

AI·SW 중심 사회의 조건: 속도가 아니라 디지털 회복력과 디지털 버퍼를 설계할 때

· 박민재 | 아주대학교 교수 | geglove@ajou.ac.kr



위기는 기술 사고가 아니라 설계의 문제였다

2024년 여름, 전 세계 항공·금융·병원 시스템이 동시에 멈춰 섰다. 단 하나의 보안 업데이트 오류가 글로벌 IT 인프라 전반으로 확산되며 항공편은 결항되고, 병원 진료는 지연되었으며, 금융 거래는 일시 중단되었다. 이는 특정 기업이나 조직의 문제가 아니었다. 각 시스템은 평소 효율적으로 작동하고 있었지만, 서로 강하게 연결된 상태에서 실패를 흡수할 완충 장치는 충분히 설계되어 있지 않았다.

이 사건은 단순한 기술 사고가 아니라, 우리가 AI·SW 중심 사회를 어떤 방식으로 설계해 왔는지를 드러낸 구조적 경고였다. 효율성과 속도는 극대화되었지만, 실패를 견디는 능력은 상대적으로 취약했다. AI와 SW가 사회 전반을 지탱하는 핵심 인프라가 된 지금, 기술의 성공만을 가정한 설계는 더 이상 충분하지 않다. 우리는 이제 묻지 않을 수 없다.

- AI가 실패하는 순간을 우리는 얼마나 진지하게 상상해 왔는가?
- 그 실패는 어디까지 확산될 수 있으며, 누가 이를 멈출 수 있는가?

디지털 회복력은 복구 속도가 아니라 붕괴를 막는 능력이다

디지털 회복력(Digital Resilience)은 흔히 위기 이후 얼마나 빨리 시스템을 복구할 수 있는가의 문제로 이해되어 왔다. 그러나 이는 회복력 개념의 일부에 불과하다. 디지털 회복력이란 본질적으로 AI와 소프트웨어 기반 시스템이 실패할 수 있다는 전제를 사회와 조직이 구조적으로 받아들이고 있는가에 관한 문제다.

다시 말해, 디지털 회복력은 충격을 완전히 피하는 능력이 아니라, 충격이 발생하더라도 시스템이 즉시 붕괴하지 않도록 흡수하고, 조정하며, 궁극적으로는 전환할 수 있는 사회 기술적 역량을 의미한다. 오늘날 AI와 SW는 더 이상 개별 조직의 도구가 아니라, 금융·의료·행정·물류·에너지·교육 등 사회 핵심 기능을 떠받치는 공공적 인프라가 되었다. 이처럼 디지털 시스템이 사회 전반을 관통하고 강하게 연결될수록, 하나의 오류가 연쇄적으로 확산될 가능성 또한 구조적으로 커진다.

기존의 디지털 회복력 논의는 주로 위기 이후(post-crisis)의 대응 역량에 초점을 맞춰 왔다. 시스템 장애나 사이버 공격이 발생한 이후, 조직이 얼마나 빠르게 기능을 회복할 수 있는가가 핵심 관심사였다. 이 과정은 보통 흡수(Absorb), 적응(Adapt), 전환(Transform)이라는 단계적 역량으로 설명된다(Boh et al., 2023).

그러나 이 접근에는 분명한 공백이 존재한다. 회복을 논의하기도 전에 시스템이 이미 붕괴해 버린다면, 회복 역량은 발현될 기회조차 갖지 못한다. AI·자동화·플랫폼 의존도가 심화된 환경에서는 충격이 발생한 직후 회복을 논하기도 전에 서비스 중단, 신뢰 붕괴, 연쇄적 기능 마비가 먼저 발생하는 경우가 적지 않다. 즉, 회복력은 충분조건일 수는 있어도, 생존을 보장하는 필요조건은 아닐 수 있다.

[그림 1] 디지털 회복탄력성 역량을 위한 전략

흡수 역량 (Absorb)	적응 역량 (Adapt)	전환 역량 (Transform)
<ul style="list-style-type: none"> • 이중화 (Redundancy): 조직 업무의 연속성을 위한 다양한 옵션 생성 • 지능형 센싱 (Intelligent sensing): 충격을 예측하고 견딜 수 있는 데이터 수집 및 분석 • 조정 (Coordination): 내부 운영을 용이하게 하고 중복 리소스를 식별하며 기업 간 신속한 활용을 지원 • 데이터 거버넌스 (Data Governance): 협업 주체 간 데이터 활용에 대한 신뢰를 확보하기 위한 구조 정리 	<ul style="list-style-type: none"> • 조직 구조조정 (Organizational restructuring): 충격 발생 후 사용 가능한 기술을 활용하기 위한 조직 루틴 제정 (예: 오프라인에서 디지털 활동으로 전환) • 적응형 문화(Adaptive culture): 개방적이고 유연하게 새로운 작업 방식으로 실험하고 실패에 대해 관대한 조직 문화 • 유비쿼터스 및 접근성 (Ubiquity & accessibility): 충격에 인한 운영 중단에 신속하게 대응 • 개선을 위한 실험(Experimentation): 신속한 학습, 개발 및 구현에 참여 	<ul style="list-style-type: none"> • 비즈니스 모델 혁신 (Business model innovations): 재구성된 기술이 기존 및 새로운 비즈니스 기회에 미치는 영향 평가 • 생태계 전략 (Ecosystem strategies): 미래 충격에 대한 규모와 강력한 복원력을 지원할 수 있는 다자간 상호 보완성 구축 • 재구성 가능성 (Reconfigurability): 디지털 기술의 모듈성과 재결합성을 활용 • 확성 (Scalability): 디지털 플랫폼의 성능 활용

회복 이전을 지탱하는 구조, 디지털 버퍼

이 공백을 메우는 개념이 바로 디지털 버퍼(Digital Buffer)다. 디지털 버퍼란 시스템이 실패할 수 있다는 사실을 전제로, 충격이 곧바로 전면적 붕괴로 이어지지 않도록 사전에 설계된 구조적 완충 장치를 의미한다. 이는 단순한 여유 자원이나 비상 계획이 아니라, 기술·정보·조직·사회·제도 전반에 걸쳐 내장된 완충 구조다.

기존의 회복력 논의가 ‘위기 이후 어떻게 회복하는가’에 초점을 맞췄다면, 디지털 버퍼는 ‘붕괴를 어떻게 사전에 지연·완화할 것인가’를 묻는다. 다시 말해, 회복력이 능력(Capability)이라면, 디지털 버퍼는 그 능력이 작동할 수 있도록 만드는 선행 조건이다.

디지털 회복력과 디지털 버퍼는 서로 대체 관계가 아니다. 둘은 시간적 관점과 설명 대상이 다르며, 각각만으로는 불완전하다. 이를 통합적으로 이해하면 하나의 상위 개념으로 수렴한다. 바로 디지털 생존력(Digital Survivability)이다. 디지털 생존력이란 위기 이전, 위기 중, 위기 이후를 관통하면서 시스템이 무너지지 않고 기능을 유지·조정·재구성할 수 있는 지속 가능한 상태를 의미한다(Kumar et al., 2024). 회복력은 위기

이후의 대응 능력을 설명하고, 버퍼는 위기 이전의 붕괴 방지 구조를 설명한다. 이 둘이 결합될 때 비로소 ‘얼마나 빨리 복구했는가’가 아니라, ‘어떻게 끝내 무너지지 않았는가’를 설명할 수 있다.

버퍼는 ‘있다/없다’가 아니라 ‘어떤 방식으로 설계됐는가’의 문제다

디지털 버퍼를 말할 때 중요한 것은 ‘버퍼가 있느냐, 없느냐’가 아니다. 핵심은 버퍼가 어떤 유형으로, 어떤 원리로 설계되어 있느냐 여부다. 같은 ‘백업’이라도 한 조직에는 단순한 장비 추가일 수 있지만, 다른 조직에는 위기 확산을 차단하는 구조가 될 수 있다. 디지털 버퍼는 크게 기술, 정보·인지, 조직·운영, 사회, 제도·윤리의 다섯 유형으로 구분할 수 있으며, 각 유형은 위기의 서로 다른 경로를 막는다.

[표 1] Digital Buffer 5유형: 정의-설계 원리-진단 항목

유형	정의(요약)	설계 원리	진단 질문(예시)
기술적 버퍼	기술 실패의 연쇄 확산 차단	중복·분산·모듈·페일오버	단일 실패점이 있는가? 대체 경로는 있는가?
정보·인지 버퍼	오판·정보붕괴 완화	다원채널·센싱·검증·해석 분리	경보·모니터링 체계가 작동하는가?
조직·운영 버퍼	경직을 완화하고 예외 대응	권한 분산·개입성·실험 공간	위기 시 예외 의사결정이 가능한가?
사회적 버퍼	협력·자기조직화 촉진	신뢰·네트워크·공동 규범	이해관계자 협력이 가능한가?
제도·윤리 버퍼	정당성 붕괴·갈등 확산 차단	책임성·거버넌스·규제 트리거	데이터/AI 책임 구조가 명확한가?

디지털 버퍼의 각 유형은 ‘어떤 붕괴를 막는가(정의)-무엇으로 막는가(설계 원리)-현장에서 어떻게 점검하는가(진단 질문)’로 구성된다. 조직은 이 질문에 답하는 과정에서 회복력 이전에 필요한 구조적 취약점을 선제적으로 발견할 수 있다.

첫째, 기술적 버퍼는 기술 실패가 연쇄적으로 확산되는 경로를 끊는다. 흔히 ‘이중화’라고 부르지만, 단순히 서버를 하나 더 두는 수준으로는 부족하다. 핵심은 중복·분산·모듈화·페일오버를 결합해 단일 실패점(single point of failure)을 제거하는 것이다. 예를 들어, 한 서비스가 장애가 나면 자동으로 다른 모듈이나 다른 리전으로 넘어가게 하는 ‘페일오버’는 단순 복구가 아니라 붕괴의 전파 속도를 늦추는 장치다. 이때 진단 질문은 단순하다. ‘단일 실패점이 남아 있는가?’ ‘대체 경로는 실제로 작동하는가?’ ‘장애 전환이 자동이며 반복적으로 테스트되는가?’ 테스트되지 않은 백업은 ‘버퍼’가 아니라 ‘희망 사항’에 가깝다.

둘째, 정보·인지 버퍼는 오판과 정보 붕괴를 완화한다. AI·자동화 시스템에서는 장애 자체보다 잘못된 판단이 조용히 누적되는 위험이 더 크다. 이 버퍼의 설계 원리는 다원 채널, 센싱, 검증, 해석 분리다(Park & Choi, 2026). 단일 데이터 소스나 단일 대시보드가 현실을 대표하는 순간, 시스템은 '정확한 오류'보다 '그럴듯한 착각'에 취약해진다. 예컨대 센서 데이터와 사용자 피드백, 현장 보고가 서로 다른 채널로 들어오고, 핵심 지표는 교차 검증되며, 신호 감지(센싱)와 의미 해석(분석)이 분리되어야 한다. 여기에서의 진단 질문은 '경보·모니터링 체계가 실제로 작동하는가?' '이상 징후가 단일 지표에 의해 가려질 가능성은 없는가?' '데이터 검증과 해석이 한 팀·한 모델에 과도하게 집중되어 있지 않은가?'로 요약된다.

셋째, 조직·운영 버퍼는 조직의 경직을 완화하고 예외 대응을 가능하게 만든다. 위기 상황에서 조직이 무너지는 이유는 종종 기술이 아니라, 규정과 승인 체계가 위기 속도를 따라가지 못하기 때문이다. 설계 원리는 권한 분산, 개입성(사람이 개입할 수 있는 지점), 실험 공간이다. 위기 시 특정 기준을 일시적으로 바꾸거나, 자동화 결정을 중단하거나, 현장 판단이 최종 결정을 덮어쓸 수 있는 '예외 경로'가 있어야 한다. 또 실패를 벌점이 아니라 학습으로 전환할 수 있는 '실험 공간'이 있어야 적응(Adapt)이 가능해진다(Song et al., 2024). 진단 질문은 '위기 상황에서 예외 의사결정이 가능한가?' '자동화 결과를 누가 어떤 절차로 중단할 수 있는가?' '실패가 보고되는가, 은폐되는가?'로 정리된다.

넷째, 사회적 버퍼는 협력과 자기조직화를 촉진한다. AI·SW 중심 사회에서 위기는 한 조직 안에서 끝나지 않는다. 공급망, 플랫폼 생태계, 공공 서비스는 서로 얽혀 있기 때문에 위기 대응은 필연적으로 다자 협력의 문제가 된다. 사회적 버퍼의 설계 원리는 신뢰, 네트워크, 공동 규범이다. 평상시에 협력 채널이 없으면 위기 때 갑자기 협력이 생기지 않는다. 따라서 위기 이전에 정보 공유 프로토콜, 공동 대응 훈련, 상호 지원 규범이 구축되어야 한다. 진단 질문은 '이해관계자 협력이 가능한가?' '위기 시 함께 움직일 네트워크가 존재하는가?' '공동 규범(정보 공유 범위·속도·책임)이 합의되어 있는가?'로 표현된다.

다섯째, 제도·윤리 버퍼는 정당성 붕괴와 갈등 확산을 차단한다. AI가 개입한 의사결정은 성능의 문제가 곧바로 정당성의 문제로 전환된다. 특히 공공 서비스, 금융, 채용, 복지처럼 민감한 영역에서는 한 번의 오류가 기술 실패를 넘어 사회적 불신과 갈등으로 확대될 수 있다. 설계 원리는 책임성, 거버넌스, 규제 트리거다. 누가 책임을 지는지, 어떤 기준에서 자동화를 멈추는지, 피해 구제는 어떻게 이뤄지는지, 데이터는 어떤 원칙으로 쓰이는지 등이 사전에 규정되어야 한다(Tremblay et al., 2023). 진단 질문은 명료하다. '데이터/AI 책임 구조가 명확한가?' '문제가 발생했을 때 중단·조정·구제의 절차가 존재하는가?' '외부 감사와 설명 책임을 감당할 수 있는가?'

이 다섯 버퍼는 결국 Absorb-Adapt-Transform을 떠받치는 '바닥'이다. 기술적·정보·제도 버퍼가 충격을 흡수(Absorb)할 시간을 벌어주고, 조직·운영 버퍼가 학습과 조정을 통해 적응(Adapt)을 가능하게 하며, 사회적 버퍼가 생태계 차원의 협력을 통해 전환(Transform)의 동력을 만든다. 그래서 AI·SW 중심 사회의 핵심 경쟁력은 더 빠른 도입이 아니라, 다섯 가지 버퍼를 얼마나 실제 설계로 구현했는가에서 갈린다.

회복 역량은 구조 위에서만 작동한다

흡수-적응-전환이라는 회복력 프레임은 강력하지만, 종종 하나의 전제가 생략된다. 바로 회복 역량은 자발적으로 발현되지 않는다는 점이다. 충격을 흡수하기 전에 이미 기능을 상실한 조직은 흡수를 시도할 수 없고, 정보 접근이 차단된 조직은 적응할 수 없으며, 외부 생태계와 단절된 조직은 전환할 수 없다.

충격을 흡수하는 단계에서는 기술적 이중화와 지능형 센싱, 데이터 거버넌스와 같은 버퍼가 먼저 작동해야 한다. 적응 단계에서는 조직 구조의 재조정 가능성, 실험을 허용하는 운영상의 여유, 정보 접근성이 유지되어야 학습이 가능해진다. 전환 단계에서는 외부 생태계와의 연결, 신뢰 기반 협력, 확장 가능한 기술 구조가 함께 작동해야 기존 모델을 넘어설 수 있다.

이 구조가 시사하는 바는 분명하다. 디지털 버퍼가 없는 환경에서는 흡수-적응-전환은 단계가 아니라 이상에 머문다. 회복력은 능력이기 이전에, 구조 위에서만 발현되는 속성이다.

[표 2] Digital Buffer와 조직 회복탄력성 역량의 단계별 매핑 구조

핵심 역량	Digital Buffer 유형	요소	확장 해석(본 저술 관점)
흡수 (Absorb)	① 기술적 Buffer	이중화(Redundancy) 지능형 센싱(Intelligent sensing)	단일 실패점을 제거하고, 충격을 즉시 감지·완화하는 기술적 완충 장치
	② 정보·인지적 Buffer	지능형 센싱 조정(Coordination)	데이터·신호의 왜곡을 줄이고, 위기 인식을 다원화하는 인지적 완충 구조
	⑤ 제도·윤리적 Buffer	데이터 거버넌스 (Data Governance)	데이터 활용에 대한 신뢰·책임·권한을 사전에 규정하여 혼란을 방지
적응 (Adapt)	③ 조직·운영 Buffer	조직 구조 재조정 적응 문화	위기 상황에서도 조직이 경직되지 않도록 만드는 운영상의 여유와 재배치 능력
	② 정보·인지적 Buffer	유비쿼터스 및 접근성	정보 접근 단절을 방지하고, 상황 판단의 연속성을 유지
	③ 조직·운영 Buffer	개선을 위한 실험	실패를 흡수할 수 있는 실험 공간을 확보함으로써 학습 기반 적응 가능
전환 (Transform)	④ 사회적 Buffer	생태계 전략	조직 외부의 신뢰·연결망을 통해 위기 대응을 공동 생산
	③ 조직·운영 Buffer	재구성 가능성	구조 자체를 빠르게 재조합할 수 있는 조직 설계
	① 기술적 Buffer	확장성(Scalability)	위기 대응·혁신 모델이 규모 확대 시에도 붕괴되지 않도록 지원

위기 이후 성과는 시간이 지날수록 벌어진다

동일한 위기를 겪은 조직이라 하더라도, 디지털 버퍼와 회복 역량의 유무에 따라 성과 궤적은 크게 달라진다. 초기 충격의 깊이, 회복 속도, 그리고 이후의 성장 경로가 서로 다른 곡선을 그린다. 회복탄력적 조직은 상대적으로 얕은 성과 하락을 경험하고 빠르게 회복 국면에 진입하는 반면, 그렇지 못한 조직은 더 깊은 하락과 더 느린 회복을 겪는다(Reeves et al., 2020). 더 중요한 차이는 시간이 지날수록 누적된다. 초기의 작은 회복 차이는 장기적으로 성과 격차의 누적 이점으로 이어진다. 이는 디지털 생존력이 단기적 위기 관리 능력이 아니라, 장기적 경쟁력과 지속 가능성의 핵심 원천임을 보여준다.

지난 10여 년간 디지털 전환의 핵심 가치는 속도와 최적화였다. 기업은 자동화를 통해 비용을 줄였고, 정부는 디지털 행정을 통해 처리 시간을 단축했으며, 플랫폼 기업들은 규모의 경제를 극대화했다. AI와 SW는 이러한 흐름의 정점에 있다. 그러나 효율성은 언제나 여유를 제거하는 방향으로 작동한다. 중복은 낭비로 간주되고, 느린 절차는 제거 대상이 된다. 그 결과 오늘날의 AI·SW 기반 시스템은 놀라울 정도로 정교하지만, 동시에 작은 오류가 전체로 확산되기 쉬운 구조를 갖게 되었다. 최근 반복되는 금융·복지·공급망 실패 사례는 기술 부족이 아니라, 실패를 전제로 설계되지 않은 구조의 문제임을 보여준다.



SW 중심 사회에 필요한 기준은 '도입'이 아니라 '생존'이다

SW 중심 사회란 단순히 소프트웨어 인력이 많고, AI 기술을 빠르게 도입하는 사회를 의미하지 않는다. 진정한 SW 중심 사회란 SW와 AI의 실패 가능성을 이해하고, 이를 견딜 수 있는 구조를 함께 설계한 사회다. 앞으로 요구되는 SW 역량은 단순한 코딩 능력이 아니다. 시스템의 취약성을 인식하는 능력, 오류를 흡수하고 조절할 수 있는 설계 사고, 위기를 계기로 구조를 전환할 수 있는 통합적 판단 능력이 함께 요구된다. 이는 SW 인재 양성, AI 정책, 디지털 정부 전략 모두에 공통으로 적용되어야 할 기준이다.

정부는 AI·SW 정책을 기술 확산 중심에서 벗어나, 실패 시에도 사회 기능이 유지될 수 있도록 디지털 버퍼를 제도적으로 내장하는 방향으로 전환해야 한다.

대학은 SW 교육을 기술 숙련 중심에서 한 단계 확장해, 시스템 실패를 이해하고 구조적으로 대응할 수 있는 회복력 사고를 핵심 역량으로 포함해야 한다.

기업은 효율성 지표만이 아니라, 중단 가능성·재구성 가능성·확장 가능성을 포함한 회복력 설계를 경쟁력의 일부로 인식해야 한다. 플랫폼 기업은 속도와 규모 이전에, 오류가 발생했을 때 피해를 확산시키지 않는 책임 구조와 거버넌스를 함께 설계해야 한다. 시민사회 역시 AI·SW를 소비하는 주체를 넘어, 기술 실패에 대한 사회적 합의와 감시의 한 축으로 참여할 필요가 있다.

진정으로 강한 시스템은 오류가 없는 시스템이 아니다. 충격을 흡수할 수 있는 시스템, 실패로부터 학습하고 적응할 수 있는 시스템, 위기를 계기로 스스로를 전환할 수 있는 시스템이 강한 시스템이다(Liu et al, 2024). AI·SW 중심 사회의 경쟁력은 더 빠른 도입이 아니라, 디지털 회복력과 디지털 버퍼를 함께 설계할 수 있는 능력에서 나온다. 이제 우리는 묻고 답해야 한다. 다음 오류가 언제 발생할지를 예측하는 것이 아니라, 그 오류를 견디고 살아남을 준비가 되어 있는지를. 이제는 속도가 아니라, 회복력을 설계할 시간이다.

참고문헌

- Boh, W., Constantinides, P., Padmanabhan, B., & Viswanathan, S. (2023). Building digital resilience against major shocks. *MIS quarterly*, 47(1), 343-360.
- Kumar, V., Sindhwani, R., Behl, A., Kaur, A., & Pereira, V. (2024). Modelling and analysing the enablers of digital resilience for small and medium enterprises. *Journal of enterprise information management*, 37(5), 1677-1708.
- Liu, Y., Xu, X., Jin, Y., & Deng, H. (2023). Understanding the digital resilience of physicians during the COVID-19 pandemic: An empirical study. *MIS quarterly*, 47(1), 391-422.
- Park, M. J., & Choi, H. (2025). Bending, not breaking: Digital resilience as a pathway to transformative renewal. *Technology in Society*, 72, 1-12.
- Reeves, M., Lang, N., & Carlsson-Szlezak, P. (2020). Lead your business through the coronavirus crisis. *Harvard business review*, 27, 2-7.
- Song, J., Park, M. J., & Angst, C. M. (2024). A system dynamics approach for cost-benefit simulation in designing policies to enhance the cybersecurity resilience of small and medium-sized enterprises. *Information Development*, 40, 1-17.
- Tremblay, M. C., Kohli, R., & Rivero, C. (2023). Data is the new protein: How the commonwealth of Virginia built digital resilience muscle and rebounded from opioid and COVID shocks. *Mis Quarterly*, 47(1), 423-450.