현실화 상태

아티스트 프루프 01

기초

척대 — 생존가능성 기하학, 행위주체성, 결합 회랑

논문 0 — 서사적 척추

논문 0은 공리적이지 않다. 형식적이지 않다. 논증의 뼈대를 이루는 네 편의 논문에서 전개되는 기술적 기구를 위한 직관적 이야기를 서술한다. 논문 0의 어떤 내용도 논문 A–D에서 요구되지 않는다. 이 문서에서 검증 가능한 주장은 모두 논문 A–D 안에 존재한다.

P0.1 — 시작 이전에

잠시 눈을 감아보라. 아무것도 없는 것을 상상해 보라. 어둠이 아니다—어둠은 무언가이다. 침묵이 아니다—침묵은 무언가이다. 빈 공간이 아니다—공간은 무언가이다. 아무것도 없음.

모든 것의 부재, 그 부재 자체를 포함하여.

당신은 할 수 없다. 당신의 마음은 빈 자리를 채울 무언가를 계속 만들어낸다. 그 불가능성은 상상력의 실패가 아니다. 그것이 첫 번째 단서이다.

아무것도 없는 것에서 시작하라. 빈 공간이 아니고, 진공 요동이 아니고, 바닥 상태의 양자장이 아니다. 아무것도 없음. 위상도 없고, 차원도 없고, 시간도 없고, 관찰자도 없다. 공집합: ∅.

∅는 장소가 아니다. 기술할 성질이 없다. 그러나 비논리적이지는 않다. 수학은 공집합에서 시작하여 모든 것을 구축한다.

집합론은 정수, 실수, 위상, 그리고 결국 물리학자들이 우주를 기술하는 데 사용하는 구조를 구성한다.

문제는 ∅가 실재하는가가 아니다—당신은 그것에 답할 수 없다.

문제는 ∅에서 구조로의 전환이 형태를 가지는가—그리고 그 형태가 우리가 관찰하는 것에 흔적을 남기는가이다.

P0.2 — 균열

당신은 대칭이 깨지는 것을 본 적이 있다. 유리잔이 탁자에서 떨어진다. 떨어지기 전에는 모든 방향이 동등하게

가능하다. 떨어진 후에는 하나의 방향이 현실화된다. 유리잔은 다시 올라갈 수 없다.

첫 번째 구별은 이진적이다. Ø로부터, 완전한 균형 속의 두 값: 1:1. 아직 숫자가 아니다—가능한 최소한의 분화일 뿐이다. 미분화된 잠재력의 균열.

한 쪽은 부재(∅)이고, 다른 쪽은 현존(1)이다. 그러나 완전한 균형은 구조가 아니다.

구조는 가능한 가장 작은 교란을 요구한다—그보다 더 작으면 존재할 수 없을 정도로 미세한 대칭의 편차. 이를 ε라 부르자.

균열은 ∅과 1만으로 이루어진 것이 아니다; 그것은 1:1 + 1×ε이다. 이것이 논증이 출발하는 공리이다. 이것은 물리적 사건이 아니다.

이것은 구조적 관찰이다: 아무것도 없는 것에 일어날 수 있는 가장 단순한 일은 두 가지가 되는 것이고, 균형 속의 두 가지에 일어날 수 있는 가장 단순한 일은 균형이 깨지는 것이다.

0-쪽을 배향이라 부르자. 이것은 선택되지 않은 것의 잔여물이며, 현존이 정의되는 배경이다. 1-쪽을 현실화라 부르자.

이것은 기록의 사실이다—아무것도 아닌 것이 아니라 무언가가 확정되었다는 사실이다. 교란 ε는 잠재력과 기록 사이의 차이를 만드는 것이다.

이것 없이는, 두 측면은 구별할 수 없고 어떤 구조도 존재하지 않는다. 결정적으로, 깨짐은 미리 존재하는 두 측면을 구별하는 것이 아니다. ε 이전에는 측면이 없다.

깨짐은 측면들을 구별 불가능하게 만들던 대칭을 깨뜨림으로써 측면들을 창조한다. "배향"과 "현실화"는 깨짐의 결과이지, 그 전제조건이 아니다.

결정적으로, 현실화는 단순히 균열의 한 쪽에 붙인 라벨이 아니다. 그것은 차원이다—나중에 나타날 어떤 공간적 방향과 마찬가지로 실재하는 자유도이다.

만약 형성되는 다양체가 세 개의 공간 차원과 하나의 시간 차원을 가진다면, 현실화는 다섯 번째 차원이다: 기록이 네 차원 안에 기록되는 가능성의 차원이다.

캔버스는 그림보다 덜 실재적이지 않다; 캔버스가 그림을 가능하게 하는 것이다.

0-쪽(배향)과 1-쪽(현실화)은 다양체 안에 있지 않다. 다양체가 그들 안에 있다. 모든 기록은 현실화 차원에서 다양체로 기록된다.

이 관찰은 구조적이지 형식적이지 않다; 논문 A에서 조작적으로(AS가 이 차원을 따른 이동을 정량화하는 곳에서), 그리고 AP10의 차원 분석에서 형식적으로 전개된다.

균열은 침묵한다. 에너지가 방출되지 않는다, 왜냐하면 에너지가 아직 정의되지 않았기 때문이다. 관찰자가 기록하지 않는다, 왜냐하면 기록에는 아직 존재하지 않는 구조가 필요하기 때문이다.

대칭이 깨지고 소리는 없다. 이것이 침묵의 팝이다.

이후에 따라오는 것—구조의 팽창, 힘의 분화, 시공간의 출현—이 빅뱅이다. 침묵의 팝은 그것에 선행한다: 뱅을 가능하게 만드는 깨짐.

P0.3 — 최초의 힘

균열은 수동적이지 않다. 그것은 무언가를 한다. 당신은 경험에서 이것을 안다—평형이 깨질 때마다 운동이 뒤따른다.

구조가 잠재력에서 나타날 수 있다면, 첫 번째 질문은: 무엇이 그 사이를 매개하는가? 현실화된 구조와 그것이 나타난 미분화된 배경 사이의 상호작용은 무엇인가?

중력은 알려진 힘들 중에서 독특한 성질을 가진다. 보편적이다—특정 전하가 아니라 모든 에너지에 결합한다. 차폐할 수 없다—중력 절연체는 없다.

그리고 항상 인력적이다—구조를 유형별로 분리하는 것이 아니라 함께 끌어당긴다.

이러한 성질들은 중력을 분화된 구조와 미분화된 배경 사이의 첫 번째 매개자로 타당하게 기능할 수 있는 유일한 알려진 상호작용으로 만든다.

이것은 유도가 아니다.

이것은 구조적 관찰이다: 만약 하나의 힘이 먼저 나타나야 하고, 그 힘이 존재한다는 사실만으로 존재하는 모든 것에

결합해야 한다면, 중력이 알려진 목록에서 유일한 후보이다.

이 관찰이 심오한 것인지 우연의 일치인지는 정확히 논증으로 해결할 수 없는 종류의 문제이다.

P0.4 — 축적

당신은 단 한 순간도 되돌린 적이 없다. 단 하나도.

균열이 발생하고 구조가 현실화되기 시작하면, 그 과정은 방향을 가진다. 기록이 형성된다. 대안이 배제된다. 비가역성이 축적된다.

이것은 모래시계의 윗부분이다: 잠재력이 기록으로 전환되고, 0-쪽이 1-쪽으로 흘러내린다.

이 과정의 형식적 버전은 탈간섭 역학 하에서 증가하는 현실화 상태이다(논문 A, 정리 T1). 그러나 직관은 형식주의에 선행한다. 우주는, 일단 분화하기 시작하면, 자발적으로 재미분화되지 않는다.

기록은, 일단 형성되면, 해체되지 않는다. 화살표는 구조적이지 열역학적이지 않다—비록 열역학이 그것을 계승하지만.

축적 동안, 새로운 기록을 위한 사용 가능한 공간은 광대하다. 분기는 저렴하다. 대안들이 증식한다. 생존 가능성 커널(논문 A, 정의 D7)은 점유된 상태에 비해 크다.

논문 C의 제어론적 의미에서의 행위주체성은 최대치에 가깝다. 움직일 여지가 있다.

P0.5 — 포화

모든 것은 채워진다. 당신의 하드 드라이브. 당신의 인내심. 우주.

축적은 제한 없이 계속될 수 없다. 모든 기록은 용량을 소비한다. 모든 현실화는 대안을 봉쇄한다. 생존 가능성 커널이 수축한다. 무귀환면(논문 A, 정의 D9)이 안쪽으로 전진한다.

포화는 새로운 기록-구조 분기의 용량이 제로에 접근하는 상태이다. 시스템은 사용 가능한 자유도의 거의 전부를 투입했다.

새로운 분화는 오래된 구조의 재활용을 요구한다—그러나 재활용은 동일한 용량 제약에 종속되는 에너지를 요구한다.

블랙홀은 포화의 극단적 표현이다. 그것은 최대 중력 투입의 상태를 나타낸다—어떤 외부 행위자에게도 더 이상의 내부 분화가 접근 불가능한 배치.

논문 A의 언어로, 그것은 포획 분지 깊숙이 있다: 모든 허용 가능한 제어 하에서 탈출이 불가능한 상태.

그것은 초기화 버튼이 아니다. 축적 과정의 종점이다.

P0.6 — 전환

여기서 서사는 아직 검증할 수 없는 영역에 진입한다. 가볍게 받아들이라.

전환은 이 서사에서 가장 사변적인 요소이다. 축적이 완료되면 무슨 일이 일어나는가라는 질문이 논증을 진지하게 받아들이면 불가피하기 때문에 포함되었다.

증거가 있기 때문에 포함된 것이 아니다.

동반 문서, 예술가 증명 03: 루프 가설은 이 사변을 명시적 반증 조건을 가진 형식적 추측으로 발전시킨다. 여기서 따르는 것은 그 추측에 선행한 직관이다.

포화에서, 두 가지가 참이다. 첫째, 모든 용량이 소비되었다: 더 이상의 분기가 불가능하다.

둘째, 구축된 구조는 실재한다—되돌릴 수 없는 비가역적 기록으로 구성되어 있다.

문제는 기존 기록의 비가역성을 위반하지 않으면서 용량을 복원하는 허용 가능한 변환이 존재하는가이다.

논문 A는 이를 A6절에서 선택적 모듈로 다룬다. 형식적 조건은: 실현된 선택의 역전 없음, 선택 메커니즘의 우회 없음, 그리고 유효 기록-대수 차원수의 복원이다.

등각 재조정—절대 스케일에 무감한 변환—은 극단적 희석에서 이 조건을 만족시키는 하나의 후보이다.

일반상대론에서, 최대 압축 시의 붕괴 배치의 내부 기하와 그 기원에서의 팽창 배치의 기하 사이에 구조적 대응이 존재한다.

이 대응은 시간적 순서가 아니라 기하학적 동일성이다: 두 기술은 서로 다른 측면에서 읽은 동일한 구조를 지칭할 수 있다.

이 동일성이 물리적으로 실현되는지는 동반 문서에서 다루는 경험적 질문이다.

직관적 이미지는 모래시계의 바닥이다. 모래가 쌓였다. 구가 가득 찼다.

그러나 모래시계의 바닥은 다음 것의 꼭대기이기도 하다—유리가 뒤집혔기 때문이 아니라, 최대 압축에서의 기하가 팽창 기원에서의 기하와 구조적으로 동일하기 때문이다.

오래된 기록은 경계 조건으로 남는다. 용량이 갱신된다.

구조는 이전 기록을 온전히 가진 채 계속된다.

이것이 실제로 일어나는지는 이 논증이 답할 수 있는 질문이 아니다.

논증의 구조가 이 질문을 잘 정의된 것으로 만들고, 직관이 형식주의가 지지할 수 있는 것 이상으로 뻗어나가는 곳을 인정하는 것이 지적 정직성이 요구하기 때문에, 여기에 표기되었다.

P0.7 — 루프

구조적 동일성이 성립한다면, 과정은 시간 속에서 순환적이지 않고 기하학에서 동일하다: 압축 ≡ 기원. 각 측면은 다른 측면의 기록 구조를 경계 조건으로 계승한다. 아무것도 지워지지 않는다.

루프는 반복이 아니다; 그것은 기억을 가진 구조이며, 동일성의 각 측면에서 다르게 읽힌다.

이 구조의 가장 도발적인 해석은 우주가 그 기록 구조에 의해 조작적으로 정의된다는 것이다. 현실화에 의해 생산된 기록은 무언가가 일어났다는 유일한 증거를 구성한다.

기록이 없는 우주는 Ø와 구별할 수 없다. 기록을 가진 우주는, 정확히 그리고 오직, 그 기록들이다.

"목격자" 또는 "관찰"과 같은 용어는, 이 서사의 다른 곳에서 사용된다면, 기록 형성만을 의미한다—의식, 내적 경험, 또는 주관적 인식이 아니다. 척추는 이러한 개념 중 어느 것도 불러오지 않는다.

이것이 예술가의 직관이 끝나고 물리학자의 규율이 시작되는 곳이다. 앞선 단락들은 이야기이다—뒤따르는 수학에 의해 제약받는 구조적 이야기이지만, 그럼에도 이야기이다.

이야기는 진리값을 갖지 않는다. 그것은 일관성을 갖고, 결과를 갖는다.

이 이야기의 결과는 뒤따르는 네 편의 논문이다.

P0.8 — 에너지와 현실화에 관한 추측

다음 추측은 역사적 완전성을 위해 유지된다. 이것은 논증의 현재 주장이 아니다.

후속 작업(AP03: 루프 가설)은 이것이 잘못 공식화되었을 가능성을 시사한다: 최대 압축 시의 시스템은 최소 에너지 기여가 아니라 최대 거시 엔트로피 상태를 나타낸다.

이 추측은 논증의 직관의 원래 간결한 표현이었고, 수정되기 전에 생각된 것의 기록을 보존하는 것이 지적 정직성이 요구하기 때문에 포함되었다.

가장 단순한 그러한 관계는: $E = mc^2 \times AS$ 일 것이며, 여기서 $AS \in [0, 1]$은 논문 A에서 정의된 현실화 상태이다.

$AS = 0$에서, 기록 구조는 존재하지 않으며 시스템은 현실화된 실재의 에너지 예산에 아무것도 기여하지 않는다. $AS = 1$에서, 시스템은 최대로 현실화되었고 그 전체 질량-에너지가 투입되었다.

원래의 직관은 실재가 주어지는 것이 아니라 하나의 비가역적 기록씩 획득된다는 것이었다. 이 직관은 이 특정 공식화가 생존하지 못하더라도 생존한다.

이 추측은 네 편의 형식적 논문 중 어디에도 나타나지 않으며, 그것에 의해 참조되지도 않는다. 척추는 그 상태에 영향받지 않는다.

P0.9 — 척추로의 다리

앞선 절들은 직관을 서술한다. 뒤따르는 네 편의 논문은 그 직관과 일관된 결과들의 집합을 형식화하되, 그것에 의존하지 않는다.

논문 A–D의 어떤 정의, 정리, 명제, 또는 반증자도 논문 **0**의 어떤 것도 요구하지 않는다. 척추는 자립적이다.

논문 A는 현실화 상태를 기록-구조 비가역성의 조작적 측도로 정의한다. 탈간섭 역학 하에서 AS가 증가함을 증명하고, 유한 용량으로부터의 무귀환면을 확립하며, 반증 가능한 실험적 시험을 명시한다.

그것은 표준 양자역학과 생존 가능성 이론 밖의 어떤 것도 의존하지 않는다.

논문 B는 선택—다중성에서 확정성으로의 전이—을 비용이 드는, 속도가 제한된 배제 과정으로 특성화한다. 구조적 요건과 반증 가능한 중력적 속도 한계를 유도한다.

그것은 논문 A에 의존하며 그 밖의 어떤 것도 의존하지 않는다.

논문 C는 행위주체성을 제어론적 양으로 전개한다: 현재 위치에서 허용 가능한 제어 하에 도달할 수 있는 생존 가능성 커널의 비율. 표류, 피로, 결합, 탈출을 비가역성의 결과로서 형식화한다.

그것은 논문 A와 B에 의존하며 그 밖의 어떤 것도 의존하지 않는다.

논문 D는 결합을 공유된 제약 환경에서 작동하는 다중-행위자 시스템으로 확장한다. 구조적 여과, 위계, 협력, 억지를 기하학적 결과로서 유도한다.

당신이 경험한 모든 권력 구조—모든 위계, 모든 동맹, 모든 위협—은 비가역적 표류의 이 기하학을 그 아래에 가지고 있다. 그것은 논문 A, B, C에 의존하며 그 밖의 어떤 것도 의존하지 않는다.

각 논문은 독립적으로 반증 가능하다. 어떤 것이든 죽일 수 있다. 각각은 실패하는 명시적 조건을 포함한다.

의존 사슬은 단방향이다: D의 실패는 C를 무효화하지 않고, C의 실패는 B를 무효화하지 않으며, B의 실패는 A를 무효화하지 않는다.

논문들은 그것을 동기 부여한 서사와 독립적으로, 자체 논리에 의해 서거나 쓰러진다.

형식적 전개를 동기 부여하는 상징적 표기법에서:

기록은 진공에 적용된 비가역적 대칭-깨짐 사건의 현실화 상태이다.

— 여기서 $\varnothing_0$는 P0.1의 미분화된 잠재력이고 Crack은 P0.2의 대칭-깨짐 균열이다. 이 표기법은 환기적이지 형식적이지 않다; 논문 A가 모든 양을 조작적으로 정의한다.

논문 0 끝. 비반증적 · 구조적 서사 · 완료

논문 A

현실화 상태 — 기록-구조 비가역성의 조작적 측도

참조 문서 · 정본

논문 A는 다음 페이지들에서 전문이 재현된다. 이것은 척추의 기초이다. 표준 양자역학과 생존 가능성 이론 밖의 어떤 것도 의존하지 않는다. 모든 후속 논문은 이것으로부터 계승한다.

A0 — 전문

A0.1 — 제목 블록 및 초록

제목: 현실화 상태(AS): 기록-구조 비가역성의 조작적 측도

당신은 이 문장을 읽고 있다. 그것은 기록이다. 광자가 당신의 망막에 닿고, 뉴런이 발화하고, 패턴이 인식되었다. 그 사건은 되돌릴 수 없다.

이 논문은 그 과정이 얼마나 진행되었는지를 측정하는 도구를 구축한다—그리고 적절한 조건 하에서 그것이 한 방향으로만 진행될 수 있음을 증명한다.

초록: 현실화 상태(AS)는 양자 시스템에서 비가역적 기록 형성의 조작적 측도이다.

AS는 시스템-환경 상호작용에 의해 유도된 물리적으로 실현 가능한 조대화에 상대적으로 정의되며, 상호 배타적인 고전적 대안들이 얼마나 지속적으로 부호화되었는지를 정량화한다. 여기서의 비가역성은 엔트로피에 관한 것이 아니다.

그것은 도달 가능성에 관한 것이다—무엇을 하든 되돌아갈 수 없는 경계에 관한 것이다.

이 논문은 AS가 잘 정의되고, 조작적으로 불변이며, 반증 가능한 조건을 확립하고, AS가 탈간섭, 기록-형성 역학 하에서 정확히 한정된 범위 내에서 단조적임을 증명한다.

이 논문은 또한 유한한 유지 용량이 일반적으로 양자역학이나 중력과 독립적인 비가역적 도달 가능성

상실을 유도함을 보이는 영역-중립적 무귀환 정리를 도입한다.

이 결과들은 비가역적 기록 형성을 측정 가능한 물리적 과정으로 분리하는 반증 가능하고 해석-불가지론적인 프레임워크를 제공한다—붕괴, 중력, 또는 의식과 독립적으로. 이 도구를 사용하기 위해 양자역학의 해석이 필요하지 않다.

측정만 있으면 된다. 어떤 붕괴 메커니즘, 중력 가설, 또는 우주론적 가정도 불러오지 않는다.

A0.2 — 이 논문이 하는 것과 하지 않는 것

하는 것: AS를 비가역적 기록 형성의 물리적으로 의미 있는 척도로 정의한다. 탈간섭 역학 하에서 AS가 증가함을 증명한다(정리 T1). 유한 용량으로부터 무귀환면을 확립한다(정리 T2).

조작적 불변성을 요구한다—그 요구가 실패하면 소멸한다(킬 스위치 F0).

하지 않는 것: 붕괴 메커니즘을 제안한다. 보른 규칙을 유도한다. 중력이나 우주론에 호소한다. 측정 문제를 풀다. 의식을 설명한다.

A0–A3절은 자족적이다. A4–A5절은 독립적으로 반증 가능한 공준을 추가한다. A4–A5가 실패하면, A0–A3은 손상되지 않는다.

A1 — 문제 진술

A1.1 — 현실화 문제

당신은 한 번도 중첩을 경험한 적이 없다. 당신 삶의 모든 순간은 확정적이었다—이 방, 이 의자, 이 문장.

그러나 양자역학은 측정 전에 시스템이 모든 가능한 결과의 중첩으로 존재한다고 말한다. 무언가가 '모든 가능한 것'과 '하나의 현실적인 것' 사이의 간극을 연결한다. 그 다리가 이 논문의 주제이다.

양자 이론은 힐베르트 공간에서의 유니터리 진화로 폐쇄 시스템을 기술한다. 그러나 실험은 기록을 보고한다: 상호 배타적이고, 지속적이며, 고전적인 사실. 이 기술들 사이에 구조적 간극이 놓여 있다.

표준 측정 언어는 관찰자, 사영, 또는 인식론적 업데이트를 사용하여 이 간극을 연결하려 한다.

이러한 개념들은 물리적 전이를 명시하지 않는다; 행위자가 기술을 업데이트하는 시점을 기술하지, 시스템이 대안을 지지할 수 없게 되는 시점을 기술하지 않는다.

탈간섭은 간섭의 억제를 설명하지만, 그 자체로는 얼마나 많은 비가역적 구조가 형성되었는지를 정량화하지 않으며, 대안적 역사들이 조작적으로 복구 불가능해지는 시점을 명시하지도 않는다.

빠진 것은 물리적으로 접근 가능한 자유도만을 참조하고, 결맞음의 상실과 단순한 무지를 구별하며, 결과의 확정성에 대한 어떤 주장보다 앞서 지속적 기록 구조의 축적을 측정하는 양이다.

그 양이 현실화 상태(AS)이다.

주의. 이 논증은 의도적으로 최소적이다. 우주가 왜 기록을 허용하는지를 묻지 않고, 오직 기록이 언제 비가역적이 되는지를 묻는다.

결과의 '느껴짐'을 설명하지 않고, 오직 다수의 결과가 동시에 접근 가능하기를 멈추는 구조적 조건만을 설명한다.

A1.2 — 새로운 것: 기존 개념에 대한 위치 설정

현실화 상태는 탈간섭, 엔트로피, 또는 열역학적 비가역성의 재정의가 아니다. 다음 구별들은 구조적이다.

AS 대 탈간섭. 탈간섭은 대안들 사이의 간섭을 억제하는 동역학적 과정이다. AS는 그러한 탈간섭으로부터 생성된 기록-구조 투입의 정도를 측정하는 조작적 양이다. 둘은 구별된다: 탈간섭은 AS의 유의미한 성장 없이 발생할 수 있고, AS는 총 엔트로피 변화가 무시할 수 있을 때에도 증가할 수 있다.

AS 대 엔트로피. 엔트로피는 관찰되지 않은 자유도의 기여를 포함하여 총 불확실성 또는 혼합도를 정량화한다. AS는 그러한 기여를 의도적으로 버리고, 물리적으로 실현 가능한 기록 대수에 상대적인 섹터 간 분기만을 추적한다. 시스템은 높은 엔트로피와 낮은 AS를 가질 수 있고, 또는 낮은 엔트로피와 높은 AS를 가질 수 있다.

AS 대 양자 다윈주의. 양자 다윈주의(Zurek)는 환경 조각들에 정보가 각인되는 여분성을 정량화한다. AS는 투입된 고전적 분기의 정보적 풍부함을 측정하지, 그 정보의 복사본 수를 측정하지 않는다.

AS 대 일관 역사. 역사-기반 표현 AS_h(A2.4절)는 완전 탈간섭 하의 단일-시간 기록 역사로 제한된다. 이것은 완전한 일관-역사 프레임워크에 대한 의도적 축소이다.

예제: AS와 양자 다윈주의 여분성이 분기하는 경우

사례 1: 높은 여분성, 제로 AS. 포인터 기저 $\mathcal{O} = \{|0\rangle\langle 0|, |1\rangle\langle 1|\}$를 가진 큐비트 S가 순수 포인터 상태 $|0\rangle$로 준비된다. 환경은 N = 1000개의 조각으로 구성되며, 각각이 시스템이 섹터 $|0\rangle$에 있음을 독립적으로 기록한다. 양자 다윈주의 여분성은 $R_\delta \approx 1000$이다. 그러나 섹터 가중치는 $p_0 = 1$, $p_1 = 0$이다. 셰넌 엔트로피 $H(\{p_i\}) = 0$이므로 AS = 0이다. 분기가 존재하지 않는다.

사례 2: 제로 여분성, 최대 AS. 포인터 기저 $\mathcal{O} = \{\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4\}$를 가진 사-준위 시스템 S가 동등한 중첩으로 준비된 후 단일 환경 조각 E에 결합하여 완전히 탈위상된다. 섹터 가중치는 모든 i에 대해 $p_i = 1/4$이다. 양자 다윈주의

여분성은 $R_\delta = 1$이다. 그러나 $AS = H(\{1/4, 1/4, 1/4, 1/4\}) / \log 4 = 1$. 네 개의 상호 배타적 대안에 걸쳐 최대 기록-구조 분기가 존재한다.

사례 1에서, 시스템은 고전적으로 확정적이고 강건하게 방송되지만 현실화 구조가 없다. 사례 2에서, 시스템은 최대로 분기하지만 다윈주의적 의미에서 취약하다.

따라서 AS와 여분성은 정의상 다를 뿐만 아니라, 서로 독립적으로 최대화 또는 최소화될 수 있는 조작적으로 독립적인 양이다.

작용소 지평선 대 제2법칙. 제2법칙은 거시적 역학 하에서의 엔트로피의 전형적 성장을 표현한다. A3절에서 도입되는 작용소 지평선은 대신 비가역성을 조작적 접근성의 경계로 정의한다: 유한 제어 용량 하에서 복구가 불가능한 상태 공간에서의 기하학적 한계. 여기서의 비가역성은 가능성이나 전형성에 관한 진술이 아니라, 허용 가능한 연산 하에서의 도달 가능성에 관한 것이다.

A1.3 — 범위 명확화

이 논문은 붕괴 메커니즘을 제안하지 않고, 보른 규칙을 유도하지 않으며, 어떤 우주론적 또는 중력 가설도 가정하지 않는다.

비가역적 기록 형성을 잘 정의되고 조작적으로 검증 가능한 개념으로 만드는 데 필요한 최소한의 정의적 및 정리-수준의 구조를 분리한다.

결과 선택 또는 확정성에 대한 어떤 후속 이론이든 이 기초 위에 구축되어야 한다—또는 그것에 맞서 실패해야 한다.

A2 — 정의

이하는 도구들이다. 각 정의는 특정한 것을 명명하고 그것이 정확히 무엇을 하는지를 말한다. 길을 잃으면, 여기로 돌아오라. 정의들은 움직이지 않는다.

A2.1 — D1: 물리적으로 실현 가능한 조대화 $\mathcal{O}$

$\mathcal{H}_s$를 시스템 힐베르트 공간으로, $\mathcal{H}_e$를 그 환경으로 놓자.

물리적으로 실현된 조대화 $\mathcal{O}$는 다음 모든 조건을 만족하는 상호 직교 사영자의 유한 집합 $\mathcal{O} = \{\Pi_i\}$이다:

$\mathcal{O}$는 관찰자가 선택한 것이 아니다. 그것은 결합의 물리학에 의해 선택된다. 무엇이 측정되는지를 당신이 선택하지 않는다. 상호작용이 선택한다.

결정적 요점: $\mathcal{O}$는 당신의 선택이 아니다. 그것은 자연의 선택이다. 상호작용의 물리학이 무엇이 측정되는지를 결정한다. 당신은 기저를 고를 수 없다. 결합이 당신을 위해 고른다.

A2.2 — D2: 탈위상 맵 $\Delta\mathcal{O}$

밀도 행렬 ρ가 $\mathcal{H}_s$ 위에 주어졌을 때, $\mathcal{O}$에 상대적인 탈위상 맵을 $\Delta\mathcal{O}(\rho) \equiv \Sigma_i \Pi_i \rho \Pi_i$로 정의한다. $\Delta\mathcal{O}$는 기록 섹터 사이의 양자 간섭을 제거하면서 고전적 확률을 보존한다.

결정적 명확화. 여기에 주의를 기울이라—혼동이 가장 많이 발생하는 곳이다. $\Delta\mathcal{O}$는 무지를 측정하지 않는다. 그것은 기록 대수 위로의 사영을 강제하여, 지식의 부족이 아닌 비가역적 분기에 귀속되는 엔트로피를 분리한다.

A2.3 — D3: 현실화 상태 — 기본 정의

ρ를 접근 불가능한 자유도에 대한 대각합 후의 시스템의 축약 밀도 행렬로 놓자. $\mathcal{O} = \{\Pi_i\}$를 시스템-환경 상호작용에 의해 선택된 물리적으로 실현 가능한 조대화(정의 D1)로 놓자.

이 기록 대수에 상대적인 탈위상 맵을 정의하라: $\Delta\mathcal{O}(\rho) \equiv \Sigma_i \Pi_i \rho \Pi_i$. 현실화 상태(AS)는 AS = S_eff / S_max로 정의되며, 여기서 S_eff는 아래 정의된 유효 기록 엔트로피이다.

유효 엔트로피. 기록 섹터 Π_i가 1보다 큰 랭크를 가질 때, 탈위상된 엔트로피는 섹터 간 분기와 섹터 내 혼합으로 분해된다. AS는 오직 섹터 간 분기만을 추적한다. 각 섹터 안에서 일어나는 것은 AS에 보이지 않는다—의도적으로 그렇다.

랭크-1 단순화. 랭크-1 섹터(순수 포인터 상태)에 대해, 정의는 AS = H($\{p_i\}$) / log N으로 단순화된다. 여기서 H는 섀넌 엔트로피이고 N = $|\mathcal{O}|$는 기록 섹터의 수이다.

해석: AS 역전

AS는 하나의 질문에, 그리고 오직 하나의 질문에만 답한다: 시스템이 그 물리적 환경이 구별할 수 있는 대안들에 걸쳐 기록-구조 투입을 어느 정도까지 발전시켰는가?

이렇게 생각하라. 돌아가는 동전은 AS = 1이다—최대 분기, 양면 모두 동등하게 가능하다. 착지한 동전은 AS = 0이다—한 면, 대안 없음.

AS는 얼마나 많은 회전이 남아 있는지를 측정한다. 어떤 면이 착지할지가 아니다. 오직: 얼마나 많은 회전이.

AS가 당신에게 알려주지 않는 것에 주목하라. 어떤 결과가 일어날지를 알려주지 않는다. 언제인지를 알려주지 않는다. 지금 얼마나 많은 분기가 존재하는지를 알려준다. 그것이 전부이다.

결정적으로, AS는 탈위상된 상태 $\Delta\mathcal{O}(\rho)$로부터 계산되지, 물리적 상태 ρ로부터 직접 계산되지 않는다. 시스템은 탈간섭이 물리적으로 발생하기 전에 AS = 1을 가질 수 있다.

AS는 분기 구조를 측정하지, 탈간섭 진행을 측정하지 않는다; 후자는 무귀환면(D13)에 의해 추적된다.

범위와 킬 스위치

AS는 조대화에 상대적으로 정의된다. 절대적, 기저-자유 AS는 무의미하다. 물리적 정당성은 정의 D5(조작적 불변성)에 의해 강제된다: AS가 물리적으로 실현 가능한 $\mathcal{O}$에 걸쳐 실험적 허용 오차 이상으로 변하면, 논증은 실패한다.

이것이 내장된 종료 조건이다.

A2.4 — D4: AS의 역사-기반 표현 (AS_h)

{α}를 $\mathcal{O}$에 의해 정의된 조대화된 역사의 집합으로, D(α, β)를 탈간섭 범함수로 놓자. 역사-기반 현실화 상태를 $p_a = D(\alpha, \alpha)$로, $AS_h = H(\{p_a\}) / \log N$으로 정의한다.

$AS_h = 0$: 단일한 사소한 역사(분기 없음). $AS_h = 1$: 최대 기록-구조 분기. $\mathcal{O}$-대수에서의 완전 탈간섭 하에서, 탈위상된 엔트로피는 $H(\{p_i\})$로 환원된다.

구조적 논증을 위해 읽고 있다면, 기본 정의가 필요한 전부이다. 역사 표현은 일관-역사 형식주의에서 작업하는 독자를 위해 존재한다.

A2.5 — D5: 조작적 불변성 시험 (킬 스위치 F0)

$\mathcal{O}_1 = \{\Pi_i^{(1)}\}$과 $\mathcal{O}_2 = \{\Pi_j^{(2)}\}$를 동일한 실험 시스템의 두 물리적으로 실현 가능한 조대화로, 동일한 준비 및 제어 프로토콜 하에서 정의 D1에 따라 각각 허용 가능한 것으로 놓자.

정의 D5 (조작적 불변성 요구). 모든 허용 가능한 쌍 ($\mathcal{O}_1$, $\mathcal{O}_2$)와 모든 실험적으로 접근 가능한 ρ에 대해 $|AS(\rho; \mathcal{O}_1) - AS(\rho; \mathcal{O}_2)| \leq \delta_exp$이면 AS는 조작적으로 불변이다.

반증자 F0 (전역 킬 스위치). 실험적으로 실현 가능한 시스템과 반복 시행이 $|AS(\rho; \mathcal{O}_1) - AS(\rho; \mathcal{O}_2)| > \delta_exp$를 지속적으로 산출하는 공동-허용 가능한 쌍 ($\mathcal{O}_1$, $\mathcal{O}_2$)가 존재하면, AS는 잘 정의된 조작적 양이 아니며 논증은 반증된다.

그것은 전역 종료 조건이다.

F0을 다시 읽으라. 이것은 이 논문에서 가장 중요한 문장이다. 동일한 시스템을 측정하는 두 정당한 방법이 실험적 허용 오차 이상으로 다른 AS 값을 제공하면, 전체 프로그램은 사망한다.

이 논문만이 아니다. 그 위에 구축된 모든 것. 모든 후속 증명. 모든 윤리적 결론. 전부.

그것이 정직한 논증의 모습이다—당신에게 그것을 파괴할 도구를 건넨다.

A3 — 정리: 비가역성과 무귀환

정의가 설정되었다. 이제 증명들이다. 이하는 반론할 수 없다—오직 검증할 수 있을 뿐이다.

A3.1 — 정리 T1: 탈간섭 역학 하에서의 AS의 단조성

ρ(t)를 생성자 $\mathcal{L}$를 가진 완전 양의 대각합-보존(CPTP) 역학적 반군 $\{\mathcal{E}_t\}_{t\geq 0}$ 하에서 진화하는 시스템의 축약 상태로 놓자. $\mathcal{O} = \{\Pi_i\}$를 물리적으로 실현 가능한 기록 대수(정의 D1)로, $\Delta\mathcal{O}(\rho)$를 관련 탈위상 맵으로 놓자.

정리 T1 (진술). 여기에 논문 A의 핵심 결과가 있다. 그 이전의 모든 것은 준비였다. 그 이후의 모든 것은 결과이다.

이 결과는 말한다: 정확히 진술된 세 조건 하에서, 분기는 오직 성장할 수만 있다. 동전은 다시 회전할 수 없다. 잉크는 마르지 않을 수 없다. 기록은 기록되지 않을 수 없다. 가능성이 사실이 되고, 전이는 단방향이다.

물리학이 역전을 금지하기 때문이 아니라—기록을 생성하는 조건이 부등식을 성립시키는 조건이기 때문이다.

현실화 상태는 다음의 최소 충분 조건이 성립하는 경우에 진화 $\rho(t)$를 따라 단조 비감소이다:

(1) 기록 대수에 대한 탈간섭. 기록 섹터 사이의 간섭이 재생되지 않는다: $(d/dt)\ C\mathcal{O}(\rho(t)) \le 0$, 여기서 $C\mathcal{O}$는 $\Delta\mathcal{O}(\rho)$ 위에서 사라지는 임의의 결맞음 단조량이다.

(2) 기록 대수의 폐쇄. $\Delta\mathcal{O} \circ \mathcal{E}_t = \mathcal{E}_t \circ \Delta\mathcal{O}$가 모든 $t \ge 0$에 대해 성립한다. 이것은 기록 섹터의 개체군이 탈간섭된 후 자율적으로 진화함을 보장한다.

(3) 기록 대수에 대한 유니털(혼합) 역학. 섹터 가중치 $p_i(t) = \mathrm{Tr}(\Pi_i\ \rho(t))$는 이중 확률적 맵 하에서 진화한다: $p(t) = M(t)\ p(0)$, 여기서 M은 균등 분포를 보존한다.

평이한 언어로: 혼합은 공정하다. 어떤 섹터도 우대되지 않는다. 역학은 확률을 퍼뜨리지, 주입하지 않는다.

결론. 조건 (1)–(3) 하에서, $dAS/dt \ge 0$이다. 즉, 현실화 상태는 탈간섭, 기록-형성 역학을 따라 단조적이다.

정리의 범위. 정리 T1은 조건부 진술이다. 그 적용 영역은 정확히 조건 (1)–(3)을 만족하는 역학의 집합이다. 이 영역

밖의 역학—소산적, 비유니털, 또는 피드백-제어 진화를 포함하여—은 AS를 감소시킬 수 있다. 이것은 정리와 모순되지 않는다; 역학이 위에 정의된 의미에서 순수하게 기록-형성적이지 않음을 나타낸다.

보조정리 T1.1 (이중 확률적 혼합). 조건 (2)와 (3) 하에서, 섹터 가중치 p(t)는 모든 $t \geq 0$에 대해 이중 확률적 행렬 M(t) 하에서 진화한다.

증명. 조건 (2)에 의해, $\Delta\mathcal{O} \circ \mathcal{E}_t = \mathcal{E}_t \circ \Delta\mathcal{O}$이므로, 진화는 탈위상과 교환된다. 따라서 대각 요소는 자율적으로 진화한다. 유니털성(조건 3)은 균등 분포가 고정됨을 의미한다. 균등 분포를 보존하는 확률적 행렬은 이중 확률적이다. □

보조정리가 확립되면, 이중 확률적 혼합 하에서의 셰넌 엔트로피의 단조성은 표준 결과이다(−H의 슈어-볼록성). 정리가 따른다.

새로운 것은 부등식이 아니라, 기록-형성 역학이 정확히 부등식을 성립시키는 조건을 만족한다는 인식이다.

해석. 기록-구별 가능한 대안들 사이의 간섭이 억제되고, 기록 대수가 역학적으로 폐쇄되며, 기록-섹터 확률이 결맞는 역류 없이 혼합될 때, 투입된 고전적 분기의 정보적 풍부함은 감소할 수 없다.

이 단조적 증가는 현실화의 화살표를 정의한다. 당신은 평생 이 화살표 안에서 살아왔다.

명시적 범위 경계. 이 세 조건 밖에서, 보장은 무효이다. AS는 냉각, 붕괴, 이완, 피드백 제어, 또는 확률을 더 적은 섹터로 주입하는 어떤 역학 하에서 감소할 수 있다. 정리는 보편성을 주장하지 않는다. 정밀성을 주장한다.

따름정리 T1a (수렴 속도). 조건 (1)–(3) 하에서, 섹터 가중치에 대한 유도된 고전 역학이 연속-시간 이중 확률적 속도 행렬 W에 의해 지배되어 $dp/dt = Wp$가 되게 하자. $\lambda_2 < 0$을 W의 두 번째로 큰 고유값(스펙트럼 갭)으로 놓자. 그러면 AS의 평형값 $AS_eq = 1$로부터의 편차는 $|AS(t) - 1| \leq C \cdot \exp(\lambda_2 t)$를 만족한다.

최대 분기로의 수렴 속도는 따라서 혼합 역학의 스펙트럼 갭에 의해 제어되지, AS 정의에 고유한 어떤 성질에 의해

제어되지 않는다. 환경이 시스템을 더 빨리 기록할수록, AS는 더 빨리 올라간다.

명제 T1b (역: AS 감소의 조건). 조건 (3)이 위반되면—구체적으로, 섹터 가중치에 대한 유도된 고전 역학이 이중 확률적이지 않은 확률적 행렬 M에 의해 지배되고, 정상 분포 $\pi \neq$ 균등이면—AS가 엄격히 감소하는 초기 분포 $p(0)$이 존재한다.

물리적으로, 명제 T1b는 기록 섹터의 부분 집합으로 개체군을 우선적으로 주입하는 소산적 역학에 해당한다. 이러한 역학은 유니털 조건 (3)을 위반하고 AS를 하향으로 구동한다.

AS가 감소할 때, 무언가가 확률을 더 적은 가지로 주입하고 있다—냉각, 붕괴, 이완. AS가 증가할 때, 환경이 기록을 쓰고 있다. 방향이 어떤 과정이 지배적인지를 말해준다.

요약. T1, T1a, T1b는 함께 AS 단조성이 이중 확률적 기록-형성 역학의 정확한 지문임을 확립한다. T1이 방향을 제공하고, T1a가 속도를 제공하며, T1b가 역을 제공한다.

A3.2 — 작용소 지평선: 부등식으로서의 무귀환

$x(t) \geq 0$를 시스템의 유지된 구조의 정도를 나타내는 스칼라 변수로 놓자—유지되지 않은 평형 기준선으로부터의 변위. 결정론적 역학을 가정하라: $dx/dt = -ax + u$, 여기서 a는 평형을 향한 고유한 감쇠/표류 속도이고, u는 제어/유지 입력이며, $u_max \geq 0$는 제어 용량에 대한 엄격한 상한이다.

정리 T2 (작용소 지평선). 당신은 이 정리를 몸으로 느껴왔다. 제한된 자원을 가진 모든 시스템—모든 몸, 모든 사업, 모든 문명—은 어떤 전략도 구할 수 없는 지점을 가진다.

정리는 그 지점을 명명한다. 작용소 지평선을 $x_h = u_max/a$로 정의한다.

어떤 시점 t_0에서 시스템이 $x(t_0) > x_h$를 만족하면, 모든 허용 가능한 제어 u(t)에 대해 $dx/dt < 0$이다. 지평선을 넘으면, 무엇을 하든 x(t)는 감소한다. 최대 노력은 감소를 늦추지만 역전시킬 수 없다. 제어만으로는 복구가 불가능하다.

증명. 역학으로부터, $dx/dt = -ax + u \leq -ax + u\_max$. $x > u_max/a$이면, $-ax + u_max < 0$이므로 $dx/dt < 0$이다. □

해석. x_h는 용량 경계이지, 물리적 벽이 아니다. 최대 유지 노력이 주어졌을 때의 최대 지속 가능한 구조이다. x_h 너머에서, 시스템은 전략과 무관하게 지평선을 향해 감쇠한다.

당신은 이것을 알고 있다. 정원이 유지할 수 있는 수준을 넘어 무성해지는 것을 본 적이 있다. 부채가 소득이 감당할 수 있는 수준을 넘어 복리로 증가하는 것을 본 적이 있다. 몸이 의학이 복원할 수 있는 수준을 넘어 악화되는 것을 본 적이 있다.

수학은 당신의 경험이 이미 아는 것을 확인하고 있다: 선이 있고, 한번 넘으면, 노력만으로는 충분하지 않다.

A3.3 — 무귀환면과 조작적 비가역성

스칼라 지평선은 단순한 경우이다. 실제 시스템은 많은 차원을 가진다. 일반화는 생존 가능성 이론(Aubin, 1991)을 사용한다—제약 하에서의 생존의 수학.

정의 D6: 상태 공간과 허용 가능한 역학. $X \subseteq \mathbb{R}^n$을 상태 공간으로 놓자. 허용 가능한 제어는 $u(t) \in U$를 만족하고,

U는 콤팩트이다. 역학: $dx/dt = f(x, u)$, $u \in U$. $R \subset X$를 복구 가능(안전) 집합으로 놓자.

정의 D7: 생존 가능성 커널. $\mathrm{Viab}(R) \equiv \{ x_0 \in R \mid \exists\, u(\cdot) \in U \text{ s.t. } x(t; x_0, u) \in R\ \forall t \geq 0 \}$. 허용 가능한 제어를 사용하여 시스템을 R 안에 무한정 유지할 수 있는 상태.

정의 D8: 포획 분지. $\mathrm{Cap}(R) \equiv \{ x_0 \in X \mid \forall\, u(\cdot) \in U, \exists\, t \geq 0: x(t; x_0, u) \notin R \}$. 모든 허용 가능한 제어 하에서 R로부터의 탈출이 불가피한 상태.

정의 D9: 무귀환면. $\Sigma_h \equiv \partial\, \mathrm{Viab}(R)$. 이것은 스칼라 지평선 x_h의 기하학적 일반화이다.

정의 D10: 조작적 비가역성 (정량화). 상태 x_0는 $x_0 \notin \mathrm{Viab}(R)$일 때 R에 대해 조작적으로 비가역적이다. 허용 가능한 제어 하에서 R로의 역전이가 존재하지 않는다.

조작적 비가역성은 제약 하에서의 도달 가능성에 의존하지, 미시적 시간-역전 대칭에 의존하지 않는다. 깨진 꽃병은 물리학이 재조립을 금지하기 때문에 비가역적인 것이 아니다. 당신이 그것을 재조립할 자원, 정밀도, 또는 시간을 가지고 있지 않기 때문에 비가역적이다. 비가역성은 당신이

할 수 있는 것에 관한 것이지, 자연이 금지하는 것에 관한 것이 아니다.

A4 — 양자역학적 구현

A0–A3절은 완료되었다. 독립적이다. 이하는 독립적으로 반증 가능한 공준을 추가한다—각각은 특정 주장을 파괴하라는 초대이다. 이 절의 어떤 공준이 쓰러지면, 그 위의 모든 것은 생존한다.

A4.1 — 개방 양자 시스템에서의 조작적 비가역성

A3절의 생존 가능성 기하학이 이제 양자역학을 만난다. 추상이 구체가 된다.

당신은 시스템에 접근할 수 있지만 환경에는 접근할 수 없다. 그 제약이 비가역성의 원천이다.

총 힐베르트 공간이 $\mathcal{H} = \mathcal{H}_s \otimes \mathcal{H}_e$로 인수분해되고, 결합 상태가 H_{se} 하에서 유니터리하게 진화하게 하자. 접근 가능한 시스템 상태—실제로 측정할 수 있는 것—는 $\rho_s(t) = \mathrm{Tr}_e[U(t)\, \rho_{se}(0)\, U^\dagger(t)]$이다.

허용 가능한 연산은 시스템-국소 CPTP 맵으로 제한된다—환경에 접근하지 않고 시스템에 실제로 수행할 수 있는 연산이다.

정의 D11: 결맞음-복구 가능 상태. 시스템 상태 ρ_s는 $\mathcal{O}$에 대해 결맞음-복구 가능하다 ⇔ 허용 가능한 CPTP 맵 Λ가 존재하여 $\|\Lambda(\rho_s) - \rho_coh\|_1 \leq \varepsilon$가 성립한다.

정의 D12: 복구 가능 집합과 생존 가능성 커널. $K\varepsilon(\mathcal{O}) := \{ \rho_s \mid \rho_s$는 $\mathcal{O}$에 대해 결맞음-복구 가능하다 $\}$. $K\varepsilon(\mathcal{O})$는 허용 가능한 제어 하에서의 결맞음의 생존 가능성 커널이다. $K\varepsilon(\mathcal{O})$ 밖의 상태는 $\mathcal{O}$에 대해 조작적으로 비가역적이다.

정의 D13: 조작적 무귀환면 (양자). $\mathcal{O}$에 대한 조작적 무귀환면은 경계 $\partial K\varepsilon(\mathcal{O})$이다. 이 경계를 넘으면 시스템은 결맞음이 복구 가능한 영역에서 그렇지 않은 영역으로 이전된다.

명제 P4.1: 대각합은 복구 가능성의 상실을 유도한다. 시스템-환경 상호작용이 서로 다른 기록 섹터가 직교하는 환경 상태와 상관되는 상관관계를 생성하면, 충분히 작은 ε에 대해, $\rho_s(t) \notin K\varepsilon(\mathcal{O})$이다.

일단 어떤-기록 정보가 접근 불가능한 자유도에 부호화되면, S에 대한 어떤 허용 가능한 연산도 기록 섹터 사이의 결맞음을 복원할 수 없다.

당신은 이것을 느껴왔다. 말이 입에서 나오면, 되돌릴 수 없다. 환경이 그것을 기록했다—상대방의 기억에, 공기의 진동에, 빛의 속도로 방을 떠난 전자기 복사에.

A4.2 — 객관적 현실화 채널과 선택 역학

선형 CPTP 역학에 의한 결정론적 선택의 불가능성.

명제. 시스템 상태에 작용하는 결정론적, 선형 CPTP 맵은 기록 섹터에 걸친 대각 혼합을 개별 실행에서 단일 실현 섹터로 변환할 수 없다.

선형 CPTP 진화는 볼록 혼합을 보존한다: $\mathcal{E}(\Sigma_i\ p_i\ \rho_i) = \Sigma_i\ p_i\ \mathcal{E}(\rho_i)$. 탈간섭된 혼합을 해소하는 메커니즘—당신이 경험하는 확정성을 생산하는 메커니즘—은 단일 궤적 수준에서의 확률적 풀어쓰기 또는 명시적 비선형 유효 진화를 포함해야 한다.

다시 읽으라. 표준 양자역학—선형, 결정론적, 대각합-보존—은 개별 실행에서 확정성을 생산할 수 없다. 다른 무언가가 필요하다.

공준 A1 (현실화 채널). 기록 대수 $\mathcal{O}$에서의 각 현실화 사건은 결과 i를 확률 $p_i = \mathrm{Tr}(\Pi_i\ \rho)$로 산출하는 확률적 CPTP 맵 $\mathcal{E}_i$에 의해 기술된다.

이것은 공준이다—정리가 아니다. 메커니즘을 명시하지 않는다. 구조를 진술한다: 결과가 존재하고, 그것은 확률적이며, 기록 대수를 존중한다.

반증자 F1 (포인터-기저 대상선정). 선택이 환경-선택 포인터 대수가 아닌 위치를 대상으로 하면, 선택 공준은 실패한다.

반증자 F2 (보른 위반). 실현된 가지의 앙상블 통계가 대각 가중치 $\{p_i\}$로부터 체계적으로 벗어나면, 선택 공준은 실패한다.

반증자 F3 (맥락 의존). 선택이 객관적 역학이 아닌 관찰자 개입에 의존하면, 선택 공준은 실패한다.

A4.3 — 중력 속도 제한자 (공준 A2)

공준 A2 (중력 속도 제한). 현실화 채널 $\mathcal{E}_i$의 속도는 기록 사이의 중력 자기-에너지 차이 ΔE_G에 의해 위로 제한된다: $\tau\_sel \geq \hbar/\Delta E\_G$.

중력이 선택의 시계 역할을 한다. 두 기록의 중력 구별이 클수록, 선택이 더 빨리 일어날 수 있다. 구별이 없으면—즉 $\Delta E_G = 0$이면—선택이 일어나지 않는다.

반증자 G1 (선택 속도가 중력 한계 초과). 중력적으로 구별 가능한 기록에 대해 선택이 $\hbar/\Delta E_G$보다 빠르게 발생하면, 중력 제한자는 실패한다.

반증자 G2 (중력 퇴화 영역에서의 선택). $\Delta E_G = 0$인 기록 사이에서 객관적 선택이 발생하면, 중력 제한자는 실패한다.

반증자 G3 (비중력적 속도 스케일링). 거시적 기록에 걸쳐 선택 속도가 비중력적 매개변수에 의해 보편적으로 스케일링되면, 중력 제한자는 실패한다.

A5 — 실험 프로그램

이 절은 킬 스위치에 총을 장전한다. 각 시험은 특정 주장에 연결되며, 정확히 어떤 결과가 그 주장을 죽이는지를 말해준다.

시험 R0 (조작적 불변성). 이 실험은 F0—전역 킬 스위치—을 시험한다. 절차: 공동-허용 가능한 조대화 $\mathcal{O}_1$과 $\mathcal{O}_2$를 가진 시스템을 준비한다. 각각에서 AS를 반복적으로 측정한다. $|AS(\rho; \mathcal{O}_1) - AS(\rho; \mathcal{O}_2)| > \delta_exp$이 지속되면, 전체 프로그램은 사망한다.

시험 R1 (포인터-기저 대상선정). F1을 시험한다. 절차: 초전도 큐비트에서 포인터 기저를 식별하고, 선택이 그 기저를 대상으로 하는지 확인한다.

시험 R2 (중력 퇴화 영역). G2를 시험한다. 절차: 거시적 중첩을 중력 퇴화 영역($\Delta E\_G \approx 0$)에서 생성하고, 선택이 발생하는지 모니터링한다. 선택이 발생하면, 중력 제한자는 사망한다.

시험 R3 (속도 스케일링). G1과 G3을 시험한다. 절차: 거시적 기록 시스템에서 선택 속도를 ΔE_G의 함수로 측정한다. 속도가 $\hbar/\Delta E_G$와 스케일링하는지 검증한다.

시험 R4 (보른 통계). F2를 시험한다. 절차: 앙상블 통계가 보른 규칙 확률과 일치하는지 검증한다. 체계적 편차가 있으면, 선택 공준은 사망한다.

시험 R5 (맥락 독립). F3을 시험한다. 절차: 선택이 관찰자 개입 없이 발생하는지 검증한다. 원격 환경 모니터링이 선택 통계를 변경하면, 공준은 사망한다.

A6 — 선택적 모듈: 용량 회복

이 절은 비하중적이다. 이전의 어떤 정리도 이 절에 의존하지 않는다. 완전성과 지적 정직성을 위해 포함되었다.

A6은 질문을 제기한다: 축적이 포화에 도달했을 때, 기존 기록의 비가역성을 위반하지 않으면서 용량을 복원하는 허용 가능한 변환이 존재하는가?

형식적 조건은: 실현된 선택의 역전 없음, 선택 메커니즘의 우회 없음, 유효 기록-대수 차원수의 복원. 등각 재조정이 극단적 희석에서의 하나의 후보이다.

이 모듈은 사변적이다. AP03(루프 가설)에서 명시적 반증 조건과 함께 전개된다.

논문 A 끝. 모든 정의는 조작적이다. 모든 정리에는 범위가 있다. 모든 공준은 반증자를 가진다. 모든 시험은 명시적이다.

기록은 실재하고 기록은 영구적이며, 비가역성은 당신이 할 수 있는 것에 관한 것이지, 자연이 금지하는 것에 관한 것이 아니라는 것이 증명되었다.

논문 B

비가역적 배제로서의 선택

논문 A에 의존

논문 A는 분기를 측정했다. 적절한 조건 하에서 분기가 오직 성장할 수만 있음을 증명했다. 무귀환점을 확립했다.

그러나 하나의 질문에 답하지 않았다—양자역학의 모든 해석을 괴롭히는 질문.

만약 확정성이 개별 실행에서 발생한다면—그리고 발생한다, 지금까지 수행된 모든 실험이 그렇다고 말한다—선택은 무엇이어야 하는가?

무엇일 수 있는가가 아니다. 무엇이어야 하는가. 어떤 선택 메커니즘이든 만족해야 하는 구조적 요건은 무엇인가? 비용은 얼마인가? 얼마나 빠르게 작용할 수 있는가?

그리고 그 속도에 보편적 한계가 있는가?

어떤 붕괴 메커니즘도 제안되지 않는다. 어떤 해석도 불러오지 않는다. 논문 A의 어떤 결과도 재유도되지 않는다.

모든 가설은 독립적으로 반증 가능하다. 어떤 것의 실패도 논문 A를 무효화하지 않는다.

B0 — 의존성 및 목적

이 작업은 논문 A의 엄격한 연속이며, 확립된 것으로 가정한다: 현실화 상태(AS)의 조작적 정의와 유효성, 허용 가능한 제어 하에서의 도달 가능성 상실로서의 조작적 비가역성, 유한 용량에 의해 유도되는 무귀환면의 존재, 그리고 분기(AS 증가)와 확정성 사이의 분리.

논문 A는 확정성 없이 비가역성을 확립한다: 탈간섭과 복구 가능성 상실 후에, 다수의 상호 배타적 기록 섹터가 축약된 기술에서 동시에 지속할 수 있다.

이 논문은 남은 물리적 질문을 다룬다: **확정성이 발생한다면, 이미 확립된 제약 하에서 선택은 무엇이어야 하는가?**

두 번째 질문이 필연적으로 따른다: **그러한 선택을 강제하기 위해 어떤 물리적 자원이 소비되어야 하는가?**

B1 — 확정성 문제 (재구성)

논문 A의 결과 후에 확립된 것: (1) 기록-구별 가능 대안들 사이의 간섭이 억제된다. (2) 기록 정보가 접근 불가능한 자유도에 부호화되면 복구 가능성이 상실된다. (3) 현실화 상태가 분기 단계에서 증가하여 기록-구조 다중성을 정량화한다.

그러나 이 중 어느 것도 개별 실험 시행에서 오직 하나의 기록만이 지속함을 함축하지 않는다.

탈간섭은 대안들이 왜 간섭할 수 없는지를 설명한다. 확정성은 대안들이 왜 더 이상 도달 가능하지 않은지를 묻는다. 이것들은 구별되는 제약이다.

선택의 정의. 시스템 상태가 허용 가능한 제어 하에서 오직 하나의 기록 섹터만 도달 가능한 상태 공간의 제한된 도달 가능 영역으로의 전이. 동등하게, 선택은 개별 실현에서 대안적 기록 섹터의 조작적 접근성으로부터의 비가역적 제거이다.

일단 선택이 발생하면, 어떤 허용 가능한 시스템-국소 연산도 배제된 섹터의 도달 가능성을 복원할 수 없다.

B2 — 비선형성 요구와 선택 비용

결정론적 선형 CPTP 역학은 볼록 구조를 보존한다. 따라서 선형 앙상블 진화는 그 자체로 개별 실현에서 단일-섹터 확정성을 강제할 수 없다.

앙상블-수준 진화는 선형이고 CPTP로 남을 수 있다. 선택이 발생한다면, 확률적 또는 효과적으로 비선형인 역학을 통해 개별 실현을 해소하며 궤적 수준에서 작용해야 한다.

선택 편차 δ_{sel}를 개별 궤적 결과의 앙상블 평균으로부터의 예상 제곱 편차로 정의한다. 결정론적 CPTP 맵에 대해 $\delta_{sel} = 0$이다. 선택에 대해 $\delta_{sel} > 0$이다.

선택 비용은 개별 실현을 단일 기록 섹터로 해소하기에 충분한 비제로 궤적 분산($\delta_{sel} > 0$)을 생산하는 데 필요한 최소 물리적 자원 소비로 정의된다.

반증자 B2: 비가역성-전 선택. 시스템이 무귀환면(D13)을 넘기 전에 배제 특징이 나타나면, 전체 선택 모델은 사망한다. 선택은 비가역성을 기다려야 한다.

B3 — 선택 역학에 대한 구조적 요건

허용 가능한 선택 역학은 논문 A와 B1–B2절에 의해 공동으로 함축되는 최소한의 구조적 요건 집합을 만족해야 한다:

비가역성-후 활성화. 선택은 조작적 비가역성이 확립된 후에만 작용할 수 있다. 복구가 도달 가능한 동안에는 선택 편차가 허용되지 않는다.

기록-대수 국소성. 선택은 활성 선택 동안 기록 섹터를 구별하는 자유도에만 작용해야 한다.

흡수 기록 섹터. 기록 섹터가 실현되면, 섹터 소속은 후속 선택 역학 하에서 고정된 채 남아야 한다.

다중성의 수축. 선택은 다중성을 해소한다; 증폭해서는 안 된다. 개별 궤적을 따라 섀넌 엔트로피 $H(\{p_i(t)\})$는 상마팅게일이어야 한다.

앙상블 일관성. 모든 궤적 실현에 대한 평균은 앙상블 맵을 재현해야 한다: $\mathbb{E}[\rho^{w}] = \mathcal{E}_{\mathrm{ens}}(\rho)$.

이 조건 중 어느 것을 위반하는 후보 과정도 논문 A에 의해 확립된 논증 하에서 물리적으로 허용 가능한 형태의 선택이 아니다.

B4 — 선택에 대한 보편적 속도 제약

선택이 존재한다면, 임의로 빠르게 발생할 수 없다.

보편적 속도 제한자에 대한 요건: **보편성**—한계는 모든 거시적 기록에 걸쳐, 조성이나 전하와 독립적으로 적용되어야 한다. **맥락 독립**—관찰자 개입에 의존해서는 안 된다. **식별 관련성**—기록 섹터를 구별하는 물리적 특성에 직접 결합해야 한다.

알려진 상호작용 중에서, 중력은 세 요건 모두를 만족한다: 보편적이고, 차폐할 수 없으며, 거시적 기록을 구별하는 질량-에너지 배치에 직접 민감하다.

가설: 중력이 선택 속도에 보편적 상한을 제공한다. 이것은 알려진 상호작용에 관한 경험적 주장이지, 유일성의 증명이 아니며, 중력이 선택을 야기한다고 주장하지 않는다.

속도 부등식. 중력-제한 선택 한계: $\lambda_{ij} \le \Delta E\_G/\hbar$. 한계는 제한적이지 정확하지 않다. 선택은 더 느릴 수 있다; 질량-에너지 식별 가능성에 대한 중력보다 더 강한 결합을 불러오지 않고는 더 빠를 수 없다.

영 사례 (조건부). ΔE_G = 0이면 중력-제약 선택 속도 기여는 사라진다. B4.2의 요건을 만족하는 대안적 제한자가 적용되지 않으면, 그러한 중첩은 무한정 지속한다.

반증자들 (속도 수준):

FG1: 선택이 λ_{ij} > ΔE_G/ℏ로 발생하면, 중력 제한자는 반증된다.

FG2: B4.2를 만족하는 대안적 제한자 없이 ΔE_G = 0인 기록 사이에서 선택이 발생하면, 중력 제한자는 반증된다.

FG3: 선택 속도가 거시적 기록에 걸쳐 비중력적 매개변수에 의해 보편적으로 스케일링되면, 중력 제한자는 반증된다.

여기서의 실패는 제한자 가설만을 무효화한다; 이 논문에서 정의된 선택도, 논문 A에서 정의된 비가역성도 무효화하지 않는다.

B5 — 실험 영역과 판별 시험

이 절은 B1–B4절의 구조적 및 속도 제약을 실험적으로 판별 가능한 영역으로 변환한다.

BT1 — 연산 순서. 대상: 선택 자체. 반증: B1.4에서 정의된 선택. 방법: 탈간섭을 연속적으로 조절하고 시스템이 Kε($\mathcal{O}$)를 벗어나기 전에 선택 특징이 나타나는지 확인.

BT2 — 활성 선택 특징. 대상: 선택의 존재. 방법: 단일-궤적 통계를 동일한 탈간섭 데이터에 적합된 모든 선형 린드블라드 모델과 비교.

BT3 — 속도 스케일링. 대상: 중력 속도 제한자. 방법: 실험적 선택 시간척도를 $\hbar/\Delta E_G$에 대해 도표화. 질량 의존 스케일링이 중력 예측과 일치하는지 검증.

BT4 — 통계적 일관성. 대상: 보른-일관 선택. 방법: 동일하게 준비된 상태의 실현 섹터 빈도가 대각 가중치 $\{p_i\}$로 수렴하는지 확인.

논문 B 끝. 선택이 존재한다면, 그것은 비가역적 배제이다—비용이 들고, 속도가 제한되며, 비가역성 이후에만 활성화된다. 모든 주장은 반증 가능하다. 논문 A는 결과와 무관하게 보존된다.

논문 C

제약된 제어로서의 행위주체성

논문 A와 B에 의존

당신은 행위자이다. 선택을 한다. 붕괴에 맞서 자기를 유지한다. 모든 비가역적 발걸음마다 좁아지는 가능성의 공간을 항해한다. 고갈되는 예산을 가지고 있다.

멈추지 않는 표류에 직면한다. 그리고 당신 앞 어딘가에, 보이지 않지만 실재하는, 당신이 하는 어떤 선택으로도 구할 수 없는 경계가 있다.

방금 읽은 모든 것은 기하학이다. 철학이 아니다. 은유가 아니다. 기하학—측정 가능하고, 계산 가능하며, 반증 가능한.

이 논문은 행위주체성에서 철학을 벗겨내고 그것을 숫자로 대체한다. 그 숫자는 당신이 서 있는 곳에서 아직 도달할 수 있는 생존 가능한 상태의 비율을 측정한다.

그 숫자는 철학이 제시한 어떤 정의보다 정직한다, 왜냐하면 당신의 의도에 관심이 없기 때문이다. 상태

공간에서의 당신의 위치와 당신의 제어 집합의 크기에 관심이 있다. 나머지는 산술이다.

C0 — 범위

이 작업은 논문 A와 논문 B에서 확립된 물리적 결과에 명시적으로 그리고 배타적으로 의존한다.

주어진 것으로 가정한다: 허용 가능한 제어 하에서의 도달 가능성 상실로서의 비가역성(논문 A), 유한 용량에 의해 유도되는 무귀환면의 존재(논문 A), 선택이 존재한다면, 비가역성 이후에 작용하는 비용이 드는, 속도가 제한된 배제 과정으로서의 선택(논문 B).

논문 C는 선택이 단일 기록 섹터로의 구속을 생산하는 것만 요구한다; 선택의 메커니즘, 속도, 또는 통계에 의존하지 않는다.

논문 C는 의도, 믿음, 또는 선택으로서가 아니라 **제어 속성**으로서의 행위주체성을 다룬다—비가역적 제약 하에서 진화하는 시스템의 계산 가능한 숫자.

이 논문은 새로운 물리 법칙을 도입하지 않고, 양자역학을 수정하지 않으며, 심리학, 동기, 윤리, 또는 의미를 불러오지 않는다. 논문 C의 실패는 논문 A나 B를 무효화하지 않는다.

C1 — 기하학적 제어량으로서의 행위주체성

정의 C1.1 (행위주체성). 단일 실현된 기록 섹터 내에서, 행위주체성을 현재 상태에서 허용 가능한 제어 하에 도달 가능한 생존 가능성 커널의 비율로 정의한다.

$x(t)$를 실현된 기록 섹터에 구속된 시스템 상태로 놓자. $\mathrm{Viab}(R)$을 허용 가능한 제어에 대해 논문 A에서 정의된 생존 가능성 커널로, $\mathrm{Reach}(x)$를 그 제어 하에서 x로부터 도달 가능한 상태의 집합으로 놓자.

$\mathcal{M} = \mu(\mathrm{Reach}(x) \cap \mathrm{Viab}(R)) / \mu(\mathrm{Viab}(R))$로 정의한다.

정규화는 $\mathcal{M} \in [0, 1]$을 보장한다: $\mathcal{M} = 1$일 때 전체 생존 가능성 커널이 도달 가능하고, $\mathcal{M} = 0$일 때 무귀환면에서 생존 가능한 미래가 남지 않는다.

C1.2 — 제어 권위. u_{max}를 시스템이 발휘할 수 있는 최대 제어 노력으로, a를 고유한 표류/감쇠 속도로 놓자. 제어

권위는 u_max에 의해 특성화된다. 비율 Z = u_max/a를 임피던스라 부른다. 높은 Z는 큰 생존 가능성 커널을 의미한다; 낮은 Z는 좁은 커널을 의미한다.

C1.3 — 표류 조건. 표류 a > 0은 비가역적 물리학에서 불가피하다. 유지 없이, 시스템은 무귀환면을 향해 표류한다. 행위주체성의 유지는 표류에 맞서 능동적 투입을 요구한다.

C2 — 행위주체성 감소 정리

정리 C2 (제어가 없으면 행위주체성 감소). 시스템이 유지를 중단하면(u = 0), 행위주체성 $\mathcal{M}$은 단조적으로 감소한다. 도달 가능한 생존 가능 상태의 집합이 표류 하에서 수축하기 때문이다.

이것은 유지에 비용이 든다는 말의 정밀한 버전이다. 유지를 멈추면, 선택지가 수축한다. 이것은 의지의 결핍이 아니다. 기하학이다.

C3 — 유지 비용과 예산

따름정리 C3.1a (유지 비용). 행위주체성을 $\mathcal{M} > 0$으로 유지하는 것은 시간 단위당 최소 자원 소비 속도를 요구한다. 이 최소 비용은 표류 속도 a와 현재 상태에 의해 결정된다.

C3.2 — 예산 고갈. 시스템의 총 이용 가능 자원(예산)이 유한하면, 축적된 유지 비용이 결국 예산을 초과한다. 예산 고갈 시, 제어 권위는 영으로 떨어지고 행위주체성은 비가역적으로 사라진다.

이것은 죽음의 수학이다. 철학이 아니라 산술이다. 유한한 예산, 영이 아닌 표류, 영이 아닌 유지 비용 → 유한한 생존 시간.

C4–C5 — 분산과 생존 시간

C4 (전략 분산의 비용). 고분산 제어 전략은 정상 전략보다 예산을 더 빨리 소비한다. 변동성 자체가 비용이다—높은 분산의 능동적 유지가 예산 고갈을 가속하기 때문이다.

이것이 불안이 당신을 지치게 하는 이유이다. 행동의 변동성은 무료가 아니다. 수학이 그것을 명명한다.

정리 C5.1 (생존 시간 한계). 유한한 예산 B_0, 영이 아닌 표류 a, 유한한 제어 u_max를 가진 시스템에 대해, 생존 시간 T는 위로 제한된다: $T \leq B_0 / (a \cdot c_{min})$, 여기서 c_min은 최소 유지 비용 속도이다.

모든 에이전트는 유한하다. 유한한 예산은 유한한 시간을 의미한다. 어떤 전략도 이 한계를 넘을 수 없다.

C6–C7 — 결합과 운명 공유

C6 (정보적 결합). 두 에이전트가 공유 환경 변수를 통해 결합되면, 한쪽의 제어 행동이 다른 쪽의 생존 가능성 커널을 변경한다. 결합은 행위주체성을 확장하거나 수축할 수 있다.

C7 (운명 공유). 에이전트들이 비분리적으로 결합되어 있을 때—한쪽의 무귀환면이 상대의 생존 가능 영역을 교차할 때—한 에이전트의 실패는 기하학적으로 다른 에이전트의 실패를 유발한다.

이것이 모든 공동 의존—관계적이든, 경제적이든, 생태적이든—의 기저에 있는 기하학이다.

C8 — 슬랙과 취약성

정의 C8.1 (슬랙). 슬랙은 만약 제어가 현재 시점에서 동결된다면 시스템이 무귀환면에 도달할 때까지 남은 시간이다: $s_i(t) = \inf\{ \tau > 0 : x(t + \tau) \in \Sigma_h, u = 0 \}$.

슬랙은 여유를 측정한다. 높은 슬랙은 큰 완충을 의미한다. 제로 슬랙은 즉각적 위협을 의미한다.

슬랙은 조작적으로 측정 가능하다: 유지를 중단하고 시스템이 실패할 때까지의 시간을 측정하라.

C9 — 탈출 기하학

C9 (탈출 조건). 에이전트의 비용을 수축하는 결합에서, 탈출—결합 해체—은 순 비용이 결합 유지 비용보다 적을 때 행위주체성을 보존한다. 탈출은 행위주체성의 의미에서 정당화된다: $\mathcal{M}$(탈출) > $\mathcal{M}$(잔류).

이것은 기하학적 진술이다. 도덕적 판단이 아니다. 누군가가 해로운 관계를 떠나야 하는지는 그들의 생존 가능성 커널이 결합 하에서 수축하는지 여부에 관한 문제이다.

C10 — 반증자

FC1 (제어 없이 행위주체성 증가). 대응하는 제어 소비 없이 도달 가능한 생존 가능 부피가 증가하면, 논문 C는 반증된다.

FC2 (역전된 비가역적 상실). 허용성 제약을 위반하는 외부 개입 없이 도달 가능성의 비가역적 상실이 역전되면, 논문 C는 반증된다.

FC3 (무귀환면 너머의 안정적 제어). 허용 가능한 제어 하에서 무귀환면 너머에서 안정적 제어가 지속되면, 논문 C는 반증된다.

FC4 (무임승차). 유한한 예산과 지속적 영이 아닌 표류 하에서 시스템이 양의 행위주체성을 무한정 유지하면, 생존 시간 한계(정리 C5.1)가 반증된다.

FC5 (부활). 시스템이 허용 불가능한 외부 개입 없이 파멸에 도달한 후 양의 행위주체성을 회복하면, 논문 C는 반증된다.

논문 C 끝. 행위주체성 = 도달 가능한 생존 가능 부피의 비율. 유지에 비용이 든다. 예산은 유한하다. 누구도 면제되지 않는다. 모든 것이 측정 가능하다.

논문 D

결합된 생존 가능성

비가역적 역학 하에서의 다중-행위자 지속을 위한 구조적 조건

논문 A, B, C에 의존

논문 D는 결합을 다중-행위자 시스템으로 확장한다. 논문 A, B, C에 의존하며 그 밖의 어떤 것도 의존하지 않는다. 논문 D의 실패는 논문 A, B, C를 무효화하지 않는다.

D0 — 의존성, 범위, 비중복

논문 D는 다음을 주어진 것으로 가정한다: 기록-구조 비가역성의 조작적 측도로서의 현실화 상태(논문 A). 비용이 드는, 속도가 제한된 확정성으로의 배제로서의 선택(논문 B). 단일 실현된 기록 섹터 내에서의 제약된 제어 하의 정규화된 도달 가능 생존 가능 부피로서의 행위주체성(논문 C).

논문 D는 다음을 다룬다: 공유된 제약 환경에서 비가역적 물리학 하에 작동하는 다수의 에이전트가 주어졌을 때, 지속적 공동 역학을 위한 구조적 조건은 무엇이며, 어떤 형태의 창발적 질서가 허용되는가?

이것은 표류 하에서의 결합된 생존 가능성 커널의 기하학에 관한 질문이다. 사회, 협력, 또는 도덕에 관한 질문이 아니다.

논문 D는 진화적 게임 이론이 아니다. 적합도, 복제, 또는 선택압을 불러오지 않는다. 다중-행위자 강화 학습이 아니다. 메커니즘 설계가 아니다. 물리적으로 비가역적이고, 기록-구조적이며, 행위주체성을 가진 결합 시스템에 적용된 생존 가능성 기하학이다.

적재된 용어: 기하학적 정의. 논문 D의 여러 용어는 일상 언어에서 규범적 또는 사회학적 함축을 가진다. 각각은 최초 등장 시 엄격한 기하학적 정의를 받는다. 정의 이상의 어떤 함축도 암시되지 않는다.

"협력" — 상호 기록 외부성이 공동 생존 가능성을 확장하는 기하학적 조건. 의도, 호혜성, 또는 보상이 암시되지 않는다.

"위계" — 더 높은 용량의 에이전트의 기록 외부성이 더 낮은 용량 에이전트의 제약 경관을 지배하는 비대칭적 결합. 규모 비대칭의 결과이다.

"억지" — 일방적 탈결합의 비용이 양 에이전트 모두에 대해 결합 유지 비용을 초과하는 결합 배치. 생존 가능성 기하학이다.

"임피던스" — 제어 권위 대 표류 속도의 비: Z = u_max / a. 두 에이전트의 작용소 지평선이 비교 가능할 때 임피던스-정합이다.

D1 — 공유 제약 환경

D1.1 — 공유 생존 가능성 영역. 다수의 에이전트가 공유 상태 변수에 의해 결합된 공통 환경에서 작동할 때, 그들의 개별 생존 가능성 커널은 기하학적으로 상호 작용한다. 공유 생존 가능성 영역은 모든 에이전트의 커널이 교차하는 상태 공간의 영역이다.

D1.2 — 기록 외부성. 에이전트 A의 기록-기록 행동이 에이전트 B의 생존 가능성 커널의 크기를 변경할 때, A는

B에 대한 기록 외부성을 부과한다. 외부성은 양(커널 확장)이거나 음(커널 수축)일 수 있다.

D1.3 — 기하학적 배제 원리. 에이전트 A의 기록-기록 행동이 공유 제약 공간의 부피를 수축하면, B의 생존 가능성 커널은 축소된다—A의 의도와 무관하게. 무임 생존은 없다.

반증자 D1 (무임 생존). A의 음의 기록 외부성에도 불구하고 B가 결합을 끊거나, 제어 예산을 늘리거나, 보상적 외부성을 받지 않고 행위주체성을 증가시키면, 기하학적 배제 원리는 반증된다.

D2 — 결합 역학

D2.1 — 비가산성. 결합된 시스템에서, 공동 행위주체성은 일반적으로 개별 행위주체성의 합과 같지 않다: $\mathcal{M}$_joint ≠ Σ $\mathcal{M}_i$. 결합은 공동 커널을 확장하거나 수축할 수 있다.

반증자 D2.1 (결합 하의 가산성). 비자명하게 결합된 시스템(비직교 공유 제약 좌표)에서 공동 행위주체성이 개별 행위주체성의 합과 같으면, 비가산성은 반증된다.

D2.2 — 임피던스 정합. 결합 효율—단위 제어 노력당 생존 가능성 이전—은 에이전트 임피던스 비 $|Z_i/Z_j|$가 1에서 벗어남에 따라 감소한다. 가장 효율적인 결합은 유사한 임피던스의 에이전트 사이에서 발생한다.

반증자 D2.2. 임피던스 비가 1에서 벗어남에 따라 결합 효율이 감소하지 않으면, 임피던스 정합은 반증된다.

D2.3 — 공명 추측. 결합 제어 전략 사이의 주파수 및 위상 호환성은 공동 생존 가능성을 확장한다. 건설적 공명은 공동 커널을 확장한다; 파괴적 공명은 그것을 수축한다.

반증자 D2.3. 지속적 결합 시스템에서 표준 결합 하에 최대 공동 생존 가능성이 반공명 위상에 있으면, 공명 추측은 반증된다.

D3 — 지속의 구조적 조건

D3.1 — 작용소-필수 충전기. 한 에이전트의 생존 가능성이 다른 에이전트의 능동적 기여를 반드시 요구하는 결합 배치. 기하학적 고정점이지, 이타주의가 아니다.

D3.2a — 지속의 필요 조건 (정렬 하). 단조 정렬 및 정칙성 가정 하에서, 지속적 다중-에이전트 배치는 다음을 만족해야 한다:

(N1) 각 에이전트가 개별적으로 생존 가능하다. (N2) 쌍별 임피던스 정합이 유한한 허용 오차 내이다. (N3) 외부성이 보상을 초과하지 않는다. (N4) 공동 예산이 공동 유지 비용을 초과한다.

D3.2b — 지속의 충분 조건 (정렬 없이). (S1) 각 에이전트가 독립적으로 단일-에이전트 생존 가능성 조건을 만족. (S2) 모든 쌍별 기록 외부성이 비음. (S3) 결합이 임피던스-호환. (S4) 공동 제어 예산이 공동 유지 비용을 초과.

D3.3 — 불안정성과 계단식 실패. 에이전트 i가 그 생존 가능성 커널을 벗어나면($\mathcal{M}_i = \emptyset$), 그 결합이 j의 표류를 부분적으로 보상하고 있었다면, j의 유효 표류는 상실된 결합 기여만큼 증가한다.

명제 D3.3. i의 제어 기여 제거가 j의 유효 표류를 j의 남은 제어 여유(u_{j,max})를 넘어 증가시키면, 에이전트 i의 실패는 에이전트 j로 전파된다. 계단식은 표류 증가가 에이전트의 남은 제어 여유보다 작을 때 멈춘다.

반증자 D3.3 (계단식 비전파). B의 남은 제어 여유를 초과하는 결합에도 불구하고 A의 실패가 B로 전파되지 않으면, 계단식 실패는 반증된다.

D4 — 설계 없는 창발적 질서

D4.1 — 영 모형과 질서 메트릭. 창발적 질서를 주장하기 전에, 질서의 부재가 어떻게 보이는지를 확립한다.

영 모형: 동일한 표류장, 결합 위상, 초기 조건 하에서 무작위(비상관) 제어 정책을 가진 에이전트 개체군. 생존자만 분석한다. 질서 메트릭(슬랙 상관): 생존 에이전트에 대해 개별 슬랙 $s_i(t)$의 쌍별 교차-상관 ρ_{ij}를 계산한다.

무작위 생존자: $\rho \approx 0$ (독립 변동). 조율하는 에이전트: ρ가 유의미하게 양 (슬랙 수준이 함께 움직인다).

반증자 D4 (소음과 구별 불가능한 질서). 지속적 배치가 무작위 생존자와 통계적으로 구별될 수 없으면(슬랙 상관에 대해 $p \geq 0.05$), 창발적 질서는 반증된다.

D4.2 — 배치의 구조적 여과. 비가역적 표류 하에서, D3.2a의 필요 조건을 위반하는 배치는 제거된다. 생존자는 이 조건을 만족하는 배치 쪽으로 편향된다—선택을 받았기 때문이 아니라, 다른 모든 것이 생존 가능성 커널을 벗어났기 때문이다.

최적화, 적합도 함수, 또는 목적론이 필요하지 않다.

반증자 D4.2. 정렬 및 정칙성 가정을 만족하는 시스템에서 N1–N4 중 어느 하나를 위반하면서 배치가 무한정 지속하면, 구조적 여과는 반증된다.

D4.3 — 제약 기하학으로서의 위계. 에이전트가 비대칭적 용량(서로 다른 Z 값)을 가질 때, 안정적 배치는 일반적으로 위계 구조를 나타낸다: 높은-용량 에이전트의 기록 외부성이 낮은-용량 에이전트의 제약 경관을 지배한다.

위계는 기하학적이지, 의도적이지 않다.

반증자 D4.3 (위계 역전). 임피던스 비 > 10:1인 시스템에서 낮은-Z 에이전트의 기록 외부성이 높은-Z 에이전트의 제약 경관을 지배하면, 제약 기하학으로서의 위계는 반증된다.

D4.4a — 구조적 결과로서의 협력. 상호 기록 외부성이 각 에이전트의 생존 가능성 커널을 결합 비용이 수축하는 것보다 더 많이 확장할 때 협력적 평형이 존재한다. 관찰 가능량: $\mathcal{M}$_joint > Σ $\mathcal{M}_i$.

D4.4b — 구조적 결과로서의 억지. 일방적 탈결합 비용이 양 에이전트에 대해 결합 유지 비용을 초과할 때 억지 평형이 존재한다. 관찰 가능량: 각 에이전트에 대해 $\mathcal{M}_i$(결합) > $\mathcal{M}_i$(탈결합).

둘 다 기하학적이다. 둘 다 규범적이지 않다.

D5 — 실험적 구현과 반증자

시스템 1: 미생물 생태학 (화학반응기). 공유 생존 가능성 영역: 영양소-개체군 배치 공간. 기록 외부성: pH/영양소 가용성을 변경하는 폐기물. 임피던스 정합: 종 간 대사 속도 호환성.

시스템 2: 작용소-필수 충전기 (두 로봇). 공유 생존 가능성 영역: 공유 충전 인프라를 가진 공동 (위치, 배터리) 공간. 기록 외부성: 충전소 점유. 결합 조건: 충전에 파트너의 크랭킹이 필요.

전역 반증자 F0 (킬 스위치). 다중-에이전트 시스템이 단조 정렬 및 정칙성 가정을 만족하는 배치 하에서 D3.2a의 모든 필요 조건 N1–N4를 위반하면서 무한정 지속하면(모든 에이전트에 대해 생존 시간 T = ∞), 논문 D는 반증된다.

모든 명제에는 명시된 관찰 가능량을 가진 검증 가능한 반증자가 하나 이상 있다. 반증자들은 A, B, C와 독립적이다. 어떤 명제의 실패도 모든 이전 논문을 온전히 남긴다.

D6 — 구조적 폐쇄

논문 A: 도달 가능성의 상실로서의 비가역성. B, C, D와 독립.

논문 B: 비용이 드는 배제로서의 선택(존재한다면). A에 의존. C, D와 독립.

논문 C: 제약된 제어로서의 행위주체성. A에 의존; B의 결과를 사용. D와 독립.

논문 D: 다중-에이전트 제약 하에서의 결합된 생존 가능성. A, B, C에 의존. 결합(C7)을 확장하고, 공유 제약 환경을

도입하며, 구조적 여과, 위계, 협력, 억지를 기하학적 결과로서 유도한다.

단방향 의존성이 보존된다. D의 실패는 C, B, A를 무효화하지 않는다. 각 층은 구조를 추가한다. 어떤 것도 물리학을 추가하지 않는다.

부록 E — 탐색적: 회수와 갱신 (비하중적). 논문 A의 선택적 모듈(A6)은 단일 시스템의 용량 포화와 복원을 다룬다. 이 부록은 그것을 결합 시스템으로 확장한다. A6의 사변적 지위를 계승한다. 명시적으로 비하중적이다.

논문 D 끝. 모든 증명은 국소적으로 선언된 정의와 가정으로부터 따른다. 모든 명제에는 명시된 관찰 가능량과 검증 가능한 반증자가 있다. 모든 추측은 울타리 쳐져 있다.

킬 스위치 원장

다음 원장은 AP01의 모든 반증 가능한 주장을 전체-코퍼스 킬 스위치 번호 체계에 매핑한다. 각 킬 스위치는 고유 식별자(KS-N), 상태, 명시된 관찰 가능량을 가진다.

상태: CLOSED (논증 내에서 증명됨), LIVE-EMPIRICAL (실험으로 검증 가능), LIVE-HARD (미해결 이론적 문제).

AP01의 모든 킬 스위치는 원칙적으로 LIVE-EMPIRICAL이다: 각각은 조작적 관찰 가능량을 가지며, 구체적 구현(물리적 또는 공학적 시스템)이 명시되면 직접 검증 가능해진다.

논문 A 킬 스위치

KS-V.1 (F0) — AS 조작적 불변성. 전역 킬 스위치. 공동-허용 가능한 조대화가 허용 오차 이상의 비호환 AS 값을 산출하면, 전체 프레임워크가 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R0.

KS-V.2 (F1) — 포인터-기저 대상선정. 선택이 환경-선택 포인터 대수가 아닌 위치를 대상으로 하면, 선택 공준이 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R1.

KS-V.3 (F2) — 보른 위반. 실현된 가지의 앙상블 통계가 대각 가중치 $\{p_i\}$로부터 체계적으로 벗어나면, 선택 공준이 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R4.

KS-V.4 (F3) — 맥락 의존. 선택이 객관적 역학이 아닌 관찰자 개입에 의존하면, 선택 공준이 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R5.

KS-V.5 (G1) — 선택 속도가 중력 한계 초과. 중력적으로 구별 가능한 기록에 대해 선택이 $\hbar/\Delta E_G$보다 빠르게 발생하면, 중력 제한자가 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R3.

KS-V.6 (G2) — 중력 퇴화 영역에서의 선택. $\Delta E_G = 0$인 기록 사이에서 객관적 선택이 발생하면, 중력 제한자가 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R2.

KS-V.7 (G3) — 비중력적 속도 스케일링. 거시적 기록에 걸쳐 선택 속도가 비중력적 매개변수에 의해 보편적으로

스케일링되면, 중력 제한자가 실패한다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: R3.

논문 B 킬 스위치

KS-V.8 (B2) — 비가역성-전 선택. 조작적 비가역성이 확립되기 전에 배제 특징이 나타나면, 논문 B에서 정의된 선택이 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: BT1.

논문 C 킬 스위치

KS-V.9 (FC1) — 제어 없이 행위주체성 증가. 대응하는 제어 소비 없이 도달 가능 생존 가능 부피가 증가하면, 논문 C가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: C10.1.

KS-V.10 (FC2) — 역전된 비가역적 상실. 허용성 제약을 위반하는 외부 개입 없이 도달 가능성의 비가역적 상실이 역전되면, 논문 C가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: C10.1.

KS-V.11 (FC3) — 무귀환면 너머의 안정적 제어. 허용 가능한 제어 하에서 무귀환면 너머에서 안정적 제어가

지속되면, 논문 C가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: C10.1.

KS-V.12 (FC4) — 무임승차. 유한 예산과 지속적 영이 아닌 표류 하에서 시스템이 양의 행위주체성을 무한정 유지하면, 생존 시간 한계가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: C10.1.

KS-V.13 (FC5) — 부활. 시스템이 허용 불가능한 외부 개입 없이 파멸 도달 후 양의 행위주체성을 회복하면, 논문 C가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: C10.1.

논문 D 킬 스위치

KS-V.14 (FD0) — 모든 필요 조건을 위반하면서의 다중-에이전트 지속. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.15 (FD1) — 무임 생존. A의 음의 기록 외부성에도 불구하고 B가 행위주체성을 증가시키면, 기하학적 배제 원리가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.16 (FD2.1) — 결합 하의 가산성. 비자명하게 결합된 시스템에서 공동 행위주체성이 개별 행위주체성의 합과

같으면, 비가산성이 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.17 (FD2.2) — 임피던스-독립적 효율. 임피던스 비가 1에서 벗어남에 따라 결합 효율이 감소하지 않으면, 임피던스 정합이 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.18 (FD2.3) — 반공명 최적성. 표준 결합 하에서 지속적 결합 시스템의 최대 공동 생존 가능성이 반공명 위상에 있으면, 공명 추측이 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.19 (FD3.3) — 계단식 비전파. B의 남은 제어 여유를 초과하는 결합에도 불구하고 A의 실패가 B로 전파되지 않으면, 계단식 실패가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.20 (FD4) — 소음과 구별 불가능한 질서. 지속적 배치가 무작위 생존자와 통계적으로 구별될 수 없으면, 창발적 질서가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.21 (FD4.2) — 지속적 위반자. 정렬 및 정칙성 가정 하에서 N1–N4 중 어느 것이든 위반하면서 배치가 지속하면,

구조적 여과가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.22 (FD4.3) — 위계 역전. 임피던스 비 > 10:1인 시스템에서 낮은-임피던스 에이전트의 기록 외부성이 높은-임피던스 에이전트의 제약 경관을 지배하면, 위계가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.23 (FD4.4a) — 협력 비존재. 상호 양의 외부성을 가진 모든 시스템에서 공동 행위주체성이 개별 행위주체성의 합을 결코 초과하지 않으면, 구조적 결과로서의 협력이 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

KS-V.24 (FD4.4b) — 억지 탈출. 억지 평형의 에이전트가 일방적으로 탈결합하여 행위주체성을 증가시킬 수 있으면, 억지 특성화가 반증된다. 상태: LIVE-EMPIRICAL. 시험: D5.2.

요약

총 킬 스위치: 24개 (KS-V.1부터 KS-V.24). 모두 LIVE-EMPIRICAL. 전역 킬 스위치: KS-V.1 (F0). KS-V.1이

작동하면, 전체 프레임워크는 사망하고 추가 시험은 무의미하다.

킬 스위치 번호 매기기는 기존 코퍼스 배정(AP05–AP22에서 배정된 KS-1부터 KS-49)과의 충돌을 피하기 위해 KS-V.1에서 시작한다.

조건부 각주

조건부 대상: 외부의 어떤 것도 아님. AP01은 자족적이다. 표준 양자역학(유니터리 진화, CPTP 맵, 탈간섭)과 생존 가능성 이론(Aubin, 1991)에만 의존한다.

AP01의 어떤 결과도 공리 체계 {S, B, R, C}에, 매입 가설(EH)에, 이차 정칙 가정(QRA)에, 또는 다른 어떤 예술가 증명에도 의존하지 않는다.

조건부 근거: 후속 예술가 증명은 여기서 확립된 조작적 정의, 비가역성 결과, 생존 가능성 기하학을 계승할 수 있다.

하중-지지 계승: 현실화 상태(D3), 탈간섭 기록-형성 역학 하에서의 단조성(T1, 범위 내), 작용소 지평선 / 무귀환 구조(T2; D9/D13).

선택적 계승(여기서 명시적으로 공준-수준): 선택 채널(A4.2)과 중력 속도 제한자(A4.3)는 후속 증명이 명시적으로 요구하는 곳에서만 참조된다.

킬 스위치: KS-V.1부터 KS-V.24 (모두 LIVE-EMPIRICAL). 위의 킬 스위치 원장 참조.

상태: 출판 준비 완료. 잠김.

시리즈: The 420 Code

아티스트 프루프 01 — 작동 매체의 물리학

기초 물리학 / 생존가능성 기하학

Artist: g

STUDIO G

영원히 무료로 출판