



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경영학 석사학위 논문

공군 비행단 직책과 직업의 매칭을 통한
컴퓨터화 대체율 실증 분석

An empirical analysis of computerized substitution rate by
matching Air-Force Wing position with job

2021년 2월

서울대학교 대학원

협동과정 기술경영경제정책전공

박 찬 일

공군 비행단 직책과 직업의 매칭을 통한
컴퓨터화 대체율 실증 분석

An empirical analysis of computerized substitution rate by
matching Air-Force Wing position with job

지도교수 이정동



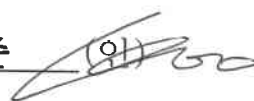
이 논문을 경영학석사학위 논문으로 제출함

2021년 2월

서울대학교 대학원
협동과정 기술경영경제정책전공
박 찬 일

박찬일의 경영학석사학위 논문을 인준함

2021년 2월

위원장 구 윤 모 (인) 
부위원장 이 정 동 (인) 
위원 여 영 준 (인) 

초 록

4 차 산업혁명, 인공지능, 디지털 트랜스포메이션 등 기술의 혁신적인 발달로 인해 인간의 노동력이 기계를 포함한 컴퓨터로 대체될 것에 대한 걱정이 크게 증가하고 있다. 비정형적 직무에 종사하는 노동력의 고용대체 예측을 위해 다양한 연구가 진행되어 왔고, 이러한 연구의 기반이 되는 연구는 미국 직업들의 컴퓨터화 대체율을 추정하여 미국 노동시장을 정량적으로 분석한 Frey & Osborne(2017)이라고 할 수 있다.

인간의 노동력 대체의 변화를 예측하기 위해 국내의 연구자들 역시 Frey & Osborne(2017)의 연구 결과와 방법론을 활용하여 국내 노동시장을 예측하는 연구를 수행하였고, 특히, 공공서비스를 제공하는 공공기관에서도 직업의 컴퓨터화 대체율에 대한 연구가 진행되었다. 이에 더 나아가서 본 연구에서는 공공기관 중에서도 국가안보의 최전선에 있는 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하고자 하였다. 공군은 비행단을 기준으로 편제가 구성되어 운영되기 때문에 1 개의 비행단 조직은 다양한 직업의 집합으로 하나의 사회로 볼 수 있으며, 이 비행단 내 조직원의 직책을 민간 직업으로 매칭하면, 공군 비행단 내 세부 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정할 수 있기 때문에 선행연구 결과를 실증 분석하는 연구를 진행하였다.

본 연구는 공군 비행단 직책과 민간 직업의 매칭을 통해 공공기관 직업의 컴퓨터화 대체율이 민간 직업과 차이가 발생하는 것을 실증하고, 공군 직업의

컴퓨터화 대체율 추정을 통해 공군 비행단 인력 구조 재배치 및 직업별 교육과정의 개선 사항에 대하여 제안한다.

연구 방법은 Frey & Osborne(2017)의 연구에 사용된 방법론을 적용하였다. 먼저, 공군 비행단 내 직책을 민간 사회의 직업과 매칭하여, 공군 비행단 내 직업의 개수를 산출하였다. 이후 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율 추정을 위하여 선행 연구에서 활용한 문항을 일부 수정하여 공군 비행단 자체 온라인으로 설문조사를 시행하였다.

연구 결과 대체로 국내 민간 사회의 직업별 컴퓨터화 대체율과 비교해서 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율은 낮은 것으로 분석되었고, 고위험군의 직업은 민간 직업과 유사하나, 저위험군의 직업은 다소 차이가 있는 것으로 분석되었다. 본 연구를 통해서, 공공기관인 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율은 민간 직업 대비 낮은 것에 대한 확인할 수 있었으며, 이는 선행 연구에서 공공기관이 민간 사회 대비 컴퓨터화 대체율이 낮다고 분석한 사실에 대한 실증한 결과이다. 또한, 공군 직업교육(교육기간, 과정 운영 및 과목)과의 관계를 통해서 공군 직업교육의 개선 및 보완에 대하여 정책적 함의를 얻을 수 있었다.

주요어 : 공군 비행단, 직업 대체율, 컴퓨터화, 예측, 직업교육

학 번 : 2019-20555

목 차

초 록	iii
목 차	v
표 목차	vii
그림 목차	viii
1. 서 론	1
1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 구성	4
2. 문헌 연구	5
2.1 정형적 직무 대체	5
2.2 비정형적 직무 대체	6
2.2.1 미국 등 세계 연구	6
2.2.2 국내 연구	10
3. 데이터 및 연구 방법	17
3.1 변수	17
3.2 데이터	20
3.3 설문조사	23
3.4 연구방법	27
4. 연구 결과	32

4.1	선행연구 데이터 분석	32
4.2	공군 비행단 직업 대체율 분석 결과	33
4.3	선행 연구 결과와 비교	36
4.4	공군 비행단 병력 구성 비율	38
4.4.1	직업별 병력 구성 비율	38
4.4.2	신분별 병력 구성 비율	40
4.5	공군 비행단 직업 대체율과 직업교육	42
4.5.1	공군 직업교육	42
4.5.2	공군 직업별 컴퓨터화 대체율과 직업교육기간 관계	45
4.5.3	공군 교육과정 과목 및 교관 운영	47
5.	결 론	50
5.1	요약 및 시사점	50
5.2	한계점 및 향후 연구방향	53
	참 고 문 헌	55
	부록 A(선행연구 표지 직업)	60
	부록 B(공군 비행단 대상 설문지 예시)	62
	부록 C(공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율)	63
	부록 D(공군 직업별 직업교육기간)	64
	Abstract	65

표 목차

[표 1] 국내 선행 연구 현황.....	14
[표 2] 컴퓨터화 장애요인 측정 변수	19
[표 3] 공군 비행단 내 직업 매칭 결과.....	22
[표 4] 선행연구 직업 표지 현황.....	23
[표 5] 공군 비행단 컴퓨터화 대체 고위험 직업	34
[표 6] 공군 비행단 컴퓨터화 대체 저위험 직업	35
[표 7] 선행연구(최연정, 2019) 군인 직업 컴퓨터화 대체율.....	36
[표 8] 국방부/공군 직업교육 통제과목 현황	45

그림 목차

[그림 1]	설문조사 응답 현황	26
[그림 2]	선행연구 데이터 ROC 곡선 및 AUC 점수.....	32
[그림 3]	공군 비행단 직업별 병력 비율	39
[그림 4]	공군 비행단 신분별 병력 비율(25 개 직업 대상)	40
[그림 5]	공군 신분별 교육과정 현황	44
[그림 6]	공군 직업별 컴퓨터화 대체율과 직업교육기간	46

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

4 차 산업혁명으로 인한 디지털 트랜스포메이션, 로봇기술 발달, 인공지능 기술 등 다양한 신기술의 등장으로 인간의 노동력이 기계로 대체되는 가능성이 증가함에 따라 인간의 실업에 대한 과급효과에 대한 분석이 세계의 관심사가 되었다.

기존의 산업혁명의 변화의 속도와는 달리 가속적으로 진행되는 4 차 산업혁명(Schwab, 2016)은 정보통신의 발달로 기인하는 것으로 분석되며(오호영 등, 2016), 이를 통해, 정형적 직무의 노동력 대체 현상(Autor et al. 2003)을 넘어 비정형적 직무의 대체 가능성의 확대에 따라 이에 관한 연구와 분석들이 수행되었고, 특히, 비정형적 직무에 대한 대체 가능성에 대한 정량적 분석을 수행한 Frey & Osborne(2017)의 연구가 많은 관심을 받았다.

컴퓨터화는 역사적으로 명시적인 규칙 기반 활동을 포함하는 루틴 직무에만 국한되어 왔다.(Autor et al. 2003) 그러나, 빅데이터에 대한 알고리즘은 패턴 인식에 의존하는 영역에 빠르게 진입하고 있는 등, 광범위한 비정형적 인지 직무(cognitive task) 에서 쉽게 인간의 노동력을 컴퓨터로 대체할 수 있고, 첨단 로봇은 보다 광범위한 수동 작업을 수행할 수 있도록 향상된 감각과 민첩성을 얻고 있다. (MGI, 2013) 이러한 기술 혁신의 변화에 따라 Frey &

Osborne 은 비정형적 직무 중 컴퓨터가 인간을 대체하기 어려운 요인을 특정하여, 미국 노동시장 직업의 컴퓨터화 대체 확률을 추정하였다.

국내 연구에서도 Frey & Osborne 의 연구결과를 활용하여 국내 노동시장 분석에 대한 연구를 진행하였다.

김세움(2015), 최창욱(2015), 오호영(2016) 등은 Frey & Osborne 의 미국 연구결과를 활용하여, 미국과 한국의 직업을 1:1 매칭하여 국내 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석하였다. 그러나, 이러한 연구는 미국 직업의 컴퓨터화 대체율을 그대로 활용하여 국내 노동시장을 분석한 연구로서 미국과 한국의 직업 명칭이 같지만, 수행하는 직무가 다른 것을 간과하였다.

최연정(2019)은 국내 노동시장의 특수성을 반영하기 위해 국내 노동시장 데이터를 활용하였다. Frey & Osborne 의 연구방법을 활용하여, 지도학습의 데이터로 활용한 표지 직업을 국내 직업의 미래 전망을 예측한 연구보고서를 기반으로 자체 표지 직업 80 개를 선정하였고, 국내 직업정보를 활용하여 국내 노동시장 직업의 컴퓨터화 대체율을 계산하였다.

하지만, 기존 선행 연구의 분석 범위는 국내 민간 직업에 대한 분석에 한하여 진행되었다. 기술개발 등과 같은 변화에 있어서 공공기관은 민간부분 대비 법적, 행정규칙 등의 규제로 인하여 변화의 흐름이 빠르지 못하기 때문에, 조직의 구성이나 제도 등을 유연하게 수정하지 못하는 한계를 가진다. 뿐만 아니라, 우리나라 정부는 스위스 글로벌금융 그룹의 4 차 산업혁명에 유연하게 대응할 것으로 보이는 국가의 순위 분석 결과에서 노동시장 유연성과 법적 보호와 관련한 지표 등의 순위가 다른 선진국 대비 상대적으로

낮은 것으로 분석되었다.(이원태 등, 2016) 이와 같은 분석은 민간부문 대비 공공기관이 가지는 규제와 혁신과 관련한 유연성의 한계이자 동시에 우리나라 공공기관의 유연성의 한계를 확인할 수 있는 결과이다. 이러한 관점에서 볼 때, 공공기관의 직업과 민간부문에서의 직업은 신기술의 적용의 도입 시기 등의 차이로 동일한 직업이라고 할지라도, 컴퓨터화 대체율의 차이가 발생할 수 있다.

본 연구에서는 4 차 산업혁명의 기술혁신 변화에 따라 공공기관의 서비스 패러다임도 변화하기 때문에 공공기관 중에서도 특히, 공군 직업에 미치는 영향을 예측하기 위해 진행되었다. 이를 분석하기 위해 Frey & Osborne의 선형 연구 방법을 활용하여, 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 실증 분석 하였다.

본 연구의 학문적 의의는 공공기관인 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율은 민간 직업의 컴퓨터화 대체율과 어떠한 차이가 있는지에 대한 실증 분석을 하였다는 점이다. 국내의 많은 연구들은 Frey & Osborne(2017)의 연구결과를 바탕으로 국내 민간 노동시장의 직업에 한하여 컴퓨터화 대체율에 대해서 추정하여 앞으로 위기를 맞게 될 직업을 예측하였다. 그러나, 공공기관 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석한 연구는 거의 없었고, 공공기관의 자료를 이용, 공공기관 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하여 4 차 산업혁명 시대의 공공기관의 변화에 대해 예측하였다.

둘째, 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 계산을 통해 고위험군 직업과 저위험군 직업을 제시하였다. 공군 비행단의 고위험군 직업과 저위험군

직업을 국내 민간 노동시장과 비교하여, 같은 직업이라고 할지라도 공공기관과 민간부문의 차이가 발생하는 것을 확인하고 그 이유를 분석하였다.

셋째, 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 통해 공군 직업교육의 개선 및 보완사항을 제시하였다. 4 차 산업혁명에 대비할 수 있는 직업교육 운영을 위하여 현재 공군이 운영하고 있는 직업교육의 기간, 과정운영 및 과목 등에 대해 보완사항에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

1.2 연구 구성

본 연구의 구조는 다음과 같다. 2 장에서는 문헌 고찰을 통해 4 차 산업혁명에 의한 신기술 발달로 정형적-비정형적 직무 일자리의 변화에 대한 특성과 국내 노동시장과 공공기관의 직업 대체율을 설명하면서 연구 질문을 제기하고 있다. 이어서 3 장에서는 본 연구에서 사용하는 변수, 데이터 및 공군 비행단 설문조사 시행과 연구 방법인 가우시안 프로세스 분류기에 대한 이론적인 설명을 제공하고 있으며, 4 장에서는 주어진 연구 방법을 통하여 도출한 연구 결과를 설명하고 있다. 마지막으로, 5 장에서는 본 연구 결과가 보여주는 시사점과 이를 통해 관련된 정책을 제언하고, 본 연구의 한계점 및 향후 연구방향에 대해 제시하고 있다.

2. 문헌 연구

2.1 정형적 노동력 대체 연구

노동력의 대체에 대해 언급하기 위해서는 먼저 노동력의 분류가 이루어져야 할 것이다.

David Autor 등(2013)에 의하면 RBTC(Routine-Based Technological Change) 가설에 따라 직업 분포의 일자리 양극화 현상을 설명하였다. 이론적 모델에 따라, 직무에 기초하여 직업은 크게 두가지인 비정형(non-routine)과 정형(routine) 업무로 구분하였다. 세부적으로는 비정형 분석업무(non-routine analytic), 비정형 상호교류 업무(non-routine interactive), 비정형 육체/수동업무(non-routine manual), 정형 인지업무(routine cognitive), 정형 육체/수동업무(routine manual) 다섯 가지의 유형으로 구분하였다. 이러한 구분 이후에 Autor 등(2013)은 컴퓨터 자본으로 대체될 수 없는 비정형적 직무는 증가하고, 정형적 직무는 컴퓨터 자본으로 대체되어 노동 투입이 낮아지는 직무대체 효과가 있다는 결과를 예측하였다.

과거의 기준에서 정형적 직무가 컴퓨터 자본으로 대체될 수 있는 영역으로 분석한 것은 정형적 직무가 명확한 규칙을 기반으로 하는 단순 반복적인 직무(Autor & Dorn, 2013)이기 때문에 컴퓨터 프로그램이나 자동화된 기계의 영향을 받을 것이라고 설명하였다.

그러나, 최근 인공지능, 디지털 트랜스포메이션 등 기술 혁신으로 인해 컴퓨터화의 범위가 비정형적 직무로의 영역으로 확대되어, 컴퓨터가 향후

인간의 직업을 대체하는 것을 포함하여, 지금 진행 중인 실업의 상당 부분은 컴퓨터에 의해 영향을 받게 될 것으로 보였다.(Brynjolfsson & McAfee, 2014) 또한, Schwab(2016)은 AI, IoT, 로봇 등 기술 진보가 가속적으로 진행되면서, 오늘날 4 차 산업혁명이 지속되는 것으로 보고, 그 속도는 과거의 산업혁명과는 다르게 점진적 변화가 아닌 급진적으로 진행된다고 설명하였다. 이로 인하여 변화의 범위에 속하는 영역은 우리의 일상의 모든 부분에서 영향을 미칠 것이라고 분석하며, 인간의 고유 영역이라고 할 수 있었던 비정형적 직무에 대한 컴퓨터의 기술 대체 확대가 관심을 받게 되었다.

2.2 비정형적 노동력 대체 연구

2.2.1 미국 등 세계 연구

World Economic Forum(2016)에서 15 개 국가, 9 개 산업의 경영진을 대상으로 설문조사를 실시하여, ‘미래고용보고서(The future of jobs)’를 출판하며 향후 일자리의 변화에 대해 분석하였다. 해당 분석 결과에 따르면, 로봇제어, 인공지능, 머신러닝 등과 같은 기술진보로 2020 년까지 전 세계적으로 일자리는 총 510 만개가 감소될 것이라고 예측하였고, 특히, 컴퓨터 성능 발달로 인해 사무 행정업무에서의 반복 작업 특성을 가지는 직업과 제조업에서도 제조 공정의 자동화가 영향을 받아, 컴퓨터가 인간의 노동력을 대체할 수 있는 영역이 확대될 것이라고 분석하였다.

Frey & Osborne(2017)의 연구에 따르면, 빅데이터, 인공지능 등의 발달에 따라 컴퓨터가 정형적 직무에 국한하여 인간의 노동력이 대체될 것이라고

여겨졌던 과거에서 벗어나 비반복적이면서 인지적인 비정형적인 직무가 점차 컴퓨터화가 되는 현상을 직시하여, 비정형적 직무의 신기술 대체 확대에 따른 미국 노동 시장의 컴퓨터화 대체율을 정량적으로 분석하였다.

2010 년을 기준으로 향후 10~20 년 내 컴퓨터화에 의해 인간의 직업이 대체될 확률을 계산하고, 이를 통해 미국 노동시장에서 없어질 일자리 수를 예측하였다. 이러한 분석을 위해 Frey & Osborne 은 영국 옥스포드 대학에서 컴퓨터화와 관련된 워크숍을 개최하여, 참석한 관련 분야 전문가를 대상으로 향후 최신 기술의 영향을 직업의 직무가 컴퓨터로 대체될 수 있는지 여부를 토의하였다. 이러한 토의를 통해서 미국의 O*NET¹ 직업 702 개 중 컴퓨터로의 기술대체가 확실한 직업에는 1, 컴퓨터로 기술대체가 확실히 이루어지지 않을 직업에는 0 으로 표시하여 총 70 개 직업의 표시 직업을 지정하였다. 또한, Frey & Osborne 은 머신러닝과 로봇제어 등과 관련된 학술연구 자료를 참고하여, 인간의 능력 중 컴퓨터로의 대체가 어려운 3 가지 컴퓨터화 장애요인을 선정하였다. 컴퓨터화 장애요인 3 가지를 활용하여, 동일한 워크숍을 통해, O*NET 에서 제공하는 미국의 직업별 다양한 직무수행 능력 중에서 향후 10~20 년 이내 대체되기 어려울 것으로 판단되는 9 가지 직무수행 능력을 선정하였다.

Frey & Osborne 은 전문가 설문 결과와 O*NET 데이터를 다음과 같이 활용하였다. 전문가 설문결과 0 또는 1 로 표시를 가진 직업과 O*NET 에서

¹ Occupational Information Network, 미국 노동부 및 고용훈련청 후원으로 1990 년 운영 시작, 학생, 구직자, 기업 및 인력 개발 전문가가 오늘날의 미국 직업 세계를 이해할 수 있도록 수백 개의 직업 정의를 포함하는 무료 온라인 데이터베이스

해당 직업의 직무수행 능력 데이터를 활용하여 데이터 셋을 구성하고, 가우시안 프로세스 분류기(Gaussian process classifier)를 활용하여 지도학습을 수행하였다. 이 학습된 자료를 다시, 전체 직업별과 해당 직업을 수행하기 위하여 필요한 능력 데이터를 활용하여, 직업별로 컴퓨터화 대체 가능성 포지를 1로 받을 확률을 예측하는 분석을 수행하였다.

베이지안 로지스틱 모형의 일종인 가우시안 프로세스 분류기는 다양한 공분산 함수를 활용하여 변수 간의 관계를 더 유연하게 설정할 수 있는 장점이 있기 때문에 이를 활용하였다.(Frey & Osborne. 2017)

Frey & Osborne 은 추정된 모형의 정확도를 검증하기 위해, ROC 곡선²의 하부 면적을 의미하는 AUC 점수³를 활용하였고, AUC 점수는 해당 모형이 얼마만큼 일관되게 직업별 컴퓨터화 대체 가능성을 예측하는 지표로 사용되었다. Frey & Osborne 의 모형은 AUC 점수가 0.894 로 컴퓨터로 대체가 확실시 되는 직업들에 대해 직업별로 요구되는 능력을 기준으로 컴퓨터화 대체 여부를 잘 설명한다고 판단하고, 이 모형을 활용하여 컴퓨터화 대체 여부를 확인할 수 없었던 나머지 직업에 대해 직업별 컴퓨터화 대체율을 계산하였고, 그 결과 2010 년 기준 미국 전체 취업자의 47%가 컴퓨터화 대체의 고위험군에 속할 것이라는 결론을 도출하였다.

² ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선 : 모든 분류 임계값에서 분류 모델의 성능을 보이는 곡선

1) 참 양성 비율(True Positive Rate) 와 허위 양성 비율(False Positive Rate)의 관계

2) $TPR = \frac{True\ Positive}{True\ Positive+False\ Negative}$, $FPR = \frac{False\ Positive}{False\ Positive+True\ Negative}$

³ 모형의 강건성을 나타내는 점수, ROC 곡선의 아래에 있는 전체 2 차원 영역으로 측정되며, 가장 완벽히 일관되게 추정할 경우 AUC 점수는 1 이 됨

Frey & Osborne 의 연구결과에 영향을 받아 선진국을 대상으로 해당 국가의 노동시장을 분석하는 연구가 진행되었다.(이학기 등. 2018)

Pajarinen & Rouvinen(2014)는 국제표준직업분류표를 연계하여 미국 직업과 핀란드 직업의 매칭하고 핀란드의 노동시장을 분석한 결과, 핀란드 노동시장에서 컴퓨터화 대체율이 높은 직업의 비중이 35.7%를 차지한다고 발표하였다. Brzeski & Burk(2015)는 독일의 노동시장을 분석하여, 컴퓨터화 대체에 취약한 일자리가 약 59%라고 예측하였고, Bowles(2014)는 유럽의 노동시장에서 45%~60% 수준의 일자리가 컴퓨터화 될 가능성이 높은 것으로 예측하였다.(이학기 등. 2018)

이렇듯 다양한 연구가 Frey & Osborne 의 연구 이후 진행되었으나, Frey & Osborne 의 분석 관점을 달리하여, Arntz 등(2016)은 직업의 컴퓨터화 대체율을 세분화하여 분석하였다. Arntz 등(2016)은 개인이 수행하는 직무를 중심으로 분석하는 것이 인간의 노동력과 컴퓨터 대체의 관계를 설명하는 것이 더욱 효과적일 것이라고 주장하였다. 동일한 직업이라 할지라도 개인별로 그 수행하는 직무는 다를 수 있기 때문에 이러한 개인별 직무를 기초로 하여 컴퓨터화 확률을 계산하고, 직업 수준으로 통합하는 방식으로 분석하였다. 이를 위해 OECD 21 개국의 PIAAC(Program for the International Assessment of Adult Competencies, 성인 역량 국제평가 프로그램)의 자료를 사용하였다. Frey & Osborne 의 분석 결과와 비교하여, 컴퓨터화 위험도는 낮게 분석되어 21 개국 평균 약 8.5% 정도로 예측되었다. Arntz 등(2016)은 국가별로 컴퓨터화 대체율에 차이가 발생하는 이유를

국가별로 기업 내 조직의 차이와 신기술 채택 수준의 차이에 따른 것으로 분석하였다.

그러나, Arntz 등의 연구에는 같은 직무일 경우 같은 정도의 기술대체 위험이 존재한다는 가정이 한계로 작용한다고 볼 수 있다. 각 국가별로 같은 직무를 완수하기 위해 사용하는 방법이 다를 수 있고, 기술 발전의 정도가 직무 완수를 위한 방법의 차이를 가져오는 것을 간과하였다고 볼 수 있다.(최연정, 2019) 또한, 각 국가의 문화적 환경과 인적자본이 다르기 때문에 같은 직업이라고 할지라도 국가별로 해당 직무를 완수하기 위해 사용하는 방법이 다를 수 있다. 뿐만 아니라, Arntz 등과 같이 직무 또는 직업 특성이 컴퓨터화 대체율에 미치는 영향에 대한 분석을 수행하기 위해서는 결론적으로 Frey & Osborne 가 추정한 대체확률 정보를 활용해야 하는 한계가 있다.(이학기 등, 2018)

2.2.2 국내 연구

국내 선행 연구들은 Frey & Osborne 의 연구결과를 활용하여 국내 노동시장을 분석하는데 활용하였다.

김세움(2015)은 미국 노동통계국의 직업전망자료와 2012 한국 직업사전의 직무기술서를 바탕으로 Frey & Osborne 의 연구 결과를 국내 노동시장의 직업과 매칭하여 국내 노동시장의 직업별 컴퓨터화 대체율을 계산하였다. 본 연구에서는 국내 노동시장 자체의 직업별 컴퓨터화 대체율을 추정하는 것에서

더 나아가 기술 진보에 민감한 직종과 산업군을 파악하고, 해당 직종의 종사자 수, 급여 등을 이용하여 기술진보의 민감도의 상관관계를 분석하였다.

최창욱(2015)은 Frey & Osborne 의 연구결과를 국내 노동시장 직업과 매칭하는 방법론을 기존 연구와 다르게 적용하였다. 영국 Warwick 대학 Warwick Institute for Employment Research 에서 개발한 직업분류 알고리즘인 Cascot(Computer Assisted Structured Coding Tool)을 사용하여 미국 직업과 한국 직업을 매칭하여 국내 노동시장 직업의 기술대체율을 매칭하였다. Cascot 은 눈금교정(Calibration) 방법을 통해 직업분류체계의 개념 구조에 의해 가장 적합한 직업명을 탐색하여 매칭하는 방법이다.(최창욱, 2015) Cascot 의 운영 알고리즘은 동일하거나 또는 유사한 직업 명칭 후보군과 이와 대응하는 매칭 스코어를 통해 연구자가 스스로 판단할 수 있는 정보를 제공하여 최종 연구자가 직업을 선택하게 된다. 본 방법론을 활용하여 미국 표준직업분류와 국내 표준직업 분류와의 매칭을 수행하였고, 국내 직업의 컴퓨터화 대체율을 산출하였고, 국내 노동시장의 산업별 일자리 대체 위험도와 고용 및 임금 증감도를 예측하였다.

오호영 등(2016)은 Frey & Osborne 연구 결과를 한국 직업과 매칭한 후 전문가 FGI(Focus Group Interview)를 통해 직업에 대한 영향을 구체적인 미래 전망을 수행하였다. 통계청 지역별고용조사 자료를 2 개의 시기로 구분하여, 향후 인공지능의 영향을 가장 많이 받을 산업군과 직업군을 파악하였고, 인적속성(성별, 연령, 교육수준, 대학 전공 등)의 영향이 직업세계에 미치는 변화를 예측하는 연구를 진행하였다.

김세움(2015), 최창옥(2015), 오호영 등(2016) 연구에서는 Frey & Osborne 연구 결과인 미국 직업의 컴퓨터화 대체율을 직접적으로 활용하여 국내 노동시장의 직업별 컴퓨터화 대체율을 추정하였고, 이러한 연구들은 미국과 한국에서 직업이 동일한 업무를 수행한다면 같은 능력을 필요로 할 것을 가정한 연구라고 할 수 있다.

박가열 등(2016)은 대학교수, 산업체 CEO, 기관 연구원 등 인공지능 관련 전문가 21 명을 대상으로 설문조사하여, 국내 직업별 기술대체 시점을 예측하였다. 설문은 한국직업정보시스템(KNOW)⁴의 능력변수 총 44 개에 대해 기술대체 시점을 점수화하는 문항으로 구성되었다. 전문가 집단의 점수화된 능력변수별 기술대체 시점을 통해 각 직업별로 해당 능력이 소요되는 정도를 가중하여 직업별 능력 대체 비율을 구하고, 이에 따라 고위험군 직업과 저위험군 직업을 미국과 비교하여 분석하였다.

해당 연구는 국내의 고위험군과 저위험군의 직업에 대한 제시라는 측면에서 Frey & Osborne 과 유사하나, 전문가들이 직업 대체 여부를 분석한 것이 아니고 능력변수에 한하여 분석하였기 때문에 전문가 의견의 신뢰도에 의존한다.(최연정. 2019)

이시균 등(2017) Frey & Osborne 의 연구 방법론을 사용한 선행 연구들과는 달리 Anrtz 등(2016)의 연구 방법을 활용하여 직무단위의

⁴ 우리나라 직업의 특성을 업무수행능력, 가치관, 지식/성격, 업무환경/흥미에 대한 정보를 온라인으로 제공, 미국 O*Net 을 벤치마킹 하여 기획, 2001 년부터 한국고용정보원 주관 자료 조사 수행(한국고용정보원. 2015)

분석을 시행하였고, 개별 근로자의 직무 및 특성에 대한 데이터를 활용하기 위해 2015년 재직자 조사 자료를 사용하였다.

이학기 등(2018)은 이시균 등(2017)에서 사용한 데이터에 추가로 직업 소분류에 대한 정보를 활용하기 위한 목적으로 2015년 하반기 지역별고용조사 데이터를 추가하였다.

이시균 등(2017)과 이학기 등(2018)의 연구는 국내 직업에 매칭된 미국 직업의 기술대체 가능성을 기초로 국내 노동시장 직업의 직무별 대체 가능성을 계산하였기 때문에, 미국의 직업별 대체 가능성이 얼마나 국내 직업의 미래를 예측하는지에 대한 추가적인 판단이 필요하다.

최연정(2019)은 국내 노동시장 데이터인 한국직업정보시스템(KNOW)과 국내 노동시장을 예측한 연구보고서를 활용하여 국내 표지 직업을 새롭게 선정하고, Frey & Osborne의 연구 방법을 활용하여, 국내 노동시장의 직업별 대체 가능성을 계산하였다.

Frey & Osborne 연구에서 전문가 집단의 표지 직업 선정은 미국 노동시장 예측을 위한 정보를 기준으로 지정되었기 때문에, 최연정(2019)은 국내 노동시장 예측을 위한 표지 직업을 한국의 특성에 맞게 수정하였다. 고용노동부, 한국고용정보원, KPMG 컨설팅사 보고서 등을 국내 연구보고서를 기반으로 적어도 2개 이상의 보고서에서 해당 직업의 컴퓨터화가 확실시 또는 확실히 되지 않는 전망을 동일하게 한 경우, 해당 직업을 표지 직업으로 선정하였다. 미국 O*NET의 능력변수는 한국직업정보시스템(KNOW)의 능력변수로 매칭하여 국내 직업 대체 가능 확률을 계산하였다.

국내 노동시장을 분석한 선행 연구를 간략하게 다음의 [표 1]과 같이 정리할 수 있다.

[표 1] 국내 선행 연구 현황

구 분	주요 내용	비 고
김세움 (2015)	Frey&Osborne(2017)의 연구결과인 702개 직업의 기술대체율을 활용하여, 미국과 한국 직업을 매칭 (2012 한국 직업 사전 직업)	한국-미국 직업 매칭
최창욱(2015)	직업분류 알고리즘 Cascot 활용, 미국- 한국 직업을 매칭하여 기술대체 확률을 추정	
오호영 등(2016)	Frey&Osborne(2017) 직업 대체 확률을 한국 직업에 매핑 후 통계청 지역별고용조사 자료의 시기를 구분하여 일자리 변화 예측	인적 속성 및 시대 변화 반영
박가열 등(2016)	국내 AI 전문가 대상 설문조사(44개 능력) 결과를 통해 업무능력대체비율(WRS) 산출, 국내의 직업별 기술대체 가능성 및 시점 예측	한국 전문가 집단 활용
이시균 등(2017)	Arntz 등(2016) 연구 방법 적용, 한국 직업에 매칭한 미국 직업의 기술대체 가능성 추정 (2015년 재직자 조사 자료)	한국 직무데이터 활용
이학기 등(2018)	Arntz 등(2016) 연구 방법 적용 (2015년 하반기 통계청 지역별 고용조사 자료)	
최연정(2019)	Frey&Osborne(2017) 방법론 활용, 국내 연구보고서 활용을 통한 한국 노동시장 표지 직업 선정, 국내 직업 기술대체 확률 분석 (한국직업정보시스템 및 국내 연구보고서 자료)	한국 노동시장 예측 자료 및 직업데이터 활용

이외에도 국내 노동시장의 예측을 위한 연구는 다양하게 발표되었으나, 대부분이 국내 민간 노동시장의 연구에 한하여 수행되었다.

그러나, 기술 혁신이 미치는 영향은 민간 노동시장 내의 변화 뿐만 아니라, 공공기관도 그 영향을 피해갈 수 없다. 국회미래연구원(2019)의 연구에

따르면, 4 차 산업혁명의 영향으로 인한 과학기술의 변화로 공공서비스 패러다임이 변경 될 것으로 예상하였다. 이를 통해, 민간부문 뿐만 아니라 공공부분에서도 직업의 변화가 진행될 것이라는 것을 예측할 수 있다.

문명재 등(2019)은 공공기관의 서비스 패러다임 개선 소요에 따라 정부 중앙부처의 인력규모에 대해 향후 인력 충원 및 감원의 필요성을 Frey & Osborne 의 연구결과를 활용하여 분석하였다. 정부 중앙부처의 직무 기술서의 주요 직무를 4 개(기획관리, 행정운영, 평가/분석, 집행/운용)로 대분류하였고, Frey & Osborne 의 연구에 활용된 직업의 직무기술서 주요 직무와 키워드 매칭하여 기능별, 직급별 컴퓨터화 대체율을 계산하고, 대체 가능 시점을 전문가 자문에 기반하여 추정하였다.

하지만, 문명재 등(2019)의 연구의 한계점은 국내 노동시장을 분석한 연구의 한계와 마찬가지로 미국 노동시장을 분석한 Frey & Osborne 의 연구결과를 기반으로 분석하였기 때문에, 미국 노동시장과 국내 노동시장에 대한 차이를 충분히 고려하지 못하였다는 한계를 가지고 있다.

공공기관의 서비스 패러다임은 정부 중앙부처 뿐만 아니라, 국가 안보의 임무를 수행하는 군 조직에서도 적용된다. 군 조직의 직업 대체와 관련된 기존 선행 연구는 군 조직의 인력 개선과 관련된 연구에 국한되며, 이러한 연구도 현역 간부의 인력 획득이 어려워 지면서 군무원 인력 직위 확대와 관련된 것(백재욱 등. 2017) 등과 같은 연구가 진행되어 왔다.

군 조직은 국방부 예하 공군, 해군, 육군으로 구성되어 있다. 특히, 공군은 기술군으로 다른 군 조직과 비교하여 상대적으로 다양한 최첨단 장비와

기술을 활용한다.(이상호, 2010) 이로 인하여, 공군은 다른 군 조직 대비 4 차 산업혁명 시대 기술 혁신의 영향을 직접적으로 받게 될 것으로 예상된다. 이러한 시대 변화의 흐름에서 공군 내 직업의 컴퓨터화 대체율 분석을 통해 향후 공군의 인력 재배치와 교육운영 개선 소요 파악은 국가 안보를 위해 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구는 공군 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석하기 위해서 공군의 최소 작전 단위인 비행단을 대상으로 진행되었다. 공군의 경우 항공 작전을 주임무로 전 공군의 편제가 비행단을 중심으로 운영되기 때문에,(박좌룡, 2007) 비행단 편제는 다양한 직업의 집합으로 하나의 사회를 구성한다. 따라서 비행단 내 직업은 공군 조직의 다양한 직업의 표본이라고 할 수 있으며, 비행단 내 직업의 분석을 통해 공군 조직 전체 직업의 컴퓨터화 대체율에 대한 예측이 가능하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 Frey & Osborne 의 연구 방법과 공군 비행단 자료를 활용하여, 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하고 공군의 향후 인력 재배치와 직업교육의 개선 소요를 제언하였다. 또한, 공공기관 내의 직업의 명칭은 국내 민간 직업의 명칭과 같은 직업으로 분류되나, 실제로 수행하는 직무에 차이가 있을 수 있다. 따라서, 본 연구를 통하여, 공공기관인 공군 내 비행단 직업과 선행 연구에서 추정한 국내 민간 직업의 컴퓨터화 대체율에 차이가 있는지 여부를 실증 분석하였다.

3. 데이터 및 연구 방법

3.1 변수

본 연구에서 분석에 활용한 변수는 크게 3 가지로 나뉜다. 먼저, 직업 수행에 필요한 능력 변수는 선행연구인 Frey & Osborne(2017)의 변수를 그대로 활용하였고, 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율 분석을 위한 변수 자료는 자체 설문조사를 통하여 확보하였다. 마지막으로, 향후 컴퓨터로 대체가 확실하거나 확실하지 않은 표지 직업 변수는 국내 노동시장을 예측한 최연정(2019) 연구의 변수를 활용하였다.

첫째, 직업 수행에 필요한 능력 변수는 한국직업정보시스템(Korea Network for Occupation and Workers)에서 측정한 9 가지 변수를 활용하였다. 이 변수는 Frey & Osborne(2017)의 연구에서 활용한 Perception & Manipulation, Creative Intelligence, Social Intelligence 의 컴퓨터화 장애 요인을 측정할 수 있는 변수로 Frey & Osborne 이 활용한 O*NET 의 9 가지 변수와 유사한 변수이다.

Frey & Osborne 은 컴퓨터가 인간의 노동력을 대체하기 어려운 요인을 3 가지로 분류하였다. 첫번째는 Perception & Manipulation 으로 인간의 인지와 조작 능력은 현재의 기술로 컴퓨터가 대체하기 어려운 것으로 보았다. 인간의 인지적 능력은 다양한 환경에 노출된 상황에서 적합한 행동을 식별하는 것으로 완벽하게 구조화 되지 않은 상황에서의 컴퓨터는 인간 인지적 능력의 깊이와 폭을 따라갈 수 없다. 또한, 인식의 어려움은 조작하는

직무의 결과에 영향을 미치게 되기 때문에 Perception & Manipulation 의 변수에 정교한 동작, 움직임 통제, 비좁은 업무환경을 포함하여, 향후 10~20년 이내 완전히 인간의 노동력을 대체하기 어려운 것으로 설명하였다.

두번째는 Creative Intelligence 로 창의성도 컴퓨터가 인간을 대체하기 어려운 능력으로 보았다. 창의성은 참신함과 더불어 가치관을 수반하는데, 가치관이라는 것은 매우 가변적이며, 수많은 가치의 불일치가 존재하기 때문에 현재의 기술로는 컴퓨터가 인간을 능가할 수 없는 능력으로 보고 창의성과 창의성이 필요한 예술 능력을 해당 변수에 포함하였다.

세번째 장애 요인은 Social Intelligence 로 인간의 사회적 상호작용을 컴퓨터는 수행하기 어려운 것으로 보았다. 컴퓨터는 즉각적으로 상대의 감정에 대해 인지하기 어렵기 때문에 유연한 상황 대처가 어렵다. 따라서 타인과 상호작용이 많은 분야의 직업에서는 컴퓨터가 인간을 대체하기 어렵다고 설명한다. 이를 측정하기 위해 설득, 협상, 사람과약, 서비스지향 4 가지 변수가 포함되었다.

최연정(2019)은 국내 노동시장의 분석을 위해 Frey & Osborne 의 연구에서 활용한 미국 O*NET 의 변수를 [표 2]와 같이 한국직업정보시스템(KNOW)의 변수와 매칭을 수행하였다. 한국직업정보시스템은 미국 O*NET 을 벤치마킹하여, 한국 고용정보원의 주관으로 2001년부터 매년 해당 직업에 종사하는 인원을 대상으로 수행업무와 필요한 능력, 지식 등을 대면 설문 방법을 통해 조사하여 운영되고 있다.(김한준, 2003; 한국고용정보원, 2015) 따라서, 한국직업정보시스템(KNOW) 변수와

O*NET 의 9 가지 변수를 매칭하는 것에는 큰 차이가 없이 매칭할 수 있었다.
(최연정. 2019)

[표 2] 컴퓨터화 장애요인 측정 변수(최연정. 2019)

Frey & Osborne(2017)		한국직업정보시스템(KNOW)	
대체 불가 능력	O*NET 변수	KNOW 변수	설명
Perception & Manipulation	Finger dexterity	정교한 동작	손가락을 이용하여 복잡한 부품을 조립하거나 정교한 작업을 한다
	Manual dexterity	움직임 통제	신체를 사용하여 기계나 기구를 정확한 위치로 빠르게 움직인다
	Cramped work space, awkward Positions	비좁은 업무공간	불편한 자세를 취해야 하는 비좁은 공간에 노출되는 빈도
Creative Intelligence	Originality	창의력	주어진 주제나 상황에 대하여 독특하고 기발한 아이디어를 산출한다
	Fine arts	예술	음악, 무용, 미술, 드라마에 관한 지식
Social Intelligence	Social perceptiveness	사람과악	타인의 반응을 파악하고 왜 그렇게 행동하는지 이해한다
	Negotiation	협상	사람들과의 의견차이를 좁혀 합의점을 찾는다
	Persuasion	설득	다른 사람들의 마음이나 행동을 변화시키기 위해 설득한다
	Assisting & caring for others	서비스 지향	다른 사람들을 돕기 위해 적극적으로 노력한다

두번째 본 연구에서 사용할 변수는 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하기 위한 독립변수이다. 본 변수는 공군 직업의 특수성을 반영하기 위하여 공군 비행단 자체 설문조사를 통해 수집하였고, 3.3 에서 자세히 설명할 예정이다.

세번째 변수는 국내 노동시장 특성을 반영한 80 개 표지직업 변수이다. Frey & Osborne 은 옥스포드 대학 워크숍 결과를 통해 70 개의 대체가 확실하거나 확실하게 되지 않는 직업을 선정하였고, 최연정(2019)의 연구에서는 미국과 국내 노동시장의 특성의 차이를 고려하기 위해 국내 연구보고서의 직업 예측 결과를 활용, 80 개의 표지 직업을 별도로 선정하였다. 표지직업 변수에 따라 지도학습의 결과가 다르게 나타나기 때문에 미국 노동시장을 예측한 Frey & Osborne 의 표지 직업을 대체하여 본 연구에서는 국내 노동시장의 특성을 반영한 최연정(2019) 연구의 표지직업 변수를 활용하여 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하였다.

3.2 데이터

본 연구에 활용한 데이터는 공군 0 비행단⁵ NCS(National Competency Standards, 국가직무능력표준⁶) 자료, NCS - KECO(한국고용 직업분류 직업 연계표⁷, KECO-KNOW(한국직업정보시스템) 직업 연계표⁸, 선행연구

⁵ NCS 직무 표준 대상 부대는 군사보안 관계로 명시하지 않음

⁶ 한국산업인력공단 주관, 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식, 기술 등의 내용을 국가가 체계한 시스템(NCS란[국가직무능력 표준], 2020. 12. 26. 접속, <https://www.ncs.go.kr/th01/TH-102-001-01.scdo>)

⁷ NCS-한국고용직업분류(KECO) 연계표[국가직무능력표준], 2020. 12. 26. 접속, https://ncs.go.kr/education/ph08/bbs_lib_view.do?libDstinCd=01&libSeq=20200304092139724

⁸ 2013년 기준 한국직업정보 784개 직업의 분류코드와 KECO 분류와의 연계표[워크넷], 2020.12.26. 접속, <https://www.work.go.kr/constlJobCarpa/jobData/retrieveReseReportDtl.do?pageIndex=1&pageUnit=10&startDt=&endDt=&searchText=KECO&boardNo=11&writeNo=2244>

80 개 표지 직업(최연정, 2019), 80 개 표지 직업별 능력 변수 데이터, 공군 비행단 자체 설문결과를 통한 직업별 능력변수 데이터이다.

공군 0 비행단 NCS 자료는 공군본부 인사참모부 교육정책과에서 NCS 표준 비행단을 선정하여 직책별 직무 능력을 분석한 2019 년 2 월 자료를 활용하였고, 본 자료에서 관리직 장교와 병사 직책의 데이터는 제외⁹되었다.

공군 비행단 NCS 자료는 직책별 직무로 조사되었기 때문에 민간 직업과의 매칭 과정이 필요하였다. 예를 들어, 비행단 행정과장 직책의 경우, NCS 직무 상 경영진 일정 계획, 이벤트 현장인력 교육 및 관리 등 총 12 건의 직무를 수행하고 있어, 행정과장 NCS 직무를 KECO 직무와 매칭하면, 8 건의 일반 비서 직무와 4 건의 행사기획자 직무와 매칭되었다. 하나의 직책이 두가지 KECO 직업과 연계되었기 때문에 직책과 직업의 매칭 과정이 필요하였고, 본 연구에서는 상대적으로 더 많은 직무를 수행하는 직업과 1:1 매칭하였고, 따라서, 비행단 행정과장 직책은 일반비서 직업으로 매칭하였다.

직책과 직업의 1:1 매칭을 위해 NCS-KECO-KNOW 연계표를 활용하였고, 해당 연계표는 각 기관의 홈페이지 자료실에 업로드된 자료를 활용하였다.

공군 비행단 NCS 직무는 세분류 기준 총 194 개로 분석되었고, 이를 KECO 4digit 수준의 직업 항목(450 개)과 매칭을 수행하여 총 65 개의 KECO 직업 항목으로 1 차 매칭하였다. KECO 65 개 직업과 매칭된 공군 비행단 직책을 KNOW 직업 784 개 직업 항목과 매칭하였고, 공군 비행단은 총 72 개의 KNOW 직업으로 최종 매칭되었다. 그러나, 비행단 내 직책 중

⁹ 제외된 직책의 비행단 내 인원 비율은 약 48%를 차지

4 개 이하의 직책으로 구성되어 있는 소수 직업 47 개는 분석 대상에서 제외¹⁰ 하고, 총 25 개 직업에 대하여 분석을 시행하였다. 공군 비행단 내 직책과 직업의 매칭 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] 공군 비행단 내 직업 매칭 결과

공군 NCS - KECO - KNOW		
KECO 3digit (4digit - 65 개)	KNOW (25 개)	개수
경영/행정/사무직	광고·홍보·마케팅 사무원, 인사·교육·훈련 사무원, 일반 비서, 자재관리 사무원, 총무 및 일반 사무원, 회계사무원,	6 개
연구직 및 공학 기술직	건축공학 기술자, 네트워크 엔지니어, 비파괴 검사원, 산업안전원, 위험관리원, 천문 및 기상학연구원	6 개
경찰/소방/경비	경찰관, 소방관, 경호원, 시설·특수 경비원	4 개
운전/운송	항공기 조종사, 항공교통관제사, 항공운송 사무원, 도로운송 사무원	4 개
설치/정비/생산	냉동·냉장·공조기 설치 및 정비원, 자동차 정비원, 통신장비 기사, 판금원, 항공기 정비원	5 개

본 연구에서 활용한 선행연구 데이터는 최연정(2019) 연구의 표지직업이며, 이는 국내 노동시장 특성을 반영하기 위해 국내 연구보고서와 컨설팅 기업의

¹⁰ 기록물 관리사, 도시 계획·설계가, 방사선사, 법률사무원, 사진작가, 상·하수도 처리장치 조작원, 숙박시설서비스원, 에너지 시험원 및 진단전문가, 이용사, 임상병리사, 재활공학 기사, 재활용 처리장치·소각로 조작원, 조경원 등

보고서를 기반으로 향후 컴퓨터화가 확실히 되는 직업과 확실히 되지 않는 직업 여부를 판단한 직업의 정보이고, 해당 직업은 [표 4]와 같다.¹¹

[표 4] 선행연구 직업 표지 현황

구분	표지	개수(80)	세부 직업
향후 컴퓨터	1 (확실)	39개	금속공작기계조작원, 기록물관리사, 속기사, 신호원 및 수송원, 안내 및 접수사무원 등
대체 여부	0	41개	빅데이터전문가, 사회복지사, 상담전문가, 정신과 의사, 컴퓨터 보안 전문가, 컴퓨터프로그래머 등

또한, 80 개 표지 직업의 9 개 능력 변수 데이터는 최연정(2019) 연구와 동일하게 워크넷 홈페이지(www.work.go.kr)에서 2020 년 9 월 11 일 웹크롤링하여 수집하였다.

3.3 설문조사

본 연구는 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율 추정을 분석하기 위해서 공군 비행단을 대상으로 설문조사를 시행하였다.

설문 문항은 Frey & Osborne(2017)의 연구에서 활용한 O*NET의 설문조사 질문지와 한국직업정보시스템(KNOW)에서 시행한 설문조사 질문지¹²를 기반으로 7 점 척도로 작성하였다.

¹¹ 세부 80 개 직업 및 표지 현황 : 부록 A 참조

¹² 미국 O*NET을 벤치마킹 하여 만든 한국직업정보시스템(KNOW) 설문문항은 국내 전문가 집단의 설문 결과를 반영하여 관련 예시를 차별화하였고, 예시의 위치를 국내 노동시장의 정보를 반영할 수 있도록 일부 조정(김한준, 2003)

본 연구에서 사용한 설문문항은 기존 한국직업정보시스템(KNOW)의 설문문항 중 9 개 변수를 측정하는 9 개 문항만을 추출하여 수정하였고,¹³ 코로나 19 확산으로 대면 설문이 제한되어, 온라인 설문조사로 진행하였다.

온라인 설문의 한계인 문항 및 예시의 가독성을 보완하기 위해 기존 7 점 척도는 유지하였으나, 각 문항별 상이한 예시의 위치를 2 점, 4 점, 6 점으로 표준화하였다. 또한, 공군 장병을 대상으로 하는 본 연구의 특수성을 활용하여, 예시 문구를 공군 관련 용어로 수정하여 현장감을 높였다.

설문 표본은 0 비행단의 NCS 직무 자료를 기준으로 매칭된 직업에 해당하는 직책에서 임무를 수행하는 인원을 대상 총 750 명을 선정하였다. 750 명은 25 개 직업별 30 명씩으로 구성되며, 공군 비행단 중 가장 많은 인원으로 구성된 00 비행단¹⁴을 주 설문 부대로 설정하였고, 해당 비행단 내 30 명 미만의 직업의 경우에는 동일 직책의 타 비행단 인원을 대상으로 설문조사를 시행하였다.

설문조사는 2020 년 10 월 12 일부터 11 월 2 일까지 3 주간 진행하였고, 설문 결과 응답 인원은 425 명으로 56.6%가 회수되었으며, 이 중 1 개의 점수로 응답한 불성실 응답 결과 37 명(8.7%)을 제외하였고, 유효 표본은 총 388 명(51.7%)으로 확정하였다. 각 직업의 평균 응답인원은 15.52 명이며, 최소 응답 인원은 7 명이고, 최대 응답 인원은 30 명이었다. 30 명 미만인

¹³ 설문지 예시 : 부록 B 참조

¹⁴ 설문 대상 부대는 군사보안 관계로 명시하지 않음

표본 직업의 경우, 소수 표본의 한계를 보완하기 위해 머신러닝 분석방법에서 활용이 가능한 오버샘플링 기법 중 SMOTE 방법을 활용하였다.¹⁵

각 직업별 설문조사 응답 현황은 [그림 1]과 같다.

¹⁵ SMOTE(Synthetic Minority Oversampling Technique) : 소수 데이터를 보간하여 소수 인스턴스를 합성하여 오버샘플링하는 기법(이규남 등. 2019)

[그림 1] 설문조사 응답 현황



3.4 연구 방법

본 연구에서는 공군 비행단 직업의 대체율을 추정하기 위해 선행 연구 방법을 최대한 동일하게 적용하였다. Frey & Osborne (2017)의 연구 방법과 해당 방법을 활용하여 국내 노동시장을 분석한 최연정(2019)의 연구 방법을 그대로 따라 수행하였다.

Frey & Osborne 은 베이지안 로지스틱 모형의 종류인 머신러닝 방법의 가우시안 프로세스 분류기(Gaussian Process Classifier)¹⁶를 이용하였다. 가우시안 프로세스 분류기를 활용하여 Frey & Osborne 은 직업에 필요한 능력과 지식을 통해 해당 직업의 컴퓨터화 대체율을 객관적으로 분석하였다. 기존의 선행 연구에서 활용한 O*NET 의 직무기술서, 직무 등을 통한 분석은 연구자의 주관이 개입될 여지가 있었고, O*NET 에서 조사된 변수의 객관적인 순위를 통한 분석 방법은 O*NET 의 조사가 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석하기 위한 목적으로 시행된 것이 아니기 때문에 변수의 신뢰성 문제가 존재하였다. 따라서, Frey & Osborne 은 두가지 방법을 융합하여, 전문가 집단의 표지직업 선정과 전문가 집단에서 정한, O*NET 에서 조사된 자료 중 컴퓨터화에 영향을 미치는 9 가지 변수를 통하여 머신 러닝 분석방법을 활용하여 분석의 객관성을 높였다.(Frey & Osborne. 2017)

Frey & Osborne(2017)은 미국 O*NET 데이터 중 9 개의 컴퓨터 장애요인 변수를 독립 변수로 활용하여 옥스포드 워크숍 결과로 정한 70 개의

¹⁶ 가우시안 프로세스 분류기는 로지스틱 회귀와 동일하나, 공분산함수를 활용하여 해당 분석간의 관계를 로지스틱 회귀보다 일관적으로 설명이 가능(Rasmussen. 2006)

직업 표지(1 또는 0)를 종속 변수로 활용하여 표지직업의 정보를 지도학습하여 전체 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하였다. 해당 모형을 도출하기 위해 3 가지 모델(linear, Exponentiated Quadratic, Rational Quadratic)의 공분산 함수를 활용하여 모델별 적합도를 검정하였고, Exponentiated Quadratic 모델의 적합도가 가장 높게 추정되었다.

해당 모형을 활용하여 지도학습 모델의 추정에 포함되지 않은 직업과 표지직업 전체의 9 개 독립 변수 데이터를 대입하여 직업별 컴퓨터화 대체율 계산하였다. 이 확률은 각 직업이 1 의 표지를 받을 확률로 1 에 가까운 값을 가지는 직업의 경우 향후 해당 직업의 컴퓨터화 대체 가능성이 높은 것을 의미한다.

분석 방법을 요약하면, 1 또는 0 으로 표지된 직업을 이용하여, 종속변수와 독립변수 관계를 추정하는 지도학습을 수행하였고, 이후 표지 되지 않은 직업과 표지된 직업 전체의 독립변수 값을 해당 지도학습 함수에 대입하여 전체 직업별 컴퓨터화 대체율의 가능성을 계산하였다.

최연정(2019)의 연구에서는 Frey & Osborne (2017)과 동일한 연구 방법을 활용하였으나, 선행 연구의 표지직업 정보가 국내 노동시장의 특수성을 예측하는 지도학습 자료로 활용되는 것에 대한 적합도가 낮게 분석되어, 이를 보완하기 위해 국내 자체 표지 직업을 설정하였고, 국내 연구보고서 자료를 활용하여 별도로 80 개 직업을 선정하였다.

별도의 표지직업 80 개를 선정하기 위해서, 정량적 연구를 한 연구보고서는 제외하고, 고용노동부, 한국고용정보원(2017) ‘2017 직업전망’, 박가열

등(2016) '2030 미래직업', 김한준 등(2017) '4 차 산업혁명 시대의 신직업', KPMG 보고서들을 분석하였고. 적어도 2 개 이상의 보고서에서 같은 직업에 대해 컴퓨터화 대체 확실 여부를 전망한 직업을 선정하였다.

본 연구에서는 국내 노동시장의 특성을 반영한 최신 자료인 최연정(2019)의 표지직업 80 개 정보를 활용하여, 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석하였다. 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석하기 위해 공군 자체 표지직업 정보를 사용하기에는 비행단 내 직업이 25 개에 불과하였고, 25 개 직업의 컴퓨터화 대체의 확실시 여부 또한 공군 내 직업에 대해 분석한 선행 연구가 존재하지 않아 표지 정보를 선정하는 것에는 연구자의 주관의 개입될 우려가 존재하였다.

국내 노동시장의 특성을 반영한 최연정(2019)의 표지직업 정보를 활용하여 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 명확히 추정하는 것에는 한계가 있다고 볼 수 있으며, 향후 공군 전체의 직업을 분석하는 연구를 통해 공군 자체의 표지직업을 선정하여 분석하는 연구 방법이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 국내 노동시장의 특성을 고려한 최연정(2019)의 80 개 표지 직업 정보와 적합도가 가장 높은 것으로 분석된 Rational Quadratic(이하 RQ) 모델을 적용하고, 가우시안 프로세스 분류기로 각 직업별 컴퓨터화 대체율을 추정하였다.

본 연구에서 독립변수와 종속변수는 각 직업별로 9 가지 능력수준 변수와 해당 직업의 1 또는 0 의 표지직업 정보로 구성된다. 선행 연구를 활용하여 정한 80 개 직업의 표지정보와 해당 직업의 독립변수 값을 활용하여 지도학습

모형을 추정하고, 그 결과를 활용하여 전체 직업의 능력수준을 적용하여 각 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하였다.

직업별 기술 대체 확률 여부에 대한 표지 y 를 1 또는 0 으로 부여하고, 해당 직업의 능력수준 변수를 X 로 하여 Test datum $\mathcal{D} = (X, y)$ 를 설정하고, RQ 모델을 적용하여 표지(y)와 능력수준 변수(X) 간의 관계를 추정한 후. 이를 통해 표지가 없는 직업의 능력수준 변수(X_*)가 입력되면 해당 직업의 표지(y_*)가 1 일 확률을 가질 가능성을 계산하였다. 연구방법은 아래의 상자에 정리하였다.

* 최연정. 2019.

\mathcal{D} (선행 연구의 표지 직업 80개) = $(X_{9 \times 80}, y_{9 \times 80})$ 이용
 $X_{9 \times 80}$,를 기준으로 $y_{9 \times 80} = 1$ 일 확률을 계산하는 잠재함수 $f(X)$ 를 추정

$$p(y_* = 1 | f(X_*)) = \sigma(f(X_*)) = \frac{1}{1 + \exp(-f(X_*))}$$

(1) Prior : X 의 값에 가능한 함수값 $f(X)$ 의 분포가 가우시안이라 가정
 Mean = 0
 Covariance. Rational Quadratic = $\{1 + \frac{1}{1\alpha l^2} (X_i - X_j)^T (X_i - X_j)\}^{-\alpha}$

(2) Likelihood : Logistic

(3) Posterior : X (설문조사 결과인 25개 직업의 9개 변수 값)

(4) Prediction : 각 직업별 컴퓨터화 대체율

선행연구의 방법론에 따라 베이지안 추론을 진행하며, 사전분포를 가우시안 분포로 가정하였다. 다변수 가우시안 분포는 평균과 공분산으로 결정되기 때문에 평균을 0 으로 하고, 공분산함수를 비선형(Cov.RQ)로 가정하여

지도학습 모형을 추정하였고, 분류의 문제로 로지스틱 함수를 가능도 함수로 활용하고, 사후 분포가 정규분포를 따르지 않으므로 라플라스 근사(Laplace approximation) 방법을 사용하여 정규분포로 근사하는 과정을 수행하였다. (최연정. 2019)

연구방법의 실행은 최연정(2019)의 연구와 동일하게 Python 의 기계학습 패키지인 Scikit-learn 을 활용하였다.

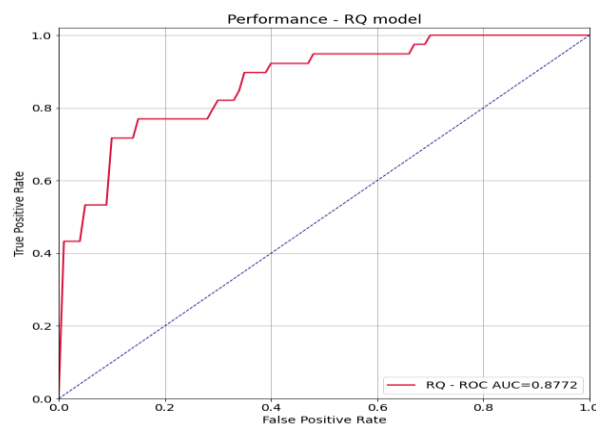
4. 연구 결과

4.1 선행 연구 데이터 분석 결과

선행 연구(최연정, 2019) 표지 직업 데이터를 활용하여 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율 분석을 하기 위해, 먼저, 선행 연구 데이터를 활용한 모형의 적합도를 판단하였다. 선행 연구에서 3 가지 모형 중에서 AUC 점수가 가장 높게 측정된 모형은 RQ 공분산 함수를 활용한 모형이 0.8870 으로 가장 우수하여 선행 연구 분석에 사용되었다.

본 연구에서 동일한 표지직업 데이터와 RQ 모델로 AUC 적합도를 분석한 결과 [그림 2]와 같이 0.8872 로 추정되었다. 선행 연구 모형의 적합도와 0.0002 의 차이가 발생하였고, 80 개 표지 직업의 독립변수 값의 차이로 추정되며, 독립변수 값의 차이는 자료 조사 시기의 차이로 인한 것으로 판단된다.

[그림 2] 선행연구 데이터 ROC 곡선 및 AUC 점수



최연정(2019) 연구에서 사용한 한국직업정보시스템(KNOW) 자료는 2017년 12월 20일이며, 본 연구에서 활용한 한국직업정보시스템(KNOW) 자료는 2020년 9월 11일로 약 3년의 차이가 발생하였다. 해당 기간 동안 한국고용정보원에서는 총 2번의 후속 자료조사를 시행하여 업데이트 하여(최기성 등. 2018; 최기성 등. 2019), 적합도 점수의 차이는 자료 조사 시기의 차이에 따른 결과이며, 선행 연구 대비 적합도 점수도 상대적으로 더 높게 추정되었기 때문에 해당 모형의 신뢰도는 높은 것으로 판단된다.

따라서, 선행 연구 데이터와 RQ 모형을 활용한 모형을 통하여 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하는 것은 가능한 것으로 판단되었으며, 공군 자체 설문조사 결과인 독립변수 자료를 활용하여 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하였다.

4.2 공군 비행단 직업 대체율 분석 결과

공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율 추정 결과, 고위험 직업은 [표 5]와 같이 추정되었다.¹⁷

¹⁷ 공군 비행단 25개 직업 컴퓨터화 대체율 : 부록 C 참조

[표 5] 공군 비행단 컴퓨터화 대체 고위험 직업

순위	고위험 직업	대체율	선행연구 대체율
25	항공기 정비원	0.7185	0.6342
24	항공기 조종사	0.7057	0.6319
23	통신장비 기사	0.6876	0.7881

공군 비행단 직업 중 고위험군 직업은 대체로 선행 연구의 결과와 유사한 수준으로 분석되었다. 민간 사회의 직업과 유사하게 공군 비행단 내 정비와 기사 관련 직업의 경우 컴퓨터화 대체율이 높은 것은 이러한 직군이 향후 기술대체 위험에 가장 영향을 받게 될 것으로 예상할 수 있었다. 특히, 항공기 조종사 직업의 경우 공군 비행단 내에서 직무의 특성상 전원 장교로 구성되어 있기 때문에, 본 연구의 분석에서 제외한 병사가 해당 직업에 차지하는 비율은 거의 없다고 볼 수 있다. 따라서, 항공기 조종사 직업은 공군 비행단 내 다른 직업 대비 컴퓨터화 대체율을 가장 현실적으로 추정한 결과라고 할 수 있다.

공군 비행단 내 컴퓨터화 대체 저위험인 직업은 [표 6]과 같이 추정되었다.

[표 6] 공군 비행단 컴퓨터화 대체 저위험 직업

순위	고위험 직업	대체율	선행연구 대체율
1	소방관	0.1921	0.6593
2	경찰관	0.1970	0.3279
4	일반 비서	0.2291	0.2304
7	항공교통 관제사	0.2952	0.3685
10	광고·홍보·마케팅 사무원	0.3066	0.2255
11	인사·교육·훈련 사무원	0.3629	0.5698

저위험군 직업의 경우 일반비서, 광고·홍보·마케팅 사무원, 항공교통 관제사는 민간 사회의 직업과 유사한 결과로 분석되었다. 특히, 항공교통 관제사의 경우 직업의 특성상 항공안전법에 따라 민간 항공교통 관제사, 국토교통부 소속의 항공교통 관제사, 공군 소속의 항공교통 관제사의 직무가 동일하게 수행되기 때문에 선행 연구의 컴퓨터화 대체율과 크게 다르지 않은 것으로 판단된다.

그러나, 소방관, 인사·교육·훈련 사무원은 다른 저위험군 직업은 선행 연구결과와 다소 차이가 발생한다. 그 이유는 국내 민간 노동시장 직업과 공군 비행단에 속한 직업이 서로 다른 직무를 수행하고 있는 것으로 분석된다. 특히, 공군 비행단은 조직 특성상, 민간 직업과 동일한 직업의 명칭으로 분류된다고 할지라도 상대적으로 소수 직책으로 편성된다. 현재 공군 비행단은 항공작전을 중심으로 운영되기 때문에 인력 편제가 항공기 정비원, 항공기 조종사 위주로 구성되어 있다. 항공기 정비원, 항공기 조종사를

제외한 기타 직업의 편제는 직업별로 5~10 개의 소수 직책으로 편성되어 있다. 따라서, 공군 비행단 내 직업은 자체 고유의 직무 뿐만 아니라 1 인이 다양한 직무를 수행해야 하는 점이 반영되었다고 판단된다. 예를 들어, 공군 비행단의 소방관 역할은 민간 소방관이 수행하지 않는 공군 고유의 특수 임무를 수행한다. 또한, 민간 소방관의 경우 화재대응팀, 제독팀 등 소방관의 역할이 구분되어 있으나, 공군의 경우는 1 인이 다양한 직무를 동시에 수행해야 하는 차이를 보인다.

4.3 선행 연구 결과와 비교

선행 연구(최연정, 2019)는 군인 직업을 임무의 특성에 따라 공군/해군/육군으로 구분하고, 신분별 특성에 따라 영관장교 이상/위관장교/부사관 구분하여 총 9 개의 직업으로 나누어 컴퓨터화 대체율을 추정하였다. 이러한 구분은 한국직업정보시스템(KNOW)의 분류체계를 따른 것으로 각 직업별 컴퓨터화 대체율은 다음의 [표 7]와 같다.

[표 7] 선행연구(최연정, 2019) 군인 직업 컴퓨터화 대체율

구분		영관장교 이상	위관장교	부사관	평균
대	공군	0.2501	0.5130	0.6559	0.4730
	해군	0.2510	0.5083	0.6893	0.4828
을	육군	0.2501	0.4819	0.6941	0.4753

선행 연구에서 공군 직업의 평균 컴퓨터화 대체율은 0.4730 으로 분석되었다. 본 연구에서 공군 비행단 내 25 개 직업의 평균 컴퓨터화 대체율은 0.4322 로 선행연구의 결과와의 차이는 0.0408 로 근소하며, 이는 선행 연구의 결과를 뒷받침 한다고 볼 수 있다.

또한, 본 연구의 분석 결과인 공군 비행단 내 직업 24 개와 매칭되는 민간 직업 24 개의 컴퓨터화 대체율 차이를 살펴보면,¹⁸ 공군 비행단 내 직업의 평균 컴퓨터화 대체율은 0.4308 이며, 이와 매칭되는 민간 직업 24 개의 평균 컴퓨터화 대체율은 0.5373 으로 공군 비행단 내 직업의 평균 컴퓨터화 대체율이 민간 직업의 평균 대비 0.1065 낮게 추정되는 것을 알 수 있다. 이는 공공기관은 민간 직업 대비 직무의 숙련 수준이 높으며, 비정형화 직무가 다수 수행되는 특성을 가지는 문명재 등(2019)의 선행 연구 결과를 입증하는 것으로 볼 수 있다.

공군을 포함한 공공기관은 조직의 특성상 민간부문 대비 외부환경 변화에 민첩하게 대응하기 어려우며, 규제 등으로 인해 조직 구성, 인력 변화, 제도 개선 등이 유연하지 못한 구조적인 한계를 가지고 있다. 공공기관의 이러한 구조적인 한계가 4 차 산업혁명으로 인한 조직 내 직업의 변화 흐름에 악영향을 미칠 수 있는 가능성이 존재한다. 따라서, 4 차 산업혁명으로 인한 변화에 대응하기 위해 공군의 규제 방식 정책 전환이 필요하다고 판단된다.

기존의 공군 규제 정책은 원칙적으로 금지하고 예외는 허용하는 포지티브 규제 방식을 운영하고 있으나, 금지영역만을 특정하는 네거티브 규제

¹⁸ 24 개 직업으로 평균을 산출한 것은 선행 연구(최연정, 2019) 직업에서 1 개의 직업(시설·특수 경비원)에 대한 컴퓨터화 대체율이 제외되어 있었음

방식으로 전환하여, 민간 부문에서 적용된 제도와 신기술 등을 적극적으로 적용하고, 규제개선 체감도를 개선하여야 한다.(김근혜, 2017) 이를 위해서는 공군 조직 자체의 노력으로는 한계가 있으며, 민/관/군이 협력하여 추진되어야 한다고 판단된다.

본 연구에서는 비행단의 관리직 장교와 병사 직책을 제외하고 직업별 컴퓨터화 대체율을 추정하였기 때문에, 본 연구에서 추정한 컴퓨터화 대체율이 공군 비행단 내 모든 직업을 분석하였다고 보는 것에는 한계가 있다. 또한, 분석 대상에 포함된 직업의 경우라고 할지라도 직업별로 병사 직책이 일부 포함되기 때문에 병사를 분석 대상에서 제외한 컴퓨터화 대체율 추정은 비행단 각 직업별로 민간 직업 대비 일부 낮게 추정되었을 가능성이 존재한다.

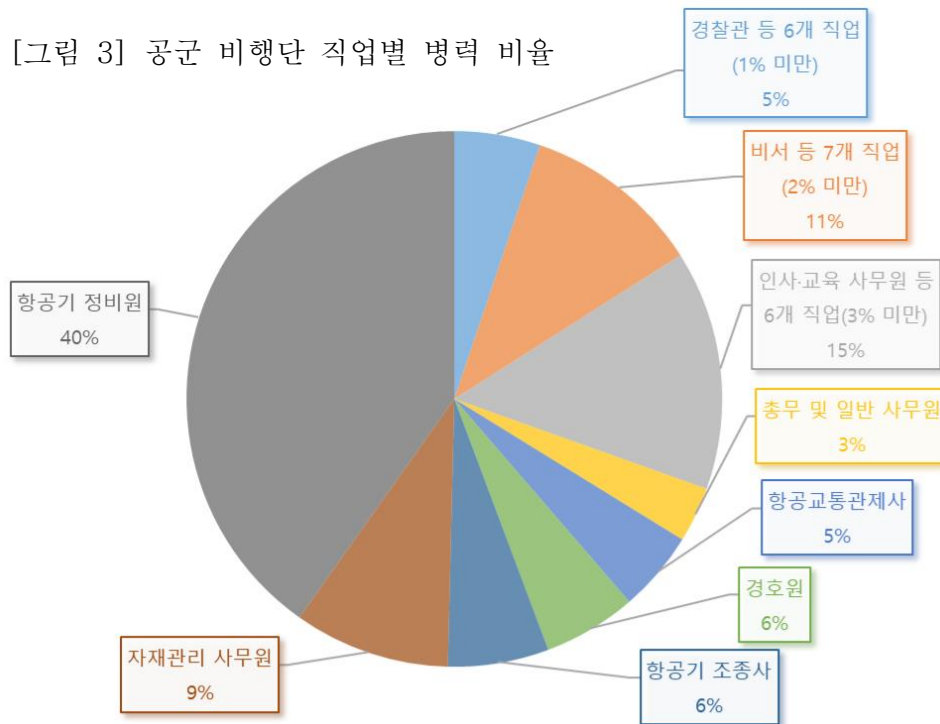
4.4 공군 비행단 병력 구성 비율

4.4.1 직업별 병력 구성 비율

공군 비행단 직업별 병력 구성은 [그림 3]과 같다.

고위험군인 항공기 정비원, 항공기 조종사가 전체 비율의 46%를 차지하여, 비행단 내 약 절반에 가까운 인원이 4 차 산업혁명의 변화로 인해 컴퓨터로 대체될 가능성이 높음을 보이고 있어 공군 비행단 내 다수의 인력이 컴퓨터로 대체될 것으로 전망된다. 그러나, 직업별로 기술적 대체율과 현실적 대체율을 동시에 고려해야 할 필요가 있다.

[그림 3] 공군 비행단 직업별 병력 비율



예를 들어, McKinsey 보고서(2018)에서는 향후 항공기 조종의 기능이 100% 오토 파일럿 기능으로 수행된다고 할지라도, 비상사태를 대비하여 한 명 이상의 조종사가 항공기에 탑승할 것으로 예상한다. 이와 같이 인력의 대체 여부와 관련해서는 기술적 대체율에 대한 판단에 추가하여 현실적으로 심리, 문화 등 다양한 환경을 고려한 현실적 대체율에 대한 판단이 추가로 필요한 것으로 판단된다.

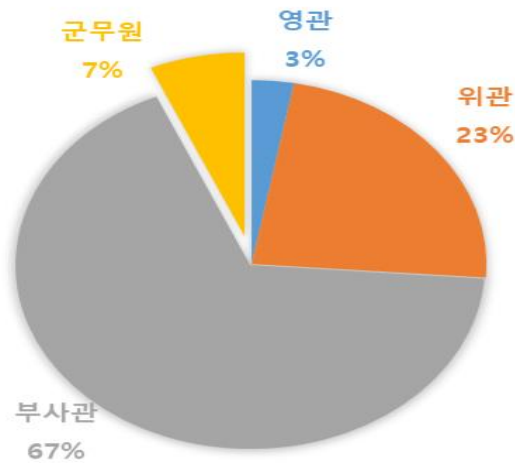
또한, 본 연구에서 활용한 비행단 직책별 NCS 자료는 평시 임무만을 고려하여 작성되었다. 국군은 국군 조직법 제 1 장 1 조에 따라 국방의 의무를 수행하기 위해 편성된 조직이며, 이를 수행하기 위해 군인은 평시 임무를 수행하면서 전시 임무를 준비하고, 유사시 전시 임무를 최우선으로 수행한다.

따라서, 군인 직업의 컴퓨터화 대체율을 분석하기 위해서는 전시 임무를 포함하여 분석하지 못한 것은 본 연구의 한계로 판단되나, 공군의 경우 항공작전임무의 특성상 평시 임무와 전시 임무가 크게 상이하지 않기 때문에 평시 임무를 기반으로 직업의 컴퓨터화 대체율 추정에 영향을 크게 미치지 않을 것으로 판단된다.

4.4.2 신분별 병력 구성 비율

본 연구의 분석 대상인 비행단 내 25 개 직업의 신분별 인원비율은 병사 인원을 제외한 경우 [그림 4]와 같이 현역이 93%(장교 26%, 부사관 67%), 군무원이 7%으로 구성되어 있다.

[그림 4] 공군 비행단 신분별 병력 비율(25 개 직업 대상)



현역은 군무원 대비 군사훈련 등의 양성교육 기간이 더 소요된다. 군무원의 경우 신규 채용 이후에 별도의 군사훈련은 시행하지 않고, 1 주의 공군 관련 이해를 위한 양성교육을 시행한다. 그러나, 부사관의 경우 부사관후보생 과정 11 주의 군사훈련 기간이 필요하며, 부사관학군단 과정의 경우 전문대학 학위과정인 2 년의 대학 교육과정과 병행하여 11 주의 군사훈련 기간이 필요하다. 장교의 경우 학사사관후보생 과정 12 주의 군사훈련 기간이 필요하며, 학군사관후보생 과정의 경우 대 4 년의 대학 교육과정 중 2 년의 군사지식과 동계/하계 방학 기간 중 군사훈련을 시행하고, 사관생도 과정의 경우 군사훈련을 포함한 대학 학위과정 4 년의 양성교육 기간이 필요하다.

따라서, 현역이 반드시 필요한 직위를 제외하고, 양성기간이 짧은 군무원을 활용한 인력 재조정이 효율적인 조직운영에 필수적이라고 할 수 있다.

단기적으로 항공기 정비원과 같은 고위험군 직업에 대해 현역의 비율을 최소화 하고 해당 직책을 군무원으로 대체하거나 외주를 주는 제도 수립이 필요하다. 이를 위해, 군에서 수행되는 직무 전체를 분석하여 수행 업무 중 외주가 가능하거나 전투근무지원 분야에 대해 군무원으로 전환이 가능한지 여부에 대한 판단이 필요하다.(백재욱 등. 2017)

특히, 현역의 경우 연령 정년이 타 조직 대비 짧지만, 인력 조정이 어려운 특성을 가지고 있기 때문에, 군무원으로의 직책 조정 또는 외주를 통해 상대적으로 공군 자체 인력 관리를 효율적으로 수행 할 수 있을 것으로 기대된다.

하지만, 항공기 조종사의 직업의 경우 해당 인력을 양성하기 위해서는 다른 직업 대비 장기간 소요되고, 작전임무의 특수성 등으로 인해 군무원으로의 인력 조정은 현실적으로 어려울 것으로 판단된다.

또한, 장기적으로는 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 고려하여 고위험군 직업의 인력을 다른 직업에 재배치하는 제도와 직업 전환에 따른 추가 교육 제도가 수립되어야 할 것으로 분석된다. 예를 들어, 기존 항공기 정비원 등의 고위험군 직업의 인력을 저위험군 직업인 광고·홍보·마케팅 사무원 또는 항공교통 관제사 등의 직업으로 전환하는 등의 재배치 제도 수립이 필요하고, 이에 따라 전환된 직업의 직무를 수행할 수 있는 적절한 추가 직업교육과 관련된 교육 제도가 수립되어야 할 것으로 예상된다.

4.5 공군 비행단 직업 컴퓨터화 대체율과 직업교육

4.5.1. 공군 직업교육

이전 장에서 언급한 것과 같이 공군은 장교, 부사관, 병, 군무원의 신분으로 구성되어 있고, 각 신분에 따라 양성교육과 특기교육이 운영된다.

양성교육은 군 조직에서 필요한 기본 군사훈련과 각 군의 기초적인 이해를 목적으로 수행되는 과정이다. 특기교육은 계급과 직무 특성에 따라서 구분되어 운영되며, 각 특기에서 필요한 직무지식 등의 전반을 교육하고, 향후 자신의 직책에 관련된 지식을 습득하는 과정이기 때문에, 사회의 직업교육에 해당된다고 볼 수 있다. 공군의 특기교육은 신분별, 특기별로 해당 목적에 부합하는 교육과목과 기간을 별도로 구성하여 운영하고 있다.

특기의 종류는 장교의 경우 조종, 운항관제, 방공포병 등 총 17 개 특기¹⁹로 구분되며, 부사관 특기²⁰의 경우 장교의 특기를 기준으로 세부 직무에 따라 다양한 특기로 분류되고, 군무원과 병의 특기는 부사관 특기와 유사하게 편성되어 있다.

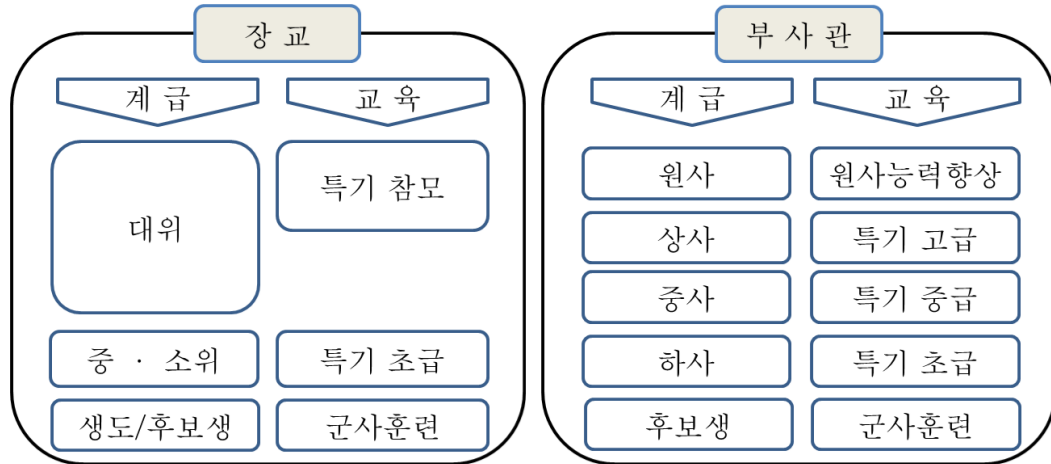
장교 및 부사관의 경우, 사관생도/학사사관후보생/부사관후보생 등 다양한 과정으로 입교/입단하여 각 과정별로 양성교육을 수료하고, 장교/부사관으로 임관하게 되면 특기초급 교육으로 입과하여 직업교육을 이수하고, 각자의 부대에 배치되어 임무를 수행하게 되고, 군무원의 경우 신규 채용 이후에 1 주의 공군 관련 이해를 위한 양성교육을 시행하고, 부사관 과정의 특기교육에 입과하여 해당 과정을 이수하고 배치된다.

특기 초급 교육과정을 이수한 이후의 직업교육은 진급 여부에 따라 계급별로 해당 교육을 이수하는 제도로 운영되고 있다. 각 계급별로 이수해야 하는 직업교육은 필수교육과정으로 운영되며, 교육과정 현황은 [그림 5]와 같다.

¹⁹ 공군 장교 특기 : 조종, 운항관제, 방공관제, 방공포병, 기상, 정보통신, 항공무기정비, 보급수송, 공병, 재정, 인사교육, 공보정훈, 정보, 군사경찰, 법무, 군중, 항공의무

²⁰ 공군 부사관 특기 : 항공관제, 항공운항, 공정통제, 항공통제, 단/중거리유도무기운용, 장거리유도무기운용, 항공구조, 항공안전, 기상예보, 항공장구정비, 장비물자보급관리, 항공운수, 수리부속보급관리, 소방구조, 재정, 인사교육, 공보정훈, 항공정보운영, 특수정보, 군사경찰, 법무, 항공기유압정비, 항공기지상장비정비, 항공기기체정비, 항공기기관정비, 항공기제작정비, 비파괴검사, 기계설비, 기상장비정비, 사이버·정보체계운용, 보안체계관리, 지상레이더체계정비, 광역전송체계정비, 무선통신체계정비, 전술항공통신체계정비, 유선통신체계정비, 항공통신항법장비정비, 항공전자전장비정비, 항공전산장비정비, 항공전자제어장비정비, 비행제어장비정비, 정밀측정장비정비, 항공기무기정비, 항공탄약정비, 방공유도무기발사정비, 방공유도무기레이더정비, 방공유도무기사격통제정비, 항공기전기정비, 전력설비, 수송운영, 공병건설, 화생방, 군악, 항공의무

[그림 5] 공군 신분별 교육과정 현황



과정 운영은 특기 초급에 경우 전 과정이 소집교육으로 운영되어, 경남 진주에 위치한 공군 교육사령부 예하의 각 특기학교에서 교육이 진행되며, 특기 초급 이후의 중급/고급 과정은 e-러닝과 소집교육을 병행하는 블렌디드 교육²¹으로 운영되며, e-러닝은 각자의 임무부대에서 수강하며, 소집교육은 특기 초급과정과 동일한 장소에 운영된다.

교육 기간은 계급과 특기의 직무에 따라서 구분되어 운영된다. 특기 초급과정은 각 특기별로 4~16 주로 운영되며, 중/고급 과정은 평균 4~5 주의 e-러닝 교육과 2~3 주의 소집 교육으로 운영된다.

과목 구성은 해당 직무에 필수적인 지식과 군인 및 군무원으로서 기본 소양에 해당하는 소양 과목으로 운영되며, 소양 과목은 통제과목이라는 명칭으로 국방부와 공군본부에서 지정하여 운영하고 그 현황은 [표 8]과 같다.

²¹ 블렌디드 러닝 (Blended learning) : 온라인과 오프라인 학습이 혼합된 학습(공군, 2020)

[표 8] 국방부/공군 직업교육 통제과목 현황

구 분	세부 과목
국방부	군사보안, 성폭력 예방교육, 갑질 예방교육, 군복무 및 진로 설계 등
공군본부	사이버 보안, 방첩교육, 자살예방교육, 범죄예방, 안전관리 등

4.5.2. 공군 직업별 컴퓨터화 대체율과 직업교육기간 관계

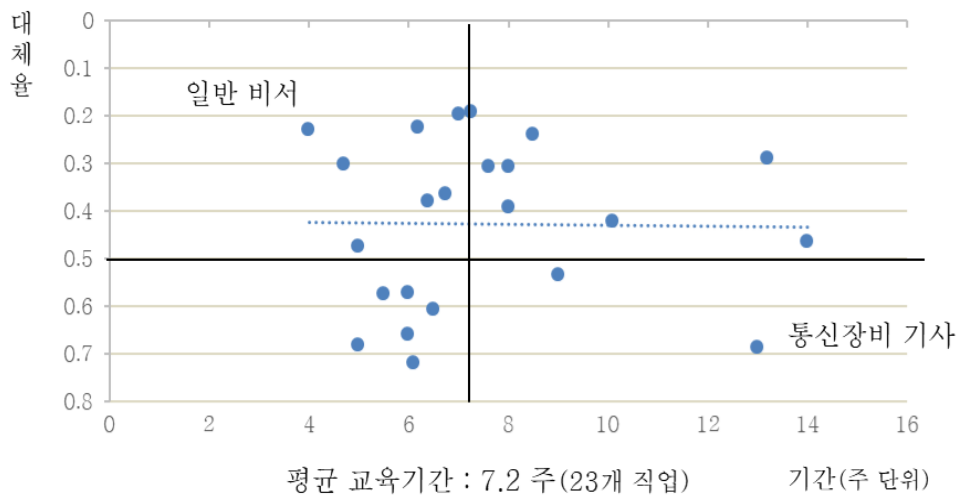
본 장에서는 공군 직업별 컴퓨터화 대체율과 직업교육기간과의 관계를 분석하였다. 해당 분석을 위해 각 직업별 직업교육기간은 하나의 직업에는 다양한 비행단 직책이 매칭되기 때문에 직책 별로 특기초급 교육기간을 산출하여 평균한 값을 해당 직업의 직업교육기간으로 산정하였다. 또한, 초임 계급 이후 특기 중급/고급 교육과정의 소집교육 기간은 대부분 2~3 주 과정으로 유사하기 때문에 본 연구에서는 직업교육 기간으로 반영하지 않았다.

공군 특기별 최단 교육은 인사교육 장교 특기초급과정으로 4 주 과정이며, 최장 교육은 공병건설 부사관 특기초급과정으로 15.2 주 이다. 항공기 조종사 직업교육과 항공교통 관제사 직업의 교육기간은 국가 인증 자격증 과정으로 해당 교육기간이 국토교통부 자격증 취득을 위한 법정 교육기간으로 정해져 있기 때문에 본 분석에서 해당 2 개 직업은 제외하였다.

공군 비행단 내 총 23 개 직업의 평균 교육기간은 7.2 주이며, 최단 과정은 일반 비서 직업교육으로 4 주이고, 최장 과정은 네트워크 엔지니어 직업교육으로 13.2 주이다.²²

각 직업별 교육기간과 컴퓨터화 대체율과의 관계를 [그림 6]과 같이 분석하였다.

[그림 6] 공군 직업별 컴퓨터화 대체율과 직업교육기간



통신장비 기사 직업인 전산 정비와 관련된 고위험군 직업의 교육기간이 비서, 광고·홍보·마케팅 사무원 등 저위험군 직업의 교육기간과 비교하여 상대적으로 장기간인 것으로 분석되었다.

향후 4 차 산업혁명으로 인한 인공지능, 로봇제어 등의 신기술 발달에 직접적으로 영향을 받을 통신장비 기사 등 정비와 관련된 고위험군 직업에 대해 적정 교육기간에 대한 재검토가 필요할 것으로 판단된다. 뿐만 아니라,

²² 각 직업별 직업교육기간 : 부록 D 참조

교육기간 재검토를 포함하여, 교육훈련 수준, 교육 방법, 강사 요건 등의 기존 직업교육과 차별화된 새로운 직업교육 운영이 필수적이라고 판단된다. (한국산업인력공단. 2018) 컴퓨터화의 영향을 직접적으로 받는 직업의 교육운영에 대해 교육 수준의 목표를 재정립하고, 공군에서 특기 중급/고급 과정의 블렌디드 러닝과 같은 다양한 교육방법으로 교육효과를 증대시키고, 4 차 산업혁명의 변화에 대응할 수 있는 새로운 과목을 지도하는 강사를 선발하는 등의 전반적인 직업교육 운영 방식의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

4.5.3. 공군 교육과정 과목 및 교관운영

공군 직업교육의 과목을 세부적으로 분석해 보면, 해당 직무와 관련된 직무지식교육 이외의 기본 소양 과목은 주로 사건과 사고 등을 예방하기 위한 목적의 과목을 편성하고 운영하는 것으로 판단된다. 사건과 사고 예방 이외의 인문학, 리더십 등의 소양 교육도 공군 자체적으로 운영하고 있지만, 직업교육 내 시간으로 편성되기 보다 직업교육 이후 각 임무 부대별 지휘관의 역량에 따라 계획하여 분기별 1 회의 특강 형식으로 운영하고 있다. 이러한 공군의 소양 교육과목 운영의 현실은 변화하는 시대의 환경 흐름을 이해할 수 있는 인력 양성에 적합하지 않은 것으로 판단된다.

현대사회는 스마트 지식정보사회로 모든 환경이 디지털화된 것이 특징이며, (최지원 등. 2019) 민간 사회에서는 이미 디지털 트랜스포메이션 등

변화하는 시대에 적응하기 위해서 직장인의 디지털 리터러시(Digital literacy)²³의 이해가 필수적인 역량으로 강조되고 있다.(박우성 등. 2020)

따라서, 공군도 이러한 변화에 대응하기 위해 공군 장교, 부사관, 군무원의 디지털 리터러시 역량 강화 교육을 직업교육 내에 반영하기 위해 직업교육 내 기본 소양과목으로 편성하여야 한다.

또한, 직업교육을 실제로 운영하는 각 특기학교의 교관들은 공군 내에서 해당 특기에 대한 직무지식이 뛰어난 경력자와 근무성적이 우수한 자원을 위주로 선발되고 있다. 공군에서는 우수한 교관을 선발하기 위해 교관으로 선발될 경우 진급에 가점이 부여되는 제도와 3 주 과정의 교관 보임전 교육을 별도로 시행하여 우수 교관을 선발하고 교육시키는 제도를 운영하고 있다. 이러한 제도 등을 통해서 우수한 교관이 보임되면 해당 특기직무와 관련된 지식과 노하우를 전수하는 것은 가능하지만, 디지털 리터러시 등과 같은 변화하는 시대에서 요구하는 필수 지식을 교육하는 것에는 부족할 수 밖에 없다.

현 제도 하에서 해당 교관을 활용하여 디지털 역량 강화할 수 있는 교육 운영을 하기 위해서는 별도의 과정 신설 또는 민간 교육과정 입과 등의 방법이 제한적으로 시행될 수 있으나, 현실적으로 전력 운영 상의 공백이 발생하기 때문에 실제 운영에는 어려움이 따를 수 있다. 또한, Bock(2015)는 디지털 역량 향상을 위한 교육은 현업 전문가와 디지털 역량 전문가와의 팀 구성을 통한 교육과정 운영이 더 효과적이라고 주장한다.

²³ 새로운 기술 장치 및 이와 연결된 정보 및 통신 네트워크를 활용하는데 필요한 지식과 스킬(Federal Ministry of Labour and Social Affairs, 2017)

따라서, 공군 장병의 디지털 역량 향상을 위해 공군 각 직업교육기관 내 디지털 역량 전문가를 군무원 교관으로 일부 선발하여, 공군 장병의 디지털 역량을 함양할 수 있도록 지원하는 교육정책의 수립이 필요하다고 판단된다.

5. 결 론

5.1. 요약 및 시사점

본 연구는 공군 비행단 내 직책을 민간 사회의 직업과 매칭하였고, 이를 통해 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율 추정을 통하여, 공공기관 직업이 민간 사회보다 컴퓨터화 대체율이 낮게 분석되는 사실을 실증하고자 하였다.

본 연구에서는 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하기 위해서, 공군 비행단 내 직책 자료를 기반으로 민간 사회의 직업과 매칭하는 작업을 수행하였고, 공군 비행단 내 다양한 직책은 민간 사회의 직업 25 개으로 매칭되었다. 직책과 직업의 매칭 이후 Frey & Osborne(2017)의 연구에서 활용한 연구 방법인 가우시안 프로세스 분류기를 사용하여 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하였다.

분석 결과, 공공기관인 공군의 최소 작전 수행 제대인 비행단을 대상으로 해당 조직을 구성하는 직업의 컴퓨터화 대체율로 공공기관 컴퓨터화 대체율은 민간 대비 0.1065 낮은 것을 확인할 수 있었다.

고위험군에 속하는 직업인 항공기 정비원, 항공기 조종사, 통신장비 기사의 경우 선행 연구의 민간 사회 직업의 컴퓨터화 대체율과 대체로 유사한 수준으로 분석되었고, 저위험군에 속하는 직업인 일반 비서와 항공교통 관제사의 경우도 민간 사회 직업의 컴퓨터화 대체율과 유사한 수준으로 분석되었다. 그러나, 소방관, 경찰관 등 저위험군에 속하는 대부분의 직업은 민간 직업의 컴퓨터화 대체율과 차이가 발생하였다. 차이가 발생하는

원인으로는 직업의 명칭은 같지만, 민간 사회 직업 대비 공군 비행단 내 직책은 소수이기 때문에 공군 고유의 임무 수행을 포함하여, 1 인이 다양한 직무를 수행하고 있기 때문인 것으로 분석되었다.

공군 비행단을 구성하고 있는 인력 비율은 직업별로 컴퓨터화 대체율이 높은 항공기 정비원과 항공기 조종사가 전체의 46%를 차지하고 있는 것으로 분석되었고, 이는 공군 비행단이 4 차 산업혁명의 영향을 직접적으로 받게 될 것이라는 것을 예상할 수 있어 직업간 인력 재배치가 필요할 것으로 분석되었다. 또한, 비행단 내 신분별 비율은 군무원이 전체의 7%를 차지하고 있고, 군무원 대비 상대적으로 양성기간이 긴 장교, 부사관의 편성 비율이 높은 것으로 분석되어, 군무원의 인력 비율을 상향하는 인력 재조정의 소요가 있을 것으로 분석되었다.

공군 비행단 직업별 컴퓨터화 대체율과 해당 직업의 교육기간과의 상관관계를 통해, 통신 장비기사 등 고위험군 직업의 교육기간이 일반비서, 광고·홍보·마케팅 사무원 등 저위험군 직업의 교육기간 대비 장기간으로 편성되어 있는 것으로 분석되었다. 뿐만 아니라, 현재 공군의 직업교육 과목 구성 중 기본 소양 교육은 사건/사고를 예방하기 위한 목적의 과목에 한하여 편성되어 있는 것을 확인할 수 있었고, 직업교육을 수행하는 교관 운영 부분에서도 실무경험만을 강조한 교관을 선발하여 운영하는 한계를 확인할 수 있었다.

이러한 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 공군 비행단 내 인력에 대한 재조정 및 재배치에 대한 검토가 필요하다. 공군은 공공기관으로 비정형적인 업무와 1 인이 다양한 업무를 수행하여 민간 직업 대비 컴퓨터화 대체율은 낮은 것으로 분석되나, 세부적으로 컴퓨터화 대체율을 살펴보면, 컴퓨터화 대체율이 높은 고위험군과 저위험군의 양상은 크게 다르지 않다. 이에 따라, 공군도 4 차 산업혁명 등의 기술 혁신의 변화에 대비하기 위해 현재 편성되어 있는 인력 구성의 재조정 및 재배치가 필요하다. 비행단 내 인력 구성은 전시 등의 임무를 고려하여 현역의 비중이 많은 부분을 차지하고 있지만, 상대적으로 군무원의 양성교육기간은 현역 대비 짧기 때문에 변화하는 시대의 흐름에 적응하기 위해 단기적으로 군무원의 비율을 상대적으로 상향하는 정책을 제언하고, 장기적으로는 항공기 정비원 등 고위험군에 속한 직업의 인력을 저위험군의 다른 직업으로 재배치하여 효율적인 인력운용의 필요성에 대한 소요를 제기한다.

둘째, 공군 규제 정책에 대한 재검토가 필요하다. 공공부문의 기술 환경 대응은 민간부문의 기술환경 대비 유연성이 낮기 때문에, 공군의 기술 변화 등과 관련한 규제 정책을 금지영역만을 특정하는 네거티브 규제 방식으로 전환하여, 민간 부문에서 적용된 제도와 신기술 등을 적극적으로 적용하고, 규제개선 체감도를 개선하여, 이러한 변화에 대한 신속한 대응을 통해 조직의 효율성 등을 강화할 수 있는 정책의 수립이 필요하다.

셋째, 공군 직업교육 운영에 대한 재검토가 필요하다. 공군 비행단 내 직업의 컴퓨터화 대체율과 직업교육기간의 관계를 보면, 통신장비 기사 등

고위험군의 직업의 교육기간이 기타 직업의 교육기간 대비 상대적으로 장기간으로 편성되고 있고, 교육과목과 교관운영은 사고예방과 실무경험을 중요시하는 교육을 중심으로 운영되고 있다.

기술 혁신 등의 변화에 따라 적정 직업교육의 기간과 직업교육 전반에 대한 재검토가 필요하고, 공군 장병의 디지털 리터러시 역량 강화를 위해 사고예방 등의 사고 방지 중심의 교육보다 4 차 산업혁명의 영향을 대비할 수 있는 과목의 운영이 필요하며, 이러한 과목을 운영할 수 있는 디지털 전문가를 선발하여 직업교육기관에 배치하는 것이 필요하다.

5.2 한계점 및 향후 연구방향

본 연구는 군사 자료를 기반으로 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정하는 연구를 진행하였다. 따라서, 군사보안적인 측면에서 데이터 수집에 있어 근본적인 한계를 갖고 있다고 할 수 있다.

군은 국가 안보를 위해 전쟁 발생시 임무를 수행한다. 이를 위해 군인의 임무는 평시의 임무와 전시의 임무로 나누어져 있고, 전시 임무를 수행하기 위해 평시에 관련 임무를 수행한다. 전시 임무는 군사보안자료로 관리하기 때문에 본 연구에서 전시 임무에 대한 자료를 확보하여 분석하는 것에 대해 한계가 있었다. 따라서 본 연구에서 분석한 공군 비행단 내 직책은 비행단 내에서 수행되는 모든 임무에 대해 분석하는 것은 제한되었다.

또한, 비행단의 모든 직책을 대상으로 하는 분석이 제한되었다. 본 연구의 분석 자료는 관리직 장교와 병사 직책에 대한 내용이 제외되어 있었기 때문에

공군 비행단 전체 직업에 대한 컴퓨터화 대체율을 추정하였다고 보기는 어려운 한계를 가진다. 공군 비행단 내 직업을 구성하는 신분은 장교, 부사관, 군무원, 병 총 4 개의 신분 구성되어 있다. 항공기 조종사의 경우 전원 장교로 구성되어 있기 때문에 해당 직업의 컴퓨터화 대체율을 장교를 대상으로 조사하면 해당 직업의 컴퓨터화 대체율을 추정할 수 있다. 그러나, 소방관, 자재관리 사무원, 경호원 등은 병사가 해당 직업에 포함되기 때문에 병사의 분석 대상 제외 여부가 해당 직업의 컴퓨터화 대체율의 추정에 영향을 미쳤을 가능성이 존재한다.

마지막으로, 본 연구에서 활용한 표지직업은 국내 노동시장의 일자리 변화를 예측하기 위해 사용된 선행 연구 자료를 그대로 적용하였다. 공군 자체 표지직업 선정은 공군 조직의 특성을 반영하는 연구 방법이나, 공군 비행단 내 직업이 소수이고, 공군 직업에 대한 컴퓨터화 대체 확실히 여부를 판단한 선행 연구 등의 부족으로 본 연구에서 공군 자체 표지직업을 선정하지 못하였다. 따라서, 본 연구의 공군 비행단 직업의 컴퓨터화 대체율이 공군의 특성을 전부 반영한 결과로 보기에는 그 한계가 있다고 할 수 있다.

후속 연구에서는 이러한 측면을 반영한 추가적인 연구가 이루어질 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 국회미래연구원(2019). 미래의 급격한 기술발전과 공공서비스 패러다임. 국회미래연구원.
- 공군(2020). 공군 2020 년도 학교교육계획서. 공군본부
- 김근혜(2017). 제 4 차 산업혁명에 대응하기 위한 정부의 규제 방식 전환에 관한 연구. *한국지역정보학회지*, 20(3), 59-88.
- 김남주(2015). 중숙련 (middle-skill) 일자리의 감소가 고용 없는 경기회복에 미치는 영향에 관한 연구. *노동경제논집*, 38(3), 53-95.
- 김세움(2015), 기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응, 한국노동연구원.
- 김한준(2003). 직업정보시스템 구축을 위한 직업능력측정기준 개발. 중앙고용정보원.
- 문명재, 황창호, 윤창근 등(2019). 미래 신기술 도입에 따른 정부인력 운용방안 용역 연구 최종보고서. 연세대학교 산학협력단.
- 박가열, 강경균, 김동규 등(2016), 2030 미래 직업세계 연구(II), 한국고용정보원.
- 박우성, 양재완(2020). 인공지능 시대의 지속 가능한 인재관리 전략. *Korea Business Review*, 24. 189-209.
- 박좌룡(2007). 전투력 향상을 위한 공군 조종인력 관리체계에 관한 연구. *한국혁신학회지*, 2(2), 48-63.

- 백재옥, 정희원(2017). 국방분야 민간인력 활용 방향. *국방정책연구*, 33(3), 141-169.
- 오호영, 주휘정, 최대선(2016). 직업의 미래와 인적자원개발 전략. 한국직업능력개발원.
- 이규남, 임종태, 북경수, 유재수(2019). 머신러닝을 위한 불균형 데이터 처리 방법: 샘플링을 위주로. *한국콘텐츠학회논문지*. 19(11). 567-577.
- 이원태, 김정언, 이시직 등(2016). 제 4 차 산업혁명 시대의 ICT 법제 주요 현안 및 대응방안. 한국법제연구원.
- 이상호(2010). 한국 공군의 현 위상 및 향후 전력건설 방향. *정치정보연구*, 13(2), 117-136.
- 이시균, 정재현, 김수현 등(2017). 기술혁신을 반영한 중장기 인력수요 전망 (2016-2030), 한국고용정보원.
- 이학기, 이경남, 김수현(2018). 기술 발전으로 인한 업무 자동화의 일자리 대체 가능성 추정 및 정책 방안 연구. 정보통신정책연구원.
- 최기성, 이은수(2019). 2018 한국의 직업정보 -2018 KNOW 연구보고서-. 한국고용정보원.
- 최기성, 이은수(2018). 2017 한국의 직업정보 -2017 KNOW 연구보고서-. 한국고용정보원.
- 최지원, 이희수(2019). HR 담당자의 직무특성이 혁신행동에 미치는 영향과 디지털 리터러시의 매개효과 검증. *대한경영학회지*, 32(7), 1219-1246.

- 최연정(2019). 컴퓨터에 의한 직업별 고용 대체 가능성 비교: 한국직업정보시스템 자료를 활용한 실증분석. 서울대학교 석사학위논문.
- 최창욱(2015), 컴퓨터 기술진보와 미래 일자리 변화, *SPRI 이슈리포트*, 소프트웨어정책연구소.
- 한국고용정보원(2015). 2014 한국직업정보시스템 재직자조사 기초분석보고서. 한국고용정보원.
- 한국산업인력공단(2018). 4 차 산업혁명 대비 주요국 동향과 직업능력개발 훈련의 방향. 한국산업인력공단.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003), The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333.
- Autor, D., Dorn, D. (2013). The Growth of Low Skill Service Jobs and The Polarization of The US Labor Market, *American Economic Review*, 103(5), 1553–97.
- Arntz, Gregory, & Zierahn. (2017). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*
- Brzeski, C. and I. Burk. (2015). Die Roboter Kommen. Folgen der Automatisierung Furden den Deutschen Arbeitsmarkt *INGDiBa Economic Research*, 30..

- Bowles, J. (2014). *The Computerization of European Jobs*, *Bruegel*, Brussels.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in A Time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Company.
- Bock, L. (2015). *Work Rules: Insights from Inside Google That Will Transform How You Will Live and Lead*, *Grand Central Publishing*.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- Federal Ministry of Labour and Social Affairs (2017), White Paper: Work 4.0.
- Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., & Sanghvi, S. (2017). *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in A Time of Automation*. McKinsey Global Institute
- MGI, (2013). *Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business, and the Global Economy*. San Francisco, CA: McKinsey Global Institute.
- Pajarinen, M., & Rouvinen, P. (2014). Computerization Threatens One Third of Finnish Employment. *Etla Brief*, 22(13.1).

Williams, C. K., & Rasmussen, C. E. (2006). Gaussian Processes for Machine Learning. 2(3). MIT press.

Schwab, K, & Sala-i-Martin, X. (2016). The Global Competitiveness Report 2013-2014: Full Data Edition. World Economic Forum.

World Economic Forum. (2016). The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for The Fourth Industrial Revolution. In Global Challenge Insight Report. Geneva: World Economic Forum.

NCS 란[국가직무능력 표준], 2020. 12. 26. 접속,

<https://www.ncs.go.kr/th01/TH-102-001-01.scdo>

NCS-한국고용직업분류(KECO) 연계표[국가직무능력표준], 2020.12.26

접속,https://ncs.go.kr/education/ph08/bbs_lib_view.do?libDstinCd=01&libSeq=20200304092139724

2013년 기준 한국직업정보 784개 직업의 분류코드와 KECO 분류와의

연계표[워크넷], 2020.12.26. 접속,

<https://www.work.go.kr/constJobCarpa/jobData/retrieveReseReportDt1.do?pageIndex=1&pageUnit=10&startDt=&endDt=&searchText=KECO&boardNo=11&writeNo=2244>

부록 A ... 선행 연구(최연정, 2019) 표지 직업 현황

직업	표지	직업	표지
RFID 시스템개발자	0	매포원 및 복권판매원	1
간병인	0	목사	0
간호사	0	물리치료사	0
건설 및 광업 단순 종사원	1	방사선과의사	1
건축 도장공	1	방사선사	0
경비원	1	번역가	1
과수작물재배자	1	법률관련사무원(법무 및 특허사무원)	1
과실 및 채소 관련 기계 조작원	1	빅데이터전문가(SNS 분석가)	0
교무(원불교)	0	사무보조원	1
금속공작기계조작원	1	사회복지사	0
금형원	1	상담전문가	0
기계공학기술자	0	생명정보학자	0
기록물관리사	1	속기사	1
기업고위임원	0	수의사	0
나노공학기술자	0	시스템소프트웨어개발자(프로그래머)	0
낙농업관련종사원	1	신부	0
네트워크프로그래머	0	수녀	0
농림어업관련 단순 종사원	1	승려	0
대형트럭운전원	1	신호원 및 수송원	1
데이터베이스개발자	0	로봇공학기술자	0

직업	표지	직업	표지
도장기조작원	1	치과기공사	1
응급구조사	0	치과의사	0
응용소프트웨어개발자	0	컴퓨터 보안 전문가	0
의무기록사	1	컴퓨터 하드웨어 기술자 (및 연구원)	0
인적자원전문가	0	컴퓨터프로그래머	0
임상심리사	0	택배원	1
자동조립라인 및 산업용 로봇 조작원	1	텔레마케터(전화통신판매원)	1
자동차 조립원	1	통신기술개발자	0
재료공학기술자	0	패스트푸드원	1
전기 부품 및 제품제조 기계 조작원	1	포장원	1
전기·전자 부품 및 제품 조립원	1	하역 및 적재(단순)종사원	1
전기계측제어기술자	0	호스피스전문간호사	0
정신과의사	0	청소년지도사	0
정신보건사회복지사	0	청원경찰	1
조사자료처리원	1	총무 및 인사관리자	0
주차관리원 및 안내원	1	출납창구사무원	1
가상(증강)현실전문가	0	안내 및 접수사무원	1
창업컨설턴트	0	용접원	1
채소작물재배자	1	웹프로그래머	0
매장계산원 및 요금정산원	1	육류·어패류 및 낙농품 가공기계 조작원	1

부록 B ... 공군 비행단 대상 설문지(예시)

직책별 능력/업무환경/지식 수준(평시 임무 기준): 9개 문항

예시의 수준을 참고하여, 귀하의 직책에서 요구하는 능력/업무환경/지식의 수준을 객관적으로 선택하여 주시기 바랍니다.

(능력/업무환경/지식 1) 귀하의 직책에 필요한 [사람 파악] 능력은 어느 수준입니까? *

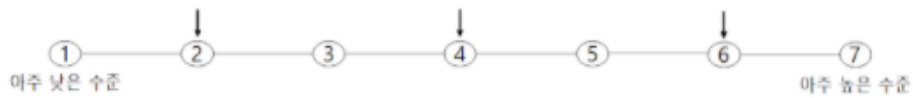
사람 파악: 타인의 반응을 파악하고 왜 그렇게 행동하는지 이해

* 하단의 예시를 참고, 현재 직책에서의 [사람 파악] 능력 수준을 체크하여 주십시오.

유관부서 담당자가 업무 협조
에로 인해 불만을 가지고
있는 것을 알아챈다

한 사람의 진급이 나머지
동료에게 어떤 영향을 미칠지
인식한다

심각한 우울증 부대원
(또는 동료)을 상담한다



귀하의 직책에 [사람 파악] 능력 수준이 필요하지 않은 경우: 「0」 선택

	0	1	2	3	4	5	6	7
해당 사항 없음	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

부록 C ... 공군 비행단 직업별 컴퓨터화 대체율 결과표

직업	순위	대체율
소방관	1	0.1921
경찰관	2	0.1970
위험관리원	3	0.2247
일반 비서	4	0.2291
도로운송 사무원	5	0.2377
네트워크 엔지니어	6	0.2884
항공교통관제사	7	0.2952
산업안전원	8	0.3000
항공운송 사무원	9	0.3065
광고·홍보·마케팅 사무원	10	0.3066
인사·교육·훈련 사무원	11	0.3629
천문 및 기상학연구원	12	0.3777
비파괴 검사원	13	0.3907
건축공학 기술자	14	0.4222
시설·특수 경비원	15	0.4639
경호원	16	0.4736
자동차 정비원	17	0.5335
냉동·냉장·공조기 설치 및 정비원	18	0.5722
회계사무원	19	0.5737
자재관리 사무원	20	0.6063
관금원	21	0.6581
총무 및 일반 사무원	22	0.6814
통신장비 기사	23	0.6876
항공기 조종사	24	0.7057
항공기 정비원	25	0.7185

부록 D ... 공군 비행단 내 직업 대상 교육기간 현황

직업	대체율	비고
소방관	7.25 주	
경찰관	7 주	
위험관리원	6.2 주	
일반 비서	4 주	
도로운송 사무원	8.5 주	
네트워크 엔지니어	13.2 주	
항공교통관제사	16 주	법정교육기간
산업안전원	4.7 주	
항공운송 사무원	8 주	
광고·홍보·마케팅 사무원	7.6 주	
인사·교육·훈련 사무원	6.75 주	
천문 및 기상학연구원	6.4 주	
비파괴 검사원	8 주	
건축공학 기술자	10.1 주	
시설·특수 경비원	14 주	
경호원	5 주	
자동차 정비원	9 주	
냉동·냉장·공조기 설치 및 정비원	6 주	
회계사무원	5.5 주	
자재관리 사무원	6.5 주	
판금원	6 주	
총무 및 일반 사무원	5 주	
통신장비 기사	13 주	
항공기 조종사	85 주	법정교육기간
항공기 정비원	6.1 주	

Abstract

With the innovative development of technologies such as the Fourth Industrial Revolution, artificial intelligence and digital transformation, there is a great deal of concern that human labor will be replaced by computers, including machines.

Various studies have been conducted to predict employment substitution for workers engaged non-routine jobs. The study underlying this study is by Frey & Osborne (2017). The study quantitatively analyzed the U.S. labor market by estimating the computerized replacement rate of American jobs.

To predict changes in human labor replacement, domestic researchers also conducted a study using the results and methodology of the study by Frey & Osborne (2017) to predict the domestic labor market.

In particular, research was conducted on the replacement rate of jobs in public institutions that provided public services.

This study sought to estimate the replacement rate of jobs in the Air Force's wing, which is at the forefront of national security, among public institutions. Since the Air Force is organized and operated based on the wing, a single wing organization can be viewed as a society with a diverse set of occupations.

Thus, matching the position within the wing with a civilian occupation can estimate the computerized replacement rate for the detailed occupation within the air force wing.

This study demonstrated that the computerization replacement rate of public service jobs differs from that of private jobs through the matching of air force wing's each position with civilian jobs.

The study method applied the methodology used in the study of Frey & Osborne (2017).

The positions in the Air Force's wing were matched with jobs in the private sector, and the Air Force's wing was surveyed to estimate the replacement rate for computerization of those jobs.

The results of the study showed that the replacement rate of the Air Force's wing occupation was low compared to the replacement rate of the occupation by occupation in the domestic private society, and that the jobs of the high-risk group were similar to those of the private sector, but the jobs of the low-risk group were different.

Through this study, it was confirmed that the computerization replacement rate of the Air Force's wing job, a public institution, was lower than that of the private sector, as a result of the demonstration of the fact that the public institution analyzed that the computerization replacement rate was lower than that of the private sector in the preceding study.

In addition, the relationship with the Air Force vocational education (period, course operation, and subjects) provided policy implications for improving and supplementing the Air Force vocational education.

Keywords: Air-Force wing, Job substitution, Computerisation, Prediction, Vocational education

Student Number: 2019-20555