

식품 공정간 다축 로봇 적용을 위한 표준 모델 개발

김재준*, 전국홍*, 황설*, 손병우*, 안진성*, 오영균*, 권기현**, 정우석*

*(사)캠틱종합기술원 R&BD사업본부

**한국식품연구원

e-mail:jjkim@camtic.or.kr

Development of Standard Model for Multi-Axis Robot Application in Food Manufacturing Process

Jae-Jun Kim*, Guk-Hong Jeon*, Hwang Seol*, Byung-Woo Son*, Jin-Sung An*, Young-Gyun Oh*, Ki-hyun Kwon** and Woo-Seok Chong*

*R&BD Division, CAMTIC Advanced Mechatronics Technology Institute for Commercialization

**Research Group of Digital Factory, Korea Food Research Institute

요약

본 연구에서는 식음료 제조 분야 중 프랜차이즈류의 제조공정에 6축 다관절 로봇을 적용하여 제조로봇 표준공정 모델을 개발하였다. 현재 식음료 제조업 특성상 생산시설 낙후로 인한 생산성 저하 및 열악한 생산 환경 개선을 위하여 프랜차이즈류 식품에 관하여 개선 공정별 수요조사 및 현장 확인을 통한 공정 분석을 진행하였으며, 이에 따라 공정별 표준 모델 설계를 진행하였다. 공정별 표준모델의 활용 적합성 상세 분석을 위해 투자수익률(ROI: Return On Investment)와 투자회수기간(PP: Payback Period Method) 등 경제성 분석을 진행하였으며, 세부 구성 및 사양, 단가를 도출하여 기업 내 도입 적절성을 확인하였다. 그 결과 가공/후가공 투입 공정, 이송/적재 공정, 조립분해 공정, 계량·포장 인케이싱 공정에 대하여 표준모델을 개발 하였다. 이에 도출 표준공정모델 수요기업 실증 보급 활용으로 인한 작업자 의존도 완화 및 품질 생산에 대한 안정성을 기대할 수 있으며, 식품제조 가공산업이 로봇 자동화 공정 도입을 통해 열악한 작업환경에 대한 작업자의 접근을 최소화하여 근로 강도 완화, 산재를 완화 등 작업환경 개선이 기대 된다.

추후 본 연구를 통해 개발된 제조로봇 표준공정 모델을 실제 현장에 구축할 수 있는 실증 보급을 진행할 예정이며, 이를 통해 생산성 향상, 원가 절감 효율, 근로환경 개선율에 대한 성과 검증을 제시할 예정이다.

1. 서론

최근 국내 제조업은 로봇시장 확대와 제조 산업의 경쟁력 제고를 목적으로 현장 중심의 공정 개선연구와 로봇 활용기술이 융합된 제조표준공정 개선의 관한 연구가 이루어지고 있다. 특히 3대 제조업 중 대표적인 노동 집약적 산업인 식음료 제조분야는 현재까지도 대부분 제조공정이 수작업으로 이루어지고 있어 높은 작업자 의존도와 보관, 가공, 유통 등 공정 데이터 확보가 전무하여 제조공정 표준화가 매우 어렵고 이는 열악한 작업환경과 인력난으로 연결되고 있다. 이를 해결하기 위해 최근 업종별·공정별 다축 로봇을 활용한 표준 모델개발에 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있다.

본 연구는 식음료 제조 분야 중 프랜차이즈류의 고질적인 문제점 개선을 위해 6축 다관절 로봇을 적용하여 표준공정모델을 제시하기 위하여, 공정별 수요조사 및 현장 공정 분석을 진행하였으며, 공정별 표준모델의 활용 적합성 상세분석과 단가를 도출하여 경제성 분석을 진행하였다. 그 결과 가공/후가공 투입공정, 이송/적재 공정, 조립분해 공정, 계량·포장 인

케이싱 공정에 대하여 표준공정 모델을 제시하였다.

2. 대상공정 선정을 위한 현장 분석 및 경제성 분석
식음료 제조 분야 중 프랜차이즈류의 대상 공정 선정을 위하여 국내 40여개 프랜차이즈류 식품 제조 기업을 대상으로 수요조사를 진행하였다. 전체 공정을 투입, 이송/적재, 조립·분해, 시험·검사 공정으로 분류하여 수요조사를 실시하였으며, 그 결과를 바탕으로 14건의 프랜차이즈 품목으로 분류하였다. (디저트, 베이커리, 패티, 돈가스, 피자, 만두, 어묵, 치즈볼, 떡, 핫도그, 호떡, 불고기, 떡갈비, 소스)

선정된 14건의 품목을 대상으로 현장 공정 검토를 진행하였으며, 다관절 로봇이 포함된 자동화 공정 구현이 가능하며, 동일 또는 유사한 품목에서 표준화 모델이 가능한 공정 5개를 확정하였다. 이를 통하여 공정 분석 및 문제점을 파악하였다.

선정된 5가지 공정을 대상으로 도입전 투자수익률(ROI)과 투자회수기간(PP) 등 경제성 분석을 통하여 기업 내 도입 적절성을 확인하였다. 경제성 분석은 실제 기업이 투자 사업에

대한 타당성 여부를 결정하는 방법 중 하나이며, 투자 타당성을 도출하고 시간에 따른 경제적 파급효과를 산정한다.



[그림 1] 프랜차이즈(디저트류) 제조과정 분석



[그림 2] 프랜차이즈(디저트류) 제조과정 분석

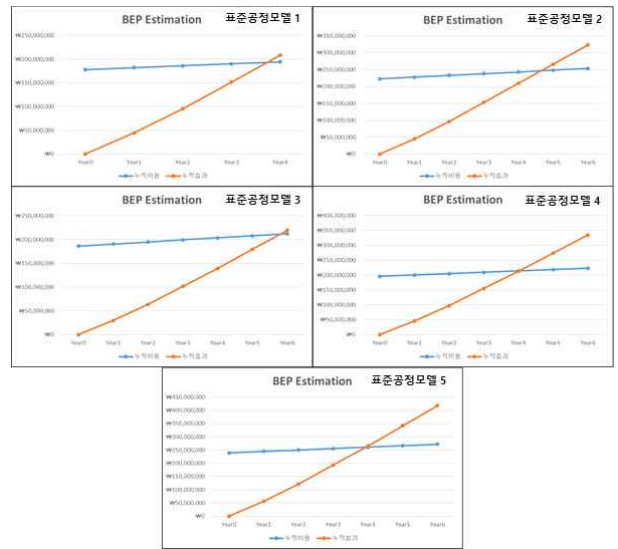
3. 대상 공정의 경제성 분석 결과

[표 1] 표준공정모델의 경제성 분석

	ROI(%)	투자회수기간(년)
표준공정모델 1	109	3.74
표준공정모델 2	110	4.46
표준공정모델 3	106	5.57
표준공정모델 4	101	3.8
표준공정모델 5	103	3.76

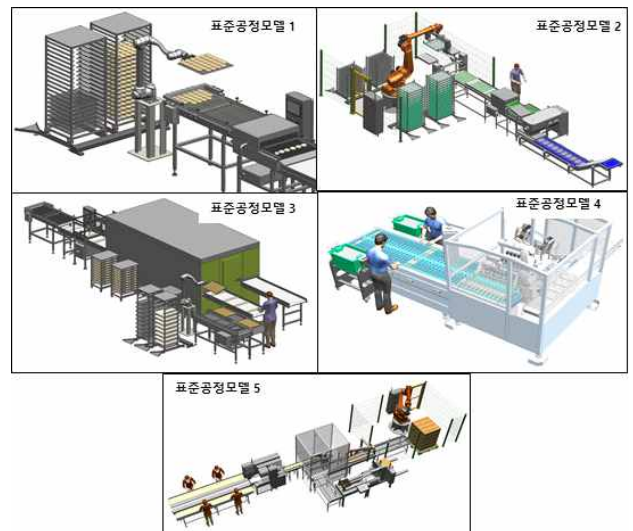
표 1은 선정된 5가지 표준공정모델의 경제성 분석이다. 표준공정모델 1의 경우 IRR(내부수익률) 5.47% 기준으로 순 현재가치는 4년차에 16,260,047원이며, 연차별 ROI는 23%, 49%, 79%, 109%이다. 투자회수기간은 3.74년으로 파악되며 4년차 이후 매년 발생하는 수익금액은 55,767,493원(내부수익률로 할인하지 않은 금액)이다. 표준공정모델 2의 경우 IRR(내부수익률) 5.47% 기준으로 순 현재가치는 4년차에 22,120,630원이며, 연차별 ROI는 18%, 39%, 62%, 86%, 110%이다. 투자회수기간은 4.46년으로 파악되며 5년차 이후 매년 발생하는 수익금액은 55,091,917원(내부수익률로 할인하지 않은 금액)이다. 표준공정모델 3의 경우 IRR(내부수익률) 5.47% 기준으로 순 현재가치는 6년차에 11,175,544원이며, 연차별 ROI는 14%, 30%, 48%, 67%, 86%, 106%이다. 투자회수기간은 5.57년으로 파악되며 6년차 이후 매년 발생하는 수익금액은 35,683,507원(내부수익률로 할인하지 않은 금액)이다. 표준공정모델 4의

경우 IRR(내부수익률) 5.47% 기준으로 순 현재가치는 4년차에 1,125,151원이며, 연차별 ROI는 21%, 45%, 73%, 101%이다. 투자회수기간은 3.8년으로 파악되며 4년차 이후 매년 발생하는 수익금액은 56,503,947원(내부수익률로 할인하지 않은 금액)이다. 표준공정모델 5의 경우 IRR(내부수익률) 5.47% 기준으로 순 현재가치는 4년차에 7,410,754원이며, 연차별 ROI는 22%, 47%, 75%, 103%이다. 투자회수기간은 3.76년으로 파악되며 4년차 이후 매년 발생하는 수익금액은 70,844,920원(내부수익률로 할인하지 않은 금액)이다.



[그림 3] 각 표준공정모델의 ESP Estimation 그래프

그림 3은 각 표준공정모델의 ESP Estimation 그래프로 목표회수기간이 4~6년으로 잡고 분석한 ROI 결과 유의미한 결과를 만들어 낸다고 볼 수 있었다.



[그림 4] 선정 표준공정모델

4. 결론

본 연구에서는 현장 방문을 통한 제조공정 분석과 경제성 분석결과를 바탕으로 총 5개의 대상 공정을 선정하였다.

프랜차이즈 식품을 대상으로 하여 채반의 품목을 자동으로 투입하고 정렬하는 투입공정-TypeA/TypeB, 가공 및 후가공 제품의 배출 및 적재하는 이송/적재공정, 꼬치류의 조립을 위한 조립분해공정, 냉동 완제품의 최종 배출 전 시험검사 공정의 5가지 공정을 확정하였으며, 각 공정의 레이아웃, 작업순서, 적용로봇사양, 주변설비사양 등을 제시하였다. 추후 표준 공정모델의 실증 보급을 통하여 실제 현장에서의 보완 및 개선점을 파악하고, 예측된 결과를 바탕으로 경제성 비교 분석을 통해 표준공정모델의 성과를 검증할 예정이다.

4. 감사의 글

본 연구는 본 연구는 정부 재원으로 2023년도 로봇산업기술 개발사업(로봇산업핵심기술개발사업 과제번호:20008963)의 지원을 받아 수행하였으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 전국홍, “식음료분야 제조로봇 표준공정모델과 현장설치 적용 모델 간 경제성 분석을 통한 도입적절성 비교분석”, 2022 산학기술학회 춘계학술대회논문지, 2022.