리 공정을 수월하게 할 수 있음. 그럼에도 불구하고 아직까지 오븐을 이용한 조리 방식은 크게 활용되지 못하고 기존의 조리 방식이 주를 이루고 있는 실정임.



그림 34. 학교 급식 조리 작업 모습(오븐기, 그리들)

- 세척 공정에서는 급식에 사용된 배식판, 식기도구, 컵 등을 세척하며, 일반적으로 예비 세척-애벌 세척-본 세척 단계로 이루어짐. 현재 모든 급식 조리실에서는 본 세척은 식기 세척기를 활용하고, 애벌 세척은 수작업 또는 애벌 세척기를 활용하고 있음(그림 35).
- 따라서 현재 급식 조리실의 세척 단계에서는 자동화가 이루어지고 있다고 판단할 수 있으나 예비세척-애벌세척-본세척 간에 장치 간 결합이 이루어지지 않아, 비효율적인 세척 작업이 이루어지고 있음. 각 세척 단계별 식기 도구의 투입 및 배출은 유기적으로 연결되어 있지 않기 때문에 각 단계 사이에서 식기를 옮기는 작업은 전적으로 조리원이 수행함.
- 식판, 식기도구, 컵은 학생이 직접 사용하는 도구이기 때문에 가장 청결해야 하므로 최종적으로 세척 및 살균된 도구는 조리원들이 잔여 음식물을 점검함.



그림 35. 학교 급식 세척 작업 모습

[(주)디시스: 급식 가공 로봇 표준화 모델 개발]

(1) 단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사

- 기존 자동화 시설 공정 분석

- 학교 급식 시설 자동화를 구축하기 위하여 기존의 일반 식품 분야에서 활용중인 자동화 시설의 공정과 조사하였음. 현재 식품업계에서는 다양한 음식에 대하여 반조리, 완전 조리 형태의 제품을 개발하여 상품화하여 판매 중에 있음. 그러나 현재까지 일반 식품 분야에서 대규모 자동화 공정을 구축한 사례는 전무하며, 현재까지 식품 제조 공정에 대하여 인력에 의존하는 경우가 대부분이었음(그림 36).
- 과자, 아이스크림 등의 간단한 식품은 과거에 이미 시설이 전 자동화되어 모든 공정이 무인으로 수행되지만, 현재 조리식품의 가공은 여러 가지 환경 변수로 인하여 무인화가 어려운 것으로 판단되었음. 그렇지만 재료 이송은 컨베이어 등을 도입하여 공정 간 유기적으로 연결하여 대용량 재료의 이송이 원활히 수행되어 작업자의 동선 낭비가 최소화되어 작업 효율성이 높은 것으로 나타났음.



그림 36. 대규모 식품 공장의 제조 공정 모습

- 공정별 관리 요인에 따른 제어변수 설정

- 학교 급식 공정별 작업에서 중요 관리 요인에 대하여 조사하기 위하여 현장 조사를 수행한 학교에 대하여 조리원들에게 설문조사를 요청하였으며, 설문 결과를 토대로 각 공정에서 조리원들의 작업 취약점에 대하여 조사 및 분석하였음(별첨 6 - 당초 계획 상 연구 기관 소재지인 대전시 전체 학교 급식 종사자를 대상으로 설문 조사를 진행하려고 하였으나 대전시 급식 노동자 총 파업으로 인하여 협조 요청이 어려워 한정된 학교에서만 진행하였음.)
- 학교 급식 조리실의 조리원은 대부분 40대 이상 여성으로 구성되어 있으며, 경력은 대체로 5년 이내였음. 40대 여성이 학교 급식 조리원에 배치되어 작업을 수행하지만 반복적인 작업, 고강도 작업 등으로 인해 작업에 어려움을 느끼고 5년 이내로 일을 관두는 것으로 예상되었음. 이러한 작업들은 근골격계 질환에 노출되기 쉬우며, 특히 중장년층에게 위험한 질환이기 때문에 근골격계 질환 예방이 필수적이지만 학교 급식 조리실에서는 예방이 어려운 실정임(그림 37).



그림 37. 학교 급식 종사자 성별, 나이, 경력, 주요 업무 별 응답 분포

- 전처리 공정에서 가장 어려운 식재료는 현장 조사에서 확인한 것과 같은 전처리되지 않은 식재료가 가장 많은 채소류였으며, 절단기 및 믹서기 등을 사용함에도 불구하고, 최적화되지 않은 조리도구는 오히려 작업자들을 힘들게 하는 요소로 작용한다는 것을 확인하였음. 또한, 식재료 이송을 위해 사용하는 운반카는 어느 정도 식재료 및 음식 등을 운송하는데 도움을 주지만 대용량의 내용물이 무겁기 때문에 들어 올리고 내리는 작업에서 어려움을 호소하였음(그림 38).

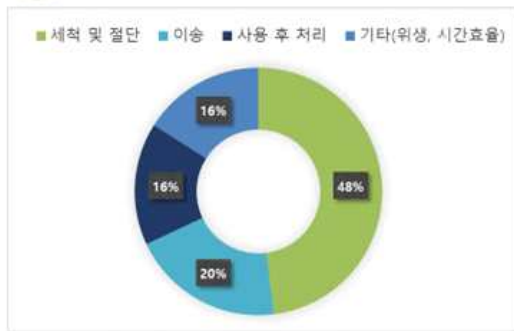
7. 전처리 작업 중 가장 번거로운 식재료



8. 전처리 작업에 사용하는 설비 중 불편하거나 개선이 필요하다고 생각하는 설비



01 전처리 공정에서 문제점



세척 및 절단	채소류 자동으로 세척 할수 있으면 좋겠어요.
	세미기 사용시 찧을 받을 때 허리를 숙여 받아야 해서 허리에 부담이 심해요
	절단기의 작동이 원활하지 않아요
	→ 절단 된 크기가 만족스럽지 않고 재료의 손상이 심함 → 많은 양의 채소를 절단할때 있어 시간이 오래 걸림 → 절단기의 높이가 키와 맞지 않아 불편한 자세로 작업
이송	이송용 카트의 효율성이 좋지 않아요
	→ 높이가 낮아 이동에 불편하다 → 카트 자체의 무게가 무거워 사용하기 버겁다 → 바퀴의 안정성이 떨어진다
	탈피기의 작동후 처리가 힘들어요.
사용 후 처리	→ 탈피기 내부 등체를 세척하는데 힘이 많이 들어요
	→ 탈피기 사용에 있어 투입되는 인력을 많이 요원
	→ 많은 양의 채소를 탈피할때 있어 시간이 오래 걸림
위생	패산을 전처리에 있어 석중독에 대한 우려 때문에 조심스럽다

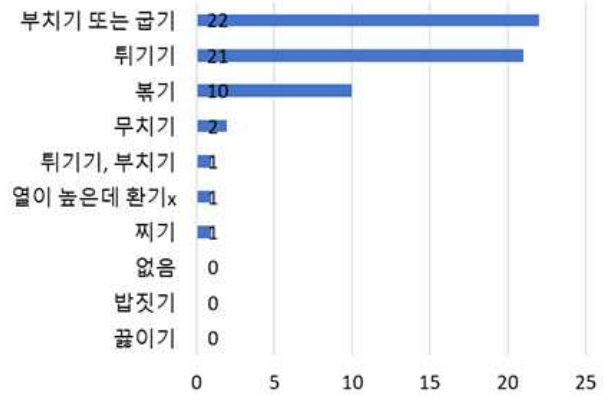
그림 38. 전처리 공정에서 고강도 작업 조사에 대한 응답 분포

○ 조리 공정에서 가장 어려운 작업은 그리들을 사용한 부치기 및 굽기 작업이었으며, 40대 이상의 여성의 체형에 맞지 않는 작업대의 높이 및 대량의 부침 및 구이 요리를 수행할 때, 근골격계 질환에 가장 취약한 작업 중 하나로 나타났음. 이와 함께 튀김 작업은 조리 공정에서 가장 어려운 작업 중 하나로 높은 온도의 기름에서 자주 저어주고, 빠르게 작업을 수행해야 하므로 작업 강도가 매우 높은 조리 공정으로 나타났음(그림 39).

12. 조리할 때 힘들거나 노동강도가 높다고 생각하는 공정



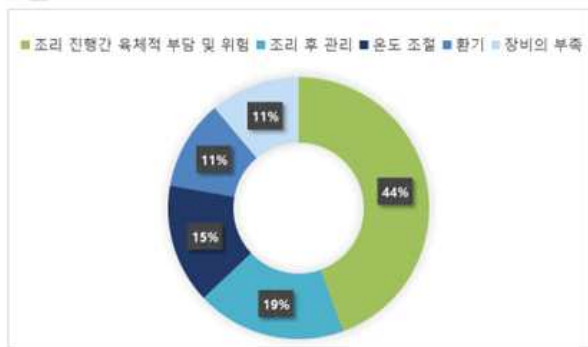
13. 조리과정 중 번거로운 작업이 포함된다고 생각하는 조리 방법



14. 가열, 비가열조리 작업 중 불편하거나 개선이 필요하다고 생각하는 설비



01 조리 공정에서 문제점



육체적 부담 및 위험	반복작업(볶음 및 혼합)으로 팔과 어깨 등 통증 튀김조리 진행 시 고온의 기름이 튀 → 재료 투입시 기름이 튀는 경우가 많음 더운 날씨에 고온의 기름 앞에서 장시간 조리 진행 부침요리시 장시간 서서 조리를 진행하여 허리에 부담
조리 후 관리	부침요리용 불판의 세척이 까다롭다
온도 조절	부침요리용 불판의 온도 조절이 까다롭다 → 조리 진행 간 재료가 타기 쉽다 부침요리용 불판의 최초 사용시, 만을 가열 하는 시간이 오래 걸림 → 조리 시간 또한 증가
환기	가열조리실의 환기가 원활하지 않다 → 가스냄새로 인한 두통이 심하다. → 튀김 조리시 발생하는 조리흙이 심하다
장비의 부족	오븐의 역할이 큰데 수량이 부족하다

그림 39. 조리 공정에서 고강도 작업 조사에 대한 응답 분포

- 세척 공정은 현재 자동 세척기를 도입하고 있지만, 각 세척 단계별로 결합이 되지 않아 세척은 자동화되었음에도 식기 투입 및 배출은 인력에 의존하고 있음. 이러한 방식은 오히려 세척기를 사용함에 있어 시간이 더 소요되고, 인력 배치가 동일하기 때문에 매우 비효율적인 방식임. 세척의 3단계(예비-애벌-본)가 연결되지 않고 모두 별도로 구성되어 있는 학교가 대부분이며, 이에 따른 불편함을 호소하는 조리원이 상당수였음(그림 40).

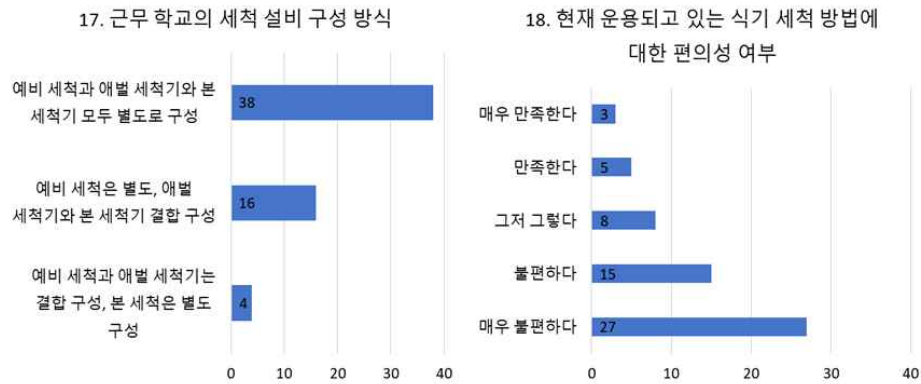


그림 40. 세척 공정에서 현황 조사에 대한 응답 분포

- 이와 같이 편리성을 위하여 도입된 자동화 시스템은 조리원들의 일부 작업을 대체하여 작업강도를 낮출 수 있지만, 학교 급식의 특성이 적용되지 못하고 있는 부분이 상당수였으며, 오히려 불편함을 야기하는 문제가 발생하였음. 이러한 사례로 인하여 급식 종사자들에게 로봇 등을 활용한 자동화 시스템 등을 급식실에 도입하는 것에 대한 인식을 조사하였을 때, 학교 급식실의 시설 개선이 필요함에도 자동화 시스템 도입을 통한 능률 개선에 대한 부정적인 의견의 비중이 높은 것으로 나타났음(그림 41).

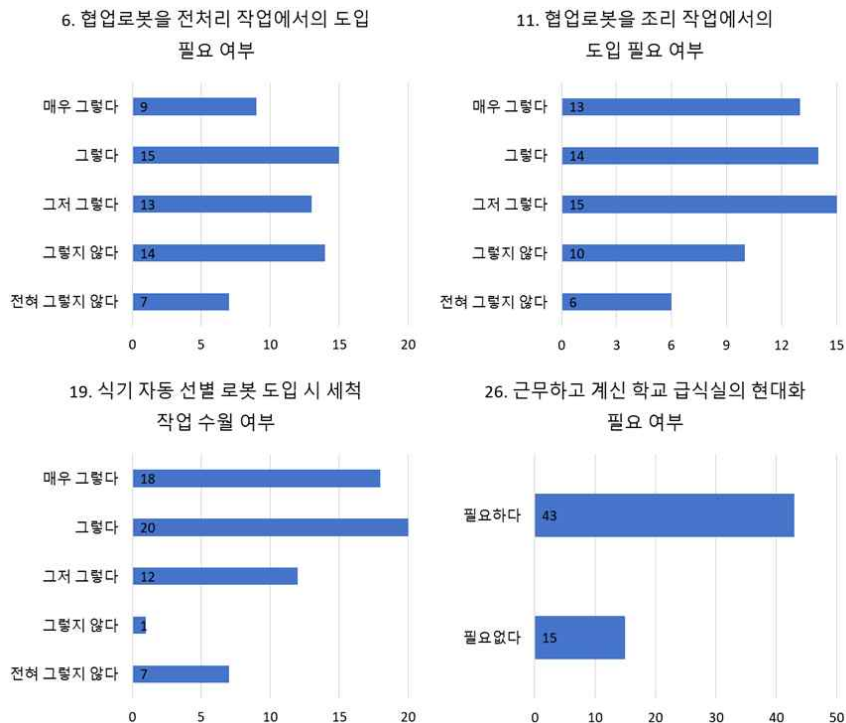


그림 41. 최신 기술을 활용한 급식실 개선에 대한 인식 조사에 대한 응답 분포

- 따라서 급식 공정의 자동화는 조리원이 수행하는 기본적인 업무를 바탕으로 자동화 시스템이 조리원과 상호 협력하는 방식으로 구축함으로써 기존 조리원들의 작업 강도가 높은 공정에 대하여 작업 강도를 낮춰 공정을 최적화할 수 있음.
- 예를 들어, 다양한 식단의 밥, 국, 탕, 튀김, 찌개류의 조리 레시피를 식수에 맞게 설정하여 조리 로봇이 당일 제공되는 식단에 맞춰 육수 투입량과 가열시간, 온도를 자동으로 조절할 수 있도록 자동화함으로써 뜨거운 국물을 가열하면서 발생할 수 있는 화상 및 화재 사고를 방지하고, 밥솥, 뚜껑배기 등 무거운 그릇을 반복적으로 배식하는 과정에서 발생할 수 있는 근무자들의 근골격계 질환을 방지할 수 있음.
- 자동화 시스템은 기존에 존재하지 않는 장비를 급식 조리실에 도입하기 때문에 필수적으로 공간 설계가 요구됨. 따라서 공간 활용성 및 공정에 따른 작업 동선 최적화를 위하여 협동 로봇 상부 설치 및 자동화 라인 상부 설치할 수 있으며, 공정별 연계를 위한 물류자동화 라인 설치를 검토할 수 있음. 기존 급식실의 공간 구성과 다른 새로운 공정 연계 시스템을 도입할 때, 가장 먼저 고려되어야 할

사항은 학교 급식 공정 간 유기적인 연계를 통한 급식 종사자의 고강도 작업 해소 가능성과 동일 공간에서 작업하는 급식 종사자의 안전 확보 여부로 판단됨.

(2) 공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색

- 급식 공정별 빅데이터 수집 시스템 설계

- 현재 대전 소재의 학교 급식 조리실에서는 위생안전관리를 위한 SMART HACCP를 도입하여 IoT 기반의 무선 모니터링 시스템을 구축하여 활용하고 있음. 기존에 사람이 직접 수기로 작성하던 방식에서 자동으로 시스템에 기입되는 방식으로 변화하였음. 또한, SMART HACCP 시스템은 크게 대형 모니터, 영양사용 태블릿 컴퓨터, 조리원용 태블릿 컴퓨터 및 기타 센서(검수용 온도 센서, 조리용 온도 센서, 염도 측정기, 온도 모니터링 장치)로 구성됨(그림 42).

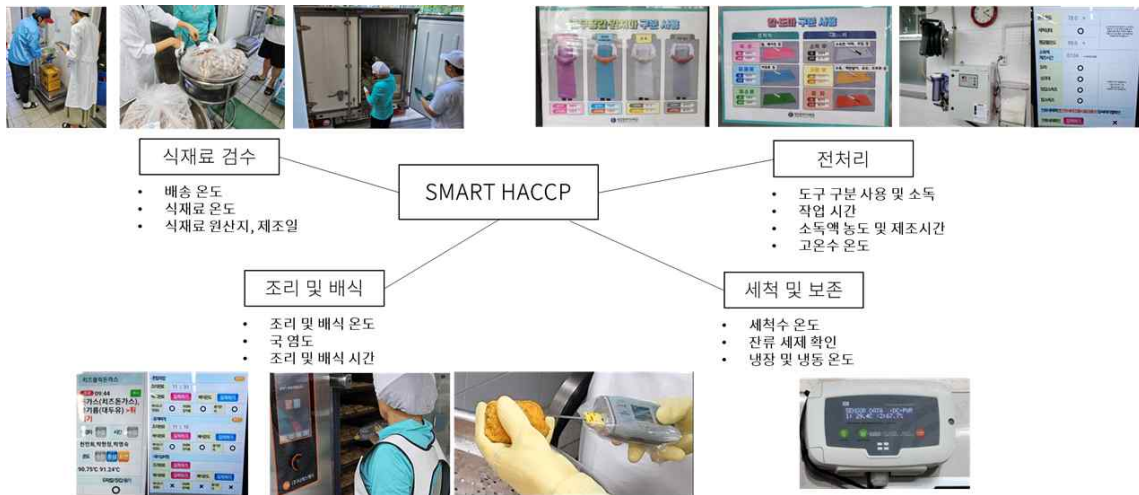


그림 42. 학교 급식 SMART HACCP 구성

- 그러나 현 시스템은 기입 방법만 디지털로 변화하였으며, 아직까지 모든 단계에서는 사람이 직접 개입하여 관리하는 방식임. 특히, 조리 공정에서 온도를 측정할 때, 2명의 작업자 중 1명은 태블릿 컴퓨터에서 온도를 확인하고, 다른 한명은 센서를 사용하여 식품의 온도를 측정하여야 함. 현재 사용되고 있는 시스템은 급식 HACCP 관리에 오히려 비효율적으로 작용할 수 있음.
- 따라서 급식 공정 HACCP 시스템 효율화를 위하여 인력이 필요하지 않고, 적재적소에서 HACCP 공정 관리점을 자동으로 관리할 수 있는 플랫폼이 요구됨. 적재적소에서 필요할 때, 센서와 위생관리시스템이 유기적으로 동작하여 급식 조리실 위생이 철저하게 모니터링 할 수 있어야함.
- 급식 공정 빅데이터 수집 시스템은 급식 위생 안전 관리 플랫폼을 구축하기 위한 시스템으로 시스템을 자동화하여 데이터를 자동으로 수집하여 인력 낭비를 최소화하고, 실시간 모니터링을 통해 공정 구역별 위생 관리점을 체계적으로 관리할 수 있음. 또한, 이와 함께 급식 조리실 자동화 시스템을 구축하여 급식 공정에서 작업 강도 및 위험성이 높은 곳을 무인화하여 조리원의 작업 강도를 낮춰 안전한 시설을 확충할 수 있음.

- 단계별 모니터링 시스템 구상

- 학교 급식 공정에서 급식 공정 자동화 및 모니터링 시스템은 조리원들의 신체적 특성상 작업이 불리한 공정에 대하여 자동화를 통해 작업 강도를 낮춰 학교 급식 조리원의 근무 환경을 개선할 수 있음. 앞서 조사한 학교 급식 공정별 작업 부하 가중치의 결과를 토대로 일반적으로 작업 강도가 높은 조리 공정에 대하여 자동화 시스템을 구상하였음(그림 43).

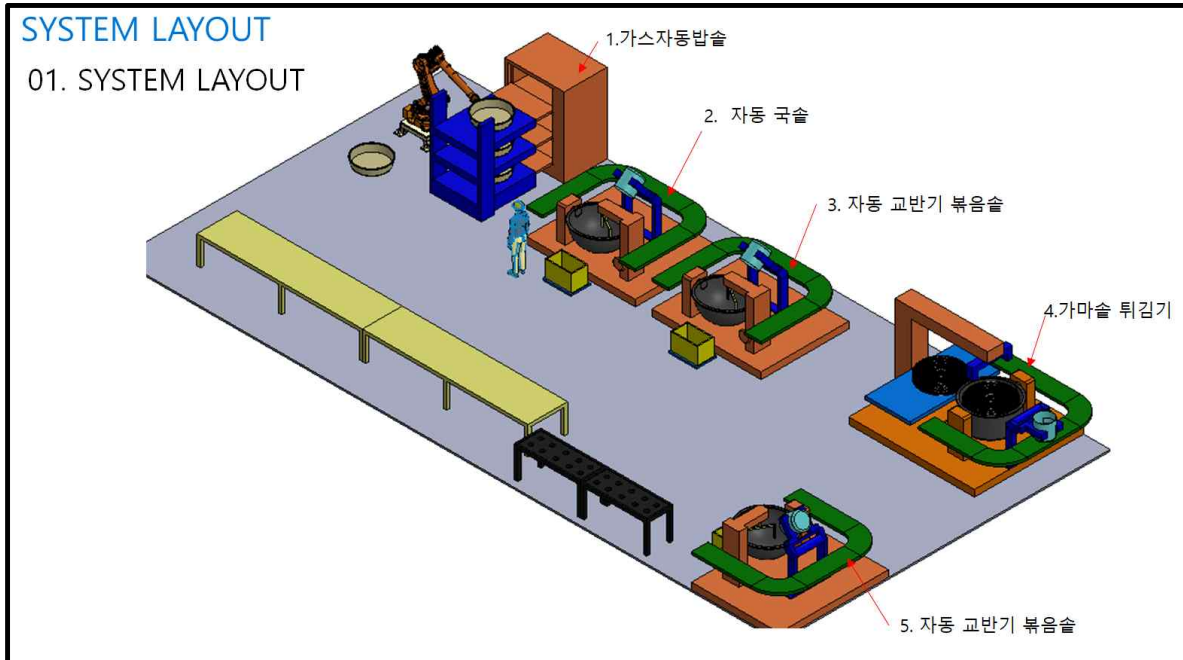


그림 43. 로봇을 활용한 조리실 자동화 시스템 레이아웃

✓ 수집 데이터 종류 및 활용방안

데이터 종류	수집 위치	수집 방식	분석
조리실 온도	조리실	전자식 온도계를 통한 데이터 로깅 방식	<ul style="list-style-type: none"> 조리실 온도 변화(계절의 변화)에 따른 급식 만족도 조사 및 레시피 반영
조리실 습도	조리실	전자식 습도계를 통한 데이터 로깅 방식	<ul style="list-style-type: none"> 조리실 습도 변화에 따른 급식 만족도 조사 및 레시피 반영
급식 만족도	퇴식구 태블릿	간단한 설문 방식	<ul style="list-style-type: none"> 조리실의 온도 및 습도와 연관하여 밥 물의 양, 국의 염도, 튀김온도 및 시간 등 레시피의 변화를 통한 급식 만족도 상승 및 최적의 레시피 도출 빅데이터를 통한 레시피의 합리화 추구

○ 솥 자동투입 및 회수 장치

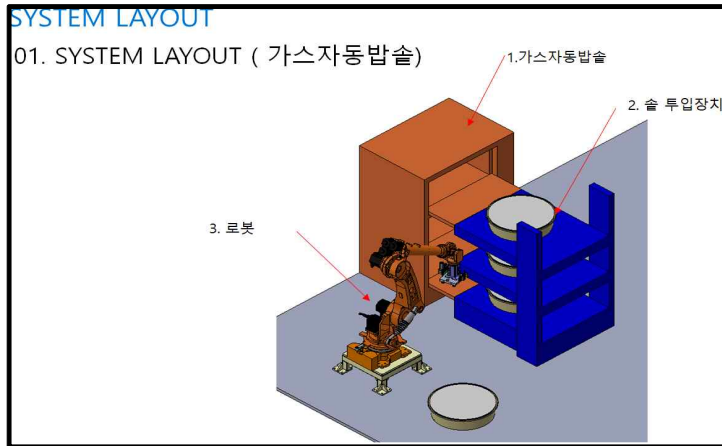


그림 44. 로봇을 이용한 솥 자동투입 및 회수장치

✓ 장비의 목적

- 중량물 핸들링에 로봇을 활용하여 조리원의 근골격계 질환 예방

✓ 수집 데이터 종류 및 활용방안

데이터 종류	수집 위치	수집 방식	분석
조리원 만족도	조리실	<ul style="list-style-type: none"> 간단한 설문방식 주기적 수집 	<ul style="list-style-type: none"> 조리원 근무환경 변화에 따른 만족도 및 개선점 조사 조리원 근골격계 질환 예방 추구

○ 국 자동 조리 솥

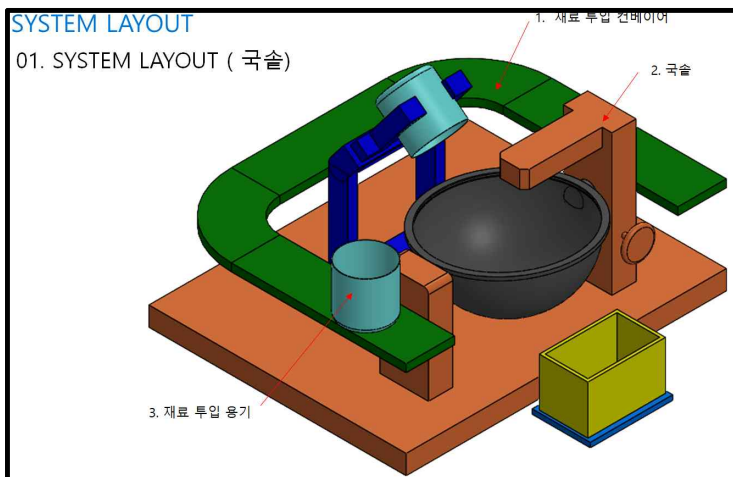


그림 45. 국 자동 조리 솥

✓ 장비의 목적

- 중량물 핸들링에 로봇을 활용하여 조리원의 근골격계 질환 예방

- 조리 가스에 의한 조리원의 호흡기 질환 예방

✓ 수집 데이터 종류 및 활용방안

데이터 종류	수집 위치	수집 방식	분석
조리원 만족도	조리실	<ul style="list-style-type: none"> 간단한 설문방식 주기적 수집 	<ul style="list-style-type: none"> 조리원 근무환경 변화에 따른 만족도 및 개선점 조사 조리원 근골격계 질환 예방 및 호흡기 질환 예방 추구

○ 자동교반기

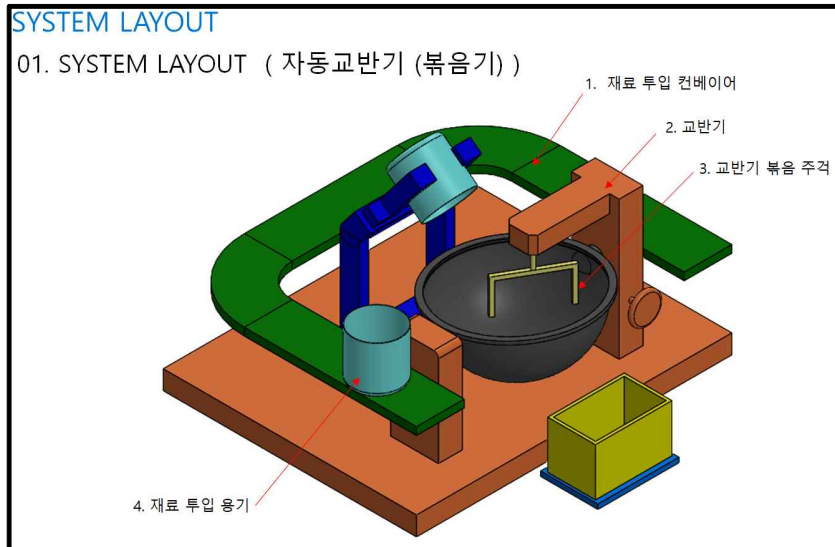


그림 46. 자동교반기 (볶음기)

✓ 장비의 목적

- 중량물 핸들링에 로봇을 활용하여 조리원의 근골격계 질환 예방
- 조리 가스에 의한 조리원의 호흡기 질환 예방

✓ 수집 데이터 종류 및 활용방안

데이터 종류	수집 위치	수집 방식	분석
조리원 만족도	조리실	<ul style="list-style-type: none"> • 간단한 설문방식 • 주기적 수집 	<ul style="list-style-type: none"> • 조리원 근무환경 변화에 따른 만족도 및 개선점 조사 • 조리원 근골격계 질환 예방 및 호흡기 질환 예방 추구

○ 자동 튀김기

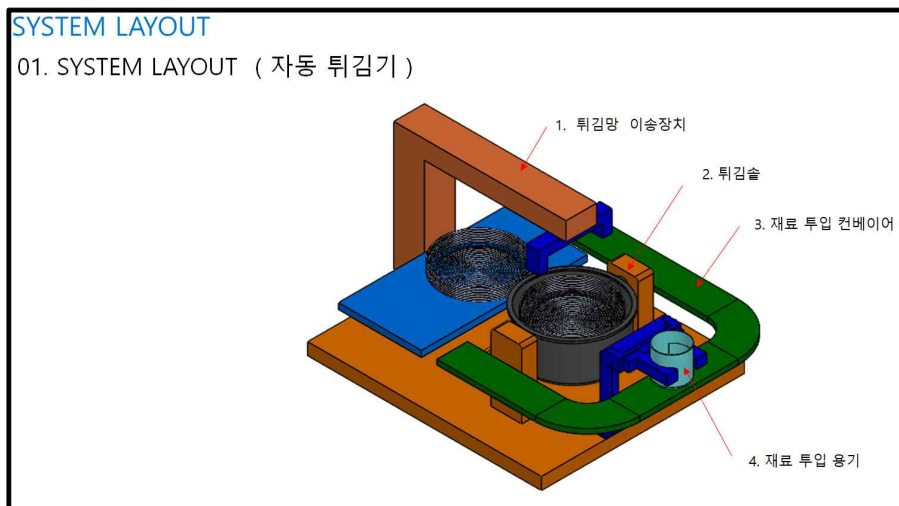


그림 47. 자동 튀김기

✓ 장비의 목적

- 중량물 핸들링에 로봇을 활용하여 조리원의 근골격계 질환 예방

- 조리 가스에 의한 조리원의 호흡기 질환 예방

✓ 수집 데이터 종류 및 활용방안

데이터 종류	수집 위치	수집 방식	분석
조리원 만족도	조리실	<ul style="list-style-type: none"> • 간단한 설문방식 • 주기적 수집 	<ul style="list-style-type: none"> • 조리원 근무환경 변화에 따른 만족도 및 개선점 조사 • 조리원 근골격계 질환 예방 및 호흡기 질환 예방 추구

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

[충남대학교: 급식량 결정 지원 시스템 개발]

(1) 급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악

- 자동화 설비 현황 및 ICT, 모니터링 수준 현황 조사

⇒ 푸드테크 로봇을 활용한 식당 자동화 시스템을 조사하여 관련 시장을 분석함.

○ 푸드테크 로봇 시장의 규모는 빠르게 커지고 있으며, 앞으로 성장성도 높을 것으로 예상됨. 현재 푸드테크 로봇은 소규모 식당 위주로 활발하게 도입되어 조리 자동화 시스템이 구축되고 있는 것으로 확인되었음.

○ 식당에서 도입한 조리 자동화 시스템은 크게 로봇팔을 활용하거나 조리 시스템을 모듈화하거나 음식을 이송하는 로봇을 활용하는 방식으로 나뉘었음. 협동 로봇 또는 자동 조리 모듈을 활용하는 방식을 학교 급식 공정에 도입할 수 있는 가능성을 확인하였음.

- 식수 대상에 따른 식재료 취급 규모 조사

⇒ 학교 급식의 식재료 취급 현황을 조사하여 식재료 취급 특징을 분석함.

○ 학교 급식의 식수 대상에 따라 식재료를 조사하였으며, 초등학교, 중학교, 고등학교에서 급식 기준량이 증가함에 따라 취급량이 증가하고, 각 학교별로 식재료 취급량은 대체로 인원에 따라 증가하였지만 일부 학교는 특정 식재료를 상대적으로 많이 취급하는 경향을 확인하였음.

○ 이는 학교 급식이 해당 학교의 영양교사 및 조리원에 의해 결정되기 때문에, 각각 선호하는 식재료 및 조리법이 상이하여 일부 식단 및 식재료가 상대적으로 많이 사용될 수 있는 것으로 파악되었음. 또한, 같은 식재료에 대하여 전처리 방법이나 가공 방법이 달라 같은 종류에서 여러 가지 형태로 된 식재료를 취급하는 것으로 파악되었음.

- 자동조리 시스템 유사특허 중복성 상세 검토 및 핵심 특허 확보 방안 마련

⇒ 학교 급식 자동화 시스템에 관련된 특허를 조사 및 검토하여 학교 급식 자동화 시스템을 설계함.

○ 2010년부터 2023년까지 등록된 푸드테크 로봇 또는 자동 조리 시스템에 관한 특허를 검토하였으며, 현재까지 등록된 특허는 대부분 소규모 일반 식당을 위한 기술이 대부분인 것으로 확인하였음. 등록된 특허를 각 급식 공정과 맞추어 비교 분석하였을 때, 세부적으로 각 급식 공정에서 활용할 수 있는 가능성이 있지만 급식 공정 특성에 적합하지 않기 때문에 급식 조리실 특성에 맞는 새로운 특허를 발굴할 수 있을 것으로 판단됨.

○ 협동 로봇 기반 급식 보조 시스템(가칭)은 협동로봇과 이송 컨베이어로 구성되어 학교 급식 조리실에서 조리원들의 급식 공정 중 일부에 대하여 협업이 가능하도록 설계하였음.

(2) 급식 공정별 위생 관리점 파악

- 식단 검토를 통한 식단(한식, 중식, 양식 등)에 따른 주재료의 종류 및 조리 방법 데이터 확보 및 자동화 제한 식단 선정 조사

⇒ 학교 급식 식단 데이터를 수집 및 분석하여 학교 급식의 특징을 파악하고, 개선점을 도출함.

○ 각 학교에서 제공하는 학교 급식 식단을 수집 및 조사하여 주재료에 따른 식단 빈도수를 분석하였을 때, 일반적으로 주요 식재료(돼지고기, 소고기, 가금류, 수산물)에 대하여 선호하는 식재료를 파악하였음. 식단은 전적으로 영양교사에 따라 결정되지만 학교 급식의 특성에 맞게 대량 조리가 간단하고, 학생의 기호에 적합한 식단을 선호하였음.

○ 학교 급식 식단의 레시피는 각 영양교사마다 레시피 DB를 구축하고 있어 100% 개인화되어 있음. 시도교육청 및 식품의약품안전처 등에서 영양교사를 자문단으로 한 표준 레시피를 발간하고 있으며, 식품 업체에서 자사의 식재료를 활용한 레시피를 제공하기도 함. 이러한 정보를 토대로 영양교사는 레시피 DB를 구축하고, 노하우를 통해 각 학교에 최적화된

레시피를 활용하는 것을 확인하였음.

- 그러나 개인화된 DB는 신규 영양사와 조리원의 진입 방법을 높이고, 각 학교마다 식단 구성의 다양성을 부족하게 할 수 있어 식단이 획일화될 수 있는 문제점을 야기하기 때문에 영양사들의 데이터 및 의견을 원활히 공유할 수 있는 플랫폼이 요구됨.

- **급식 공정 단계별 위생 현황 조사**

⇒ **대전의 학교 급식 HACCP 시스템을 조사하여 현행 시스템의 특징을 분석함.**

- 학교 급식은 HACCP가 필수적으로 적용되어야 하는 시설로서 현재 대전 소재의 학교에서는 모두 SMART HACCP 시스템을 도입하였으며, IoT 기반의 디지털 시스템으로 식재료 정보, 조리 정보 등을 데이터화하여 저장함으로써 체계적으로 HACCP를 관리하고 있었음.
- 그러나 온도 센서를 이용한 온도 기록, 조리 시간 기록 등은 모두 태블릿 컴퓨터를 통해 조리원이 직접 수행하기 때문에, 조리원의 특성상 오히려 시스템의 조작이 어렵거나 번거로운 작업이 될 수 있기 때문에 SMART HACCP의 한계로 나타났음.

- **위생 관리 범위 및 관리 방법 조사**

⇒ **대전의 SMART HACCP 시스템의 특징 및 한계점을 분석함.**

- 학교 급식 공정별 중요관리점을 조사하였으며, 실제 학교 급식 공정에 도입된 HACCP의 현황과 한계점을 조사 및 분석하였음. 각 공정에서 검수 담당자를 배정하여 담당자가 급식 공정동안에 수행한 작업과 관련된 위생관리점을 체계적으로 준수하며 관리기준을 기록하였음.
- 그러나 현 방식은 기존의 아날로그 기록 방식보다는 발전된 형태지만 기록 및 저장 방식만 바뀌었을뿐 작업자가 직접 수행하는 점은 동일하였음. 따라서, 급식 공정의 효율화를 위하여 새로운 HACCP 모니터링 자동화 시스템이 필요할 것으로 판단되었음.

[(주)세종하이텍: 급식 설비 및 기구 표준화 모델 개발]

(1) 급식 공정별 도구 및 설비 파악

- **기존의 조리 자동화 설비 수준 조사**

⇒ **푸드테크 로봇을 활용한 급식 시설의 자동화 시스템을 조사하여 관련 시장을 분석함.**

- 최근 대규모 급식 조리실에서의 인력 문제를 해결하기 위하여 대형 급식소를 운영하는 기업 또는 학교들에서도 조리 로봇 등을 활용한 자동화 시스템을 구축하고자 하는 움직임이 나타나고 있는 것을 확인하였음.

- **급식 공정에 따른 조리 도구 규격 조사**

⇒ **대전의 학교 급식 시설 및 설비를 조사하여 특징 및 한계점을 분석함.**

- 급식 공정에 사용되는 도구 및 설비를 최적화하기 위하여 대전 소재의 학교를 현장방문하여 학교 급식 시설의 설계 및 설비 현황을 조사하였음. 각 학교는 시설의 노후화 정도에 따라 각 도구 및 설비의 세부적인 규격, 상태 및 성능에 약간의 차이가 있었지만, 사용하는 기구의 종류 및 개수는 대부분 유사하였음.
- 또한, 최근 학교 급식 조리실의 시설 현대화 사업으로 인해 시설 개선이 이루어지고 있었으며, 기존의 시설과 개선된 시설을 비교 분석하여 변경점 및 미흡한 점을 분석하여 각 공정별 추가 개선이 필요한 부분을 확인하였음.

(2) 식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사

- **작업 공정별 설비 유해요인 조사 및 분석**

⇒ **현재 학교 급식 시설 및 설비의 위험요인 조사 및 개선점을 도출함.**

- 학교 급식 공정에서 조리원들이 수행하거나 활용하고 있는 작업 및 도구에 대하여 유해요인을 조사 및 분석하였으며, 유해요인을 제거할 수 있는 대책을 정리하였음. 이를 바탕으로 급식 종사자들에게 있어 취약한 근골격계 질환 및 폐 질환을 예방할 수 있는 급식 시설의 개선점을 분석 및 설계하였음.

- 식수 대상 및 인원 에 따른 공정별 인력단 및 부하 가중치 분석

⇒ 학교 급식 공정에서 위험요인에 따른 고강도 작업을 조사하여 공정별 문제점을 분석함.

- 학교 급식 종사자들이 실제 급식 공정에서 활용하고 있는 조리 도구의 사용 시간 및 방식을 조사하여 작업 비중 및 부하 가중치를 분석하였으며, 이를 바탕으로 급식 종사자들에게 있어 취약한 근골격계 질환 및 폐 질환을 예방할 수 있는 급식 시설의 개선점을 분석 및 설계하였음.

[(주)디시스: 급식 가공 로봇 표준화 모델 개발]

(1) 단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사

- 기존 자동화 시설 공정 분석

⇒ 학교 급식 공정과 유사한 식품 공장의 제조공정을 조사하여 특징을 분석함.

- 학교 급식 공정과 유사한 대규모 식품 제조 공장 시설의 자동화 공정에 대하여 조사 및 분석하였으며, 식품 제조 공장도 마찬가지로 현재 인력에 의존하는 실정이었고, 자동화 시스템을 도입하려고 하는 움직임이 나타나고 있음.
- 그렇지만 대용량의 식재료 이송 등과 같은 공정별 연결은 컨베이어 이송 장치 등을 활용하여 유기적으로 연동되어 작업자들의 작업 효율성이 높은 것으로 나타났음.

- 공정별 관리 요인에 따른 제어 변수 설정

⇒ 학교 급식 조리원들의 실제 작업 환경과 어려움을 조사하여 개선사항을 도출하였음.

- 학교 급식 공정별 작업에서 중요 관리 요인을 분석하기 위해 급식 종사자 대상 설문조사를 실시하여 각 공정에서 조리원들의 작업 취약점에 대하여 조사 및 분석하였음. 전처리 공정에서 전처리되지 않은 채소류와 관리가 어려운 어패류 및 갑각류에 대하여 어려움이 나타났음.
- 조리 공정에서는 대형 솥을 이용한 음식을 조리할 때, 무거운 식재료를 투입 및 배출해야 하기 때문에 큰 어려움을 겪고 있었고, 조리시 발생하는 뜨거운 열과 수증기 등으로 인해 불쾌함을 느끼고 있는 것을 파악하였음.
- 이를 바탕으로 급식 공정의 자동화를 통해 조리원이 수행하는 기본적인 업무를 바탕으로 자동화 시스템이 조리원과 상호 협력하는 방식으로 구축함으로써 기존 조리원들의 작업 강도가 높은 공정에 대하여 작업 강도를 낮춰 공정을 최적화할 수 있을 것으로 판단되었음.

(2) 공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색

- 급식 공정별 빅데이터 수집 시스템 설계

⇒ 학교 급식 HACCP 시스템의 한계점을 분석하여 개선점을 도출함.

- SMART HACCP 시스템의 한계를 조사하여 개선점을 분석하였으며, 개선점을 적용할 수 있는 공정 자동화 시스템을 설계하였음. 급식 공정 빅데이터 수집 시스템은 급식 위생 안전 관리 플랫폼을 구축하기 위한 시스템으로 시스템을 자동화하여 데이터를 자동으로 수집하여 인력 낭비를 최소화하고, 실시간 모니터링을 통해 공정 구역별 위생 관리점을 체계적으로 관리할 수 있음.
- 또한, 이와 함께 급식 조리실 자동화 시스템을 구축하여 급식 공정에서 작업 강도 및 위험성이 높은 곳을 무인화하여 조리원의 작업 강도를 낮춰 안전한 시설을 확충할 수 있음.

- 단계별 모니터링 시스템 구상

⇒ 학교 급식 공정 및 SMART HACCP 시스템의 자동화 방법을 설계함.

- 학교 급식 공정별 작업 부하 가중치의 결과를 토대로 일반적으로 작업 강도가 높은 조리 공정에 대하여 자동화 시스템을 구상하였음.
 - 튀김, 국, 볶음, 취반 등에 대하여 자동화 및 모니터링 시스템을 설계하였으며, 학교 급식 조리원의 근무 환경을 개선할 수 있을 것으로 판단됨.
-

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

국제 학술대회 발표 1건

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2023 한국식품과학회 국제 학술대회 및 정기총회	소준휘	23.06.28	제주국제컨벤션센터	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

표준화

국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(ISO) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(ISO), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
	국외				
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력		
		생산인력		
	개발 후	연구인력		
		생산인력		

비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황																	
			학위별				성별		지역별											
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타							

산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
제7501호	표창장	우수교육공무원	교육, 연구, 봉사	공무원	23년 5월 24일	충남대학교

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악	조리 자동화 기술 시장 조사, 학교 급식 식단 분석 및 기존 특허 회피 방안 마련	100
급식 공정별 위생 관리점 파악	학교급식 위생 관리 시스템 조사, 위생 관리 현황 및 특징 분석	100
급식 공정별 도구 및 설비 파악	단체급식 조리 자동화 기술 조사, 학교 급식 시설 및 설비 현황 조사 및 분석	100
식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사	학교 급식 시설 및 설비에 대한 위험 요인 및 고강도 작업 공정 조사 및 분석	100
단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사	식품 공장의 제조공정 분석, 학교 급식 공정 조사 및 분석	100
공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색	학교 급식 공정 자동화 및 자동 위생 관리 시스템 설계	100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당 없음

2) 자체 보완활동

해당 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 급식 자동화 시스템이 학교급식의 위생 및 안전성을 확보하여 학교급식의 만족도를 향상 시킬 것으로 전망되며, 표준공정 모델을 이용해 중소기업이 표준을 쉽게 활용하고, 표준을 이용한 상호운용성 확보에도 이정표가 될 것으로 기대됨.
- 예측 모델링을 통한 식수 예측 시스템을 도입함으로써 잔반 발생으로 인한 환경적 비용과 식자재 낭비를 최소화하고 식단 품질 이슈를 사전에 차단해 소비자의 급식 만족도가 더욱 높아질 것으로 기대하고 있음.
- 급식 설비 자동화로 종사자의 작업흐름이 원활해지며, 작업자의 동선이 절약되어 시간, 노동력, 식재료의 낭비를 최소화 할 수 있고, 위생관리를 효율적으로 수행 할 수 있음.
- 재료 정보, 조리법 및 필수 영양정보 등의 빅데이터를 기반으로 인공지능(AI)을 활용하며, 식재료 구매부터 보관, 전처리, 조리, 배식, 식단관리 및 보존식 관리 등 급식관리 전반의 업무를 지능 정보화해 식중독 예방 및 급식 품질 향상에 기여 할 것으로 전망됨.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 본 연구를 통해 얻은 학교 급식에 관한 자료는 후속 연구에서 인력난을 해결하기 위한 협동로봇을 활용한 급식 자동화 시스템 개발의 참고자료로 활용할 계획임. 실제 급식 현장과 급식 종사자로부터 얻은 데이터를 통해 학교 급식 현장에 효율적으로 활용할 수 있는 시스템을 개발할 수 있음.
- 현재 단체 급식 업계에서는 인력난 해결을 위한 자동화 기술 도입이 큰 화두로 떠오르고 있으며, 본 연구를 통해 얻은 데이터는 다양한 외식 산업과 식품 조리 공정에 따른 적용 및 발전 프로세스의 기반자료로서 활용이 가능하며, 국내외 연구논문 발표 및 학술대회 발표를 통해 관련 분야의 기술개발의 참고 자료로 활용할 수 있음.
- 본 연구를 통해 도출한 연구 결과 및 자료는 학교 급식 현대화의 한계점을 분석하고, 개선점을 도출하였으므로 학교 급식실 현대화 사업에서 참고 자료로 활용 가능함.
- 향후 스마트 학교 급식 시스템을 구축하기 위하여 본 연구 결과를 활용할 수 있으며, 스마트 학교 급식 시스템의 중요한 요소로써 학교 급식의 식재료 교차 오염 및 조리원의 안전이 최우선적으로 고려되어야 할 것으로 판단됨. 즉, 국내 학교 급식 시설에 실제 적용하기 위하여 이에 대한 시설 투자 및 예산이 수반되어야 할 것으로 판단됨.

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	RS-2023-00234006		
사업구분	농업분야창의도전 융복합모델개발				
연구분야	푸드테크		과제구분	단위	
사업명	현장문제해결형			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구개발기관	충남대학교		연구책임자	이승현	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2023.04.01.~ 2023.09.30	50,000	12,000	62,000
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계				
참여기업	(주)세종하이텍, (주)디시스				
상대국		상대국연구개발기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023. 09. 19

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
충남대학교	교수	이승현

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	이승현
----	-----

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

- 본 연구를 통하여 학교 급식의 식재료 취급현황을 조사하고 식재료 별 취급 특징을 분석하였으며, 관련 특허 조사 및 검토를 통해 학교 급식 자동화 시스템 설계가 가능함
- 지역의 학교 급식 HACCP 시스템을 조사하여 특징을 분석하고 사용되고 있는 SMART HACCP 시스템의 특징 및 한계점을 분석함
- 학교 급식 조리원들의 실제 작업환경과 어려움을 조사하여 개선사항을 도출하였고 추후 학교 급식 자동화 시스템의 기초자료로 활용이 가능함
- 또한 교육청과의 협업을 통하여 실제 학교 급식의 자동화 수준 조사 및 분석을 통해 새로운 급식 자동화 모델 도출이 가능함.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 급식 자동화 시스템이 학교급식의 위생 및 안전성을 확보하여 학교급식의 만족도를 향상시킬 것으로 전망되며, 표준공정 모델을 이용해 중소기업이 표준을 쉽게 활용하고, 표준을 이용한 상호운용성 확보에도 이정표가 될 것으로 기대됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

- 본 연구를 통해 얻은 학교 급식에 관한 자료는 후속 연구에서 인력난을 해결하기 위한 협동로봇을 활용한 급식 자동화 시스템 개발의 참고자료로 활용할 계획임. 실제 급식 현장과 급식 종사자로부터 얻은 데이터를 통해 학교 급식 현장에 효율적으로 활용할 수 있는 시스템을 개발할 수 있음.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

- 본 연구를 수행하기 위해 참여한 모든 연구원들은 실제 학교 급식 현장을 방문하고 설문조사를 진행하여 하여 조리원들의 학교급식실 불만사항 및 개선사항을 도출하였고, 본 자료를 통하여 학교 급식실 현대화 사업 참고 자료로 활용 가능함.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

- 국제학술대회에서 포스터 1회를 발표함.
- 추후 급식실 현대화 사업의 참고 자료 및 급식실 설계의 기초 자료로 활용 가능함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (점)	달성도 (%)	자체평가
급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악	30	100	급식 자동화 설비 현황 및 주요 관리점 파악 완료
급식 공정별 위생 관리점 파악	10	100	급식 공정별 위생 관리점 파악 완료
급식 공정별 도구 및 설비 파악	10	100	급식 공정별 도구 및 설비 파악 완료
식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사	20	100	식수 대상에 따른 급식 공정 변화 조사 완료
단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사	10	100	단계별 연계 시스템을 위한 제어변수 조사 완료
공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색	20	100	공정 모듈화를 위한 중요 관리점 탐색 완료
합계	100점		종합적으로 평가할 때 연구계획서상의 목표를 기대 이상으로 달성하였음

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

○ 연구개발 결과는 종합적으로 평가할 때, 연구계획서상의 목표를 기대 이상으로 달성하였음.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

○ 연구를 성공적으로 수행하기 위해 대전광역시 교육청에 협조를 요청하여 현재 급식 자동화 설비 현황 및 급식 조리원들의 불만사항, 개선사항 등에 대한 조사 및 분석을 완료하였음. 이 부분에 대한 정성적인 노력을 평가에 고려해주시길 바람.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

○ 학교 급식에 관한 자료는 후속 연구에서 인력난을 해결하기 위한 협동로봇을 활용한 급식 자동화 시스템 개발의 참고자료로 활용할 계획임. 실제 급식 현장과 급식 종사자로부터 얻은 데이터를 통해 학교 급식 현장에 효율적으로 활용할 수 있는 시스템을 개발할 수 있음.
○ 향후 본 연구를 통해 수집한 데이터 및 개선사항을 바탕으로 현대 급식 시설 자동화의 모델로 활용이 가능함.

IV. 보안성 검토

해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	푸드테크
연구 과제 명	Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발		
주관연구개발기관	충남대학교	주관연구책임자	이승헌
연구 개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타
	50,000	12,000	62,000
연구개발기간	2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)		
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input checked="" type="checkbox"/> 미활용 (사유: 연구 기관에서 향후 후속 연구를 위한 기초 자료로 활용할 예정)		

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 학교 급식 식단 결정 지원 플랫폼을 위한 학교 급식 식단 시스템 조사 및 설계	목표 달성
② 학교 급식 설비 표준화를 위한 설비 조사 및 설계	목표 달성
③ 학교 급식 자동화를 위한 급식 시스템 조사 및 자동화 설계	목표 달성

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용예의)	
	특허출원	특허등록	품종등록	S M A R T 평가기표	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문				학술발표	정책 활용		홍보 전시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건				
가중치																				
최종 목표																				
당해 년도	목표																			
	실적																			
달성률 (%)																				

[별첨 2]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	
②	
③	

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술										
②의 기술										
③의 기술										
·										
·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	
②의 기술	
③의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용예외)
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART 평가기능	건수	기술료 백만원	제품화	매출액 백만원	수출액 백만원	고용창출 명		투자유치 백만원	논문				학술발표 건	정책활용 건	
											SCI		비SCI	논문평가기능 F					
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건	
가중치																			
최종목표																			
연구기간내																			
달성실적																			
연구종료후																			
성과장출																			
계획																			

참고문헌

1. 대전광역시교육청, 2023, 2023학년도 학교급식 기본계획
2. 대전광역시교육청, 2017, SMART 학교급식 시설개선 매뉴얼
3. 경상남도교육청, 2022, 학교급식 환경개선 매뉴얼
4. 교육부, 2021, 제5차 학교급식 위생관리 지침서
5. 한국교육개발원, 2018, 학교급식 식단작성 참고자료
6. 식품의약품안전처, 2019, 집단급식소 조리종사자 단계별 위생관리 매뉴얼
7. 한국산업안전보건공단, 2012, 급식실 시설에 관한 안전지침
8. 한국산업안전보건공단, 2020, 조리직종 근로자의 건강장해 예방에 관한 지침
9. 인천대학교 노동과학연구소, 2014, 학교급식 조리노동자들의 건강권 실태와 작업환경 개선연구:근골격계질환을 중심으로, 2014 국정감사 정책자료집
10. 한국로봇산업진흥원, 2022, 2021년 로봇산업 실태조사
11. 삼일PwC경영연구원, 2022 푸드테크의 시대가 온다
12. 대전광역시교육청, 2017, 학생 건강 식단 표준 레시피
13. 충청남도교육청, 2016, 행복밥상! 학교급식 표준식단
14. 전라북도교육청, 2021, The 건강한 식단
15. 전라남도교육청, 2019, 신토불이 급식이야기
16. 서울특별시 광역친환경급식통합지원센터, 2014, 자연을 담은 학교 급식레시피
17. 서울특별시 친환경급식담당관, 2015, 자연을 담은 학교급식 레시피 II
18. 서울특별시 친환경급식담당관, 2016, 자연을 담은 학교급식 레시피 III
19. 서울특별시 친환경급식과, 2020, 자연을 담은 학교급식 레시피 V
20. 서울특별시 친환경급식과, 2022, 자연을 담은 학교급식 레시피 VI
21. 강원도교육청, 2022, 학교급식 레시피북
22. 경기도교육청, 2012, 학교급식 계절별 건강식단
23. 경상북도교육청, 2010, 영양교사가 직접 개발한 학교급식레시피
24. 한국농촌경제연구원, 2019, 공공급식 식재료 공급 실태와 개선과제
25. 이은지, 김수연, 이호진. (2023). 코로나 19 에 따른 초등학교 급식 메뉴 제공 빈도의 변화. 한국식품영양학회지, 36(2), 137-152.
26. 임경숙. (1997). 초등학교 급식 대표음식의 영양밀도 분석 및 영양소-단가 비교연구. 한국영양학회지, 30(10), 1244-1257.
27. 오선영. (2016). 청소년의 식생활 및 영양상태와 정신건강. 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 10(5), 235-250.
28. 남혜원, 이민준, 이영미. (2002). 중·고등학생의 수산물 이용 음식에 대한 이용실태와 선호도 및 학교급식에서의 요구도 조사. 한국식품조리과학회지, 18(1), 1-7.
29. 소희, 노정옥. (2017). 전북지역 산업체급식소 조리종사자의 고용형태에 따른 안전사고 실태 및 안전사고 예방관리에 대한 중요도와 수행도 분석. Journal of Nutrition and Health, 50(4), 402-414.
30. 이영미, 김미영, 정혜경, 김행란, 심재은, 조혜영, 윤지현. (2013). 음식군 구성 분석을 통한 전통 음식문화 측면에서의 학교급식 식단 평가. 대한지역사회영양학회지, 18(4), 386-401.
31. 김재민, 김창식, 장윤정, 한지희, 함선옥. (2018). 식재료 표준화 체계에 대한 학교 급식 영양 (교) 사 인식 조사. Journal of the Korean Society of Food Culture, 32(5).
32. 김옥선, 이영은. (2015). 서울·경기지역 외국인학교 급식 메뉴패턴과 식사의 질 평가. Korean J. Food Cook. Sci. Vol, 31(2).
33. 김현아, 박혜정. (1999). 무안군 초등학교 급식실태 평가-I. 급식식단의 영양가 및 다양성 평가-(A Study on the School Lunch Program Served by the Elementary Schools in Muan-I. An Analysis of Nutrients and Diversity of Menu-). 대한지역사회영양학회지, 4(1), 74-82.
34. 김소희, 차명화, 김유경. (2006). 대구지역 학교급식 식단에 대한 고등학생의 기호도와 섭취율. 한국식품영양과학회지, 35(7), 945-954.
35. 강하경, 이영은. (2023). 단체급식 조리종사자의 위생관리 수행수준. Korean Journal of Human Ecology, 32(3), 313-324.
36. 성지혜, 김미정. (2017). 기피 수산물 메뉴에 선호 조리법 적용을 통한 초등학교 급식 개선에 관한 연구. Journal of the East Asian Society of Dietary Life, 27(4), 387-398.
37. 지미림, 엄미향, 계승희. (2022). 포커스 그룹 인터뷰를 통한 COVID-19 유행 동안 학교 급식의 변화.

Journal of the Korean Society of Food Culture, 37(1).

38. 조규선, 이대호, 전진우. (2021). 학교 급식종사자를 대상으로 한 위험성평가의 실효성에 관한 연구. 한국산학기술학회 논문지, 22(4), 90-98.
39. 이현주, 백은미. (2022). 학교급식 조리 종사자의 작업장 환경 인식 및 청력 보호구 착용 실태조사. 직업건강연구, 4(3), 153-162.

[별첨 4]

학교 급식 식단 데이터 분석 소스코드

```
# 알밥 요리 필터링
if any(word in cell_value for word in ["복숭아밥","가래복숭아밥","달밥","짜장밥","자장밥","라이스","나시고랭","카레","말라프","비빔밥","차밥","마요",
#sheet1.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet1.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 온 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["국수","스파게티","짜장면","자장면","편육","소바","우동","리면"]) and not any(word in cell_value for
#sheet1.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet4.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 국밥류 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["국밥","떡국","소프"]) and not any(word in cell_value for word in ["빔"]):
#sheet1.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet5.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 국밥 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["국","순두부","떡국"]) and not any(word in cell_value for word in ["빔"]):
#sheet1.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet6.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 김밥류 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["김밥","주먹밥","밥버거","초밥","삼각김밥"]) and not any(word in cell_value for word in ["빔"]):
#sheet5.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet7.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 기타 밥류 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["밥"]) and not any(word in cell_value for word in ["연미밥","치킨"]) and not any(word in cell_val
#sheet1.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet8.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 순자 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["배추김치","배추순김치","순김치","물우김치","백김치","복용김치","생채","김말이","오이소박이","떡
#sheet5.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet9.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 주식 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["쌀밥","후식","견과류","
"음료","유산균음료","요구르트","요구르트","머유르트","머유르트","뽕","양말","후유","면요","면요","요거말
"아이스","사베트","우유바","초코","짜요짜요","블라썸","뽕","츄러스","요플레","플러브","비오드",
"모듬과일","과일","사과","배타니","글","강골","단감","오렌지","수박","포도","키위","딸기","망고",
"딸","브레드","과자","베베로","무빙","제이코","캐릭","케익","마카롱","송편","루키","도넛","
"물떡","불고기","떡볶이","인절미","소떡","절단","수라취떡","소분떡","호떡","사우떡","삼겹떡"]) and not any(
#sheet1.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet10.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 국 요리 필터링
elif any(word in cell_value for word in ["국","찌개","찌개","짜글","달","육개장","육개장","달개장","짜개장","소프"]) and not any(word in cell
#sheet5.cell(row=row, column=column - 2).value = cell_value
sheet11.append([cell_value])
sheet18.append([cell_value])
sheet2.cell(row=row, column=column).value = None
# 전정류 요리 요리 필터링
else:
sheet12.append([cell_value])
# 돼지고기
if any(word in cell_value for word in ["재육","돼지","돈육","돼지봉","수육","삼겹살","보쌈","돈머스","오삼불","쪽갈비"]):
sheet13.append([cell_value])
# 소고기
elif any(word in cell_value for word in ["한우","소불","한백스테이크","쇠고기","소고기","떡갈비"]):
sheet14.append([cell_value])
# 닭고기
elif any(word in cell_value for word in ["닭","오리","치킨"]):
sheet15.append([cell_value])
# 수산물
elif any(word in cell_value for word in ["오징어","고등어","새우","생선머스"]):
sheet16.append([cell_value])
# 기타
else:
sheet17.append([cell_value])
```

충남대학교 연구사업 협조 건

2023. 6. 29.(목) 체육예술건강과 학교급식팀

□ **사업명 : Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한
급식자동화 시스템 개발**

□ **주관연구책임자:** 바이오시스템기계공학과 이승현 교수

□ 협조요청 내용

- 연구사업 추진을 위한 학교 방문 요청 ※ 연구진이 학교 선정한 학교
 - (방문학교) 한밭초, 대전전민초, 대전도안초,
대전문정중, 대전탄방중, 대전글꽃중,
명석고, 충남여고, 동대전고
 - (방문 예정일) 7월 10일 ~ 7월 21일

□ 향후계획

- 학교 상황을 고려하고, 일정 조율하여 협조 요청 예정

학교 급식 종사자 설문조사(안)

대전 학교급식 조리 종사자 근무 환경 및 인식에 관한 설문지(안) 안내 내용

연구개발과제명: Cobotics 및 Big Data 기술을 이용한 급식 자동화 시스템 개발

연구책임자: 충남대학교 바이오시스템기계공학과 이승현 교수

본 설문조사는 저희 연구개발 과제에 대하여 학교 급식의 최일선에서 수고하고 계시는 조리원분들의 급식 시설 및 업무에 대한 솔직한 의견을 수렴하고자 실시하게 되었습니다. 저희 연구과제는 현재 학교 급식 조리실에서 발생하고 있는 **다양한 문제(인력난, 열악한 환경 등)을 개선하고자 불필요한 업무나 힘든 업무에 대하여 자동화 시스템을 구축하는 것에** 목표를 두고 있습니다.

본 설문 응답 결과는 **학교급식 조리 종사자의 업무 개선 및 시설 환경 개선**을 위한 주요한 자료로 활용되므로 솔직하게 응답해 주시기를 부탁드립니다. 설문 결과는 **연구 목적만으로 사용하고 설문조사에 있어 모든 개인 정보는 수집하지 않기 때문에 익명성을 보장(“통계법 5장 33조 비밀의 보호”에 근거함)할 것을 약속드립니다.**

어머님들의 도움이 절실히 필요합니다. 많은 참여 부탁드립니다.

총 27 문항(객관식 21 문항, 자유 응답 6 문항)

예상 소요 시간: 10 분

연구책임자 이승현 올림

대전 학교급식 조리 종사자 근무 환경 및 인식에 관한 설문 조사

가. 응답자 일반사항

1. 귀하의 성별은?

- ① 여성 ② 남성

2. 귀하의 나이는?

- ① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

3. 귀하가 근무하고 계신 곳은?

- ① 초등학교 ② 중학교 ③ 고등학교

4. 귀하의 경력은?

- ① 1년 미만 ② 1~5년 ③ 5~10년 ④ 10년 이상

5. 귀하가 주로 맡아서 하시는 업무가 있으신가요? (복수 응답 가능)

- ① 전처리 작업 ② 비가열 조리 ③ 가열 조리 ④ 배식 작업 ⑤ 세척 및 청소 작업

나. 전처리 작업

학교 급식 조리 공정 중에서 전처리 작업(식재료 검수부터 재료 준비 과정)에 대한 질문입니다.

6. 전처리 작업의 노동력을 경감시키기 위해 협업 로봇(조리사와 함께 작업하는 로봇)의 도입이 필요하다고 생각하시나요?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 그저 그렇다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

7. 전처리(재료 준비) 작업 중 가장 번거로운 식재료가 무엇인가요?

- ① 육류(예시: 돼지고기) ② 생선류(예시: 고등어) ③ 갑각류 및 어패류(예시: 새우, 조개)
④ 채소(예시: 상추, 감자) ⑤ 과일류 및 견과류 (예시: 사과, 호두) ⑥ 기타 () ⑦ 없음

8. 전처리 작업에 사용하고 계신 설비 중 특별히 불편한(개선이 필요하다고 느끼는) 설비가 있으신가요?

- ① 카트 ② 원형운반카(돌리) ③ 조리대 ④ 믹서기 ⑤ 탈피기 ⑥ 절단기 ⑦ 살균수 제조기
 ⑧ 세미기(쌀 세척기) ⑨ 기타 () ⑩ 없음
 9. 6~8 문항에서 선택하신 답변에 대한 이유나 의견이 있으신가요? (자유 응답)
 답변)

10. 현재 급식 조리실의 전처리 시설에서 자동화가 되었으면 하는 부분이 있으신가요? (자유 응답)
 답변)

조리 공정 근무 여건

학교 급식 조리 공정 중에서 조리 작업(음식 준비[비가열 조리, 가열 조리])에 대한 질문입니다.

11. 조리 작업의 노동력을 경감시키기 위해 협업 로봇(조리사와 함께 작업하는 로봇)의 도입이 필요하다고 생각하시나요?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 그저 그렇다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

12. 조리하실 때 힘든(노동 강도가 높은) 공정은 무엇인가요?

- ① 튀기기(예시: 감자 튀김) ② 볶기(예시: 제육 볶음) ③ 부치기 또는 굽기(예시: 전, 동그랑땡)
 ④ 끓이기(예시: 국 요리) ⑤ 찌기(예시: 김치찌침) ⑥ 밥 짓기(예시: 일반 밥) ⑦ 무치기(예시: 채소 무침)
 ⑧ 기타 () ⑨ 없음

13. 번거로운(단순 반복, 쉽지만 자주 신경 써야 하는) 작업이 포함된 조리 방법은 무엇인가요?

- ① 튀기기(예시: 감자 튀김) ② 볶기(예시: 제육 볶음) ③ 부치기 또는 굽기(예시: 전, 동그랑땡)
 ④ 끓이기(예시: 국 요리) ⑤ 찌기(예시: 김치찌침) ⑥ 밥 짓기(예시: 일반 밥) ⑦ 무치기(예시: 채소 무침)
 ⑧ 기타() ⑨ 없음

14. 귀하가 생각하시기에 조리 작업(비가열, 가열 조리)에 사용하고 계신 설비 중 특별히 불편한(개선
 선이 필요하다고 느끼는) 설비가 있으신가요?

- ① 조리대 ② 튀김, 볶음, 국 요리 설비(대형 국솥, 프라이팬 등) ③ 취반 설비(취반기, 밥솥 등)
 ④ 튀김, 구이, 제빵 요리 설비(오븐 등) ⑤ 부침 요리 설비(부침기 등) ⑥ 기타()
 ⑦ 없음

15. 11~14 문항에서 선택하신 답변에 대한 이유나 의견이 있으신가요? (자유 응답)

답변)

16. 귀하가 생각하시기에 조리 작업 시설에서 자동화가 되었으면 하는 부분이 있으신가요? (자유 응답)

답변)

마무리 작업 및 시설 환경

학교 급식 조리 공정 중에서 세척 작업(식기 세척, 청소 등)과 시설 환경(시설 온습도, 환기 등)에 대한 질문입니다.

17. 귀하의 근무 시설에는 세척 설비의 구성이 어떻게 되어있나요?

- ① 예비 세척과 애벌 세척기와 본 세척기 모두 별도로 구성
 ② 예비 세척은 별도, 애벌 세척기와 본 세척기 결합 구성
 ③ 예비 세척과 애벌 세척기 결합, 본 세척은 별도 구성

18. 귀하는 현재 식기 세척 방법(세척 자동화, 식기 투입 및 배출은 사람이 직접 작업)에 대하여 어떻게 생각하십니까?

- ① 매우 불편하다 ② 불편하다 ③ 그저 그렇다 ④ 만족한다 ⑤ 매우 만족한다.

19. 식판, 국그릇, 숟가락, 젓가락을 자동으로 선별해주는 로봇을 식기세척기 앞에 설치한다면 세척
 작업이 수월할 것으로 생각하시나요?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 그저 그렇다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

20. 귀하가 근무하고 계신 학교 급식 조리실의 환기 시설과 장비의 상태와 성능에 대해 어떻게 평가
 하시나요?

- ① 매우 불편하다 ② 불편하다 ③ 그저 그렇다 ④ 만족한다 ⑤ 매우 만족한다.

21. 귀하가 근무하고 계신 학교 급식 조리실의 온도 조건은 어떤가요?

- ① 매우 불편하다 ② 불편하다 ③ 그저 그렇다 ④ 만족한다 ⑤ 매우 만족한다.

22. 귀하는 근무하실 때 어떤 작업 중 환경이 쾌적하지 않다고 생각하시나요?
 ① 전처리 공정 ② 비가열조리공정 ③ 가열조리공정 ④ 세척 및 청소 공정
23. 22번 문항에 선택하신 공정에서 개선되었으면 하는 부분은 어떤 것인가요?
 ① 설비(장비)시스템 ② 안전관리(가스, 전기) 시스템 ③ 환기(습도) 시스템 ④ 공간구성 및 동선
 ⑤ 기타 ()
24. 귀하가 급식 조리실에서 근무하는 동안 경험하신 신체 제반 증상에 대해 아래의 항목에서 선택해 주시기 바랍니다. (복수 응답 가능)
 ① 눈이 마르거나 가렵거나 따갑다 ② 숨을 쉴 때 쌔근거리는 소리가 난다 ③ 머리가 아프다
 ④ 목이 마르거나 아프다 ⑤ 피곤하거나 졸리며 피로를 느낀다 ⑥ 가슴이 아프다
 ⑦ 코가 막히거나 콧물이 난다 ⑧ 눈이 빠르거나 충혈된다 ⑨ 신경이 예민해진다
 ⑩ 등, 어깨, 목이 아프거나 뻣뻣하다 ⑪ 불안하거나 초조하고 숨이 차거나 답답하다
 ⑫ 속이 메스껍고 배탈이 난다 ⑬ 피부가 가렵고 건조하다
25. 귀하가 근무하시는 급식 조리실의 조리 환경을 측정하신 적이 있습니까?
 ① 있다 ② 없다 ③ 잘 모르겠다
26. 귀하가 근무하고 계신 학교 급식 조리실의 현대화가 필요하다고 생각하시나요?
 ① 필요없다 ② 필요하다(27번 문항으로)
27. 현대화가 필요하다고 생각하시다면 어떤 측면에서 현대화가 필요하다고 느끼시나요? (간단하게 답변 가능)
 답변)


귀한 시간 활용하여 설문에 응답하여 주신 부분 대단히 감사드립니다.

보내주신 소중한 의견은 앞으로 학교급식 조리 종사자분들의 업무 및 환경 개선할 수 있는 협업 로봇 및 빅데이터 기술을 활용한 급식 조리 시설 및 공정의 자동화 연구에 활용될 것입니다.

다시 한번 감사합니다.

설문조사에 응해주셔서 진심으로 감사합니다



학술대회 발표

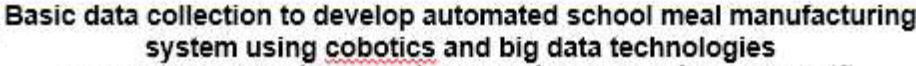


Basic data collection to develop automated school meal manufacturing system using cobotics and big data technologies

Jun Hwi So¹, Sung Yong Joe², Jin Ho Bang², Yun Ho Lim², Jae Kyun Kwak², Seung Hyun Lee^{1,2*}

¹Department of Smart Agriculture Systems, Chonnam National University
²Department of Biosystems Machinery Engineering, Chonnam National University





Abstract

School meal service is an industry that is highly dependent on human resources, and the introduction of food tech that can provide workforce is urgently needed as the labor shortage has intensified. Cobotics are robots that can physically interact with humans while working in the same space as humans. Collaborative robots can be installed in narrow spaces and can replace physical labor. The adoption of big data technology can provide productivity improvement, energy savings, and implementation of a safe cooking environment in the school meal industry through an intelligent infrastructure. The ultimate purpose of this study is to develop a school meal automation system, and first, a database was constructed through big data analysis. Data on school catering workers, food service facilities, and diet status in Daejeon Metropolitan City were collected. The collected data was analyzed to examine the ratio of workers to the number of students and the current status of food ingredient consumption by diet. Based on the analyzed results, vulnerable working environments were explored to analyze the necessary parameters and important factors for designing automation system.

Introduction


- ✓ School meal service is the industry that is highly dependent on human resources, and the introduction of food tech that can provide workforce is urgently needed as the labor shortage has intensified.
- ✓ Collaborative robots (Cobotics) can physically interact with humans while working in the same place as humans. The robots equipped with the various types of sensors can be installed in narrow spaces and can replace human physical labor.
- ✓ Based on the advantages of collaborative robots, it is expected that a collaborative robot-based school meal system can be developed to significantly improve the labor shortage and working environment of school meals.
- ✓ The ultimate purpose of this study is to develop a school meal automation system using big data and Cobotics technologies. School meal environment and automation facility used in the schools was investigated to collect basic data from the existing school meal system.



Objective


- ✓ This study investigated and analyzed the following data to establish a database as a basic step in the development of a school meal automation system.
 1. School meal data to build a school meal database
 2. School Meal environmental data to improve school cafeteria air conditioning environment
 3. School meal recipe data for school meal cooking automation

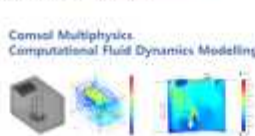
Materials and Methods

- ✓ **School meal data collection and analysis**



 
- ✓ **School meal facility environment analysis**






Comsol Multiphysics, Computational Fluid Dynamics Modelling

(a) Preparation for school meal data collection and analysis

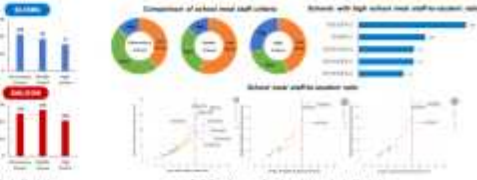
(b) Simulation of the HVAC (Heating, Ventilation, and Air conditioning) environment in the school meal area

Results

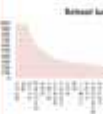
- ✓ **Analysis of school meal staff status (2021)**



(a) School meal staff status




(b) Analysis of school meal staff status
- ✓ **Analysis of school meal menu database in Daejeon(2021-2023)**

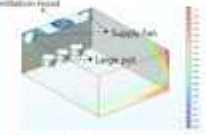


(a) School meal menu count and frequency distribution

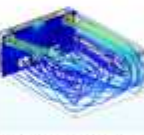
Menu Qty	Count	No	Menu ID (Menu)	Dia	Menu ID (Recipe)	Qty
1	1007	1	1-1(1)소맥	75	1-1(1)소맥	17
1	336	2	1-1(2)소맥	75	1-1(2)소맥	18
1	115	3	1-1(3)소맥	75	1-1(3)소맥	17
1	100	4	1-1(4)소맥	75	1-1(4)소맥	17
1	100	5	1-1(5)소맥	75	1-1(5)소맥	17
1	100	6	1-1(6)소맥	75	1-1(6)소맥	17
1	100	7	1-1(7)소맥	75	1-1(7)소맥	17
1	100	8	1-1(8)소맥	75	1-1(8)소맥	17
1	100	9	1-1(9)소맥	75	1-1(9)소맥	17
1	100	10	1-1(10)소맥	75	1-1(10)소맥	17
1	100	11	1-1(11)소맥	75	1-1(11)소맥	17
1	100	12	1-1(12)소맥	75	1-1(12)소맥	17
1	100	13	1-1(13)소맥	75	1-1(13)소맥	17
1	100	14	1-1(14)소맥	75	1-1(14)소맥	17
1	100	15	1-1(15)소맥	75	1-1(15)소맥	17
1	100	16	1-1(16)소맥	75	1-1(16)소맥	17
1	100	17	1-1(17)소맥	75	1-1(17)소맥	17
1	100	18	1-1(18)소맥	75	1-1(18)소맥	17
1	100	19	1-1(19)소맥	75	1-1(19)소맥	17
1	100	20	1-1(20)소맥	75	1-1(20)소맥	17
1	100	21	1-1(21)소맥	75	1-1(21)소맥	17
1	100	22	1-1(22)소맥	75	1-1(22)소맥	17
1	100	23	1-1(23)소맥	75	1-1(23)소맥	17
1	100	24	1-1(24)소맥	75	1-1(24)소맥	17
1	100	25	1-1(25)소맥	75	1-1(25)소맥	17
1	100	26	1-1(26)소맥	75	1-1(26)소맥	17
1	100	27	1-1(27)소맥	75	1-1(27)소맥	17
1	100	28	1-1(28)소맥	75	1-1(28)소맥	17
1	100	29	1-1(29)소맥	75	1-1(29)소맥	17
1	100	30	1-1(30)소맥	75	1-1(30)소맥	17
1	100	31	1-1(31)소맥	75	1-1(31)소맥	17
1	100	32	1-1(32)소맥	75	1-1(32)소맥	17
1	100	33	1-1(33)소맥	75	1-1(33)소맥	17
1	100	34	1-1(34)소맥	75	1-1(34)소맥	17
1	100	35	1-1(35)소맥	75	1-1(35)소맥	17
1	100	36	1-1(36)소맥	75	1-1(36)소맥	17
1	100	37	1-1(37)소맥	75	1-1(37)소맥	17
1	100	38	1-1(38)소맥	75	1-1(38)소맥	17
1	100	39	1-1(39)소맥	75	1-1(39)소맥	17
1	100	40	1-1(40)소맥	75	1-1(40)소맥	17
1	100	41	1-1(41)소맥	75	1-1(41)소맥	17
1	100	42	1-1(42)소맥	75	1-1(42)소맥	17
1	100	43	1-1(43)소맥	75	1-1(43)소맥	17
1	100	44	1-1(44)소맥	75	1-1(44)소맥	17
1	100	45	1-1(45)소맥	75	1-1(45)소맥	17
1	100	46	1-1(46)소맥	75	1-1(46)소맥	17
1	100	47	1-1(47)소맥	75	1-1(47)소맥	17
1	100	48	1-1(48)소맥	75	1-1(48)소맥	17
1	100	49	1-1(49)소맥	75	1-1(49)소맥	17
1	100	50	1-1(50)소맥	75	1-1(50)소맥	17
1	100	51	1-1(51)소맥	75	1-1(51)소맥	17
1	100	52	1-1(52)소맥	75	1-1(52)소맥	17
1	100	53	1-1(53)소맥	75	1-1(53)소맥	17
1	100	54	1-1(54)소맥	75	1-1(54)소맥	17
1	100	55	1-1(55)소맥	75	1-1(55)소맥	17
1	100	56	1-1(56)소맥	75	1-1(56)소맥	17
1	100	57	1-1(57)소맥	75	1-1(57)소맥	17
1	100	58	1-1(58)소맥	75	1-1(58)소맥	17
1	100	59	1-1(59)소맥	75	1-1(59)소맥	17
1	100	60	1-1(60)소맥	75	1-1(60)소맥	17
1	100	61	1-1(61)소맥	75	1-1(61)소맥	17
1	100	62	1-1(62)소맥	75	1-1(62)소맥	17
1	100	63	1-1(63)소맥	75	1-1(63)소맥	17
1	100	64	1-1(64)소맥	75	1-1(64)소맥	17
1	100	65	1-1(65)소맥	75	1-1(65)소맥	17
1	100	66	1-1(66)소맥	75	1-1(66)소맥	17
1	100	67	1-1(67)소맥	75	1-1(67)소맥	17
1	100	68	1-1(68)소맥	75	1-1(68)소맥	17
1	100	69	1-1(69)소맥	75	1-1(69)소맥	17
1	100	70	1-1(70)소맥	75	1-1(70)소맥	17
1	100	71	1-1(71)소맥	75	1-1(71)소맥	17
1	100	72	1-1(72)소맥	75	1-1(72)소맥	17
1	100	73	1-1(73)소맥	75	1-1(73)소맥	17
1	100	74	1-1(74)소맥	75	1-1(74)소맥	17
1	100	75	1-1(75)소맥	75	1-1(75)소맥	17
1	100	76	1-1(76)소맥	75	1-1(76)소맥	17
1	100	77	1-1(77)소맥	75	1-1(77)소맥	17
1	100	78	1-1(78)소맥	75	1-1(78)소맥	17
1	100	79	1-1(79)소맥	75	1-1(79)소맥	17
1	100	80	1-1(80)소맥	75	1-1(80)소맥	17



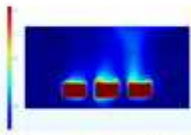
(c) Processing of school meal recipe DB and development of meal ingredient calculation program
- ✓ **Simulation for school meal cooking environment analysis**




(a) Geometry of school meal cooking area




(b) Simulation of air flow and heat transfer in school meal cooking area



- ✓ **Development of Collaborative Robot Design for Automated Feeding System**



Delta Robot



Articulated Robot



(a) Collaborative robot layout for school meal

(b) The overall design of school meal automation system

Conclusion

- ✓ To develop a school meal automation system, an analysis of existing data was conducted. The data was collected individually from each school and lacked standardization, necessitating data processing.
- ✓ Simulation was conducted to analyze the airflow around large cookers such as pots and deep fryers, which emit harmful cooking fumes. Based on the simulation results, it is deemed possible to construct an efficient ventilation system for removing cooking fumes.
- ✓ It is anticipated that facility design analysis and establishment of safety measures will be necessary for the future implementation of collaborative robots in school meal facilities.

Acknowledgement

The work was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant Number 52075499, 52175499, 52275499). The authors would like to thank the staff of the School of Food Science and Technology, Chonnam National University for their assistance in data collection and analysis.

- 76 -

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농업분야창의도전형융복합모델개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농업분야창의도전형융복합모델개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.