

국내 기업의 디지털전환 촉진을 위한 주요 요인 도출 및 실증 연구

– 「2022년 SW융합 실태조사」 결과를 중심으로

Identification of Key Factors and Empirical Study
to Promote Digital Transformation of Korean Companies

– Focused on the Result of 「Software Convergence Survey in 2022」



송지환

소프트웨어정책연구소
융합SW연구실 책임연구원
jihwan.song@spri.kr

Executive Summary

세계적으로 디지털전환이 가속화되고 있지만, 국내 기업의 디지털 전환 추진율은 세계적인 수준에 비해 여전히 낮다. 국내 기업의 디지털전환 가속을 위해 디지털전환을 추진하고 있는 실제 기업의 특성을 체계적으로 분석할 필요가 있다. 그간 국내 기업의 디지털 전환 현황을 파악하기 위해 다양한 연구나 조사가 수행됐다.

그러나, 실제 대량의 조사 데이터를 바탕으로 디지털전환을 추진 하는 기업의 특성을 파악하고 디지털전환 관련 주요 요인을 도출하는 실증 연구는 미흡하다. 이에 본 보고서는 통계 분석 및 머신러닝 방법으로 소프트웨어 정책연구소에서 수행한 「2022년 SW융합 실태 조사」 결과에서 디지털전환을 촉진하는 주요 요인을 도출한다. 도출된 촉진 요인에 대해 산업별, 종사자 규모별 비교를 통해 실제 필요한 지원이 무엇인지 파악한다. 마지막으로 분석 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 도출한다.

Digital transformation is accelerating globally, but the rate of digital transformation among Korean companies remains low compared to the global level. To expedite the digital transformation process, it is crucial to systematically analyze the characteristics of companies actively pursuing digital transformation. While several studies and surveys have been conducted to assess the digital transformation status of companies, there is a lack of empirical studies that identify the specific traits of companies driving digital transformation based on substantial real-world data and derive key factors associated with this transformation. This report aims to address this gap by utilizing statistical analysis and machine learning techniques to identify the primary factors that promote digital transformation. The analysis is based on the findings of the 2022 Software Convergence Survey conducted by the Software Policy & Research Institute (SPRI). By comparing the main factors across different industries and employee sizes, the report identifies the actual support needed for digital transformation. Finally, the analysis results are used to derive policy implications.

I 분석 개요

■ 분석 내용

- 「2022년 SW융합 실태조사」 결과를 분석해 국내 기업의 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인 도출(제2장)
 - 통계분석(2종) 및 머신러닝(2종) 방법을 통해 △본 연구에 적합한 분석 방법 선정 및 △디지털전환 촉진 요인 도출
- 도출된 디지털전환 촉진 요인에 대해 △산업별/종사자 규모별 수준 실증 비교(제3장) 및 △정책적 시사점 도출(제4장)

■ 분석 대상

- 디지털전환 촉진 요인 도출 및 촉진 요인에 대한 산업별/종사자 규모별 수준 비교를 위해 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단² 활용
 - 「2022년 SW융합 실태조사」에서는 한국표준산업분류 중 SW융합 활동*이 있는 566개의 세세분류를 포함하는 13개 대분류** 선정 ①
 - * SW 인력, SW R&D 투자, SW 관련 매출 등 존재
 - ** (S01) 농업, 임업 및 어업 (S02) 광업 (S03) 제조업 (S04) 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업 (S05) 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업 (S06) 건설업 (S07) 도매 및 소매업 (S08) 운수 및 창고업 (S09) 정보통신업(SW산업 제외)³ (S10) 금융 및 보험업 (S11) 전문, 과학 및 기술 서비스업 (S12) 보건업 및 사회복지 서비스업 (S13) 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업
 - 통계청 전국사업체조사 데이터를 활용해 ①의 산업 분류에 해당하는 종사자 10인 이상 기업체 9만 6,400개를 실태조사 모집단으로 구성

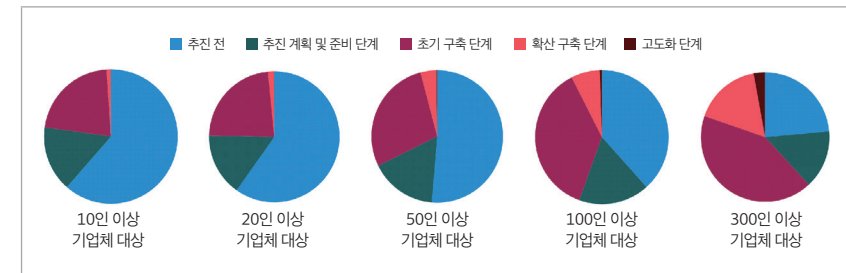
1 국가승인통계 제385001호 (2023.06.30. 공표, <https://stat.spri.kr>)
 2 모집단 관련 상세 내용은 「2022년 SW융합 실태조사」 보고서 제1장 조사 개요 참조
 3 한국표준산업분류 기준(KSIC, Ver.10)으로 패키지SW(5822), IT서비스(6201, 6202, 6209), 게임SW(5821), 인터넷 SW(63112, 6120, 63991) 등에 해당하는 SW기업체는 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단에서 제외

[표 1] 산업분류별 / 종사자 규모별 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단 기업 분포

산업 분류	합계	10~19명	20~49명	50~99명	100~299명	300~499명	500~999명	1,000명 이상
전체	96,400	50,873	29,689	9,353	5,314	642	349	180
(S01) 농업, 임업 및 어업	791	474	243	52	20	1	0	1
(S02) 광업	9	2	5	0	1	1	0	0
(S03) 제조업	34,265	16,765	12,077	3,436	1,694	163	85	42
(S04) 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	175	52	54	35	23	8	1	2
(S05) 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	1,961	981	766	171	42	1	0	0
(S06) 건설업	8,664	5,223	2,484	592	284	36	26	19
(S07) 도매 및 소매업	6,537	4,808	1,457	182	68	9	7	6
(S08) 운수 및 창고업	10,174	4,303	3,498	1,354	915	65	27	12
(S09) 정보통신업(SW산업 제외)	2,222	1,015	616	284	245	40	16	6
(S10) 금융 및 보험업	3,875	2,021	1,223	304	199	53	44	31
(S11) 전문, 과학 및 기술 서비스업	12,829	7,044	3,710	1,121	676	154	89	35
(S12) 보건업 및 사회복지 서비스업	10,847	5,840	2,493	1,504	852	86	50	22
(S13) 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	4,051	2,345	1,063	318	295	22	4	4

* 출처: 2022년 SW융합 실태조사 (2023, 소프트웨어정책연구소)

[그림 1] 종사자 규모별 디지털전환 수준 분포



- 디지털전환 촉진 요인 도출 분석 대상은 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단에서 종사자 300인 이상 기업체 1,153개로 한정 [표 1]
 - 촉진 요인의 효과적인 도출을 위해 실태조사 모집단에서 디지털전환 수준 단계별로 기업체수가 고르게 분포된 300인 이상 종사자 규모 선정[그림 1]

- (S01) 농업, 임업 및 어업, (S02) 광업, (S04) 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업, (S05) 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업 등의 산업 분류는 300인 이상 기업체 수가 부족해(20개 미만) 통계해석의 왜곡이 발생할 수 있어 본 분석에서 제외[표 1]

[표 2] 디지털전환 촉진 요인 도출 관련 최종 분석 대상

산업 분류	합계	300~499명	500~999명	1,000명 이상
전체 (9개)	1,153	628	348	177
(S03) 제조업	290	163	85	42
(S06) 건설업	81	36	26	19
(S07) 도매 및 소매업	22	9	7	6
(S08) 운수 및 창고업	104	65	27	12
(S09) 정보통신업(SW산업 제외)	62	40	16	6
(S10) 금융 및 보험업	128	53	44	31
(S11) 전문, 과학 및 기술 서비스업	278	154	89	35
(S12) 보건업 및 사회복지 서비스업	158	86	50	22
(S13) 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	30	22	4	4

■ 분석 변수

- 「2022년 SW융합 실태조사」 결과(인식조사 항목 제외) 중 정량적 결과를 재가공해 디지털전환 추진 여부를 나타내는 종속변수 1개와 투자, 인력, 기술, 조직 관련 독립변수 11개를 분석 변수로 정의[표 3]
 - (종속변수) 디지털전환 추진 여부를 나타내는 명목형 변수
 - (독립변수-투자) 매출액, IT투자액, SW투자액, R&D투자액, SW R&D투자액 등의 조사 결과를 재가공한 연속형 변수들
 - (독립변수-인력) CDO/CIO 유무를 나타내는 명목형 변수와 종사자수, SW전문인력수(연구소, 현업부서, 전산관리조직, 고객지원 등의 인력), SW신기술인력수(빅데이터, 클라우드, 인공지능, 사물인터넷, 실감형SW, 블록체인 등의 인력) 등을 재가공한 연속형 변수들

[표 3] 디지털전환 촉진 요인 도출 관련 분석 변수 정의 및 측정 방법

변수구분	변수명	측정방법	척도	
종속변수	(DX) 디지털전환 추진 여부	0: 추진 전 1: 추진 중 또는 2년 내 계획 있음	명목형	
	(F01) 매출액 대비 IT투자액 비중	IT투자액 ÷ 매출액	연속형	
	(F02) IT투자액 대비 SW투자액 비중	SW투자액 ÷ IT투자액	연속형	
	(F03) 매출액 대비 R&D투자액 비중	R&D투자액 ÷ 매출액	연속형	
독립변수-투자(4개)	(F04) R&D투자액 대비 SW R&D투자액 비중	SW R&D투자액 ÷ R&D투자액	연속형	
	(H01) CDO/CIO 유무	0: 없음 1: 있음	명목형	
	(H02) 종사자 대비 SW전문인력 비중	SW인력수 ÷ 종사자수	연속형	
	(H03) SW전문인력 대비 SW신기술인력 비중	SW신기술인력수 ÷ SW전문인력수	연속형	
독립변수-인력(3개)	(T01) SW신기술 도입수준	$(a1 \times a2) + (b1 \times b2) + (c1 \times c2) + (d1 \times d2) + (e1 \times e2) + (f1 \times f2)$ 단, a1: 인공지능 도입했으면 1 아닌 경우 0 a2: 인공지능 실행단계가 초기구축일 경우 1, 부문별일 경우 2, 전사적일 경우 3 b1: 클라우드 도입했으면 1 아닌 경우 0 b2: 클라우드 실행단계가 초기구축일 경우 1, 부문별일 경우 2, 전사적일 경우 3 c1: 빅데이터 도입했으면 1 아닌 경우 0 c2: 빅데이터 실행단계가 초기구축일 경우 1, 부문별일 경우 2, 전사적일 경우 3 d1: 사물인터넷 도입했으면 1 아닌 경우 0 d2: 사물인터넷 실행단계가 초기구축일 경우 1, 부문별일 경우 2, 전사적일 경우 3 e1: 실감형SW 도입했으면 1 아닌 경우 0 e2: 실감형SW 실행단계가 초기구축일 경우 1, 부문별일 경우 2, 전사적일 경우 3 f1: 블록체인 도입했으면 1 아닌 경우 0 f2: 블록체인 실행단계가 초기구축일 경우 1, 부문별일 경우 2, 전사적일 경우 3	연속형	
	독립변수-기술(2개)	(T02) SW신기술 활용분야수	인공지능 활용분야수 + 클라우드 활용분야수 + 빅데이터 활용분야수 + 사물인터넷 활용분야수 + 실감형SW 활용분야수 + 블록체인 활용분야수	연속형
		(T02) SW신기술 활용분야수	단, SW신기술별 활용분야는 ①신규 비즈니스 모델 창출, ②제품/서비스 개발 및 개선, ③공정/프로세스 관리, ④유통 및 판매, ⑤고객관리 및 마케팅, ⑥조직관리, ⑦정보보안, ⑧업무 효율화 등 8개로 구성	연속형
	독립변수-조직(2개)	(O01) 연구조직 유무	0: 없음	명목형
(O02) SW연구조직 유무		1: 있음	명목형	

- (독립변수-기술) SW신기술 도입 수준(SW신기술 도입여부와 해당 SW신기술의 실행단계로 재가공)과 SW신기술 활용분야수(SW신기술별 활용분야수의 합계로 재가공) 등의 연속형 변수들
- (독립변수-조직) 연구조직 유무, SW연구조직 유무 등의 명목형 변수들

[표 4] 디지털전환 촉진 요인 도출 관련 분석 변수의 기술통계

변수명	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값
(DX) 디지털전환 추진 여부	1,153	0.760	0.424	0	1
투자					
(F01) 매출액 대비 IT 투자액 비중	1,153	0.017	0.070	0.000	1.000
(F02) IT투자액 대비 SW투자액 비중	1,153	0.455	0.357	0.000	1.000
(F03) 매출액 대비 R&D투자액 비중	1,153	0.046	0.270	0.000	1.000
(F04) R&D투자액 대비 SW R&D투자액 비중	1,153	0.187	0.313	0.000	1.000
인력					
(H01) CDO/CIO 유무	1,153	0.785	0.411	0	1
(H02) 종사자 대비 SW전문인력 비중	1,153	0.036	0.063	0.000	0.925
(H03) SW전문인력 대비 SW신기술인력 비중	1,153	0.535	0.365	0.000	1.000
기술					
(T01) SW신기술 도입수준	1,153	5.345	3.866	0	18
(T02) SW신기술 활용분야수	1,153	7.265	6.013	0	44
조직					
(O01) 연구조직 유무	1,153	0.714	0.452	0	1
(O02) SW연구조직 유무	1,153	0.692	0.462	0	1

■ 분석 방법

- 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인을 도출하기 위해 통계분석 및 머신러닝 기반 중요 요인 선정(Important Feature Selection) 방법 수행
 - (통계분석 2종) Spearman 상관분석(Spearman Correlation Analysis)과 이항 로지스틱 회귀분석(Binomial Logistic Regression) 수행
 - (머신러닝 2종) 랜덤포레스트(Random Forest)와 보루타(Boruta) 알고리즘 수행

II 디지털전환 촉진 관련 주요 요인 도출

1 통계분석 기반 촉진 요인 도출

■ Spearman 상관분석(Spearman Correlation Analysis)⁴

- (개념) Spearman 상관분석을 통해 얻은 종속변수와 독립변수 간 상관계수를 이용해 디지털전환 촉진 요인 도출
 - 종속변수(디지털전환 추진 여부)와 독립변수(요인) 간 상관계수(ρ) 절대값이 유의 수준(0.05이하) 내에서 클수록 해당 요인은 디지털전환 추진에 영향을 준다고 볼 수 있음
 - 상관분석은 독립변수 단위(unit)에 영향을 받지 않으며 예측모형 학습 과정도 불필요 → 종속변수와 독립변수 간 상관 정도를 알기 위해 상관계수(ρ)와 유의확률(p값)만 구하면 되기 때문에 다른 분석 방법 비해 직관적이고 간단
- (분석수행) Spearman 상관분석의 상관계수(ρ) 절대값을 근거로 디지털전환 촉진 주요 요인 후보 도출 [표 5]
 - [(T01) SW신기술 도입수준], [(T02) SW신기술 활용분야수], [(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중] 등의 유의확률이 유의수준 0.05보다 작기 때문에 주요 요인 후보*로 채택 [표 6]
 - * 디지털전환 촉진 주요 요인이 되기 위한 기준값(상관계수 절대값) 설정이 어려워 주요 요인 후보라 명명
 - [(H02) 종사자 대비 SW전문인력 비중]은 유의확률(p값)이 0.05보다 크기 때문에 디지털전환 촉진 주요 요인 후보에서 제외

4 종속변수가 명목형이기 때문에 Spearman 상관분석 방법 채택

[표 5] 변수 간 Spearman 상관관계수(ρ) 및 유의확률(p 값)

변수	DX	F01	F02	F03	F04	H01	H02	H03	T01	T02	O01	O02	
DX	ρ	1.000											
	p 값												
F01	ρ	-.140**	1.000										
	p 값	0.000											
F02	ρ	-.095**	.219**	1.000									
	p 값	0.001	0.000										
F03	ρ	-.086**	.500**	0.003	1.000								
	p 값	0.004	0.000	0.927									
F04	ρ	.181**	.099**	.176**	.248**	1.000							
	p 값	0.000	0.001	0.000	0.000								
H01	ρ	.120**	-0.025	0.030	.134**	.162**	1.000						
	p 값	0.000	0.405	0.314	0.000	0.000							
H02	ρ	-0.012	.265**	0.013	.109**	.256**	.178**	1.000					
	p 값	0.680	0.000	0.669	0.000	0.000	0.000						
H03	ρ	.210**	-.126**	-.107**	0.025	.220**	.106**	-.164**	1.000				
	p 값	0.000	0.000	0.000	0.404	0.000	0.000	0.000					
T01	ρ	.253**	0.027	-0.001	0.036	.295**	.250**	.137**	.793**	1.000			
	p 값	0.000	0.367	0.971	0.227	0.000	0.000	0.000	0.000				
T02	ρ	.220**	.065*	0.010	0.042	.345**	.206**	.210**	.726**	.931**	1.000		
	p 값	0.000	0.027	0.735	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
O01	ρ	.162**	-.099**	0.047	-.069*	.443**	.143**	.152**	.387**	.417**	.416**	1.000	
	p 값	0.000	0.001	0.111	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
O02	ρ	.158**	-.201**	-0.014	-.084**	.248**	.191**	-0.020	.397**	.432**	.402**	.650**	1.000
	p 값	0.000	0.000	0.638	0.005	0.000	0.000	0.508	0.000	0.000	0.000	0.000	

* 상관관계가 0.05 수준에서 유의(양측)
 ** 상관관계가 0.01 수준에서 유의(양측)

[표 6] Spearman 상관분석으로 도출한 디지털전환 촉진 주요 요인 후보 및 제외 변수

독립변수	$ \rho $	p 값	비고
(F01) 매출액 대비 IT 투자액 비중	0.14	0.000	주요 요인 후보
(F02) IT투자액 대비 SW투자액 비중	0.10	0.001	
(F03) 매출액 대비 R&D투자비중	0.09	0.004	
(F04) R&D투자액 대비 SW R&D투자액 비중	0.18	0.000	
(H01) CDO/CIO 유무	0.12	0.000	
(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중	0.21	0.000	
(T01) SW신기술 도입수준	0.25	0.000	
(T02) SW신기술 활용분야수	0.22	0.000	
(O01) 연구조직 유무	0.16	0.000	
(O02) SW연구조직 유무	0.16	0.000	
(H02) 종사자 대비 SW전문인력 비중	0.012	0.680	제외된 변수

- (한계점) Spearman 상관분석은 주요 요인 한정(限定) 및 요인 간 상대적 중요도 비교가 어려움
 - 11개의 독립변수 중 1개를 제외한 10개의 변수가 통계적으로 유의한 상황에서 디지털전환 촉진 주요 요인이 되기 위한 상관관계수 절대값 기준을 세우기 힘들 (연구자의 자의적 판단 필요)
 - 요인(독립변수) 간 단위가 상이해 상관관계수값으로 요인 간 상대적 중요도를 비교하기에는 적절치 않음
- * 예를 들어, 요인(독립변수) 간 단위가 서로 다른 T01과 F02에 대해 T01(ρ : 0.25)이 F02(ρ : 0.10)보다 2.5배 중요하다고 통계적으로 말하기 어려움

■ 이항 로지스틱 회귀분석 (Binomial Logistic Regression)⁵

- (개념) 이항 로지스틱 회귀분석을 통해 얻은 독립변수의 표준화된 회귀계수 절대값 크기를 이용해 디지털전환 촉진 주요 요인 도출

⁵ 종속변수가 '0' 또는 '1'의 값을 가지는 명목형 변수이기 때문에 이항 로지스틱 회귀분석 방법 채택

- 요인(독립변수)별로 표준화된 회귀계수(회귀계수(β)÷표준오차(S.E.))의 절대값 계산
→ 표준화된 회귀계수의 절대값이 클수록 해당 요인은 디지털전환 추진에 영향을 준다고 볼 수 있음
- 이때, 회귀모델의 설명력에 영향을 주지 않거나 유의확률 p값이 유의수준 보다 큰 요인(독립변수)은 단계선택* 과정에서 제외
- 회귀분석 역시 예측모형 학습 과정이 필요하지 않아 직관적이고 간단함
- 상관분석은 독립변수와 종속변수 간 상관관계만을 보여주지만, 이항 로지스틱 회귀 분석은 Δ종속변수에 영향을 주는 독립변수들을 선별하고 Δ독립변수 간 상대적 중요도를 비교할 수 있으며 Δ독립변수와 종속변수 간 인과관계도 추정 가능

- (분석수행) 이항 로지스틱 회귀분석의 표준화된 회귀계수 절대값을 근거로 디지털 전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인(5개) 도출[표 7]
- 디지털전환 촉진 주요 요인으로 [(F04) R&D투자액 대비 SW R&D투자액 비중] > [(T01) SW신기술 도입수준] > [(F02) IT투자액 대비 SW투자액 비중] 등의 순서로 독립변수(5개) 채택[그림 2]
- [(F01) 매출액 대비 IT 투자액 비중], [(H01) CDO/CIO 유무] 등의 독립변수(6개)는 단계선택 과정에서 제외[표 8]

[표 7] 이항 로지스틱 회귀분석으로 도출한 디지털전환 촉진 주요 요인변수

독립변수	β	S.E.	표준화된 회귀계수	유의 확률	Exp(β)	EXP(β)에 대한 95% 신뢰구간	
						하한	상한
(F02) IT투자액 대비 SW투자액 비중	-1.184	0.219	5.406	0.000	0.306	0.199	0.47
(F03) 매출액 대비 R&D투자비중	-2.414	1.203	2.007	0.045	0.089	0.008	0.945
(F04) R&D투자액 대비 SW R&D투자액 비중	2.470	0.379	6.517	0.000	11.823	5.629	24.835
(T01) SW신기술 도입수준	0.324	0.052	6.231	0.000	1.382	1.248	1.531
(T02) SW신기술 활용분야수	-0.122	0.035	3.486	0.000	0.885	0.827	0.948

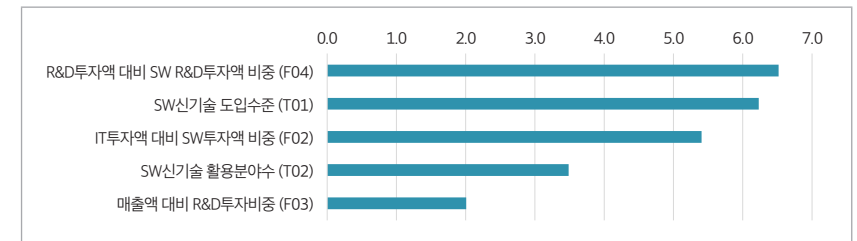
* -2 로그 우도(1066.798), Cox와 Snell의 R²(0.153), Nagelkerke R²(0.230)

6 [전진:Wald] 단계선택 방법 사용 (단계선택 확률로 진입은 0.05, 제거는 0.1으로 설정)

[표 8] 이항 로지스틱 회귀분석에서 제외된 독립변수

독립변수	점수	자유도	유의확률
(F01) 매출액 대비 IT 투자액 비중	1.634	1	0.201
(H01) CDO/CIO 유무	3.090	1	0.079
(H02) 종사자 대비 SW인력 비중	0.585	1	0.444
(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중	0.051	1	0.820
(O01) 연구조직 유무	0.176	1	0.675
(O02) SW연구조직 유무	0.722	1	0.396

[그림 2] 디지털전환 촉진 주요 요인의 상대적 중요도 비교 (이항 로지스틱 회귀분석)



- (한계점) 이항 로지스틱 회귀분석을 통해 디지털전환 촉진 요인 간 상대적 중요도 비교는 가능하나, 주요 요인 한정(限定)은 어려움
- 이항 로지스틱 회귀분석 결과인 표준화된 회귀계수 절대값을 이용해 요인(독립변수) 간 상대적 중요도 비교는 가능
- 그러나, 주요 요인을 한정하기 위한 표준화된 회귀계수 절대값의 기준 설정이 어려워 연구자의 자의적 판단 필요

2 머신러닝 기반 촉진 요인 도출

■ 랜덤포레스트(Random Forest)

- (개념) 랜덤포레스트는 지도학습 기반의 판별분석 알고리즘으로서 분석 시 계산된 요인(독립변수)별 정확도-평균-감소(MDA, Mean Decrease in Accuracy) 값을 이용해 디지털전환 촉진 주요 요인 도출

- 랜덤포레스트는 다수의 의사결정나무(Decision Tree)를 임의로(Random) 구성하고 각각의 결과를 취합해 결론을 얻는 앙상블 방식의 판별분석 알고리즘 → 의사결정 나무의 과적합(over-fitting) 문제 해결
- 분석 과정에서 도출되는 요인(독립변수)의 MDA값이 클수록 해당 요인이 제외될 때 분석 모델의 정확도 감소 폭도 커짐 → MDA가 큰 요인일수록 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인이라 볼 수 있음

• (분석수행) 랜덤포레스트 알고리즘의 요인(독립변수)별 MDA 값을 이용해 디지털전환 촉진 주요 요인 도출

- 랜덤포레스트 알고리즘 10회 수행 후 MDA 평균값* 구해 요인(독립변수) 간 상대적 중요도 비교[그림 4]

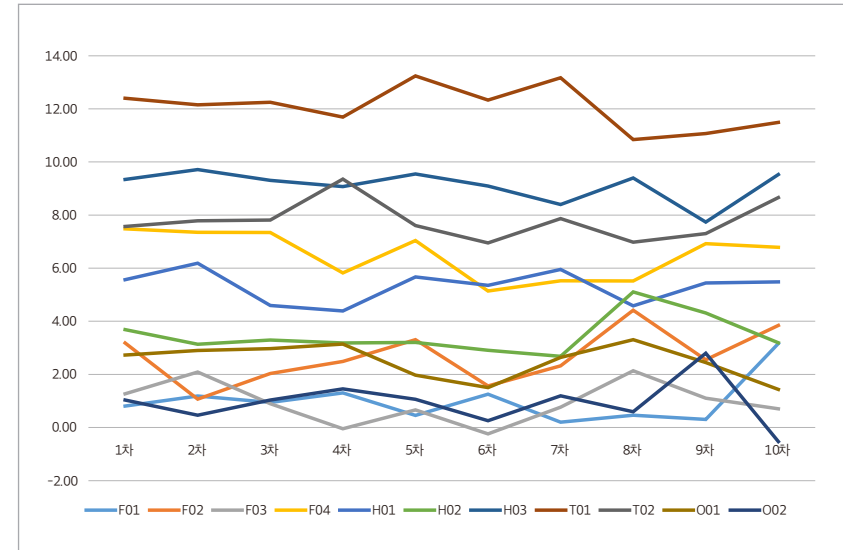
* 랜덤포레스트 알고리즘의 임의적인(Random) 특성으로 인해 알고리즘 수행 시마다 MDA 값이 변함 → Non-Deterministic[표 9] 및 [그림 3]

[표 9] 랜덤포레스트 알고리즘 10회 수행 시 계산된 변수별 MDA 값

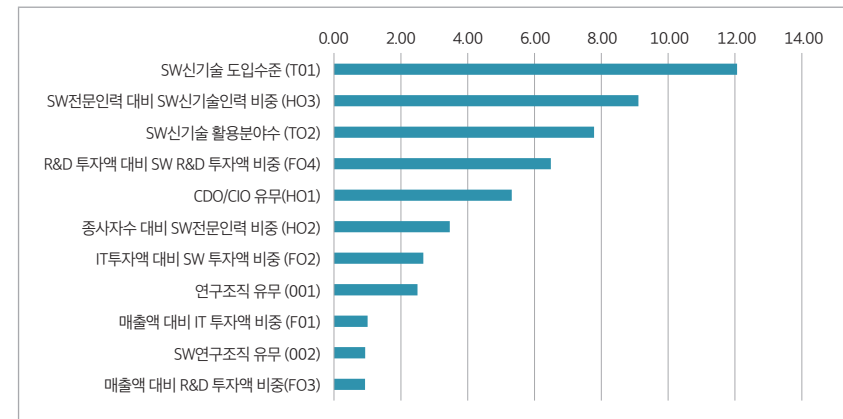
독립 변수	Mean Decrease in Accuracy(MDA)										평균
	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	
F01	0.80	1.18	0.94	1.30	0.45	1.25	0.20	0.46	0.30	3.16	1.00
F02	3.18	1.07	2.03	2.48	3.30	1.56	2.32	4.41	2.55	3.84	2.67
F03	1.26	2.08	0.89	-0.05	0.66	-0.24	0.76	2.14	1.10	0.70	0.93
F04	7.48	7.35	7.34	5.82	7.04	5.14	5.52	5.51	6.92	6.78	6.49
H01	5.56	6.18	4.59	4.38	5.67	5.35	5.95	4.58	5.44	5.48	5.32
H02	3.68	3.13	3.29	3.18	3.20	2.91	2.68	5.10	4.31	3.19	3.47
H03	9.34	9.71	9.30	9.07	9.54	9.09	8.40	9.39	7.73	9.52	9.11
T01	12.40	12.15	12.25	11.69	13.24	12.33	13.17	10.84	11.07	11.49	12.06
T02	7.57	7.78	7.81	9.35	7.60	6.95	7.86	6.98	7.30	8.66	7.78
O01	2.72	2.90	2.96	3.14	1.97	1.50	2.63	3.30	2.45	1.43	2.50
O02	1.03	0.46	1.03	1.45	1.06	0.25	1.19	0.59	2.80	-0.53	0.93

- (한계점) 랜덤포레스트 알고리즘을 통해 주요 요인 간 상대적 중요도 비교는 어느 정도 가능하나, 선정된 요인의 디지털전환 정(+) 또는 부(-) 영향 구분 및 주요 요인 한정(限定)은 어려움

[그림 3] 랜덤포레스트 알고리즘 10회 수행 시 변수별 MDA 값 변화



[그림 4] 디지털전환 촉진 주요 요인의 상대적 중요도(평균) 비교 (랜덤포레스트)



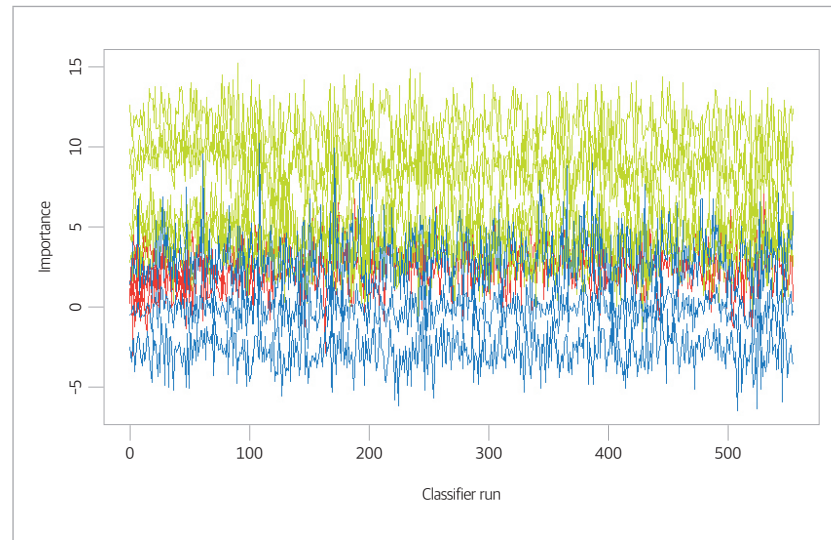
- 랜덤포레스트 알고리즘 수행 결과인 요인(독립변수)별 MDA 값을 이용해 요인 간 상대적 중요도 비교 가능
- 그러나, 랜덤포레스트 알고리즘 수행 시마다 MDA 값이 변하기 때문에 요인 간 상대적 중요도에 차이가 발생하고 상대적 중요도 순위가 바뀔 수 있음(Fluctuation 특성)

- 선정된 요인이 디지털전환 추진 여부에 정(+) 또는 부(-)의 영향인지 MDA값만으로 구분하기 어려움
- 또한, 주요 요인을 한정하기 위한 MDA 기준 설정이 어려워 연구자의 자의적 판단 필요

■ 보루타 알고리즘(Boruta Algorithm)

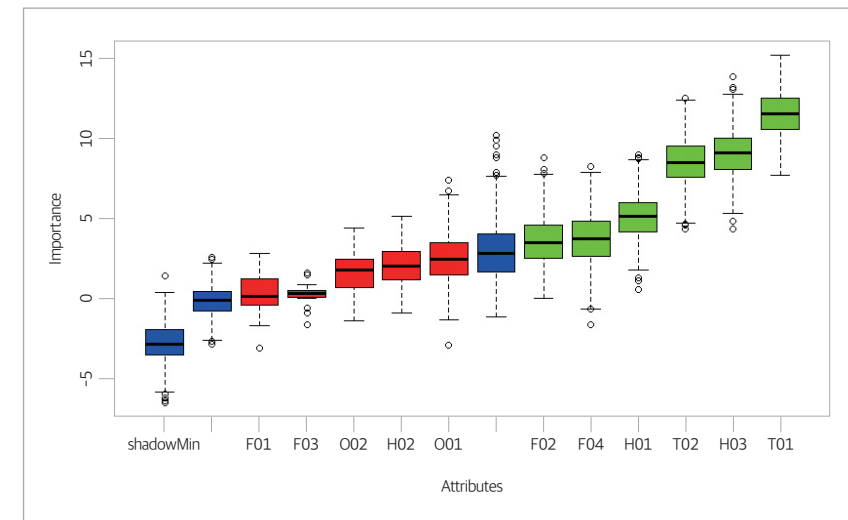
- (개념) 보루타 알고리즘은 랜덤포레스트를 래핑(wrapping)한 방식으로, 랜덤포레스트와 달리 판별 모형 생성에 영향을 주지 못하는 변수를 제외시키고 통계 기법을 통해 주요 요인의 상대적 중요도 확정
 - 보루타 알고리즘은 shadow feature를 추가해 판별 모형 생성 시 영향을 주는 주요 요인 변수와 영향을 주지 않는 변수 구분
 - * 본 분석에서는 알고리즘이 총 550회 반복 수행돼 중요 변수와 그렇지 않은 변수 구분 [그림 5]
 - 기존 랜덤포레스트 알고리즘의 fluctuation 한계를 극복하기 위해 보루타 알고리즘은 통계적인 방법(z-score)을 사용해 독립변수별 상대적 중요도 확정[그림 6]

[그림 5] 모든 독립변수가 [중요]/[중요X]로 태그될 때까지 반복 수행 (550회)



- (분석수행) 보루타 알고리즘을 수행해 주요 요인(독립변수)을 도출하고 요인 간 상대적 중요도 계산
 - 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인으로 [(T01) SW신기술 도입수준] > [(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중] > [(T02) SW신기술 활용분야수] 등의 순서로 6개의 독립변수가 채택 ([표 10] 및 [그림 7])
 - [(F01) 매출액 대비 IT 투자액 비중], [(H02) 종사자 대비 SW인력 비중] 등 5개의 독립변수는 제외 [표 11]

[그림 6] 주요 요인 도출 및 요인 간 상대적 중요도 비교(보루타)

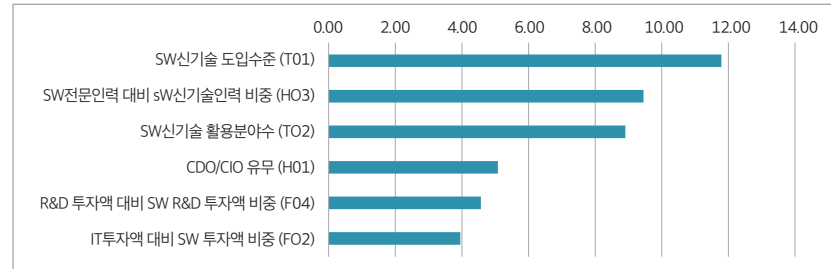


* 주요 요인 변수(녹색), 중요하지 않은 변수(적색), shadow feature(청색)

[표 10] 보루타 알고리즘으로 최종 도출한 디지털전환 촉진 주요 요인

독립변수	중요도 (Importance)
(F02) IT투자액 대비 SW 투자액 비중	3.953
(F04) R&D 투자액 대비 SW R&D 투자액 비중	4.571
(H01) CDO/CIO 유무	5.079
(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중	9.448
(T01) SW신기술 도입수준	11.787
(T02) SW신기술 활용분야수	8.904

[그림 7] 디지털전환 촉진 요인의 상대적 중요도 비교(보루타)



- (한계점) 보루타 알고리즘은 주요 요인 선정 기준을 제시할 수 있고 요인 간 상대적 중요도도 비교 가능하나, 선정된 요인이 디지털전환 추진 여부에 정(+) 또는 부(-)의 영향을 주는지 구분하기는 어려움
 - 보루타 알고리즘의 Shadow Feature는 주요 요인 여부를 명확히 구분해 주고, 중요도(importance)값은 독립변수 간 상대적 중요도의 비교를 가능케 함
 - 그러나, 중요도값만으로는 선정된 요인이 디지털전환 추진 여부에 정(+) 또는 부(-)의 영향을 주는지 구분하기 어려움

[표 11] 보루타 알고리즘에서 제외된 독립변수

독립변수	비고
(F01) 매출액 대비 IT 투자액 비중	
(F03) 매출액 대비 R&D 투자액 비중	
(H02) 종사자 대비 SW인력 비중	주요 요인변수에서 제외
(O01) 연구조직 유무	
(O02) SW연구조직 유무	

3 소결

■ 분석 방법 특성 비교

- 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인을 도출하기 위해 사용된 4가지 분석 방법의 특성 비교[표 12]

- (Spearman 상관분석) 촉진 요인을 선정하기 위한 기준 제시가 어렵고 요인 간 상대적 중요도를 비교할 수 없으나, 디지털전환에 대한 요인의 정(+) 또는 부(-) 상관관계는 제시
- (이항 로지스틱 회귀분석) 촉진 요인을 선정하기 위한 기준을 제시하기 어려우나, 요인 간 상대적 중요도 비교는 가능하고 요인의 회귀계수 부호로 디지털전환의 정(+) 또는 부(-) 영향 구분 가능
- (랜덤포레스트) 촉진 요인을 선정하기 위한 기준 제시가 어렵고 디지털전환에 대한 요인의 정(+) 또는 부(-) 영향 구분은 어렵지만, 요인 간 상대적 중요도는 어느 정도 비교 가능 (알고리즘 임의성으로 인해 상대적 중요도가 매번 변함)
- (보루타 알고리즘) 디지털전환에 대한 요인의 정(+) 또는 부(-) 영향 구분은 어렵지만, 주요 요인을 선정하기 위한 기준을 제시할 수 있고 요인 간 상대적 중요도도 비교 가능

[표 12] 디지털전환 요인 도출 관련 분석 방법의 특성 비교

특 성	통계 기반		머신러닝 기반	
	Spearman 상관분석	이항 로지스틱 회귀분석	랜덤포레스트	보루타 알고리즘
디지털전환에 대한 정(+) 또는 부(-)의 영향 구분	O	O	X	X
주요 요인 간 상대 비교	X	O	△ (Fluctuation)	O
주요 요인 도출 기준 제시	X	X	X	O

■ 최종 도출된 디지털전환 촉진 요인

- 보루타 알고리즘에 의해 도출된 주요 요인에 대해 Spearman 상관분석 및 이항 로지스틱 회귀분석 결과를 참고해 투자(1개), 인력(2개), 기술(2개) 등에 해당하는 총 5개의 독립변수를 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인으로 최종 선정
 - (기술) [(T01) SW신기술 도입수준]과 [(T02) SW신기술 활용분야수]가 기술 분야 촉진 요인으로 도출
 - (인력) [(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중]과 [(H01) CDO/CIO 유무]가 인력 분야 촉진 요인으로 도출

- (투자) [(F04) R&D 투자액 대비 SW R&D 투자액 비중]이 투자 분야 촉진 요인으로 도출

※ Spearman 상관분석(ρ : -0.095) 및 이항 로지스틱 회귀분석(β : -1.184) 결과에 의하면, 보루타 알고리즘에 의해 도출된 [(F02) IT투자액 대비 SW 투자액 비중]은 디지털 전환 추진에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타남 → 기업이 SW 투자를 통해 디지털 전환을 추진하더라도 Δ HW 관련 투자가 SW투자에 비해 지나치게 큰 경우, Δ HW투자액에서 SW투자액을 구분하기 힘든 경우, Δ SW 관련 대가가 제대로 산정되지 않은 경우 등 여러 상황에 따라 해당 변수가 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타날 수 있어 해석 오류를 방지하기 위해 주요 요인에서 배제(원인규명 및 추가 분석은 추후 연구를 통해 진행 예정)

• 촉진 요인의 상대 비교를 통해 기술(52%) > 인력(36%) > 투자(12%) 순의 중요도 도출 [표 13]

[표 13] 보루타 알고리즘으로 도출한 촉진 요인 비교 (T01을 10점으로 설정 후 상대비교)

디지털 전환 추진 여부에 영향을 주는 주요 요인 변수	상대 중요도 (10점 만점)	합계
기술		
(T01) SW신기술 도입수준	10.0	17.6 (52%)
(T02) SW신기술 활용분야수	7.6	
인력		
(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중	8.0	12.3 (36%)
(H01) CDO/CIO 유무	4.3	
투자		
(F04) R&D 투자액 대비 SW R&D 투자액 비중	3.9	3.9 (12%)

■ 디지털 전환 촉진 요인에 대한 해석

- (기술) SW신기술 도입 및 활용이 디지털 전환의 가장 중요한 요소이자 핵심 원동력
 - 디지털 전환 수준이 높은 기업은 IoT, 클라우드, 인공지능 등 SW신기술 도입과 활용에 적극적임을 알 수 있음
 - 디지털 전환은 기업 및 사회·경제 전반에 디지털 기술을 접목해 새로운 가치 창출의 핵심동인으로 AI, 빅데이터, IoT, 클라우드 등은 디지털 전환의 핵심기술로 보고 있음 [표 14]

- (인력) SW신기술인력과 CDO/CIO 유무가 디지털 전환 성공의 조력자
 - 디지털 전환의 핵심은 SW 신기술 도입과 활용이므로 디지털 전환 수준이 높은 기업은 이러한 업무를 수행할 수 있는 인력 비중 역시 높음
 - 디지털 전환 관련 업무를 수행할 수 있는 인력의 존재가 디지털 전환 성과에 긍정적인 영향요인으로 나타남 (정미애 외 10인, 2021)
 - 「2022년 SW융합 실태조사」 결과에 의하면, 디지털 전환 추진 촉진 관련 정부 건의 사항 중 'SW 활용 및 융합 전문인력 양성 지원'이 45.5%로 가장 높게 조사됨에 따라 디지털 전환을 추진하는 기업은 관련 인력 수요가 높음을 알 수 있음 [그림 8]
 - 디지털 전환 추진에 있어 CDO/CIO의 존재 역시 중요하며 디지털 전환을 추진하는 기업은 C-Level 경영진 의지가 디지털 전환 관련 기업 전략 1순위로 조사됨 [그림 9]

[표 14] 주요 기관이 바라보는 디지털 전환 핵심기술

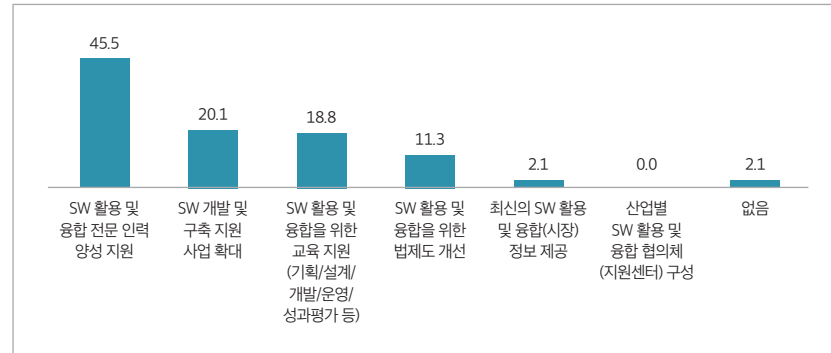
기관 \ 기술	IoT	클라우드	빅데이터	모바일	인공지능	RPA ⁷	보안/블록체인	AR
① IDC	√	√	√	√		√	√	
② PWC	√	√		√	√	√	√	
③ Ecosystem	√	√	√	√	√		√	
④ TechRepublic	√	√	√	√	√	√	√	√
⑤ PTC	√	√		√	√	√		√
⑥ Livity	√	√	√		√	√		√
⑦ MindsterDX	√	√	√	√	√	√		√
⑧ Manenest	√	√		√	√	√		√
⑨ Azure Digital	√	√	√	√	√		√	
⑩ Nexus Integra	√	√		√	√	√	√	
⑪ NeoSOFT	√	√	√	√		√		
⑫ J. Inno&Mgt	√	√	√	√		√		√
⑬ Sustainability	√	√	√		√	√	√	√
⑭ J. PM&D	√	√	√		√	√	√	
채택률	100%	100%	71%	79%	79%	86%	57%	50%

출처: 디지털 전환의 개념과 디지털 전환 R&D의 범위 (2022, 한국전자통신연구원)

⁷ Robotics Process Automation

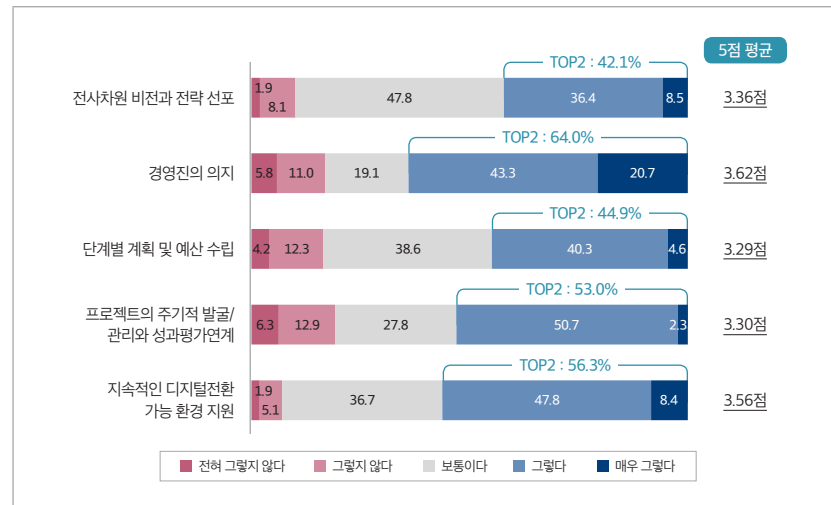
- (투자) SW R&D 투자액이 디지털전환 추진의 든든한 후원자
 - 디지털전환은 SW가 핵심기술이기 때문에 디지털전환을 추진하는 기업의 SW R&D 투자액 비중이 높음
 - SW R&D 투자는 조직 안에서 프로세스 자동화, 소통 및 협업 개선, 데이터 접근성 제고 등 디지털전환의 기반을 세우는 데 도움 (Wallis J, 2022)

[그림 8] 디지털전환 추진 촉진을 위해 정부에 바라는 점 (Base: 디지털전환 추진/계획 기업, 단위: %)



* 2022년 SW융합 실태조사 (2023, 소프트웨어정책연구소)

[그림 9] 디지털전환 관련 기업 전략 (Base: 디지털전환 추진/계획 기업, 단위: %)



출처: 2022년 SW융합 실태조사(2023, 소프트웨어정책연구소)

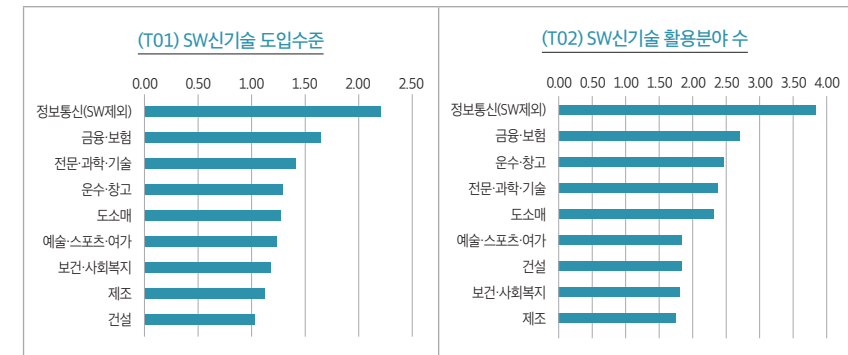
III 디지털전환 촉진 요인 산업별/규모별 실증 비교

1 디지털전환 촉진 요인에 대한 산업별 비교

■ 기술 관련 산업별 비교

- 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단(10인 이상 기업체) 대상으로 산업별로 [(T01) SW신기술 도입수준]과 [(T02) SW신기술 활용분야수] 계산 후 비교
 - (SW신기술 도입) 정보통신업(SW제외)(2.20)이 他 산업 대비 가장 높은 수준을 보이며, 다음으로 금융 및 보험업(1.64)이 높음[그림 10](좌)
 - (SW신기술 활용) 정보통신업(SW제외)(3.84)이 他 산업 대비 가장 높은 수준을 보이며, 다음으로 금융 및 보험업(2.70)이 높음[그림 10](우)

[그림 10] 기술 관련 주요 요인에 대한 산업별 비교

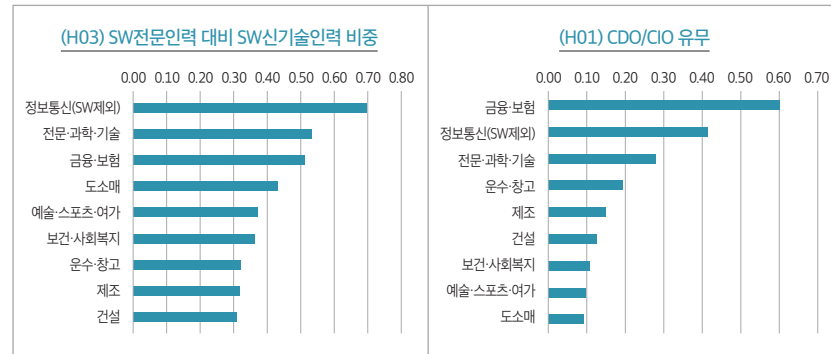


■ 인력 관련 산업별 비교

- 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단(10인 이상 기업체) 대상으로 산업별로 [(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중]과 [(H01) CDO/CIO 유무] 계산 후 비교
 - (SW신기술 인력 비중) 정보통신업(SW제외)(0.70)이 他 산업과 비교해 가장 높고, 다음으로 전문, 과학 및 기술 서비스업(0.53)이 높음[그림 11](좌)

- (CDO/CIO 유무) 금융 및 보험업(0.06)이 他 산업과 비교해 가장 높고, 다음으로 정보통신업(SW제외)(0.04)이 높음[그림 11](우)

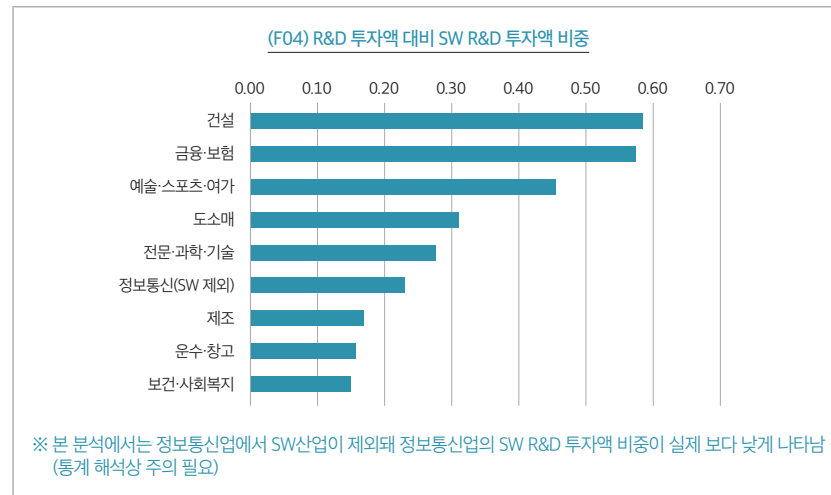
[그림 11] 인력 요인에 대한 산업별 수준 비교



■ 투자 관련 산업별 비교

- 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단(10인 이상 기업체) 대상으로 산업별로 [(F04) R&D 투자액 대비 SW R&D 투자액 비중] 계산 후 비교

[그림 12] 투자 요인에 대한 산업별 수준 비교



- (SW R&D 투자액 비중) 건설업(0.58)이 他 산업과 비교해 가장 높고, 다음으로 금융 및 보험업(0.57)이 높음[그림 12]

※ 본 분석에서는 SW산업(패키지SW, IT서비스, 게임SW, 인터넷SW)의 R&D 투자액 6.7조 원*이 정보통신업에서 제외돼 정보통신업의 SW R&D 투자액 비중이 타산업에 비해 낮게 나타남 (참고로 SW산업 이외의 정보통신업에 포함되는 업종은 서적, 잡지 및 기타 인쇄물 출판업, 영상·오디오 기록물 제작 및 배급업, 방송업, 우편 및 통신업 등임)

■ 디지털전환 관련 주요 요인 산업별 종합 비교

- 산업별로 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인 5개의 상대 비교[그림 13]
- 주요 요인 각각에 대해 9개 산업 중 가장 높은 요인 값을 5점으로 정하고 이외 산업의 요인값은 최댓값 대비 상대값 계산
- 기술 > 인력 > 투자 순의 디지털전환 영향도로 고려했을 때, 정보통신업(SW제외)과 금융 및 보험업이 他 산업 대비 디지털전환 관련 촉진 요인의 수준이 높음

[그림 13] 디지털전환 촉진 주요 요인에 대한 산업별 종합 비교(5점 상대점수)



8 2022년 소프트웨어산업 실태조사(2023, 소프트웨어정책연구소, 국가승인통계 제127005호)



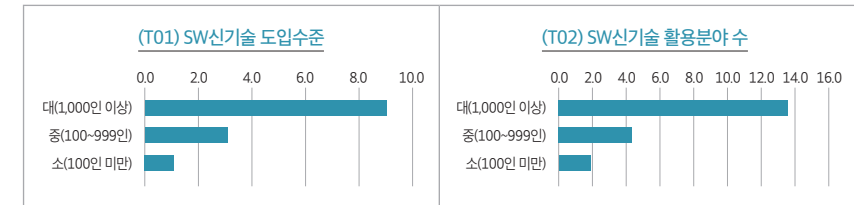
2 디지털전환 촉진 요인에 대한 종사자 규모별 비교

■ 기술 관련 종사자 규모별 비교

- 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단(10인 이상 기업체) 대상으로 종사자 규모별로 [(T01) SW신기술 도입수준]과 [(T02) SW신기술 활용분야수] 계산 후 비교
 - (SW신기술 도입) 대기업(9.03)이 중기업(3.09)보다 2.9배, 소기업(1.09)보다 8.3배 높고, 중소기업 간 2.8배 차이가 남[그림 14](좌)

- (SW신기술 활용) 대기업(13.60)이 중기업(4.33)보다 3.1배, 소기업(1.88) 보다 7.3배 높고, 중·소 기업 간 2.3배 차이가 남[그림 14](우)

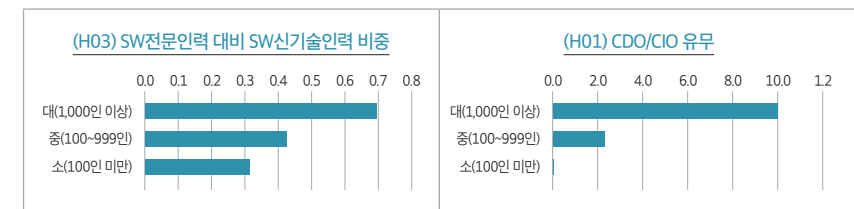
[그림 14] 기술 관련 주요 요인에 대한 종사자 규모별 비교



■ 인력 관련 종사자 규모별 비교

- 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단(10인 이상 기업체) 대상으로 종사자 규모별로 [(H03) SW인력 대비 SW신기술인력 비중]과 [(H01) CDO/CIO 유무] 계산 후 비교
 - (SW신기술 인력 비중) 대기업(0.69)이 중기업(0.42)보다 1.6배, 소기업(0.31)보다 2.2배 높고, 중소기업 간 차이는 그리 크지 않음[그림 15](좌)
 - (CDO/CIO 유무) 대기업(1.00)은 대부분 CDO/CIO가 존재하며, 소기업(0.001)의 경우 CDO/CIO가 거의 없음[그림 15](우)

[그림 15] 인력 요인에 대한 종사자 규모별 수준 비교

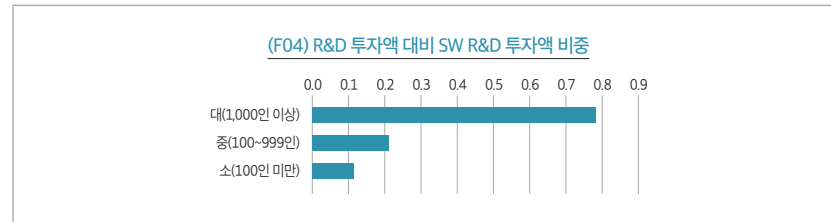


■ 투자 관련 종사자 규모별 비교

- 「2022년 SW융합 실태조사」 모집단(10인 이상 기업체) 대상으로 종사자 규모별로 [(F04) R&D 투자액 대비 SW R&D 투자액 비중] 계산 후 비교

- (SW R&D 투자액 비중) 대기업(0.39)이 중기업(0.11)보다 3.69배, 소기업(0.06)보다 6.78배 높음[그림 16]

[그림 16] 투자 요인에 대한 종사자 규모별 수준 비교



■ 디지털전환 관련 주요 요인 종사자 규모별 종합 비교

• 종사자 규모별로 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인 5개에 대해 상대 비교 [그림 17]

[그림 17] 디지털전환 촉진 주요 요인에 대한 종사자 규모별 종합 비교(5점 상대점수)



- 주요 요인 각각에 대해 종사자 규모 중 가장 높은 요인 값을 5점으로 정하고 이외 종사자 규모의 요인값은 최댓값 대비 상댓값 계산
- 기업의 종사자 규모 클수록 디지털전환 추진에 영향을 주는 주요 요인의 수준이 높음

3 소결

■ 기술, 인력, 투자에 대한 산업별 지원 필요 수준 추정 [표 15]

- (기술지원) (S09)정보통신업(SW산업 제외) 및 (S10)금융 및 보험업은 SW신기술 도입 및 활용 수준이 他 산업에 비해 높아 관련 지원 필요 수준이 낮지만, 이외 산업의 경우 SW신기술 도입 및 활용을 위한 기술 지원이 보통 정도 수준에서 필요해 보임
- 디지털전환 전문가 워킹그룹을 만들어 산업별 필요 SW신기술 세부목록 구성 후 산업 특화 맞춤형 기술 지원 제공 필요
- (인력지원) (S09)정보통신업(SW산업 제외), (S10)금융 및 보험업은 他 산업에 비해 SW신기술인력 비중이 높고 디지털전환 전략을 제시할 수 있는 CDO/CIO가 있어 관련 인력 확보를 위한 지원 필요 수준이 낮지만, 이외 산업의 경우 디지털전환 관련 인력 지원이 보통 정도 수준으로 필요해 보임
- 산업별로 융복합 인력 양성 지원 확대 및 디지털전환으로 일자리가 줄고 있는 직군에 대한 디지털 리터러시 교육 강화 필요
- (투자지원) (S06)건설업, (S10)금융 및 보험업, (S13)예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업 등은 SW R&D 투자액 비중이 높아 지원 필요 수준이 낮지만, 이외 산업의 경우 SW R&D 투자를 위한 지원이 보통 이상 수준으로 필요해 보임
- 산·학·연·관이 서로 협력해 산업별 SW R&D 투자 성공 사례 적극 발굴 후 산업별 특성 연계한 투자 지원 확대 필요

[표 15] 산업별 기술, 인력, 투자에 대한 지원 필요 수준

산업 구분	기술 지원	인력 지원	투자 지원
(S03) 제조업	● (2.6)	● (3.4)	● (3.6)
(S06) 건설업	● (2.6)	● (3.5)	○ (0.0)
(S07) 도매 및 소매업	● (2.1)	● (3.4)	● (2.3)
(S08) 운수 및 창고업	● (1.9)	● (3.1)	● (3.7)
(S09) 정보통신업(SW산업 제외)	○ (0.0)	○ (1.0)	● (3.0) ⁹
(S10) 금융 및 보험업	○ (1.4)	○ (0.5)	○ (0.1)
(S11) 전문, 과학 및 기술 서비스업	● (1.8)	● (2.2)	● (2.6)
(S12) 보건업 및 사회복지 서비스업	● (2.5)	● (3.5)	● (3.7)
(S13) 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	● (2.4)	● (3.5)	○ (1.1)

* 산업별 지원 필요 수준의 값(0-5)⁹은 기술, 인력, 투자별 요인의 상대점수로 계산됨
 범례 : ○ 낮은 수준 지원 필요(1.5점 미만), ● 보통 수준 지원 필요(1.5점~3.5점), ● 높은 수준 지원 필요(3.5점 초과)

■ 기술, 인력, 투자에 대한 중사자 규모별 지원 필요 수준 추정[표 16]

- (기술지원) SW신기술 도입 및 활용에 대한 대(○)·중(●)·소(●) 기업의 지원 필요 수준이 상이해 기술 지원 확대 및 맞춤형 지원 필요
 - 보통(●) 수준의 기술 지원이 필요한 중기업의 경우 필요 기술에 대해 기업 요청을 바탕으로 지원 예산 및 기간 확대 필요
 - 높은(●) 수준의 기술 지원이 필요한 소기업의 경우 우선 SW신기술 도입·활용 컨설팅을 통해 내부 역량 및 준비도를 파악한 후 적극적인 맞춤형 지원 서비스 제공 필요
- (인력지원) SW신기술 인력 비중 및 CDO/CIO 유무에 대한 대(○)·중(●)·소(●) 기업의 지원 필요 수준 역시 상이해 규모별 차등적 지원 필요
 - 보통(●) 수준의 인력 지원이 필요한 중기업의 경우 기업 대표가 CDO/CIO의 역할을 수행할 수 있도록 CDO/CIO 교육 및 디지털전환 인식 고취 프로그램 지원을

9 정보통신업의 경우 SW산업(매커지스, IT서비스, 게임SW, 인터넷SW)이 제외된 서적, 잡지 및 기타 인쇄물 출판업, 영상·오디오 기록물 제작 및 배급업, 방송업, 우편 및 통신업 등의 업종만 포함하기 때문에 해석상 주의 필요
 10 산업별 기술, 인력, 투자의 지원 필요 수준 값은 다음과 같이 계산됨
 기술 지원 필요 수준값 = 5 - (((T01) 5점 상대점수)*10+((T02) 5점 상대점수)*7.6) / 17.6
 인력 지원 필요 수준값 = 5 - (((H03) 5점 상대점수)*8+((H01) 5점 상대점수)*4.3) / 12.3
 투자 지원 필요 수준값 = 5 - ((F04) 5점 상대점수)

강화하고 SW신기술 인력 확보를 위해 기업 및 정부가 함께 매칭펀드 형태의 인력 지원 확대 필요

- 높은(●) 수준의 인력 지원이 필요한 소기업의 경우 대·중기업에 비해 인력 추가 투입 여력이 부족해 기존 인력의 재교육(up-skilling) 또는 재배치(re-skilling) 교육 지원 강화 필요

- (투자지원) 대기업(○)은 SW R&D 투자액 비중이 높아 지원 필요 정도가 낮지만, 중소기업(●)의 경우 SW R&D 투자 지원 필요도가 높음
 - 중소기업은 디지털 활용 및 역량이 대기업에 비해 낮아 디지털전환을 통한 생산성 향상 및 효율 증대에 대한 인식 개선이 우선 → 디지털전환의 의지가 강한 중소기업에 대해 필요한 SW R&D 차등적 지원 필요

[표 16] 중사자 규모별 기술, 인력, 투자에 대한 지원 필요 수준

중사자 규모	기술 지원	인력 지원	투자 지원
소 (100인 미만)	● (4.4)	● (4.2)	● (4.3)
중 (100~999인)	● (3.3)	● (3.2)	● (3.6)
대 (1,000인 이상)	○ (0.0)	○ (0.0)	○ (0.0)

* 산업별 지원 필요 수준의 값(0-5)⁹은 기술, 인력, 투자별 요인의 상대점수로 계산됨
 범례 : ○ 낮은 수준 지원 필요(1.5점 미만), ● 보통 수준 지원 필요(1.5점~3.5점), ● 높은 수준 지원 필요(3.5점 초과)

IV 요약 및 시사점

■ 「2022년 SW융합 실태조사」 결과 분석을 통해 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인 도출

- 실제 실태조사 데이터를 바탕으로 통계분석 및 머신러닝 알고리즘의 비교 분석 수행
 - 통계분석 기반으로 Spearman 상관분석과 이항 로지스틱 회귀분석 수행, 머신러닝 기반으로 랜덤포레스트와 보루타 알고리즘 사용

- 4가지 분석 방법의 장점 및 한계점을 고려해 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인 확정

* 보루타 알고리즘은 주요 요인을 선정하기 위한 기준을 제시하고 요인 간 상대적 중요도의 비교도 가능하지만, 선정된 요인이 디지털전환에 정(+) 또는 부(-)의 영향을 주는지는 알 수 없어 통계분석 결과를 참고해 최종 요인 도출

• 통계분석 및 머신러닝 알고리즘의 결과를 종합해 기술(2개), 인력(2개), 투자(1개)에 속하는 총 5개의 디지털전환 촉진 요인 도출

- (기술) ① SW신기술 도입수준 및 ② SW신기술 활용분야수 등 SW 기술 관련 요인이 디지털전환 촉진에 있어 가장 중요 → SW 관련 기술이 기업 프로세스 자동화, 소통 및 협업 개선, 데이터 접근성 제고 등 디지털전환의 핵심 역할로서 중요하기 때문으로 추정

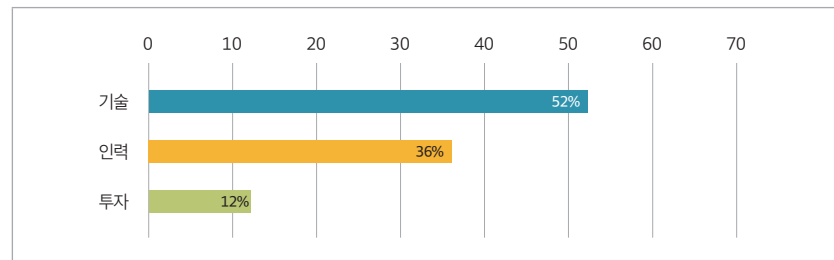
- (인력) ③ SW신기술인력 비중 및 ④ CDO/CIO 유무 등 인력 관련 요인이 두 번째로 중요 → 기업은 SW신기술을 활용해 새로운 프로세스를 구현하는 데 필요한 지식을 갖춘 인력이 필요하기 때문으로 보임

- (투자) ⑤ SW R&D 투자액 비중과 같은 투자 관련 요인 역시 중요 → 디지털전환의 핵심인 SW 관련 기술·개발 관련 투자가 필요하기 때문으로 해석

■ 분석 결과에 의하면, 기술(52%) > 인력(36%) > 투자(12%) 요인 순으로 디지털전환 촉진에 영향[그림 18]

• 디지털전환 촉진을 위해 정부 또는 기업이 한정된 자원을 지원 또는 투입해야 한다면, 기술 > 인력 > 투자 순의 지원·투입이 바람직

[그림 18] 기술, 인력, 투자 요인의 영향 정도 비교



• 그러나, 기술, 인력, 투자 요인을 완전히 독립된 요인으로 보기는 어려움

- SW신기술을 활용한 제품·서비스 개발을 가정하면, SW신기술을 도입·활용할 인력이 필요하고 제품·서비스화를 위한 SW R&D 역시 필요 → 기술·인력·투자 요인이 서로 유기적으로 연결

■ 디지털전환 촉진에 영향을 주는 주요 요인에 대한 산업별 비교를 통해 기술, 인력, 투자 관련 맞춤형 지원 필요

• (기술 지원) 정보통신업(SW산업 제외) 이외 타 산업은 SW기술 관련 지원 확대 필요

- 정보통신업(SW산업 제외) 이외 타 산업의 디지털전환 촉진을 위해 SW기술 지원 확대 필요 → 수요 산업의 전문가와 함께 설계 단계에서부터 운용 단계까지 필요한 SW 기술을 구체화하고, 확산 가능성이 높은 기술은 R&D를 지원할 수 있는 체계 마련

- 제조·자동차·조선해양·우주 등 기존 산업의 경쟁력을 도약시키기 위한 부처 협업으로 SW기술의 수요 발굴 및 개발 강화 (SW진흥전략, 2023)

* 특히, 우리의 우수한 HW 경쟁력을 바탕으로 HW가 최적 성능으로 사용자의 요구사항(저전력화 등)을 이행할 수 있는 융합SW 기술력 확보 필요 → HW의 특성 및 제약사항을 고려해 HW 성능을 향상·최적화하는 시스템 SW기술 개발·공급

• (인력 지원) 정보통신업(SW산업 제외), 금융 및 보험업 이외 대부분 산업에서 SW 인력 확보가 어려워 산·학·연·관 협력하에 입체적인 인력 지원 전략 수립

- 산업 전문분야의 지식 및 디지털 스킬을 겸비한 융합SW 인재 육성 전략 필요 → 역량이 탁월한 전문·융합인재를 적기 '발굴-양성-활용'하기 위한 '기업주도-대학협력-정부지원'의 인재양성 지원체계 강화(SW진흥전략, 2023)

* 교육·채용이 연계되는 민·관 협력형 교육과정 확산 및 전문가 육성을 위한 혁신형 전문교육 강화 등

- 디지털전환 시대의 도메인 지식과 SW신기술 융합 역량을 갖춘 인재 조달을 위해 산업별로 기존 인력 재교육(Up-Skilling) 및 재배치(Re-Skilling) 지원 강화

• (투자 지원) 금융 및 보험업, 건설업 등은 타 산업에 비해 상대적으로 SW 관련 투자가 높은 편이지만, 대부분의 산업은 SW 관련 투자 확대가 필요

- 디지털전환 관련 정부 지원사업을 마중물 삼아 변화·성장하고 있는 기업에 대한 산업 특화 정부 지원·투자 확대 필요 → 일회성 또는 소액 지원, 중복 지원 불가 등의 정부 디지털전환 지원사업 방침을 개선한 디지털전환 촉진을 위한 산업 특화 중·장기 지원 플랜 강화
- 정부 지원으로 가시적인 디지털전환 성과를 보인 기업 대상으로 추가·연장 지원을 할 수 있는 디지털전환 우수기업 인센티브+(PLUS) 지원 제도 확대

■ 마지막으로 디지털전환 주요 요인에 대한 종사자 규모별 비교를 통해 대·중·소 기업의 차등화된 지원 전략 필요

- (대기업-1,000인 이상) 대기업은 디지털전환 관련 기술, 인력, 투자 모두 스스로 확보
 - 관련 역량을 중소기업에 자발적으로 확산시킬 수 있도록 정부 차원의 인센티브 (세제혜택 확대, 정부사업 가점제공 등) 제공
- (중기업-100~999인) 인력 및 기술 지원도 필요하지만, 투자 지원이 가장 필요
 - 디지털전환 수준을 빠르게 견인할 수 있도록 국내 기업의 허리 역할을 하는 중기업에 맞춤형 SW R&D 투자 지원 확대
- (소기업-100인 미만) 투자, 기술, 인력 지원 전반에 대해 통합 지원 방안 필요
 - 소기업은 디지털 기술 필요성에 대한 인식 정도(29.7%)가 낮고, 사업장에 적용할 수 있는 정도를 나타내는 기술수용성도 낮은 상황(남윤형 2021) → 우선 디지털 교육 강화를 통해 디지털 격차 해소가 선행되어야 하며 인프라·전문인력·지식 등을 종합적으로 제공하기 위한 디지털전환 토탈(Total) 지원 체계 강화 필요

■ 참고문헌

1. 국내문헌

소프트웨어정책연구소 (2023), "2022년 SW융합 실태조사"

소프트웨어정책연구소 (2023), "2022년 SW산업 실태조사"

관계부처 합동 (2023), "디지털 기초체력 강화와 해외진출 촉진을 위한 소프트웨어 진흥 전략"

송영근·박안선·심진보 (2022), "디지털전환의 개념과 디지털전환 R&D의 범위", 한국전자통신연구원 기술정책 트렌드 2022-02

정미애·김선우·김승현·성지은·송위진·이광호·이윤준·임채윤·박정호·정효정·홍정임 (2021), "디지털전환기 기업 혁신활동 변화와 대응전략", 과학기술정책연구원 정책연구 2021-07

남윤형 (2021), "소상공인 디지털전환 현황 및 단계별 추진전략", 중소기업연구원, KOSI 중소기업 포커스 제21-11호

관계부처 합동(2020), "소상공인 디지털전환 지원방안(소상공인 성장·혁신 방안 2.0)"

2. 국외문헌

Liaw A, Wiener M (2002), "Classification and Regression by randomForest", R News, 2(3),18-22.

Kursa M, Rudnicki W (2010), "Feature Selection with the Boruta Package", Journal of Statistical Software, Vol.36, Issue 11.

Wallis J (2022), "What Role Does Software Development Play In Digital Transformation?", EBO Digital

Premuzic T (2021), "The Essential Components of Digital Transformation", Harvard Business Review